

플립 칩 본더의 열전달 및 열변형 해석 Heat Transfer and Deformation Analysis of Flip Chip Bonder

*김성경¹, #이종길¹, 차동혁²

*S. K. Kim¹, #J. K. Lee(ljk@kpu.ac.kr)¹, D.H.Cha²

¹한국산업기술대학교 기계공학과, ²한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Flip Chip Bonder, Heat Transfer, Heat Deformation

1. 서론

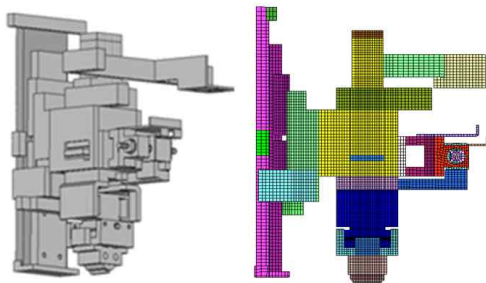
최근 전자기기의 발전으로 고기능화, 소형화된 제품을 선호하는 시장트렌드가 계속되고 있다. 이러한 시장트렌드에 대응하기 위해 가전기기 속 반도체, 각종 회로기판 등의 제조 공정에서 고정밀한 접합 기술이 요구 되어 진다. 플립 칩(Flip chip)은 패키지가 칩 크기와 같아 소형, 경량화에 유리하고, 전극간 거리(피치)를 훨씬 미세하게 할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 플립 칩 본더가 본딩 헤드(Bonding head)부에서 가열될 때, 온도 분포를 파악하기 위한 열전달 해석과, 열에 의해 플립 칩 본더에 생기는 열변형 구조해석을 결합한 연성해석을 수행하였다. 또한 접촉 열전달 계수를 달리하여 접촉열전달 계수에 따른 해석결과의 경향을 파악 하고 효율적인 해석방법을 모색하였다.

2. 유한요소해석 모델

2.1 해석 모델

해석에 사용된 모델을 Fig.1 에 나타내었다. 해석 모델을 구성하기 위한 플립 칩 본더의 형상 모델 시, 해석의 단순화를 위하여 구조적인 역할이 미미한 작은 볼트 및 홀은 제외 하였다.



a) 3D CAD model (b) FE Model

Fig. 1 Simulation model

해석을 위한 유한요소모델은 124,876개의 육면체 요소로 구성되었다. 요소망은 본딩 헤드 부에 열원이 있는 점을 감안하여, 헤드부로 갈수록 요소의 크기가 작아지도록 구성하였다. 요소망의 구성에는 상용 프로그램인 Hyper mesh⁽¹⁾가 사용되었다.

2.2 물성치 및 경계조건

플립 칩 본더는 다양한 금속소재로 구성되며, 각각의 물성치는 Table. 1 에 제시한 것과 같다. 해석 조건은 본딩 헤드부에 80W의 열원을 적용하였고, 대류 열전달 조건은 25°C 평판 기준으로 h값을 5W/m² °C 로 하였다.

Table 1 Material properties of components of flip chip bonder

Material Properties	S45C	SKD61	SUS 440C	SUS 304	A6061	A5051
ρ (kg/m ³)	7.85	7.81	7.61	8.00	2.70	2.69
k (W/m °C)	49.8	25.0	24.2	16.2	180	210
C (J/kg °C)	0.486	0.460	0.460	0.500	0.896	0.900
α (/°C)	13.6E-6	12.4E-6	12.5E-6	12.5E-6	24E-6	24.5E-6
E (N/m ²)	205	215	200	212	68.9	68.0
ν	0.29	0.3	0.3	0.29	0.33	0.22

3. 해석결과

본 연구에서는 상용해석 프로그램인 ANSYS⁽²⁾⁽³⁾를 이용하여 플립 칩 본더의 열전달 및 열변형 해석을 수행하였다. 해석은 접촉면을 물리적으로 결합시킨 모델(결합 모델)과 물리적으로 분리시킨 후 접촉조건을 적용시킨 모델(접촉 모델)에 대하여 열변형 특성비교에 초점을 맞추어 진행되었다.

한편, 접촉면의 열전달 특성이 구조물의 열변형에 미치는 영향을 평가하기 위하여 접촉면 열전달 계수를 변화시키는데 따른 열변형량의 변화도 해석을 통하여 분석하였다.

