

Sn-base 무연솔더와 Pt층의 계면반응에 대한 연구

(The interfacial reaction between Sn-based lead-free solders and Pt)

김태현, 김영호

한양대학교 신소재공학부

Abstract

본 실험에서는 Sn0.7wt%Cu, Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu solder와 금속층으로서의 좋은 특성을 가지고 있지만 아직 연구 보고 된 적 없는 Pt층과의 리플로 반응에 의해 형성되는 계면금속간화합물의 상 분석을 시도 하였다. 또한 솔더내 Cu함량에 따른 계면금속간화합물의 변화에 대하여 연구하기 위해 Sn1.7wt%Cu솔더와 Pt층의 계면반응 현상에 대한 연구도 수행하였다. Sn0.7(1.7)wt%Cu솔더는 순수한 Sn과 Cu를 이용하여 중량비로 제조하였고, Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu솔더는 솔더페이스트를 사용하였다. 분석은 SEM, EDS, XRD를 이용하였다. 분석 결과 세 가지 무연솔더 모두에서 PtSn₄가 계면 금속간화합물로 존재함을 발견하였으며 1.7wt%Cu를 포함한 솔더와 Pt와의 반응에서는 고용도 이상으로 첨가된 Cu에 의해 솔더 내부에 조대한 형상의 Cu₆Sn₅가 존재함을 SEM 및 EDS분석을 통하여 발견 하였다.

1. Introduction

전세계적으로 환경에 대한 관심이 증가 됨으로 인해 미국과 여러 선진국에선 전자제품에서 인류 및 환경에 유해한 Pb를 제거하기 위한 많은 노력 및 규제들이 만들어 지고 있다.¹⁾ 이러한 변화에 대응하기 위해 새로운 무연솔더를 개발하기 위한 많은 연구가 진행되었고 그 결과 많은 무연솔더재료가 연구 보고 되었다. 현재까지 연구 및 발표된 무연솔더들은 Sn-base에 Ag, Au, Cu, Bi, In, Zr등의 미량원소를 첨가한 재료들이다. 그 중 Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu, Sn0.7wt%Cu솔더는 다른 무연솔더에 비해 상대적으로 용점이 낮고, 가격이 저렴하며, 기계적 성질이 뛰어나 차세대 무연솔더로서 많은 각광을 받고 있다.^{2,3)} 솔더링을 수행하기 위해선 솔더와 반응성이 좋은 금속층이 필요하다.⁴⁾ 현재까지 Cu를 금속층으로 가장 많이 이용하고 있다. 하지만 무연솔더로의 대체에 의해 상대적으로 높아진 리플로 온도와, Cu와 반응성이 좋은 Sn성분의 증가로 인해 접합계면에서 조대한 금속간화합물의 생성이 문제시 되어 Sn과 Cu의 반응 속도를 제어하기 위해 최근에는 Ni을 확산방지층으로 이용하는 많은 연구들이 진행되고 있다.^{5,6)} Sn과의 반응속도가 늦은 다른 금속층에 Pt가 있다. Pt는 산화속도가 늦어 다른 산화방지층도 필요가 없고 또한 반응속도가 늦어⁷⁾ 확산방지층이 필요하지 않으므로 공정을 단순화 시킬 수 있다는 장점이 있다. 하지만 아직 무연솔더와 Pt층의 계면금속간화합물의 생성에 대한 연구보고는 이루어 지지 않고

있다. 접합계면의 신뢰성은 리플로우시 액상의 솔더와 고상의 UBM간의 반응을 통해 계면에서 형성된 취성적인 금속간화합물의 형상 및 두께에 많은 영향을 받는다. 따라서 접합부의 신뢰성을 확보하기 위해선 솔더링시 계면에서 형성되는 금속간화합물의 분석은 필수적이다. 따라서 이번 연구에서는 무연솔더와 Pt층의 반응에 의해 계면에서 형성되는 금속간화합물의 상 분석을 실시하였다. 또한 솔더내 Cu의 함량 변화에 의한 계면금속간화합물의 변화를 분석하기 위해 1.7wt%의 Cu를 포함한 솔더를 이용한 실험도 수행하였다.

