

부하 종류에 따른 Deflection Amp의 특성 고찰 Characteristics of deflection amplifier according to load

*#김영대¹, 유영웅², 유길연²

*#Y.D. Kim(ydkim@pemtron.com)¹, Y.W. Yoo², K.Y. Yoo²

¹(주)팜트론, ²(주)팜트론

Key words : Deflection, Scan, Amplifier

1. 서론

전자빔 기술의 최근 경향은 저전압 주사전자현미경(Low Voltage Scanning Electron Microscope)이며, 표면 조사, 측정, 시험, 리소그래피 등의 응용 분야를 가진다.

그러나, 기존의 고분해능, 고에너지 전자빔 장비는 높은 생산성을 구현하기 힘들다는 단점을 가지고 있으며, 이러한 단점을 보완하기 위하여 병렬 마이크로 칼럼 기술 방식이 제안되고 있으며, 그에 따라 필수적으로 초소형 칼럼(microcolumn)이 개발되었다.

Magnetic lens로는 초소형 칼럼(microcolumn)의 구현이 불가능하며, Electro-static lens로서 Einzel Lens와 Deflector를 구현함으로써 초소형화를 구현하였다.

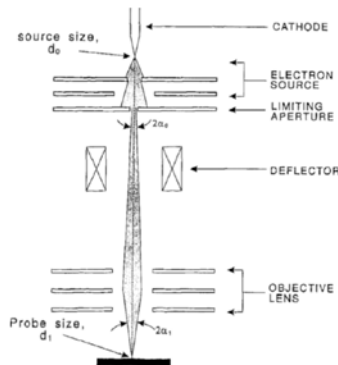


Fig. 1 An one lens electron optical microcolumn

여기서는 자기장 방식의 렌즈를 사용하는 기존 Deflector용 Driver와 초소형 칼럼에서 사용하는 정전 방식의 Deflector를 구동하기 위한 회로를 비교하여 각각의 장.단점을 분석하고자 한다.

2. 부하(Load)의 특성

기존의 SEM에서 사용하는 Magnetic Lens로는 Coil이 사용되며, 초소형 칼럼의 Electrostatic lens는 electric charged particle이므로 Capacitor로 볼 수 있다.

먼저 Coil은 $\Phi(t) = kNi(t)$ ($\Phi(t)$ =자속, k =상수, N =권선수, $i(t)$ =전류), $v(t) = L(di(t) / dt)$ 의 식에서 볼 수 있듯이 자속은 권선에 흐르는 전류에 비례한다는 것을 알 수 있고, Capacitor는 $E(t) = v(t)/d$ ($E(t)$ =전계, $v(t)$ =전압, d =거리), $i(t) = C(dv(t) / dt)$ 에서 볼 수 있듯이 전계와 전압 사이에 비례 관계가 성립한다.

Inductor와 Capacitor는 Resistor와 비교하여 부하로서 각각 고유의 특성을 가지고 있어서 그 특성에 맞게 Amplifier를 구성하여야 한다. Inductance 성분을 가지고 있는 Coil을 부하로 사용하는 Magnetic Lens의 경우 전류 제어를 통하여 원활한 제어가 가능하며, Capacitance 성분을 가지고 있는 Electro-static Lens의 경우 전압 제어를 통하여 원활한 제어를 할 수 있다.

3. 드라이버 회로의 비교

위에서 언급한 바와 같이 Driver 회로를 구성할 경우 부하의 특성으로 인하여 정전압 또는 정전류의 제어가 아닌 Scanning을 목적으로 X와 Y의 입력에 삼각파를 사용할 경우 각각 전혀 다른 특성을 가진다.

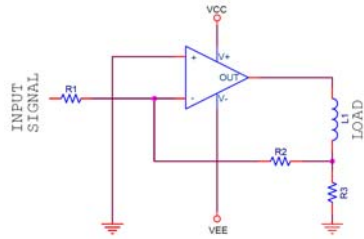


Fig. 2 Current Controlled Scheme

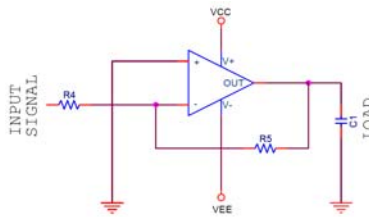


Fig. 3 Voltage Controlled Scheme

이상적인 Inductor의 경우 위의 식에서처럼 전류의 변화에 의해 역기전력이 발생하여 전류를 안정시키려는 특성을 가지고 있다. 그러므로, 저항을 부하로 사용할 경우처럼 주파수에 무관하게 선형적인 출력 특성을 가질 수 없으며, Amplifier의 공급전원은 크게 제한받지 않는다. Capacitor의 경우는 전압의 변화에 의해 전류가 발생하므로 주파수가 높아질수록 전계만 형성되는 것이 아니라 실제 전류가 흐르는 것을 경계해야 한다. 또한, 소비전력은 얼마되지 않지만, 고전압을 인가해야 하므로 부품 선정이 쉽지 않다.

$V_{out} = (X_c / \sqrt{(R_2 + X_c^2)}) V_{in}$ 에서 용량성 리액턴스는 주파수가 증가하면 감소하여 전체 임피던스가 감소한다. 또한, 주파수에 관계없이 균일한 전계 강도를 가지기 위해서는 출력 파형의 왜곡이 없어야 한다.

4. 결론

전자빔을 이용하는 장비는 자기장속에서의 전자의 이동에서 로렌츠의 힘에 의해 제어를 하거나, 정전렌즈와 같이 전계를 이용하여 직접적으로 제어를 한다. 정전렌즈에서의 제어를 위해서는 $E(t) = v(t)/d$ 의 식에서 볼 수 있듯이 전계의 세기는 전압에 비례하므로 부하에 걸리는 전압이 어떠한 왜곡도 없이 Fig. 4와 같은 파형을 보여야 한다. 소형 칼럼의 Deflector는 정전 방식의 렌즈를 사용하기

때문에 자기 방식의 렌즈에 비해 높은 주파수에서 구동할 수 있지만, 상당히 큰 전압을 부하에 연결해야 함으로 삼각파의 전위 변화에 따른 파형 왜곡 지점을 정확히 파악하여 Amplifier의 최대 구동 주파수를 정해야 한다. 또한, Single ended load에 비해 2배만큼의 전위차 범위를 얻기 위해 BTL(Bridge-Tied Load) 방식을 사용할 수 있다.

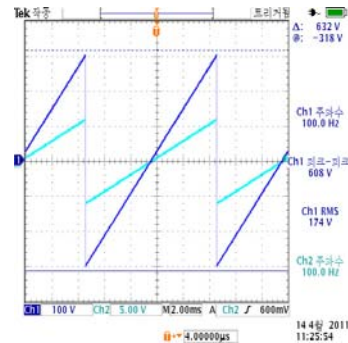


Fig. 4 Input vs Output on capacitor load

후기

본 연구는 지식경제부에서 지원하는 ‘고효율 에너지빔 응용 초미세 부품 제조용 In-line 시스템개발’ 사업의 지원으로 진행되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 황인옥, 김재천, “주사전자현미경의 기초”, 반도체출판사, 24-26, 62-65, 98-99.
2. T.H.P. Chang et al., "Electron beam technology - SEM to microcolumn" Sep. 1996, Microelectronic Engineering vol. 32, No. 1, p.113-130.
3. Milman, J., Grabel, A., "Microelectronics", second edition, 634-640
4. Carl H. Durney, Curtis C. Johnson, "Introduction to Modern Electromagnetics", 1969, McGraw-Hill