

Fluxless eutectic die bonding을 적용한 high power LED 패키지의 열저항 특성

신상현, 최상현, 김현호, 이영기, 최석문

삼성전기

The Characteristics of Thermal Resistance for Fluxless Eutectic Die Bonding in High Power LED Package

Sang-Hyun Shin, Sang-Hyun Choi, Hyun-Ho Kim, Young-Gi Lee, Suk-Moon Choi

Samsung Electro-Mechanics

Abstract : In this paper, we report a fluxless eutectic die bonding process which uses 80Au-20Sn eutectic alloy. The chip LEDs are picked and placed on silicon substrate wafers. The bonding process temperatures and force are 305~345°C and 10~100gf, respectively. The bonding process was performed on graphite heater with nitrogen atmosphere. The quality of bonding are evaluated by shear test and thermal resistance. Results of fluxless eutectic die bonding show that shear strength is Max. 3.85kgf at 345°C /100gf and thermal resistance of junction to die bonding is Min. 3.09K/W at 325°C/100gf.

Key Words : Eutectic die bonding, Shear strength, Thermal resistance

1. 서론

일반적인 LED 패키지는 적색, 녹색, 청색을 기본으로 신호등, 디스플레이, 지시등 등에 널리 사용되고 있으며, 고 휘도 패키지의 경우 핸드폰, LCD 백라이트 등으로도 사용되고 있다. 최근 이러한 LED 패키지는 조명분야에 까지 그 응용의 범위가 넓어지고 있다. 그러나 조명에 응용하기 위해서는 대면적의 LED칩이 요구 되어 지고 또한 동작 전류밀도가 높아 짐에 따라 발생하는 열이 패키지 특성에 큰 영향을 주고 있다. 따라서 패키지 구동시 발생하는 열을 얼마만큼 잘 방열시키느냐가 패키지의 특성을 결정지을 수 있다. 결국 대면적의 LED 패키지를 안정적인 특성을 가지고 동작 시키기 위해서는 LED 칩의 junction 온도를 낮게 유지 할 수 있는 본딩 프로세스와 패키지 설계가 필요하다. 본 연구에서는 기계적, 전기적으로 높은 신뢰성을 가진 80Au-20Sn eutectic alloy가 증착된 대면적 LED칩을 사용하여 접합온도와 하중을 변화시켜 플럭스 없이 다이본딩 후 LED 칩과 기판 계면의 인장강도 및 열 저항 특성을 관찰하였다.

2. 실험

표. 1에는 접합공정에 사용된 Si 웨이퍼의 열 특성을

나타내었다. 접합공정에 사용된 기판은 양면을 산화시킨 두께 300 μ m, Si 웨이퍼 상부에 Ti/ Au를 약 1 μ m두께로 증착시킨 기판을 사용하였다. 대면적 LED 칩은 하부전극이 80Au-20Sn eutectic alloy로 증착 되어있는 미국 CREE사의 XB900시리즈의 고 전력칩을 사용하였다.

표. 1 Si 웨이퍼 구조 및 열 특성

Structure	Thickness (um)	Thermal conductivity (W/mK)
Au/Ti	0.9433	300
SiO ₂	1.0151	1.7
Si	303.5	130
SiO ₂	1.0151	1.7

다이본딩 공정 분위기는 칩 및 기판의 전극산화의 영향을 최소화 하기 위해 순도 99.99%이상의 질소분위기를 유지하였으며, 기판과 칩은 IPA를 사용하여 공정 중 계면에 영향을 줄 수 있는 오염물질을 충분히 제거하였다. 우선 200°C 온도에서 Si 기판을 약 30초간 예열한 후 pick up tool을 사용하여 LED칩을 예열된 기판 위에 위치시켜 온도와 하중을 인가하여 접합공정을 진행하였다. 접합시간은 10초로 고정하였으며 칩 상부 전극과 기판과의 전기적 연결은 Au 와이어 본딩을 실시 하였다. 열저항을

측정하기 위해서 Micred사의 T3STER를 사용하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 접합온도가 증가 할수록 인장강도가 증가 하였으며 접합하중에 따른 인장강도는 크게 차이나지는 않았다. 이는 LED칩 하부 Eutectic alloy층이 325℃이상의 조건에서 기판의 Au 층이 접합 된 것으로, Au rich 영역대 녹는점 이후 안정적인 AuSn상과 ζ상이 생성된 것으로 판단된다. ζ상은 519℃까지 안정적이며 기계적 성질이 우수하다. 345℃ 100gf 조건에서 3.85kgf의 최대 인장강도 값을 확인 할 수 있었다.