2. Experimental

본 실험에서 사용된 시편은 Si 기판 위에 직류마그네트 스퍼터링 방법을 이용하여 접착층으로 Ti를 50 nm, 반응층으로 Pt를 500 nm 증착하여 금속층을 형성하였다. 솔더는 Sn0.7(1.7)wt%Cu 및 Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu를 사용하였다. Sn0.7(1.7)wt%Cu솔더는 중량비로 99.99%의 Sn과 99.99% Cu를 혼합한 후 석영관에 넣어 진공을 뽑은 후 1000℃이상에서 장시간 유지하여 제조하였다. 제조된 솔더를 다시 액체상태로 만든 후 Pt층 위에 플럭스를 도포 후 용융 솔더에 넣어 반응시켰다. Sn-Ag-Cu솔더는 Indium사(미국)에서 구입한 3.8wt%Ag0.7wt%Cu를 포함하고 있는 Sn솔더 페이스트를 이용하여 금속층에 솔더를 얇게 도포한 후 Hot-plate를 이용하여 반응시켰다. Sn0.7(1.7)wt%Cu는 260℃에서 반응시켰고, Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu는 250℃에서 반응시켰다. 반응시간은 XRD분석용 시편은 30, 90, 360, 810 초 동안 반응시켰고, SEM 분석용 시편은 30, 90, 250, 360, 600 초 동안 반응시켰다. 위와 같이 제조된 시편의 계면에서 생성된 금속간화합물의 생성여부와, 형상관찰 및 정성분석을 위해 SEM과 EDS를 이용하여 분석하였고, 계면에서 생성되는 금속간화합물의 정확한 상 분석을 위해 XRD 분석을 하였다.

3. Results and Discussion

아래 그림 1~3은 Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu, Sn0.7(1.7)wt%Cu 솔더와 Pt층의 리플로

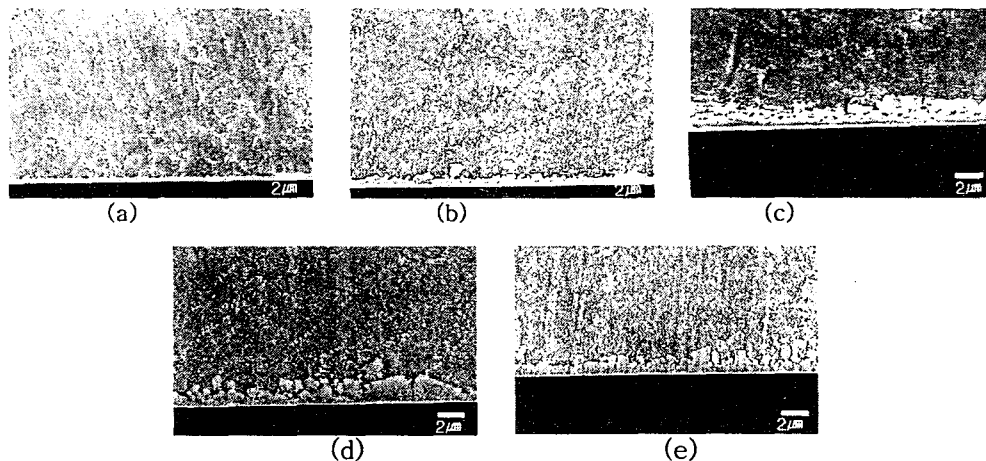


Fig. 1. SEM images of Sn0.7wt%Cu/Pt interfacial intermetallic with reflow times (a) 30 sec, (b) 90 sec, (c) 250 sec, (d) 360 sec, (e) 600 sec

시간에 따른 계면금속간화합물의 변화를 SEM으로 촬영한 사진이다. Sn3.8wt%Ag0.7wt-%Cu 솔더와 Sn0.7wt%Cu 솔더의 단면사진에서 계면에 금속간화합물이 형성되었음을 확인

