

ACF 탄성영역을 이용한 횡방향 열초음파 본딩 기술 Lateral Thermosonic Interconnection with Elasticity of ACF

*하창완¹, 윤원수², 박금생³, #김경수¹

*C. W. Ha¹, W. S. Yun², K. S. Park³, #K. S. Kim(kyungsookim@kaist.ac.kr)¹

¹KAIST 기계공학과, ²한국산업기술대학교 기계공학과, ³주여의시스템

Key words : Lateral Thermosonic Bonding, Anisotropic Conductive Film (ACF), Elasticity

1. 서론

오늘날 디지털 전자기기의 추세는 소비자의 요구를 반영하여 소형화, 다기능화 되어가고 있다. 이러한 추세는 고밀도 핀 배열을 갖는 전자 부품의 개발로 인하여 가능하게 되었다. 대표적인 디지털 전자기기로는 디지털 카메라, 핸드폰, MP3 플레이어 등이 있다[6]. 이러한 기기에 공통적으로 쓰이는 기술은 LCD driver IC 본딩 기술이다. LCD driver IC 본딩은 ACF(Anisotropic Conductive Film)로 불리는 비등방성 전도성 필름을 이용한다. ACF를 이용하는 이유는 LCD driver IC와 LCD panel 부분의 범프와 패드가 각각 굵고 알루미늄으로 이중금속이기 때문이다. 현재 ACF를 이용하여 LCD driver IC를 본딩하는 방법으로는 열과 압력을 이용하는 열압착 방식이 실제 산업 현장에 널리 사용되고 있다. 그러나 열압착 본딩을 이용할 경우 높은 공정 온도(>180°C)와 상대적으로 공정시간이 길다(>10sec)는 단점이 있다[1]. 따라서 신뢰성과 생산성 측면에서 볼 때, 기존의 방법은 개선되어야 할 여지가 많다.

이를 위해 기존 용접 또는 저밀도 핀 배열을 갖는 부품 실장에 사용되던 초음파 진동을 기존 방법에 접목하게 되었다[4,7]. 종방향 진동을 이용한 ACF 본딩에서 가진하는 진폭의 크기는 전자부품에 충격이 가해지지 않는 범위 내로 제한된다. 과도한 진폭의 사용은 전자부품에 충격이 가해진다고 알려져 있다[5]. 그리고 횡방향 진동을 이용한 ACF 본딩에서 과도한 진폭은 범프와 패드간의 정렬에 문제(mis-alignment)를 일으킬 수 있다고 알려져 있다[2,3].

본 연구에서는 신뢰성 있는 횡방향 열초음파 본딩 기술을 개발하기 위해 경화도에 따라 변화하는 ACF의 탄성영역을 관찰한다. 이를 위해 반복하중 실험을 수행하였고 여기에서 얻은 실험결과를 바탕으로 횡방향 열초음파 접합 기술에서 개선해야 할 점에 대해 고찰해 본다.

2. 반복하중 실험

본 연구에서는 신뢰성 있는 횡방향 열초음파 본딩 기술 개발을 위해 과도한 횡방향 진동으로 야기되는 정렬문제를 해결하기 위한 방안으로 경화도에 따라 변화하는 ACF의 탄성영역을 관찰한다. 횡방향 진동을 이용할 경우 과도한 진폭은 ACF의 소성변형을 일으키며 소성변형으로 인해 본딩 초기에 맞춰 두었던 범프와 패드간의 정렬이 틀어질 수 있다. 특히 범프와 패드간의 정렬은 고밀도 핀 배열의 미세피치를 갖는 소형 부품 실장에 중요하다. 심각한 정렬 문제는 범프와 패드간의 전기적 접촉을 끊을 수 있고 또한 주위 범프 간의 통전을 야기 할 수 있다. 이를 해결하기 위해 경화도에 따라 변화하는 ACF의 탄성영역을 관찰하고 여기에서 얻은 실험결과를 바탕으로 신뢰성 있는 횡방향 열초음파 본딩을 위한 진폭의 크기를 결정한다.

실험에 사용하는 LCD driver IC의 피치는 50µm이다. 이 피치의 1%에 해당하는 0.5µm 소성변형까지를 탄성영역이라 정의한다.

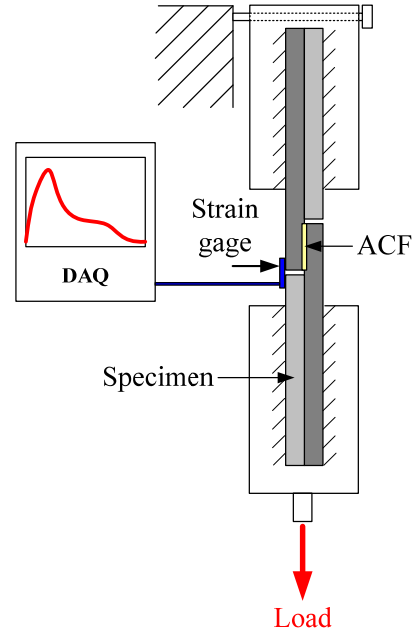


Fig. 1 Experiment environment.

