

극미세 알루미나 입자로 강화된 Al-Si-Cu-Zn-Mg /Al₂O₃ 복합재료의 제조연구

우기도^{*,**,†}, 이현범^{***}, 김인용^{****}

^{*}전북대학교 공대 신소재공학부; ^{**}공업기술연구연구센터; ^{***}전북대학교 대학원 금속공학과;
^{****}전북대학교 대학원 수소연료전지공학과

(kdwoo@chonbuk.ac.kr[†])

Mechanical milling(MM)은 세라믹 및 금속의 나노분말 제조방법으로 최근 많이 활용되고 있으며 이렇게 제조된 나노분말을 이용하여 분말야금방법으로 금속기 복합재료를 제조하는 방법이 개발되었다. 이렇게 제조한 복합재료의 장점은 극미세 세라믹으로 강화된 금속기 복합재료를 제조할 수 있게 된다. 그러나 소결시 금속과 세라믹의 계면특성이 우수하지 못한 단점이 있으며 이 단점을 개선하기 위한 방법으로 소결 중 다음과 같이 금속과 세라믹의 displacement 반응을 이용한다. $MO + Al \rightarrow \alpha - Al_2O_3(p) + M$ (M은 금속원소), 이렇게 제조한 복합재료는 세라믹 입자와 금속기지와의 젖음성을 개선되므로써 강도와 인성특성을 향상시킬 수 있다. Al, Mg 금속분말과 CuO, ZnO를 SiO₂ 세라믹 분말을 합하여 MM 방법으로 나노크기의 세라믹 입자를 함유한 Al기 복합 분말을 제조하고 소결중 displacement 반응 ($MO + Al \rightarrow \alpha - Al_2O_3(p) + M$)에 의한 극미세한 $\alpha - Al_2O_3(p)$ 세라믹을 생성시키며 아울러 반응에 의하여 생성되는 생성물인 Si, Cu, Zn를 이용하여 기지를 동시에 강화시킨다. 이와 같은 Al 금속분말과 나노크기의 CuO, ZnO, SiO₂ 세라믹 분말이 소결중 displacement 반응에 의하여 극미세 Al₂O₃를 생성시킨 복합재료를 만드는 것이다. 제조된 성형체를 800-900°C로 진공로에서 2시간 소결 후 상변화를 XRD, DTA 등으로 조사하고, 조직 변화를 OM, SEM 등으로 조사하였다.

High energy ball milling에 의하여 20-50 nm 크기 사이즈의 세라믹 분말이 함유한 Al기 합금분말을 제조할 수 있었으며 밀링동안 Al과 세라믹(CuO, ZnO, SiO₂)과의 displacement 반응은 일어나지 않았으나 4시간 밀링한 복합분말을 이용하여 800-900°C에서 2시간 소결시 displacement reaction에 의하여 극미세 Al₂O₃ 입자가 다량 균일하게 분산된 Al-Si-Cu-Zn-Mg/Al₂O₃ 복합재를 제조할 수 있었다. 이렇게 밀링한 복합분말을 이용하여 소결하여 제조된 복합재는 기존 공정 방법인 혼합에 의하여 제조한 분말을 이용하여 소결한 복합재 보다 높은 경도 값을 나타내었다.

Keywords: 알루미늄기 복합재료, 소결, 나노복합분말, mechanical milling

알루미나 분말을 함유한 오일 기반 나노유체의 열전달특성 향상

최철[†], 송현우, 오제명, 조강욱^{*}

한국전력 전력연구원 전력기술연구소 신소재그룹; ^{*}충남대학교 화학과

(cchoi@kepri.re.kr[†])

입도 50 nm 미만의 고품입자를 유체에 균질 분산시켜 열전달 효율을 높인 나노유체가 차세대 냉각매체로서 큰 관심을 받고 있다. 물과 에틸렌글리콜과 같은 냉매의 경우, 금속/비금속 나노분말의 분산이 용이한 반면, 용매 자체의 열전달 특성이 뛰어나 상대적으로 분말 첨가에 의한 열특성 향상 효과는 크지 않다. 이와 대조적으로 오일은 그 자체의 열전도도가 대단히 낮기 때문에 나노분말 첨가에 따른 효과가 상대적으로 매우 클 것으로 예상된다. 그러나 오일 계통의 유체에 나노분말을 분산시키는 것은 분말과 용매의 표면특성의 차이로 인해 대단히 어렵다. 따라서 오일 기반의 안정된 나노유체를 제조하기 위해서는 나노입자의 표면을 적절한 분산제를 사용하여 친油性으로 표면개질해야 한다. 본 연구에서는 초고압 변압기용 절연유에 20 nm 미만의 평균입도를 가진 알루미나(Al₂O₃) 나노입자를 분산시켜 장시간 침전의 우려가 없는 안정된 혼합유체를 얻을 수 있는 최적의 분쇄/분산 및 표면개질 공정을 도출하고, 유체의 분산안정성이 정적 및 동적 열전달 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 안정된 분산성의 혼합유체는 표면개질 과정에서 부산물로 생성되는 물 및 분말 표면과 반응하지 않은 과잉의 분산제를 완벽히 제거하고 분말의 건조과정을 생략해야만 얻을 수 있었으나, 이러한 분산안정성의 향상이 열전달 특성의 향상에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Keywords: Surface Modification, Nanoparticles, Dispersion, Transformer Oil