

# 레이저를 이용한 솔더볼 제거 장치 개발 Development of Solder Ball Removing System using Laser

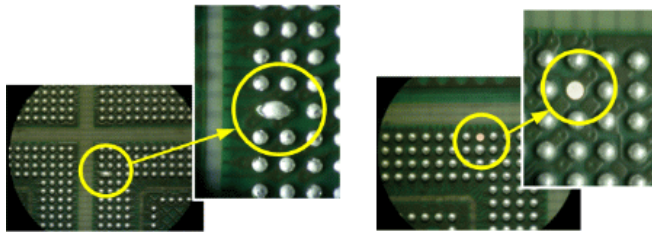
\*유승열<sup>1</sup>, #조용덕<sup>1</sup>, 이우영<sup>1</sup>, 조석진<sup>2</sup>,  
\*S. Y. Yoo<sup>1</sup>, #Y. D. Jo(neverd@kut.ac.kr)<sup>1</sup>, W.Y. Lee<sup>1</sup>, S.J. Cho<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> 한국기술교육대학교 기계정보공학부, <sup>2</sup>(주) 피토

Key words : Rework, Solder Ball, BGA, Suction, Laser

## 1. 서론

최근 전자 제품의 소형화 다기능화로 정보통신이 급속히 발전하게 되었고 이로 인하여 휴대전화, Note Book 등의 전자기기는 소형경량화, 고기능화, 고속화가 더욱더 요구되고 있다. 이러한 요구를 실현하기 위해서는 전자부품의 소형화, 고집적화 등이 요구되고 또한, 실장설비 및 운용기술, 검사기술, 불량수리기술 등 양품을 생산할 수 있는 고밀도 실장에 대한 전반적인 인프라와 구축과 실장요소기술이 필요하다. 전자부품의 중추적인 역할을 하는 IC Package 형태는 QFP 나 SOP 의 주류에서 Package 크기 및 핀 수, 미세 피치 등에 대응해서 개발된 Ball Grid Array(BGA)나 Chip Scale Package(CSP)는 한층 더 높은 실장밀도가 가능하여 거의 모든 전자기기에 급속도로 적용되고 있다.

BGA Packaging 조립공정에서는 PCB 위에 Solder Ball 을 부착한 후, Reflower 를 이용하여 초균일 가열에 의해 Solder Ball 을 용해시킨 후 냉각 과정을 거쳐 PCB 위에 Solder Ball 을 융착시켜 BGA 반도체 Package 를 생산하고 있다. 이때 발생하는 Solder Ball 의 불량 원인은 BGA 가 PCB 에 탑재되어 있지 않은 상태로 Reflower 를 통과 하거나 탑재되어 정상적으로 Reflower 를 통과하여도 인접한 Ball 이 녹아서 서로 붙는 등 여러 가지 원인에 의하여 Fig. 1 과 같은 불량 Solder Ball 들이 발생하게 된다. 불량 Solder Ball 이 발견되면 Heater 를 이용한 Hot Air 로 Solder Ball 을 녹인 후 진공으로 이를 제거 or 납땀기 등을 이용한 수작업의 제거 방식을 사용하고 있다. PCB 위에 다량의 불량 Solder Ball 이 있는 경우에는 이를 폐기한다. Hot Air 와 Heater 를 이용한 현 장비의 Rework 작업은 패키지에 과도한 열 스트레스가 가해지는 것에 의해 패키지의 신뢰성을 보증할 수 없게 된다.



(a) Bridge (b) Missing Solder Ball  
Fig. 1 Inferior Solder Ball

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 수작업 또는 열풍방식에서 나타난 취약성을 개선하고자 Solder Ball 제거 과정에서 인접 Solder Ball 간섭이 발생되지 않도록 하며 불량 Solder Ball 만 제거하는 새로운 Laser Solder Ball Removing Process 를 제안하였다.

## 2. Solder Ball Rework 장치 설계

본 연구에서 설계된 시스템의 구성은 Fig. 2 에 나타난 것과 같이 BGA Package 를 XYZ 방향으로 이동 가능하게 하고, Solder Ball 이 정확한 가공위치의 확인여부와 가공과정을 볼 수 있도록 CCD Camera 를 설치하였다. 또한, BGA Package 위에 Suction 용 Nozzle, 및 Fiber Laser 가 위치하도록 하였다. Rework 후 PCB 기판의 상태를 손쉽게 확인하기 위한 광학현미경을 추가적으로 설치하였다.

