

ACF 본딩을 이용한 FLIP CHIP 접합 공정에 관한 연구

FLIP Chip Bonding Character Using ACF Bonding Process

*최영재¹, 김광민¹, 류광열¹, 이석우¹, 최현종¹

*#Y. J. Choi(youngjae@kitech.re.kr)¹, K. M. Kim¹, K. Y. Ryu¹, S. W. Lee¹, H. Z. Choi¹

¹ 한국생산기술연구원

Key words : Bonding Process, Conductive Film, Flip Chip, Pre-Bonding, Main-Bonding, Compact Camera Module

1. 서론

디스플레이 모듈에서 ACF(Anisotropic Conductive Film)이 방성도전필름을 이용한 접합방식은 휴대폰이나 컴퓨터에 사용되는 LCD패널 및 카메라 모듈생산에 활발하게 사용되어지고 있으며 가격경쟁력이 있는 방식중의 하나이다.[1] 기존에 적용되어지고 있는 분야 중 COF(Chip on Film)의 접합은 36 μ m의 두께의 필름을 미세회로기판에 Flip칩을 접합하는 공정으로 소형 카메라 모듈에 적용하여 휴대폰 단말기 등에 활용하며 소형경량화 기술에 사용할 수 있는 방법이다. CCM(Compact Camera Module) 공정에 있어서 각 제조사에서 생산되는 COF용 ACF 재료에 따른 도전입자의 특성, 에폭시 레진의 특성에 따라 접착저항, 절연특성 등의 전기적 특성과 접합강도 등의 기계적 특성들이 좌우된다. 이러한 재료의 특성은 본딩 온도, 압력, 시간 등의 접합조건 최적화와 밀접한 관계가 있으므로 ACF 재료의 물성과 접합특성에 대한 심도있는 연구가 요구되며, 이를 기반으로 한 조립장비의 개발이 진행되어야 한다.

본 논문에서는 카메라 모듈 Flip칩 Bonding을 COF용 ACF필름을 사용하여 발생 될 수 있는 공정조건을 분석하고 이방성 도전필름 사용한 공정에서의 공정조건에 따른 기계적 접합특성을 분석하였다.

2. 공정조건

(1) ACF접합 공정프로세스 분석

본딩을 진행하기위해서 ACF절단공정과 절단된 필름을 PCB 기판에 1차 접촉시키는 공정을 거치고 프리본딩에서는 Chip과 PCB의 얼라인을 맞추어 가압착시킨다. 메인본딩에서 시간 온도 압력을 고려하여 최종제품을 완성하는 공정으로 이루어진다.

Fig. 1은 ACF 필름을 이용하여 Flip chip접합을 위한 접합공정 프로세스를 나타내었다.

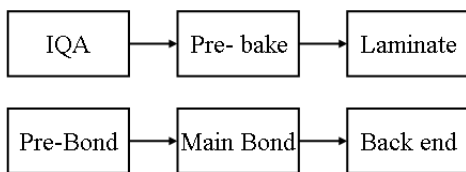


Fig. 1 ACF Bonding Method

(2) ACF 특성분석

이방성 도전 필름은 금속 코팅된 플라스틱 또는 금속 입자 등이 전도성입자를 분산시킨 필름상의 접착체로 LCD 실장분야에서의 LCD 패널과 TCP 또는 PCB 와TCP 등의 전기적 접속에 널리 이용되고 있다. 본 연구에 사용되어진 ACF는 접착필름 두께가 15~35 μ m인 절연 Adhesive에 지름이 3~15 μ m를 갖는 미세한 전도성 입자를 흩뿌린 상태의 접착 필름을 적용하였다. 이외에 Conductive Particle 은 여러 종류가 있는데 Carbon Fiber, Metal(Ni, Solder) 그리고 Metal(Ni/Au)-Coated Plastic Ball 등이 주로 사용된다.[3] 본 연구에서는 (Ni/Au coated polymer ball) 필름을 사용하여 ACF접합을 실시하였다. Fig. 2는 실험에 사용된 본딩 장비이며 절단장치 프리본딩 메인본딩 순으로 장착되어있으며 프리본딩 측에 CCD 얼라인 모듈과 온도 컨트롤러가 하단에 위치되어있다.

연구를 위하여 일반적인 자동 본딩 공정 보다 온도, 시간, 압력, 정렬등 공정변수 수정이 용이한 세미 매뉴얼 형태로 제작하였다. Fig.3은 ACF 본딩 메커니즘과 본딩 후의 도전볼 상태를 나타내었다.

