

# 주사 전자 현미경에서 전자빔 프르브 생성을 위한 소프트웨어 설계 Software Design for Generation of Electron Beam Probe in SEM

\*#임선종<sup>1</sup>, 이찬홍<sup>2</sup>

\*#S. J. Lim<sup>1</sup>([sjlim@kimm.re.kr](mailto:sjlim@kimm.re.kr)), C. H. Lee<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> 한국기계연구원, 지능형 생산시스템 연구 본부

Key words : SEM(Scanning Electron Microscopy), High voltage generation control, Lens control,

## 1. 서론

전자빔 프르브는 이차 전자(Secondary electrons), backscattered electron 및 absorbed electron 등과 같은 이미지 신호를 발생시킨다[1]. 이미지 신호는 Everhar-Thornley 등과 같은 검출기와 이미지 그래버(Grabber) 등을 이용해 이미지로 전환된다. 또한 프르브가 가지고 전류, 사이즈 및 수렴각과 같은 정보는 빔의 밝기, 해상도를 결정하는데 중요한 변수이다. 따라서 안정된 이미지를 제공하고 안정된 성능을 낼 수 있는 현미경의 개발을 위해서는 프르브의 안정화가 우선되어야 한다.

본 연구는 개발된 현미경에서 프르브 생성에 관련된 제어 보드의 동작을 위한 소프트웨어 설계를 보이고 있다.

## 2. 전체 시스템

프르브 생성에 관련된 부분은 고전압 발생기, 전자 렌즈 및 얼어처 등을 들 수 있다. 고전압 발생기는 텅스텐 필라멘트를 가열하고 빔을 생성하고 시료에 도달할 수 있도록 가속 전압, 바이어스 전압 및 필라멘트 전압을 발생한다. 개발된 현미경은 두 개의 집속 렌즈와 하나의 대물 렌즈를 갖는다. 이것은 빔의 스팟 사이즈와 초점을 조종하게 된다[2].

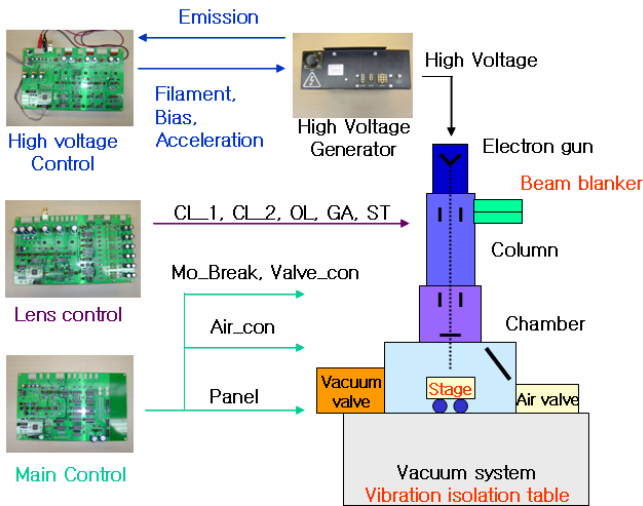


Fig. 1 System configuration

Fig. 1은 프르브 생성에 관련 제어기와 현미경의 구성을 보이고 있다. 고전압 제어기는 고전압 발생기의 가속 전압(0 - 30 kV), 바이어스 전압(0 - 6 kV) 및 필라멘트 전압(15 W)을 제어한다. 렌즈 제어기는 focal length를 바탕으로 계산된 전류값을 감안하여 설계하였다. 메인 제어기는 진공 제어의 기능을 수행한다. Fig. 1에서 CL\_1, CL\_2는 두 개의 집속 렌즈를 의미하고, OL은 대물 렌즈를 의미한다. GA는 빔의 얼라인먼트를 맞추기 위한 gun alignment이다. ST는 빔의 왜곡 현상을 보정하기 위한 stigmator를 의미한다. 메인 제어기의 출력 신호인 Mo\_Break는 진공 생성에서 사용되는 모터의 브레이크를 제어하기 위한 신호이다. Air\_con은 챔버 내에 공기를 주입하기 위한 밸브를 제어하는 신호

를 나타낸다. Panel은 현미경에 제어에 관련된 스위치 판넬의 신호를 나타낸다. Emission 신호는 전자총에서 발생된 빔의 출력 상태를 나타낸다. -400 V의 바이어스 전압과 100 μA emission 전류가 가장 밝은 상태의 빔을 보이는 것으로 나타났다.