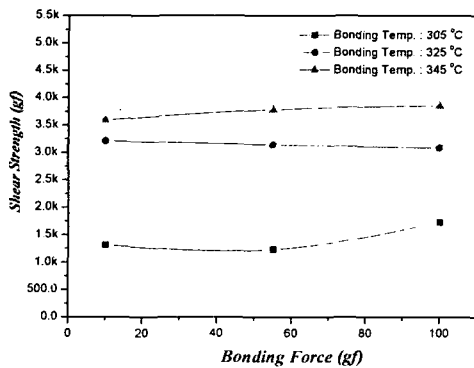


그림 1. 접합온도와 하중에 따른 인장강도 특성

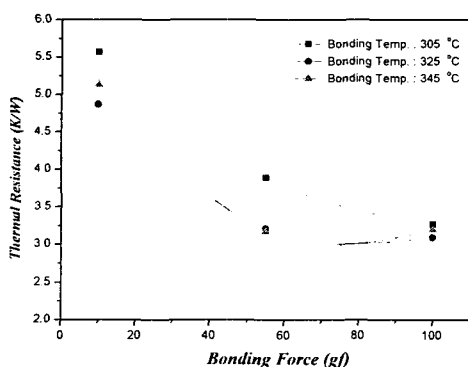


그림 2. 접합온도와 하중에 따른 열저항 특성

그림 2에서 보면 전체적으로 접합온도와 하중이 증가 할수록 열저항 값이 감소하는 경향을 볼 수 있는데 각 온도별 10gf의 하중 접합조건에서는 4.87~5.57K/W의 비교적 높은 열저항 값을 얻었으며, 100gf의 하중에서는

접합온도와 크게 상관없이 3.09~3.21K/W의 안정적인 값을 얻을 수 있었다. 따라서 100gf이상의 접합하중 조건에서는 온도 조건에 크게 영향을 받지 않을 것으로 예상되나, 인장강도와 열저항을 동시에 고려한다면 인장강도가 다소 작은 305℃ 보다는 3kgf 이상 값을 나타낸 325~345℃ 온도 조건에서 기계적 강도와 열저항 특성이 우수한 패키지를 제작 할 수 있을 것으로 생각된다.

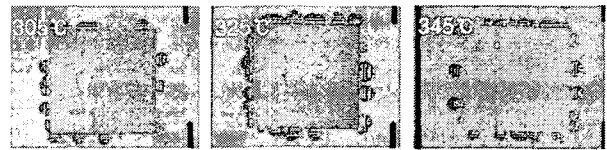


그림 3. 인장강도 테스트 후 파단면

그림 3은 55gf 하중으로 접합된 각 온도 조건별 인장강도 테스트 후 시편의 파단면이다. 305℃ 온도 조건에서는 접합면 전체에 void가 존재함을 관찰 할 수 있었으며 온도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 void는 앞에서의 낮은 인장강도와 높은 열저항값에 많은 영향을 준 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 fluxless eutectic 다이본딩을 실시하여 접합온도와 하중에 따른 인장강도와 LED 칩, 기판 계면에서의 열 저항 특성을 관찰하였다. 인장강도는 접합 하중에 상관없이 접합온도가 높아 질수록 증가되었으며, 325~345℃ 온도에서는 3Kgf 수준으로 유지되었다. 열저항은 접합온도와 하중이 증가 할수록 감소되었으며 325℃, 100gf 조건에서 열저항 3.09K/W의 최소값을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] G.Elger, M.Hutter, H.Oppermann, R.Aschenbrenner, H.Reichl, E.Jager, Mycro., Tech.,7(2002), 239-243
- [2] Chin C. Lee, Fellow, IEEE and Ricky W. Chuang, IEEE Trans.Comp.,Packag.Manufact.,Vol.26,NO.2,JUNE2003
- [3] Mehmet Arik, Charles Becker, Stanton Weaver and James Petroski, Proc. Of SPICE Vol. 5187
- [4] <http://www.luxeon.com>