

# 이방성 도전성 필름을 이용한 열초음파 COG 접합 Thermosonic Chip-on-Glass(COG) Bonding Using Anisotropic Conductive Film

\* 전성호<sup>1</sup>, 임병승<sup>1</sup>, 이성혁<sup>1</sup>, 신영의<sup>1</sup>, #김종민<sup>1</sup>

\* S. H. Jeon<sup>1</sup>, B. S. Yim<sup>1</sup>, Y. H. Kim<sup>1</sup>, S. H. Lee<sup>2</sup>, Y. E. Shin<sup>2</sup>, #J. M. Kim(0326kjm@cau.ac.kr)<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 중앙대학교 기계공학부

Key words : Thermosonic, Anisotropic Conductive Films(ACFs), Chip-on-Glass(COG)

## 1. 서론

Sn-37Pb 공정 솔더를 대체할 재료 중의 하나인 도전성 접착제는 일반 솔더에 비해 저온 프로세스가 가능하여 열 응력이 적게 발생하고, 납이나 유독성 금속을 포함하지 않아 환경 친화적이고, 공정이 간편하다는 장점 등을 가지고 있어 많은 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 도전성 접착제 중, 이방성 도전성 필름(Anisotropic Conductive Film: ACF)은 초 미세 피치대응력이 뛰어난 재료로써 LCD, PDP, PLED 등의 디스플레이 Panel Glass 와 Flexible PCB 에의 구동 IC 나 Package 등을 접속하는데 필수적으로 사용되는 핵심소재다.<sup>1,2)</sup>

현재 LCD 공정에서의 ACF 접합은 일반적으로 열 압착 접합(thermo-compression bonding: TCB)방법이 널리 사용되고 있다.<sup>3)</sup> 그러나 기존의 TCB 방법은 ACF 의 경화를 위한 경화온도를 낮추고, 접합부의 신뢰성을 확보하기 위한 경화시간을 단축시켜야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 열 초음파접합 방법에 의한 ACF 접합 방법을 새롭게 개발하였다. 새롭게 개발한 열초음파 ACF 접합 방법은 초음파 진동에 의해 국부적으로 열이 빠르게 발생하여 전체 접합공정 온도를 줄임으로써 TCB 방법에 비하여 열적 문제점을 줄이면서 공정시간의 단축과 신뢰성의 접합이 가능하다. 본 연구에서는 ACF 를 이용한 열초음파 Chip-on-Glass (COG) 접합기술을 제시하였다.

## 2. COG 접합 프로세스

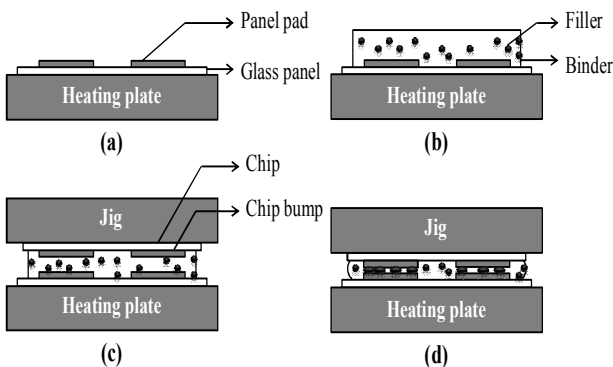


Fig. 1 Bonding process: (a) Glass panel fixing on heating plate (b) ACF pre-bonding on glass panel (c) Chip alignment & pre-heating (d) Apply the heating, ultrasonic & pressure

COG 접합기술은 Glass panel 에 IC chip 을 접합하는 방식으로, 초박형, 경량화로 인한 접속 피치의 미세화에 대응하는 새로운 실장방식으로 하나 또는 두 개의 칩이 붙는 휴대폰과 같은 디스플레이 패널의 4 인치 이하의 소형 제품에 성공적으로 채택된 접합 방식이다. 열 초음파(Thermo-sonic)를 이용한 COG 접합공정은 다음과 같다. Glass panel 의 pad 부에 낮은 온도와 압력으로 ACF 를 예비접합(pre-bonding)한 후 Thermo-sonic COG Bonding Machine 의 가열부에 ACF 가 예비접합된 Glass panel 을 고정된 후 IC chip 과 Glass panel 을 정렬하고 압력과 온도, 초음파를 인가하여 접합한다. 열 초음파 ACF 접합공정을 Fig. 1 에 나타내었다.

