

금속자성입자분산 알루미나계 나노복합분말의 소결 및 기계적 특성
(Consolidation and Mechanical Properties of Magnetic Metal Particle Dispersed Alumina Based Nanocomposite Powder)

전북대학교 신소재공학부/신소재개발연구소 좌 용호*, 소 용대
 요업기술원 나노소재연구팀 정 영근, 김 경자
 일본 오사카대학 산업과학연구소 T. Sekino, K. Niihara

1. 서 론

나노자성입자나 전도성입자를 비자성입자나 절연성입자와 함께 복합화한 분말, 박막, 및 소결체 등은 최근 전기적, 광학적, 자성적, 복합기능 등의 응용가능성으로 인해 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 자성 특성에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔는데, 이는 Ferri-또는 Ferro-자성을 띄는 나노입자에 세라믹스 산화물을 복합화시키는 방법으로 주로 보자력의 증진이나 Superpara-magnetism 등의 현상과 함께, 자성금속입자 분산 산화물 박막의 형태는 GMR(Giant Magneto Resistance)특성을 나타내기 때문에 다방면으로 연구가 진행되고 있다. 또한, 이들 분말을 소결을 통하여 복합체를 제조하면 기계적 특성과 자성적 특성을 겸비한 세라믹스/금속 복합체를 얻을 수 있다고 보고되어지고 있다. 한편, 자성특성에 있어서는 Fe 나 Fe 합금 등이 특성이 우수하고, 구조 세라믹 재료로 하여서는 Al_2O_3 세라믹스가 우수한 기계적 특성을 가지고 있어 널리 사용되어지고 있으므로, 이들의 복합화는 세라믹스/금속 복합소결체로서의 응용범위를 확대시킬 수 있으리라 기대된다. 본 연구에서는 간단한 용해-화학적 방법(Solution-Chemistry)과 하소, 환원처리를 통하여 얻어진 $Fe_{0.5}Ni_{0.5}$ 나노입자분산 Al_2O_3 세라믹스기 나노복합분말을 Hot-Pressing과 유도가열을 통한 급속소결(Rapid Sintering)을 통하여 소결체를 얻고, 소결조건에 따른 미세조직과 기계적 특성의 상관관계를 고찰하였다.

2. 실험방법

용해-화학적 방법(Solution-Chemistry)과 하소/환원처리를 통하여 얻어진 10 wt.% $Fe_{0.5}Ni_{0.5}$ 나노입자분산 Al_2O_3 세라믹스기 나노복합분말을 Hot-Pressing법과 유도가열을 통한 가압 급속소결법(Rapid Sintering)으로 소결체를 얻었다. Hot-Pressing법에 대해서는 승온속도; $20^{\circ}C/min$, 소결온도; $1450^{\circ}C$ 유지시간; 1시간, 압력; 30 MPa 이고, 가압 급속소결법에서는 승온속도; $500^{\circ}C/min$, 소결온도; $1000-1450^{\circ}C$ 유지시간; 5분, 압력; 30 MPa의 조건으로 소결을 하였다. 얻어진 소결체에 대하여 파괴강도(3P-Bending), 파괴인성(IF법)과 경도 실험 등의 기계적 특성을 평가하고, 반응상은 X-선 회절법과 EDX로 동정하였고 미세조직은 SEM을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

X-선 회절법에 의한 상동정 결과, 치밀한 소결체를 얻을 수 있는 소결조건하에서는 Al_2O_3 , FeNi상 외에 반응상으로서 $FeAl_2O_4$ 상이 검출되었고, 이들 반응상이 많아질수록 파괴강도는 급격히 감소하였다. 그림 1에는 가압 급속소결법으로 작성된 치밀한 복합재료의 SEM사진을 나타낸다. Sub- μm 정도의 금속FeNi 상이 비교적 균일하게 분산되어 있었고 이 복합체의 파괴강도와 인성은 Al_2O_3 단상보다 개선된 값을 나타내었다. 이러한 기계적 특성의 개선은 주로 입계에 존재하는 금속입자에 의한 Crack Deflection/Yielding/Bridging을 통하여 기계적 특성을 증진된 것이라고 고찰하였다. 소결법/소결조건 등이 기계적 특성과 미세조직에 미치는 영향은 강연 당일 발표하고자 한다.

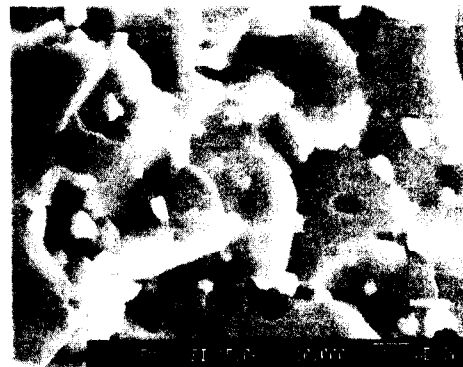


Fig. 1 SEM micrograph for the fracture surface of Al_2O_3 based composite.