

CCD 카메라를 이용한 격자주기(Grating Period) 측정용 정밀 회절계의 정밀 정확도 향상

Improve the precision of diffractometer for the grating period measure with CCD camera

송원영, 정기영, 박병천*, 고영욱*, 오범환
 인하대학교 전자재료공학과, 한국표준과학연구원*
 e-mail : g9711139@inhavision.inha.ac.kr

반도체기술의 발전에 의해 집적도가 높아짐에 따라 표준 선폭도 꾸준히 작아지고 있다. 현재 64MDRAM의 표준 선폭은 $0.24\mu\text{m}$ 이 적용되고 있으며 향후 $0.18\mu\text{m}$ 공정 도입이 연구되고 있다. 이에 따라 공정관리에 사용되는 SEM(Scattering Electron Microscope), TEM(Transmission Electron Microscope) 등의 배율교정에 필요한 표준격자[1]의 보다 정확한 교정이 요구된다. 이러한 표준격자의 교정에는 일반적 레이저 회절계와 간섭식 회절계[2,3]가 사용된다. 본 연구팀에서는 줄어드는 표준선폭에 필요한 표준격자의 격자주기 간격을 정밀하게 교정하기 위한 정밀 레이저 회절계를 설계 제작하여 발표하였으며 여기에 확대기와 CCD 카메라를 도입하여 각도 측정 오차에 의한 불확도를 향상시켰다.

기존에 설계 제작한 회절계는 보다 좁은 격자주기를 측정하기 위해 아르곤 레이저를 사용하였고 회전팔을 1.2m 로 설계하여 분해능 0.0001° 의 angle encoder를 사용해서 격자주기 측정의 정밀도를 향상시켰다. 그림 1에서 grating과 lens를 회전팔에서 제거한 뒤 $\theta_1=0$ 과 π 에서 입사광이 원형 눈금판의 중심을 지나도록 정렬하여 레이저광이 회전팔의 회전중심을 지나도록 한다. $\theta_1=0$ 에서 초점이 원형 눈금판의 중심에 위치하도록 렌즈를 설치하여 격자면이 회전중심에서 벗어나는 데 따른 오차를 없앤다. 회전팔을 원하는 θ_1 에 위치하도록 회전대를 회전시킨 뒤 격자에서 반사된 빛이 원형 눈금판의 중심에 오도록 격자를 설치하여 $\theta_i(\theta_1/2)$ 를 구한 뒤 회절광이 원형 눈금판의 중심에 오도록 회전대를 회전시키고 θ_d 를 구한다. 측정된 θ_i , θ_d 와 레이저 파장 λ 를 이용하여 격자식(1)에 의해 격자주기 D 를 계산한다. 이러한 과정을 여러 입사각에 대하여 반복하여 측정 반복도를 확인한다.

$$D = \frac{n\lambda}{\sin\theta_d + \sin\theta_i} \quad (1)$$

위와 같은 실험 방법에 의해 $\theta_1=0$ 과 π 에서 입사광을 정렬하는 과정과 θ_i 과 θ_d 를 측정하는 과정에서 빛의 정렬 상태를 육안으로 확인하고 angle encoder의 각도를 읽는 방식으로 각도를 측정하였을 때, 격자 주기가 700nm 인 격자(MXS301CE /SE0112807054 microscale, MOXTEK Inc.)의 측정결과 각도 오차에 의한 격자주기 불확도는 0.015nm 였다. 각도 오차에 의한 불확도 향상을 위해 $\theta_1=0$ 과 π 에서 입사광을 정렬하는 과정과, θ_i 과 θ_d 를 측정하는 과정에서 육안대신 CCD 카메라를 사용, 영상을 확대하여 보다 정확한 위치 확인을 하고 산란된 빛의 초점과 반사된 빛의 초점이 모두 명확히 맺히는 $\theta_i=45^\circ \pm 10^\circ$ 영역에서의 반복 측정을 통해 각도 측정 오차에 의한 700nm 격자주기 불확도를 0.0065nm 수준으로 줄일 수 있었다.

