

## 6회축 대칭성을 가진 2차원 준결정상의 구조분석

장혜정<sup>1</sup>, 김석환<sup>2</sup>, E. Fleury<sup>1</sup>, 이영호<sup>4</sup>, 김원태<sup>3</sup>, 김도향<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 금속시스템 공학과, 준결정재료 연구단

<sup>2</sup>금오공과대학교 신소재시스템 공학부

<sup>3</sup>청주대학교 물리학과, 준결정재료 연구단

<sup>4</sup>요업(세라믹)기술원, 신뢰성 평가 분석센터

3차원 준결정상인 icosahedral과 2차원 준결정상인 decagonal이 발견된 이후 이들과 구조적으로 유사한 준결정 유사구조상(approximant)들이 보고되고 있다. 그 중 hexagonal symmetry를 갖는 approximant phase의 점군은 6/mmm으로서 projection method를 사용할 경우 점군이 m35인 icosahedral과의 연관성을 설명하기 어렵다. 그 때문에 hexagonal approximant 상들은 Icosahedral clustermodel로 설명되어질 수 있다.

Al-Mn 이원계 합금에 Be을 첨가한 Al-5Mn-1Be (in wt%)의 경우 icosahedral상의 형성능은 증대되었으며 이와 함께 hexagonal approximant인 H(H1,H2)상이 존재하였다. 본 연구에서는 Al-5Mn-1Be (in wt%)에서의 H상과 합금을 열처리 한 후 석출되는 H'상을 SEM(Hitachi S-2700)과 TEM(Jeol, JEM 2000EX, 2000FX, 4010)을 통하여 비교, 관찰하고 구조분석을 행하였다.

Al-5Mn-1Be합금의 as-cast에서 초정 및 Al기지와의 공정 형태로 존재하는 primitive type icosahedral상은 준안정상이며 H상은 고온까지 안정한 평형상이다. H1상과 H2상의 공간군은 SADP와 CBED 관찰로부터 각각 P63/mmc, P6/mmm임을 알 수 있었고 격자상수 a는 12.295 Å으로 동일하지만 H1상의 c값은 24.634 Å 인 반면 [0001] 방향으로 21 screw axis가 빠져 있는 H2상의 c값은 12.317 Å이었다. H상의 구조는 trigonal prism 주위를 I3 cluster가 둘러싸고 있는 pseudo-I13 cluster로 이루어진 구조로 설명되어질 수 있다.

540°C에서 48시간 동안 열처리한 후 관찰한 판상 형태의 석출물 H'상의 회절패턴 (Fig. 1 (d),(e),(f))은 서로 수직을 이루고 있는 방향에서 얻은 것으로 c축을 따라 배열된 회절점들은 규칙적인 반면 a, b축에 있는 회절점들은 비주기적임을 알 수 있다. 즉 H'상이 6회축 대칭성을 가지며 2차원적으로 비주기적인 준결정임을 알 수 있다. H'상의 점군은 6/mmm이며 기지상인  $\alpha$ -Al 사이에는 방위관계가 존재한다.

Tilting 작업을 통해 얻은 H'상의 Stereogram 에서 (Fig. 2(a)) icosahedral상과 동일한 위치에서 pseudo 2-fold, 3-fold, 5-fold를 가지는 것을 알 수 있었다. 그리고 icosahedron의 [0/2 0/0 0/0]축을 중심으로 2개의 mirror plane을 가지는 stereographic projection(Fig. 2(b))이 Figure2(a)의 stereogram과 잘 일치함을 확인할 수 있었다. 이러한 결과들로부터 H'상

이 구조적으로 icosahedral cluster를 가진 H상과 유사한 것으로 해석할 수 있다.

