

반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임에 대한 진동해석

김영춘¹, 김영진², 국정한³, 조재웅^{*}

¹공주대학교 기계자동차공학부, ²테스토피아(주), ³한국기술교육대학교 기계공학부

Vibration Analysis on the Inspection Equipment Frame of a Semiconductor Test Handler Picker

Young-Choon Kim¹, Young-Jin Kim², Jeong-Han Kook³, Jae-Ung Cho^{*}

¹Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

²Testopia Co. Ltd., Chungnam, Korea

³School of Mechanical Engineering, Korea University of Technology and Education

요약 최근에 반도체 칩이 소형화, 대용량화, 고집적화가 되고 있어 그 정밀도 및 신뢰성의 확보를 위해 반도체 테스트 핸들러 장비에서 픽앤플레이스의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임에 대한 진동 해석을 하여 고유진동수와 하모닉 반응의 특성을 연구하였다. 해석모델로서는 세 가지 모델로서 픽앤플레이스 장치가 위 가이드라인의 왼쪽에 있는 경우(Case 1), 가운데에 있는 경우(Case 2) 및 오른쪽에 있는 경우(Case 3)이다. 이 프레임 모델들에 대해서 6차 모드까지의 고유진동수 범위는 80Hz~500Hz가 된다. Harmonic Response 해석 결과, 프레임에 공진이 발생할 때, Case 2는 Case 1과 Case 3보다 더 큰 52.802MPa의 최대 등가응력을 나타냈다. 세 모델 중, Case 2의 경우가 진동에 의한 파손에 가장 강함을 알 수 있다. 본 연구의 해석 결과를 이용하여 시스템의 안전한 작업환경으로 실제 적용할 수 있는 모델 설계가 효율적으로 가능하다고 사료된다.

Abstract As semiconductor chips are on a small scale, large content and high integration, it is essential to develop the device of pick and place at the system of the semiconductor test handler to ensure its high precision and durability. In this study, inspection equipment frame model of a semiconductor test handler picker was investigated by vibration analysis with the property of the natural frequency and harmonic response. As 3 kinds of analysis case models, the device of pick and place was located at the left side (Case 1), the center (Case 2) and the right side (Case 3) of the upper guideline. The range of natural frequencies until the 6th order on this frame model ranges from 80Hz to 500Hz. As the analysis of the harmonic response when the frame is resonant, Case 2 showed the maximum equivalent stress of 52.802 MPa more than Cases 1 or 3. Case 2 was the most intensive among the three cases. Using the analysis result of this study, the design of the frame model, which can be applied to the safe working environment of the system is believed to be possible.

Key Words : Inspection equipment frame, Semiconductor test handler picker, Device of pick and place, Natural frequency, Harmonic response

1. 서론

최근 반도체 공정이 미세공정으로 전환되면서 반도체

칩의 소형화, 대용량화, 고집적화 추세를 따르고 있어 다양한 반도체 패키지 형태가 출현하고 있으며, 반도체는 다핀화, 파인피치(Ball의 간격)화의 경향이 두드러지고