## 3. 프르브 생성을 위한 제어기의 소프트웨어 설계

프르브 생성에 관련된 제어기의 소프트웨어는 고전압 발생 제어, 렌즈 제어 및 메인 제어로 나누어진다. Fig. 2는 고전압 발생 제어를 위한 소프트웨어의 설계 내용을 보이며 내용은 다음과 같다.

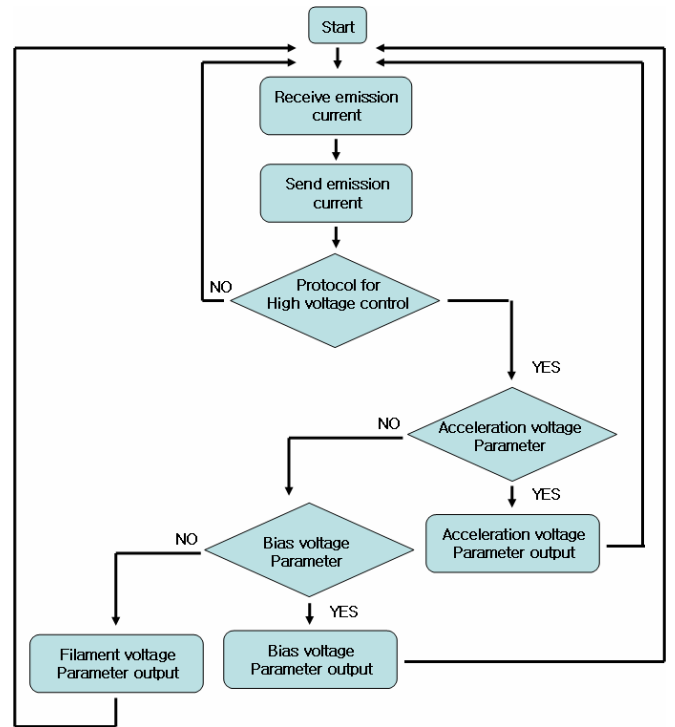


Fig. 2 Software diagram for high voltage control

고전압 제어기는 PC에서 실행되는 운영 프로그램으로부터 가속 전압, 바이어스 전압 및 필라멘트 전압에 대한 설정 값을 프로토콜을 통해 전송 받는다. 프로토콜을 검색하여 고전압 발생기의 변수이면 각각의 변수를 확인한다. 출력 전압은 가속 전압이 0 - 7.32 V, 바이어스 전압이 0 - 10 V이며 필라멘트 전압이 0 - 10 V이다. 고전압 발생기는 최대 30 kV의 출력을 가지며 개발된 현미경에서는 최대 25 kV의 출력을 사용한다. 에미션 전류는 운영 프로그램에 전송되고 바이어스 전압과 필라멘트의 적합한 관계를 유지하기 위해 사용된다.

Fig. 3은 렌즈 제어를 위한 소프트웨어 다이어그램을 보이고 있다. 렌즈 제어기는 집속 렌즈, 대물 렌즈, 이미지 쉬프트, 건 얼라인먼트 및 스티그메이터를 제어하게 된다. 먼저 운영 프로그램에서 전달된 프로토콜을 분석한 후 전달된 변수의 검색한다. 검색 결과에 따라 전송된 데이터

값을 제어 신호로 변환하게 된다.

