

BGA의 전단강도에 대한 오차 인자의 영향

Effects of error terms on shear strength in BGA

구자명*, 정승부*

*성균관대학교 신소재공학과

Abstract

Shear test is the method to be able to measure bondability easily. But, many papers shows their shear strength data without shear speed and force. So, It's hard to hold in common and to gain reliability.

This paper shows how to change shear strength on some different conditions. Also, you are able to know the best condition of shear test.

1. 서론

전단 테스트는 쉽게 패키지의 접합성을 측정할 수 있는 방법이다. 하지만 대다수의 실험 논문들이 전단속도와 전단력을 표기하지 않은 채로 투고되고 있다. 따라서 데이터 공유가 어렵고, 그 신뢰성에 많은 의문이 제기되어 왔다. 그러므로, 여러 조건에서의 BGA의 전단 실험을 통해서, 조건에 따른 오차범위를 구하여 가장 적절한 측정 조건을 알아보겠다.

2. Shear test^{1,3}

2.1. 전단 테스트는 파괴적인 방법이지만, 접합성(bondability)을 쉽게 측정할 수 있는 유용한 방법이다. 하지만, 잘못된 실험 조건하에서 테스트될 경우 재료 특성을 올바르게 파악할 수 없게 된다.

2.2. 적당한 지그의 기관위로의 높이는 20~30 μ m이고, 압력을 가하는 면은 항상 솔더와 수직을 이뤄야 한다.

2.3. 전단 표준 유형

2.3.1. Ball lift

접합부 계면에서의 볼의 분리. Ball lift는 볼 부분이 계면에 형성된 IMC의 25% 미만을 가지고, IMC가 형성된 접합계면에서 분리되는 현상.

2.3.2. Ball top and/or side shear mode

볼의 중심부보다 위에서 전단 테스트를 행하였을 경우, 또는 볼과 지그가 이루는 각도가 기울어졌을 때에 일어나는 현상. 볼의 상단 또는 측면이 전단되며, 접합부에는 변형이 일어나지 않는 경우.

2.3.3. Bonding pad lift(substrate metallization removal)

접합 패드층과 기관 아랫부분 사이에서 분리. 볼에 붙어있는 볼 접합부와 잔류한 패드 부분의 IMC 계면은 손상되지 않은 채로 볼에 남아있게 된다.

2.3.4. Ball bond-bonding pad interface separation

볼과 볼패드 모두에 금속간 화합물이 존재하는 형태이다. 금속간 화합물 층 사이 또는 내에서 전단된 형태이다.

2.3.5. Cratering

부분적인 기관 재료 아랫부분과 함께 접합 패드 이탈되고, 단락된 패드재와 기관재는 볼에 붙어있다. 볼과 잔류 물질 사이의 계면은 손상되지 않은 채로 전단되고, 볼과 계면 사이에는 금속간 화합물이 존재한다.

이것은 볼 실장작업, 실장작업 후, 심지어 전단 테스트 자체 요소에 의해 일어난다. 만약 cratering이 일어난다면, 화학적으로 에칭한 볼 접합부와 실험하지 않은 시편의 접합 패드, 그리고 cratering의 현미경 관찰을 해야 한다. Cratering은 또한 잘못된 실험에 의해서도 일어날 수 있다.

3. 실험방법

본 연구에 사용된 BGA 기관은 Au/Ni/Cu coating substrate와 Bare Cu substrate를 사용하였다. Solder ball size는 0.76mm이며, 조성은 Sn-37Pb과 Sn-3.5Ag를 사용하였다.

기관은 각각의 산세처리 공정과 건조공정을 거쳐서, RMA flux를 도포 후에, 알맞은 온도프로파일을 가지고 리플로우 솔더링하였다.

솔더링된 BGA 기관의 전단테스트는 RHESCA PTR-1000 bonding tester로 실험했고, 0.01 ~ 1.0mm/s의 속도와 5kgf와 10kgf의 전단력으로 전단 실험 후, 전단강도와 표준편차를 구하였다. 또한 그 파면과 cross-section을 SEM을 통해 관찰하였고, 전단까지의 이동거리를 조사하여 조건에 따른 변화를 관찰하였다.

마지막으로 전단강도와 그 표준편차를 관찰하여 신뢰성 있는 조건을 찾았고, 그 적용성을 검토해 보았다.

