

유도가열에 의한 Sn-3.5Ag 솔더 범프의 접합 특성에 관한 기초연구

Joining characteristics of Sn-3.5Ag solder bump by induction heating

최준기*, 방희선**, Rajesh.S.R*, 방한서**

* 조선대학교 일반대학원 선박해양공학과

** 조선대학교 항공조선공학부

ABSTRACT : This paper studies the mechanical behaviors of Sn-3.5Ag solder joint against substrate (such as Au/Ni/Cu, Au/Cu, Ni/Cu and Cu pad) after induction heating, a new soldering method. It was found that the solder bump formation depends on the time and current of the induction heating system. Also the heating value of the solder bump were found to vary with respect to the thermal conductivity of the pads on the substrate. In case of Au/Ni/Cu pad and Au/Cu pad, solder bump's shear strength were high for the heating time of 1.5~2sec. For Ni/Cu pad, solder bump's shear strength were found to increase with time increment.

1. 서론

현재 전자·정보 통신 산업의 급속한 발달에 따라서 표면실장기술은 더욱 고집적화와 고신뢰성 확보를 요구하고 있으며, 이는 고밀도실장을 위한 다양한 솔더링 기술의 응용과 발전으로 이어지고 있다. 고주파 유도가열은 금속합금의 용융, 담금질, 풀림, 브레이징, 단조 등의 분야에서 사용되어지고 있으며, 솔더링에 응용시 반도체 및 기관의 열영향을 최소화 하고 국부적 가속 가열 실현을 통해 접합부 계면 금속 반응을 제어할 수 있는 이점을 지니고 있다. 본 연구에서는 새로운 솔더링 기술로서 고주파 유도가열을 이용하여 대표적 무연 솔더 합금인 Sn-3.5Ag 솔더 범프의 형성과 그 접합 특성을 평가하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 솔더범프의 형성과 발열량 측정

본 실험에서는 직경 0.762mm의 Sn-3.5Ag 솔더볼과 Au/Ni/Cu, Au/Cu, Ni/Cu, Cu가 순차적으로 도금된 FR4기판을 사용하였다. 실험에 앞서 기판은 에탄올로 10분간 초음파 세척을 하였으며, 공기 중에 건조하였다. 플럭스는 수용성 resin 플럭스를 이용하였다. 적당량의 플럭스를 도포하고, 고주파 유도가열장치(주파수 : 300kHz, 시간 : 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5sec, 전류 : 25~29A)를 이용하여 리플로 솔더링을 실시하였다. 솔더

링 중 적외선 온도측정기를 이용하여 솔더 범프의 발열량을 측정하였으며, Fig.1에 유도가열 코일에 대한 모식도를 나타내었다.

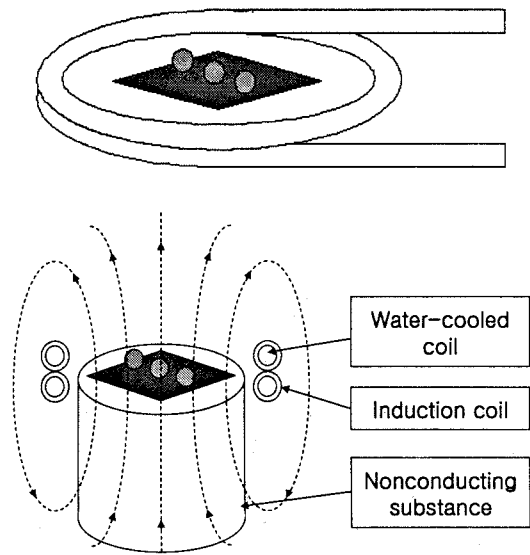


Fig.1 The schematic diagram of induction heating coil

2.2 전단시험

Au/Ni/Cu, Au/Cu, Ni/Cu가 순차적으로 도금되어있는 FR4 기판에 고주파 유도가열을 이용하여 접합된 Sn-3.5Ag 솔더 범프의 접합 강도 측정을 위해 접합강도시험기로 전단시험을 실시하였다. 전단시험 조건은 아래 Table.1과 같으며

Fig.2에 전단시험에 대한 모식도를 나타내었다.

