

QFP lead의 laser soldering 기술 개발 연구
A study on the development of laser soldering for QFP lead
 한유희, 김인웅(한국기계연구원), 정재필(서울시립대학교)

1. 서론

VLSI의 고집적화에 따라 패키지 리드(package lead)의 다핀화와 미세 피치화가 급속히 진전되고 있으나^[1], 현재 높은 생산성으로 실장 기판의 양산에 적용할 수 있는 범위는 0.5mm 피치이다. 따라서, 레이저의 경우 적은 부위에 에너지를 집중할 수 있고 원하는 위치로 빔을 전송하기 쉬우며 빔의 on/off 제어가 비교적 용이한 장점이 있기 때문에, 새로운 미세 납땜 기술로써 레이저를 이용한 기술이 개발되고 있다^[2-9].

본 연구에서는 Nd:YAG 레이저를 이용한 QFP100 패키지 리드의 개별 납땜을 위한 기본 장치를 AO 변조기(modulator)와 빔 스캐너를 이용하여 구성하고 적용하는데 초점을 두었다. 사용한 납재는 솔더링에 많이 사용되고 있는 Sn-37Pb 솔더 페이스트(solder paste)를 선택하였다.

2. Soldering system 의 구성

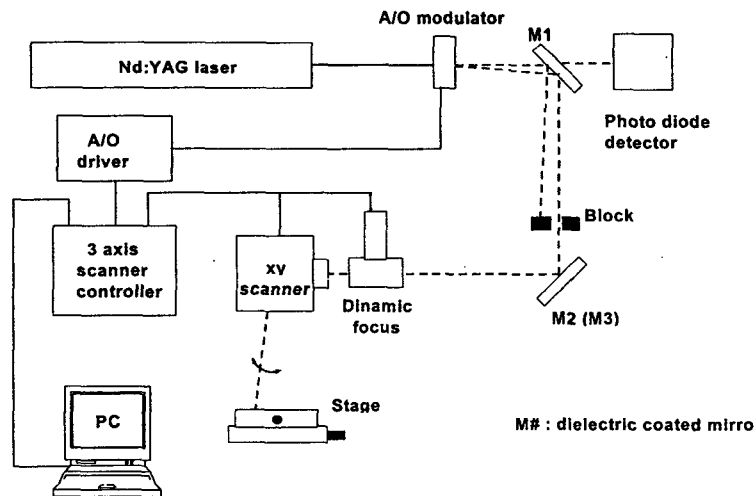


그림 1. Soldering system 구성도

본 시스템에서는 레이저 빔의 위치제어가 비교적 빠른 galvanometer beam scanner(빔 스캐너)를 채용하였고, 레이저의 on/off 제어를 위해 공진기밖에 AO 변조기를 설치하였다^[10]. 집속 렌즈를 지난 레이저빔이 빔 스캐너에 입사하고, 이 경우에 작업면(stage)에서 발생하는 초점 거리의 오차를 보정하기 위해 dynamic focusing^[11]을 채용하였다. 그리고 사용한 빔 스캐너의 위치보정을 위해 필요한 위치오차 데이터를 측정하고 소프트웨어적으로 처리하여 사용하였다^[12-14].

많은 산업용 Nd:YAG 레이저의 경우 Q switching drive가(대개는 AO 변조기) 공진기 내

에 있어 이를 이용하여 원하는 on/off 제어를 할 수 있고 펄스의 길이도 제어가 가능하다. 그러나 이 경우에는 펄스의 시작부분에 Q 스위칭 효과에 의하여 침투 출력이 큰 짧은 Q 스위칭 펄스가 섞여 나오기 때문에 공진기 밖의 AO 변조기를 이용하였다. 사용한 빔은 AO 변조기에서 1차 회절빔을 사용하였으며, 그 이유는 off때 빔의 강도가 0이 되기 때문이다.

시스템의 제어는 PC에서 빔 스캐너 제어기를 프로그램하여 사용하였고 빔 스캐너 제어기에서 빔 위치제어, dynamic focusing 및 레이저 빔 on/off 제어신호를 내보낸다.

그림 1은 본 연구를 위해 제작한 솔더링 시스템의 구성도를 보인 것이다.

3. 솔더링 결과 및 고찰

그림 2은 패드 위에 Sn-37Pb 페이스트 납재를 도포한 다음, QFP를 세팅한 상태에서 리드를 레이저로 조사한 결과 사진이다.

