

# 질소 분위기에서의 솔더링 특성에 관한 연구

## The Study of Soldering Characteristics in Nitrogen Atmosphere

노보인, 김우영  
(주) SMT KOREA 부설연구소

### 1. 서론

과거 1990년대부터 Pb의 인체에 대한 유해성이 문제로 야기되면서 Sn-Pb계 솔더를 대체하는 무연 솔더의 개발이 진행되어 왔다. 무연 솔더의 가장 큰 핵심은 경제성과 신뢰성으로 Sn-Pb계 솔더와 비교하여 cost가 낮고 신뢰성이 우수한 성질을 갖는 솔더를 개발하는 것이다. 그러나 경제성에서는 기존의 Sn-Pb계 솔더와는 동등할 수 없는 현실이기에 신뢰성의 측면에서 대체할 수 있는 솔더의 개발이 진행되어 왔다.

무연 솔더의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방법으로 질소 가스를 이용한 솔더링 기술이 대두되고 있다. 질소는 주기율표 제5B족에 속하는 비금속원소로  $-209.86^{\circ}\text{C}$ 의 융점과  $1.2507\text{ g/l}$ 의 비중을 갖고 있는 무색·무미·무취의 기체이다. 또한 산소보다 물에 녹기 어렵고 상온에서는 화학적으로 비활성이며, 연소를 돕지 않고 호흡을 조장하지 않지만 유독하지는 않으며 고온에서는 다른 원소와 직접 반응하여 암모니아·산화질소 등 많은 질소화합물을 만드는 성질을 갖고 있다.

이에 본 실험에서는 Membrane 방식의 질소발생장치를 제작하고, 무연 솔더(Sn-3Ag-0.5Cu 솔더)를 이용하여 대기중에서 솔더링을 실시한 결과와  $\text{N}_2$  분위기에서 솔더링을 실시한 결과의 퍼짐성, 젖음각, 외관, 미세 조직, 접합 강도를 관찰하여 비교 분석하였고 Sn-37Pb 솔더와의 비교 평가도 실시하였다.

### 2. 실험 방법

솔더는 Sn-37Pb 솔더와 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더를 사용하여 수납땜을 실시하였다. 솔더링의 온도는 각각  $230^{\circ}\text{C}$ 와  $260^{\circ}\text{C}$ 이다. 질소발생장치의  $\text{N}_2$ 의 농도는 99.9%이고 Air의 압력은  $7\text{Kg/cm}^2$ 이다.

연마된 동판에 각각의 솔더를 0.3g씩 올려놓고 각각의 솔더링 온도에서 30초를 가열한 후 솔더의 퍼짐성과 젖음각을 측정하였고 하중  $50\text{Kgf}$ , 하중 속도  $10\text{mm/min}$ 로 접합 강도 테스트를 실시하였다.

외관은 Image System을 이용하였으며 SEM을 이용하여 솔더의 파단면과 미세 조직을 관찰하였다.

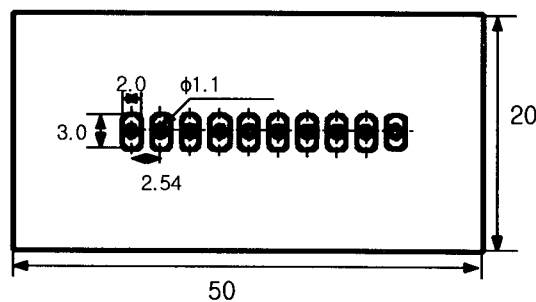


Fig.1 Shape of test sample PCB

### 3. 실험 결과

#### 3-1. 퍼짐성, 젖음각 테스트 결과

육안으로 퍼짐성을 관찰한 결과는 다음과 같다.

- I. Sn-3Ag-0.5Cu 솔더의 퍼짐성이 Sn-37Pb 솔더에 비해 떨어짐을 관찰할 수 있었다.
- II. Sn-37Pb 솔더와 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더 모두 대기에서의 퍼짐성보다  $\text{N}_2$ 에서의 퍼짐성이 향상되었음을 관찰할 수 있었다.

|                           | 젖음각(°) |                                | 젖음각(°) |
|---------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| Sn-37Pb (대기)              | 4.57   | Sn-3Ag-0.5Cu (대기)              | 9.75   |
| Sn-37Pb (N <sub>2</sub> ) | 3.52   | Sn-3Ag-0.5Cu (N <sub>2</sub> ) | 4.24   |

Table.1 Results of wetting angle test

### 3-2. 외관 관찰 결과

대기에서 Sn-37Pb 솔더를 이용하여 솔더링을 실시한 컨넥터의 외관은 매끄럽고 은색에 가까운 색을 띠는 반면, Sn-3Ag-0.5Cu 솔더를 이용하여 솔더링을 실시한 컨넥터의 외관은 거칠며 약간의 금색을 띠는 것이 관찰되었다.

Sn-3Ag-0.5Cu 솔더를 이용하여 솔더링한 경우 N<sub>2</sub> 분위기에서 솔더링을 실시한 외관과 대기중에서 실시한 외관을 비교하면 N<sub>2</sub> 분위기에서 실시한 컨넥터의 산화물 양이 감소한 것을 확인할 수 있었다.

### 3-3. 접합 강도 테스트 결과

아래의 데이터는 IC 11핀의 경우는 55개의 평균값이며 IC 10핀의 경우는 50개의 평균값을 나타낸 것이다.

