

## 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임에 대한 구조 및 피로해석

김영춘<sup>1</sup>, 김영진<sup>2</sup>, 국정한<sup>3</sup>, 조재웅<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차공학부, <sup>2</sup>테스토피아(주), <sup>3</sup>한국기술교육대학교 기계공학부

### Structure and Fatigue Analyses of the Inspection Equipment Frame of a Semiconductor Test Handler Picker

Young-Choon Kim<sup>1</sup>, Young-Jin Kim<sup>2</sup>, Jeong-Han Kook<sup>3</sup>, Jae-Ung Cho<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University, <sup>2</sup>Testopia Co. Ltd.,

<sup>3</sup>School of Mechanical Engineering, Korea University of Technology and Education

**요약** 요즘 생산되는 반도체의 제품이 제대로 작동하는지, 낮은 습도 또는 높은 온도에서 잘 견디는가를 검사하는 패키지 조립 및 검사 공정이 현장에 많이 있다. 또한 검사공정에서 사용되고 있는 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비가 있는데, 본 연구에서는 CATIA 프로그램을 이용하여 3D 모델링하였으며, ANSYS 프로그램을 이용하여 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임의 모델에 대하여 3가지 피로하중에 대한 해석을 하였다. 해석 결과로서 Case 1과 Case 2 모두 프레임의 가운데에서 최대 변형량이 발생하고 불규칙 피로 하중들 중에서 가장 하중의 변동이 심한 'SAE bracket history'가 가장 불안정하고 'Sample history'가 가장 안정함을 보이고 있다. 본 연구의 피로 해석 결과는 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임의 파손방지 및 내구성을 검토함으로써 그 프레임의 설계에 효율적으로 활용이 될 수 있다.

**Abstract** Currently, there are many processes of package assembly and inspections of real fields that examine whether a manufactured semiconductor can be operated regularly and can endure low humidity or high temperatures. As the inspection equipment of a semiconductor test handler picker has been used at the inspection process, these inspection equipment frames were modelled in 3D and these models were analyzed using 3 kinds of fatigue loadings. As the analysis result, maximum deformation occurred at the midparts of the frames at cases 1 and 2. Among the cases of nonuniform fatigue loads, the 'SAE bracket history' with the severest change in load became the most unstable but the 'Sample history' became the most stable. Fatigue analysis result can be used effectively with the design of an inspecting equipment frame of a semiconductor test handler picker to examine the prevention and durability against damage.

**Key Words** : Semiconductor test handler picker, Inspection equipment frame, Nonuniform fatigue loads, Durability, Fatigue damage

### 1. 서론

반도체는 일반적으로 정보를 저장할 수 있는 메모리 반도체와 정보저장이 없는 연산이나 제어 기능을 하는 시스템반도체(비메모리반도체)로 구분되며, 현재 통신기

기, 정보기기, 자동차, 군사, 항공 등 산업 전반에 널리 사용되고 있다. 이런 반도체를 생산하기 위하여 반도체 제조 공정은 다음과 같이 크게 3가지 공정으로 분류된다. 첫 번째 공정인 웨이퍼 제조 및 회로 설계가 이루어지는 웨이퍼 제조 공정과 두 번째 공정인 웨이퍼 표면에 산화

본 연구는 2013년도 한국산업단지공단에서 지원을 받아 수행된 것임.

\*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(Kongju Univ.)