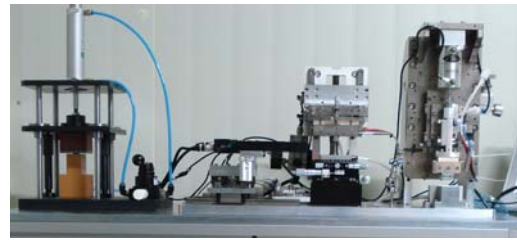


Fig. 2 ACF Bonding Machine

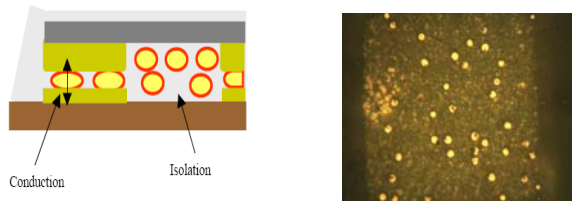


Fig. 3 ACF Bonding Method

본 연구에서는 ACF 접합공정과 특성을 분석하기 위하여 본딩 프로세스 별 공정분석을 실시하였다. 실험에 앞서 전체적인 본딩 공정 분석이 필요하였으며 크게 두가지 측면에서 나타내어 보았다. Table 1 은 ACF 본딩 장치의 프리본딩 메인본딩의 각 부분에서 나타내어지는 파라미터를 나타내었으며 본딩 공정에서 가장 중요시 되는 특성으로 본 연구에서는 기존의 발표문헌의 근거로 시간, 압력, 온도를 특정인자로 채택하였다.[1]

또한 실험의 체계성과 인자별 영향성 고려하였으며 최적조건 도출을 위하여 실험계획법 DOE을 적용하여 특성치를 찾고자하였다. 주요인자로 시간 온도 압력을 중요인자로 선정하였으며 Table 2 이외의 프리본딩과 테이블 온도조건 등은 ACF 본딩 공정의 기초실험을 통하여 선정된 조건으로 진행하였고 본딩공정에 가장 많은 영향을 미치는 메인본딩에서 Table 2의 실험조건을 적용하였다.

Table 1 ACF Bonding Parameters

Pre-Bonding	Main- Bonding
Pressure	Pressure
Time	Time
Head temperature	Head temperature
Substrate work stage temperature	Substrate work stage temperature

Table 2 ACF Bonding DOE Matrix

NO	Time (sec)	TEMP (°C)	force (N)	NO	Time (sec)	TEMP (°C)	force (N)
1	10	180	40	15	15	200	60
2	10	180	50	16	15	220	40
3	10	180	60	17	15	220	50
4	10	200	40	18	15	220	60
5	10	200	50	19	20	180	40
6	10	200	60	20	20	180	50
7	10	220	40	21	20	180	60
8	10	220	50	22	20	200	40
9	10	220	60	23	20	200	50
10	15	180	40	24	20	200	60
11	15	180	50	25	20	220	40
12	15	180	60	26	20	220	50
13	15	200	40	27	20	220	60
14	15	200	50				

본딩 공정에서 가장 중요시 적용된 것으로 제품의 수명과 품질에 가장 영향을 미치는 것으로 판단되는 두 가지의 경우를 예측 할 수 있는 데 첫째, ACF의 접착력과 관련이 있는 Peel 접합특성을 알고자 하였으며 이것은 Flip chip과 PCB의 접합 특성을 결정짓는 중요한 요소이다. 접착강도는 ACF 본딩 공정 기술에서 외관상으로는 신뢰도를 결정지을 수 있는 중요한 요소이다. 둘째로는 Flip chip의 범프와 PCB사이의 무수히 많은 ACF 도전입자를 통하여 전도 될 수 있는 전류의 양을 판단하는 것인데 이것은 본딩의 압력뿐만 아니라 본딩 장비 자체의 평행도의 영향들이 존재하며 높은 품질의 제품을 생산하기 위해서는 여러 가지 사항 중 에서 위의 조건들이 기본적으로 적용되어야한다.

위 두가지 중 본 논문에서는 접합강도 특성의 영향 분석에 중점을 두어 연구 진행하였다.

3. 결과분석

Table 2의 조건을 적용하여 실험을 실시하여 원인인자를 분석하여 보았다. Fig. 4는 본딩 후 접합강도를 측정된 데이터 이다. 또한 힘의 크기를 측정하여 본딩 파라미터 조건에 따른 특성치를 분석하였다. Fig. 5는 각각의 주 효과를 분석하여 살펴보았다. 분석결과, 압력은 접합강도에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 이러한 특징은 압력이 미치는 영향은 범프와 PCB상의 관계의 저항치와 관련이 있으며 오히려 과도한 압력은 범프의 손상을 초래할뿐더러 제품의 신뢰도에 악영향을 미칠 수 있으므로 가급적 평행도와 얼라인에 영향을 미치지 않는 범위에서 이루어져야할 필요성이 있다.

