

레이저를 이용한 FPCB 접합 공정에 관한 연구

FPCB Bonding Process Using Laser

*심혁훈¹, 송춘삼², #김종형³

*H. H. Shim¹, C. S. Song², # J. H. Kim(johnkim@snut.ac.kr)³

¹서울산업대학교 산업정책기술연구소, ²서울산업대학교 산업정책기술연구소, ³서울산업대학교 기계설계자동화 공학부

Key words : laser, FPCB, Bump Direct Bonding

1. 서론

현재 첨단산업의 발달과 산업전반에 걸친 전자부품의 소형화, 경량화, 고집적화의 추세에 있으며, 이에 대응하기 위해 기존 공정을 대체할 수 있는 신 공정기술의 개발이 꾸준히 진행되고 있다.

최근 전자부품업체의 급속한 발전과 더불어 PCB제품의 소형화 및 고집적화가 진행되고 있으며 반복적인 굽힘 예도 유연하고 높은 내구성을 갖는 연성인쇄회로기판(Flexible Printed Circuit Board)의 사용이 증가하는 추세이다.

현재 사용되고 있는 접합방법은 초음파접합(ultrasonic bonding), 열 용착 접합(heat plate bonding)으로 이루어지고 있으며 그중 가장 많이 쓰이는 접합 방법은 이방성 전도 필름(ACF)또는 이방성 전도 페이스트(ACP)를 이용한 열용착 접합 방법이다

열 용착 방식은 heat plate에 고온의 온도를 설정하고 열이 칩을 통해 접합 물질이 경화되어 접합하는 방식이다. 이는 공정이 단순하지만 접합 시간이 오래 걸리며 고온의 접합으로 인한 칩의 내부의 손상을 가져올 가능성이 크다. 두 번째로 초음파 접합의 장점은 저온에서 접합이 가능하다는 장점이 있다. 접착제가 필요 없이 직접 접합이 가능하므로 공정이 단순해지고 공정 단가가 낮아지며 저온에서 접합이 이루어 지므로 칩의 내부 손상을 줄일 수 있는 장점이 있다.

그러나 초음파 접합은 pad와 pad를 마찰시켜 접합시키는 방식이기 때문에 접합면의 마모가 발생할 우려가 있으며 접합의 공정기술에 많은 기술이 필요하다.

단일과장의 레이저를 이용한 접합 방법은 기존의 공정들의 단점을 보완할 수 있는 새로운 기술이다. 접합 대상의 칩에 레이저를 조사하게 되면 레이저의 빛 에너지를 접합 하고자 하는 범프(bump)나 기판부위에 빛에너지가 열에너지로 변환이 되면 접합부의 물질이 경화되며 접합이 이루어지게 된다.

레이저 접합 방식은 짧은 시간에 조사가 이루어지고 접합부의 범위를 제한할 수 있기 때문에 칩의 손상가능성이 적고 공정시간을 단축시킬 수 있다.

따라서 본 논문에서는 모바일용 FPCB를 접착제 없이 Au to Sn Bump 를 접합하였다. 접합시간과 레이저의 출력, 그리고 laser 헤더의force의 상관관계를 통해 적정온도에서 빠른 시간 안에 접합부의 범위 설정으로 최소화하여 접합되는 접합정도를 알아보고자 하며 전단테스트를 통해 접합정도를 평가하였다.

2. 실험 방법

레이저 접합 장비는 삼성 테크윈사(Fig.1)의 Laser Flip Chip Bonder을 사용하였다. 재료는 휴대폰에 사용되는 LCD Driver IC 기판과 FPCB를 Au to Sn 로 접합시험을 하였으며 재료 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Specification of specimen for experiment

Sn-plate Substrate	Bump Size	Pad Size
	9.5(W)mm 10.0(L)mm 0.03(T) μ m	10.0(W)mm 10.0(L)mm 0.4(T)mm
FPCB panel	0.5(W)mm 1.23(L)mm 0.03(T) μ m	3.0(W)mm 13.0(L)mm 0.1(T)mm



Fig.1 Laser bonding system

Table 2 Laser machine specification

Operation Mode	CW type
Operation Voltage	14.04 VDC
Wavelength	808nm
Maximum Power	202.6 Watts @ 39A
Rising Time	40 ~ 500 msec

본 연구에 사용된 레이저(Table 2)는 출력 200W, 808nm파장, Threshold Current 6.9A를 가지는 CW type Laser를 사용하였고, 실온 상태에서 접합을 진행하였다.