## 3. 사용재료 및 실험방법

### 3.1 Materials

본 실험에서는 21.56mm×1.28mm 규격의 Chip(R61505U: RENESAS Co.)과 35mm×48.5mm 규격의 Panel(2.0i TFT: CASIO Co.)이 사용 되었다. Chip 은 Au 성분의 I/O bump 로 구성되며 Input bump 는 50 μm×80 μm×15t μm, 피치간격은 70 μm이고, Output bump 는 21 μm×100 μm×15t μm, 피치간격은 50 μm이다. Chip bump 에서의 특이점이라 할 수 있는 것은 일반적인 평평한 형상의 bump 와는 달리 bump 면이 볼록하게 가공 되어 있다는 점이다. Panel pad 의 성분은 Al 으로 구성되어 있으며 Chip 과 마찬가지로 I/O pad 로 구성되어 있다. Panel pad 는 접합 시 도전입자가 채워져 기계적 강도를 향상시키기 위해 Chip 의 반대로 오목하게 형성되어 있다. 또한, 본 실험에서는 SONY Chemicals 사의 ACF(CP3420AI4)가 사용되었다. ACF 의 내부에는 resin particle 의 외부를 Ni/Au 도금층과 절연층이 감싸고 있는 직경 4 μm의 filler 가 분산되어 있다. 열과 압력에 의해 변형된 Filler 는 압력을 받은 방향에 대한 절연층의 파괴로 인해 대향 전극 간에 전도패드를 형성하고, 압력을 받지 않은 부분은 절연층에 의해 인접 filler 간의 충분한 절연특성을 확보할 수 있다.

### 3.2 COG 접합실험

Table 1 에서는 ACF 의 제작사에서 제시한 TCB 시 ACF 의 충분한 경화도와 기계적 신뢰성을 확보할 수 있는 접합 조건을 나타내었다. TCB 시 210℃, 70MPa 의 접합 조건 하에서 전극 사이에 전도패드를 형성하고 경화를 완료하는데에는 7 초의 시간이 소요된다. 이때에 인접하는 전극 사이에 접착제가 채워져 도전입자가 서로 고립되어 존재하기 때문에 높은 절연성이 확보된다.

Table 1 ACF bonding condition

Bonding Condition	Item	Detail
	Temperature	210℃
	Time	7sec
	Pressure	70MPa

본 실험에서 가해진 초음파의 진폭은 ±1.5μm 이며 주파수는 40kHz 이다. 접합에 가해진 압력은 ACF 의 접합조건인 70MPa 을 전체 Bump 면적에 동일하게 적용하였다.

열 초음파를 이용한 COG 접합조건(Bonding condition)과 접합 후 검류계를 통해 확인된 구동여부 및 Full White Pattern 일 때의 소비전류를 Table 2 에 함께 나타내었다.

Table 2 ACF thermo-sonic bonding test condition and results

Item	Test1	Test2	Test3	Test3
Temp.	170℃	170℃	190℃	190℃
Bonding time	2sec	3sec	2sec	3sec
Pressure	70MPa	70MPa	70MPa	70MPa
Condition/Consumption current	Not good/12mA	Not good/11mA	Good/10mA	Good/10mA

### 3.3 신뢰성 평가

Table 2 의 접합 조건에 따라 접합을 시행한 후, 구동여부와 소비 전류를 측정된 결과 Test 3 과 4 에서 정상적인 구동상태와 소비전류가 나타나는 것을 확인하였고, 이 두 조건에 대해 신뢰성을 평가하기 위해 고온고습 테스트(60℃, 90%RH, 96hours)와 열충격 테스트(-30℃, 30min↔80℃, 30min, 20Cycles)를 시행하였다. 본 실험에 사용된 신뢰성 테스트조건은 실험에 사용된 IC chip 의 제작사인 RENESAS Co.에서 제시한 신뢰성 테스트 조건보다 더욱 가혹한 조건으로 설정하였다.

## 4. 결과 및 분석

### 4.1 신뢰성 평가

신뢰성 테스트 전, Test 3 과 4 의 조건에서 접합이 완료된 panel 에 대하여 소비전류와 구동여부를 확인 해본 결과 각각의 Test 에 대한 시편모두에서 10mA 의 동일한 소비전류가 측정되었고 모든 panel 의 LCD 가 정상적으로 구동되는 것을 확인하였다. 각각의 Test 조건에 따른 시료를 각각 2 개씩 선택하여 신뢰성 테스트인 고온고습 테스트와 열충격 테스트 후에 동일하게 검류계를 통하여 소비전류와 구동여부를 확인한 결과 Test 4 의 경우 모든 시편에서 신뢰성 테스트 전과 동일한 10mA 의 소비전류가 측정되었으며, 시편의 구동상태에서는 Test3 에서는 고온고습 테스트와 열충격 테스트 각각에서 한 개씩의 open 성 불량량이 발생하였고, Test4 에서는 두 가지의 신뢰성 테스트에서 모든 panel 이 정상 구동되어 가장 양호한 접합상태를 나타내었다.