Frequency (kHz)	Current (A)	Time (sec)
300	29	1, 1.5, 2, 2.5, 3
Tip height (μm)		Shear tip speed (mm/min)
100		1

Table.1 The shear test condition of induction heating

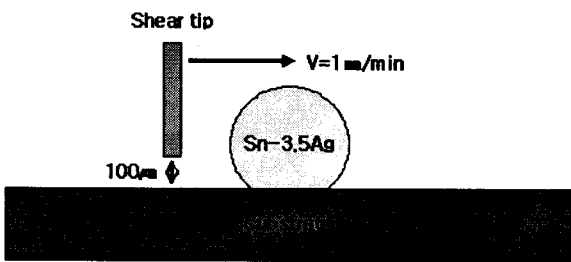


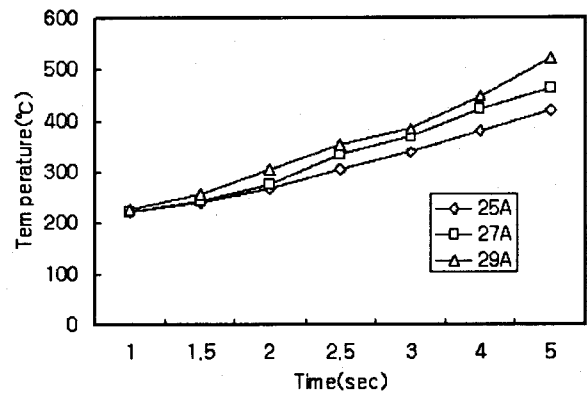
Fig.2 The schematic diagram of solder ball shear test

3. 실험결과 및 고찰

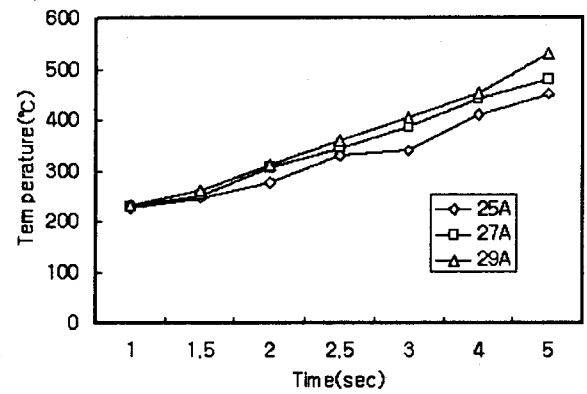
3.1 솔더범프의 발열량

Sn-3.5Ag 솔더볼과 각 패드로 형성된 솔더 범프의 발열량 측정 결과는 아래 Fig.3과 같다.

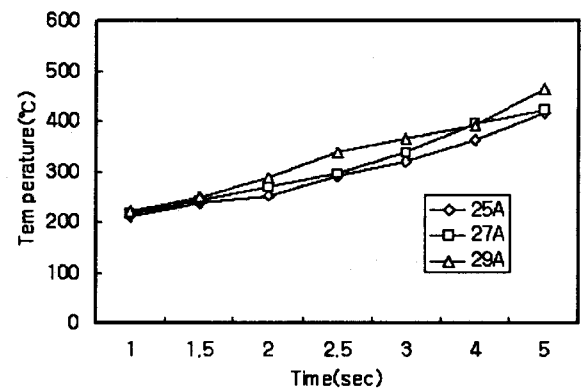
Au/Ni/Cu 패드는 25, 27A에서, Ni/Cu 패드는 각 전류조건에서 1초 가열 시 Sn-3.5Ag 솔더의 용점 221°C에 이르지 못해 범프를 형성치 못하였다. 전류 상승에 따라 발열량이 증가하여 접합 시간이 단축되었으나 가열시간이 증가하면 기판의 내열한계를 초과하는 과도한 열의 집중으로 인해 Fig.4와 같이 솔더와 기판이 변형하거나 타 버렸다. 특히 Cu 패드의 경우 타 경우에 비해 시간대 온도 상승비가 높아서 기판 변형이 더욱 빨리 일어났다. Ni/Cu 패드의 경우 가장 낮은 발열량을 나타내었다. 기판의 열영향을 최소화하는 범위를 250~300°C로 상정하였을 때 Au/Ni/Cu와 Au/Cu 패드의 경우 각 전류조건에서 1.5~2초, Ni/Cu 패드의 경우 2~2.5초, Cu 패드는 1~1.5초의 가열시간이 솔더범프 형성의 최적조건이라 생각할 수 있다.