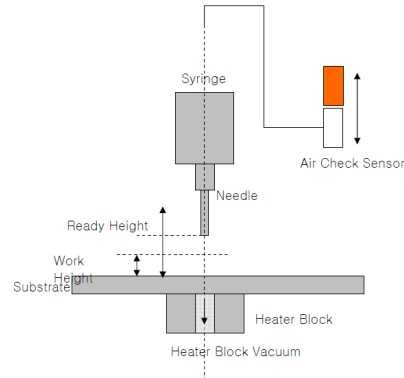


Fig.2 system configuration

실험 진행 방법은Fig.2와 같이 Substrate 위에 PCB기판을 흡착 시킨 후 Syringe의 Head에 FPCB를 흡착시킨다.

각 기판 Bump의 각 위치를 Align시키고 Laser를 이용하여 접합실험을 진행하였다.

Table 3 Laser condition configuration

Scan Area	6mm x 2.8 mm
Scan Speed	4000mm/s
Time	0.6~1 sec
Laser Power	5~9 V
Laser Force	0.5~0.9(kg)
Scan Mode	hatching
Raster Count	7

각 레이저 조사를 위한 HPCB기판의 Bump의 개수는 10개로 설정하였고 FPCB기판의 Bump의 수는 10개로 정하여 실험을 진행하였다.

Table 3과 같이 Laser Scan Area size는 가로 세로 각각6mm와 2.8 mm로 각 기판Bump의 크기 만큼 설정하여 Bump외의 부분에는 조사가 되지 않도록 하였다. 접합 시간의 범위는 1초에서 2초사이의 시간동안 접합을 진행하였고 Laser의 출력은7~10V의 범위에서 증가시키며 접합을 진행하였다.

레이저 출력 및 시간과 그에 따른 Laser Force의 설정은 기본값인 0.5에서부터 0.7까지 진행하여 Force의 상관관계를 실험하였다.

접합 Raster 라인 수는 7로 설정 하여 실험을 진행하였다.

2. 실험 결과

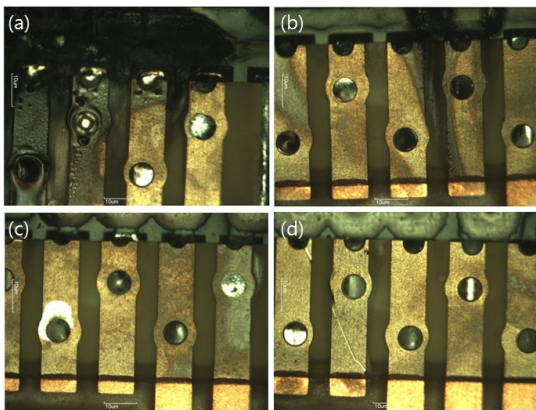


Fig.3 Laser bonding image

Fig.3 은 5배율로 FPCB 와 HPCB를 접합한 부분의 이미지이다. 접합 시간을 2초로 두고 레이저 출력(V)를 9로 주었을 때 Fig.3(a)의 경우처럼 범프의 상단부분이 높은 레이저 파워 밀도에 의해 손상된 것을 볼 수 있다. 이는 높은 레이저의 높은 출력과 시간에 따른 레이저의 과잉 밀도에 의해 손상이 가해진 것으로 보인다.

Fig.3(b)는 1.2초의 레이저 조사시간과 8V의 레이저 출력을 주었을 때 일부 범프의 접합면에 그을림이 발생한 것을 알 수 있다.

