

# CCM(Compact Camera Module)의 본딩 공정에 관한 최적화 FLIP CHIP Bonding Optimization of CCM(Compact Camera Module)

\*#최영재, 이석우, 남성호

\*#Y. J. Choi([youngjae@kitech.re.kr](mailto:youngjae@kitech.re.kr)), S. W. Lee, S. H. Nam

한국생산기술연구원

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

## 1. 서론

디스플레이 산업에서 COF 접합방식은 기존의 휴대폰이나 컴퓨터에 사용되는 LCD패널 및 카메라 모듈생산에 활발하게 사용되고 있으며 가격경쟁력이 있는 방식중의 하나이다.[1]

최근 카메라론에 삽입되는 CMOS Image Sensor의 패키지에서는 CCM(Compact Camera Module)용 ACF의 필름을 적용하는 접합방식이 이루어지고 있다. 이처럼 소형화, 경량화, 다기능화 추세에 발맞추어 ACF(Anisotropic Conductive Film)이방성도전필름을 이용한 접합방식은 계속적인 발전을 거듭하고 있으며 ACF를 이용 연구 또한 꾸준히 이루어지고 있다. 그러나 Chip의 소형화와 고능률형의 이미지센서의 개발이 대두되면서 기존에 적용되었던 ACF본딩 기술은 미세화된 패턴의 Chip의 형태에 부적절한 영향을 줄 수 있으므로 본딩 기술을 계속 적용하기 위해서는 꾸준한 ACF 본딩 기술의 발전이 이루어져야 할 것이다.

본 논문에서는 소형 카메라에 사용될 COF 특성을 분석하여 ACF 사용에서 발생 될 수 있는 하드웨어의 특성과 접합 조건을 유추하고자 하였다.

## 2. ACF 본딩 에서 접합공정 분석

ACF 본딩의 특성상 공정의 세분화를 통하여 본딩 공정에서 얻을 수 있는 변화인자를 고려하였다. 접합특성에 영향을 미치는 부분은 크게 4가지로 구분하여 볼 수 있으며 첫째로 ACF필름으로의 도전 입자의 갯수의 분포도에 따라 전기적 특성이 변화될 수 있으며 최근에는 IC의 범프간의 최소피치가 점점 더 미세해져져서 ACF필름의 경우 절연특성을 고려하여 적절한 선택이 필요하다. 이외에도 각 메이커사별로 다르긴 하지만 Epoxy 레진 등, ACF의 특성의 물성들을 파악하여 접합신뢰도를 높이는 노력이 필요하다. 둘째로 접합특성에 영향을 줄 수 있는 부분인 ACF 필름의 접합 면적을 결정짓는 편칭작업을 들 수 있다. 편칭작업에서는 이미 결정된 ACF 필름과 제작된 PCB와 Chip과의 형태를 고려하여 최적의 크기와 그 형태를 유지해야하며 마모특성들을 고려하여 ACF 접합에 큰 영향을 주지 않아야한다. 셋째로 전기적 특성과 기계적특성에 민감한 영향을 받는 것이 프리본딩이다. 프리본딩에서는 정밀한 셋팅과 적절한 온도 또한 메인본딩에 앞서 예비접합을 하는 형태를 실행하는 부분으로 본딩장비의 정밀도나 조립 특성 등을 가장 중요시하는 부분이다. 프리본딩에서는 Chip과 PCB 상의 얼라인을 정확하게 일치시켜 작업특성을 고려하여 접합을 진행하여야한다. 마지막으로 메인본딩은 Flip Chip의 기계적 특성과 전기적 특성을 결정지어 핵심을 이루는 부분으로 온도와 압력 본딩 시간의 영향 등에 따라 최종 제품 수명과 직결이 된다. 또한 메인본딩은 본딩시 평행도의 영향과 접합위치, 온도의 열전달과 밀접한 관계를 성립하는 부분이며 공정상에 발생할 수 있는 모든 실패요소들이 제품에 나타나는 부분이다. 이에 본 논문에서 최상의 Flip Chip접합특성을 이루기 위해서는 정확한 공정의 이해가 요구되며 각각의 요소들이 접합특성에 미치는 영향들을 수렴하여 진행하고자하였다. Fig. 1은 실험에 사용된 세미 매뉴얼 형태의 본딩 장비이며, Table. 1은 각 공정특성에서 발생될 수 있는 추천인자와 접합특성 실험에서 적용된 파라미터와 조건 등을 나타내었다.