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 6, 2014

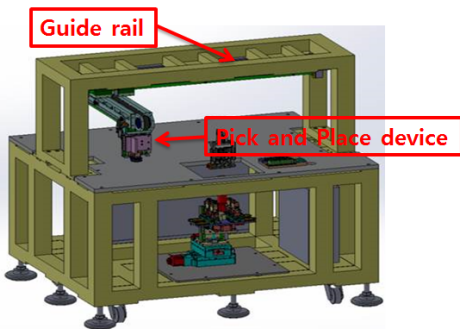
Accepted August 7, 2014

있어 반도체 제조공정 중 검사공정 장비의 정밀도와 신뢰성이 중요시되고 있다. 반도체의 제조공정 과정에 있어 최종공정인 Final test에 속하는 패키지 조립 및 검사공정에서 메모리 테스트 핸들러 장비가 사용되고 있다. 메모리 테스트 핸들러 장비는 생산된 반도체 패키지를 공급받아 공급받은 반도체 패키지에 대한 불량유무를 검사하며, 등급에 따른 분류가 필요한 반도체 패키지의 발견이 이루어지면 이를 분류하는 역할을 한다. 이러한 반도체 테스트 핸들러 장비에 설치되어 반도체 패키지를 검사하기 전 반도체 패키지를 테스트 핸들러 장비에 공급하거나 검사가 완료된 후 반도체 패키지를 등급별로 분류하는 역할을 반도체 테스트 핸들러 장비의 픽앤플레이스 장치가 하게 된다[1-5]. 픽앤플레이스 장치는 X축, Y축 및 Z축으로 빠른 속도로 이동하며 반도체 패키지를 공급 및 분류하게 되며 이 과정에서 진동을 발생시키게 된다. 이렇게 발생된 진동은 픽앤플레이스의 정확한 픽커 작업에 방해가 되며, 반도체 테스트 핸들러 장비의 작업 효율성과 정밀도 및 신뢰성을 떨어뜨리게 된다. 정밀도 및 신뢰성의 확보를 위해 메모리 테스트 핸들러 장비에서 반도체 패키지의 정확한 공급과 분류가 가능한 픽앤플레이스의 개발이 필요하다. 이를 위하여 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 픽앤플레이스의 X, Y, Z방향의 움직임에 따라 프레임에 발생하는 진동이 얼마나 발생하는지를 연구하였다[6-8].

2. 연구모델 및 구속조건

2.1 연구모델

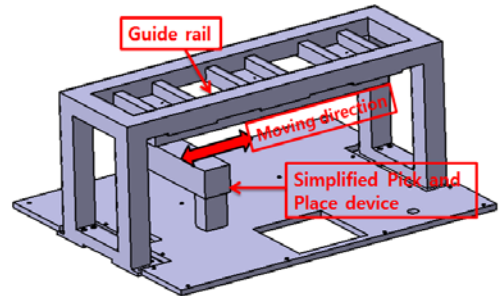
본 연구에서는 CATIA V5를 이용하여 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임의 주요한 부분을 3D 모델



[Fig. 1] System of 3D model

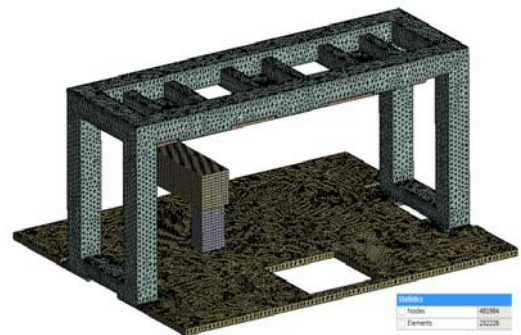
링하였다. Fig. 1과 같이 모터 시스템이 가이드 레일 방향에 움직이면서 모터가 작업을 한다.

본 연구에서는 주로 픽앤플레이스가 X, Y, Z방향의 움직임에 따라 프레임에 발생하는 진동에 대하여 해석하였다.



[Fig. 2] 3D model of Simplified system

진동해석을 위한 유한요소 모델링을 하기 위하여 픽앤플레이스 장치를 똑같은 질량의 사각형으로 단순화하고 나머지 필요한 부분은 유한요소 모델링이 용이하게 표면을 다듬질하거나 조합하는 전처리를 수행하였다. 따라서 해석모델로서 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비의 픽앤플레이스 장치가 위쪽 가이드라인의 왼쪽에 있는 경우(Case 1), 가운데에 있는 경우(Case 2) 및 오른쪽에 있는 경우(Case 3)들로서 세 가지 경우로 나누었다. 대표적으로 Case 1의 메시들은 Fig. 3과 같다.

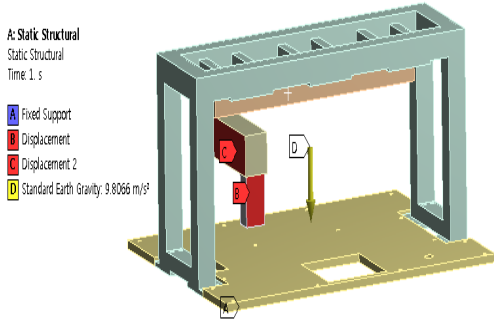


[Fig. 3] Mesh of analysis model (Case 1)

2.2 구속조건

Fig. 4와 같이 검사장비의 A 부분을 Fix Support로 고정하였고, B 부분과 C 부분은 가이드라인 방향에만 자유도를 있는 Displacement로 구속하였다. 그리고 전체적으

로 장비에 중력가속도를 가하였다. 또한 본 해석에서의 검사장비 모델의 물성치는 알루미늄 합금으로서 Table 1 과 같다.



