

Solder paste의 용융 및 bridge현상 관찰연구

A Study on melting and bridge phenomena of solder paste

안병용*, 정재필**
(Byung-Yong Ahn*, Jae-Phil Jung**)

Abstract

Melting behavior and bridge phenomenon of solder paste, which is essential for surface mount technology in packaging, were investigated. Solder paste of Sn-37%Pb was printed on Sn-coated Cu-pattern of PCB, and heated over melting point. Melting behavior of the paste was observed using CCD-camera. In order to modelize the melting and agglomeration phenomena of the paste, two solder balls of 0.76mm diameter were used. As experimental results, the paste start to melt from the margin of the printed shape. The height of the melted paste decreased from 270 μm to 200 μm firstly, and finally recovered to 250 μm. During the melting procedure, pores were evolved from the molten paste. Bridge phenomenon of the molten paste depends upon the pitch of the pattern.

Key Words(중요용어) : Solder paste, Solderbility, Print, Two particle model, Neck, Self alignment, Bridge

1.서론

전자부품의 soldering은 접합 대상부의 형상 및 치수가 미세·미소하기 때문에 접합속도가 빠르고 접합공정의 작은 변수들이 전자기기의 소형화, 경량화, 고기능화 추세에 따라 반도체 및 전자부품의 제조·실장기술이 고밀도화, 미세화로 급속히 진행되고 있으며, 이에 대응하는 솔더링 기술개발이 절실히 요구되고 있다.¹⁾

Solder paste는 PCB기판의 표면실장기술(SMT)에 soldering재료로서 사용된다. SMT는 print기판으로의 paste의 인쇄와 부품의 탑재, 그리고 reflow soldering이 따로따로 행해지는 것이 특징이다. 따라서 실장의 고밀도화와 함께 solder paste에 요구되는 성능은 간단히 solderbility뿐만 아니라, print기판으

로의 인쇄성, 그리고 부품을 유지하기 위한 점착성 등의 물리특성에 관하여 특히 중요성이 증가하고 있다.²⁾

본 실험에서는 solder paste의 용융현상을 살펴보고 있으며 그에 따르는 mechanism을 조사하였다. 정확한 관찰을 위해 CCD카메라를 사용하여 solder 용융시 근접촬영하여 동영상으로 컴퓨터에 저장을 시켰다. 이렇게 얻어진 data를 이용하여 용융 solder의 온도 증가에 따른 거동을 관찰하고 평가하고자 하였다.

2.실험

실험에 사용한 solder paste는 Sn-37%Pb 공정 solder와 9%의 flux를 함유한 paste를 이용하였다. QFP와 SOP pattern에 solder paste를 Fig.2-1과 같이 인쇄 하였다.

Solder paste의 용융현상 및 soldering현상을 관찰하기 위하여 CCD카메라를 이용하여 근접촬영하였다. 촬영한 동영상은 연결된 computer에 자동적으로 저장이 되게 세팅을 하였다. Fig. 2-2는 soldering 현상 관찰을 위한 CCD카메라와 컴퓨터의 세팅을 보여주

* 서울시립대 재료공학과 인턴연구원
(서울시 동대문구 전농동 90,
전화 : 02-2210-2981, Fax : 02-2215-5863,
E-mail : relaxor@hanmail.net)
** 서울시립대학교 재료공학과 조교수

는 모식도이다.

직경 0.76mm Sn-37%Pb의 두 solder ball을 이용하여, soldering시 솔더볼이 용융, 응집되는 과정을 조사하였다. 가열원으로는 대기분위기의 hot plate를 사용하였으며, 기판은 알루미늄을 사용하였다. 열원으로는 대기중에서 hot plate를 아래에서 가열해주는 형식으로 하였다. Fig. 2-2에서 PCB 기판대신에 알루미늄 기판을 사용하였다.

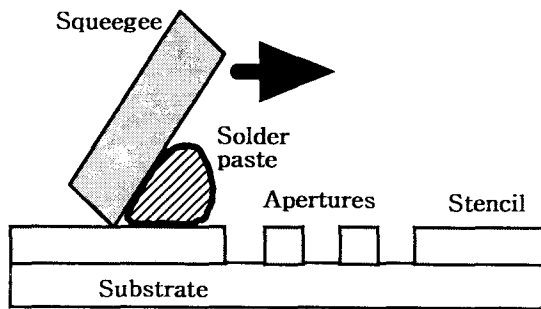


Fig. 2-1 print 모식도

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 3-1은 Two particle model을 이용하여 soldering 현상을 관찰한 것인데 그림에서 보듯이 온도증가에 따라 necking이 형성되고 물질이동이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 3-1 (a)는 상온에서 두 개의 ball을 접촉시킬 때의 사진이고 Fig. 3-1(b)는 190°C에서의 necking현상을 보여준다. Fig. 3-1(c)는 260°C에서 물질이동이 거의 이루어진 것을 보여준다.