그림 3은 시편에 대해 레이저 출력과 조사시간에 따른 납재의 웨팅 여부를 나타낸 것이다. 레이저 출력 5W 및 5.9W일 때 400ms 이상에서 납재는 완전히 웨팅되었다. 또, 레이저 출력 2.9W일 때 200ms 이하, 5W 및 5.9W일 때 100ms 이하에서 납재는 dewetting 되었으며, 웨팅영역과 dewetting 영역 사이에 partial wetting 영역이 존재하였다. 레이저 빔의 조사 속도가 출력에 비해 너무 느린 경우 패드를 따라 손실되는 에너지의 효과가 커지기 때문에 솔더를 효율적으로 용융시키지 못하고 dewetting을 일으킨다. 일반적으로 dewetting의 원인으로 피접합재의 오염, 산화막 제거 불충분, 피접합재의 가열 불충분등이 있다^[15]. 그리고 조사 속도에 비해 빔 출력이 큰 경우 국부가열에 의해 페이스트내의 휘발성 성분등이 폭발적으로 팽창하므로 주위에 솔더 불이 튀어 결과가 좋지 않다^[1]. 따라서 좋은 레이저 솔더링 결과를 얻기 위해서 적정 출력과 적정 조사 속도가 필요하다.

결국, QFP의 외관상 양호한 레이저 솔더링부를 얻기 위해서는 그림 3의 웨팅 영역의 조건으로 솔더링해야 할 것이다.

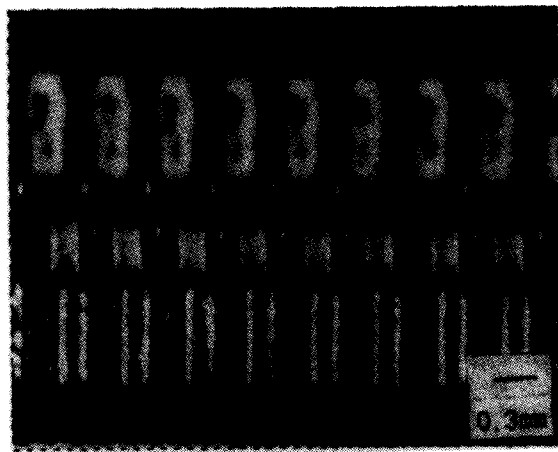


그림 2. 레이저 솔더링 접합 형상(Sn-37Pb solder paste, 5.9W, 400 ms)

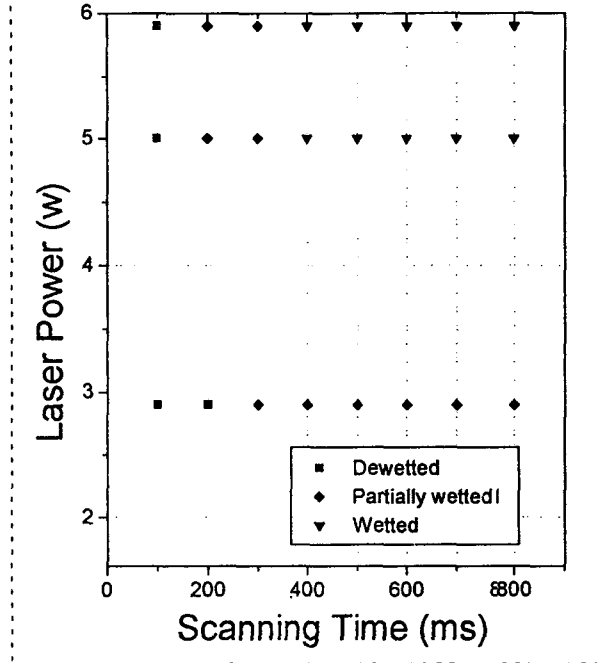


그림 3. 레이저 출력 및 조사 시간에 따른 lead/solder/pad 접합부에서의 Sn-37Pb solder paste의 웨팅(wetting)

그림 4는 Sn-37Pb 납재로 리드와 패드를 솔더링한 부분의 단면 사진을 보인 것이다. 이때 레이저 출력은 2.9W, 빔 조사시간은 700ms이다. 솔더링된 리드 선단의 외관은 약간의 부분 웨팅(partial wetting)이 보였으나, 솔더링 단면부는 만곡형의 형상을 보이며, 이것은 우수한 솔더링부의 전형적인 형상이다. 또, 접합부 단면은 기공 등의 결함이 없는 양호한 상태를 보이고 있다.