[Fig. 4] Constraint conditions of model (Case)

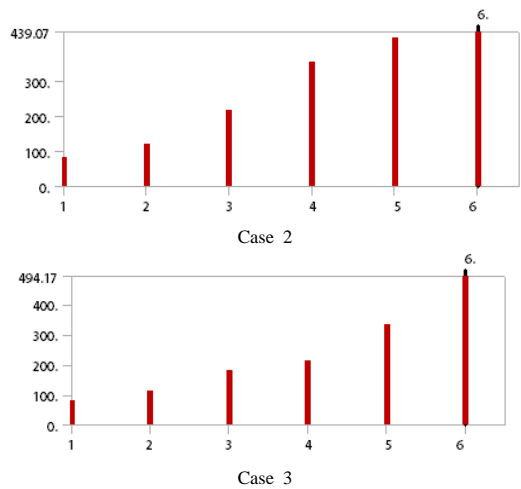
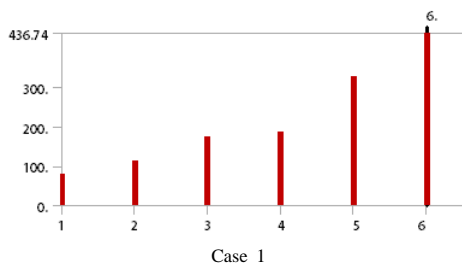
[Table 1] Property of aluminum alloy

Density	2770 kg/m ³
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

3. 해석결과

3.1 고유진동해석

Fig. 3에 도시된 해석모델에 대하여 고유진동해석을 수행하였다. 하모닉 진동을 해석하기 위한 전 단계로서 해석모델의 모달 해석이 수행되었으며, 모달 해석을 통하여 구해진 모드들을 참고하여 하모닉 진동으로 위험진동수를 구하였다. Case 1부터 Case 3까지의 모드의 주파수는 Fig. 5과 같이 나왔다.

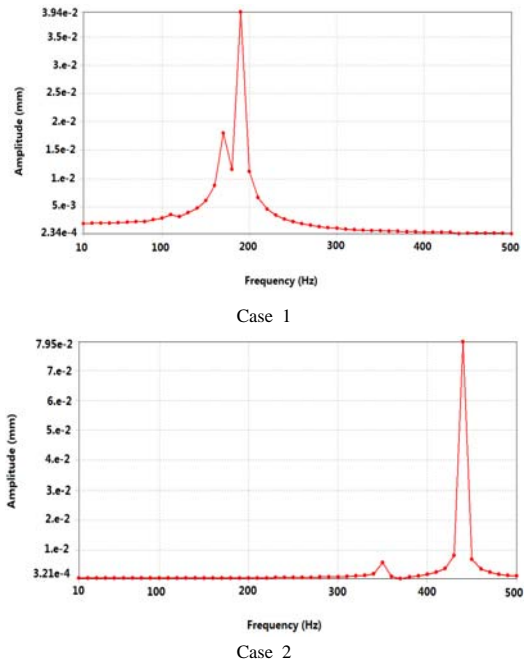


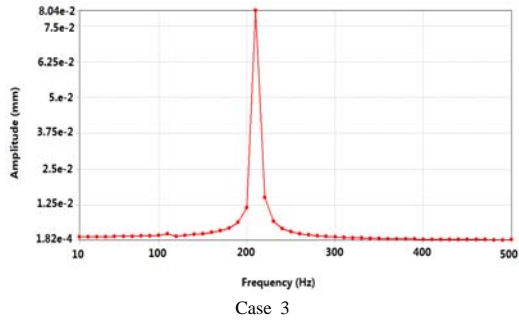
[Fig. 5] Natural frequency of models

3가지 경우 모달 해석을 통하여 얻어진 결과를 살펴보면 검사장비 프레임 모델이 6차 모드까지의 고유진동수 범위는 약 80Hz~500Hz이다.

3.2 하모닉 진동해석

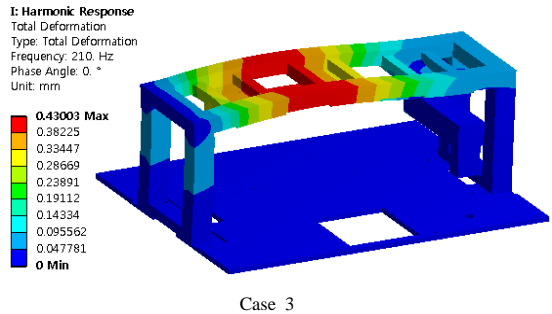
실제적인 진동으로서 Fig. 4와 동일하게 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임에 구속조건을 주고, 하모닉 진동해석을 수행하여 그 위험 진동수를 조사하였다.