경화도에 따라 변화하는 ACF의 탄성영역을 얻기 위해 Fig. 1과 같은 실험환경을 구성하였다. 실험에 사용되는 시편은 상용으로 쓰이는 휴대폰 소형 LCD panel 두 장을 걸쳐 그 사이에 ACF를 넣고 10, 30, 50, 70, 90% 경화도에 맞춰 제작하였다. 만들어진 시편은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 지그를 이용하여 시편을 수직으로 물리고 아래쪽 지그에 중력 방향의 하중을 가하면서 두 장의 LCD panel 접합 경계면에 스트레인 게이지를 부착하여 ACF의 늘어난 변위를 측정한다.

실험에 사용된 하중 형상은 Fig. 2와 같은 반복하중이다. 하중이 가해지는 10초 동안에는 ACF가 늘어났다가 하중을 제거한 60초 동안에는 ACF에 탄성복원이 일어나 줄어들게 된다. 각 주기마다 0.5kgf씩 증가시키고 소성변형이 0.5µm 이상이 될 때까지 반복실험을 수행한다.

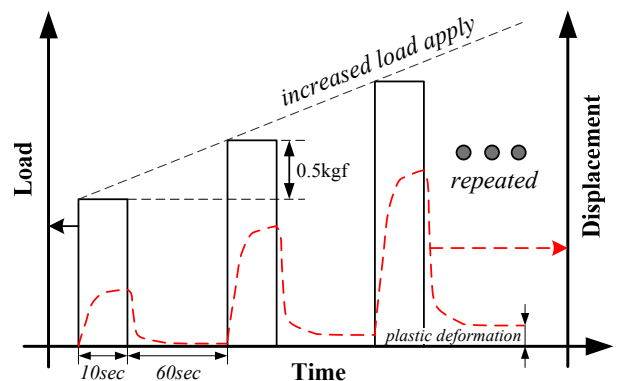


Fig. 2 Repeated load profile and ACF displacement.

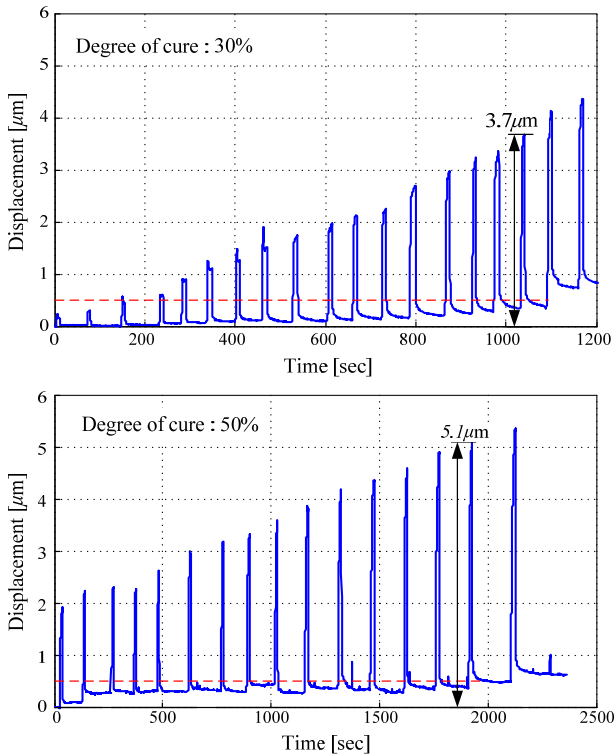


Fig. 3 Experimental results in case of degree of cure=30, 50%.

3. 결과 및 고찰

Fig. 3 은 ACF 의 경화도가 30%와 50% 일 때 반복하중 실험결과를 나타내는 그래프이다. Fig. 2 와 같이 반복하중을 주었을 때 하중이 가해지는 동안에는 ACF 가 늘어나고 하중을 제거하면 탄성복원이 일어남을 확인 할 수 있다. 하중이 늘어남에 따라 ACF 의 늘어나는 변위가 증가하고 탄성복원 후 존재하는 소성변형 또한 증가됨을 확인 할 수 있다. 경화도가 30% 일 때에는 ACF 를 약 3.7 μm 당겼다 났을 때 3.2 μm 정도 탄성복원이 일어나고 0.5 μm 정도 소성 변형이 일어남을 확인 할 수 있고 경화도가 50% 일 때에는 ACF 를 약 5.1 μm 당겼다 났을 때 소성변형이 0.5 μm 가 일어남을 확인 할 수 있다. 즉 경화도가 30%, 50% 일 때에는 앞에서 정의한 탄성영역에 의해 횡방향 진동을 각각 3.7 μm , 5.1 μm 이용해도 범프와 패드간의 정렬에 큰 문제를 일으키지 않으리라 판단된다.

