

Sn-Ag계 Lead-free solder와 Cu substrate간의 계면반응 (Interfacial reaction between lead free solders with Sn-Ag and Cu substrate)

* 김봉균, *박종현, **이창열, *서창제
* 성균관대학교 신소재공학과
** 한국 전자부품 연구소

1. 서 론

고기능 컴퓨터 및 정보통신 멀티미디어 시스템 등을 구현하기 위하여 많은 양의 정보를 신속하고 정확하게 처리하기 위한 반도체 칩의 발전과 더불어 칩과 다른 주변 기기간의 상호 신호전달을 위한 전자 패키징구조 또한 빠른 속도로 진행되고 있다. 현재까지 전자부품 실장에 사용되었던 Sn-Pb 솔더는 Pb의 인체에 대한 유해성 때문에 전세계적으로 사용 금지를 요구하고 있다. 따라서, 유럽의 IDEALS 프로젝트 및 영국의 ITRID의 컨소시엄 등 lead-free 솔더에 관한 연구가 활발히 진행중에 있다. 대표적인 lead-free 솔더로는 Sn-Ag, Sn-Cu 솔더가 있으며, 본 연구에서는 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu, Sn-3.0wt%Ag-1.0wt%Ni에 대한 계면반응에 관하여 고찰하였다. 일반적으로 Cu를 첨가할 경우 Cu pad의 용출량이 적고, 기계적 성질 및 wettability가 향상되며, Ni을 첨가할 경우 금속간화합물의 성장이 적고 열피로 특성이 향상되는 것으로 잘 알려져 있다.

2. 실험방법

2-1 젖음성 테스트

ICP-TM-650 규격에 의한 메니스코그래프 젖음성 실험을 기초로 하여 Cu 시편을 7×30×0.2(mm) 크기로 가공하였다. 10% H_2SO_4 -90% CH_3OH 용액으로 산세처리하여 산화피막을 제거하였고, flux에 의한 영향을 알아보기 위해 R-type 및 RMA-type의 flux를 사용하였는데, 이에 대한 물성치는 Table 1에 나타내었다.

실험을 위해 사용된 솔더의 조성은 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%-0.5wt%Cu, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Ni였으며, 젖음성 시험은 wetting balance tester (Rhesca Co. Ltd, SAT-5100)를 사용하였다.

2-2 등은 시효 실험

등은 시효에 따른 금속간 화합물의 성장의 mechanism을 규명하기 위하여 각각의 시편들을 100, 120, 150, 170°C의 온도 확산대에서 1~4주간 열처리 하였다.

2-3 미세조직 관찰 및 두께측정

미세조직의 관찰 및 두께 측정을 위해 열처리된 시편들을 마운팅하여 emery paper 및 alumina powder로 polishing 하였다. 금속간화합물의 cross section 관찰을 위한 에칭액은 ethyl alcohol(96ml) + HNO_3 (2ml) + HCl (2ml)를 사용하였고, SEM을 이용하여 미세조직을 관찰하였으며, 각 상의 분석은 EDS로 분석하였다. 또한 Image analysis software를 사용하여 금속간 화합물의 두께를 측정하였다.

2-4 XRD 분석

금속간 화합물의 결정구조 분석을 위해 X-ray 회절 분석기를 이용하여 계면에 형성된 금속간 화합물을 분석하였으며, target은 Cu-K α , scan speed는 4°C/min, 가속전압은 100mA로하여 20~90°(2 θ) 구간을 분석하였다.