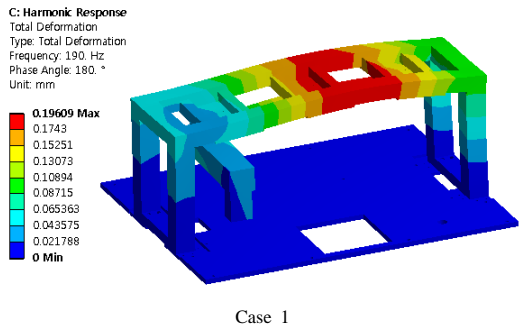
[Fig. 6] Frequency response of amplitude deformation

반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임 모델의 세 가지 경우에 대하여 진동수의 진폭 변위 응답을 살펴본 결과, Fig. 6에서 확인할 수 있듯이 Case 1은 190Hz, Case 2는 440Hz, 그리고 Case 3은 210Hz의 위험 진동수가 나타났다. 이 결과들을 통해 Case 1의 공진주파수는 고유진동 4차 모드 186.33Hz와 아주 근접하는 것을 확인할 수 있고 Case 2의 공진주파수는 고유진동 6차 모드 439.07Hz, Case 3의 공진주파수는 고유진동 4차 모드 211.62Hz와 아주 근접하는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 검사 장비 프레임에 해당 주파수에서 작업하면 부품의 진동이 수명에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다. 공진주파수를 가하였을 때 검사 장비 프레임의 최대 변형량과 최대 등가 응력 분포는 Fig. 7과 같다.

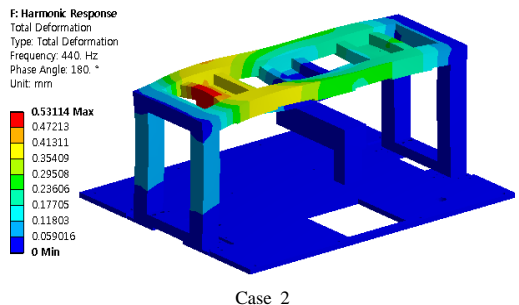


[Fig. 7] Total deformation at critical frequency

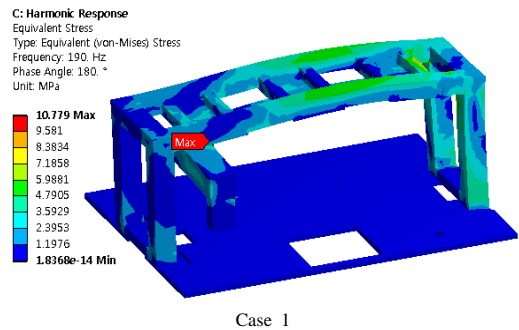
위의 변형량 등고선에서 볼 수 있는 바와 같이 Case 1 경우, 프레임에 공진이 발생할 때 약 0.196mm의 최대 변형량을 나타냈고, Case 2는 약 0.531mm, Case 3은 약 0.43mm의 최대 변형량을 나타냈다.



