

초음파를 이용한 FPCB 금속 접합 공정 연구

FPCB Metal Bonding Process Using Ultrasonic

*지명구¹, 송준삼², 김종형³

*M. G. Ji¹, C. S. Song², #J. H. Kim(johnkim@snut.ac.kr)³

¹ 서울산업대학교 NID 융합기술대학원, ²서울산업대학교 산업정책기술연구소, ³서울산업대학교 기계설계·자동화공학부

Key words : FPCB, Ultrasonic Bonding, Bump Direct Bonding

1. 서론

현재 기술의 발달로 반도체 IC칩의 입출력 단자수(I/O Pin)가 증가하고 용융 온도가 높은 무연 솔더(Pb-Free Solder)의 사용이 의무화 되는 추세이다.¹⁾ 여기에 관련된 패키징 기술이 연결선을 이용한 납땜 방법(Wire Bonding), Ball 모양의 전도성 Solder로 대체한 BGA, 전도성 테이프를 이용한 TAB 등이 있다. 최근에는 기존의 단일 IC칩 패키지 구조에서 패키지 자체를 생략하고 베어 다이(Bare Die) 자체를 사용하여 패키징하는 플립칩(Flip-Chip) 방법을 많이 사용하고 있다.²⁾ 그 중에서 초음파를 응용하여 접합면에 진동 마찰시켜 접합시키는 기술이 각광받고 있다.

초음파 접합의 대표적인 장점은 저온접합이 가능하다는 점이다. 또한 상온에서 접착제(ACF, NCP 등)가 필요없이 직접(Direct) 접합하므로 공정이 간단하고 제조 원가를 낮출 수 있다. 이로써 기존의 접합공정보다 높은 신뢰성 확보와 많은 입출력 Pin을 가진 LCD 구동 IC기판 등을 접합하는데 유리하다.³⁾ 하지만 이와같은 장점에도 불구하고 IC기판 PAD Bump와 FPCB기판 Bump를 마찰 열로 접합하기 때문에 마모가 발생한다. 그리고 접합된 IC PAD • FPCB기판 제품에 일정 이상의 변위(충격)를 가하면 접합면의 접착력이 저하된다. 때문에 초음파를 이용한 FPCB 접합 기술 수준은 크게 미흡하여 공정개발에 많은 연구가 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 모바일 어플리케이션용 FPCB를 접착제(ACF, NCP 등) 없이 HPCB에 직접 접합한다. 이때 Au to Au Bump의 접합을 위하여 초음파를 이용하였고, 접합 실험을 통해 실제 적용 가능한 접합 시간, 접합 압력에 따른 접합공정을 연구하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치

본 연구에서는 초음파 접합 공정 개발의 가능성을 살펴보기 위해 접착제 없이 직접 금속 접합을 하였다. 재료는 휴대폰에 사용되는 HPCB와 FPCB를 Au to Au Bump 접합을 하였다. Fig.1는 실험에 사용되는 초음파 접합 장비이다. 초음파 진동자는 40kHz용 진동자(일본 NFH社)를 사용하였고 발전회는 최대 출력이 200W가 되도록 제작되었다.

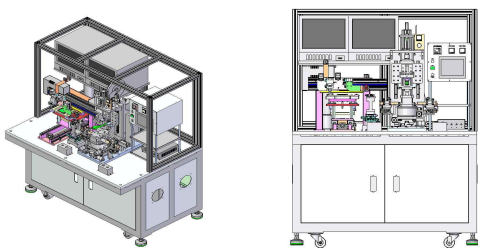


Fig. 1 Ultrasonic COG Bonding Machine

Panel Size	20(L)×15(W) ~ 100(L)×80(W)mm
IC Size	Min: 6(L)×1(W)×0.4(T)mm
	Max: 25(L)×4(W)×1.1(T)mm
Align Mark Size	30 ~ 200um

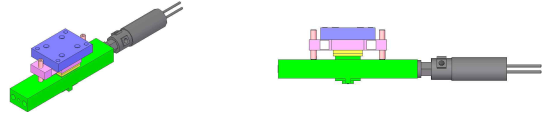


Fig. 2 Ultrasonic Horn

Fig.2는 초음파 접합 실험에 사용되는 초음파 혼이다. 상온에서 300℃ 까지 온도를 견딜 수 있다. 사용하는 주파수는 40kHz이며, 최대진폭은 6um이다.

2.2 실험재료

본 연구에서 사용된 FPCB는 모바일 디스플레이 구동에 사용되는 재료이며, 적층구조는 Coverlay, Copper + Plate, Polyimide, Copper + Plate, Coverlay이다. 여기서, Coverlay에는 Au 0.03um, Ni 1~3um 두께로 구성되어 있다. FPCB와 접합이 될 HPCB는 Ni 3.0um, Au 0.03um 두께로 무전해 도금을 사용하였다. Table.1은 접합 실험에 사용된 시편의 규격이다.

Table. 1 Specification of specimen for experiment

	Au Bump Size	Pad Size
Au-plated Substrate	9.5(W)mm	10.0(W)mm
	10.0(L)mm	10.0(L)mm
	0.03(T)um	0.4(T)mm
FPCB panel	0.85(W)mm	5.95(W)mm
	1.2(L)mm	1.2(L)mm
	0.03(T)um	139(T)um

2.3 실험방법

본 실험에서는 FPCB-HPCB 대해 횡 초음파 방식을 적용해 보았다. 접합하기 전 Fig.3과 같이 실험구성을 하고 접합하였다.

