

신경망을 이용한 PECVD 공정변수에 따른 SiNx 박막의 특성 예측

Prediction of SiNx Thin Film Properties dependent on PECVD Process Parameter Using Neural Network Modeling

김은영, 윤성연, 김병환, 김정*
Eun Young Kim, Sung Yean Yon, Byun Whan Kim, Jeong Kim
세종대학교
Sejong University

Abstract : 본 연구에서는 신경망을 이용하여 SiN 박막의 특성을 예측하는 모델을 개발하였다. 신경망으로는 일반화된 회귀 신경망 (generalized regression neural network-GRNN)을 이용하였고, GRNN 모델의 예측수행은 유전자 알고리즘 (genetic algorithm-GA)을 이용하여 최적화 하였다. 개발된 모델을 이용하여 증착률과 굴절률 및 균일도를 공정변수의 함수로 예측하였다.

Key Words : PECVD, GRNN, SiNx

1. 서 론

최근 여러 반도체 소자의 passivation 막으로 사용되고 있는 SiNx 막은 주로 plasma enhanced chemical vapor Deposition(PECVD) 방법으로 증착된다. 증착된 SiNx 막은 PECVD 공정변수에 따라 증착률과 굴절률 및 균일도 등의 특성이 달라지는데, 이러한 공정변수를 해석하고 최적의 공정을 찾기 위해 신경망을 이용하여 예측모델을 개발하였다. PECVD SiNx 막의 증착에 이용된 변수와 실험범위는 각각 SiH₄ flow rate(73-100 sccm), N₂ flow rate(12000-16000 sccm), RF power(100-200 W), spacing(600-1000 mils) 로 두었고 NH₃와 압력은 각각 80 sccm과 4 torr로 고정하였다. 총 14회의 실험이 수행되었고 이를 이용하여 GRNN을 학습시켰다. 모델의 예측성능을 증진시키기 위해 GA를 적용하여 패턴층의 spread 값을 최적화 하였다.

2. 결과 및 토의

GA의 최적화에서 초기해를 구성하는 각 chromosome은 주어진 spread range에서 난수발생기를 이용하여 얻어진 값들이 각 slot에 할당되어 14개의 slots로 구성되었다. spread range (SR)는 0.2를 이용하였으며, 초기해의 크기는 100으로 설정하였고, 교배와 돌연변이 확률은 각각 0.95와 0.05에 고정하였다. 이상의 조건에서 최적화된 모델의 학습에러는 0.0041로 개발된 모델의 예측치는 실제치와 거의 동일하였다.

이러한 최적화된 모델로부터 증착률을 예측하였다. SiH₄와 N₂의 예측 함수에서는 N₂ 증가에 따라 증착률은 증가하였다. 모든 SiH₄의 유량에 대해서 발생하며 이는 N₂가 SiH₄의 유량에 상관없이 독립적으로 증착률에 영향을 미치고 SiH₄의 영향은 매우 미미함을 나타낸다. 그리고 N₂와 RF power에 따른 변화는 N₂의 변화에 따른 증착률은 미미하지만 RF의 증가에 따라 증착률은 증가하는데, 이는 증대된 이온충돌로 박막표면에서의 화학적 반응이 향상된 것으로 해석할 수 있다. RF와 spacing의 변화에 따른 증착률은 spacing에 따라 power의 영향이 크게 다르게 나타났다. 즉 spacing이 클 경우 power의 영향이 거의 없고, spacing이 작은 조건에서 power를 증가시킬 때 이온충돌이 증대하게 되어 증착률이 증가하였다.

이렇게 만들어진 모델을 통해 학습인자를 변화시키면서 모델 예측성능을 최적화 하여 굴절률과 균일도를 공정변수의 함수로 예측할 수 있었다. 증착률과 같은 방법으로 spread=0.2에서 최적화된 모델을 개발하였으며 이 모델을 통해 각 공정변수에 따라 굴절률과 균일도의 미치는 영향을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 에너지 기술 개발사업의 일환(20093021010010)으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] D. F. Specht, "A general regression neural network" IEEE Trans. Neural Network 2 (1991) 568.
- [2] D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning, Addison Wesley, Reading, MA, 1989.
- [3] D. C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, Singapore, 1991.

* 교신저자) 김정, e-mail: kimjeong@knu.ac.kr, Tel: 02-3408-3457
주소: 서울시 광진구 군자동 98 세종대학교 전자공학과