

광/엑스선 복합 간섭계와 원자현미경이 결합된 이차원 나노 길이 측정 장치

박진원, 변상호, 김재완, 엄천일
한국표준과학연구원 기반표준부

I. 머리말

원자 단위 구조물의 길이를 측정하기 위하여 원자현미경 (atomic force microscopes (AFM)), 전자주사현미경 (scanning electron microscopes (SEM)) 등이 사용될 수 있다. 이런 측정 장치들의 측정 배율은 그 정밀도를 높이기 위하여 길이 피치 격자 등의 길이 표준물로 교정을 받으며, 그 피치 격자의 교정방법은 중요한 기술중의 하나이다.^[1-3]

본 연구에서는 나노미터 영역의 길이를 측정하기 위한 장치를 개발하였다. 이 장치의 구성은 엑스선 간섭계와 광 간섭계가 결합된 복합간섭계와 원자현미경을 서로 결합시킨 구조이다. 엑스선 간섭계는 광 간섭계보다 1000 배 이상 더 정밀한 간섭계로서, 0.2 nm 간격으로 간섭 신호를 발생시킬 수 있으며, 분해능은 피코미터 (10^{-12} m) 수준이다. 이러한 엑스선 간섭계를 광 간섭계와 결합시켜 만든 복합간섭계는 광 간섭계의 특성인 먼 거리를 측정할 수 있는 장점과 엑스선 간섭계의 고 분해능의 장점들을 서로 이용하여 만든 간섭계이다. 이 복합간섭계는 이차원적인 구조물의 길이도 측정 가능하다. 이차원 구조물을 측정하기 위해서는 하나의 엑스선 간섭계와 두 개의 광 간섭계가 서로 결합하여 이루어져야 되며, 즉 이차원적인 복합간섭계, 이러한 이차원적인 복합간섭계의 구조는 일차원적인 복합간섭계와 비슷하나 광 간섭계가 하나 더 추가되어 두 축의 이동 거리를 측정할 수 있는 구조이다.^[4-6] 이차원적인 복합간섭계는 엑스선 간섭계가 광 간섭계의 비선형성을 교정한 후, 교정된 광 간섭계를 이용하여 이차원 나노 구조물의 길이를 측정하는 방식이다. 이차원 복합간섭계와 원자현미경을 결합시킨 이차원 나노 길이 측정 장치를 이용하여 이차원 200 nm 피치와 이차원 700 nm 피치를 각각 측정하였다.

II. 장치 및 측정 결과

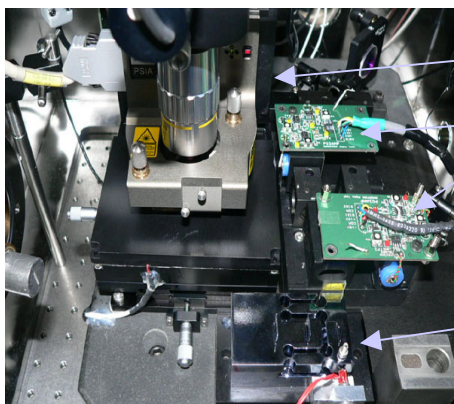


그림 1 이차원 나노 길이 측정 장치

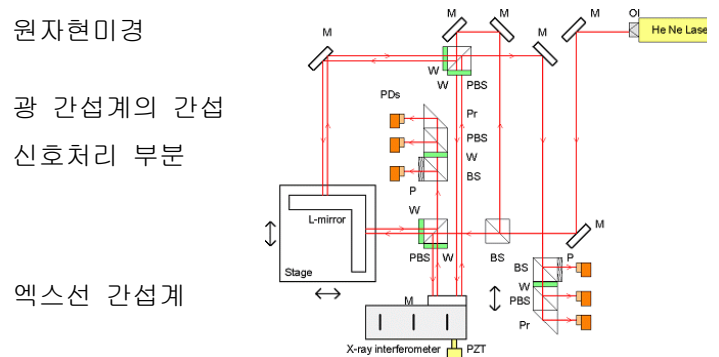


그림 2. 이차원 광/엑스선 복합간섭계의 개략도

그림 1은 제작된 이차원 나노 길이 측정 장치 사진이고, 그림 2는 이차원 복합 간섭계의 개략도이다. 그림 1의 나노 길이 측정 장치의 주요 구조는 그림 2와 같다. 그림 2의 약어 OI: optical isolator, BS: beam splitter, PBS: polarizing beam splitter, W: quarter wave plate, P: polarizer, PD: Photo detector, M: mirror, Pr: prism 을 각각 나타낸다.