Fig. 4 는 동일한 방식으로 경화도가 10, 30, 50, 70, 90% 일 때 경화도 별로 5 번씩 반복하중 실험을 수행하여 얻은 탄성영역 그래프이다. ACF 가 경화됨에 따라 탄성영역이 발달됨을 확인 할 수 있다. 이는 ACF 의 구성물질인 열경화성 비스페놀-A 가 경화가 일어나기 전에는 분자간의 결합력이 약했다가 경화가 진행됨에 따라 분자간의 그물구조를 형성하며 결합력이 강해지기 때문에 많은 변위에도 원래 상태로 되돌아오는 탄성복원이 발달하게 된다[8].

본 연구를 통하여 ACF 를 이용한 신뢰성 있는 횡방향 열 초음파 본딩 기술 개발을 위해서는 본딩 초기에는 작은 진폭으로 가진 했다가 경화가 진행됨에 따라 큰 진폭으로 가진 하다면 지나친 진폭으로 인한 정렬문제를 해결함과 동시에 공정시간도 획기적으로 단축시킬 수 있으리라 판단된다.

횡방향 열초음파 진동을 이용할 때 진동의 진폭 크기 외에 해결해야 할 문제점이 있다. 문제점으로 지적되는 것으로는 칩과 기관의 상호평탄도(co-planarity)이다. 만일 평탄도가 어긋날 경우 균일한 열 발생을 기대하기 힘들고 칩과 기관간의 손상을 야기 시킬 수 있다. 이러한 문제점은 앞으로 해결해야 할 과제로 남아있다.

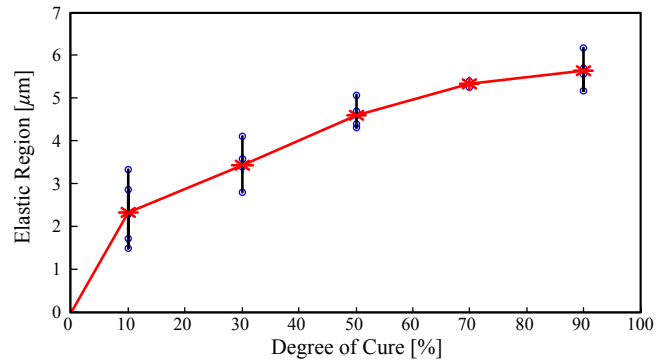


Fig. 4 Elastic region during curing process.

4. 결론

본 연구에서는 신뢰성 있는 횡방향 열초음파 본딩 기술 개발을 위해 과도한 횡방향 진동으로 야기되는 정렬문제를 해결하기 위한 방안으로 경화도에 따라 변화하는 ACF 의 탄성영역을 관찰하였다. 경화가 진행됨에 따라 ACF 의 구성물질인 열경화성 비스페놀-A 의 분자간의 결합력이 강해지고 이로 인해 탄성영역이 발달하게 된다. ACF 의 분자간의 결합력이 약한 본딩 초기에 지나친 진폭의 사용은 범프와 패드간의 정렬에 심각한 문제를 일으킬 수 있고 전자부품 실장의 신뢰성에 문제를 야기시킬 수 있다. 이를 해결하기 위해 경화도에 따라 횡방향의 진동 진폭의 크기를 조절해야 빠른 공정과 신뢰성 높은 접합을 얻을 수 있으리라 기대된다.

후기

본 연구는 산업자원부 중기거점기술개발사업(CCM 인라인조립장비개발), 지식경제부 전략기술인력양성사업 및 교육인적자원부 BK21 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정상원, 윤원수, 김경수, "LCD 구동 IC 의 실장을 위한 초음파 ACF 접합 기술", 제어,자동화,시스템공학논문집, Vol. 14, no.6, p.543-547
2. Tae-Young Jang, Won-Su Yun, Soo-Hyun Kim, Kyung-Soo Kim, "Using Ultrasonic Energy for Reducing ACF Bonding Process Time", 33rd International Electronics Manufacturing Technology Conference 2008
3. 하창완,장태영,윤원수,김경수, "횡방향 열초음파 기법을 이용한 ACF 플립칩 본딩 특성 규명", 한국정밀공학회 2009년도 추계학술대회
4. Kiwon Lee, Hyoun-Joon Kim, and Kyung-Wook Paik, "A Novel Anisotropic Conductive Film (ACF) Bonding Method Using Vertical Ultrasonic Vibration", 2008 10th Electronics Packaging Technology Conference
5. Qing Tan, Brian Schaible, Leonard J. Bond, Yung-Cheng Lee, "Thermosonic Flip-Chip Bonding System with a Self Planarization Feature Using Polymer", IEEE Transaction on Advanced Packaging, Vol. 22, No. 3, 1999
6. Jong-Min Kim, "전자 패키징에서의 도전성 접착제 기술 동향", 대한용접,접합학회지, 25 권, pp. 31~36, 2007
7. M.N. Tolunay, P.R. Dawson, K.K. Wang, "Heating and Bonding Mechanisms in Ultrasonic Welding of Thermoplastics", Polymer Engineering and Science, Vol.23, No.13, 1983
8. M. Chanda, S.K. Roy, "Plastic Technology Handbook", CRC press, 2007