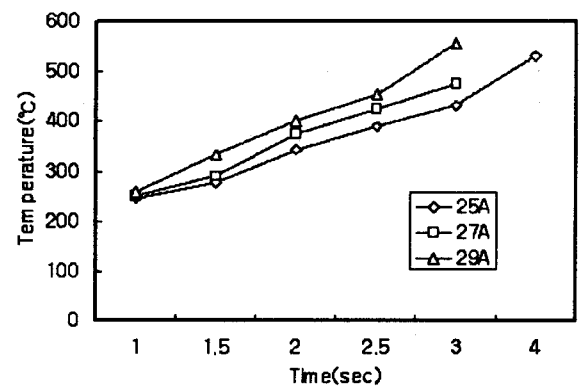
(a) Au/Ni/Cu



(b) Au/Cu

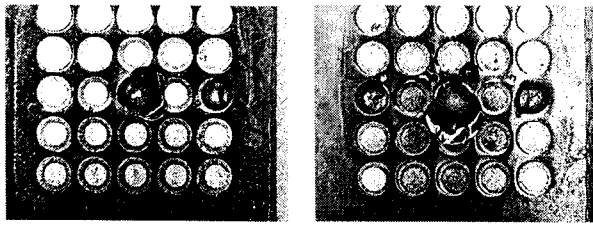


(c) Ni/Cu



(d) Cu

Fig.3 The heat value of the solder bump

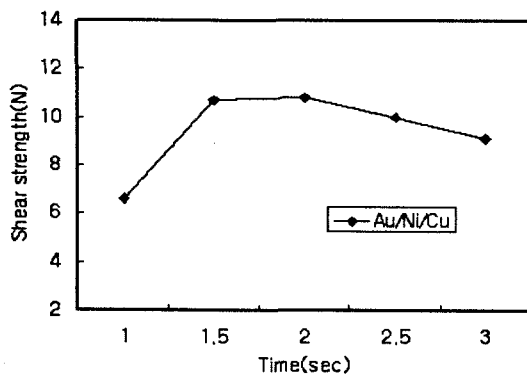


(a) Au/Ni/Cu(29A,5sec) (b) Au/Cu(29A,5sec)

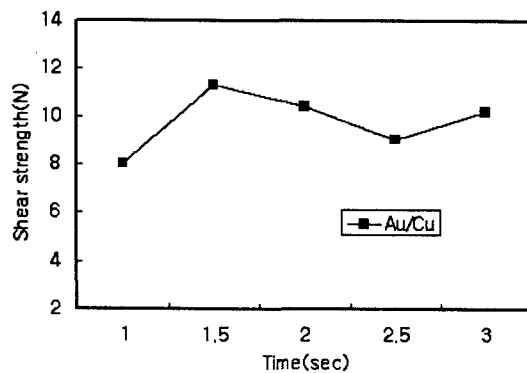
Fig.4 The deformation of substrate

3.1 전단강도

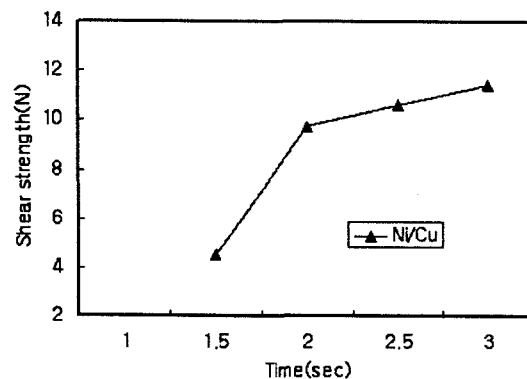
각 솔더범프의 접합시간에 따른 전단강도 측정 결과는 아래 Fig.5에 나타내었다.



(a) Au/Ni/Cu



(b) Au/Cu



(c) Ni/Cu

Fig.5 The shear strength of the solder bump

4. 결 론

1) 유도 가열에 의한 솔더 범프 형성은 전류의 세기와 시간이 주요 변수이며, 전류가 증가할수록 접합시간은 단축되었으나 가열시간이 길어지면 과도한 열의 집중으로 기판이 변형을 일으키거나 타버렸다.

2) Cu 패드에서 가장 발열량이 높고 온도 상승폭이 컸으며, Ni/Cu 패드에서 가장 낮았다. 이는 각 패드를 구성하는 도금 물질의 열전도도 때문으로 사료되며 접합 시간에 영향을 미쳤다.

3) 각 솔더범프의 전단강도는 가열시간 2초 이상에서 대체로 약 9~11N에 분포하고 있으며, Au/Ni/Cu, Au/Cu 패드의 경우 1.5~2초에서 높은 전단강도를 보였고 Ni/Cu 패드의 경우 시간이 증가할수록 전단강도 또한 증가하였다.

후 기

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-D00001).

참고문헌

1. Jae-Pil Jung, Hyun-Joo Han, Jae-Yong Park, Choon-Sik Kang, Effect of Reflow Variables on Characteristic of BGA Soldering, Journal of Microelectronics & Packaging Society, Vol. 63. pp 9-18. 1999
2. Jae-Pil Jung, Joon-Kwen Moon, Moon-Il Kim, A study on the characteristics of Sn-Ag-X solder Joint, Journal of KWS, Vol. 20, No. 2. pp 195-199, April. 2002
3. John Davis, Peter Simpson, Induction Heating Handbook, McGRAW-HILL Book, 1979
4. Howard H. Manko, Solders and Soldreing, McGRAW-HILL Book company, 1964