2-5 DSC 분석

melting point의 측정을 위해 열분석기(Differential Scanning Calorimeter)를 이용하였으며, 승온 속

도는 4°C/min로 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1 젖음성 테스트 결과

젖음성 실험결과 Sn-3.5wt%Ag 솔더에 비해 Cu를 함유하는 솔더의 젖음력은 향상되는 것으로 나타났으며, Ni을 함유하는 솔더의 젖음력은 저하되는 것으로 나타났다. 솔더링 온도가 증가함에 따라 솔더에 관계없이 젖음력은 증가하였으며 젖음시간은 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 온도가 상승함에 따라 표면장력이 감소하는 것에 기인하는 것으로 사료되며 Cu기판이 Ni기판보다 젖음성이 우수한 것으로 나타났으며 Ni/Au기판인 경우 Cu보다 우수하거나 동등한 wetting성을 나타내었다.

3-2 계면반응

Sn-3.5wt%Ag 솔더와 substrate와의 계면반응으로 형성된 금속간 화합물은 Cu_6Sn_5 와 Cu_3Sn 이었으며, Cu 및 Ni을 함유하는 솔더의 경우 $(Cu,Ni)_6Sn_5$ 가 관찰되었다. Ni을 함유하는 솔더에서 특히, Cu_3Sn 의 성장속도가 감소하였는데 이는 Ni이 diffusion barrier 역할을 하기 때문이라고 사료된다. 또한 금속간 화합물층의 성장은 aging time 및 aging temperature에 비례하여 증가하였다. 열처리 시간에 따라 금속간 화합물은 포물선 형태로 성장하였고 두께의 증가가 포물선 형태를 따르는 것은 금속간 화합물의 성장이 체확산에 의해 제어됨을 의미한다.

참고문헌

1. J. Y. Tsai, and C. Robert Kao : The effect of Ni on the Interfacial Reaction Between Sn-Ag solder and Cu Metallization. Int'l Symposium on Electronic Materials and Packaging (2002)
2. K.S. Kim, S.H. Huh, K. Sukanuma : Effects of intermetallic compounds on properties of Sn-Ag-Cu lead-free soldered joints, Journal of Alloys and Compounds 1 (2002)
3. Jeffrey Chang-Bing Lee, Yung-Ling Yao, Fang-Yi Chiang, P.J. Zheng, C.C. Liao, Y.S. Chou : Characterization study of Lead-free Sn-Cu plated Packages. Electronic

Components and Technology Conference (2002) 1238-1245

4. C.E. Ho, Y.L. Lin and C. R. Kao, Chemistry of Materials, Vol. 14, n. 3, March (2002)

Table 1. Characteristics of flux used in the experiment

Type	Specific gravity(25°C)	Solid content(%)	Cleaning method
Flux A(R)	0.795	3.3	Non-clean
Flux B(RMA)	0.818	15	Solvent/Aqueous

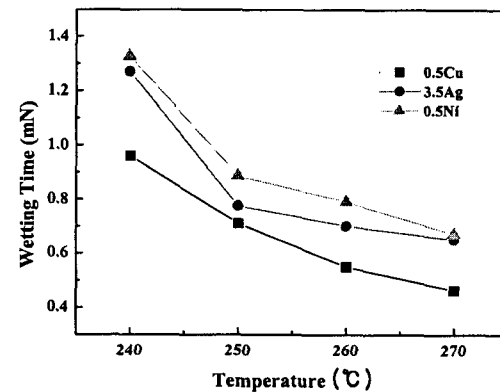
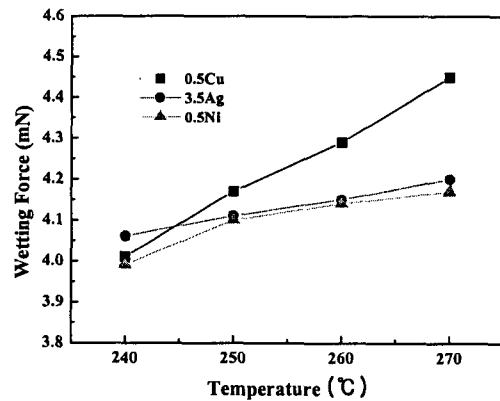


Fig.1 Effect of Component on wetting
(a) wetting force (b) wetting time