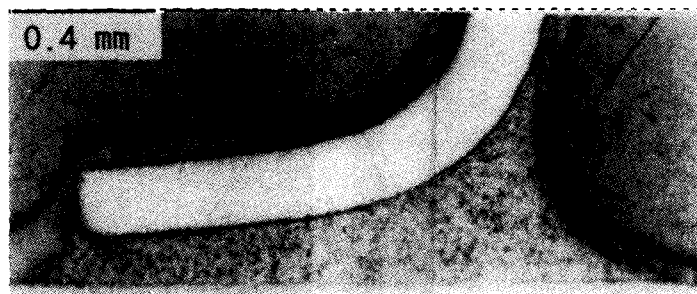


그림 4. 솔더링(soldering) 접합 부위의 단면(2.9W, 700ms, Sn-37Pb solder)

5. 결 론

레이저 솔더링 실험을 위해 레이저빔을 원하는 위치로 전송하고 출력을 필요에 따라 on/off 변조(modulation)할 수 있는 시스템을 구성하였으며 이를 이용하여 레이저 솔더링 실험을 수행하였다.

사용한 빔 스캐너의 위치보정을 위해 필요한 위치오차 데이터를 측정하고 소프트웨어적으로 처리하여 사용하였다. 또 스캐너의 초점 오차를 보정하기 위해서 dynamic focusing을 사용하였다. 레이저 빔의 on/off 제어를 위해 AO 모듈레이터를 사용하였으며, 1차의 회절 빔을 솔더링에 사용하였다.

Sn-37Pb를 납재로 사용하여 QFP100 패키지의 리드를 레이저로 솔더링 하였다. 레이저 출력이 5W, 5.9W인 경우, 레이저 빔 조사 시간을 각각 400ms 정도로 하였을 때 납재는 웨팅되었으며, 리드와 패드간에 만곡형의 양호한 솔더링 접합부의 외관을 얻을 수 있었다. 그리고 그림 3과 같이 레이저 빔 조사 조건에 따라 dewetting 영역과 wetting영역이 나누어 졌다.

참 고 문 헌

1. R. P. Prasad, *Surface Mount Technology Principles and Practice*, Van Nostrand Reinhold, New Yourk, (1989)
2. M. Totani et, al., "Design of 0.35mm pitch QFP lead and its assembly technology", IEEE Trans. on Compo., pack., and manu. tech.-B, 18(1995), 3, p.456
3. P. Jain, "296 lead fine pitch (0.4mm) thin plastic QFP package with TAB interconnect", IEEE Trans. on Compo., pack., and manu. tech.-B, 18(1995), 3, p.463
4. 임형철, 장석원, "리플로 납땜에서 플라스틱 패키지의 신뢰성", 대한기계학회지, 제 36권, 제 10호, p. 921, (1996)
5. D. U. Chang, "An analytical model for laser reflow soldering of an electronic component", Weld. J., (1987), 11
6. T. J. Glynn et. al., "Reflow soldering of fine-pitch devices using a Nd:YAG laser", SPIE Vol. 1598. Lasers in microelctronic manufacturing (1991), p. 200
7. A. Adachi et. al., "Fluxless soldering with laser for assembly of TCP", ICALEO(1995), p. 35
8. P. Spletter, "Gold-to-Gold TAB ILB with a Laser", IEEE Trans. on Compo., pack., and manu. tech.-B, 17(1994), 4, p554
9. 村上, 星之内, "TCP實裝用 レーザはんだ付技術", 日本溶接學會紙, 63 (1994), 3, p. 190
10. *Operations Manual of N23080 AO modulator*, NEOS Technologies Inc.
11. J. S. Ehrmann, "Optics for vector scanning", SPIE vol. 1454, p. 245, (1991)
12. *User manual for XY scan head series*, General Scanning Inc. 1991
13. *Reference manual for XY scan head series*, General Scanning Inc. 1991
14. J. R. Weisz, "Software calibration of scan system distortions", SPIE vol. 1454, p. 265, (1991)
15. 高塩 외, 實用セラミックス接合とはイテクロウ付, S.G.C., (1987)