

마이크로 솔더볼의 레이저 솔더링에 관한 연구

강희신*(한국기계연구원), 서정(한국기계연구원), 이제훈(한국기계연구원),
김정오(한국기계연구원), 신희원((주)하나기술), 김도열((주)하나기술)

Research on Laser Soldering of Micro Solder-balls

H. S. Kang(KIMM), J. Suh(KIMM), J. H. Lee(KIMM), J. O. Kim(KIMM),
H. W. Shin(Hana Eng. CO., LTD), D. Y. Kim(Hana Eng. CO., LTD)

ABSTRACT

This research is on a laser soldering using the micro solder-balls used in flip chip packaging process. A laser source used in laser soldering is Nd:YAG laser(250W and 60W). Solder-balls of 100, 300, 500 μ m size are used in experiments. The laser head to deliver a laser beam and the nozzle to transfer solder-balls are manufactured to bump solder-balls. After soldering solder-balls the shear test is carried out to determine the wetting at the interface between the surface and a solder-balls. With the results of solder bumping tests a laminated molding is accomplished for manufacturing the three dimensional molding.

Key Words : Laser, Nd:YAG, Soldering, Flip chip, Packaging

1. 서론

광통신 관련 멤스(MEMS) 분야의 부품의 소형화에 따라 조립(패키징) 공정의 초미세화가 요구되고 있으며, 여기에서 미세접합기술, 미세액적 제어 및 실링(sealing)기술이 핵심요소 기술이 된다. 휴대전화, 노트북 컴퓨터, IC카드와 같은 개인용 및 휴대용 전자제품의 발달로 전자 제품 업계는 제품의 소형화와 경량화의 요구에 부응하기 위한 부단한 노력을 기울이고 있으며, 한 예로 실장밀도가 가장 높은 솔더 범퍼 플립칩 패키지(solder bumper flip chip)는 많은 수의 입출력 단자를 가지고 있고 열적 손상 및 환경적인 문제로 무연(lead-free)접합이 가능한 레이저 솔더링 기술을 적용하고자 시도중이다. 최근 마이크로/마이크로로부터 마이크로/나노 인터페이스를 위한 조립(패키징) 기술이 요구되므로 현재의 레이저 솔더링 수준의 2차원 접합기술을 3차원 접합기술로 한단계 발전시켜야 한다. 이와 같은 응용기술이 확립되면 당장에 산업에 미칠 효과가 매우 크며, 국내 전자부품 산업의 지속적인 발전을 도모할 수 있을 것이다.

본 연구는 레이저를 이용한 3차원 미세접합 기술을 개발하기 위한 기본 연구이다. 선택적 부가가공 공정기술의 확보를 위해서 솔더볼의 용융에 관해 기초 실험을 수행하였다. 연구를 통해 Nd:YAG 레이저를 이용한 솔더볼의 범핑 공정의 개념을 정립하고자 하였다. 마이크로 솔더볼 이동 노즐과 레이저 집속 헤드를 설계 및 제작하여 솔더볼의 범핑 실험을 수행하였다. 100 μ m, 300 μ m, 500 μ m의 솔더볼에 대해 범

핑 실험을 수행하여 레이저를 이용한 솔더볼의 용융 조건을 분석하였다. 상용 장비인 PAC Tech사의 범퍼 장비(SM²-SM)를 이용해서 100 μ m 솔더볼에 관해 범핑 실험을 하고 용융조건과 범핑 현상을 상호 비교 및 분석하였다.

본 연구를 통해 마이크로 금속(μ -ball, μ -wire 형상)의 선택적 레이저 용융 및 그 생성물(μ -droplet)을 이용한 3차원 정밀 미세접합 및 마이크로 조형기술을 개발하고자 한다. 마이크로 금속 용융 입체화 기술 개발에 앞서 레이저를 이용한 솔더볼의 범핑 및 적층 실험을 통해 선택적 부가가공 공정기술의 기초 실험 데이터를 확보하고자 하였다.

2. 실험방법

Fig. 1은 Nd:YAG 레이저와 솔더 범퍼 장비 사진이다. 솔더볼의 범핑 실험을 위해 사용하였다. Fig. 1 (a)의 Nd:YAG 레이저는 250W급으로 100, 300, 500 μ m 솔더볼의 범핑실험에 사용하였고 Fig. 1 (b)의 솔더볼 범퍼는 100 μ m 솔더볼의 범핑 실험에 사용된 레이저 소스이다.

엑시머(Excimer) 레이저를 이용하여 석영(quartz)에 홀(hole)을 가공하여 솔더볼을 기판상에 배치할 수 있는 솔더볼 어레이(array)를 제작하였다. Fig. 2는 제작한 솔더볼 어레이(array)의 최종 모습이며 홀이 가공된 석영(quartz) 상자에 솔더볼이 고정되는 원리를 보여 준다. ①에서 ②방향으로 빠른 유속의 공기(적색)가 지나가면 오리피스에 의리에 챔버 ③

의 내부가 저압의 상태를 유지하게 되며, 석영 상부의 홀에 솔더볼을 위치시키면 저압 상태의 석영 상자에 고정된다. 석영 상자 밑에는 PCB 기판과 BGA 기판을 설치하여 솔더볼 범핑 실험을 하였다. 솔더볼이 쿼츠 상자에 고정시킨 후 기판 위의 불 범퍼에 위치시킨 후 레이저를 조사하여 솔더볼을 용융시켰다. 솔더볼의 공급과 레이저 빔을 조사하기 위한 레이저헤드와 솔더볼 이송 노즐을 설계 및 제작하여 실험을 수행하였다.