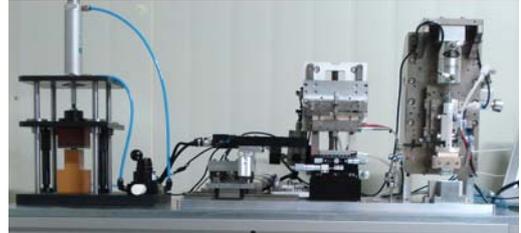


Fig. 1 ACF Bonding Machine

Table. 1 ACF Bonding parameter

| punching              |  | Pre-Bonding               |                 | Main- Bonding             |                     |
|-----------------------|--|---------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|
| CHIPsize              | 8mmx8mm<br>thick 0.68                    | Pressure                  | 0.2~<br>0.29Mpa | Pressure                  | 24.5Mpa~<br>58.5Mpa |
| flim size             | Telephus<br>10mmx50m                     | Time                      | 3~5sec          | Time                      | 5~20sec             |
| punching<br>flim size | inside<br>6mmx6mm<br>out side<br>9mmx9mm | Head<br>temperature       | 60~90℃          | Head<br>temperature       | 160~210℃            |
|                       |  | work stage<br>temperature | 60~90℃          | work stage<br>temperature | 60~90℃              |

## 3. ACF 본딩 접합 특성 실험

접합특성 실험을 위해 다음과 같은 실험을 진행하였다. ACF를 이용한 본딩 COF 어셈블리 공정은 본딩 되는 위치를 정확하게 위치시켜 편칭된 ACF를 FPCB상단에 정렬 시킨 후 80℃의 온도에서 5~10초 동안 가열하여 가압착하고 Releasing Flim을 제거한다. 그리고 Chip 와 FPCB를 정렬한 후에 실험에 적용된 조건으로 온도, 시간, 압력 하에서 접합을 실시하고 어셈블리를 완성한다. 완성된 FLIP Chip은 4-point kelvin 저항측정기를 사용하여 저항을 측정하였다.

본 논문에서는 ACF 접합 특성을 분석하기 위하여 기존에 진행되었던 논문의[3][4]에 이어서 칩의 형상을 바꾸어 실시하였다. 본딩 파라미터는 앞의 실험을 근거로 하였으며, 인자의 조건은 시간, 압력, 온도를 특정인자로 채택하였다. 실험 방법은 실험의 체계성과 인자별 영향성을 고려하고 안정화된 공정조건의 도출을 위하여 실험계획법 DOE를 적용함으로써 특성 치를 특성 분석 하였다. 이외의 프리 본딩과 테이블 온도조건 등은 ACF 본딩 공정의 기초실험을 통하여 선정된 조건으로 진행하였고 본딩 공정에 가장 많은 영향을 미치는 메인본딩에서 Table. 2의 실험조건을 적용하였다. 또한 칩의 형상을 축소하여 자체 제작하였으며, 실험대상의 크기는 기존의 실험에서 제작한 8mm × 8mm 보다 작은 크기인 6mm × 6mm 이다. Table.2의 조건은 DOE의 일반 완전 요인 배치 설계를 위한 인자 및 수준을 정의 하였다. 인자는 기존 실험을 참고하였고, 수준은 8mm × 8mm Chip의 공정실험을 참고하여 최대와 최소로 나누어 설계하였고 일반 완전 요인 배치를 통한 105번의 실험을 실시하였다.

이것은 전기적 저항특성에 대한 측정결과 값으로 평균값을 나타내었으며, 실험결과와 분석은 대체적으로 안정된 저항 값을 얻었다.

Table. 2 ACF Bonding Condition

|     | Bonding Time<br>(sec) | Bonding Temperature<br>(°C) | Bonding Force<br>(N) |
|-----|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 수준1 | 10                    | 180                         | 30                   |
| 수준2 | 15                    | 190                         | 35                   |
| 수준3 | 20                    | 200                         | 40                   |
| 수준4 |                       | 210                         | 45                   |
| 수준5 |                       | 220                         | 50                   |
| 수준6 |                       |                             | 55                   |
| 수준7 |                       |                             | 60                   |

