

CCM용 플립칩 본딩을 위한 초음파 본딩 기술 개발

*김경수¹, 정상원¹, 윤원수¹

¹ 한국산업기술대학교 기계공학과

Ultrasonic Flip-chip Bonding Technique for Compact Camera Module

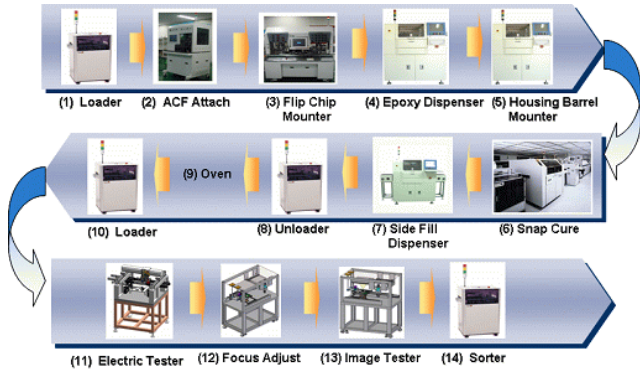
*K.-S. Kim¹, S. W. Joung¹, W.-S. Yun¹

¹Dept. of Mechanical Engineering, Korea Polytechnic University

Key words : Compact Camera Module (CCM), Ultrasonic bonder, Flip-chip bonding

1. CCM 생산 공정과 초음파 본딩 기술

카메라 폰의 급부상과 함께 CCM (Compact Camera Module) 생산 분야의 산업은 그 중요성을 더해가고 있다. CCM 공정은 (i) ACF 접착 및 플립칩 본딩, (ii) 패키징 공정, 그리고 (iii) 검사 공정 등의 주요공정으로 구성되며 (<그림 1.1> 참조), 이러한 공정 장비는 카메라 폰 뿐만 국내 산업의 기반이 되고 있는 IT 산업의 각 부분에서 중요한 위치를 차지하게 된다.



<그림 1.1> CCM 주요 공정 장비 및 공정 흐름도

그림에서 볼 수 있듯이, CCM 생산은 다수의 공정 장비에 의해 이루어지고 있으며, 장비의 규모 및 설치 비용이 매우 큰 장치 산업의 일종이라고 볼 수 있다. 그러나 기존의 CCM 공정 장비는 주로 수동 조작에 의존하고 있으며 최근에서야 반자동 장비로 개발되고 있다. 이러한 공정 장비들이 개별적으로 단독 운영됨으로 인하여 다수의 인력이 클린룸 (Clean-room) 내의 생산 현장에 투입되어야 하고 이는 생산성 및 수율 저하의 원인 되며 나아가 클린룸의 청정도 유지에도 어려움이 나타나게 된다. CCM 제조 및 검사 장비는 별개의 공정장비로 운영되는 것이 아니라 하나의 자동화된 생산 라인으로 구축되어야 한다. 이에 따라, 각 공정별로 자동화 장비를 갖춘 공정 Cell 을 구축하고, 생산공정상의 물류 시스템을 통괄하는 제어기 개발을 통하여 CCM 자동 생산 라인을 개발하는 것은 중요한 과제라고 할 수 있다. 이는 현재 (2005년 1사분기 기준), 주요 생산품인 VGA 수준 또는 130만화소급의 CMOS-type CCM의 생산 공정을 뛰어 넘어 향후 1~2년 내에 양산 출시될 것으로 예측되는 200만 또는 300만 화소급의 CCM 생산 공정에서는 반드시 필요한 기술로서 그 중요성이 높다고 할 수 있다.

현재의 CCM 생산 공정에 내재하고 있는 문제점을 생산성 및 생산 수율의 관점에서 정리하면 다음과 같다.

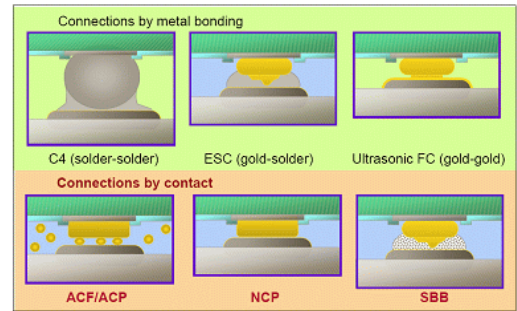
- (i) 공정 장비의 정밀성 및 신뢰성
- (ii) 다수의 단독 반자동 장비 (물류흐름의 비효율성)

- (iii) 작업자에 의한 수동 프로세스 (작업 효율 및 공정관리의 비효율성)
- (iv) 청정도 유지의 어려움
- (v) 공정 장비의 고비용, 저효율
- (vi) 주요 장비의 높은 수입 의존도 (Flip Chip Mounting 장비 등)
- (v) CCM 생산 시스템의 높은 Re-configurability 필요성

이러한 문제점들을 내재한 현재의 생산 공정으로 향후 1~2년 내에 도래할 것으로 예측되는 200만 (또는 300만) 화소급의 자동초점 CCM을 안정적으로 생산, 공급하기에는 많은 어려움이 예측되고 있다. 따라서 공정 단축 및 최적화를 위한 신기술을 도입하는 것이 하나의 중요한 방법이라고 여겨진다.