Tel: +82-41-521-9271 email: jucho@kongju.ac.kr

Received July 23, 2014

Revised August 28, 2014

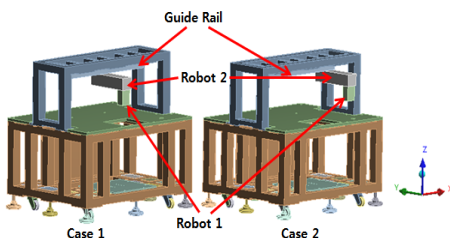
Accepted October 10, 2014

막을 형성시켜 웨이퍼 표면위에 회로패턴을 만들어 웨이퍼 표면에 형성된 각각의 회로를 연결시키는 웨이퍼 제조 공정과 마지막으로 완성된 반도체에 전기적 특성이나 기능 등을 컴퓨터에 연결하여 강제로 높은 정전기를 흘린 다음 제품이 제대로 작동하는지, 낮은 습도에서 또는 높은 온도에서 잘 견디는가를 검사하는 패키지 조립 및 검사 공정이 있다[1-5]. 패키지 조립 및 검사공정에서 메모리반도체와 시스템반도체(비메모리반도체)를 최종 검사하는 공정에 사용되고 있는 장비인 메모리 테스트 핸들러 장비가 있으며, 테스터 핸들러 장비 하나의 구성원인 픽업 플레이스 장치는 반도체 패키지를 검사하기 전 반도체 패키지를 공급하거나 검사 완료 후 패키지를 각각의 등급별로 분류하는 중요한 역할을 담당하고 있다. 픽업 플레이스는 X, Y, Z 방향으로 움직이는 장치에 달려 있다. 따라서 본 연구에서는 CATIA 프로그램을 이용하여 3D 모델링하였으며, ANSYS 프로그램을 이용하여 유한요소 해석을 수행하였다. 이를 통해서, 본 연구에서는 X, Y, Z 방향으로 물체가 움직임에 따라 프레임 모델에 대한 3 가지 피로하중에 대한 해석을 수행하였다 [6-9].

## 2. 연구 모델 및 경계조건

### 2.1 연구모델

본 연구에 3D 설계된 프레임 모델링이 Fig.1에 나온다. 본 연구에서는 Fig.1에 도시된 Robot의 위치를 따라서 2가지 경우의 모델을 하였고 진행하였다. Fig.1에 보면 Case 1은 Robot 1과 Robot 2가 프레임에 가운데 있으며, Case 2는 Robot 1과 Robot 2가 프레임에 오른쪽에 있다. 모델의 밑 부분을 고정시키고 전체 기계를 지지해준다. Robot 1은 Robot 2에 의하여 Y방향에서 움직일 수 있으며, Robot 2는 Guide Rail에 의하여 X방향에서 움직일 수 있게 설치하였다.



[Fig. 1] Analysis models

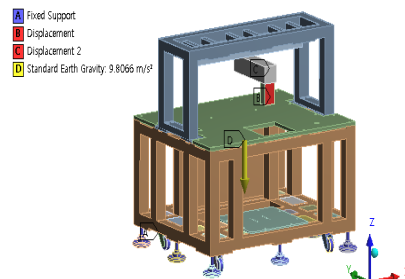
본 연구의 2가지 경우의 모델링의 구조가 똑같아서 모델의 해석상 절점 수는 220672개와 요소 수는 110801개로 똑같이 하였다. 또한 기계가 전체적으로 알루미늄 합금으로 구성되어있으며, 알루미늄 합금의 물성치는 Table 1에 나타내었다.

[Table 1] Material property of model

Aluminium Alloy	
Density	2770 kg/m <sup>3</sup>
Young's Modulus	71000 MPa
Poisson's Ratio	0.33
Tensile Yield Strength	280 MPa
Compressive Yield Strength	280 MPa
Tensile Ultimate Strength	310 MPa

### 2.2 경계조건

실제적으로 똑같이 시뮬레이션에서 구현하기 위해서 Fig. 2에서와 같이 경계조건을 주었다. Case 1과 Case 2의 경계조건은 같아서 여기에 Case 1의 경계조건만을 나타냈다. Fig. 2에 보면 모델의 밑 부분을 고정시키고 Robot 1에 Y방향으로만 움직이게 하는 변위를 주었고 Robot 2에는 X방향으로만 움직이게 하는 변위를 주었으며 모델에는 전체적으로 중력가속도를 가하였다.



