

CAE를 이용한 Visual Alignment System 의 진동해석 연구

A Study on the Improvement of Vibration Analysis of Visual Alignment System using CAE Method

이승윤† · 김성래* · 정재일** · 임홍재**

Seung Yoon Lee, Sung Rae Kim, Jay Il Jeong, Hong Jae Yim

1. 서 론

최근 포토 리소그래피를 대체 할 수 있는 기술로 반도체 분야에서 각광받는 나노 임프린팅 기술은 공정 장비의 해외 의존도가 높아 국내의 장비기술 개발이 시급한 실정이다.

비주얼 얼라인먼트 시스템은 나노 임프린팅 공정 중 몰드와 기관간의 정렬 오차를 실시간으로 측정하는 비전 시스템과 이 정렬 오차를 보정하는 스테이지 제어기술로 이루어진 시스템을 말한다. 특히 비전 시스템의 경우 마이크로 진동에 민감한 정밀 계측 기구이기에 마이크로 진동문제를 해결하는 것이 큰 주제로 대두되고 있다.

본 연구에서는 비전 시스템의 프레임 형상을 변화시키며 고유진동해석을 수행한다. 또한 형상최적설계 프로그램을 통해 프레임의 형상을 제시하여 이를 비교 연구하며 추후 비주얼 얼라인먼트 시스템의 개발 시 고려할 수 있도록 하고자 한다.

2. 비주얼 얼라인먼트 시스템의 구성

일반적으로 비주얼 얼라인먼트 시스템은 몰드와 기관, 혹은 마스크와 패널 사이의 미세정렬공정에 사용된다. 몰드와 기관의 양쪽 코너에 특정한 마크를 새겨 넣고 카메라를 통해 들어온 마크 영상으로부터 두 마크의 중심점을 계산한 후 중심점의 차이를 이용해 정렬오차를 계산 한다. 그 후 스테이지 제어를 통해 몰드와 기관을 정렬하게 된다. 이때, 카메라를 통해 마이크로 단위의 마크영상을 취득하기 때문에 외란이나 노이즈에 민감한 단점이 있다.

비주얼 얼라인먼트 시스템은 크게 비전시스템과 스테이지로 구성되며, 비전시스템은 정렬을 확인하는 카메라부와 카

Table 1. Material properties of frame

| Material | Aluminum |
|-----------------|---|
| Young's modulus | 68900 N/mm ² |
| Poisson's ratio | 0.33 |
| Density | 2.71 x 10 ⁻⁹ g/mm ³ |

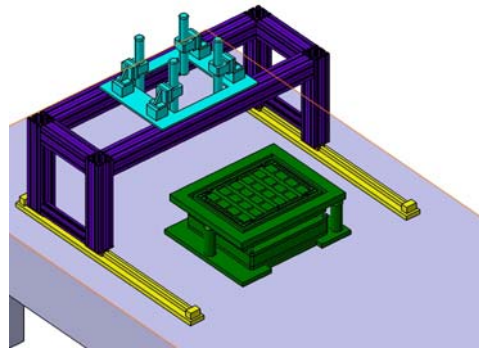


Fig 1. Visual Alignment system

메라를 지지하는 프레임으로 구성된다. 이를 3D CAD Tool 을 이용하여 Fig 1. 과 같이 모델링 하였다.

3. 비주얼 얼라인먼트 시스템의 고유진동 해석

카메라를 지지하는 프레임의 진동은 계측 오차와 직결되는 매우 중요한 문제이기에 프레임의 동강성 해석은 필수적이라 할 수 있다. 먼저 Table 1. 에 나타난 물성치를 가지는 유한요소모델을 만들고 사각 단면의 폐쇄된 내부를 지니도록 모델링 하였다. 해석 결과로서 굽힘 모드 97.987Hz, 와 비틀림 모드 112.96Hz를 확인하였다. 이는 다른 프레임과 비교 연구 될 값이다.

비주얼 얼라인먼트 시스템은 외부의 가진을 줄이기 위하여 진동을 차단하는 방진판 위에 설치되는 것이 보통이다. 하지만 방진판에는 올려놓을 수 있는 무게가 한정되어 있기 때문에 전체의 무게를 줄이며 강성을 유지하는 형상 최적설

† 교신저자; 국민대학교 자동차 전문 대학원
E-mail : hanga99414@hanmail.net
Tel : (02) 914-8812

* 국민대학교 자동차 전문 대학원

** 국민대 기계자동차공학부

계가 필요하다. 사각 단면 프레임을 형상 최적설계하기 위하여 상용 위상 최적설계프로그램을 사용하였으며, Table 2.의 조건을 적용하여 Fig 2. 과 같은 새로운 형상의 프레임을 얻었다.

