

전자빔 피니싱 장비의 집속 성능 분석

Analysis of Condensation Performance of E-Beam Finishing Instrument

*#임선종¹, 최지연¹, 강은구², 김진석²

*#S. J. Lim¹(sjlim@kimm.re.kr), J. Y. Choi¹, E. G. Kang², J. S. Kim²

¹한국기계연구원, 광응용기계연구실, ²한국생산기술연구원, 디지털협업지원센터

Key words : High density electron beam, E-beam finishing, Deburring, Polishing, Edge radiusing

1. 서론

전자빔 피니싱 장비는 전자빔을 이용해 가공 부품의 표면 조도를 향상시키기 위한 장비이다. 전자빔 피니싱 기술은 펄스 전자빔을 이용하는 방식과 전자빔 스캔 방식이 있다. 본 연구를 위해 개발중인 장비는 DC hollow cathode 방식으로 방출된 플라즈마를 이용해 전자빔을 발생하고 집속 후 시편 표면에 조사하는 방식을 사용하고 있다.

본 논문에서는 개발중인 전자빔 피니싱 장비에서 전자빔의 방출 상태와 집속 성능 분석 결과를 보이고자 한다.

2. 전자빔 피니싱 장비의 구성

개발중인 전자빔 피니싱 장비의 집속 장치는 마그네틱 렌즈를 이용해 집속 기능과 초점 기능을 수행하고 있다. 전체 반배율은 1/120 로 설계되어 있다. 플라즈마를 이용한 전자빔 소스에서 발생된 전자빔은 집속 장치에 의해 집속 및 초점 기능이 수행된다. 전자빔 직경은 60 [mm]를 가정하였다. 빔 소스의 직경 및 자기 포화를 고려하여 집속 장치 폴 피스의 내경과 외경을 설계하였다. 시스템 주변 장치로는 5축 스테이지, 공정 최적화 프로그램, 가공 경로 생성 프로그램 및 공정 운용 프로그램 등이 있다. 가공 시편의 교체는 load/unload 장치를 이용해 메인 챔버의 진공도를 유지한 상태에서 교체가 이루어지도록 설계 되어 작업 시간을 단축할 수 있도록 하였다. 가공 시작 위치 검색을 위해 자동 시편 얼라인 장치를 개발하고 있다.

Fig. 1 은 개발중인 전자빔 피니싱 장비를 보이고 있다.

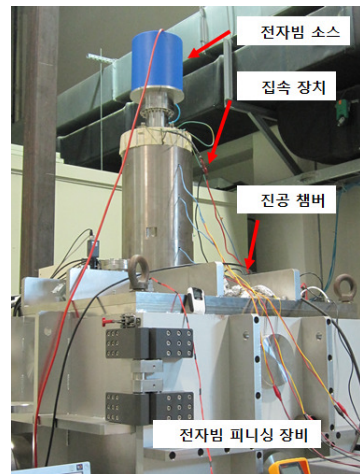


Fig. 1 E-beam finishing instrument

2. 전자빔 피니싱 집속 성능 분석

전자빔 소스에서 발생된 집속 장치를 거쳐 시편에 도달되는 정도를 측정하기 위해 Fig. 2 와 같이 제작된 센서를 이용하였다. 센서의 윗면은 다양한 크기의 홀로 교체가 가능하도록 하여 빔집속도를 측정할 수 있도록 하였다. 본 실험은 설계 사양인 15 [mm] 홀에 대해서 진행하였다. Fig. 3 은 집속 장치를 거친 후 시편 위치에서 10 회 실험을 통해 측정된 프로브 전류를 보이고 있다. 렌즈는 동작이 되지 않은 상태이며 가속 전압이 10 ~20 [KV] 범위에서 변화했을 때의 전류값을 보이고 있다. 실험이 반복됨에 따라 프로브 전류량이

줄어들고 있음을 보이고 있다. Fig. 4 는 렌즈를 동작시킨 후 센서의 윗면과 아랫면의 전류량을 측정 한 결과이다. 20 [kV] 가속 전압의 경우 아랫면을 통과 전류는 전체 전류의 약 76.7 [%]이다.

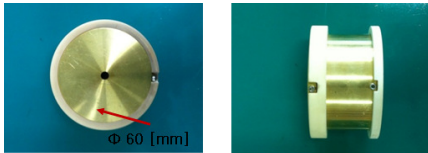


Fig. 2 Probe current sensor

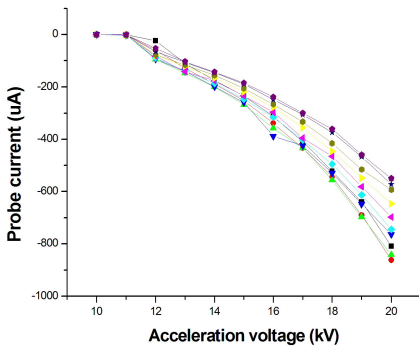


Fig. 3 Probe current at process position

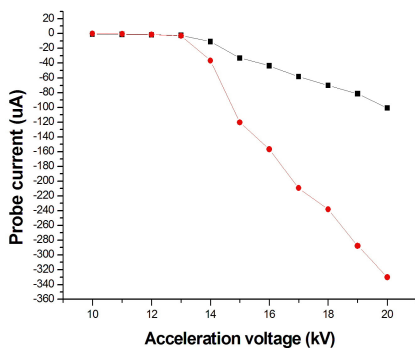


Fig. 4 Probe current at upper plate and lower plate

아랫면과 위면에서 측정된 전류량을 비교하면 집속된 전자빔의 밀도는 렌즈

중심축에서 높은 중형 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. Fig. 5 는 집속된 빔을 보이고 있다.

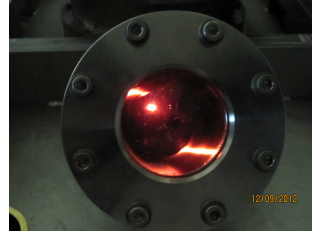


Fig. 5 E-beam at process position

4. 결론

본 논문은 개발중인 전자빔 피니싱 장비의 전자빔 집속 장치의 성능을 분석하였으며 다음의 결과를 얻을 수 있었다. 첫째, 가속 전압 증가 실험에서 전류량이 감소되는 것은 추후 공정 조건 실험을 통해 빔 소스를 일정하게 냉각시킴으로써 해서 일정한 전류량이 방출되도록 개선되었다. 둘째, 센서의 윗면과 아랫면에서 측정된 전류량의 비교를 통해 집속된 전자빔은 렌즈 중심에서 전류 밀도가 높은 중형 분포가 됨을 알 수 있었다. 집속 장치는 설계 사양을 만족하는 집속 성능을 보이고 있음을 확인하였다. 향후에는 빔 소스의 전자빔 크기가 작아지고 밀도가 증가함에 따라 이에 적합한 집속 장치 설계를 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부가 지원하는 산업원천기술개발사업 “정밀기계부품 가공용 고밀도 전자빔의 고속 청정 Finishing 공정 기술 개발” 과제로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. Warren J, Smith., “Modern Optical Engineering,” Mc Graw Hill, 339-436, 2007.
2. Joseph I, Goldstein., “Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis,” Plenum press, 21-67, 1992.