

RF Plasma 연소법으로 제조된 나노 permalloy 분말의 특성

박언병^{1*}, 권순주²

¹포항산업과학연구원 부품신소재 신금속 연구실

²POSTECH 신소재 공학과 자성재료연구실

1. 서론

최근 디지털 잉크의 소재로 사용되는 금속계 나노 금속분말은 IT산업과 Display 산업 그리고 물류 자동화 산업이 급성장함에 따라 수요가 급증하고 있다. 그리고 전자기기의 고기능화에 따른 전자파 유해 환경에 대응하기 위해 전자파 차폐/흡수 재료의 필요성이 부각되고 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 전극재료로 사용되는 Ag, Cu, Ni 등에 비해 가격이 저렴하고, 전자파 차폐/흡수 재료로 사용 가능한 Fe-Ni 합금을 Nano 분말화 하는 기술을 개발하고자 하였다. Nano 분말화 과정에서 다른 금속에 비해 산화성이 적고, 분산성이 좋은 Ni의 경우 기화 온도가 다른 금속에 비해 크게 높기 때문에 용해에 의한 기화 공정으로 대량 생산하기에 힘든 점이 있으므로 RF Plasma Combustion 기술을 사용하여 Nano 분말을 제조하였다. 제조된 Fe-Ni합금의 나노 분말의 형상, 입도, 조성, 분산성, 자기특성 등을 평가하고 전극재료로서의 가능성과 투명 필름위에 도포하여 투명성을 유지하면서 전자파 차폐/흡수 및 열차폐 재료로 이용 가능함을 확인하였다.

2. 실험방법

RF Plasma 장치를 이용하여 Permalloy nano 분말을 제조하기 위해 precursor는 10에서 100 micro 크기 이하인 Permalloy 분말을 사용하였다. Permalloy 마이크론 분말을 powder feeder통에 넣고 10-30 RPM의 속도로 회전과 0-40%의 진동을 가하여 시료를 Plasma torch 내부에 노즐을 통하여 공급하였다. RF Plasma power는 25-60kW로 조절하여 환원성 분위기의 플라즈마를 발생시킨 후, 투입되는 각 gas의 유량 및 속도 그리고 종류를 조절하여 Permalloy nano 분말을 제조하였다. Permalloy nano 분말의 입도는 RF Plasma power, torch 내부까지 precursor를 공급하여 금속성 노즐과 RF를 발생시키는 induction coil 과의 높이, 금속성 노즐의 반경, precursor의 공급량과 속도, 기화된 시편 혹은 용해된 시편을 급냉시키는 quenching gas의 양에 의해 결정되는데, 입자의 형상과 입도 그리고 물리적 특성을 평가후 최적화하였다.

제조된 Permalloy nano 분말의 형상과 입도는 SEM과 TEM을 이용하여 확인하였으며, 입도 분포는 Beckman Coulter사의 LS13320을 이용하여 평가하였다. Nano분말의 존재상과 성분은 XRD와 ICP로, 자기적 특성은 TOEI사의 VSM을 이용하여 평가하였다.

3. 실험결과

투입된 수십 micro Permalloy 분말은 플라즈마의 고온에 의해 열분해 및 재성장 과정을 거쳐 Nano 분말화가 된다. 최종 수거부인 filter를 통해 포집된 나노 분말의 상형성 및 제 2상의 존재 여부를 XRD로 확인한 결과 그림. 1에 예시한 바와 같이 주결정상이 Permalloy 결정구조이고 제 2상은 관찰되지 않았다. 결정상의 형상과 입도를 TEM으로 확인한 결과 100 nm 이하의 구형 nano분말이 그림. 2에 도시한 바와 같이 제조되었음을 확인하였다. 입도 분포도를 확인한 결과 평균, 그림.3에 나타낸 바와 같이 82 nm의 나노 분말이 균일하게 제조되었음을 확인하였다. 나노 분말을 성형하여 자기특성

을 평가한 결과, 포화자속밀도는 83.75 emu/g, 잔류자속밀도는 38.16 emu/g이었고, 투입한 precursor의 자기특성과 비교할 때 약 2 % 정도의 자기특성이 하락하였다. 에틸 알콜과 초음파 분산기를 이용하여 Permalloy nano 분말의 분산성을 반복 실험한 결과 표준 편차 3 이내에서 평균입도가 관찰되었다.

4. 고찰 및 결론

RF Plasma 장치를 이용하여 평균 82 nm의 구형의 Permalloy nano 분말을 제조하였다. 자기특성은 micro 분말과 동등 수준의 등방성 연자성 특성을 나타내었다. 환원성 분위기의 Plasma 화염에서 기화 및 응축과정을 거치고도 조성의 변화가 없고 동일한 결정상을 가진 2원계 합금을 제조할 수 있음을 확인하였다. 산화성 test 결과 화학적으로 안정하며, 분산성 실험을 통해 양호한 분산이 가능하여 향후 nano paste화가 가능함을 확인하였다.