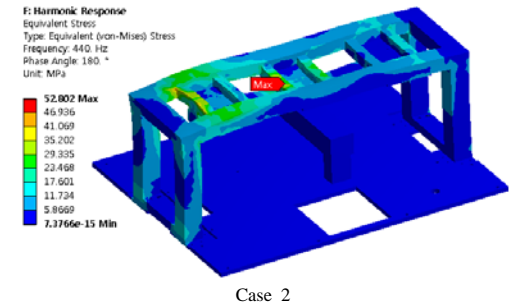
Case 1



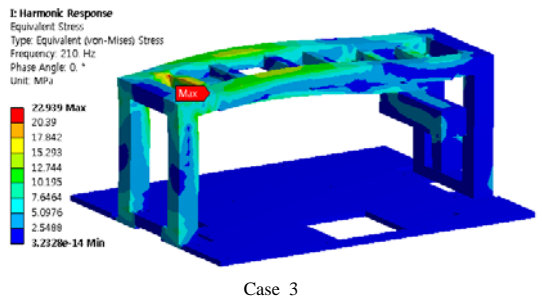
Case 2



Case 1



Case 2



Case 3

[Fig. 8] Equivalent stress at critical frequency

Fig. 8을 살펴보면 모델에 공진주파수가 가해졌을 때의 최대 등가응력 해석 결과이다. Case 1 경우에는 가이드 레일 제일 왼 쪽에서 최대 등가응력이 10.779MPa로 발생하는 것을 확인할 수 있다. Case 2 경우에는 가이드 레일 가운데에서 최대 등가응력이 52.802MPa, Case 3은 가이드 레일 왼 쪽에서 최대 등가응력이 22.939MPa로 발생하였다. 이 결과를 보면 Case 2경우의 모델이 최대 등가응력 제일 높게 나왔다. 따라서 픽업플레이스가 가이드 레일 가운데 이동되었을 때가 세 가지 Case들 중 프레임에 진동에 쉽게 파손이 된다는 것을 예측할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임에 대한 진동해석에 대해 시뮬레이션 해석을 수행하여 그 고유진동과 하모닉 진동의 특성을 파악하였다. 이를 토대로 도출된 연구 결과는 다음과 같다.

1. 세 가지 모델의 모달 해석 결과, 검사장비 프레임 모델이 6차 모드까지의 고유진동수 범위는 약 80Hz~500Hz이다.
2. 모델이 진동수의 진폭 범위 응답을 살펴본 결과, Case 1은 190Hz, Case 2는 440Hz, 그리고 Case 3에서 210Hz의 위험 진동수가 나타났다.
3. 세 가지 모델의 Harmonic Response 해석 결과, 프레임에 공진이 발생할 때 Case 2 경우는 Case 1과 Case 3보다 더 큰 약 0.531mm의 최대 변형량을 나타났다. 또한 Case 2는 Case 1과 Case 3보다 더 큰 약 52.802MPa의 최대 등가응력을 나타났다. 따라서 Case 2가 세 가지 Case들 중 진동에 쉽게 파손이 된다는 것을 예측할 수 있다.
4. 본 연구에서의 반도체 테스트 핸들러 픽커 검사장비 프레임 모델의 고유진동과 하모닉 진동 해석 결과를 이용하여 시스템의 안전한 작업환경으로 실제 적용할 수 있는 모델 설계가 효율적으로 가능하다고 사료된다.

References

[1] H. Y. Kim, S. K. Lee, Y. J. Shin, "Analyses of Deployment Process and Sled Test for Designing Airbag Module", Transactions of KSAE, pp.118-128, 1998.

- [2] D. M. Park, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, W. S. Park, J. U. Cho, "A basic study on plastic suspension system for automotive seat under consideration of body pressure distribution", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 11, pp. 4751-4755, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.11.4751>
- [3] D. Y. Kim, J. H. Kwak, J. H. Lee, K. W. Park, K. Y. Jeong, and S. S. Cheon, "A Study on the Vibration Analysis for the Composite Multi-axial Optical Structure of an Aircraft," Journal of the Korean Society for Composite Materials, Vol. 24, No. 2, 2011, pp.14-21.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7234/kscm.2011.24.2.014>
- [4] S. S. Kim, "Study of Proprieties Foaming Glass from Waste Glass", 2007 Spring Conference Proceeding of KAIS, pp. 126-128, May, 2007.
- [5] A. K. Kim, Kazi Tunvir, S. J. Park, G. D. Jeong, Md Anwarul Hasan and S. S. Cheon, "Study on Compressive Behavior of Heterogeneous Al-alloy Foam by Cruciform-Hemisphere Model", Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering, Vol. 14, Issue 6, pp. 933, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0965-0393/14/6/004>
- [6] J. M. Kim, K. T. Lee, H. Y. Kim, "Numerical Modeling to Evaluate Reat Crashworthiness for Round Recliner of Automotive Seats", Transactions of KSAE, Vol, 17, No. 1, pp.64-71, 2009.
- [7] T, K, Lee, B, S, Kim, "The structure of an Automotive Woofer Speaker", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 2, pp. 19-24, 2012.
- [8] Y. S. Lee, B. H. Jun, J. M. Oh, "A Study on the Design Optimization of Composite Cylindrical Shells with Vibration, Buckling Strength and Impact Strength Characteristics", Transaction of KSAE, Vol.5, No. 4, pp. 48-69, 1997.

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 웅(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- 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