본딩 시간과 온도는 접합특성과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났는데 Fig. 5에서의 결과로 시간과 온도는 증가할수록 양호한 특성으로 나타났다. 이 현상은 ACF의 용융시간과 경화에서 나타나는 특성으로 예상되나 시간과 온도가 높은 결과는 제품의 생산성에 막대한 영향을 미치며 또한 고온에서 접합이 이루어지는 관계로 제품의 품질적인 측면에서 볼 때에 안정적인 범위내에서 최적조건을 찾아야 한다. Fig. 6은 접합강도에 가장 영향이 적은 압력조건을 제외하고, 온도와 시간에 따른 접합강도를 도시하였다.

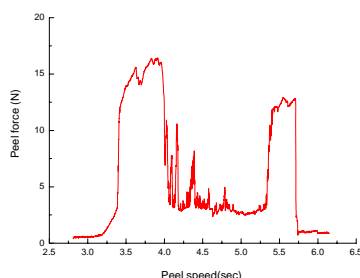


Fig. 4 ACF Peel Force Test Result

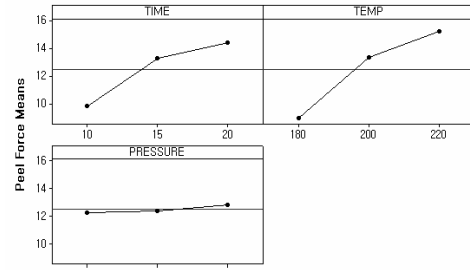


Fig. 5 ACF force Main Effects

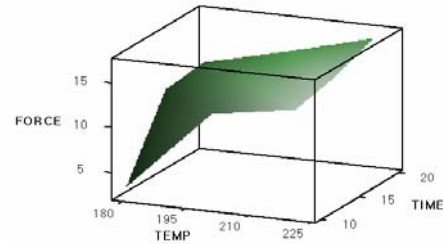


Fig. 6 Peel Force, Time, Temp 3D Surface Plot

4. 결론

본 논문에서는 ACF 가공공정 중에서 본딩 공정의 사이클의 파트별 공정 파라미터를 도출하고 어떤 원인이 본딩 특성치에 영향을 미치고 있는가를 파악하고 원인 인자들간의 상호작용을 분석한 결과를 이용하여 최적 본딩 조건의 특성을 파악하고자하였다. 이러한 과정들을 통하여 ACF 접합 특성의 다음과 같은 결과를 얻었다.

ACF의 본딩에서의 Peel Force에서는 압력은 인자로서의 영향을 거의 미치지 않음을 알 수 있으며 본딩 시간과 온도에서 상온으로 진행 되어 갈수록 접합 강도에 양호한 특성이 나타났다.

생산량을 기준으로 본다면 시간은 단축시키고 온도 또한 Chip에 손상을 주지 않는 범위에서 본딩이 이루어져야하므로 적정수준에서 고려해야함을 알 수 있다.

PCB의 저항 특성치 분석을 위하여 사전에 진행되어야할 방향으로 본딩 압력을 제외하고 최적조건들을 유추하여 볼 수 있었다. 본딩 인자간 영향도를 분석 예측함에 얻고자하는 방향성을 알 수 있다. 향후 본딩 공정에 있어서 제품의 품질향상을 위하여 우선시되는 인자를 유추함으로써 전기적특성의 최적조건에서도 적용가능 할 것으로 판단한다.

후기

본 연구는 산업자원부의 “CCM 공정 품질 및 장비의 신뢰성 평가 기술 개발” 과제 연구비를 지원받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. D. Geiger, P. Chang, "Investigation Of Anisotropic Conductive Adhesive Interconnect Assembly Process Onto An Organic Substrate"
2. F. J. Wu, "Dancing with Bumping", Proceedings of the International Conference on Electronic Packaging Technology(ICEPT), Shanghai, China, Oct 28-30, 2003.
3. V. A. Chiriach, T. Y. Lee, "Transient Thermal Analysis Of An Anisotropic Conductive Film Package Assembly Process" International Flotherm User conference Oct16-19, 2000.
4. Sony Chemicals Corp. "ACF Bonding for Display & PWB".
5. Toshiba Chemicals Corp. "Anisotropic Conductive Paste"