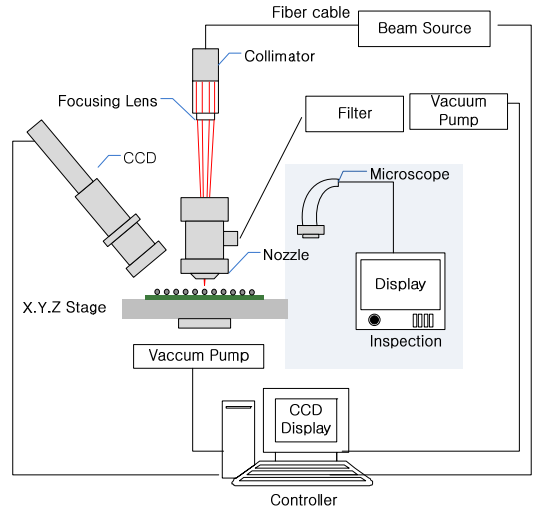


Fig. 2 Schematics of Solder Ball Removing System



Fig. 3 Solder Ball Removing System

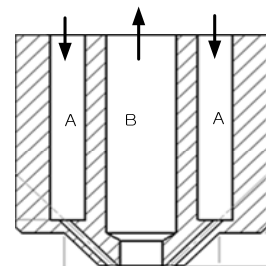


Fig. 4 Cross Section of Suction Nozzle

실험에서 사용된 레이저는 20W CW Ytterbium Fiber Laser 이며, focal length 는 200mm, Spot Size 100 $\mu$ m 을 사용하였다. 실제로 제작된 시스템은 Fig. 3 에 나타내었다. 용해된 Solder Ball 을 흡수하기 위해 노즐 설계는 전산유동해석 CFX 를 통해 Suction 압력을 극대화 하였다. Fig. 4 는 설계된 노즐의 단면을 보여준다. Solder Ball 과 노즐 사이의 간격은 1~2mm 이며, 실제 흡입될 노즐 직경은 10mm 이다. A 공간에서는 압축된 공기(2MPa)가 45° 기울기로 분사되며, B 공간에서는 진공 압력(82.5Torr)이 발생하게 된다. 분사된 공기 A 와 진공도 B 의 적절한 제어를 통하여 용해

된 Solder Ball 이 고속으로 Suction 하고자 하였다. 레이저 조사각도는 B의 진공도를 통해 수직으로 조사 된다

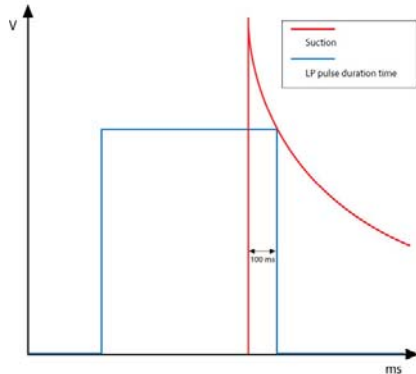


Fig. 5 Timing for Laser on and Suction on

Fig. 5는 Laser 조사 시간과 Suction 압력 그래프를 보여준다. 이 System에서 사용된 진공펌프는 효율적으로 진공도를 높이기 위해서 진공펌프 - 진공탱크(18L) - 노즐을 이용하였다. 이것은 순간 최대 진공도를 보장 할 뿐만 아니라 빠른 응답을 가능 하게 하였다. 위 그래프에서 순간 최대 압력은 Suction On 일 때 일어나며, 점점 감소하게 된다. Solder Ball 이 용해 되었을 때 순간 최대 압력이 되어야 하므로 시스템 응답속도를 고려하여 Laser Off 되기 전 100ms에 작동 하도록 하였다.

### 3. 솔더볼 제거 실험

설계 제작된 시스템을 이용한 Rework 실험에 앞서 기존의 수작업에 의한 Rework의 결과의 SEM 이미지를 Fig. 5에 나타내었다. PCB 기판과 전극에 전혀 손상이 없으며 약간의 납이 묻어있다. 수작업은 작업의 경험에 따라 작업 품질이 달라지며 실제 제거된 부분에는 많은 납이 존재한다.

