

## 분산형 백색광 간섭계를 이용한 CMP 테스트 웨이퍼의 SiO<sub>2</sub> 두께 측정

박범영, 김영진, 정해도, 김영식\*, 유준호\*, 김승우\*  
 부산대학교, 한국과학기술연구원\*

### Oxide Thickness Measurement of CMP Test Wafer by Dispersive White-light Interferometry

Boumyoung Park, Youngjin Kim, Haedo Jeong, Young-Sik Ghim\*, Joonho You\* and Seung-Woo Kim\*  
 Pusan National University, Korea Advanced Institute of Science and Technology\*

**Abstract :** The dispersive method of white-light interferometry is proper for in-line 3-D inspection of dielectric thin-film thickness to be used in the semiconductor and flat-panel display industry. This research is the measurement application of CMP patterned wafer. The results describe 3-D and 2-D profile of the step height during polishing time.

**Key Words :** dispersive white-light interferometry, CMP, oxide thickness measurement, patterned wafer

#### 1. 서 론

반도체 디바이스(device) 제조에서 절연 공정(isolation), 배선 공정(metallization)을 위해 필수적으로 사용되고 있는 CMP 공정[1]은 현재 장비(equipment) 뿐만 아니라, 슬러리(slurry) 패드(pad), 컨디셔너(conditioner)와 같은 소모품에서 많은 국산화가 이루어지고 있다. 이러한 배경에서 분산형 백색광 간섭계(dispersive white-light interferometry)를 이용한 산화막(SiO<sub>2</sub> thin film) 측정 기술은 기업, 학교와 같은 연구 개발자에게 in-line 혹은 in-situ 측정을 가능하게 하여 연구 결과의 빠른 피드백(feed back)을 이룸으로써 CMP 공정 연구의 효과적인 추진을 달성하게 할 수 있다. 분산 백색광 간섭계를 이용한 측정 기술[2]은 기계적인 depth scanning이 필요하지 않으므로 빠른 박막의 두께 측정을 가능하게 하는 장점이 있으며 따라서 반도체 제조나 FPD(flat-panel display)에서 사용되는 절연막(dielectric thin film)의 in-line 3-D 검사에 적합하다. 본 연구에서는 이렇게 개발된 측정 기술을 CMP 테스트 웨이퍼의 연마 후 산화막 패턴(pattern)의 단차(step height) 변화를 측정하는데 활용하였으며, CMP 시간에 따른 다양한 패턴의 단차 변화를 3-D 프로파일(profile)과 2-D 프로파일로 나타내었다.

#### 2. CMP 테스트 웨이퍼 측정

##### 2.1 측정 장치와 웨이퍼

본 측정 시스템은 그림 1과 같이 두개의 분광기로 이루어져 있고, 분광기 1은 박막의 두께만을 측정하고, 분광기 2는 박막의 단차만을 측정하게 된다. 따라서 두개의 분광기에서 얻은 정보를 가지고 조합하게 되면 그림 2처럼 박막의 두께 및 형상을 동시에 측정하게 된다. 본 측정기의 광원은 Halogen lamp(400 ~ 700nm)를 사용하였고 단차 측

정 분해능(resolution)은 1nm이다.

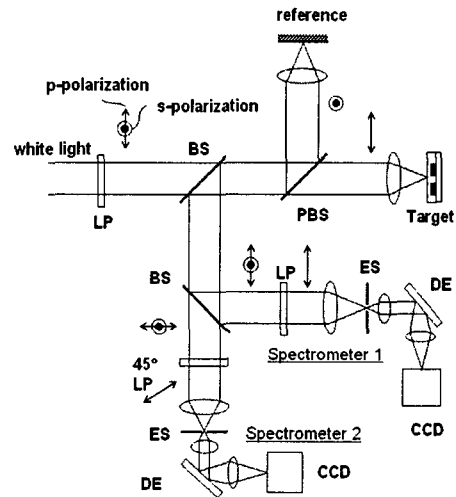


그림 1. 광학계 구성도

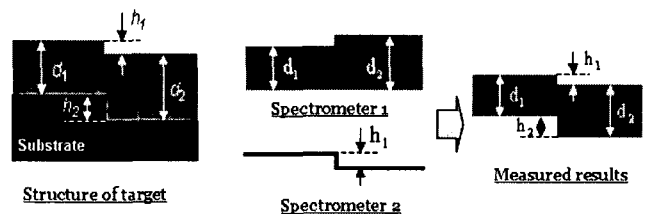


그림 2. 산화막 측정의 예

본 측정 장치를 CMP 후의 산화막 두께 측정에 활용하기 위하여 그림 3과 같은 패턴을 가진 100mm 산화막 웨이퍼를 준비하였다. 웨이퍼는 Si 기판에 1um trench를 형성하고 200nm의 산화막을 증착하였다.

