

플라즈마 아크방전법으로 제조된 Fe 나노분말의 자기적 특성 Magnetic Characterization of Fe Nano Powders Synthesized by Arc Plasma Process

Pukyong University G. G. Lee, H. S. Kwon
Liquid Metal Korea S. D. Kim
Korea Institute of Machinery and Materials K. H. Ha

1. 서론

Fe를 나노 입자화(100nm이하)하면 단자구 크기보다도 작은 크기를 가지게 되므로 기존 자성재료의 특성향상은 물론 자성유체, 자기기록매체, 영구자석 등에 응용 될 수 있는 새로운 물성을 지니는 소재의 개발이 가능할 것으로 예측되어진다. 나노크기를 가지는 입자의 제조방법에는 기상응축, 열분해법, 플라즈마법, 기계적 밀링법등 여러 가지 공정이 개발되고 있으며, 특히 본 연구에서는 나노분말 입자의 응집을 최소화 하면서 생산성이 높고, 환경부담이 적은 물리적 기상응축법의 일종인 아크 플라즈마법에 의해 고순도의 Fe 나노분말을 여러 가지 공정변수(챔버압력, 수소분압, 입력전원)를 변화 시켜 제조하고, 제조된 Fe나노분말의 여러 가지 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 아크 플라즈마 분말 제조장치는 전극봉과 수냉동판 사이에서 아크플라즈마가 발생하는 이송식으로 설계 및 제작 하였으며, 플라즈마에 의한 분말생성 챔버, 포집챔버, DC전원 콘트롤러, 가스 공급장치, 배기장치등의 5부분으로 구성되어있다. 양극 동판은 전기전도도 및 냉각성을 고려하여 높이 17mm 외경 123mm의 순동으로 제작하였으며 아크발생을 위한 텅스텐 전극은 외경6mm, 길이 75mm의 환봉을 사용하여 끝 부분을 뾰족하게 하여 아크발생을 용이하게 하였다.

실험에 사용된 가스는 고순도의(99.999%) Ar, H₂를 사용하였고, 공급가스의 유량은 기체 유량기를 사용하였으며, 유량기를 통과한 가스의 균일한 혼합을 위하여 가스 혼합 장치를 부착하였다.

Fig. 1은 본 연구의 개략적인 실험 방법이다.

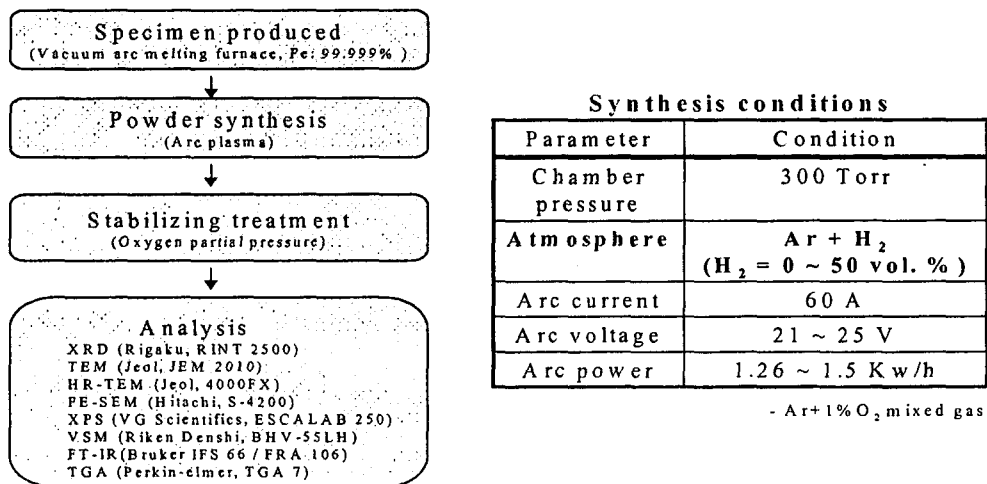


Fig. 1 Experimental procedure

3. 실험결과 및 고찰

챔버압력의 증가에 따라 Fe 나노분말의 증발 속도는 감소하였는데 이는 챔버 압력이 증가함에 따라 Hertz-Langmuir-Knudsen의 식에 따라 Fe의 증기압이 낮아지기 때문에 증발속도가 감소한 원인이라 생각된다. 챔버내의 수소분압을 변화 시켰을 때는 일정한 전류에서 전압이 높아지는데 이는 플라즈마 불꽃을 안정하게 유지하기 위해 필요한 전력이 높아지기 때문이다. 만약 수소 가스를 주입 하면서 전력을 높여주지 않으면 플라즈마 불꽃이 작아지면서 불안정해지고 경우에 따라서는 불꽃이 꺼지게 된다.

수소분압이 20% 일때는 α -Fe, Fe_3O_4 가 공존하는 회절피크를 30%일때는 단상의 α -Fe 회절 피크만이 나타남을 알 수 있다. 이는 챔버내의 수소분압이 증가할 수록 수소의 환원분위기 작용과 나노분말의 증발 속도가 증가하여 분말의 산소 함유량이 낮아졌기 때문이라 판단된다.

Fe 나노 분말은 챔버압력에 따라 Fe 나노분말의 입자크기를 변화 시킬수 있었고 보자력값 또한 변화시킬수 있었다. 그이유는 보자력은 입자크기에 의존하기 때문이다.

결국 입자크기를 미세화한 Fe 나노분말을 만들 수 있었고 이러한 나노분말은 보자력값이 최소화된 초상자성거동을 보였다.

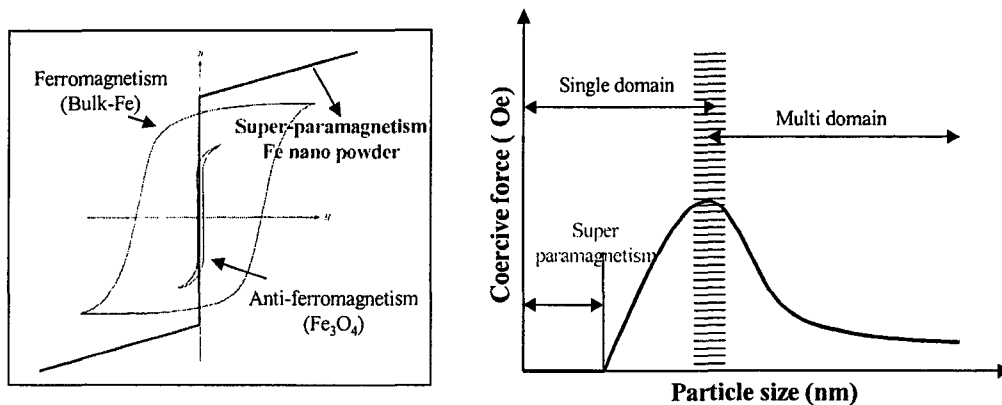


Fig 2. The variation of the coercive force with the particles size

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2001-000-00784-0)지원으로 수행 되었기에 이에 감사 드립니다.