

박판 주조법으로 제조된 Au-Sn 스트립의 열처리에 따른 인장 변형 거동

이기안^{1,*}, 진영민¹, 남궁정², 김문철²

Effect of Heat Treatment on the Tensile Deformation Behavior of Au-Sn Strip Manufactured by Strip Casting Process

Kee-Ahn Lee^{1,*}, Young-Min Jin¹, Jung-Namkung², Mun-Chul Kim²

Abstract

This study tried to examine the suitability of strip casting process such as PFC (Planar Flow Casting) method for soldering Au-Sn strip. The effect of heat treatment on the tensile behavior and mechanical properties of an Au-Sn strip was investigated through tensile test, micro hardness test, X-ray diffraction (XRD), SEM, and TEM observations. It was apparent that 20-mm width Au-Sn strip could be well produced by using planar flow casting process. Tensile results showed that tensile strength increased from 338.3MPa to 310MPa and plastic strain improved from 0% to 1.5% with heat treatment (170°C/70 hrs.). The microstructure of Au-Sn strip mainly consisted of two phases ; Au₅Sn(ζ) and AuSn(σ). It was also found that inhomogeneous amorphous local structure continuously changed to the homogeneous two phases microstructure with heat treatment. The fractographical observation after tensile test indicated the cleavage fracture mode of as-casted Au-Sn strip. On the other hand, the heat treated Au-Sn strip showed that fracture propagated along interface between brittle AuSn and ductile Au₅Sn phases. The deformation behavior of strip casted Au-Sn alloy with microstructural evolution and the improve method for ductility of this alloy was also suggested.

Key words : Au-Sn eutectic alloy (Au-Sn 공정합금), soldering strip (솔더용 스트립), strip casting (스트립 캐스팅), heat treatment (열처리), ductility (연성)

무연 솔더용 접합 금속 중 Au-Sn계 합금은 현재 사용되고 있는 고가의 솔더용 접합 금속 중 하나로 Au-20%Sn의 공정조성을 가지며, 용점이 278°C로 낮고 573K이상의 고온에서 우수한 성능, 우수한 Creep 저항 특성을 가지고 있다. 또한 낮은 탄성계수와 강도, 내식성 및 전기 전도도가 우수하여 전자부품산업에서 금속의 접합과 신소재, 세라믹 등의 접합에 널리 사용되고 있다. 하지만 이러한 Au-Sn 소재는 취성이 강한 특성을 가지고 있어 주로 전기 도금, 진공 증착법을 이용해 사용되고 있으며 이는 부품의 형상에 따라 손실량이 많고 제조공정에 장시간이 소요되어 생산성 및 경제성이 낮다는 단점이 있다. 따라서 경제성 및 생산성 향상을 위해 Au-Sn 공정합금의 인성 부여에 대한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 연속 박판 주조법을 이용하여 제조된 Au-Sn 공정 스트립에서 후열처리를 통한 기계적 특성 및 인성 향상 방안을 검토해보고자 하였다. 또한 미세조직 및 파단면 관찰을 통하여 박판 주조법으로 제조된 Au-Sn 스트립의 미세 변형 기구를 규명하고자 하였다. 단를 박판 주조법 중에 하나인 PFC(Planar Flow Casting)법을 사용하여 폭 20 mm의 Au-20%Sn 스트립을 연속적으로 제조할 수 있었다. 기계적 특성 평가에서 취성이 강한 Au-Sn 공정 합금 스트립의 열처리를 수행한 결과 열처리전 소성변형이 전혀 나타나지 않은 것과 달리 열처리