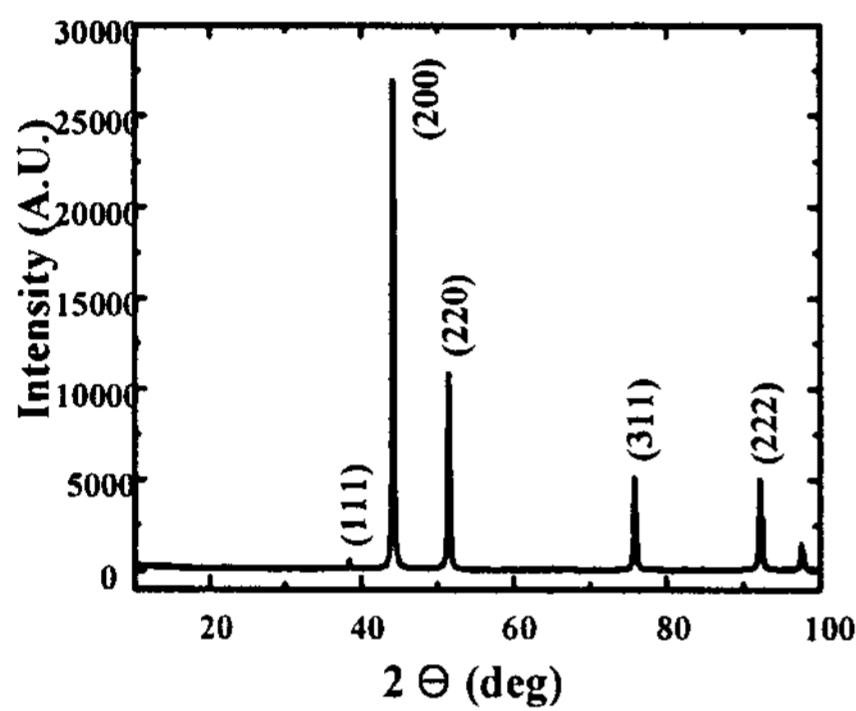


그림 1. XRD 결과

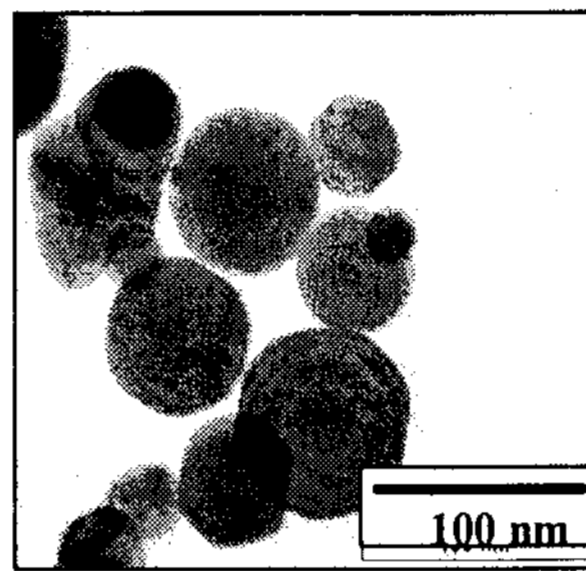


그림 2. TEM 결과

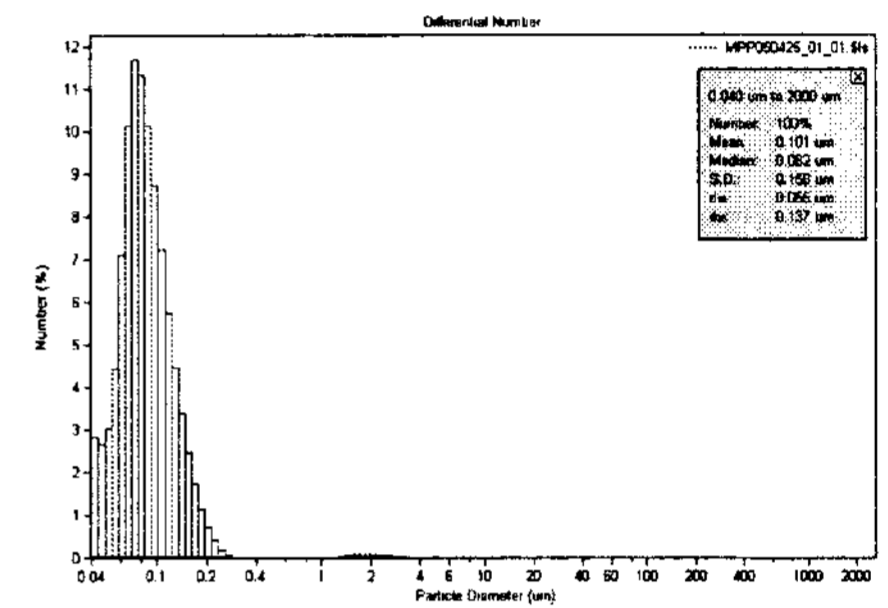


그림 3. 입도 분포도

5. 참고문헌

- [1] B. Bhushan, introduction, Spring Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag, Berlin, New York, 1(2004).
- [2] G. W. Elmen : US patent 1,586,884 (1916).
- [3] V. I. Goman'Kov et al , Phy. Met. Metallogr. 30, 237 (1970).