

BGA 접합부에서 Sn-Ag-X 계 solder의 soldering성 특성에 관한 연구 (A study on soldering Characteristics between Sn-Ag-X system and BGA joints)

* 김봉균, *박종현, *오은주, *이규하, *서창제
* 성균관대학교 신소재공학과

1. 서 론

최근 대두되고 있는 환경오염문제로 인해 전자 산업에서는 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 Cu를 첨가할 경우, Cu pad의 용출량이 적고, 기계적 성질 및 wettability가 향상되며, Ni을 첨가할 경우 금속간 화합물의 성장이 적고 열피로 특성이 향상되는 것으로 잘 알려져 있다. 일반적으로, 솔더링 중에 솔더와 기판사이에는 금속간 화합물이 형성되게 된다. 열적인 활성화에 의해 과도하게 성장한 금속간 화합물은 솔더 접합부의 신뢰성에 악영향을 미치게 되는데 이러한 금속간 화합물은 강한 취성으로 기계적 강도를 저하 시키는 것으로 잘 알려져 있다.

따라서, 본 연구에서는 Sn-3.0wt%Ag합금에 Cu, 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 금속간 화합물의 성장에 관하여 고찰하였으며, Ball shear strength test를 통하여 BGA 접합부의 신뢰성에 관하여 평가하고자 하였다.

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%H₂SO₄-90%CH₃OH 용액

으로 산세처리하여 산화피막을 제거하였다.

실험을 위해 사용된 솔더의 조성은 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%-0.5wt%Cu, Sn-3.0wt%-1.0wt%Cu, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Ni, Sn-3.0wt%Ag-1.0wt%Ni 이었으며, 젖음성 시험은 wetting balance tester (Rhesca Co. Ltd, SAT-5100)를 사용하였다.

2-2 리플로우

본 실험에서 사용된 solder ball은 0.5mm이고, BGA기판은 pad직경이 0.42mm이다. 기판로서는 Bare Cu 기판과 무전해 Ni-P(7wt%P)가 도금된 기판 위에 산화방지 및 젖음성 향상을 위하여 무전해 Au도금을 90℃ 에서 약 0.15μm의 두께로 도금한 기판을 사용하였다. 준비된 두 종류의 기판위에 RMA type의 flux를 도포 후 솔더 불을 패턴 위에 올린 후, 260℃에서 리플로우 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) + HNO₃(2ml) + HCl(2ml)를 사용하였고, SEM을 이용하여 미세조직을 관찰하였으며, 각 상의 분석은 EDS로 분석하였다. 또한 Image analysis software를 사용하여 금속간 화합물의 두께를 측정하였다. 등은 시효에 따른 금속간 화합물의 성장을 관찰하기 위하여 각각의 reaction couple은 100, 120, 150, 170℃로 제어된 오븐에서 1일~4주간 열처리 하였다.

2-4 Ball shear test

솔더 접합부의 접합강도의 측정은 bonding tester를 이용하여 평가하였다. Ball shear test는 솔더 접합부의 접합강도를 측정하기 위해 가장 널리 사용되는 방법으로 본 실험에서는 각각의 기판 위에 20개의 솔더볼을 ball shear test 하였으며 그 평균값을 계산하였다. 시험조건은 하중 5000gf, 전단속도는 0.2mm/s로 고정하여 실험을 하였으며 전단 시험후 파면의 관찰은 SEM, XRD를 이용하여 관찰을 하였다. 등은 시효에 따른 BGA 접합부의 파면 관찰을 위해 100, 120, 150, 170℃로 제어된 오븐에서 1일~4주간 열처리 하였다.

2-5 XRD 분석

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

3. 실험결과 및 고찰

3-1 젖음성 테스트 결과

젖음성 실험결과 Sn-3.5wt%Ag 솔더에 비해 Cu를 함유하는 솔더의 젖음력은 향상되는 것으로 나타났으며, Ni를 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-XCu 솔더와 Cu substrate와의 계면반응으로 형성된 금속간 화합물은 Cu₆Sn₅와 Cu₃Sn이었으며, Ni를 함유하는 솔더의 경우 (Cu,Ni)₆Sn₅가 관찰되었다. Ni를 함유하는 솔더에서 특히 Cu₃Sn의 성장속도가 감소하였는데 이는 Ni이 diffusion barrier 역할을 하기 때문이라고 사료된다. 또한 금속간 화합물층의 성장은 aging time 및 aging temperature에 비례하여 증가하였다. 열처리 시

간에 따라 금속간 화합물은 포물선 형태로 성장하였고 두께의 증가가 포물선 형태를 따르는 것은 금속간 화합물의 성장이 체확산에 의해 제어됨을 의미한다.

