

신경망 모델과 CUSUM 제어차트를 결합한 인-시츄 플라즈마 감시

In-situ plasma monitoring using neural network model-coupled CUSUM control chart

김대현<sup>a\*</sup>, 김병환<sup>a</sup>, 유임수<sup>b</sup>, 우봉주<sup>b</sup>  
<sup>a\*</sup>세종대학교 전자공학과 (E-mail:kbwhan@sejong.ac.kr), <sup>b</sup>(주) 씨미시스코

**초 록:** 플라즈마 공정 중에 발생하는 플라즈마 누설은 챔버 압력의 변화를 초래하여 증착 또는 식각 중인 박막패턴을 손상시킨다. 따라서 플라즈마 누설을 실시간으로 탐지하는 것이 요구되며, 본 연구에서는 광방사분광기 (Optical emission spectroscopy), 신경망, 그리고 제어차트를 결합한 플라즈마 누설의 인-시츄 탐지기술을 보고한다. 비교평가 결과 소수의 라디칼 정보를 감시하는 것보다 신경망 모델로부터의 예측정보를 이용할 때 보다 증진된 누설탐지 성능을 확인하였다.

1. 서론

플라즈마는 전자소자제조를 위한 미세박막의 증착과 패터닝에 이용된다. 공정 중 플라즈마 고장이 발생할 경우 증착 또는 식각되는 박막의 전기광학적 특성이 저하되며, 따라서 플라즈마 상태의 이상 (Anomaly)를 탐지하는 기술이 요구된다. 광방사 분광기 (Optical emission spectroscopy-OES)는 소자제조업체에서 가장 많이 이용되는 센서이며, 주로 식각종말점 탐지에 이용된다. 플라즈마 고장 중 빈번하게 발생하는 유형으로 플라즈마 누설 (Leak)이 있으며, 주로 He gas 탐지기를 이용하여 누설 유무를 탐지한다. 탐지는 장비 가동을 정지한 후에 시도되며, 이 경우 이미 누설로 인해 웨이퍼 박막의 심각히 해를 입은 상태이고 또한 장비가동의 정지로 인해 장비생산성이 저하되게 된다. 따라서 플라즈마 공정 중에 누설탐지가 요구된다.

본 연구에서는 OES를 이용하여 플라즈마 누설 데이터를 수집하고, 실시간으로 플라즈마 누설여부를 판단하는 신경망 모델을 개발한다. 개발된 모델은 CUSUM 제어차트와 연계하여 누설 탐지성능의 개선 여부를 판단한다.

2. 본론

플라즈마 누설 데이터는 소자제조업체서 실리콘 나이트라이드 (Silicon Nitride-SiN) 박막을 증착할 때 OES를 이용하여 수집하였다. 총 47회 수집하였으며, 이 중 첫 OES 스펙트럼 패턴을 이용하여 신경망 모델을 개발하였다. 개발된 모델로부터 예측된 정보는 CUSUM 제어차트 [1]에 전달하여 누설에의 민감도를 감시한다. 감시 성능의 비교평가를 위해 SiN 증착에 관여하는 주요 라디칼 (Si, NH, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H(r))의 intensity를 288.02, 336.1, 358.17, 그리고 434.01 nm의 파장에서 수집하였다 [2]. 비교결과가 그림 1에 도시되어 있다. 그림 1에서 후반부의 5개의 패턴은 누설과 관련된 패턴이며, 앞의 패턴은 누설이 없는 경우의 정상패턴이다. 누설이 발생할 때, Si와 NH의 강도는 반응이 약하지만 나머지 라디칼의 경우 반응을 하고 있다. 모델을 이용할 경우 그림 1에서와 같이 누설탐지 성능이 크게 증진하는 것을 알 수 있으며, 이는 모델-응용 누설탐지가 매우 효과적임을 보여준다.

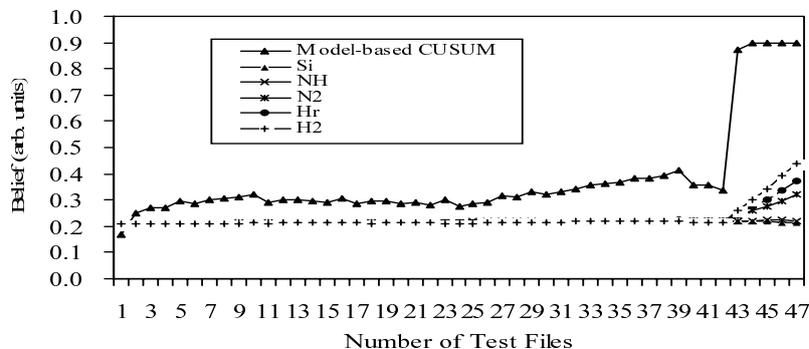


Fig. 1. Comparison of leak detection performances.

### 3. 결론

본 연구에서 OES, 신경망, 그리고 CUSUM 제어차트를 결합한 플라즈마 누설탐지 기술을 보고하였다. 신경망 모델을 응용할 때 소수의 라디칼을 감시하는 것보다 감시 성능이 크게 증대되는 것을 보였으며, 이는 전체 라디칼에 분포된 플라즈마 누설 정보를 신경망 모델이 학습하는 데에 기인하는 것으로 해석된다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업 (선도)에 의해 지원되었습니다.

### 참고문헌

1. Y.-B. Park, S.-W. Rhee, J. Mater. Sci. Mater. Electron. 12, 515 (2001).
2. D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons: Singapore, 1985.