

## OMA를 사용한 고속분광타원해석기의 제작과 in-situ 박막성장분석

신 용환, 구 교근, 이 순일, 오 수기, 김 상열  
아주대학교 물리학과, 442-749 경기도 수원

최근 박막의 성장, 식각등의 공정을 *in situ*, 실시간으로 관찰하려는 연구가 여러가지 측정기기들을 통해 시도되고 있다. 그중 분광타원해석기(SE, spectroscopic ellipsometer)는 다층박막의 두께, 광학상수, 조성비등을 비파괴, 비간섭, 비접촉적으로 측정할 수 있는 장점을 가지고 있어서 이에 관련한 연구와 더불어 산업적 응용이 많이 이루어지고 있다. 이와같은 필요에 따라 본 연구에서는 1024개의 화소를 가진 광학 다채널분석기 (OMA, Optical Multichannel Analyzer)를 이용하여 고속 분광타원해석기 (OMA-SE)를 제작하였다.

제작된 OMA-SE는 RP형으로써 백색광원, 회전 편광자, 시료, 검광자, 수광부 (spectrograph + OMA), OMA 제어기, 그리고 이들을 총괄 제어하는 컴퓨터로 이루어져 있다. 정규화된 푸리에 계수를 Hadamard 변환[1]을 통하여 계산하여 이  $\alpha$ ,  $\beta$ 로써 타원해석상수인  $\cos\Delta$ 와  $\tan\Psi$ 를 구한다. 측정장치인 광다이오드의 출력값이 조사된 광량에 대한 선형반응으로부터 벗어나는 비선형성을 보정하고 측정소자에 축적된 전하를 충분히 방전하지 못하기 때문에 이전의 측정값이 현재의 측정값에 영향을 미치는 영상잔류효과를 보정하며 각 광다이오드 화소번호에 대응하는 파장값을 보정하여 OMA-SE의 오차들을 극소화하였다.

이 OMA-SE는 1.5~5.0eV의 측정 파장대역을 가지며, 한 스펙트럼의 측정시간은 약 100msec이다.  $\cos\Delta$ 와  $\tan\Psi$ 의 정확도는 각각 약 0.01이하로 측정되었다. 열적으로 성장된 산화막을 가진 c-Si시료를 측정해 본 결과 3.0eV 이하의 낮은 에너지영역에서는 바람직한 결과를 얻었으며 3.0eV이상의 영역에서는 광학렌즈를 사용하여 광을 집속시킴으로써 수광부에 도달하는 광량을 충분히 증가시켜 실제 타원해석상수에 아주 근접한 결과를 얻을 수 있을 것이라 확신한다. 앞으로 제작된 OMA-SE를 사용하여 HF로 표면의 산화막을 식각시킨 bare Si 시료의 자연산화막의 형성과정[2], 박막 초기성장시의 광학상수등의 변화등의 표면에서의 동적변화[3]를 관찰할 수 있으리라 믿는다.

[1] 김 상열, 한국광학회지 제1권 제1호, 73 (1990). [2] R.J. Archer, J. Opt. Soc. Am., vol.52, 970 (1962). [3] Il-sin An, H.V. Nguyen, N.V. Nguyen, and R.W. Collins, Phys. Rev. Lett., vol.65, no.18, 2274 (1990); H.V. Nguyen, B.S. Pudliner, Il-sin An, and R.W. Collins, J. Opt. Soc. Am., vol.8, no.6, 919 (1991).

	일반적인 SE	OMA-SE
Detector	PM(Photon Multiplier) Tube	OMA (Si photodiode array)
푸리에계수 측정방법	DFT or HMT	HMT
측정시간	~1시간/spectrum	~100msec/spectrum
<i>in situ</i> 측정	⊙	⊙
실시간 측정	△	⊙

\*DFT : Discrete Fourier Transformation  
\*HMT : Hadamard Transformation

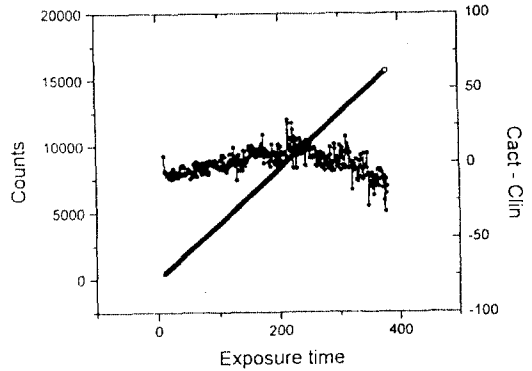


그림 1. 노광시간을 10msec ~ 400msec로 5msec씩 변화시킬때 50번째 화소에서의 출력값의 변화와 비선형계수  $C_{NL}$

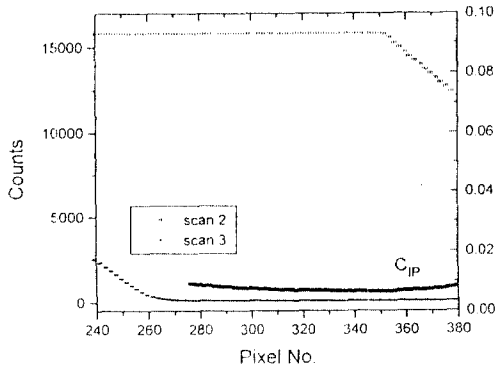


그림 2. 2번째와 3번째 scan시 측정된 결과와 이를 사용해 계산된 영상잔류계수  $C_{IP}$

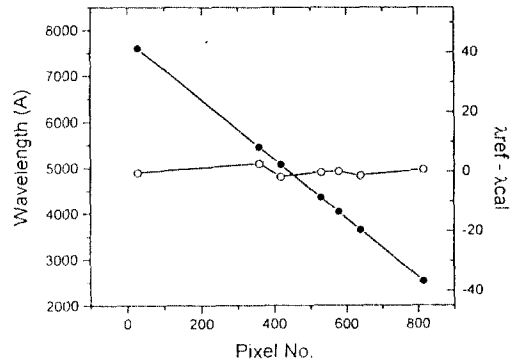


그림 3. 각 화소번호에 해당하는 파장(왼쪽 y축)과 Hg 램프의 특성파장 및 파장보정을 통하여 결정된 파장편차

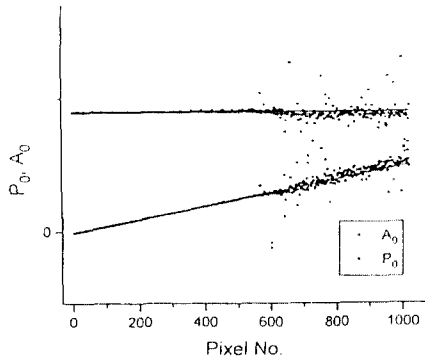


그림 4. 측정된 보정상수의 화소번호 의존성

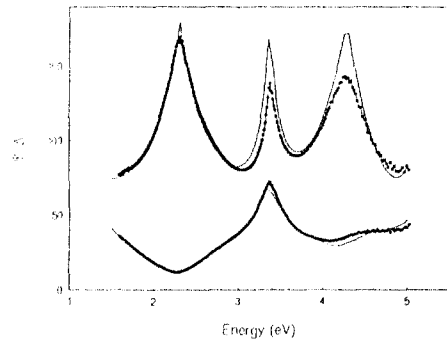


그림 5.  $SiO_2/c-Si$  시료의 다원해석스펙트럼