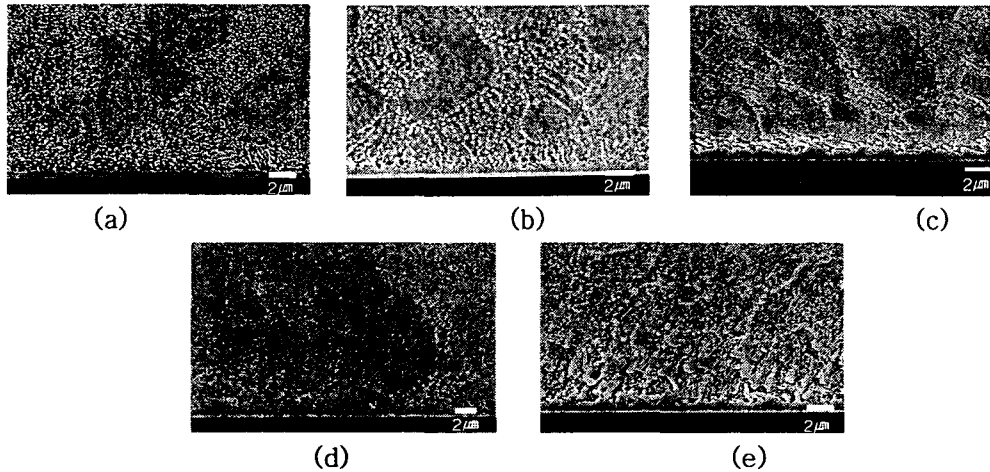


Fig. 2. SEM images of Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu/Pt interfacial intermetallic with reflow times (a) 30sec, (b) 90 sec, (c) 250 sec, (d) 360 sec, (e) 600 sec

할 수 있다. 계면 금속간화합물의 EDS 분석결과 PtSn₄로 분석되었다. 그림 3은 Sn1.7wt%Cu솔더와 Pt와의 리플로 시간에 따른 계면금속간화합물의 변화를 SEM으로 관찰한 사진이다. 이 사진에선 위의 두 솔더의 계면에선 확인 할 수 없었던 조대한 금속간화합물들이 솔더내부에 존재함을 확인 할 수 있다. 솔더내부에 존재하는 금속간화합물을 EDS 분석한 결과 Cu₆Sn₅임을 발견하였다. 계면에 존재하는 금속간화합물은 다른 솔더들과 동일한 PtSn₄임을 확인하였다.

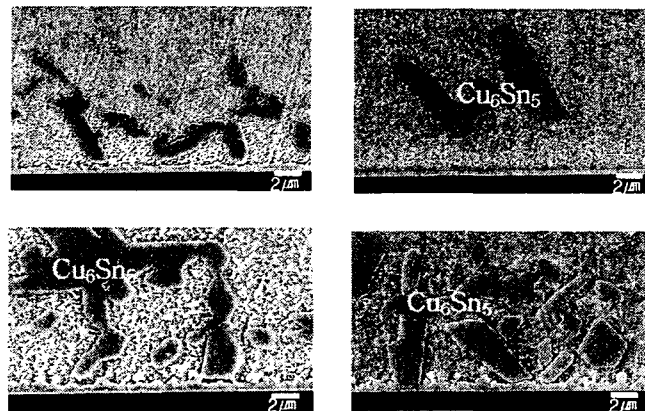


Fig. 3. SEM images of Sn1.7wt%Cu/Pt interfacial intermetallic with reflow times (a)30sec, (b)90 sec, (c)360 sec, (e) 600 sec

더 정확한 분석을 위해 솔더를 기계적인 폴리싱과 화학적인 에칭을 통해 완전히 제거한 후 잔존하는 계면금속간화합물들 XRD를 이용한 분석 결과를 그림 4에 나타내었다. 금속간화합물은 모든 솔더에서 리플로 시간에 관계없이 PtSn₄로 분석되었고 반응시간이 증가 할

수록 Pt 피크에 비해 PtSn₄ 피크의 강도가 증가 됨을 확인할 수 있었다.

