

CAE를 이용한 머신비전시스템 진동해석 비교 연구

A Comparison Study on the Improvement of Vibration Analysis of Machine Vision System using CAE Method

김성래†·정재일*·임홍재*

Sung Rae Kim, Jay Il Jeong and Hong Jae Yim

1. 서 론

최근, 반도체 산업의 성장에 힘입어 반도체 공정을 개선할 수 있는 기술과 장비에 대한 연구 활동이 이루어지고 있다. 이러한 측면에서 나노 임프린트 리소그래피 기술은 현재의 포토 리소그래피 기술을 대체할 수 있는 획기적인 공정으로 주목받고 있으며, 관련된 기술 및 장비의 개발이 시급하다. 하지만, 정밀계측 기구들의 설계에는 많은 문제들이 따르기 때문에, CAE 기법을 도입함으로써 개발시간 및 비용을 줄이고 예측되는 문제점들을 설계단계에서 해결하려는 노력이 이루어지고 있다.

본 연구에서는, 정밀 계측을 위한 머신 비전 시스템을 CAE를 통해 강성에 대해 비교 연구하며, 새로운 설계안을 선정하고, 주파수 응답해석을 통한 동특성을 알아본다.

2. 머신 비전 시스템의 배경 및 구성

머신 비전 시스템은 사람의 육안으로 볼 수 없는 미세한 부분을 확대하여 검사를 하거나 측정을 하는데 활용된다. 나노 임프린트 공정에서는 각 레이어의 상대위치를 정렬할 때 사용되기도 하고, 임프린트 전사 후 정렬 정도 및 레진의 두께를 측정하는데 사용된다. 본 연구에서는 Fig.1과 같은 연구 장비를 구축하였다.

나노 임프린팅 장비개발에 사용될 머신 비전 시스템의 설계안을 Fig.2와 같이 3D CAD Tool을 이용하여 구성하였다. 설계안 1은 외부 제작업체를 통해 구성가능한 모델을 구현한 것이며, 설계안 2는 현재 정렬 정도를 검사하기 위해 별도로 구성되었던 모델을, 현 시스템에 적용하기 위해 재구성한 것이다.

설계안 1과 설계안 2는 보유하고 있는 카메라 모듈의 구

성을 적용하기 위해 공통적으로 전체 시스템의 높이가 결정되었으며, 설계안 1의 축방향 길이는 제작업체 규격에 따라 설계안 2보다 200mm 더 넓게 고안되었다. 설계안 2는 재구성하면서 높이를 수정하게 되어 각 파트의 재질이 다르며, 해석 조건은 Table 1과 같다.

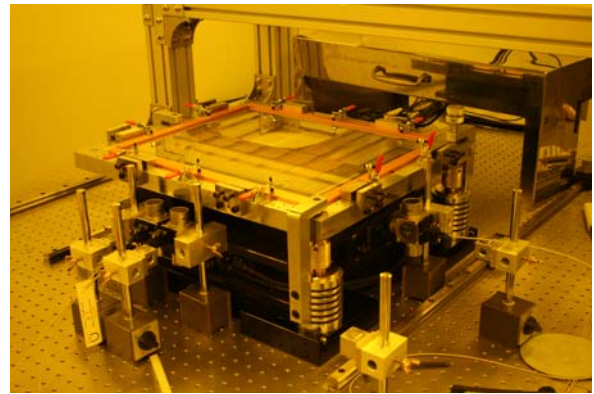


Fig.1 Nano imprinting stage

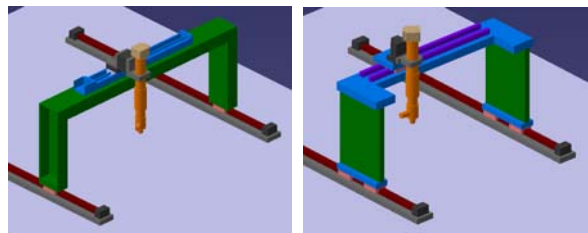


Fig.2 Design 1(Left) and Design 2(Right) for Analysis

Table 1. Material properties of Frame

No.	Design 1.	Design 2.
Materials	Steel	Upper plate, support block: Aluminum Support plate; Steel
Weight (Frame only)	15.253[kg]	25.551[kg]
FEM model mesh size	4.5[mm]	5[mm]
Load	-Z direction, 36N(on upper plate, center)	

† 교신저자; 국민대학교 자동차공학전문대학원
E-mail : passrun@google.com
Tel : (02) 914-8812, Fax : (02) 910-5037

* 국민대학교 기계자동차공학부

3. 머신 비전 시스템 프레임의 강성 해석

비전 카메라 모듈이 적용되어 나노 스테이지 위에서 직접적인 계측을 하기 위해서는 시스템 프레임의 정적 처짐이 작아야만 한다.

각 설계안의 정강성 해석을 위해 유한요소모델을 만들어 해석한 결과, 최대 처짐량은 설계안 1에서 4.13 μ m, 설계안 2에서 4.10 μ m를 보인다. 설계안 2는 설계안 1보다 큰 무게를 가지지만, 더 작은 처짐을 보임을 알 수 있으며, 그 차이는 아주 작은 것을 확인할 수 있다.