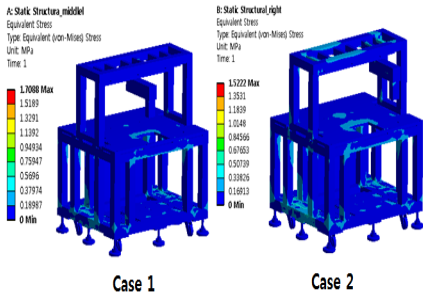
[Fig. 2] Constraint conditions of Case 1

## 3. 해석 및 결과

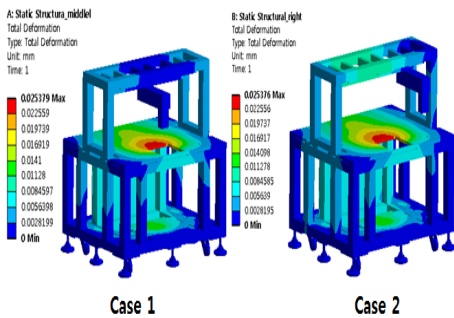
### 3.1 구조해석

피로해석을 수행하기 전에 Fig. 2에 나온 경계조건으로서 구조해석을 하였다. 구조해석결과, Case 1과 Case 2의 최대 등가 응력은 Fig. 3과 같으며, Case 1과 Case 2의 전체 변형량은 Fig. 4와 같다. Case 1의 최대 등가응력은

1.7088MPa로 나오며, Case 2 최대 등가응력은 1.5222MPa로 나온 것을 확인하였다.



[Fig. 3] Contour of Equivalent Stress

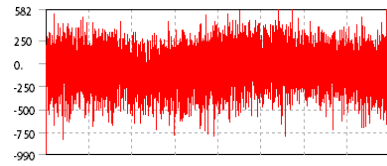


[Fig. 4] Contour of Total Deformations

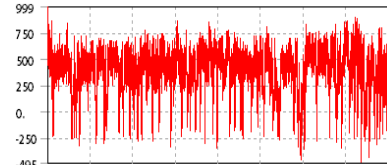
Fig. 4에 보면 Case 1과 Case 2는 모두 프레임의 가운데에서 최대 변형량을 발생하고 각각 0.025379mm, 0.025376mm로 나타났다. Fig. 3과 Fig. 4를 같이 보면 Robot 1과 Robot 2는 프레임의 윗부분에서 움직이지만 프레임의 밑 부분에서 받은 응력과 발생한 변형량이 더 크게 나타났다.

### 3.2 피로해석

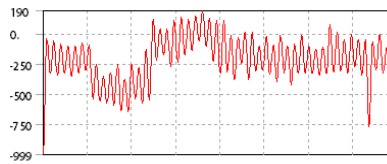
Fig. 5는 불규칙 진폭 피로 하중조건들의 종류들을 나타낸 그림들로서 SAE bracket history, SAE transmission 및 Sample history의 경우를 나타내고 있다. ‘SAE bracket history’의 경우는 고부하 하중조건에서 적용할 수 있는 피로하중조건이고, 그 다음으로 ‘SAE transmission’의 경우는 대체로 중부하 하중으로 적용할 수 있다. 그리고 저부하 하중의 경우는 ‘Sample history’를 적용할 수 있다.



(a)

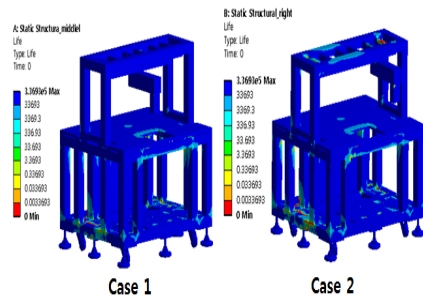


(b)

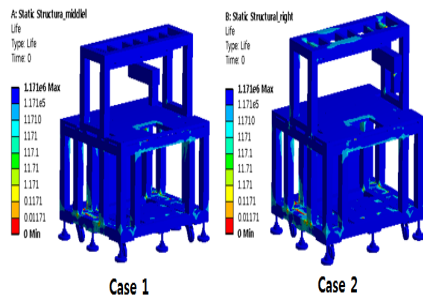


(c)