본 연구에서 제안한 Removing Process 과정은 Laser Focus가 Solder Ball의 중심에 위치하도록 하여 조사하게 된다. Solder Ball 용해점 온도가 일정 하게 유지 되었을 때 Suction이 작동이 되어 용해된 Solder Ball이 노즐을 통해서 흡입하게 된다. 레이저 조사시간과 Power의 제어를 통해 PCB 기판 허용온도를 초과하지 않아야 하며, 급격한 온도 변화를 주지 말아야 한다.

사용된 Solder Ball은 무연납으로 조성이 Sn4.0Ag/0.5Cu이며 Ball의 크기는  $\phi 0.3\text{mm}$ 이다. Solder Ball이 Laser Power 5~6W일 때 조사시간이 1.5sec~2.0sec에 서서히 용해되어 점성으로 된 Solder Ball을 CCD를 통해 확인 할 수 있다. Laser 조사시간이 2.0msec초과한 경우 Solder Ball에 의한 열이 기판에 열전도 되어 기판에 손상을 가하게 된다. 가열된 Solder Ball은 점성의 물질로 변화되는데 기판에서 떨어진 Ball의 형태가 된다. 이때 Laser Focus가 정확한 Solder Ball 중심에 있지 않으면 기판에 급격한 폭발과 같은 연소가 일어 나게 된다.

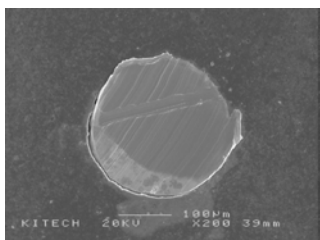


Fig. 6 SEM image of Solder Ball by Hand Work

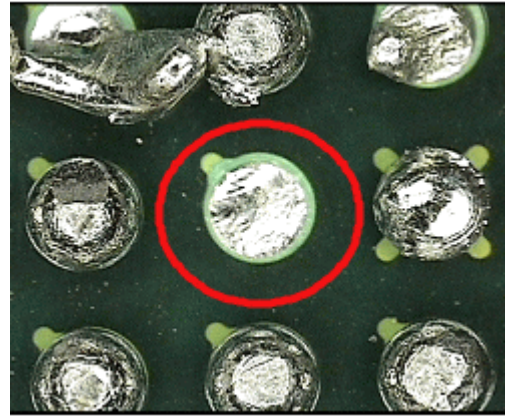


Fig. 7 Solder ball image of Laser system

본 연구에서 실험을 통해 만들어진 프로파일을 통해 제거된 이미지를 Fig. 7에 나타내었다. PCB 기판 뿐만 아니라 약간의 납이 묻어 있는 것 또한 수작업으로 이루어진 Solder Ball 형상과 같다. Solder Ball의 제거 성공율은 70%를 이루었으나 공정 최적화 및 자동화를 이룬다면 100%에 도달 할 수 있을 것이라 판단된다.

### 4. 결론

본 논문은 Fiber 레이저를 이용한 Pb-free Solder Ball Removing System 개발에 목적을 두고 Vision과 Control Software를 통한 간단한 조작이 가능한 간이 Solder Ball Removing System를 구현하였다. 구현된 시스템을 이용하여 Laser Beam Power, 조사 지속시간(Pulse duration time), Solder ball size와 Suction delay time에 대한 여러 조건을 변경하면서 Removing 작업 조건에 대한 최적의 Profile을 도출하였다. Solder Ball의 온도를 이용한 Feedback 제어가 구현이 된다면 Rework의 품질이 높아질 것으로 기대한다.

레이저를 이용한 Rework 작업의 최종 판단은 Rework 후 새로운 Solder Ball을 부착하여 Reflow 작업까지 수행하여 접합부의 기계적 강도, 물성변화, 전기적 특성 등의 평가를 통하여 결정을 할 수 있으나 이 부분에 대한 연구는 향후 수행할 예정이다.

### 참고문헌

1. 한유희, 김인용, 방남주, "레이저 솔더링과 접합부 평가," 한국레이저가공학회지 제 3 권 제 1 호, 1999
2. 송충삼 외, "DPSS 레이저를 이용한 마이크로 접합장비 개발," 한국공작기계학회 춘계학술대회 논문집, pp. 3-5, 2007
3. 김정관, "BGA/CSP 불량분석," 대한용접학회지, 제 20 권 제 3 호, 2002