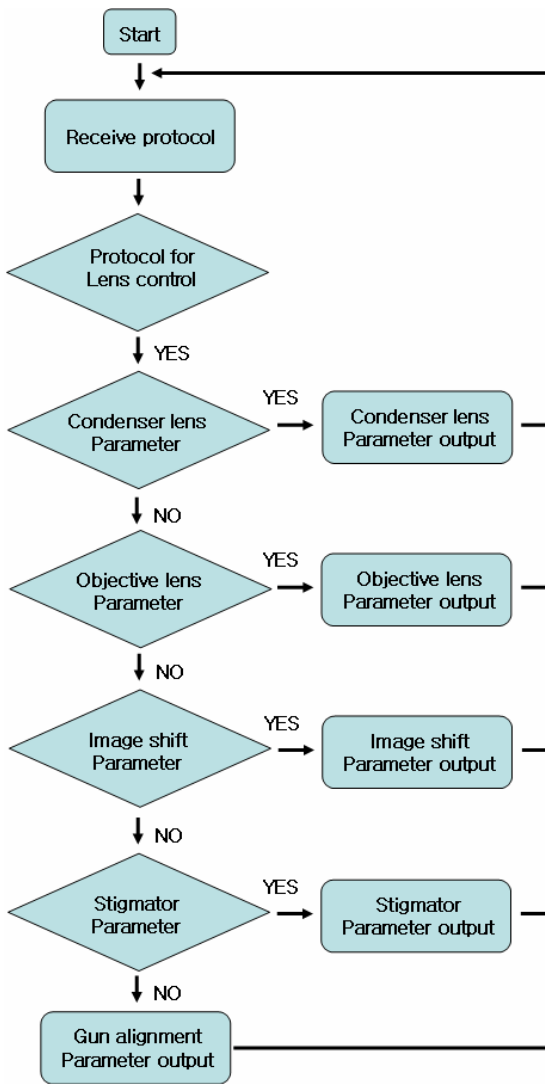


Fig. 3 Software diagram for lens control

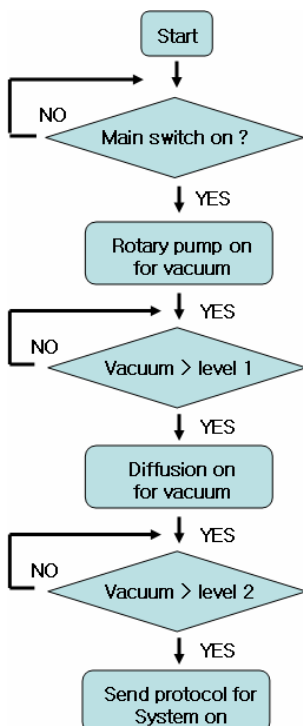


Fig. 4 Software diagram for main control

렌즈 구동을 위한 하드웨어 설계는 렌즈와 폴피스(Polepiece)에 의한 프링징 자장(Fringing field) 자장으로 생성되는 focal length 를 기반으로 설계되었다[3-4]. 운영 프로그램에서 집속 렌즈는 스팟 사이즈에 해당되며 대물 렌즈는 초점에 해당된다. 이미지 쉬프트는 획득된 이미지를 기준으로 이미지를 왼쪽 혹은 오른쪽으로 이동하는 기능이다. 건 얼라인먼트는 전자총에서 생성된 빔이 슬리브의 중심축과 일치하도록 위치를 조종하는 기능이다. 스티그메이터는 빔의 왜곡을 조종하는 기능을 수행한다.

Fig. 4 는 메인 제어기의 소프트웨어 다이어그램을 보이고 있다. 메인 제어기는 진공 생성, 스위치 입력 처리, 상태 표시 등의 기능을 수행한다. 진공을 생성하기 위해서 로타리 펌프와 디퓨전 펌프가 사용되고 있다. 로타리 펌프에서 디퓨전 펌프로의 전환은 밸브를 통해 이루어진다. 진공 생성이 완료되면 운영 프로그램에 시스템 준비 완료의 메시지를 보낸다.

#### 4. 결론

전자 현미경에서 전자빔 프르브는 안정된 이미지와 시스템 성능을 얻는데 중요한 요소이다. 따라서 안정적인 프르브를 생성하고 유지하는 것이 중요하다. 본 논문은 현미경 개발에서 프르브 생성과 유지에 관련되는 각 부분의 기능을 수행하기 위한 소프트웨어 설계를 제시하고 있다. 설계된 소프트웨어를 통해 진공 생성, 전자빔 생성 그리고 이미지의 획득이 안정적으로 이루어지고 있다. Fig. 5 는 표준 시편에 대해 획득된 이미지를 보이고 있다.

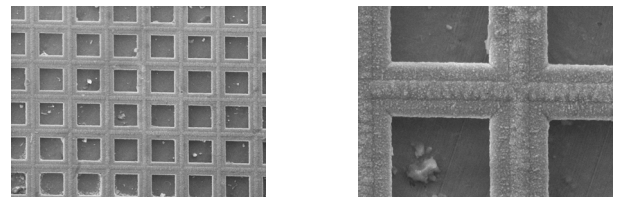


Fig. 5 Captured image using developed software

#### 참고문헌

1. Joseph, I., Dale, E., Patrick, E. and David, C., "Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis," Plenum Press, pp. 149-271, 1992.
2. Lim, S. J. and Lee, C. H., "Design of Control Signal Systemization for SEM," KSMTE autumn conference, pp. 97-100, 2006.
3. John, T. L., "Electron Beam Testing Technology," Plenum Press, pp. 129-147, 1993.
4. Lim, S. J and Lee, C. H., "Hardware Design for the Electron Optic Control Using Focal Length," KSMTE spring conference, pp. 420-424, 2007.