

Sn-Ag-Ni solder와 Cu, Ni substrate간의 계면반응

(A study on interfacial reaction between Sn-Ag-Ni solder and Cu, Ni substrate)

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

1. 서론

최근 대두되고 있는 환경오염문제로 인해 전자산업에서는 전 세계적으로 Pb 솔더에 관한 규제가 진행중에 있다. 이에 Pb free 솔더에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있으며 그 중 Sn-Ag계 solder는 유력한 대체 solder로 대두 되고 있다.

이 합금에 소량의 Ni을 첨가할 경우 기계적 성질 및 열피로 특성이 향상되는 것으로 잘 알려져 있다. 일반적으로, 솔더링 중에 솔더와 기판사이에는 금속간화합물이 형성되게 된다. 열적인 활성화에 의해 과도하게 성장한 금속간화합물은 솔더 접합부의 신뢰성에 악영향을 미치게 되는데 Sn-Ag-Ni계 솔더의 젖음 특성이나 BGA기판에서의 도금층 변화에 따른 솔더링성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 Sn-3.0wt%Ag합금에 Ni의 함유량을 각각 0.5wt%, 1.0wt%로 하여 bare Cu기판과 무전해 도금법에 의해 도금된 Au/Ni/Cu 기판에 대한 솔더링성에 관하여 알아보았으며, Aging에 따른 solder와 substrate간의 IMC 성장 mechanism에 관하여 고찰하였다..

2. 실험방법

2-1 Reflow 공정

본 연구에서는 bare Cu와 Au/Ni/Cu 2종류의 substrate를 사용하였는데, substrate의 산화물을 제거하기 위해 10% H_2SO_4 -90% CH_3OH 로 1분간 산세처리 한 후 플릭스를 도포하였다. 리플로우 시 온도는 270 $^{\circ}C$ 였으며, 약 2분간 리플로우 하였다.

2-2 wetting balance test

ICP-TM-650 규격에 의한 메니스코그래프 젖음성 실험을 기초로 하여 Cu 시편을 7 \times 30 \times 0.2(mm) 크기로 가공하였다. 10% H_2SO_4 -90% CH_3OH 용액으로 산세처리하여 산화피막을 제거하였고, 도금층이 젖음성에 미치는 영향을 알아보기 위해 Cu 표면에 Ni-P/Au를 도금하였다. Ni 도금시 Ni bath의 온도는 88 \pm 2 $^{\circ}C$, pH는 4.3~4.8로 유지하였고, Au bath의 경우 온도는 89 \pm 2 $^{\circ}C$, pH는 5.6~6.2로 유지하였다.

flux에 의한 영향을 알아보기 위해 R-type 및 RMA-type의 flux를 사용하였고, R-type의 solid contents는 3.3%이며, RMA-type의 solid contents는 15%이다.

solder는 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%-0.5wt%Ni, Sn-3.0wt%Ag-1.0wt%Ni을 사용하였고, 젖음성 시험은 wetting balance tester (Rhesca Co. Ltd, SAT-5100)를 사용하였다.

2-3 Aging test

등온 시효에 따른 금속간 화합물의 성장을 관찰하기 위하여 각각의 reaction couple은 100, 120, 150, 170 $^{\circ}C$ 로 제어된 오븐에서 1~4주간 열처리 하였다.

2-4 미세조직 관찰 및 두께측정

각 열처리 단계에서의 미세조직 관찰 및 두께 측정을 위해 epoxy로 마운팅하여 emery paper #2000까지 연마후 alumina powder로 연마하였다. 에칭액은 ethyl alcohol(96ml) + HNO_3 (2ml) + HCl(2ml)를 사용하였고, 에칭후 SEM 미세조직을 관찰하였으며, 각 상의 분석은 EDS로 분석하였다. 또한 Image analysis software를 사용하여

금속간 화합물의 두께를 측정하였다.