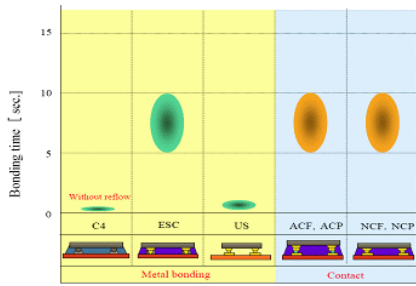
CCM 공정의 공정 최적화 - 즉, 생산 수율 및 생산성의 제고 - 를 위하여 고려될 수 있는 방안은 생산성에 가장 영향을 주고 있는 ACF 접착 및 플립칩본딩 장비 모듈에 대한 보완 기술의 검토이다. 일반적으로 CCM 생산에 사용되고 있는 기법중의 하나는 COF (Chip-On-Flexible PCB) 기술이며, 이는 연성 PCB 위에 플립칩을 본딩하는 기법이다. COF의 세부적인 기법으로는 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

- Metal 본딩에 의한 기법 : C4, ESC, 초음파본딩 (US)
- 접착에 의한 본딩 기법 : ACF (Anisotropic Conductive Film), NCP (Non-Conductive Paste)



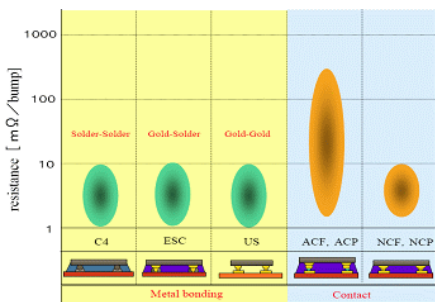
<그림 1-3> 여러 종류의 플립칩본딩기법. 참고문헌[1].

여러 종류의 본딩기법 중, CCM 생산 공정에는 ACF 기법이 주로 사용되고 있고, 초음파 본딩기법의 도입이 선진 장비 업체 (일본 등)에 의해 진행되고 있다. 초음파 본딩기법은 ACF 기법과 함께 “청정기술”로 분류되는데 이는 무연 (Lead-free), 무플럭스 (Flux-less) 기술이기 때문이다. 또한, ACF 기법에 비해 본딩 시간이 매우 짧고 본딩부의 전기저항이 매우 낮은 것으로 연구 발표되고 있다. <그림 1-4> 및 <그림 1-5> 참조.



<그림 1-4> 플립칩 본딩 기법 비교. 본딩시간. 참고문헌 [1]

지금까지 발표된 연구 결과에 의하면, 초음파 본딩 기술의 적용은 ACF 공정 및 플립칩 마운팅 공정을 획기적으로 단축시키게 되어 생산성뿐만 아니라 수율을 크게 개선할 수 있을 것으로 예측되고 있다. 초음파 본딩기법은 LCD 생산 공정 등에 적용되어 생산성이 검증되었으나, 모바일용 디지털 기기의 생산에 사용된 예는 흔하지 않다. 따라서 CCM 생산을 위한 초음파 본딩 기술은 전체 생산 공정의 단축/최적화를 위해 매우 필수적이다.



<그림 1-5> 플립칩 본딩 기법 비교. 접합부 저항. 참고문헌 [1]

