

도전성 접착제에서의 솔더입자의 젖음 특성

Wetting Characteristic of Solder Particle for Electrically Conductive Adhesive

양경천*, 조상현*, 조윤성*, 이선병*, 이성혁*, 신영의*, 김종민**

* 서울특별시 동작구 흑석동 221, 중앙대학교 공과대학 기계공학부

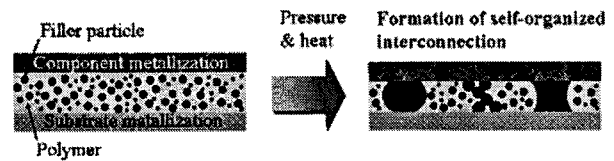
** 서울특별시 동작구 흑석동 221, 중앙대학교 공과대학 기계공학부, 0326kjm@cau.ac.kr

ABSTRACT Electrically Conductive Adhesives (ECAs) with solderable particles have been developed as an alternative to Pb-free solders. Our previous study proved that good wettability of solder particle is a prerequisite for the establishment of conduction paths. In this paper, two types of ECAs were formulated and the wetting characteristic low-melting-point Sn-In solder on Cu and Ni/Au pads was investigated. It was found that Sn-In solder in the developed resin material with reduction capability shows good wettability, especially on Cu pad.

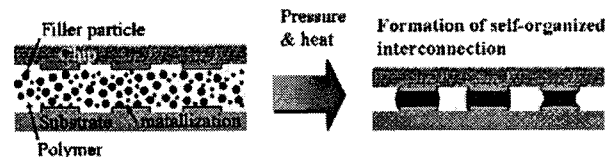
1. 서 론

21세기에 들어서면서 인류환경문제 인식에 따른 기존 접합재료(Sn-37Pb)를 대체할 새로운 접합재료로 등방성 도전성 접착제나 이방성 도전성 접착제와 같은 도전성 접착제와 친환경 접합공정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1] 도전성 접착제는 LCD, PDP, PLED 등의 디스플레이 Panel Glass나 연성회로기판에 사용되는 구동 IC 나 패키지 등을 접합하는 데 필수적으로 사용되는 핵심소재다.[2] 그러나 이러한 도전성 접착제를 이용한 도전메커니즘은 혼합된 금속 입자들의 기계적, 물리적 접촉에 의해 이루어지므로 기존 솔더링에 비해 상대적으로 낮은 도전성, 불안정한 접촉 저항, Ag 마이그레이션 (migration) 등의 치명적인 단점을 가지고 있다.[3] 특히, 일반적인 도전성 접착제에 의한 접합공정은 리페어 (repair) 특성이 없어 수천-수 만개의 접합부 중 하나의 접합 불량은 부품 및 제품의 불량으로 이어지는 가장 취약한 단점으로 지적되고 있다.

본 연구팀은 이러한 단점들을 해결하기 위해 저융점 합금 입자를 이용하여 새로운 도전성 접착제 개발 및 기존 솔더링과 도전성 접착제의 장점만을 이용한 하이브리드 접속공정에 대한 연구를 진행하고 있다(Fig. 1).[4, 5] 본 연구에서는 두 종류의 도전성접착제를 합성하여 다양한 금속 표면 위에서의 솔더의 젖음 특성을 살펴보았다. 이 연구결과는 저융점 합금입자를 이용한 도전성 접착제 개발 및 안정한 접속공정 개발 연구를 위한 기초자료가 될 것이다.



(a) Isotropic self-organized interconnection



(b) Anisotropic self-organized interconnection

Fig. 1 Schematics of self-organized interconnection methods using ECAs

2. 실험방법

2.1 공시재료

본 연구에서는 도전성 접착제 내에서 솔더의 젖음 특성을 관찰하기 위하여 두 종류의 도전성 접착제를 합성하였다. 저융점 합금으로는 직경 0.75mm, 1mm(± 0.020)의 Sn-52In 공정 솔더를 사용하였으며 폴리머 바인더로 두 종류의 에폭시 수지를 사용하여 ECA 1과 ECA 2를 합성하였다. ECA 1은 bisphenol A와 bisphenol F를 혼합하여 합성하였으며(Sanyu Rec Co. Ltd)와 ECA 2는 실리콘 가교입자를 분산시킨 bisphenol A의 에폭시 수지(Sunstar Engineering Inc.)를 사용하였고 경화제로 두개 이상의 카르복시기를 가진 카르본산을 사용하여 표면 산화막을 제거해 주는 뛰어난 플릭스 특성을 지니고 있다.[6]

2.2 젖음테스트

도전성 접착제에서 솔더입자의 젖음성을 평가하기 위하여 젖음테스트를 실시하였다. 시편은 18×18mm의 FR4 기판 위에 직경 6mm의 Cu와 Cu/Ni/Au 도금한 금속패드를 작성하였다. 시편의 금속 표면처리는 5분간 아세톤 초음파 세척 후, 증류수로 세척하고 다시 30초간 6% 염산액, 증류수 세척 후 건조시켜 표면처리하였다.