온도가 Sn-37%Pb의 공정온도 이상으로 될 때 necking이 일어나기 시작한 후 급속하게 neck이 형성되었다. Neck 형성후 neck성장은 서서히 진행되었

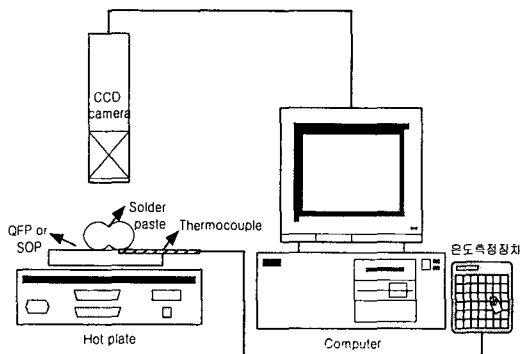
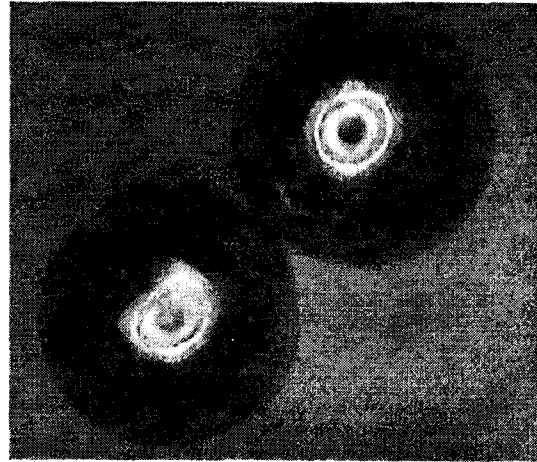
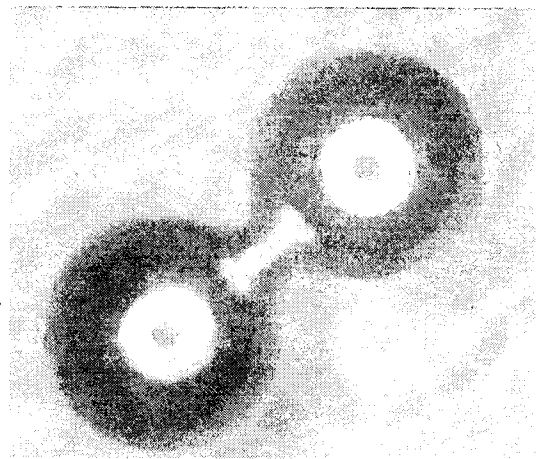


Fig. 2-2 Equipment setting for soldering phenomena.



(a)



(b)



Fig. 3-1 Necking phenomena

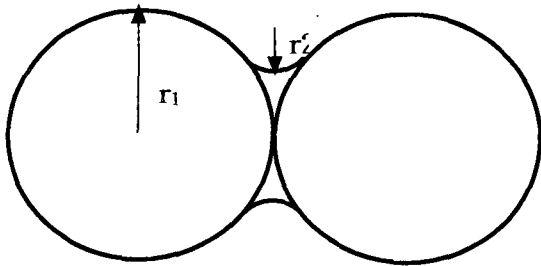


Fig. 3-2 Two particle model

다.

Fig. 3-2는 Two particle model에서의 물질이동현상을 설명하는 그림이다. Necking현상의 초기에는 식

$$\Delta P = \gamma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

때문에 물질이동의 driving force인 ΔP 는 커지게 되고 그래서 necking이 급속히 진행된다.³⁻⁶⁾

Necking현상이 진행됨에 따라 곡률반경 r이 커지게 되고 그로인해 ΔP 가 감소되어 물질이동이 서서히 일어나게 된다. 용융온도에 가까워짐에 따라 paste내의 물질이동은 진전되고 Fig. 3-3과 같이 고립된 기포들이 생기게 된다.