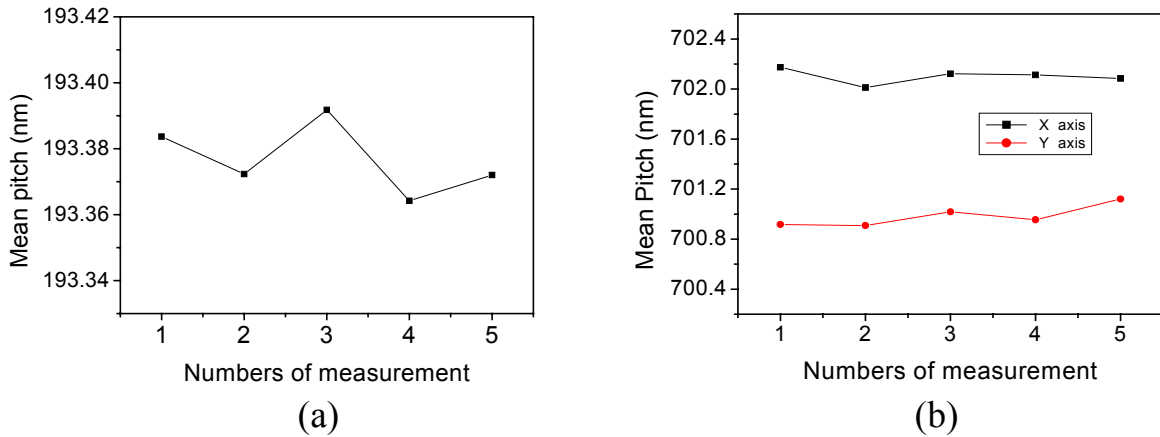


그림 3. 이차원 나노 길이 측정 장치를 이용하여 측정한 일차원 및 이차원 나노 피치의 측정 결과

그림 3(a)는 200 nm 간격의 일차원 나노 피치, 그림 3(b)는 700 nm 간격의 이차원 나노 피치를 측정한 반복도 결과이다. 일차원 피치의 반복도의 표준편차는 0.011 nm 이고, 이차원 피치의 반복도의 표준편차는 X 축 0.06 nm, Y 축 0.09 nm 이다. 이 반복도는 피치 간격에 비하여 0.01%의 값을 가진다.

III. 결론

본 연구에서 제작된 이차원 나노 길이 측정장치는 광 간섭계와 엑스선 간섭계가 결합된 복합간섭계 구조에서 원자현미경을 더불어 결합시킨 장치이다. 본 장치의 성능은 서브나노미터의 불확도를 가지며 반도체 미세 패턴의 선폭이나 피치 측정에 응용할 수 있다.

References

- [1] I. Misumi, S. Gonda, T. Kurosawa and K. Takamasu, Meas. Sci. Technol. **14**, 463 (2003).
- [2] A. Yacoot and L. Koenders, Meas. Sci. Technol. **14**, N59 (2003).
- [3] J. Schneir, T. H. McWaid, J. Alexander and B. P. Wilfley, J. Vac. Sci. Technol. B **12**, 3561 (1994).
- [4] J. Park, J. Jo, S. Byun, J. W. Kim, T. B. Eom and C. I. Eom, J. Korean Phys. Soc. **48**, 28 (2006).
- [5] A. Bergamin, G. Cavagnero, and G. Mana, Rev. Sci. Instrum. **64**, 168 (1993).
- [6] A. Bergamin, G. Cavagnero, and G. Mana, Rev. Sci. Instrum. **68**, 17 (1997).