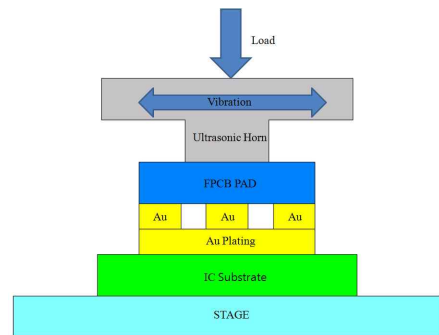


Fig. 3 Ultrasonic Bonding Process

2.4 접합 공정 변수

본 실험에서 FPCB와 HPCB를 접착제 없이 접합하기 위해서 COG Bonder 장비와 실험재료에 대해서 공정 변수를 설정하였다. 장비는 접합압력 0.40MPa, 접합시간 0.5, 1, 1.5, 2sec, 접합온도 150, 160, 170, 180, 190, 200℃로 설정하였다. 접합에 사용되는 재료에는 알코올 Dipping 표면처리와 Pen 플릭스를 도포하여 접합하였다.

3. 결과 및 고찰

초음파 접합시간을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0sec 간격으로 40kHz의 주파수로 FPCB-HPCB를 접합하였다. Fig.4 는 최대 접합시간 2sec를 주어 접합한 단면을 전단강도 테스트한 표면 모습이다. (b)의 모습을 보면 Bump가 뜯겨 나간 모습을 확인할수 있다. 실제로 전단 강도 테스트 결과값이 545.3gf 이다. (a) 전단강도 값은 242.9gf, (c) 545.3gf, (d) 1142.7gf이다.

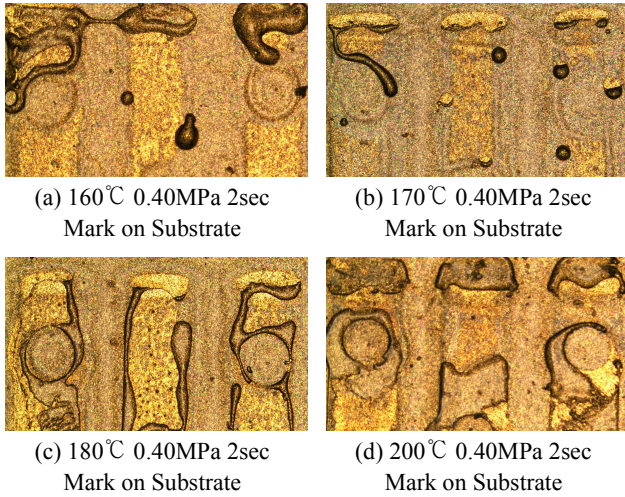


Fig. 4 After bonding Substrate Surface

그림(b) 170°C 구간에서의 접합은 저온 접합으로 산업용 접합으로 사용할 수 있다. 또한 온도가 높을수록 접합 강도가 높아지는 걸 볼 수 있다. 아래 Table.2는 접합온도, 시간이 접합강도에 미치는 영향을 볼수 있다.

Table.2 Bonding result

접합온도 (°C)	접합시간 (sec)	접합압력 (MPa)	접합강도 (gf)
150°C	0.5	0.40	627.1
	1.0		495.1
	1.5		544.7
	2.0		242.9
160°C	0.5	0.40	498.2
	1.0		570.1
	1.5		814.0
	2.0		498.2
170°C	0.5	0.40	435.1
	1.0		674.3
	1.5		332.5
	2.0		545.3
180°C	0.5	0.40	487.1
	1.0		644.5
	1.5		438.8
	2.0		523.6
190°C	0.5	0.40	247.2
	1.0		614.1
	1.5		438.8
	2.0		513.7
200°C	0.5	0.40	275.6
	1.0		336.8
	1.5		593.7
	2.0		1142.7

4. 결론

초음파를 사용하여 FPCB-HPCB를 접합 하였고 Table.2 의 내용과 같은 값을 얻었다. Table.2 내용을 보면 접합강도는 온도가 높아짐에 따라서 접합강도가 올라가지만 접합시간을 올릴수록 도리어 접합강도는 떨어지는걸 알 수 있다. 이는 초음파가 진동의 특성을 가지고 있기 때문에 접합 시간을 계속 늘릴수록 접합된 부위가 마찰로 인한 손상이 생겨 접착력이 감소하기 때문으로 판단된다. 그러므로 접합시간은 1 ~ 1.5sec, 접합온도 170 ~ 180°C 으로 하면 모바일 공정에 사용하는 접합강도를 얻을수 있는 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 서울산업대학교의 서울시 산학연 협력사업(10890)과 국가 플랫폼기술개발사업의 지원을 받았다.

참고문헌

1. 종방향 초음파를 이용한 솔더링 공정의 모델링, Journal of KWS, Vol. 21, No. 5, September, 2003
2. Kang, S. Y. and Williams, P. M. and McLaren, T. S. and Lee, Y. C., 1995, "Studies of thermosonic bonding for flip chip assembly", Materials Chemistry and Physics, Vol.42, pp.31-37.
3. K.W Lee, H.J Kim, I. Kim, K.W Paik, "Ultrasonic anisotropic conductive film (ACFs) bonding of flexible substrates on organic rigid boards at room temperature," Proc. Conf. on 2007 Electronic Components and Technology, pp.480-486.