물질이동이 일어나는 사이에 온도가 solder의 용융온도를 넘어서고 그때부터는 동 pattern과 맞닿은 solder ball들이 녹아나가게 된다. Paste의 테두리부분이 먼저 용융되기 시작하고 paste의 중앙부가 용융되어 ball사이에 존재했던 고립된 기포들이 엉겨붙으면서 점점 커지게 되고 이렇게 부피가 커진 pore들은 부력에 의해 용융 solder의 표면을 통해 대기중으로 빠져 나가게 된다. Fig. 3-4는 용융된 solder에

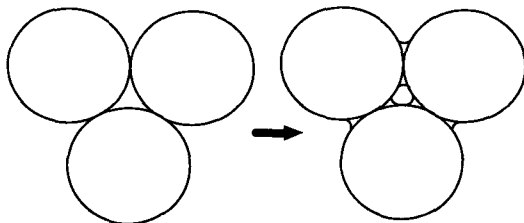


Fig. 3-3 Formation of isolated pore

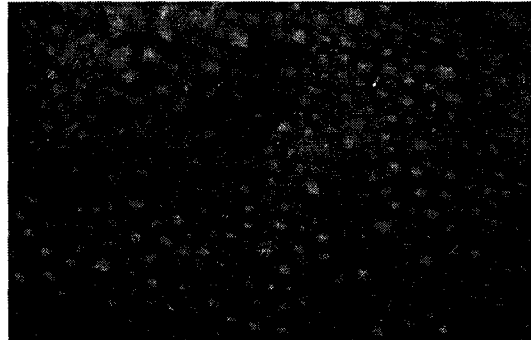


Fig. 3-4 Pore의 방출

서 부피가 커진 pore들이 대기중으로 빠져나가는 것을 보여준다. Solder가 녹기전에 flux가 기관사이로 퍼져나가는 것을 확인할 수 있었다.

용융된 solder는 pore의 방출과 표면장력에 의하여 그 형태가 변화하는 것을 확인할 수 있었다. Fig3-5는 solder paste의 승온 시간에 따른 paste의 거동을 보여주는 그림이다. 용융 초기에는 작은 pore들이 응집을 하고 이렇게 응집된 큰 pore는 부력에 의해 대기중으로 방출을 한다. 따라서 paste의 전체 높이는 감소되고 pore 방출이 어느 정도 진행된 후에는 용융 solder의 표면장력으로 인하여 paste의 높이가 높아지게 된다. 용융 solder의 퍼짐은 pore의 방출로 증가된 후 표면장력으로 인해 다시 줄어들게 된다. soldering이 진행됨에 따라 paste와 동 pattern 표면이 mismatch가 존재하거나 paste들이 bridge 되게 인쇄되어 있을 경우에도 용융됨에 따라 solder들이 제자리를 찾아가는 self alignment도 확인할 수 있었

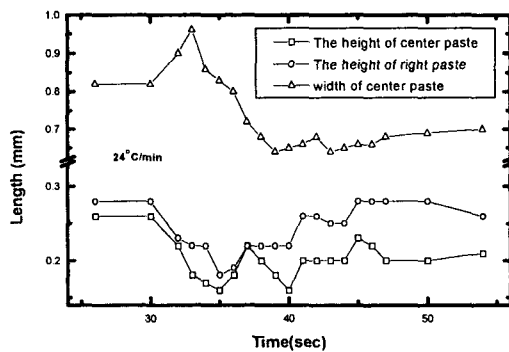
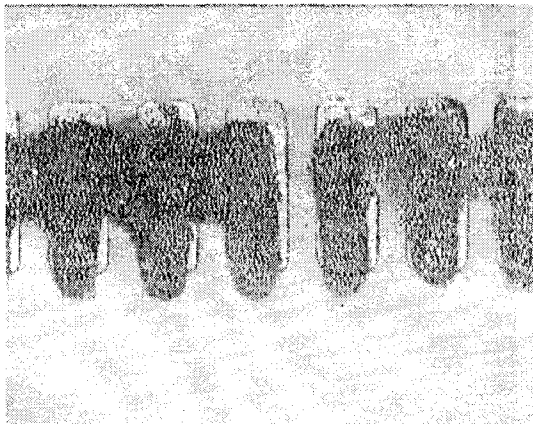
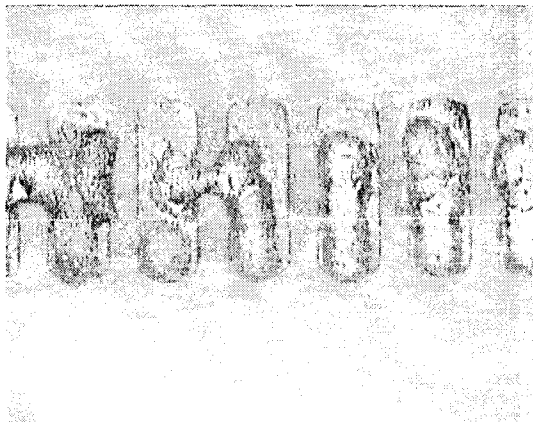