프레임의 정적 처짐 외에도 굽힘 동강성은 시스템의 마이크로 진동을 야기한다. 각 설계안에 대한 진동 모드해석 결과는 Fig.3과 같이, 설계안 1이 설계안 2보다 더 나은 굽힘 강성을 보이며, 지지블럭이 고정된 경우는 설계안 2가 설계안 1보다 더 나은 강성을 보이는 것을 알 수 있다.

비전 시스템에서는 굽힘 특성이 중요하며, 시스템 적용 측면에서 지지블럭을 고정에 대한 해석결과가 현실적이라고 할 수 있다. 따라서, 강성측면에서 유리한 설계안 2로 시스템을 구성하도록 하였다.

4. 프레임 주파수 응답 해석

프레임의 주파수 응답에 대한 출력 결과에 대한 검증은 정밀 계측을 직접하게 되는 카메라 끝단에서 이루어진다. 전체 시스템의 구동에 따른 처짐을 알아보고 출력 경로를 만들어 주기 위해 카메라를 고정하는 클램프의 고유진동 해석을 수행한다. 1mN의 힘을 사인함수의 진폭으로 프레임 지지블럭 부분과 상판에 각각 가진하며, 클램프의 중앙에 출력 채널을 설정한다.

상용 다물체 동역학 해석 Tool을 이용하여 Fig.4과 같은 머신 비전 시스템을 구현하였다. 앞서 해석된 프레임과 클램프는 유연체 모델로 적용되었다. Fig.5는 입력 채널을 통한 가진을 통해 얻어진 주파수 응답 결과이며, 119.12Hz, 452.90Hz의 공진 주파수 대역을 보인다.

5. 결 론

본 연구에서는 정강성 및 동강성 해석을 통해 두 가지 설계안에 대해 해석하였고, 확정된 설계안에 대하여 주파수 응답 해석을 수행하였다. 확정된 설계안의 공진주파수 대역이 일반적인 리니어 모터의 주파수 대역인 50/60Hz를 피할 수 있는 것을 확인하였다. 본 연구의 결과 값을 토대로 추후 비전 시스템의 모터 적용 설계 및 문제 해결에 활용할 수 있다.

후 기

본 논문은 서울시 산학연 협력사업의 지원으로 작성되었습니다.(과제번호 10583)

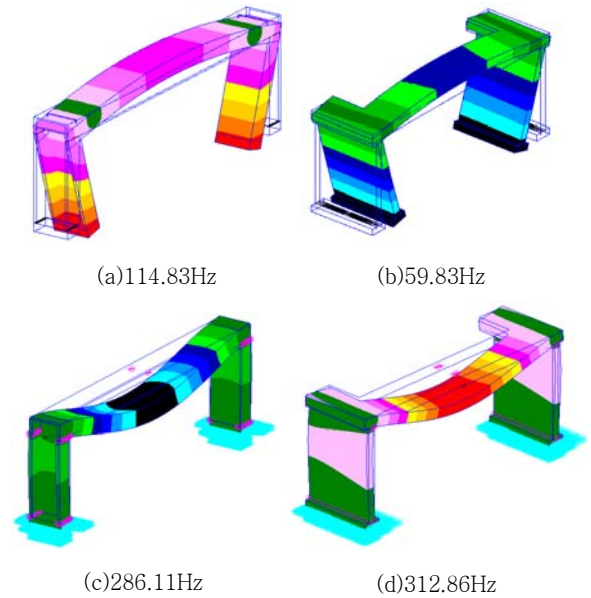


Fig.3 the Result of dynamic stiffness analysis
(a),(b) : without SPC, (c),(d) : with fixed support block

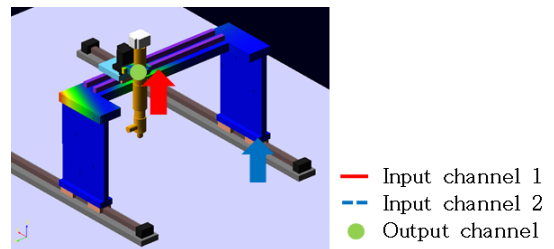


Fig.4 Input/output channel setup

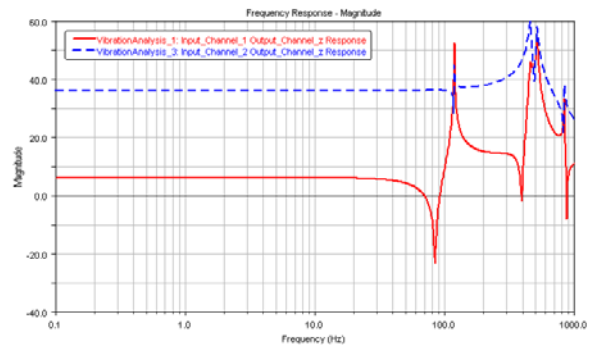


Fig.5 Frequency response analysis of Multibody of vision system with Flexible model