

## SEM의 전원 RIPPLE이 화상에 미치는 영향 및 개선(2)

김대현, 김수길, 최재혁\*, 박선우

서울시립대학교 제어계측공학과

\*서울시립대학교 전자공학과

## I. 서론

현대의 기초 과학 및 공학의 조류가 나날이 미세화, 고집적화로 치달고 있기에 미세 분석 장비로 일반화된 SEM(Scanning Electron Microscopy)의 비중은 크다. 이러한 SEM의 경통계에 공급하는 전원은 미세한 전자빔을 발생, 제어하는 전기장을 만들기 때문에 다른 계기에 공급되는 전원보다 안정적이고, control 가능한 전원이어야 한다<sup>1)</sup>.

본 연구에서, 고에너지의 전자 방출을 유도하는 가속 전압 전원과 tungsten filament heating을 위한 source current 공급 전원의 ripple이 화상에 미치는 영향을 ripple을 포함한 전원으로 획득한 화상과 ripple 감소를 실현시킨 전원으로 획득한 화상을 비교함으로써 규명하고, 화상 개선을 실현하였다.

## II. 제작 및 실험

이 실험에서 가속 전압원으로는 SMPS(Switched Mode Power Supply)를 이용한 flyback converter와 체배압 회로를 기본적으로 사용하였다. Flyback converter의 고주파 transformer는 1:50의 turn ratio, 자속밀도 1600 gauss, inductance 6mH 사양으로 제작하였다. Switching 소자의 gate 입력은 PWM 전용 IC를 사용하여 적절한 power와 30kHz transformer 동작 범위에 맞추어 duty ratio와 주파수를 구현 가능케 했다. Transformer 출력단에 정류 특성과 고배압 구성을 위해 체배압 회로를 사용했다. Source current 공급 전원은 transformer의 출력단에 정류회로를 구성했다.

가속 전압과 source current 공급 전원에서 60Hz, 16.7kHz와 32kHz 이상의 주파수에 해당하는 ripple을 관찰하였다. 가속 전압원의 ripple ratio는  $1 \times 10^{-2}$ 이다. Source current 전압원의

peak to peak는  $\pm 1V$ 이다. 그림 1, 2는 가속 전압과 source current 공급 전원의 ripple을 측정 한 것이다.

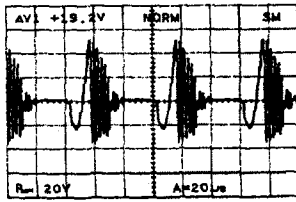
가속 전압, source current의 AC 성분을 제거하고, 순수한 DC 전압, 전류를 공급하기 위하여 가속 전압의 출력단에 capacitor와 저항을 연결하고, source current 출력단에 inductor와 capacitor를 병렬 연결하여 low-pass filter를 2단 구성하고 최종 출력단에 저항을 연결하였다. 이 때 가속 전압원의 ripple ratio는  $1 \times 10^{-4}$ 이다. Source current 전압원의 peak to peak는  $\pm 0.2V$ 이다. 그림 3, 4는 가속 전압과 source current 공급 전원의 ripple을 측정 한 것이다.

## III. 실험 결과 및 고찰

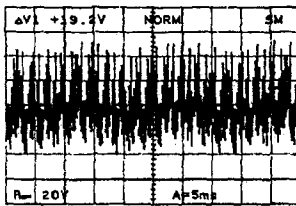
실험 결과, 가속 전압원은  $10^2$ 배, source current 공급 전압원은 5배 ripple 감소 효과를 보였다. 그림 5는 ripple 감소 이전의 전압원으로 가속 전압 -3kV, source current 0.38A, PMT 전압 5.1kV, condenser lens 전압 300V, objective lens 전압 -1.2kV로 인가하여 진공도  $10^{-6}$  torr에서 화상을 획득한 것이다. 화상에 전원부의 noise와 같은 대역인 60Hz, 16.7kHz, 32kHz 이상의 주파수 noise로 나타나고 있다. 그림 6은 ripple 감소를 실현한 전압원으로 가속 전압 -3kV, source current 1.95A, PMT 전압 4.0kV, condenser lens 전압 210V, objective lens 전압 -1.0kV로 인가하여 진공도  $10^{-6}$  torr에서 화상을 획득하였다. 화상에 noise가 현저히 감소함을 알 수 있다. 위의 실험 결과, 화상에서의 noise는 가속 전압과 source current 공급 전원의 ripple이 주된 요소임을 알 수 있고, ripple을 감소시키므로써 SEM의 화상을 개선하였다.

#### IV . 참고 문헌

[1] R. E. Lee, "Scanning Electron Microscopy and X-ray Microscopy", Prentice Hall.



(a) 16kHz와 32kHz이상의 ripple



(b) 60Hz ripple

그림 1) 가속 전압의 ripple (2V/div in 500V)

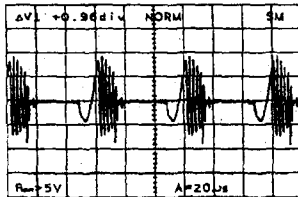


그림 2) source current 공급 전원의 ripple (0.5V/div in 0.3A)

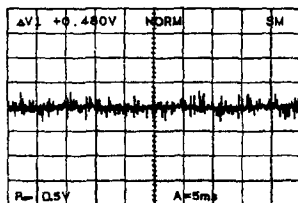


그림 3) 개선 후 가속 전압의 ripple (50mV/div in 500V)

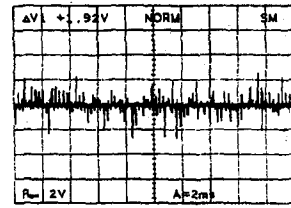


그림 4) 개선 후 source current 공급 전원의 ripple (0.2V/div in 2A)

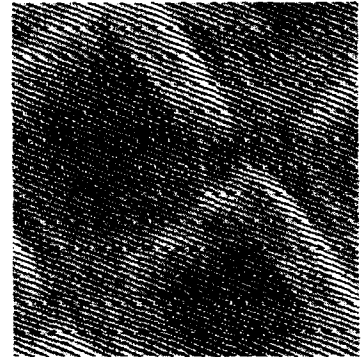


그림 5) 개선 전의 60Hz, 16.7kHz, 32kHz 이상 noise가 있는 화상  
시료 : Cu mesh  
(thickness 20µm, line 33µm, space 30µm)



그림 6) 개선 후의 화상  
시료 : Cu mesh  
(thickness 20µm, line 33µm, space 30µm)