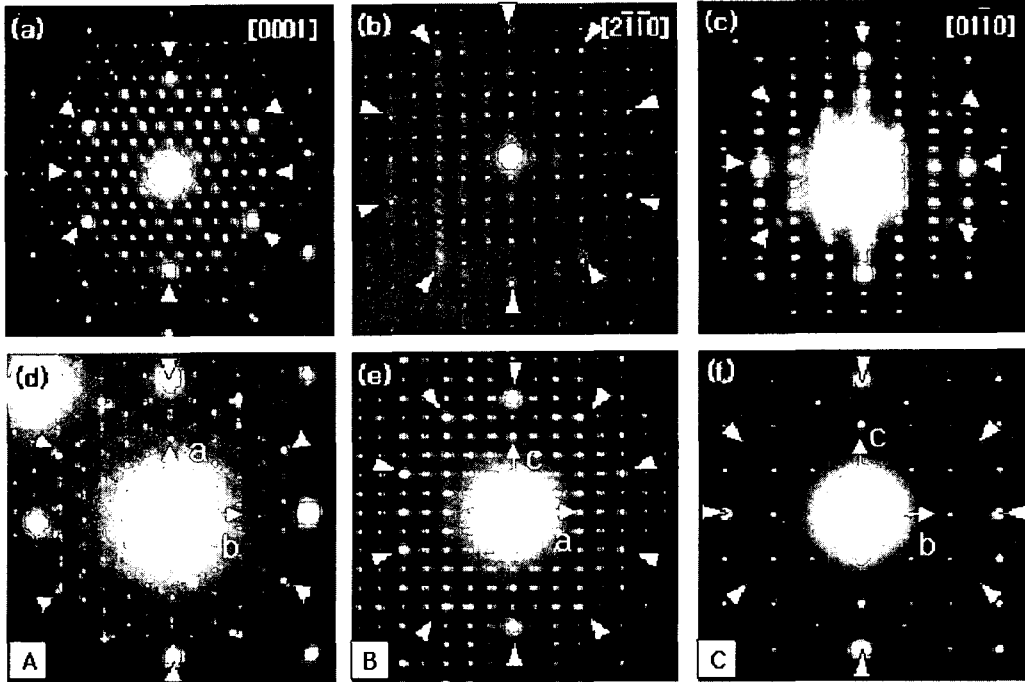


Fig. 1 SAED patterns from the H-phase (a), (b), (c) and the H'-phase (d), (e), (f)

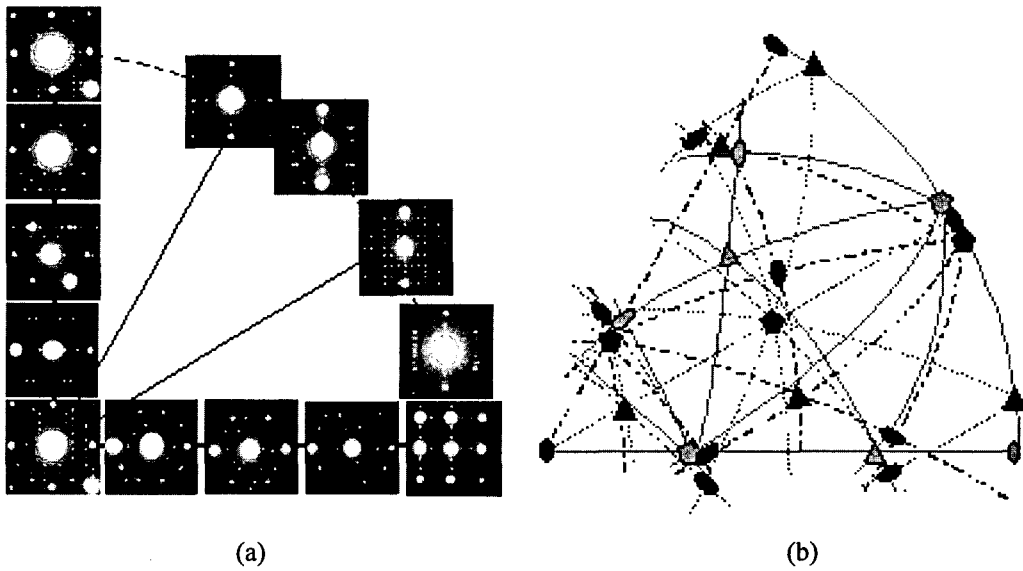


Fig. 2 Stereographic projection of H' phase