형상 최적설계의 결과를 반영하여 I 형상의 단면을 지닌 새로운 프레임을 구성하였다. 새 프레임은 최적설계의 단면 그대로를 적용시킨 것이 아니기에 검증의 과정이 필요하다. 새 프레임의 고유진동해석을 수행한 결과 Fig 3. 과 같이 굽힘 모드 97Hz, 비틀림 모드 41.06Hz 의 결과를 얻었다. 이는 원래 프레임의 고유진동 해석과 비교했을 때 굽힘 모드는 유사하고, 비틀림 모드는 큰 차이를 나타냄을 알 수 있다. 하지만 전체의 질량을 비교해 보았을 때 사각단면 프레임의 총 질량은 96.19Kg 인 반면, I 단면 프레임의 총 질량은 35.26Kg으로 약 63% 감소하였다.

I 단면 프레임은 그 질량과 고유진동수에서 사각 단면 프레임을 대체할 수 있는 대체물로서 고려될 만하다. 하지만 조립이 어렵고 한번 조립 후 설계의 변경이 쉽지 않다는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 구입과 조립이 용이한 Fig 3. 와 같은 단면을 지닌 알루미늄 프로파일을 이용하여 최종설계를 진행하였다. 프로파일 프레임의 고유진동 해석을 수행하여 Fig 4. 와 같이 굽힘 모드 92.28Hz, 비틀림 모드 77.41Hz를 얻었으며, 총 질량은 38.97Kg으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 비주얼 얼라인먼트 시스템의 프레임의 유한요소 모델을 생성하고 고유진동 해석을 수행하였으며, 형상 최적설계프로그램을 이용하여 질량과 처짐을 최소화 하면서 강성을 확보하는 최적설계의 과정을 검토해 보았다. 이를 이용하여 최종적으로 시스템에 적용할 프레임의 단면 형상을 결정하였으며, 결정된 단면을 이용해 프레임을 모델링 하였다.

이 연구를 통하여 나노 임프린팅 장비를 개발하는데 있어 중요한 진동문제에 대하여 기본적인 접근을 할 수 있었다. 실제 비주얼 얼라인먼트 시스템의 고유진동 해석을 통해 공진 주파수가 일어 날 수 있는 영역을 예상할 수 있었으며 추후 실제의 모델이 적용되는 환경을 조사하여 외부의 가진 상황과 모델 내부의 가진 상황을 확인 한다면 더 정확한 모델을 설계하는데 참고 할 수 있을 것이다.

후 기

본 논문은 서울 산학연 협력사업의 지원으로 작성되었음. (과제번호 10583)

Table 2. Setup optimal design condition

| | |
|------------------|---|
| Objective to | Minimize to mass |
| Constraints to | Max displacement <0.004 |
| Design Variables | The density of each element in the design space |

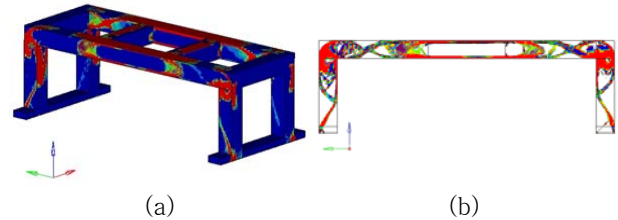


Fig 2. Topology optimization of frame: (a) the result of optimization, (b) section cut view

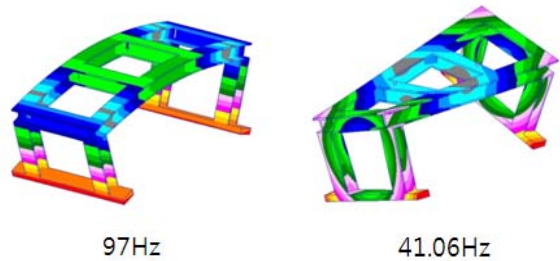


Fig 3. Normal mode analysis of I section frame

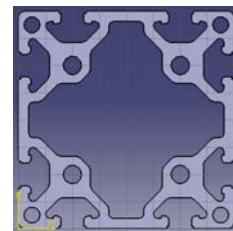


Fig 3. A section of aluminum profile

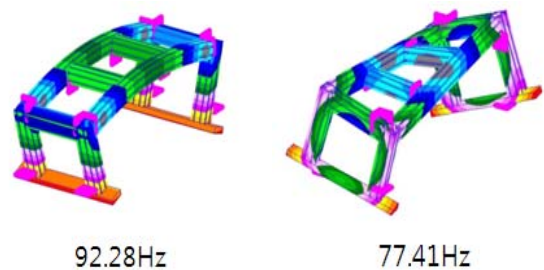


Fig 4. Normal mode analysis of profile frame