신뢰성 테스트 결과를 Table 3 에 나타내었고, panel 에서 발생한 open 성 불량량을 Fig. 2 에 나타내었다.

Table 3 Driving condition and consumption current of test panel after reliability test

No	Reliability test	Test 3		Test 4	
		Condition	Consumption current	Condition	Consumption current
1	High temperature & humidity storage	D.L.O.	8mA	Good	10mA
2		Good	10mA	Good	10mA
3	Thermal Shock	Good	10mA	Good	10mA
4	storage	D.L.O.	7mA	Good	10mA

D.L.O: Date Line Open



Fig. 2 Failure mode of test penal: Date line open

접합상태가 가장 양호한 Test4 panel 의 chip bump 와 panel pad 사이의 filler 형상을 SEM 을 이용하여 촬영한 결과 구형의 filler 는 타원 형상으로 변형되어 bump 와 pad 사이에 양호한 전도패드를 형성하고 있음을 확인 할 수 있었다. 접합된 filler 형상을 Fig. 3 에 나타내었다.

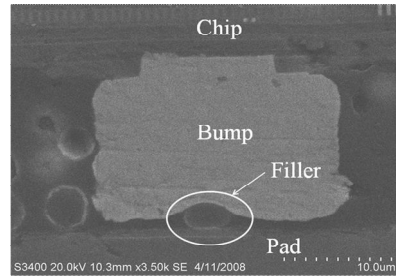


Fig. 3 Shape of filler after bonding process

## 5. 결론

본 연구에서는 기존의 TCB 에서 나타나던 높은 접합 온도와 긴 공정시간에 대한 문제점을 보완하기 위해 새로운 접합방식인 열 초음파 COG 접합방식을 이용한 Glass panel 상의 ACF 접합을 시행하였다. 열 초음파 접합조건은 ACF 의 열 압착 접합조건인 210℃, 압력 40MPa, 접합공정시간 7 초에서 온도를 20℃씩 낮춘 190℃, 170℃로 접합공정시간을 2, 3 초로 설정하여 접합하였다. 신뢰성 테스트 전후의 테스트 시편에 대한 구동여부와 소비전류를 측정하여 열 초음파접합의 접합신뢰성을 평가하였다. 신뢰성 테스트는 고온고습 테스트(60℃, 90%RH, 96hours)와 열충격 테스트(-30℃, 30min↔80℃, 30min, 20Cycles)를 시행하였다. 신뢰성 테스트를 마친 테스트 시편의 구동상태와 소비전류를 비교한 결과 접합부 온도를 190℃로 접합공정시간을 3 초로 설정하여 접합한 시편에서 신뢰성 테스트전과 동일한 결과를 나타내어 접합이 안정적으로 이루어진 것으로 판단되었으며 SEM 촬영을 통한 filler 형상 관찰에서 filler 는 bump 와 pad 사이에서 안정적인 전도 패드를 형성한 것으로 관찰되었다. 이러한 실험결과를 통하여 열 초음파 접합방식은 TCB 방식에 비하여 더 낮은 온도조건에서 접합공정시간을 줄일 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 새롭게 개발한 열 초음파 접합방법은 기존의 TCB 방법에 비해 접합온도와 시간을 단축시킬 수 있는 효과적인 방법으로, 향후 LCD, PDP 등의 디스플레이 및 Flexible 기관 등의 접합에 매우 유용한 기술로 기대된다.

## 후 기

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(10890)의 지원으로 수행되었으며 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. D. Wojciechowski, J. Vanfleteren, E. Reese and H.-W. Hagedorn, "Electro-Conductive Adhesives for High Density Package and Flip-chip Interconnections", Microelectronics Reliability, 40, 1215-1226, 2000.
2. J.C. Jagt, P.J.M. Beris and G.F.C.M. Lijten, "Electrically conductive adhesives: A prospective alternative for SMD soldering?", IEEE Transactions on components, packaging and manufacturing technology-Part B, 18-2, 292-298, 1995
3. M.J. Yim, J.S. Hawng and K.W. Paik, "Anisotropic conductive films(ACFs) for ultra-fine pitch Chip-On-Glass(COG) applications", International Journal of Adhesion & Adhesives, 27, 77-84, 2007