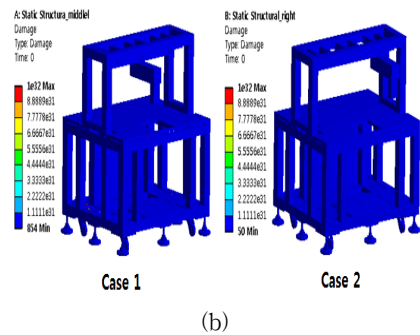
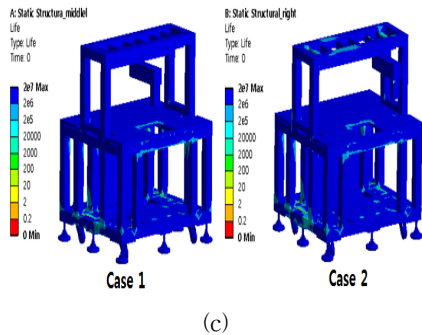
[Fig. 5] Load histories at nonuniform fatigue load  
(a) SAE bracket history (b) SAE transmission  
(c) Sample history



(a)

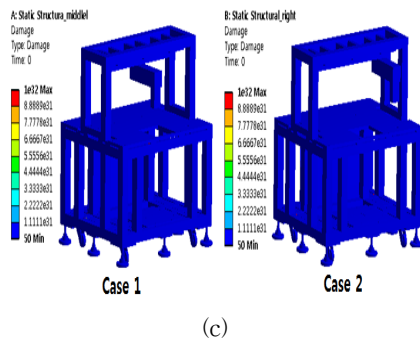


(b)



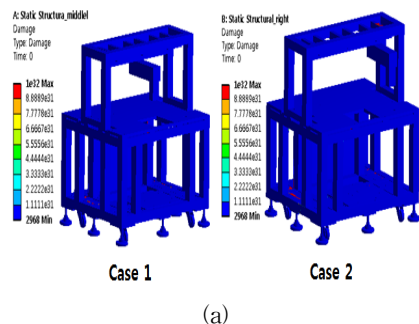
[Fig. 6] Contour plots of fatigue lives  
 (a) SAE bracket history (b) SAE transmission  
 (c) Sample history

본 연구의 Case 1과 Case 2에 대하여 사용 가능 수명에 대한 등고선 그림들이 Fig. 6에 나타나 있다. Case 1과 Case 2는 모두 같은 피로 하중을 받고 있고 같은 최대 수명의 값을 나타내고 있다. 그림들에서 볼 수 있듯이 하중의 변화가 극심한 ‘SAE bracket history’ 경우에는 그 최대 수명이  $3.3693 \times 10^5$  Cycle로 그 수명이 가장 작음을 알 수 있고 하중의 변화가 완만한 ‘Sample history’의 경우가 그 수명이  $2 \times 10^7$  Cycle 정도로 가장 긴 것을 알 수 있었다. 2가지 Case공히, ‘Sample history’의 경우의 피로 수명은 ‘SAE bracket history’의 경우보다 약 60배 정도 수명이 길고 ‘SAE transmission’의 경우는 ‘SAE bracket history’의 경우보다 3.5배 정도 수명이 길어짐을 알 수 있었다. 또한 전체적으로 보면 Case 2경우의 프레임의 윗부분이 Case 1경우보다 피로 수명은 작다는 것을 확인하였다.



[Fig. 7] Contour plots of fatigue damages  
 (a) SAE bracket history (b) SAE transmission  
 (c) Sample history

Fig. 7에서 볼 수 있는 바와 같이, 등고선으로 된 피로 손상은 설계 수명을 사용 가능 수명으로 나눈 것이다. 극심한 ‘SAE bracket history’에서 손상이 2968로 가장 많은 것을 볼 수가 있고 Case 2경우의 프레임의 윗부분에서 파손은 많이 된 것을 확인하였다. 하중의 변화가 완만한 ‘Sample history’의 경우는 그 손상이 50정도로 가장 적은 것을 알 수 있었다. Fig. 7의 완만한 ‘SAE transmission’의 경우와 ‘Sample history’의 경우를 보면 파손이 잘 보이지 않지만 해석에서 화면을 확대해서 프레임의 밑 부분에서 파손이 된 것을 확인할 수 있었다. 또한 피로 수명에서 값으로 제시한 2968과 같은 숫자는 1사이클의 하중을 가하는 횟수들을 의미한다.



