

# CNT 함유 Solderable 도전성 접착제의 기계적 접합특성 평가

## The Mechanical Bonding Characteristics of CNT-filled Solderable Electrically Conductive Adhesive

\*임병승<sup>1</sup>, #김종민<sup>1</sup>, 정진식<sup>1</sup>, 이정일<sup>1</sup>, 송호진<sup>1</sup>

\*B. S. Yim<sup>1</sup>, #J. M. Kim(0326kjm@cau.ac.kr)<sup>1</sup>, J. S. Jeong<sup>1</sup>, J. I. Lee<sup>1</sup>, H. J. Song<sup>1</sup>

<sup>1</sup>중앙대학교 기계공학부

Key words : Carbon nanotube, Electrically Conductive Adhesive, Low-Melting-Point Alloy

### 1. 서론

도전성 접착제 (Electrically conductive adhesive: ECA)는 저온 프로세스와 미세 피치 대응 등의 장점으로 인해 기존의 솔더링 기술을 대체할 접합방식으로서 연구 개발이 활발히 진행되고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 ECA는 폴리머 내부에 포함된 도전입자의 기계적 접촉에 의한 도전 경로 형성으로 인해 기존의 솔더링 방식에 비해 높고 불안정한 접촉저항, 낮은 접합강도 등의 문제점을 가지고 있다<sup>2)</sup>. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구진은 폴리머 내부에 저 융점 합금 (Low-melting-point alloy: LMPA)과 탄소나노튜브 (Carbon nanotube: CNT)<sup>3,4)</sup>를 분산시킨 새로운 개념의 CNT-filled Solderable ECA를 개발하였다. CNT-filled Solderable ECA의 접합 방식은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 ECA 내부에 분산된 LMPA의 용융-유동-긫힘 거동에 의해 금속학적 도전 경로를 형성하여 뛰어난 전기적/기계적 접합특성을 나타낸다. 또한, 폴리머 영역의 CNT에 의해 접합부의 접합특성이 더욱 향상된다.

본 연구에서는 CNT의 함유량에 따른 CNT-filled solderable ECA의 접합특성을 평가하였다.

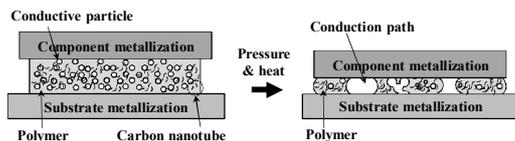


Fig. 1 Schematic of interconnection mechanism using CNT-filled Solderable ECA

### 2. 사용재료 및 실험방법

Table 1 Components of formulated solderable ECA

Components	
Base resin	DGEBA
Curing agent	DDS
Catalyst	BF <sub>3</sub> MEA
LMPA filler	Sn-58Bi (φ45μm)
CNT	0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1wt%

ECA의 구성 성분은 Table 1에 나타낸 바와 같이 폴리머 매트릭스의 기반재료인 바인더는 DGEBA가 사용되었고, 경화제와 촉매제로 DDS와 BF<sub>3</sub>MEA가 사용되었다. LMPA와 전극 단자의 외부 산화막을 제거하기 위해 카르복실산이 환원제로 사용되었다. LMPA는 45μm의 지름을 갖는 Sn-58Bi 공정 솔더가 사용되었으며 중량비를 83wt% (40vol%)로 설정하였다. 합성된 폴리머 매트릭스의 내부에 분산된 CNT의 함유량을 0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1wt%로 설정하여 6종류의 ECA를 합성하였다.

ECA 내부의 CNT 함유량에 따른 접합부의 기계적 접합특성 평가를 위하여 Cu로 구성된 50 x 10 x 5mm<sup>3</sup> 규격의 인장 시험편이 사용되었다. 인장 시험편의 접합표면은 2000 그리드의 샌드페이퍼로 연마하여 접합부의 거칠기를 조절하였다.

