

급냉응고된 Mg-Zn-Y 합금의 approximant crystal의 구조해석

김 인영, 김 종렬, 김 도향*

한양대학교 공학대학 금속재료공학과, *연세대학교 재료공학부 준결정재료연구단

준주기적 원자배열을 갖는 열적으로 안정된 상이 Al계열 합금에서 발견된 이래로 경금속의 기계적인 특성 향상을 위한 연구의 일환으로 준결정의 결정학적인 연구에 집중되고 있다. 최근에는 Mg계열의 합금에서도 안정한 준결정상이 발견되어 그 활용의 범위가 확장되고 있다.

본 연구에서는 68.4at%Mg-28.1at%Zn-3.5at%Y 조성의 급냉응고된 Mg합금의 결정구조에 대하여 조사하여 초정 Mg의 hexagonal상과 MgZnY의 tetragonal상, 이십면체의 준결정상 그리고 이의 approximant상의 네 가지로 크게 구분되어 있음을 발견하였다. 준결정상의 approximant상은 주기적인 결정구조를 갖는 상으로 그 결정구조와 조성이 근접하여 준결정상과 매우 유사하며 급냉응고된 Al계에서는 두 상사이의 가역변태에 대한 연구도 보고된 바 있다. 발견된 Mg approximant crystal의 구조는 R3 type의 rhombohedral로서 면간 거리와 사이각은 각각 $a=27.3 \text{ \AA}$, $\alpha=63.4^\circ$ 이다. 우선 준결정과 approximant crystal인 rhombohedral의 diffraction pattern들을 비교하여 살펴보면 그림 1의 (a)는 준결정의 5회 대칭축의 diffraction pattern 이며 (b)는 rhombohedral [001] zone axis를 나타낸 것이다. 그림 (b)의 rhombohedral 구조는 규칙적인 면간거리 분포를 나타내고 있으나 diffraction spot의 intensity분포만이 준결정의 5회 대칭을 따라가고 있다. 이러한 일련의 규칙성은 근본적으로 (600)spot과 (060)spot이 밝아짐에 따라 (660)spot이 밝아져 나타나는 현상으로 다른 zone axis에서도 관찰되고 있다. 이러한 5회 대칭축의 회절문양을 갖기 위한 microtwin의 개략도를 그림 2에 나타내었다. 또한 EDS분석 결과 rhombohedral의 조성은 28.8at%Mg-64.8at%Zn-6.4at%Y로 이를 diffraction pattern에서 나타나는 규칙성과 결합하여 원자배열을 유추하여 보면 27.3Å의 unit cell을 유지하면서 (600)spot들이 강한 intensity분포를 갖을 수 있도록 unit cell을 4.59Å의 sub-cell로 나누어져 864개의 원자를 배열한 것으로 주 조성을 Zn으로 고정하여 Mg과 Y가 R3 type를 유지하며 각각의 회절조건에 맞게 혼합되도록 조정하였다. 이러한 원자분포는 rhombohedral의 (110)면에 크기가 상대적으로 큰 원자를 위치하게 하여 응력을 [111]방향으로 집중시키고 이를 통해 microtwin의 발생을 시키며 [001]zone에서 발견되는 intensity 분포의 5회 대칭을 완성할 수 있다.

Mg합금에서 준결정의 생성은 rare-earth합금의 종류 및 함량에 의해 제어된다는 연구가 발표된 바 있으며 Al합금의 경우 생성되는 준결정 조성은 고정되어 있다. 이러한 견지에서 본 연구에서 발견된 approximant crystal의 조성과 준결정의 조성을 비교하여 보면 응고시 확산되는 원자의 함량 특히 Y의 함량이 준결정을 생성하는데 중요한 역할을 하고 있는 것으로 사료된다



그림1 (a)준결정의 5회 대칭 diffraction pattern (b) rhombohedral [001] diffraction pattern

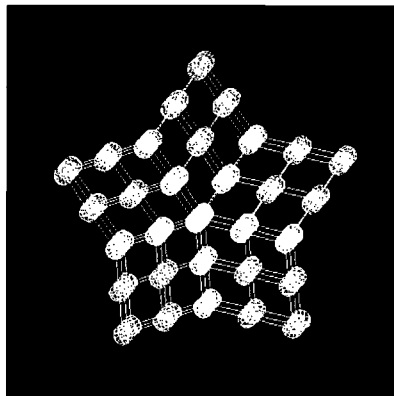


그림 2. [001] zone axis에서 본 rhombohedral twin 구조