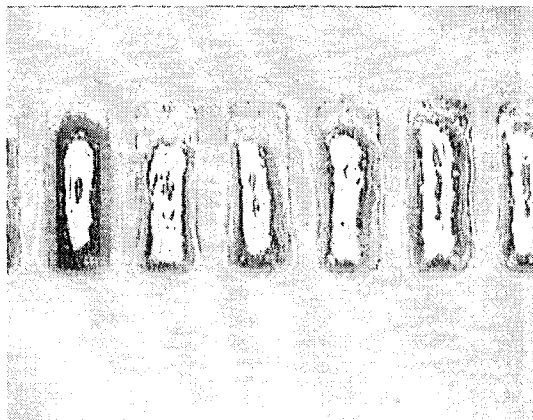
Fig. 3-5 Variation of height and width of Sn-37%Pb solder paste during melting.



(a)



(b)



(c)

Fig. 3-6 Self alignment phenomena of molten solder paste.

다. Fig. 3-6은 bridge 되었던 paste들이 용융함에 따라 제자리를 찾아가는 현상을 보여준다.

Flux는 온도상승과 더불어 휘발이 진행된다. Soldering이 진행됨에 따라 flux가 액상으로 기판사이로 퍼지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 soldering 주위의 기판에 스며들어 테두리를 형성한 flux는 오랜사용 후에는 부식되어 soldering부 주변에 polymer를 형성하는 것으로 추정한다.

4. 결론

Sn-37%Pb공정solder를 이용하여 solder paste의 용융거동을 관찰하였다. Solder의 용융온도 이하에서는 two particle model을 이용하여 용융현상을 설명하였고 그 온도이상에서는 solder가 녹아들어가는 현상으로 용융을 설명하였다. Solder paste의 온도가 상승함에 따라 necking이 일어나는 것을 확인할수 있었는데 necking 초기에는 급속하게 neck이 형성되으나 neck형성 후에는 물질이동이 서서히 진행되었다. 온도가 solder의 melting point이상으로 될 때 용융이 시작되고 초기에는 pore들이 응집을 해서 큰 pore가 되고 큰 pore들은 자체 부력에 의해 용융 solder 표면으로 올라 대기중으로 빠져나가는 것을 관찰할 수 있었다. 용융 solder들의 거동은 이런 pore들의 방출과 용융 solder의 표면장력에 의하여 지배되었다. 용융 초기에는 pore의 방출에 의해 용융 solder의 높이가 낮아지고 폭이 증가되었으며, 용융이 진행됨에 따라 solder의 표면장력에 의해 높이가 커지고 폭이 작아지는 것을 확인하였다.

Solder paste를 PCB기판에 인쇄를 할 때 기판의 패턴과 어긋나게 인쇄되었을 경우에 또는 pattern과 pattern사이가 연결되게 인쇄되었을 경우에 soldering이 진행되면서 이러한 solder 들이 제자리를 찾아가는 현상을 관찰할 수 있었다. 이러한 self alignment현상은 인쇄시 paste의 연결 정도와 pitch 간격에 의해 좌우되는 것을 확인하였다.

Flux는 온도 상승과 더불어 휘발을 하였고 solder의 용융전에 기판쪽으로 퍼져서 스며드는 것을 확인하였다.

참고문헌

1. 황선효, 서창제, 정재필, 신영의, "N2 무세정 wave soldering system개발," 통산산업부 연구보고서, (1997)
2. 신영의, 정재필, "마이크로솔더링의 기초," 원창출판사(1998)
3. 지영아, 강석중, "소결의 기본현상과 이론,"요업

재료의 과학과 기술, Vol. 8, No. 3 (1993)

4. W. D. Kingery and M. Berg, "Study of the Initial Stages of Sintering Solids by Viscous Flow, Evaporation-Condensation, and Self-Diffusion," J. Appl. Phys., Vol. 26, No. 10, 1205 (1955).

5. B. H. Alexander and R. W. Balluffi, "The Mechanism of Sintering of Copper," Acta Metallurgica, Vol. 5, 666(1937)

6. G. C. Kuczynski, "Self-diffusion in Sintering of Metallic Particles," Metals Transactions, 169 (1949).