

도금층에 따른 Sn-3.5Ag-0.7Cu볼의 솔더링성 연구

Effect of plating layer on the solderability of Sn-3.5Ag-0.7Cu ball

정 석원, 신 규식, 정 재필
서울시립대학교

1. 서 론

최근 환경과 건강에 대한 관심이 고조되면서 납의 독성으로 인한 문제를 해결하기 위하여 무연솔더의 개발이 진행되고 있다. 현재 대두되고 있는 무연솔더중 가장 유력한 대체 후보중의 하나인 솔더로서 Sn-3.5Ag-0.7Cu가 있다. 이 솔더는 Sn-37Pb에 비하여 용점은 약간 높지만 다른 무연솔더에 비하여 Cu기판의 용출현상이 적다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 기판의 도금층을 Cu, Cu/Sn, Cu/Ni, Cu/Ni/Au로 달리 하여 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더볼과 기판간의 접합계면에서의 금속간 화합물 및 솔더 내의 조직변화를 관찰하고, 솔더볼의 전단강도를 측정하였다. 또한, 도금층에 따른 젖음성도 평가하였다.

2. 실험방법

솔더의 각 도금층에 대한 젖음특성을 평가하기 위하여 시편은 무산소동(99.99%) 10×20×0.3(mm)을 사용하였다. 시편의 도금은 Sn(5 μ m), Ni(5 μ m), Ni/Au (5 μ m/500Å)층을 사용하였으며, 각 도금층은 무전해 도금법을 이용하여 적층하였다. 또한 비교 data로서 도금이 되지 않은 Cu시편을 사용하였다.

시편 표면에 존재하고 있는 산화막 등의 이물질 제거하기 위하여 아세톤 용액에서 초음파 세척을 하고 염산 희석액에 담근 후, 에탄올로 세정하였다. 시편에는 RMA-type의 플럭스를 도포하였는데, 플럭스의 활성화를 위하여 납조 위에서 예열을 실시하였다.

젖음력을 평가하기 위하여 Wetting balance tester를 이용하여 실험을 행하였으며, PC를 사용하여 그 결과를 분석하였다. wetting 실험시 솔더의 온도는 250℃로 고정하였고, 침지깊이는 4mm, 침지속도는 5mm/sec, 침지시간은 5초를 유지하여, 50mN의 측정범위에서 실험하였다.

도금층 변화에 따른 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더볼의 솔더링성을 조사하기 위해, 전술한 도금층들의 기판 위에 0.3mm의 Sn-3.5Ag-0.7Cu의 솔더볼을 올려놓았다. reflow machine을 사용하여 가열하였으며, 이때 사용한 reflow machine은 열풍 및 적외선 겸용이다. 예열온도는 150℃이며, reflow peak온도는 250℃, conveyer 속도는 0.6m/min으로 고정하였다.

접합강도를 측정하기 위하여 bonding tester를 사용하였다. 팁과 기판사이의 거리는 10 μ m이고, 팁의 속도는 200 μ m/sec로 전단응력을 가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 도금변화에 따른 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더의 젖음성을 측정한 결과이다. 모든 도금층에 대하여 250℃온도에서 양호한 wetting 특성을 보인다. Fig.2에 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더의 젖음특성을 평가하기 위한 data인 zero cross time, equilibrium force를 도식화하여 나타내었다.

Fig. 2에서 zero cross time은 솔더의 시편에 대한 젖음성을 판단하는 중요한 기준값 중의 하나로서, zero cross time의 값이 작을수록 모재에 대한 솔더의 젖음이 빨리 진행된다. Fig. 2의 (a)에서 Cu/Ni/Au의 wetting time이 0.93sec로 솔더가 가장 빨리 젖어들어 갔으며, Cu 및 Cu/Sn의 경우 zero cross time이 거의 비슷하고 그 값은 약 1.08sec 정도이다. 또한 Cu/Ni층의 경우 1.31sec로 가

장 느린 젖음성을 보이고 있다. Fig. 2의 (b)에서 나타낸 equilibrium force는 충분히 젖은 솔더가 시편을 당기는 최대 힘으로 젖음력의 지속성을 나타내는 척도이다. equilibrium force의 경우 Cu/Sn의 경우가 가장 낮은 값인 5.3N/m의 값을 갖고 있다.