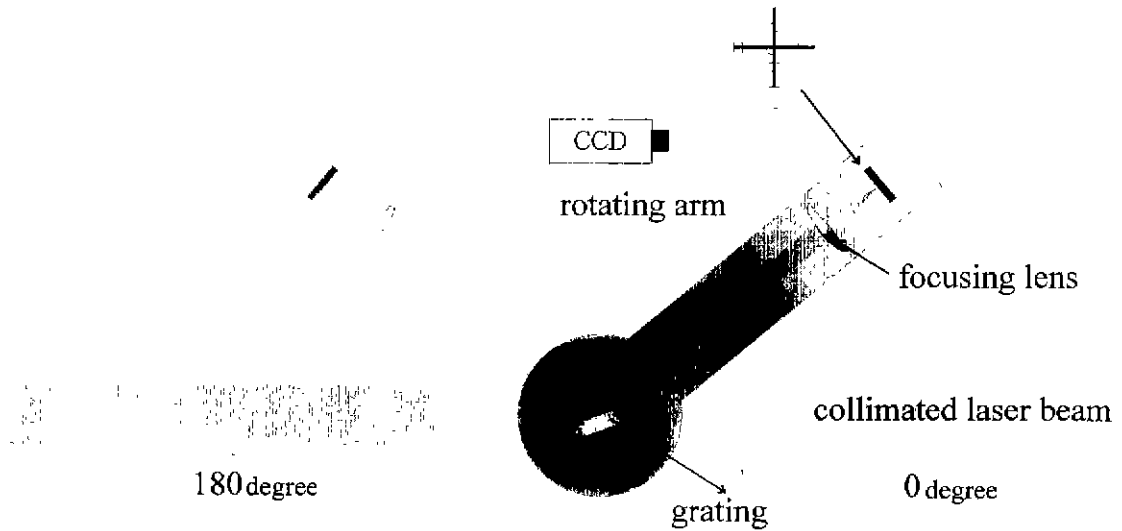


Figure 1. Rotary Table 설치 및 CCD 측정 개략도

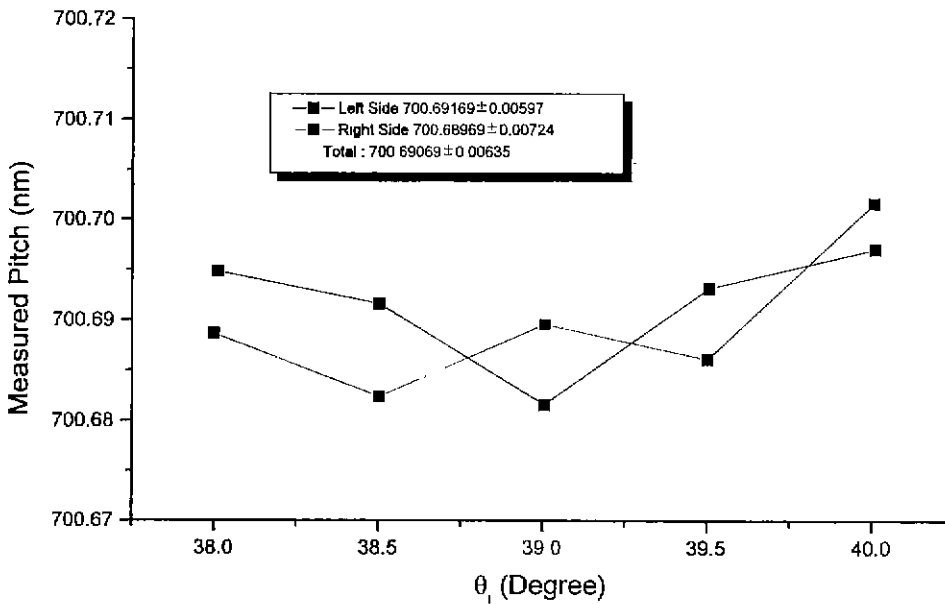


Figure 2. 700nm Grating의 $\theta_i = 40^\circ \pm 1^\circ$ 에서 CCD를 이용한 측정 결과

References

- [1] Michel T. Postek, A.E. Vladar, S.N. Jones, and W.J. Keery, "Interlaboratory Study on the Lithographically Produced Scanning Electron Microscope Magnification Standard Prototype," J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 98 (4), p.447, 1993
- [2] Y.Nakayama and K.Yoyoda, "New submicron dimension reference for electron beam metrology system," SPIE Vol. 2196, 74, 1994
- [3] V.I. Korotkov, S.A. Pulkun, A.L. Vitushkin, and L.F. Vitushkin, "Laser interferometric diffractometry for measurements of diffraction grating spacing," Appl. Opt. 35, 4782-4786, 1996