4. 실험결과 및 고찰

- (1) 전단 강도는 전단속도가 변할수록 점차 증가하는 양상을 나타내었다.
- (2) 전단력과 전단속도가 증가할수록 기관의 에폭시가 뜯기는 현상이 발생하였으며, 이러한 현상은 Au/Ni/Cu substrate보다 bare Cu substrate에서 더 현저하게 나타났다. 이는 실험 오차를 증가시키는 요인이 되었을 것으로 사료된다.
- (3) 5kgf의 전단력을 가진 테스트가 오차가 작았으며, 전단속도는 0.3mm/s에서 최소의 오차를 보였다. 10kgf의 전단력을 가진 테스트의 경우 이보다 낮은 속도에서 테스트되어야 crater를 방지할 수 있었다.
- (4) 각 조건에 따라 전단강도와 이동거리, 파면 등이 변화하였다.
- (5) 전단테스트는 매우 유용적이지만, 테스트 조건을 최적화 시킴으로써 그 오차를 줄일 수 있었으며, 좀 더 정확한 결과를 도출할 수 있었다.
- (6) Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3.은 테스트를 통해 얻은 몇 가지 도표이다.

참고문헌

1. Test Methods for Destructive Shear Testing of Ball Bonds ; ASTM F 1269-89, 1991
2. Robert Erich, Richard J. Coyle & George M.Wenger, Anthony Primavera : Shear Testing and Filure Mode Analysis for Evaluation of BGA Ball Attachment, 1999 IEEE/CPMT Int'l Electronics Manufacturing Technology Symposium, pp. 16-22
3. S.C. Hung, P.J. Zheng, S.C. Lee and J.J. Lee : The Effect of Au Plating Thickness of BGA Substrates on Ball Shear Strength Under Reliability Tests, 1999 IEEE/CPMT Int'l Electronics Manufacturing Technology Symposium, pp. 7-15
4. C.H. Lee, S.G. Lee & B.H. Moon : Comparision of the Shear Strength and Reliability between Gold-Plated and Bare Copper Lands of a BGA package, 1998 IEEE
5. "Solder Alloy Data, Mechanical Properties as Solders and Soldered Joints, Publication 656, International Tin Research Institute, United Kingdom, 1986

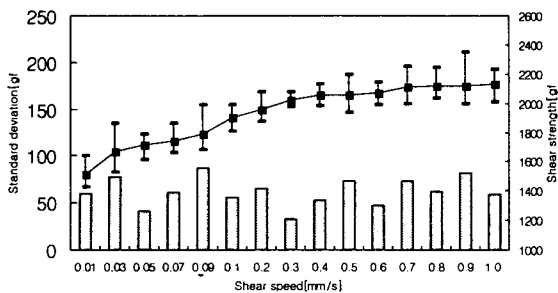


Fig.1 Shear strength of eutectic Pb-Sn solder on Au/Ni/Cu BGA substrate

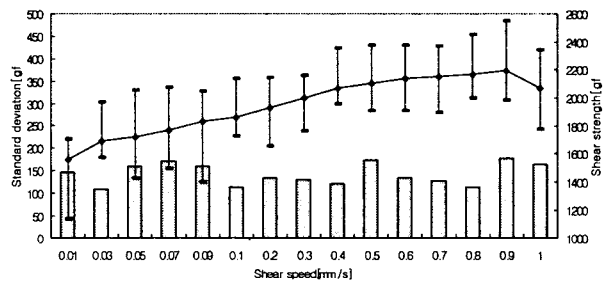


Fig. 3 Shear strength of Sn-Ag solder on Au/Ni/Cu substrate

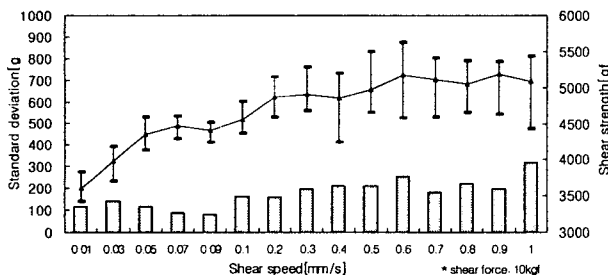


Fig. 2 Shear strength of eutectic Pb-Sn solder ball on bare Cu BGA substrate