

# Sn-3Ag-5In-8Bi solder의 젖음특성에 관한연구

## A Study on the wettability of Sn-3Ag-5In-8Bi solder

이 창용\*, 윤 정원\*, 윤 의한\*\*, 정 승부\*

\* 성균관대학교 신소재공학과

\*\* 대창공업(주) 기술연구소

### 1. 서론

Sn-Pb계 솔더가 오랜기간 동안 전자부품 실장의 성능요구에 부합되어 널리 사용되어 왔다. 이 Sn-Pb계 솔더는 낮은 가격, 좋은 젖음특성, 적절한 물리적, 기계적, 금속학적 특성과 피로저항 특성을 가지는 이점이 있다. 그러나, Pb의 환경문제로 인해 기존의 Sn-Pb계 솔더를 대체할 수 있는 새로운 Lead(Pb)-free solder 합금 개발의 필요성이 제기되고 있다. 많은 솔더 합금들이 Sn-Pb solder의 대체 재료로서 제안되었고, 특히 Tin-Silver (Sn-Ag), Tin-Silver-Copper (Sn-Ag-Cu) 및 Tin-Silver-Bismuth (Sn-Ag-Bi) 계 합금이 현재 가장 유력한 Pb-free solder로 조명되고 있으며, 이들 합금계에 제 3, 4의 원소로서 솔더합금의 물성을 향상시키는 연구가 주로 진행되고 있다.

전자제품의 경박단소화로 인한 미세 package의 개발, 환경문제로 인한 무연솔더 및 플럭스의 개발에 있어 가장 중요하고 기본적인 것은 솔더와 기판(모재)과의 젖음성이며 초기의 접합특성은 접합부의 장기적인 신뢰성에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 솔더의 젖음성 평가는 솔더링 공정 중 초기의 접합특성에 영향을 미치는 가장 중요한 평가항목이 될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 젖음성을 측정하는 가장 일반적인 방법인 퍼짐성 시험(Spreadability test)과 젖음성 시험(Wetting balance test)을 사용하여 Sn-3Ag-5In-8Bi 솔더의 wetting angle, wetting force, wetting time등을 측정하여 솔더의 젖음성을 평가하였다. 또한, 모재의 surface finish에 따른 젖음거동에 대해 평가하였다.

### 2. 실험방법

퍼짐성 측정을 위한 솔더 시편은 두께 약 1mm, 직경 6mm의 디스크(disk)형상으로 가공하였고 그때 시료의 무게는 약 0.18~0.2g이었다. 퍼짐성 시험에 사용된 substrate 시편은 30x30x0.2mm로 가공하였다. 도금층에 따른 퍼짐 특성을 관찰하기 위해 실험에 사용된 substrate는 bare Cu substrate, Ni/Cu substrate 및 Au/Ni/Cu substrate 3종류를 사용하였으며 도금조건은 Table 1에 나타내었다. Cu plate위의 Ni와 Au layer는 무전해 도금을 통해 Ni layer는 5~7 $\mu$ m, Au layer는 0.15 $\mu$ m 두께로 도금하였으며, 도금층의 두께는 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 측정하였다. 각각의 시편은 10% $H_2SO_4$  + 90% $CH_3OH$ 용액으로 산세 처리하여 표면의 산화피막 및 오염물질을 제거한 후 acetone으로 세척하였다. Substrate위에 disk-type의 솔더 시편을 올려놓고 플럭스를 충분히 분사 후 실험온도에서 실험을 행하였다. 본 실험에 사용된 플럭스는 무세정 및 세정용 플럭스로써 세종류의 플럭스를 사용하였으며 각 플럭스의 물성은 Table 2에 나타내었다. 각 조건에서 8개의 시편을 제작하여 퍼짐면적, 젖음각 등을 측정하였으며 그 평균값을 취하였다. 각각의 시료에 대해 이미지 분석기(Image analyzer) 및 마이크로미터(micrometer)를 이용하여 퍼짐면적을 측정하였다. 젖음각의 경우 계산식에 의해 측정하였다.

젖음성 시험은 IPC(The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits Standard)-TM-650규격에 의한 메니스코그래프 젖음성 실험을 기초로 하여 구리시편을 7.0 $\times$ 30.0 $\times$ 0.2(mm)크기로 가공하였다. 가공된 시편은 emery paper #1500으로 연마한 후 10% $H_2SO_4$  + 90% $CH_3OH$ 용액으로 산세처리하여 표면의 산화피막 및 오염물질을 제거하였다. 도금층에 따른 젖음 특성을 관찰하기 위해 실험에 사용된 substrate는 bare Cu substrate, Ni/Cu substrate 및 Au/Ni/Cu substrate 3종류를 사용하였으며 도금조건은 Table 1과 같다. 젖음성 시험은 wetting balance tester (Rhesca Co. Ltd., SAT-5100)를 사용하였다. 이 방법은 표면장력법이라고도 하며 젖음성을 정량적으로 표현할 수 있는 가장 신뢰성있는 방법이다. 시험전에 각 시편은 플럭스에 침지하였으며 시험조

건은 Table 3에 나타내었다.