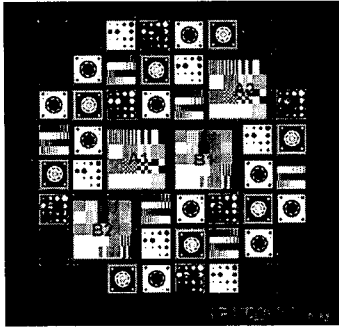


그림 3. CMP 테스트를 위한 100mm 웨이퍼 마스크

### 2.2 CMP 후 측정 결과

테스트 웨이퍼를 이용하여 실리카(silica) 입자를 가지는 슬러리와 폴리우레탄 패드로 압력 300g/cm<sup>2</sup>, 속도 60rpm으로 CMP를 실시하였다. 측정 시스템의 CMP 후의 두께 변화를 확인하기 위하여 초기, 15, 30, 40, 50, 60초로 연마 시간을 나누어 시편을 구성하였다. 그림 4는 CMP 후의 100mm 패턴 웨이퍼의 시간에 대한 두께 변화를 측정할 일례를 나타내고 있으며, 연마 시간이 지남에 따라 웨이퍼 내의 두께 불균일도가 커지고 있음을 볼 수 있다. 이는 웨이퍼 내의 공간적인 위치에 따라 패턴의 단차 변화가 차이가 날 것을 예측하게 한다.

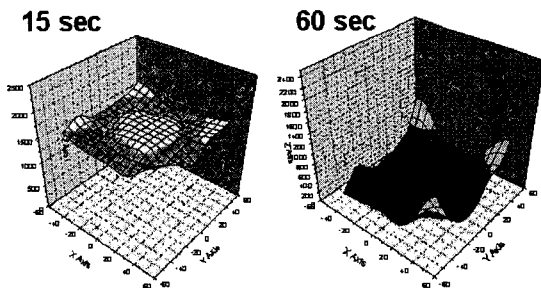


그림 4. CMP 시간에 따른 웨이퍼 내의 두께 변화

CMP 후의 시편을 가지고 분산 백색광 간섭계를 이용하여 Si 기판 위의 산화막 패턴을 측정할 예를 그림 5에 나타내었다. 투명한 산화막 패턴을 300um×200um 영역에서 3-D로 측정 가능함을 볼 수 있으며 CMP 장비에 설치된다면 빠른 검사 시스템으로서 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

그림 6은 웨이퍼의 일부 패턴 부에서 CMP 시간에 따른 산화막의 형상 변화를 보여주는 결과이다. 패턴의 하부에서는 패드 표면 돌기와 연마 입자에 의한 디싱(dishing) 현상을 확인 할 수 있으며 돌출 부는 시간에 따라 패턴 에지(edge) 부에서 라운드(round)되면서 단차가 크게 줄어 나감을 확인할 수 있다.

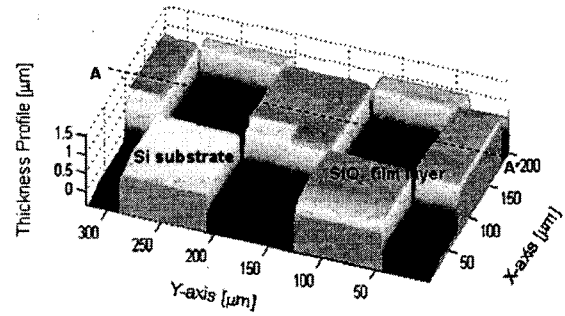


그림 5. 초기 패턴 웨이퍼의 3-D 단차 측정

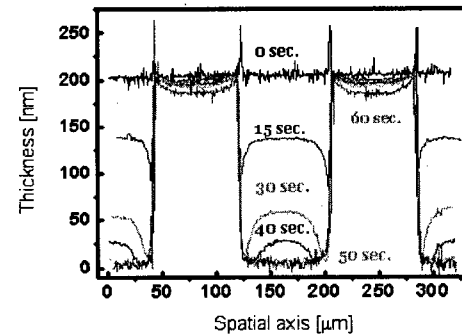


그림 6. 시간에 따른 산화막 패턴의 단차 변화

### 3. 결론

본 연구는 분산 백색광 간섭계를 이용하여 산화막 패턴의 두께를 빠른 시간에 대면적으로 측정할 수 있는 기술에 대한 내용이며, 이를 CMP 테스트 웨이퍼의 연마에 적용하였다. 향후, 다양한 다층 박막 위에 증착되어 있는 산화막 측정을 가능하게 함으로써 CMP 후 산화막 두께 검사시 효과적으로 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학기술연구원과 부산대학교 간의 측정 기술 개발 및 활용 공동 연구에 의해 수행된 결과이다.

### 참고 문헌

- [1] A. K. Sikder, F. Gigio, J. Wood, A. Kumar, M. Anthony, "Optimization of tribology properties of silicon dioxide during the chemical mechanical planarization process", J. of Electronic Materials, Vol. 30, No. 12, p. 1520, 2001.
- [2] 김영식, 김승우, "분산형 백색광 간섭계를 이용한 미세 박막 구조물의 삼차원 두께 형상 및 굴절률의 실시간 측정", 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, p. 23, 2006.