

# 대면적 진공용 5축스테이지의 설계 및 보정 Design and Compensation of Wide Area 5-Axis Vacuum Stage

\*이길영<sup>1</sup>, #신동혁<sup>1</sup>, 신승현<sup>1</sup>, 정재일<sup>2</sup>, 정종규<sup>2</sup>

\*G. Y. Lee(gylee@animotion.co.kr)<sup>1</sup>, #D. H. Shin(tonyshin@animotion.co.kr)<sup>1</sup>, S. H.

Shin(shinsh1@animotion.co.kr)<sup>1</sup>, J. Y. Jeong(jayjeong@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>, J. K.

Jeong(thejkk@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>애니모션텍, <sup>2</sup>국민대학교

Key words : High Density Electron Beam, 5 Axis Vacuum Stage, Eucentric Height

## 1. 서론

국내의 정밀기계부품 산업은 고부가가치 산업으로서 정밀 가공과 최종 피니싱 공정은 제품의 경쟁력 및 기술력이 크게 좌우되는 고부가가치 분야이며 해외경쟁력 확보를 위한 중요한 원천 기술이다.

본 연구에서는 피니싱 분야에서 고밀도 전자빔 기술을 활용하여 정밀기계 부품 등의 최종 생산품의 표면조도향상, 이물질 제거, 내구성 향상이 가능한 장비 개발을 목표로 하고 있다. 목표 응용분야는 금형, 의도기기, 반도체 부품, 초정밀 기계 부품이다.

개발중인 전자빔 피니싱 장비의 특징은 진공환경에서 대면적 샤프링, 포커싱, 스캐닝의 기능을 가지고 있으며 5축 제어를 통한 피니싱 기능의 구현을 개발 목표로 하고 있다.

현재 상용화되어 있는 고밀도 전자빔 장비는 가공영역이 350 x 250 x 100 (mm)로 소형 금형용이다. 고밀도 전자빔용 스테이지의 개발 로드맵을 분석하였을 때 다음과 같은 다축 스테이지 개발 목표를 설정하였다.

- 대형 공작물의 피니싱 공정 가능
- 입사각의 조절 가능
- 가공경로 생성 기술
- 높은 정밀도의 Eucentric Height Error
- 대면적 저 자력 스테이지 기술

이에 초정밀 대면적 진공용 5축 스테이지 목표 사양을 Table 1 과 같이 결정하고 개발을 진행하였다.

## 2. 대면적 5축 진공용 5축 스테이지 설계

기술 개발 로드맵 분석에 따라 범용성

다축 스테이지를 Fig.1 과 같이 설계 하였다.

고밀도 전자빔 장비의 공정기술에는 입사각을 조절함과 동시에 전자빔과 이온빔의 하이브리드 기술이 필요하다. 그러므로 5Axis Eucentric Goniometer Stage 구조와 정밀한 Eucentric Height 를 목표로 한다.

## 3. 스테이지의 작업평면 해석

Figure 2 와 같이 전자빔과 이온빔의 작업영역을 해석하였으며, 목표 정밀도 달성을 위하여 해석결과를 통한 피드백으로 최적화 설계를 진행하였다.

Table 1. Wide Area 5 Axis Vacuum Stage Spec.

Product Dimension	300 x 300 x 100 (mm)
Stage Type	5Axis Eucentric Goniometer Stage
Travel	450 x 300 x 12 (mm) 360° x n Rotation, 35° Tilt
Repeatability	<±1um @ 0° Tilt <±2um @ 35° Tilt
Eucentric Height	<±1um