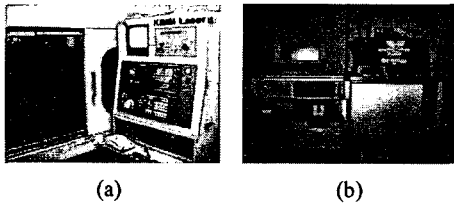


Fig. 1 Photos of Nd:YAG laser and solder bumper

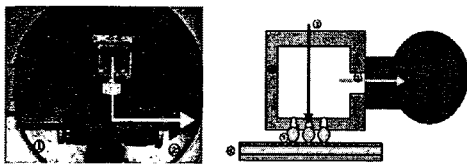


Fig. 2 Diagrams of solderball array from quartz

3. 실험결과

Fig. 3은 100 μ m의 솔더볼을 솔더볼 범퍼를 이용하여 웨이퍼 패턴에 범핑 실험을 한 사진이다. 범핑된 솔더볼을 현미경으로 찍고 SEM 사진을 촬영한 것이다. 솔더볼이 범핑이 되었으며 전체적으로 불 형상을 그대로 유지하고 있으나 상단부에 오목하게 들어간 흔적을 현미경사진과 SEM 사진을 통해 확인할 수 있다.

Fig. 4는 500 μ m 솔더볼의 범핑 실험 후 진단 실험을 한 파단면과 단면 사진이다. 솔더볼이 범핑이 되었고 전체적으로 불 형상을 그대로 유지하고 있다.

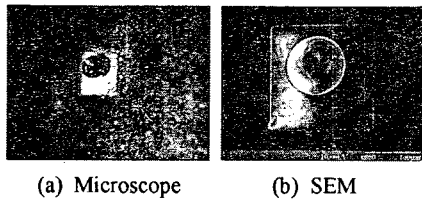


Fig. 3 Results of bumping test of 100 μ m solder-ball

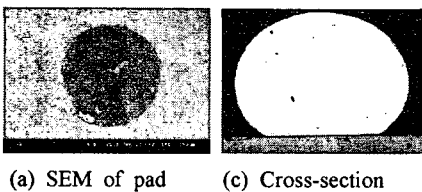


Fig. 4 Results of shear test of 500 μ m solder-ball

Table 1은 솔더 범핑 실험을 수행한 레이저의 조건이며, Table 2는 범핑된 솔더볼을 진단 실험을 수행해서 얻은 진단실험 결과이다.

Table 1 Test conditions

	Power	Frequency	Pulse width	Pulse height
PCB 1	1W	3Hz	10ms	16%
PCB 2(Ar)	1W	3Hz	20ms	12%
BGA	1W	3Hz	20ms	12%

Table 2 Comparisons of measured shear test data

No.	PCB 1 (500 μ m ball)	PCB 2 (500 μ m ball)	BGA (300 μ m ball)	BGA (500 μ m ball)
1	0.03	7.55	1.21	0.54
2	0.03	8.08	1.70	1.62
3	0.03	4.14	1.71	0.20
4	0.15	1.68	1.71	2.16
5	0.01	4.75	1.94	0.71

4. 결론

본 연구를 통하여 개발하고자 하는 기술은 마이크로 금속분말, 불 또는 와이어(wire)를 사용하여 전자부품의 패키징 기술을 한 단계 발전시키는 기술이다. 지속적인 연구개발을 통해 향후 마이크로 금속볼의 레이저 국부 용융기술, 마이크로 금속볼의 배열/적층화 기술, 마이크로 생성물(μ -droplet)을 이용한 미세접합공정, 미세조형기술을 개발하고자 한다.

향후 계획은 Nd:YAG 레이저를 이용한 솔더볼 범핑 실험에서 확인된 문제점을 보완하고, 또한 설계, 제작한 노즐과 집속 헤드를 이용하여 솔더볼의 레이저 용융 및 적층 조건을 최적화하고자 한다.

후기

본 연구는 산업자원부 핵심기술개발사업인 "첨단 레이저 응용 미세가공기술 개발" 과제의 지원으로 수행된 것입니다.

참고문헌

- Hong, S. M., "A Study on Fluxless Soldering of Pb-free Flip Chip Package," A Dissertation for the Degree of Doctor of Ph. D. of Seoul National University Graduate School, 2001.
- 엄호진, 조경목, 송인혁, 한유동, "Droplet-Based Manufacturing 공정에 의해 제조된 무연 솔더볼의 제조공정 변수 연구," 대한금속재료학회지, 제41권, 제1호, pp. 56-63, 2003.
- 이중현, 문종태, 김원용, 김용석, "유리기판을 투과하는 레이저 빔을 사용한 COG(chip-on-glass) 마운팅 공정," 마이크로전자 및 패키징학회지, 제8권, 제4호, pp. 1-10, 2001.