

## 준결정 강화 알루미늄합금의 제조 및 특성 평가 (Processing and Characterization of Quasicrystal Strengthened Al Alloys)

장우길\*, 신광선

서울대학교 재료공학부, 항공재료연구센터

### 1. 서 론

현대 문명이 고도로 발달함에 따라 고기능 소재에 대한 욕구가 증대하고 있으며, 이와 더불어 최근 한정된 자원의 효율적인 이용 및 환경오염 감소 등을 위해 친환경적 소재 및 제조 공정 개발에 대한 사회적 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구 조건을 충족시키기 위하여 고강도 알루미늄 합금 개발에 대한 연구가 활발히 수행되어져 왔다. 본 연구에서 알루미늄의 강화재로 선정된 준결정은 일반적으로 결정질에 비해 높은 에너지를 가지고 있으며 준안정상으로 존재한다. 그러나 Al-Cu-Fe 합금계와 Al-Cu-Li 합금계와 같은 일부 합금계에서는 열적으로 안정한 준결정이 형성된다. 특히 Al-Cu-Fe 계에서 형성되는 icosahedral 준결정상의 열역학적 안정성은 준결정상 소재를 실제 산업적으로 적용할 수 있는 가능성을 제시하여 많은 주목을 받아왔다. 따라서 본 연구에서는 기계적 합금화법을 이용하여 Al-Cu-Fe 계 준결정상을 강화재로 하는 고강도 알루미늄 합금을 제조하고 기계적 특성을 조사 하고자 한다.

### 2 실험방법

강화재로 사용되는 Al-Cu-Fe 준결정상을 제조하고자 순수한 Al, Cu, Fe를 목표조성으로 무게를 측정하여 아르곤 분위기 하에서 고주파 유도로를 이용하여 용해하였다. 주조된 잉곳 내부에 존재하는 각종 상들의 열적 분해 거동을 조사하기 위해 DTA(Differential Thermal Analysis)분석을 하였으며, DTA 분석결과를 토대로 다양한 열처리 온도에서 등온 열처리한 후 XRD 분석을 통해 최종적으로 icosahedral 분율을 극대화 할 수 있는 적절한 열처리 조건을 설정하였다.

기계적 합금화법을 이용하여 준결정상으로 강화된 고강도 알루미늄 복합분말을 제조하기 위하여, 순수한 알루미늄 분말 및 열처리를 통해 icosahedral 상의 분율을 증가시킨 Al-Cu-Fe 주조재를 사용하였으며, 알루미늄 분말과 준결정상의 부피 분율은 각각 75 vol.%와 25 vol.%로 설정하였다. 밀링한 분말의 압출을 위하여 알루미늄캔에 분말을 장입한 후 캔의 내부에 압력을 가하여 냉간 성형체를 한 후 진공 분위기 하에서 탈가스 처리를 행하였다. 탈가스 처리를 행한 냉간 성형체를 25:1의 압출비로 열간 압출 하였으며, 컨테이너 및 금형의 내벽은 원활한 압출을 위해서 고온용 윤활제로 도포 하였다. 압출재의 기계적 특성 평가를 위해 Vickers 경도 측정을 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 공정에서는 DTA 결과를 바탕으로 icosahedral 상의 분율을 증가시키기 위한 열처리 조건을 선정하기 위하여 800°C, 890°C 및 1000°C 의 온도에서 90분 동안 열처리 하였으며 열처리 전후의 XRD 패턴의 변화를 그림 1에서 나타내었다.

DTA 및 XRD 분석 결과, 최고 분율의 icosahedral 상을 얻을 수 있는 최적의 열처리 조건으로 800°C, 90분을 선정하였다.

그림 2는 광학현미경으로 관찰한 Al/Al-Cu-Fe 압출재의 미세조직을 나타낸 것으로 알루미늄 기지에 Al-Cu-Fe 분산상이 비교적 균일하게 분포되어 있음을 알 수 있다. 사진에서 밝게 나타난 부분이 알루미늄 기지이고 검게 나타난 부분이 Al-Cu-Fe 분산상이다.

압출재의 고온 안정성을 조사하기 위해 500°C 에서 노출시간에 따른 경도값을 측정하였다. 100간 노출 후에도 경도값의 큰 변화가 관찰되지 않았으며 이로부터 준결정 강화 고강도 알루미늄 합금이 기존의 상용 고강도 알루미늄 합금에 비하여 우수한 열적 안정성으로 가지는 것으로 판단된다.

### 4. 결론

1. 준결정상 강화 고강도 알루미늄 합금을 제조하였다.
2. DTA 분석 결과로부터 Al-Cu-Fe 주조재의 준결정 열처리 조건은 800°C, 90분으로 설정하였다.
3. 준결정 강화 고강도 알루미늄 합금을 제조하기 위한 기계적 합금화 공정을 확립하였다.

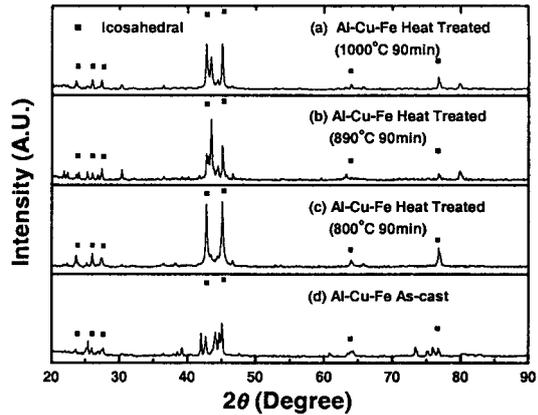


Figure 1. XRD pattern of Al-Cu-Fe ingot with various heat treatment temperature.

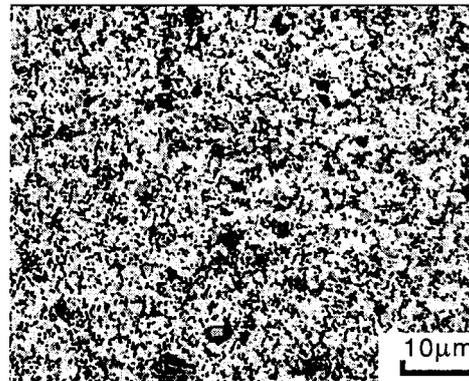


Figure 2. Optical microscope image of the extruded Al/Al-Cu-Fe alloy.