솔더볼과 개발한 수지재료의 DSC 분석을 통하여 Fig. 2와 같은 리플로우 프로파일을 작성하였다. 리플로우 프로파일은 Sn-52In 솔더가 충분히 용융되어 젖을 수 있도록 솔더의 용점보다 약간 높은 413K에서 3분간 유지시키는 단계와 경화추천온도인 453K에서 60분간 경화시키는 단계로 구성하였다. 젖음테스트는 크게 두 종류로 접착제를 도포하지 않고 솔더볼만 장착하여 IR 리플로우 장비를 이용하여 413K으로 가열, 용융시킨 후 젖음각을 측정하였다. 또한, 도전성 접착제의 환원특성을 살펴보기 위해 솔더볼을 장착한 후, 두 종류의 접착제를 도포하여 Fig. 2와 같은 리플로우 프로파일을 통해 경화시킨 후 단면을 연마 가공하여 광학현미경을 통해 접촉각을 측정하였다.

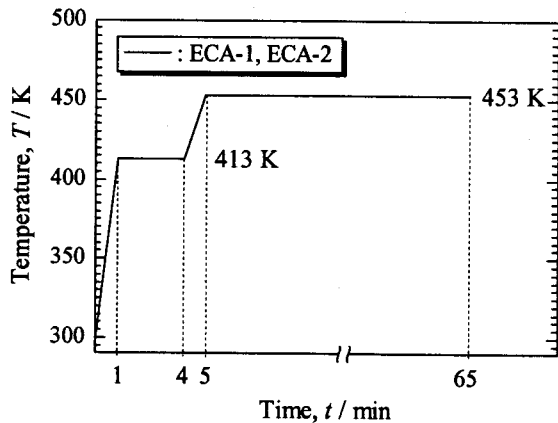


Fig. 2 Reflow profile

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 3에 Sn-52In 솔더볼의 젖음테스트 후의 형상을 나타내었다. Sn-52In 솔더의 경우 Cu 및 Ni/Au 도금막 위에서의 젖음 특성은 매우 안 좋은 것을 알 수 있다. 두 금속 패드 위에서의 접촉각은 Cu 패드의 경우, 약 150deg로 Ni/Au 패

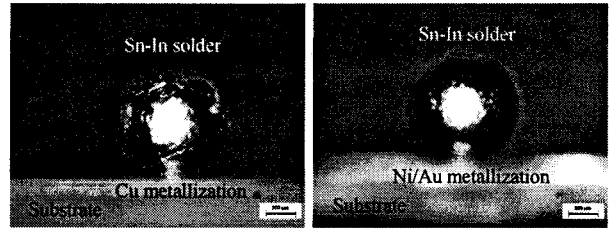
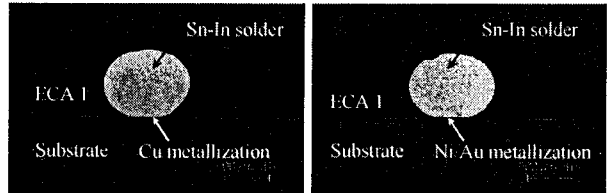
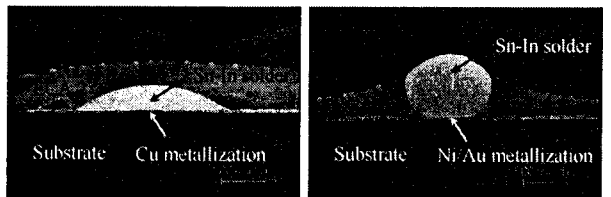


Fig. 3 Optical micrograph of solder wetting



(a) ECA 1



(b) ECA 2

Fig. 4 Optical cross-section micrograph of (a) ECA 1 and (b) ECA 2

드의 약 136deg보다 더 좋지 않은 젖음 특성을 보였다. 이는 솔더 및 금속패드 표면의 산화막에 기인한 것으로 도전성 접착제 내에서 충분한 젖음 특성을 보이기 위해서는 솔더 및 금속패드의 표면 산화막을 충분히 제거해 주어야 할 필요가 있다는 것을 알 수 있다. 이에 도전성 접착제의 환원특성이 접착제 내에서 솔더의 젖음 특성에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위해 Fig. 4에 본 연구에서 개발한 두 종류의 ECA 내에서의 솔더의 젖음테스트 후의 단면사진을 나타내었다.