Fig. 3은 Fig. 1의 data를 컴퓨터로 계산하여 얻어진 Sn-3.5Ag-0.7Cu solder의 표면장력이다. Withdrawal force를 이용하여 계산된 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더의 표면장력은 약 0.52N/m 정도이다.

Fig. 4는 계면에서의 금속간 화합물의 성장두께를 보인 것이다. 계면에서의 Cu_6Sn_5 의 두께가 과도하게 성장하면 솔더링부의 신뢰성에 악영향을 미치는 것으로 보고되어 있으며, Cu_6Sn_5 의 성장을 억제하는 연구가 진행되고 있다. Ni층의 경우 Cu와 솔더 사이의 Cu_6Sn_5 등의 Cu-Sn계의 금속간 화합물 형성을 방지하는 barrier층으로 작용한다고 보고되어 있다. 실험결과, 계면에서의 금속간 화합물층의 두께가 Cu/Ni 이나 Cu/Ni/Au층의 경우(각각 $1.7\mu m$, $1.3\mu m$), Cu 나 Cu/Sn의 경우(각각 $4.3\mu m$, $3.1\mu m$) 보다 상당히 작은 것으로 나타났다.

Fig. 5는 각 도금조건에 따른 전단강도를 비교한 것이다. Cu/Ni, Cu/Sn, Cu층의 경우 비슷한 값으로 나타났으며, 그 값은 약 560gf 정도이다. Cu/Ni/Au의 경우 전단강도 값이 약 370gf 정도로 비교적 낮게 나왔다.

4. 결 론

Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더에 대하여, 도금층의 종류에 따른 젖음특성, 솔더볼의 미세조직 및 전단강도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Cu, Cu/Sn($5\mu m$), Cu/Ni($5\mu m$), Cu/Ni/Au ($5\mu m/500\text{\AA}$)에 대한 Sn-3.5Ag-0.7Cu솔더의 젖음성 평가 결과, Cu/Ni/Au층의 경우 zero cross time이 0.93sec, equilibrium force는 약 7mN로 젖음성이 가장 우수하였다.
2. 각 도금조건에 따른 Sn-3.5Ag-0.7Cu솔더의 표면장력 변화는 미소하였으며, 표면장력은 약 0.52N/m 정도였다.
3. 각 도금조건에 따른 계면에서의 금속간 화합물의 두께를 측정된 결과, 금속간 화합물층의 두께는 Cu > Cu/Sn > Cu/Ni > Cu/Ni/Au 도금층의 순서로 감소되었다.
4. 전단강도를 측정된 결과 Cu/Ni, Cu/Sn, Cu층의 경우 비슷한 값으로 나타났으며, Cu/Ni/Au의 경우 전단강도 값이 약 370gf 정도로 비교적 낮게 나왔다.