3-3 Ball shear test 결과

Aging에 따른 Ball Shear Test 결과에 따르면, 시간 및 온도가 증가함에 따라 강도값이 감소하였고, Cu substrate를 사용하였을 경우 Aging 초기에는 솔더부에서 파단이 일어나는 연성 파괴모드가 나타났고, 2주 이후에는 연성과 취성 파괴가 혼합된 형태로 파단이 일어났으며 급격한 강도값의 저하를 나타내었다. Cu 함유량이 많을수록 강도값은 더욱 저하되었다. Ni substrate의 경우 모두 연성 파괴를 나타내었고 Cu substrate보다 높은 강도값을 나타내었다. Substrate에 따라 약간의 차이는 있지만 대체적으로 첨가원소의 함유량이 많을수록 강도값은 저하되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Kejun Zeng, Vesa Vuorinen, and Jorma K. Kivilahti, Member : Interfacial Reactions Between Lead-free SnAgCu Solder and Ni(P) Surface Finish on Printed Circuit Boards, IEEE Transactions on Electronics packaging manufacturing, Vol. 25, No. 3 (July 2002) 162-167
2. C.E. Ho, Y.L. Lin and C. R. Kao, Chemistry of Materials, Vol. 14, n. 3, March (2002)
3. J, Y, Tsai, and C, Robert Kao : The Effects of Ni on the Interfacial Reaction Between Sn-Ag solder and Cu Metallization, Int'l Symposium on Electronic Materials and Packaging (2002) 271-275
4. C.E.Ho, R.Y. TSAI, Y.L.LIN and C.R. KAO, Effect of Cu concentration on the Reactions between Sn-Ag-Cu solders and Ni, Journal of Electronic Materials Vol. 31, No.6 (2002) 584-590

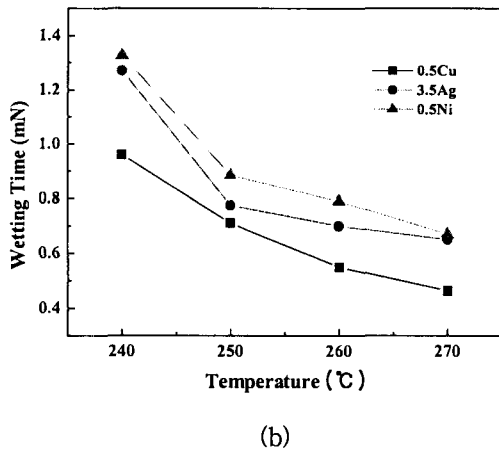
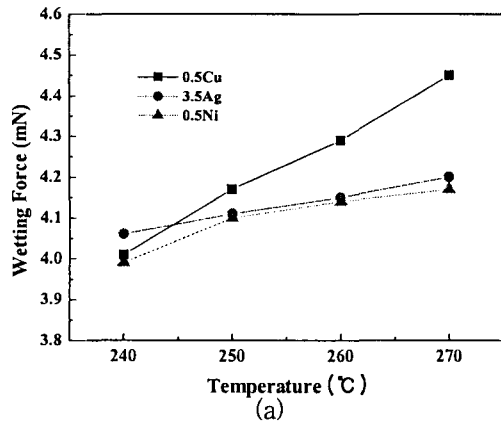
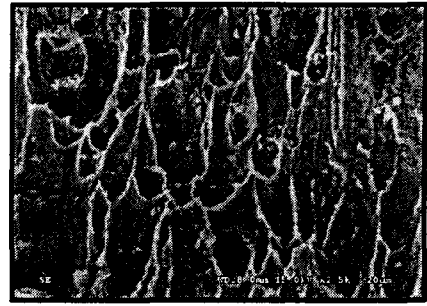


Fig.1 Effect of Component on wetting
(a) wetting force (b) wetting time



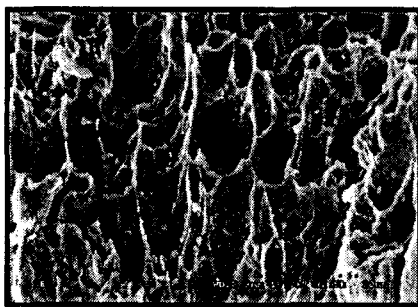
(b)



(c)



(d)



(a)

Fig.2 Fracture surface after ball shear test for Sn-3.0Ag-1Ni solder/ Cu reaction after aging at a) 100°C, 3day b) 170°C 3day c) 100°C, 28day d) 170°C, 28day