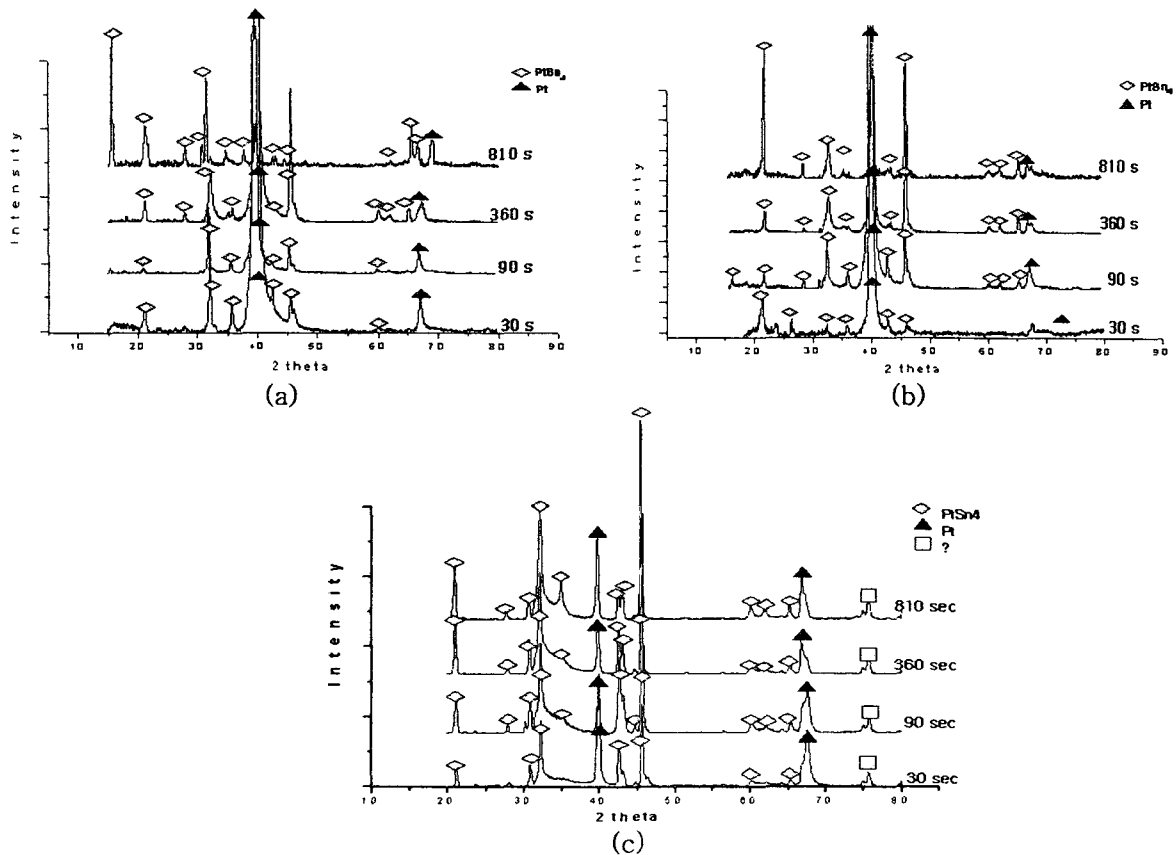


Fig. 4. XRD patterns of interface intermetallic with reflow times (a) Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu, (b) Sn0.7wt%Cu, (c) Sn1.7wt%Cu

Reference

1. A. Arbor, NCMS Report 0401RE96, *National Center for Manufacturing Sciences*, p. 73–80, MI, (1997)
2. E. Anderson, *Proc. NEPCON West 96. Conf.*, p. 822~827, (1996)
3. S. K. Kang, W. K. Choi, D. Y. Shin, P. Lauro, D. W. Henderson, D. N. Leonard, and T. Gosselin, *Electronic Components and Technology Conference Proceedings*, p. 146 –153, SD (2002)
4. B. Meagher, D. Schwareg and M. Ohring, *J. Mater. Sci.* 31, 5479–5486 (1996)
5. S. K. Kang and A. Sarkhel, *J. Elec. Mater.* 23, 701 (1994)
6. S. Y. Jang and K. W. Paik, *2001 Int' l Symposium on Electronic Materials and Packaging*, p. 125, JI (2001)
7. W. G. Bader, *Weld. J.* 48, 551–557 (1996)