표면 가공이 완료된 하부 인장시험편의 접합 표면에 합성이 완료된 ECA를 300 μm 두께로 도포하고 상부 인장시험편을 고정할 후, 가열 챔버 내부에 인장 시험편을 수직으로 배치하여 DSC 분석을 통해 결정된 온도

프로파일에 따라 리플로우 하였다. 접합이 완료된 상하부 인장시편의 외부로 유출된 ECA 를 제거하고, 만능인장시험기(UTM)의 그립에 고정한 후, JIS 규격 (JIS Z 3198-5)에 준하여 인장속도 1mm/min 으로 인장하여 CNT 함유량에 따른 접합부의 기계적 접합특성을 비교 분석하였다.

### 3. 결과

CNT-filled Solderable ECA 의 CNT 함유량에 따른 인장시편의 접합특성 평가결과와 각 ECA 에 대한 파단 계면 형상을 Fig. 2-3 에 나타내었다. 결과에서 알 수 있듯이 CNT 를 0.05wt% 포함하는 ECA 에 의해 접합된 인장시편은 CNT 를 포함하지 않는 경우에 비하여 약 6.4% 높은 인장강도를 나타내었으며, CNT 함량이 증가함에 따라 인장강도가 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 현상은 CNT 의 함유량이 증가함에 따른 폴리머의 고유 접합강도 저하와 도전경로 내부의 CNT 함유 폴리머의 혼입에 기인하는 것이라 사료되며, 파단계면의 형상 관찰결과인 Fig. 3 에서 확인할 수 있듯이 CNT 의 함유량이 증가할수록 도전경로 내에서의 CNT 함유 폴리머의 혼입이 증가됨을 확인할 수 있다.

폴리머 매트릭스 내부에 포함된 CNT 가 ECA 접합부의 기계적 접합특성 향상을 위한 보강기구로 작용하며 접합강도 향상을 위한 최적의 CNT 함유량이 존재한다는 사실을 확인하였다.

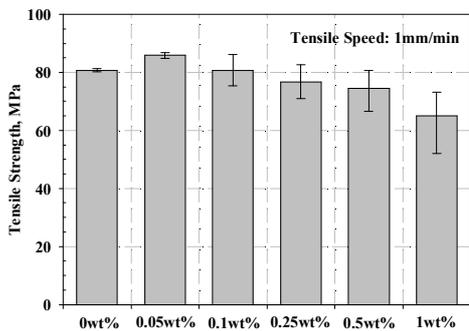


Fig. 2 Mechanical bonding characteristics of CNT-filled solderable ECAs

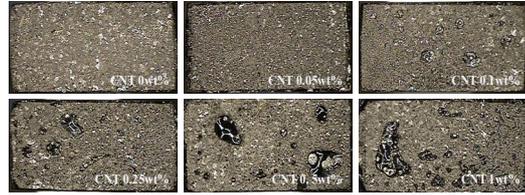


Fig. 3 Morphologies of fracture interface

### 4. 결론

본 연구에서는 기존의 도전성 접착제의 도전 방식인 기계적/물리적 접합 방식에서 나타났던 문제점들을 해결하기 위해 LMPA 와 CNT 를 포함하는 새로운 개념의 CNT-filled Solderable ECA 를 제작하였으며, 인장테스트를 통하여 CNT 의 함량에 따른 접합부의 기계적 접합특성을 평가하였다.

본 연구를 통하여 CNT 가 ECA 접합부의 기계적 접합특성 향상을 위한 보강기구로 작용하며 ECA 의 접합특성 향상을 위한 최적의 CNT 함유량이 존재함을 확인하였다.

### 후기

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 (PA090933)의 지원을 받아 수행된 연구이며 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. Wojciechowski, D., Vanfleteren, J., Reese, E., and Hagendorn, H. W., "Electro-Conductive Adhesives for High Density Package and Flip-Chip Interconnections", *Microelectronics Reliability*, **40**, 1215-1226, 2000.
2. Tong, Q. K., Markley, D. K., Frederickson, G., Kuder, R., and Lu, D., "Conductive Adhesives with Stable Contact Resistance and Superior Impact Performance", *Electronic Components and Technology Conference*, 347-352, 1999.
3. Yim, B. S., Kim, J. M., "Characteristics of Isotropically Conductive Adhesive (ICA) Filled with Carbon Nanotubes (CNTs) and Low-Melting-Point Alloy Fillers", *Materials Transactions*, **51**, 2329-2331, 2010.