1. 안동대학교 공과대학 신소재공학부 청정소재연구소

2. 포항산업과학연구원 비철재료연구단

이기안 : 안동대학교 신소재공학부, E-mail: keeahn@andong.ac.kr

후 1.5%로 소성변형이 향상되어 나타나는 것을 알 수 있었으며 그 결과로 Au-Sn 공정 박판의 후 공정을 위해 필요한 타발 가공이 가능하였다. X-ray, TEM을 이용하여 미세조직 및 석출상 분석 결과 기본적으로 기지 조직인 Au_5Sn 상과 AuSn 상의 두 가지 상으로 구성되어 있었다. 인장 시험 후 파단면 관찰결과 기지 조직인 $Au_5Sn(\zeta)$ 상의 경우 인성을 가지고 있었으나 AuSn(σ) 상의 경우는 취성이 심하게 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 열처리 전 박판 주조 Au-Sn 스트립의 경우 상기 두 가지 상이 구분이 명확하지 않은 불균질한 준안정상의 조직을 보이고 있었으며 이로 인하여 취성 벽개 파단면의 경향을 나타냄을 알 수 있었다. 반면 열처리를 수행한 스트립재의 경우는 미세한 AuSn(σ) 상이 기지 조직 내에 균일하게 분포하였으며 변형이 두 상의 계면에서 집중되었고 상간 계면을 따라 파괴가 진행됨을 확인할 수 있었으며 그 결과로 연신률이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

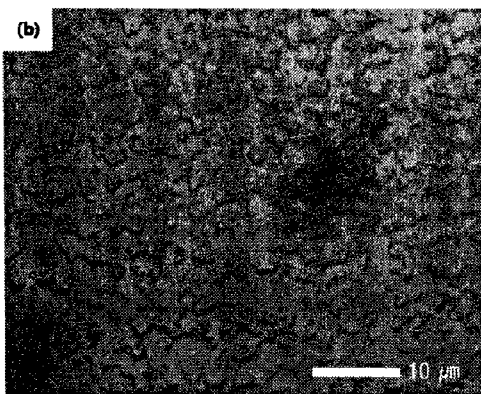
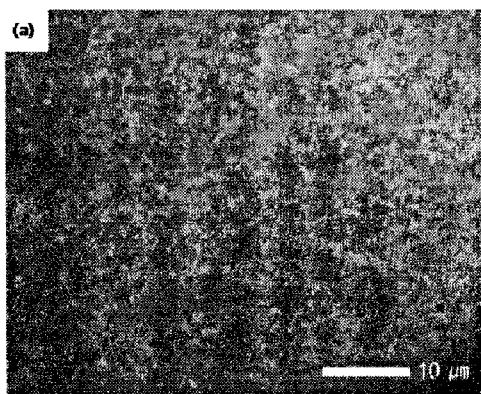


Fig. Microstructure of Au-Sn strip (a) As-cased (b) Heat-treated

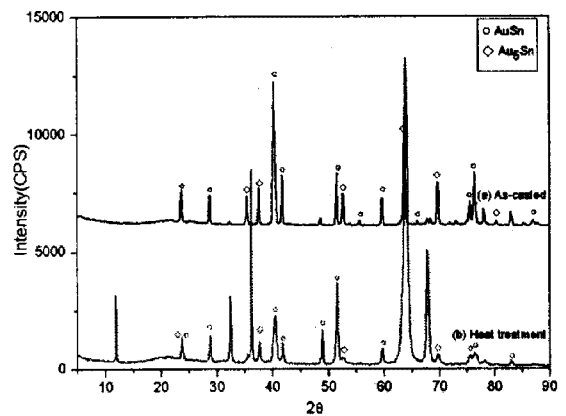


Fig. XRD patterns of Au-Sn strip (a) As-casted (b) Heat treatment at 170°C, 70hrs