### 3. 실험결과 및 고찰

퍼짐성 시험의 결과, 주어진 온도 범위에서 온도가 증가할수록 wetting angle은 낮아지는 경향을 나타내었다. Surface finish에 따른 wetting angle의 변화는 bare Cu substrate, Ni/Cu substrate 및 Au/Ni/Cu substrate 3종류를 사용하여 시험하였으며, Ni/Cu substrate 의 경우 가장 높은 wetting angle값을 나타내었으며, Au/Ni/Cu substrate사용시 퍼짐성이 향상됨을 확인할 수 있었다. Ni도금을 하였을 경우 Ni와 solder와의 낮은 반응성으로 인하여 wetting angle은 높아지는 것으로 사료된다.

젖음성 시험에서, Wetting balance test를 통해 우리가 알 수 있는 정보는 wetting force와 wetting time이다. 일반적으로 wetting force가 크고, wetting time이 작을수록 solder의 젖음성이 좋다고 판단한다. Fig.1은 Sn-3Ag-5In-8Bi 솔더의 온도에 따른 wetting force와 wetting time의 변화를 나타낸 그림이다. 온도가 증가함에 따라 wetting force는 증가하였고, wetting time은 낮아지는 경향을 나타내었다.

### 4. 참고문헌

1. C.B.Lee, S.B.Jung, Y.E.Shin and C.C.Shur ; Materials Transactions, Vol. 42, No. 5 (2001) pp.751-755
2. Z.MeI and J.W.Morris, J.of Electron. Mat., 21 (1992) pp.599-607
3. A J. Sunwoo, H. Hayashigatani, J. W. Morris. Jr, and G. K. Lucey. Jr, : JOM, 43 (1991) 21-242.
4. F. J. Yost, F.M. Hosking and D.R. Finear : The mechanics of solder alloy wetting and spreading, (Van Nostrand Reinhold, New York, 1993) pp.35-973.
5. 竹本 正, はんだ付, 第1回, 熔接技術, 1988.8, pp.100-108
6. 木村昌博, 파일렛업프로소ルダー링그마진 Fillet up Flow Soldering Machine 3rd Symposium on Microjoining and Assembly Technology in Electronics, 1997.7, pp.231-236

Table 1. The surface finish of specimens.

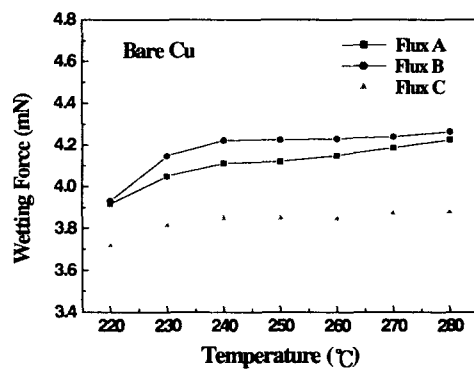
Surface finish	Method	Ni thickness	Au thickness
Bare Cu	-	-	-
Ni plating	Electroless	5 ~ 7 $\mu\text{m}$	-
Au/Ni plating	Electroless	5 ~ 7 $\mu\text{m}$	0.14 ~ 0.16 $\mu\text{m}$

Table 2. Characteristics of flux used in the experiment.

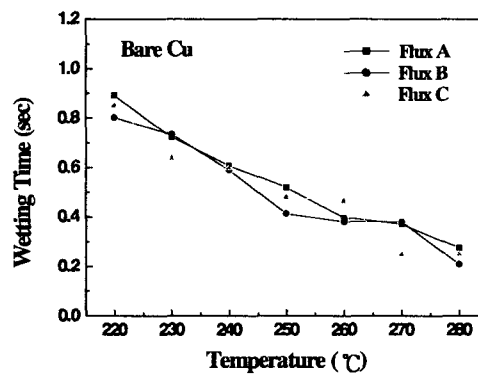
Type	Specific gravity(25°C)	Solid content(%)	Cleaning method
Flux A (RMA)	0.818	15	Solvent/Aqueous
Flux B (R)	0.836	12	Non- clean
Flux C (R)	0.795	3.3	Non- clean

Table 3. Wetting balance test condition used in the experiment.

Specimen size	7 x 30 x 0.2 (mm)
Atmosphere	Air
Immersion time	10 (sec)
Immersion depth	5 (mm)
Immersion speed	10 (mm/s)
Sensor	20 (mN)



(a)



(b)

Fig.1 Variations of (a) wetting force and (b) wetting time with soldering temperature