#### 4. 결론

본 연구에서는 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임의 모델에 대하여 3가지 피로하중에 대한 해석을 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 구조해석결과, Case 1의 최대 등가응력은 1.7088MPa로 나오며, Case 2의 최대 등가응력은 1.5222MPa로 나온 것을 확인하였다. 또한 Case 1과 Case 2는 모두 프레임의 가운데에서 최대 변형량을 발생하고 각각 0.025379mm, 0.025376mm로 나타났다.
2. 2가지 Case 공히 'Sample history'의 경우의 피로 수명은 'SAE bracket history'의 경우보다 약 60배 정도 수명이 길고 'SAE transmission'의 경우는 'SAE bracket history'의 경우보다 3.5배 정도 수명이 길어짐을 알 수 있었다. 또한 전체적으로 보면 Case 2 경우의 프레임의 윗부분이 Case 1 경우보다 피로 수명은 작다는 것을 확인하였다.
3. 2가지 Case, 공히 'SAE bracket history'에서 손상이 2968로 가장 많은 것을 볼 수가 있고 Case 2경우의 프레임의 윗부분에서 파손은 많이 된 것을 확인하였으며, 'Sample history'의 경우는 그 손상이 50정도로 가장 적은 것을 알 수 있었다.
4. 전체적으로 해석결과를 보면 Case 2 경우는 Case 1 경우보다 피로 수명이 더 적게 나오고 파손은 더 많이 나온 것을 확인하였다. 본 연구의 결과를 종합하여 실제 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임의 설계에 응용한다면 그 파손방지 및 내구성을 검토, 예측하는데 활용이 클 것으로 사료된다.

## References

- [1] J. U. Cho, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, S. O. Bang and C. K. Cho, "Development of plastic suspension system for automotive seat", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 3, pp. 1091-1097, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1091>
- [2] Lee. Chun-Kyu, Kim. Young-Choon, "A Study on the progressive die design and making of gas boiler exhaust pipe", Journal of KAIS, Vol. 14, No. 9, pp. 4111-4116, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.9.4111>
- [3] S. N. Park, "Development Trend of Car Seat Technology", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 31, No. 4, pp. 26-33, 2009.
- [4] J. H. Kim, D. U. Park, J. H. Lee, M. K. Kim and W. S. Yoo, "Evaluation of Ride Comfort considering Seat Vibration", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol.

- 1, No. 2, pp. 535-987, 2002.
- [5] H. Y. Kim, J. M. Kim, J. G. Choi, K. T. Lee and D. J. Lee, "Structural Analysis for the Development of Round Recliner", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 2, pp. 1361-1366, 2003.
- [6] Choi. Ji-Hyun, Kim. Jin-Ho, "Research for Effective Vibrational Rapping Performance of Multiple Electrostatic Precipitators in Series and Parallel Arrangements", Journal of KAIS, Vol. 14, No. 9, pp. 4136-4141, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.9.4136>
- [7] Kim. Won Beom, "Evaluation of Fatigue Strength Share Effect of the Rust Due to Corrosion at Ship Structural Plate", Journal of KAIS, Vol. 14, No. 5, pp. 2063-2068, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.5.2063>
- [8] Kang. Gil-Hyun, Kim. Chul-Su, "Damping Characterization of the Double-skin Aluminum Extruded Panels for Rolling Stock Carbody", Journal of KAIS, vol. 14, No. 7, pp. 3197-3202, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.7.3197>
- [9] J. U. Cho, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, S. O. Bang and C. K. Cho, "Development of plastic suspension system for automotive seat", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 3, pp. 1091-1097, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1091>

김 영 춘(Young-Chun Kim)

[종신회원]



- 1989년 8월 : 명지대학교 전기공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 명지대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 공과대학 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

전기자동차전력변환, 전장제어, 태양광에너지

---

**김 영 진(Young-Jin Kim)**

[정회원]



- 2010년 6월 ~ 현재 : 테스트피아 (주) 대표이사

<관심분야>

반도체 부품, 자동차 장비 개발, 개조개선

---

**국 정 한(Jeong-Han Kook)**

[정회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1988년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1992년 1월 ~ 현재 : 한국기술대학교 기계공학부 교수

<관심분야>

용접공학, 파괴역학, 재료강도 등

---

**조 재 응(Jae-Ung Cho)**

[중신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수

<관심분야>

기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석