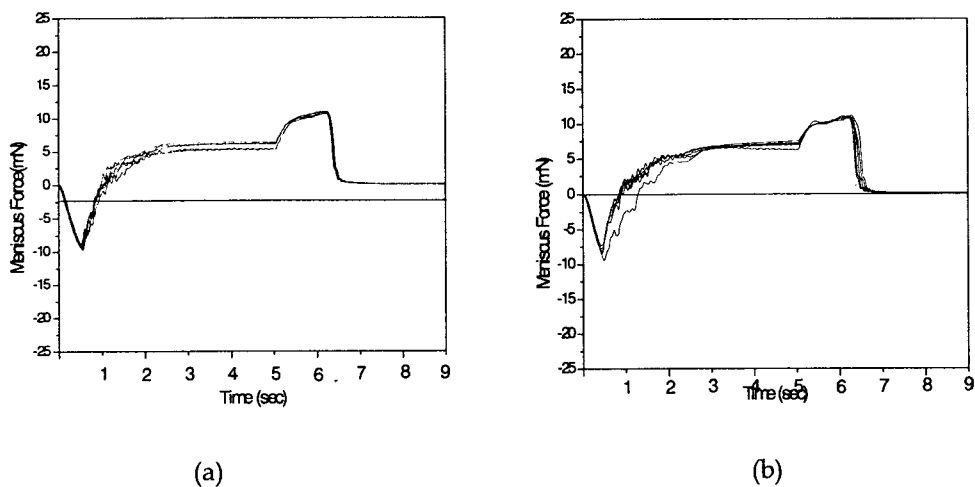
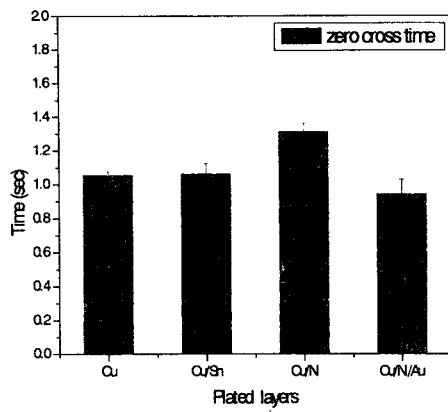
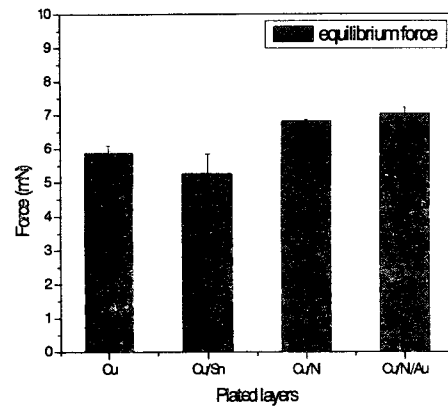


Fig. 1 Wetting property of plated layers (a) Cu, (b)Cu/Ni/Au in Sn-3.5Ag-0.7Cu solder



(a)



(b)

Fig. 2 (a) zero cross time, (b) equilibrium force of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder as plated layers

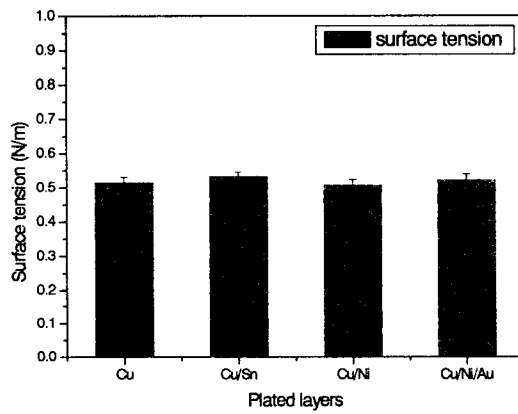


Fig. 3 Surface tension of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder

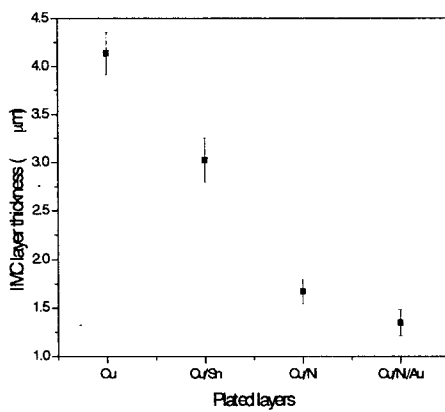


Fig. 4 Thickness of Intermetallic-compound as plated layers

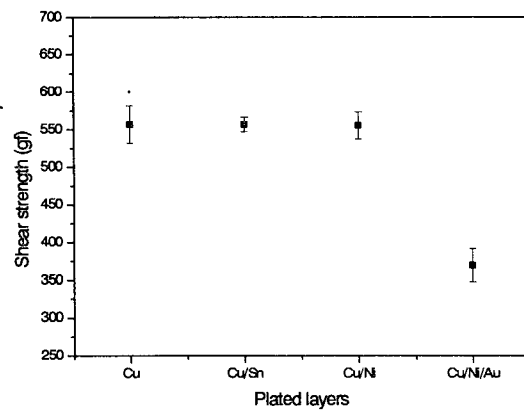


Fig. 5 Shear strength as plates layers