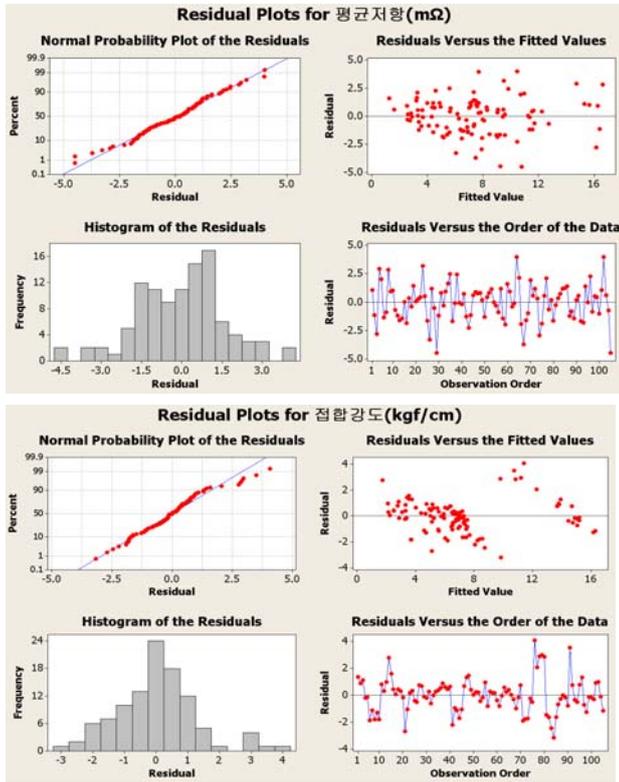


Fig. 2. Characteristic of resistance & strength

Fig. 2,3의 결과를 살펴보면, 전기저항의 최대가 되는 수준의 시간은 20sec, 온도는 200도, 압력은 55N일 때이다. 그러나 최적 조건은 교호작용이 동시에 고려되어야 한다. 시간과 온도의 교호작용 효과가 시간이 20sec일 때 온도는 200도이며, 또한 시간과 압력은 시간이 20sec일 때 압력은 60N으로 최대의 결과를 얻을 수 있다. 하지만, 압력이 60N일 때 실제로 좋은 결과를 얻을 수 있으나 오히려 과도한 압력은 펌프의 파손을 초래한다. 교호작용의 결과를 통한 적정 압력은 55N, 60N이다. 또한 저항 값은 온도의 영향보다는 시간과 압력이 높아질 수록 저항 값이 좋은 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 제품의 저항 값을 고려 시에는 시간과 압력을 고려할 필요가 있다.

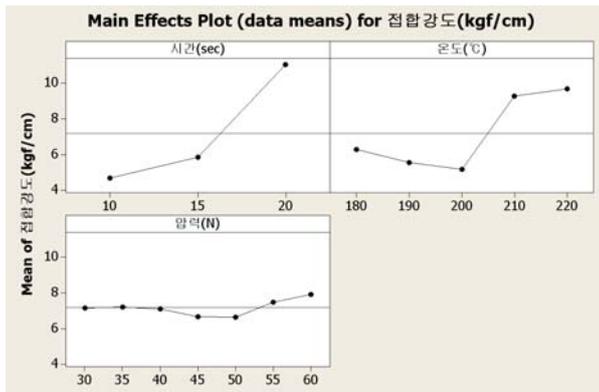


Fig. 3 Main effects of strength

따라서 본 연구에서는 Chip과 PCB의 형상의 변화를 주어 전기적 저항 값에 대한 본딩 공정을 실시한 결과, 인자의 온도보다는 시간과 압력이 높을수록 전기적 저항측면에서 높은 특성이 있음을 확인하였다.

접합강도는 시간과 온도가 높을수록 좋은 특성이 확인된다. 그러나 압력은 큰 변화가 확인되지 않는다. 이때, 최대조건의 시간은 20sec, 온도는 220도, 압력은 60N임을 확인하였다.

주 효과에 대한 교호작용은 시간과 온도에 대하여 시간이 20sec일 때 온도가 220도임을 확인하였다. 또한 시간과 압력의 관계에서 시간이 10, 15sec일 때 압력은 일정한 변화를 보이며 20sec일 때는 60N으로 최대의 결과가 확인되었다. 마지막으로 온도와 압력의 변화는 210, 220도일 때 압력은 약 10Kgf/cm으로 일정한 변화 값으로 온도가 220도일 때 최대의 결과를 얻었다.

따라서 접합강도에 대한 압력은 큰 영향이 없으며, 인자간의 교호작용은 압력보다는 온도와 시간의 변화에 따라 영향이 크다. 따라서 기계적인 접합강도를 고려한 최대조건은 시간 20sec, 온도 220도, 압력은 펌프가 손상되지 않는 범위 내에서 60N보다는 55N이 적당한 것으로 판단된다.

#### 4. 결과

전기적 저항값에 대한 본딩공정을 실시한 결과 인자의 온도보다는 시간과 압력이 높을수록 전기적 저항측면에서 높은 특성이 있음을 확인하였고 이때의 최대조건은 온도가 200도, 시간은 20sec, 압력은 60N임을 확인하였다.

접합강도에 대한 압력은 큰 영향이 없으며, 온도와 시간의 변화에 따라 공정의 영향이 크다. 따라서 기계적인 접합강도를 고려한 최적조건은 시간 20sec, 온도 220도, 압력은 60N임을 확인하였다.

결과적으로 전기적 저항 값을 고려한 기계적 접합특성을 실험 결과 값으로 유추해볼 때 최적조건은 시간 20sec, 온도 210도 압력 55N임을 알 수 있다.

#### 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. 최영재, 김광민, 류광열, 이석우, 최현중, "ACF 본딩을 이용한 FLIP CHIP 접합 공정에 관한 연구," 한국정밀공학회 춘계학술대회, pp.473-474, 2007.
3. 최영재, 김광민, 최병열, 이석우, 최현중, "Flip Chip 형상에 따른 ACF 본딩 특성분석", 한국정밀공학회 2008년도 춘계학술대회논문집, pp.599-600, 2008.6.12
4. S. W. Lee, Y. J. Choi, S. H. Nam, K. M. Kim and H. Z. Choi, "A Research on the Optimal Bonding Conditions for Resistance Characteristics Improvement of FLIP CHIP Bonding", YUST 2008 International Symposium, pp.I-20-1~I-20-11, 2008.7.2