3.1 결합모델과 접촉모델의 해석결과

결합모델(Merged model)과 접촉모델(Contact model)의 해석결과를 Fig. 2에 나타내었다. X방향 변형은 5 μ m 이내로 상대적으로 그 영향이 작았고, Y방향 변형은 축의 뒤틀림이 아닌 축 방향 변형이므로, Z방향 변형을 주된 고려의 대상으로 하였다. 결합모델과 접촉모델에 대하여 헤드 끝단의 Z방향 변위는 각각 0.158mm, 0.180mm로 약 12% 정도의 편차를 보였으며, 헤드부 최고온도는 394.87 $^{\circ}$ C, 431.185 $^{\circ}$ C로 약 8.6%가량의 상대 오차를 보였다.

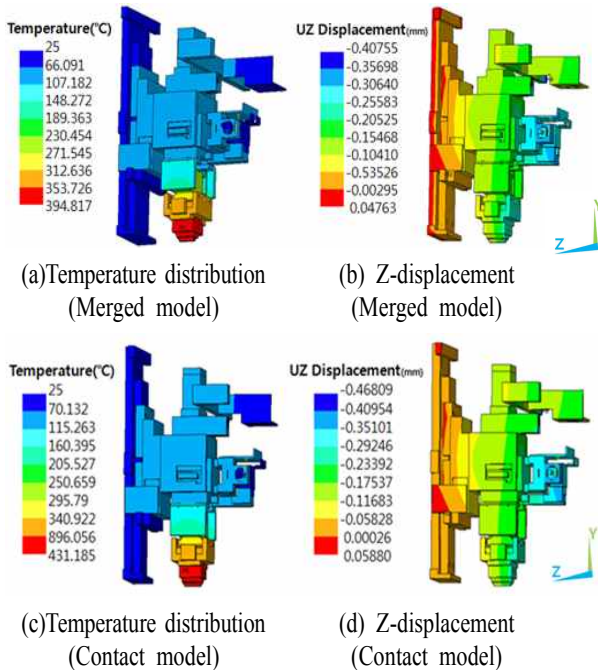
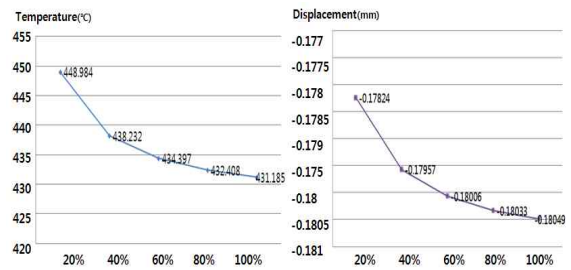


Fig.2 Results of simulation

3.2 접촉 열전달계수에 따른 변위 해석

접촉면 열전달 저항에 따른 헤드부 온도변화 및 변형특성을 그래프를 Fig. 3에 나타내었다. 해석 결과는 접촉면에서 열전달 손실이 없는 경우(열전달 100% 모델)에서부터 열전달 손실이 80%(열전달 20% 모델)까지를 가정하여 해석한 모델들에 대한 것이다. 해석 결과를 보면, 헤드부 최고 온도는 약 3%, Z변위는 약 1.3%의 상대오차를 나타내었다.



(a) Maximum temperature($^{\circ}$ C) (b) Z-displacement(mm)
Fig. 3 Predicted influence of contact heat resistance

4. 결론

본 연구에서는 플립 칩 본더의 열전달 해석과 열변형 해석을 결합모델과 접촉모델에 대하여 수행하였으며, 접촉모델에 대해서는 접촉면 열저항의 변화에 따른 열변형량의 변화도 평가하였다. 결론은 다음과 같다.

- 1) 해석에 사용된 플립 칩 본더의 경우, 결합모델과 접촉모델의 Z-변위는 약 12%가량의 오차를 보였고, 최고온도는 약 8.6%가량의 오차를 보였다.
- 2) 접촉면 열저항의 변화에 따른 열변형 오차는 해석에 사용된 플립 칩 본더의 경우 2%미만으로 그 영향이 크지 않은 것으로 나타났다.
- 3) 플립 칩 본더의 설계 초기에 설계 모델의 구조적 성능을 변위를 기준으로 약 10% 정도의 오차를 감안하고 평가하는 경우라면, 접촉면을 결합시킨 결합모델을 사용하여 해석을 진행하는 것이 접촉을 적용한 해석보다 모델 구성의 용이성과 해석시간의 측면에서 경제적이 될 수 있을 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 전략 기술 개발사업의 연구비로 수행되었으며 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Altair "Basic Interaction with Hyper mesh" Hyper Mesh10.0, 2009
2. Tae Sung software & engineering, INC., "Coupled Field Analysis", Ansys Classic Training g Manual: heat ,9.1-43, 2009
3. Tae Sung software & engineering, INC., "Nonlinear Analysis", Heat Transfer Analysis. 103-132, 2007