2-5 XRD 분석

생성된 금속간 화합물의 결정구조 분석을 위해 X-ray 회절 분석기를 이용하였으며, scan speed 는 4°C/min, 가속전압은 100mA로하여 20~90°(2θ) 구간을 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1 wetting balance test 결과

젖음성 실험결과 Sn-3.5wt%Ag 솔더에 비해 Ni을 함유하는 솔더의 젖음력이 저하되는 것으로 나타났으며, 이는 Ni이 surface tension을 낮추는 역할을 하는 것으로 사료된다. 솔더링 온도가 증가함에 따라 솔더에 관계없이 젖음력은 증가하였으며 젖음시간은 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 온도가 상승함에 따라 솔더의 표면장력이 감소하는 것에 기인하는 것으로 사료되며 Cu기판이 Ni기판보다 젖음성이 우수한 것으로 나타났으며 Ni/Au기판인 경우 Cu보다 우수하거나 동등한 wetting성을 나타내고 있다.

3-2 계면반응

Sn-3.5wt%Ag 솔더와 substrate와의 계면반응으로 형성된 금속간 화합물은 Cu substrate의 경우 Cu₆Sn₅와 Cu₃Sn이었으며, 무전해 Ni substrate의 경우 Ni₃Sn₄였다. Ni을 함유하는 solder에서는 Cu substrate의 경우 (Cu,Ni)₆Sn₅가 관찰되었고, Ni substrate의 경우 Ni₃Sn₄가 관찰되었다. Ni 함유량이 많을수록 금속간 화합물의 성장속도는 감소하였으며 이는 Ni이 diffusion barrier 역할을 하기 때문이라고 사료된다. 또한 금속간 화합물층의 성장은 aging time이 증가할 수록 aging temperature가 높을수록 증가하였다.

참고문헌

1. F. Guo, S. Choi, K.N. Subramanian, T.R. Bieler, L.P. Lucas, A. Achari, M. Paruchuri : Evaluation of creep behavior of near-eutectic Sn-Ag solders containing small amount of alloy additoin. Materials Science and Engineering A 351 (2002) 190-199

2. 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)
 3. C. E. Ho, Y. Lin and C. R. Kao, Chemistry of Materials, Vol. 14, n. 3, march 2002.
 4. Chang-Bae Lee, In-Young Lee, Seung-Boo Jung and Chang-Chae Shur : Effect of Surface Finishes on Ball Shear Strength in BGA Joints with Sn-3.5mass%Ag Solder

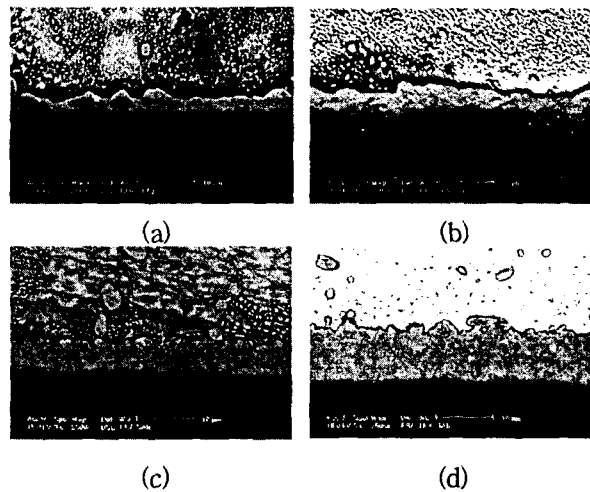


Fig 1. Intermetallic compound on interface between solder and Cu substrate (aging at 150°C)
 (a) Sn-3.5Ag / Cu (for 1week)
 (b) Sn-3.5Ag / Cu (for 3week)
 (c) Sn-3.0Ag-1.0Ni / Cu (for 1week)
 (d) Sn-3.0Ag-1.0Ni / Cu (for 3week)

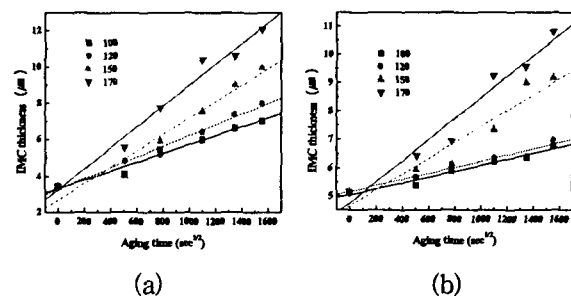


Fig 2. Thickness of Intermetallic Compound
 (a) Sn-3.0Ag-0.5Ni / Cu
 (b) Sn-3.0Ag-1.0Ni / Cu