2. 국내. 외 관련기술의 현황

초음파 본딩을 응용한 플립칩 본딩 기술은 디지털 가전의 발전에 힘입어 적용 범위가 급속히 확장되고 있다. 예를 들어, LCD 공정 등에서 초음파 플립칩 본딩 기술은 중요한 요소이기도 하다. 이는 초음파 기법이 친환경 기법(무연, 무플럭스)이면서, 본딩 시간의 단축 및 본딩 성능(접촉저항 등)이 우수하기 때문이다. 그러나 현재까지 모바일용의 플립칩 본딩에 응용되는 경우는 매우 제한적이다. 이는 초음파기법에 의한 본딩 정밀도가 ACF를 이용하는 기법보다 매우 높아야 한다는 약점에 기인한다. 이러한 약점은 점차 정밀 위치 제어의 발전에 힘입어 해결되고 있으며, 모바일용 기기의 본딩 기법으로 초음파 기법은 많이 사용될 것으로 판단된다. 현재, 모바일용의 플립칩 본딩에 초음파기술을 적용한 장비를 공급하는 업체는 일본의 IVIO社이며, IVIO社의 본딩 장비를 공급받아 국내의 몇몇 중견업체에서 설비를 구축하고 있는 것으로 보고되고 있다. 플립칩 본딩 기술에 있어서, ACF 본딩 기법의 신뢰성이 현재의 양산 과정을 통해 검증이 되어 왔으므로 당분간 ACF를 이용한 기법이 광범위하게 사용될 것으로 예측되지만, 생산성 향상의 요구에 맞물려, 우수한 본딩 성능을 가지는 초음파 사용이 점차 증가할 것으로 판단된다. 따라서 차세대 생산시스템의 대응 전략의 한 축으로써 초음파 기법의 도입이 신중히 검토되어야 할 것이다.

無플럭스 주석-은 합금 범프를 이용한 초음파 본딩에서는 범프에 가해지는 가압력과 온도가 본딩의 품질에 필수적인 요소이다. 특히, 본딩이 행해지는 온도가 높을수록, 그리고 가압력이 높을수록 접합면의 전단강도가 증가하는 것으로 알려져 있다 (참고문헌[2]).

일반적으로 횡방향 초음파 가진이 본딩에 주로 사용되어 왔다. 이는 충분한 마찰 거리를 확보하여 초음파 에너지를 열에너지로 변환하기 위함이나, 본딩 정확도의 감소로 인한 한계점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위한 하나의 방법은 횡방향 가진이 아닌 종방향 가진력을 이용하는 방법이 제시되었다 (참고문헌[3]). 종방향의 가진시, 구리범프의 높이는 접착면 온도와 무관하나, 솔더의 높이는 온도에 매우 중요한 영향을 준다. 따라서, 종방향 가진을 이용할 경우, 압력, 시간 및 인장 강도를 정확히 측정하여 본딩기의 최적 설계가 필요하다.

3. 결론 및 고찰

이미 몇몇의 해외 선진업체에서는 LCD 구동 소자와 같은 중간 핀 간격 (medium pin pitch)을 갖는 부품의 본딩을 위한 정밀한 초음파 본딩 장비를 출시하고 판매하고 있다. 또한, CCM과 같은 미세 핀피치를 갖는 부품의 본딩에 적용할 수 있는 초음파 본딩 헤드 모듈의 제작 및 개발을 시도 하고 있다.

첨단 IT 부품의 생산은 제조 장비 기술에 의해 단가 경쟁 및 품질 경쟁에서 우위를 점할 수 있다는 점을 고려하면 CCM 모듈용의 초음파 본딩 기술 개발은 필수적이라고 하겠다. 따라서, 본 연구 개발에서는 기존 초음파 본딩 장비가 갖는 한계점 - 미세피치를 갖는 소자에 대한 본딩의 한계 - 을 파악하고 극복하는 것을 목표로 진행하고 있다. 또한, 선진 장비 개발 업체와의 기술 격차를 해소하여 제조 장비의 국산화에 기여할 수 있는 기초 기반 기술의 확립을 추구하고 있다.

후기

본 연구는 산업자원부가 지원하는 중기거점 기술개발 사업 “CCM 인라인 조립장비 개발”의 제 4 세부과제 “CCM 공정 품질 및 장비의 신뢰성 평가기술 개발”의 지원으로 얻어진 결과임.

참고문헌

1. R. Furukawa, “High pin-count ultrasonic flip-chip bonding and plasma cleaning technology”, 9th Annual KGD Workshop, NAPA, California, 2002.
2. Soo-Min Hong, Choon-Sik Kang and Jae-Pil Jung: Materials Transactions, Vol. 43, No. 6(2002) pp. 1336-1340
3. Jung H. Kim, Jihye Lee, and Choong D. Yoo, "Soldering Method Using Longitudinal Ultrasonic", IEEE Trans. on COMPONENTS AND PACKAGING TECHNOLOGIES, VOL.28, NO.3, SEPTEMBER 2005
4. LI Junhui, TAN Jianping, HAN Lei, and ZHONG Jue, "The Characteristics of Ultrasonic Vibration Transmission and Coupling in Bonding Technology", IEEE 2004: 311-315
5. JIHYE LEE, JUNG H. KIM, and CHOONG D. YOO, "Thermosonic Bonding of Lead-Free Solder with Metal Bump for Flip-Chip Bonding," Journal of Electronic Materials, vol. 34, No.1, pp. 96-102, 2005