

## 이중열처리를 통한 Mg-Zn-Mn-Ag 합금계의 석출거동 및 기계적 특성

백의현, 이병덕, 장경수, 한정환<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학부  
(jwhan@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

Mg합금은 모든 구조용 재료 중에서 비강도가 크며 가공성이 가장 우수하여 재료의 실제 적용시에 2차 가공비 측면에서 다른 경량재료에 비해 유리하다. 그래서 경량화를 필요로 하는 최근 산업체의 요구를 충족시킬 수 있는 재료이다. 그러나 마그네슘 합금의 적용이 매우 제한되는 이유는 결정구조가 hcp로서 냉간가공이 어렵고, 강화기구가 석출경화 및 고용강화로 제한되기 때문에 기계적 성질, 즉 강도와 연성이 모두 낮다. 특히 고온에서 기계적 성질이 급격히 저하되기 때문에 구조용 재료로서는 사용이 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 고온에서 안정한 MgZn상과 항복강도를 향상시키는 Mg<sub>4</sub>Ag상의 석출을 보이는 Mg-Zn-Mn-Ag합금의 시효거동 및 미세조직 변화에 대해 검토하고자 하였다. 본 합금의 석출거동, 미세조직 및 경도 변화에 미치는 시효처리의 영향에 관한 연구를 수행하기 위해 Pandat Program을 이용해 열역학적 계산을 통한 상태도 해석 및 석출상을 예측 하였다. 계산된 결과는 DSC실험을 통해 비교 분석함으로써 신뢰성을 확보하였고 미세조직 및 석출상 분석을 위해 OM, SEM 그리고 XRD로 관찰하였다. 또한, 시효처리에 따른 기계적 특성을 분석하기 위해 상온 및 고온 인장시험을 하였고, 인장시험 후 파단면 분석을 통하여 재료의 파괴거동을 분석하였다.

**Keywords:** Mg alloys, phased diagram, double-aging, precipitation, microstructure

## Nd-Fe-B 소결자석의 미세구조 변화에 따른 자성특성

김진우, 김세훈, 안세환, 김영도<sup>†</sup>

한양대학교 신소재 공학과  
(ydkim1@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

1980년대 이후로 등장한 Nd-Fe-B 소결자석은 뛰어난 자성특성을 나타내며, 원재료도 풍부하기 때문에 단위 자기 에너지당 가격은 비교적 저가이다. 따라서 대부분의 기존 Sm-Co와 주조 Al-Ni-Co 자석재료를 대체하며 다양한 첨단 산업의 핵심소재로 적용되며, 자동차 및 의료기기 등 산업 전반에 사용되고 있다. 이러한 응용 중에서도 향후 녹색 성장을 위한 신성장동력 산업인 하이브리드 자동차의 구동 모터로서 사용되는 대표적인 영구자석이다. 현재 개발된 Nd계 영구자석은 큐리온도가 낮고 높은 온도에서 자기적 성능의 열화가 심하게 진행된다는 단점이 있기 새로운 합금 설계 및 공정의 최적화를 통해 보자력을 향상 시킴으로써 사용온도를 200°C 정도로 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 일반적인 제조공정을 통해 제조된 소결체의 미세구조에 변화시키기 위하여 약 10<sup>-5</sup> Torr의 진공분위기에서 10°C/min의 승온/냉각속도로 350°C부터 450°C 구간에서 2 사이클부터 8 사이클까지 승온과 냉각을 반복하는 열처리를 수행하였다. Nd-Fe-B 소결자석을 350°C~450°C 온도구간에서 반복적인 열처리를 수행한 결과 열처리 사이클에 따라 보자력 특성이 다르게 나타내었다. 이에 승온과 냉각을 반복하며 나타난 미세구조의 변화가 자성특성에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 고찰하였다.

**Keywords:** Nd-Fe-B sintered magnets, Cyclic heat treatment, Magnetic properties, Thermal stress