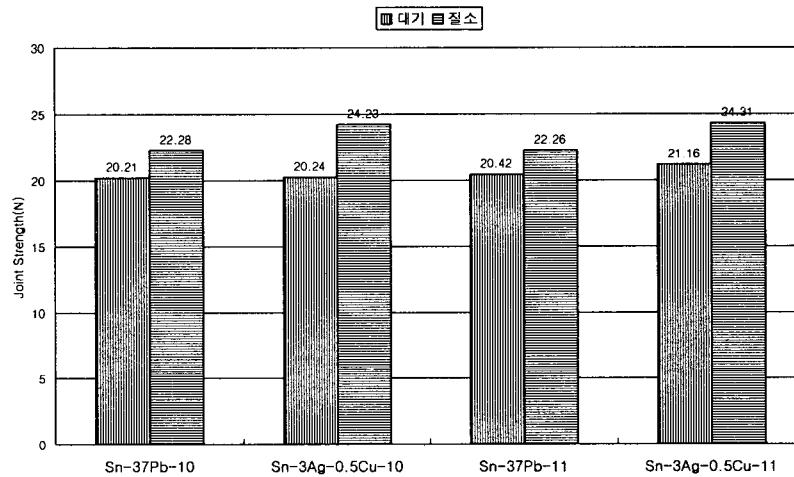


Fig.2 Compare with atmosphere and nitrogen joint strength results

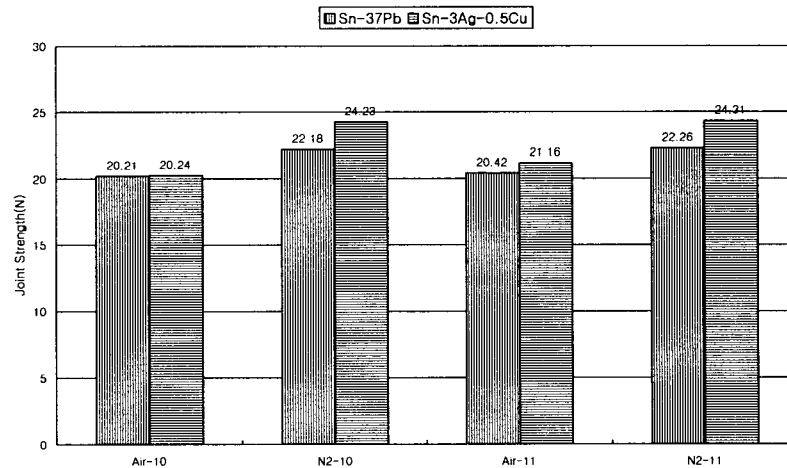


Fig.3 Compare with Sn-37Pb and Sn-3Ag-0.5Cu joint strength results

#### 4. 결 론

- I. 퍼짐성 테스트 결과 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더의 퍼짐성이 Sn-37Pb 솔더에 비해 떨어지고 두 솔더 모두 대기에서의 퍼짐성보다 N<sub>2</sub>에서의 퍼짐성이 향상되었음을 관찰할 수 있었다.  
또한, 젖음각 테스트 결과 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더의 젖음각이 Sn-37Pb 솔더에 비해 크고 두 솔더 모두 대기에서의 젖음각보다 N<sub>2</sub>에서의 젖음각이 작아짐을 관찰할 수 있었다.
- II. 외관 검사 결과 대기에서 Sn-37Pb 솔더를 이용하여 솔더링을 실시한 컨넥터의 외관은 매끄럽고 은색에 가까운 색을 띠는 반면, Sn-3Ag-0.5Cu 솔더를 이용한 컨넥터의 외관은 거칠며 약간의 금색을 띠는 것이 관찰되었다. N<sub>2</sub>에서 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더를 이용하여 솔더링을 실시한 컨넥터의 외관은 대기에서 실시한 컨넥터보다 산화물 양이 감소한 것을 확인할 수 있었다.
- III. 파단면 관찰 결과 Sn-37Pb 솔더의 파단면이 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더의 파단면보다 매우 조밀한 조직을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.
- IV. 확산층의 두께를 관찰한 결과 두 솔더 모두 대기에서 솔더링한 확산층의 두께보다 N<sub>2</sub> 분위기에서 솔더링한 확산층의 두께가 증가하였음을 관찰할 수 있었다.
- V. 접합 강도 실험 결과 두 솔더 모두 N<sub>2</sub> 분위기에서 솔더링한 컨넥터의 강도가 대기에서의 강도보다 약 11~12% 증가하였고 Sn-3Ag-0.5Cu 솔더의 강도 변화가 큼을 확인할 수 있었다.

#### Reference

1. Makoto Migazaki, Tadashi Takemoto, Tatsuya Funaki, Akira Matsunawa : "Wetting Test to Evaluate the Compatibility of Lead-free Solders for Fine Pitch Soldering" , Proceedings of the Advances in Electronic Packaging 1997, Volume 2
2. Wu YP, Tu PL, Chan YC : "The effect of solder paste volume and reflow ambient atmosphere on reliability of CBGA assemblies" , Journal of Electronic Packaging , V.123
3. Christopher Hunt, Deborah Lea : " Evaluation of the Comparative Solderability of Lead-free Solders in Nitrogen" , Proceedings of APEX 2002
4. Martin Theriault, Armin Rahn : "New Avenues for Wave Soldering and Lead-Free Conversion" , Circuits Assembly April 2002