ECA 1의 경우, 표면 산화막에 대한 환원특성을 가지고 있지 않아 Fig. 3의 결과와 동일하게 좋지 않은 젖음 특성을 보였다. 이에 반해, 표면 산화막에 대한 환원특성을 가진 ECA 2의 경우, Ni/Au 패드 위에서의 솔더의 젖음각은 ECA 1과 동등한 수준으로 특히, Ni/Au 패드를 사용할 경우 솔더의 젖음 특성에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. 그러나 Cu 패드 위에서의 접촉각은 약 34deg로 매우 양호한 젖음 특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 이는 ECA 2에 포함된

유기산이 Cu 패드와 솔더 표면의 산화막을 충분히 제거시켜 솔더의 젖음 특성을 향상시키는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 개발된 카르본산을 경화제로 사용한 ECA 2의 경우, 비록 Ni/Au 금속 패드위에서는 좋지 않은 젖음 특성을 보이고 있으나, Cu 금속 패드 위에서 양호한 젖음 특성에 대한 정보는 저융점 합금입자를 이용한 도전성 접착제 개발 및 안정한 하이브리드 접속공정 개발에 중요한 기초자료가 될 것이다.

4. 결 론

본 연구팀이 개발하고 있는 저융점 솔더입자를 이용한 도전성 접착제와 이를 이용한 솔더링과 도전성 접착제의 하이브리드 접속공정에 있어 양호한 도전경로, 안정한 접촉저항, 리페어 특성을 얻기 위해서는 접착제 내에서의 솔더의 충분한 젖음 특성은 필수적이라 할 수 있다. 이에 본 연구에서 실시한 접착제 내에서의 솔더의 젖음 특성에 대한 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) Sn-52In 솔더의 경우, Cu 및 Ni/Au 도금막 위에서의 젖음 특성은 매우 안 좋은 것을 알 수 있다. 두 금속 패드 위에서의 접촉각은 Cu 패드의 경우 약 150 deg로 Ni/Au 패드의 약 136 deg보다 더 좋지 않은 젖음 특성을 보였다.
- 2) 환원 특성이 없는 ECA 1의 경우, Cu 및 Ni/Au 금속패드 위에서의 젖음 특성은 매우 안 좋은 것을 알 수 있다.
- 3) 환원 특성이 있는 ECA 2의 경우, Ni/Au 패드를 사용할 경우 솔더의 젖음 특성에 큰 영향을 미치지 않지만, Cu 패드 위에서 접촉각은 약 34 deg로 매우 양호한 젖음 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-0702-0)지원으로 수행되었으며 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. J. Liu : Conductive Adhesives for Electronics Packaging, Electrochemical Publications Ltd., 1999, 1-432
2. M. J. Yim and K. W. Paik : Recent Advances on Anisotropic Conductive Adhesives (ACAs) for Flat Panel Displays and Semiconductor Packaging Applications, Int. J. Adhesion & Adhesives, 26 (2006), 304-313
3. Y. Li and C. P. Wong : Recent Advances for Conductive Adhesives as a Lead-free Alternative in Electronic Packaging : Materials, Processing, Reliability and Applications, Mater. Sci. and Eng. R, 51 (2006), 1-35
4. J. M. Kim, K. Yasuda and K. Fujimoto : Isotropic Conductive Adhesives with Fusible Filler Particles, J. Elec. Mater., 33-11 (2004), 1331-1337
5. J. M. Kim, K. Yasuda and K. Fujimoto : Novel Interconnection Method Using Electrically Conductive Paste with Fusible Filler, J. Elec. Mater., 34-5 (2005), 600-604
6. J. M. Kim, K. Yasuda, M. Yasuda and K. Fujimoto : The Effect of Reduction Capability of Resin Material on the Solder Wettability for Electrically Conductive Adhesives (ECAs) Assembly, Mater. Trans., 45-3 (2004), 793-798