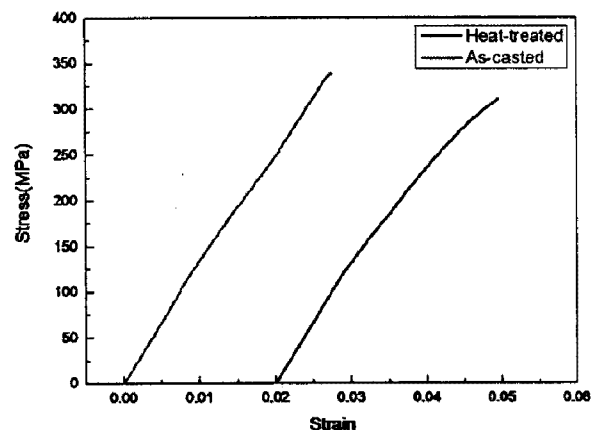


Fig. Difference tensile deformation behavior of Au-Sn strip with heat treatment

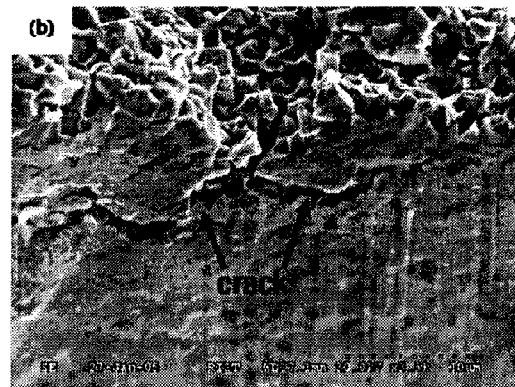
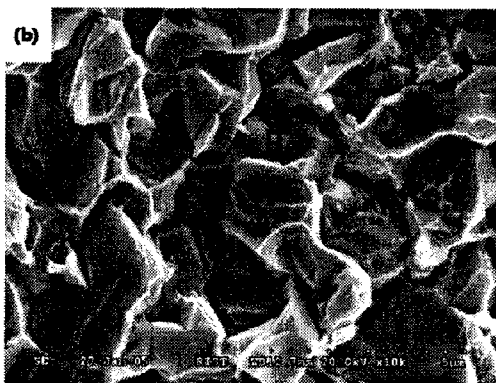
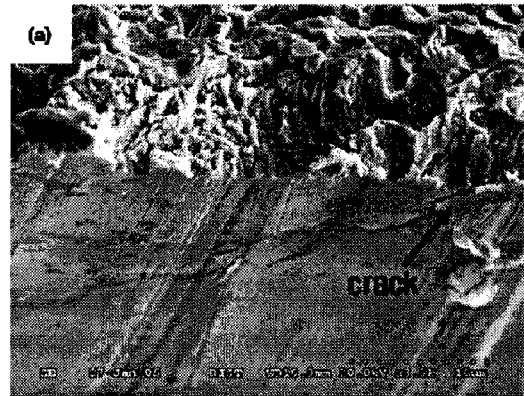
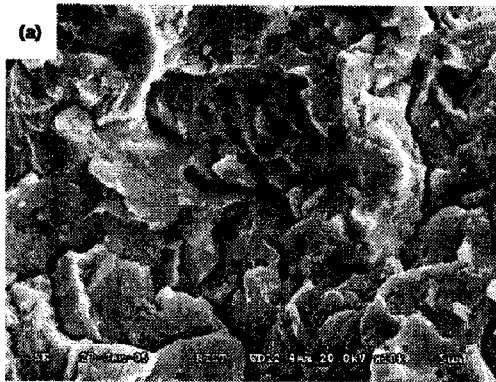


Fig. FE-SEM fracture morphology of the Au-Sn strip (a) As-casted (b) Heat-treated at 170°C, 70hrs

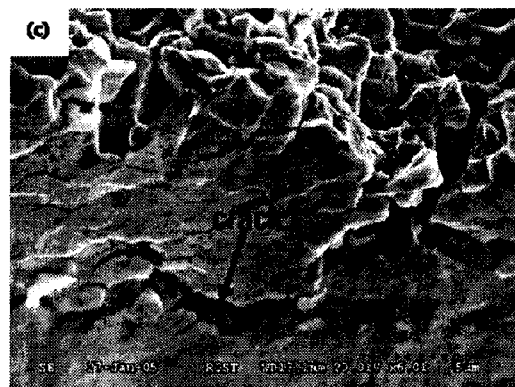


Fig. Crack propagation behavior of strip casted Au-Sn alloy (a) As-casted, (b) Heat-treated, and (c) High magnified image of the Heat-treated strip

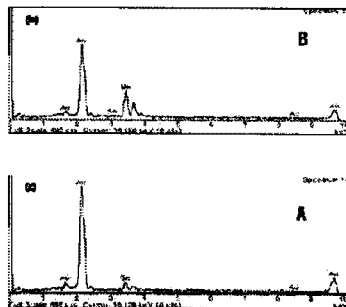
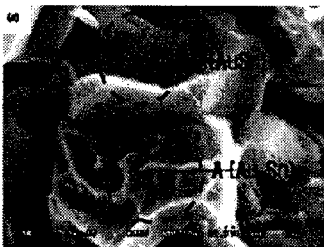


Fig. (a) High magnified FE-SEM fractography of 170°C, 70hr Heat-treated strip (b) composition spectrum of area B and (c) composition spectrum of area A