Fig.3(c)는 동일한 조건에 레이저 출력을 7V로 하였을 때 각 범프 접합면의 손상정도는 거의 없는 것으로 나타났다.(d)의 경우 시간은 0.1초 짧게 설정하고 레이저 출력을 1V높여 1.1초의 접합시간과 9V의 레이저 출력을 가지고 (c)와(d)를 비교 했을 때 범프의 손상이 없는 단자의 범프에 성공적으로 용융됨을 알 수 있는데 범프의 녹는점에 맞는 레이저 출력이 이루어 졌음을 알 수 있다.

위의 접합 실험을 바탕으로 한 진단테스트 결과는 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내고 있다. 접합된 4개의 샘플을 실험하였으며 실험 결과 Fig.4의 (a-1.2초, 8V))가 2823g의 강도로 가장 높은 결과 값을 보였다.

Fig.4(b)는 (a)와 접합시간은 같고 출력이 1V 작은 7V값으로 접합을 하였다. 진단강도는 1817g로 측정되었으며 이는 시간은 같으나 같은 접합시간에 레이저 출력의 변화로 1000g가까운 변화 값을 나타내었다.

Fig.4(c)는 접합시간을 1.1초, 레이저 출력을 9V로 하였을 때 진단테스트 결과값이 375g의 값을 얻었다.

위의 결과로 접합시간에 따른 조건이 레이저 출력보다 접합에 더 밀접한 관계임을 알 수 있으며 접합시간1초 와 레이저 출력8V 이하의 조건에서는 접합이 이루어 지지 않음을 보였다.

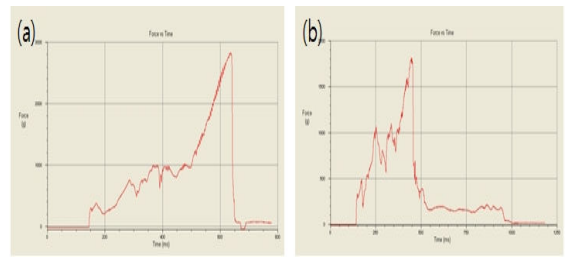


Fig. 4 Shear Strength Test(a,b)

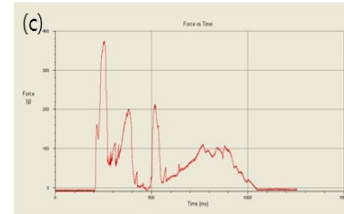


Fig. 5 Shear Strength Test(c)

4. 결론

본 논문에서는 HPCB와 FPCB의 접합을 통해 국부적인 접합으로 저온에서의 접합정도를 알아보고자 공정조건들을 비교하며 분석하였다. 접합 결과 접합시간은 1.2초에서 레이저 출력이 8V 압력이 0.7일 때 접합력이 우수함을 보였으며 같은 조건에서 레이저 출력이 7V일 때 접합정도가 약간 떨어짐을 보였으나 레이저의 과잉 출력으로 인한 범프의 손상정도가 없었다. 본 연구를 통해서 레이저 접합의 시간, 레이저 출력이 성공적인 접합을 결정하는 중요한 공정 변수임을 알 수 있었다. 또한 레이저 빔 스폿의 크기 와 접합시편의 크기에 따른 공정변수가 많음을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 서울산업대학교의 서울시 산학연 협력사업(10890)의 지원을 받았다.

참고문헌

1. H.S.Bae" FPCB 원자재에 대한 레이저 가공 특성 연구", 한국정밀공학회 2008년도 춘계학술대회논문집 pp. 383-384
2. J.H.Kim, C.S.Song, J.H.Kim, D.Y. Jang" IR 레이저를 이용한 COG 접합 공정 개발을 위한 실험적 연구", 한국 공작기계학회 2008 춘계학술대회 논문집 pp.317-321
3. E.J.Choi, D.W.Yoo, J.H.Byun, D.K.Ju" 고온용 RFID 태그 패키징 및 접합 방법", 한국통신학회논문지, 2009,
4. Wei Tan, "Development of Convective reflow-projection moire warpage measurement system and prediction of solder bump reliability on board assemblies affected by warpage", Georgia Institute of Technology, 2008