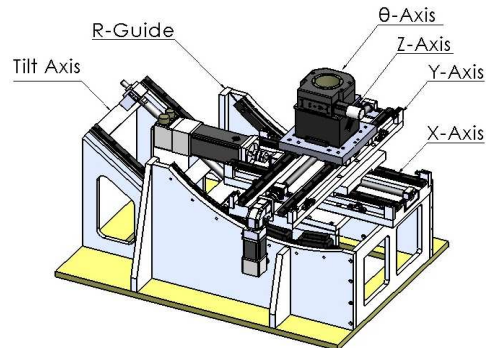


Figure 1. Wide Area 5 Axis Vacuum Stage

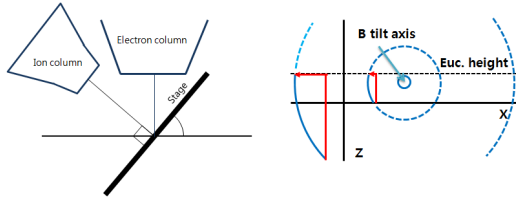


Figure 2. Eucentric Height Error

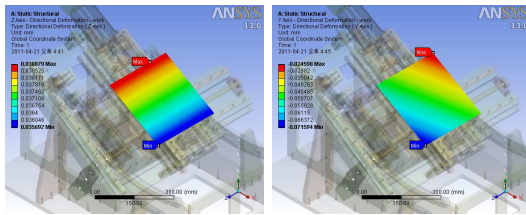


Figure 3. Analysis Result

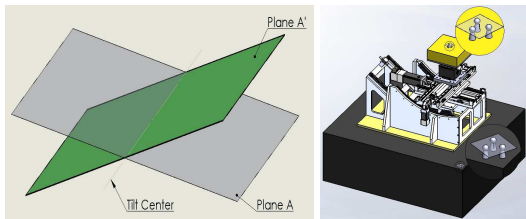


Figure 4. Eucentric Height Measurement

목표 오차범위를 구현하기 위하여 재료변경과 보강설계를 진행하였으나 설계보강 후 해석 결과 Fig. 3 에서와 같이 XYZ 방향으로 작업평면에서 10~72um 까지 Eucentric Height Error 가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 생산성과 기본 정밀성을 확보하기 위한 조립기술과 함께 Eucentric Height Error 측정 기술을 확보하고 다축 보정 기술을 이용한 정밀도의 확보가 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

#### 4. 평면의 상대측정을 이용한 Eucentric Height 측정 및 보정

생산성과 정밀도를 고려하여 다음과 같은 방법으로 스테이지의 정밀도를 측정하고, 이를 이용한 보정알고리즘을 구성한다. Fig.4 와 같이 전자빔과 이온빔이 만나는 Eucentric Point 가 Tilt 축 위에 있다고 가정하면, 좌측 그림에서 표준 작업평면 A 가 Tilt 축으로 회전이

발생되었을 때 작업평면 A' 는 이상적인 Tilt Center 에서 XYZ 방향으로 병진운동이 발생한다.

표준좌표와 Plane A, Plane A' 의 상대계산으로 Eucentric Height Error 를 측정하기 위하여 각 작업평면에 대한 기준 좌표계를 설정하여야 한다. Figure 4 의 우측 그림에서처럼 스테이지 조립대에 Ball Tip 3 개를 셋팅하고 측정하여 표준 좌표계를 생성한다. 그리고, 초기화 작업평면의 Ball Tip 들을 측정하여 표준좌표에 상대적인 Plane A 을 생성한다. Tilt 축으로 회전 발생시 틸팅된 작업평면의 Ball Tip 들을 측정하여 Plane A' 를 생성한다. 위에서 측정된 좌표계를 기준으로 다축 보정을 실시한다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 대면적 진공용 5 축 스테이지의 설계 및 보정에 대한 기초적인 설계고려사항들에 대한 연구를 진행하였다.

보정맵을 통한 정밀도 확보 방식은 고정밀도는 확보가 가능하나 대량생산에는 어려움이 있다. 따라서, 광학측정방식도 연구테마로 하여 사업성을 분석하여 진행해볼 계획이다.

#### 후기

본 연구는 한국생산기술연구원의 “정밀 기계부품 가공용 고밀도 전자빔의 고속 청정 Finishing 공정 기술개발” 과제 연구비를 지원받아 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. 강은구, 홍원표, 이석우, 정문성, 최현중, “초진공용 2 축 대변위 나노스테이지 개발”, 한국 정밀공학회 춘계학술대회, 2005
2. FEI 社, Dual Beam Nova600 NanoLab Manual .
3. 이찬홍, 박천홍, 이후상, ”전자빔 가공기용 진공 5 축 스테이지의 제어 및 운동특성”, 한국 정밀공학회 추계학술대회, 2004