

펄스드 플라즈마를 이용하여 증착한 SiN 박막 굴절률의 신경망 모델링

Neural network modeling of SiN refractive index deposited using a pulsed plasma

이수진^{a*}, 김병환^a, 우형수^c

^{a*}세종대학교 전자공학과 (E-mail:kbwhan@sejong.ac.kr)

초 록: 펄스드 플라즈마를 이용하여 실리콘 나이트라이드를 증착하였다. 소스전력과 duty ratio의 변화에 따른 이온에너지와 굴절률을 실험적으로 고찰하였으며, duty ratio의 감소에 따라 굴절률이 감소하였다. 이온에너지변수의 굴절률에의 영향은 신경망 모델을 개발하여 살펴보았다.

1. 서론

플라즈마 실리콘 나이트라이드 (SiN)은 Si 태양전지제조용 반사방지막에 응용되고 있다. SiN은 주로 300 oC 이상의 고온에서 플라즈마 화학기상 증착방식을 이용하여 증착이 된다. 최근에 상온을 포함한 저온에서의 SiN 박막 제조에 관한 연구 성과가 보고되고 있다. 상온에서 펄스드 플라즈마를 이용할 경우 특히 SiN 박막특성이 보고된 바 있으며, 여기에는 낮은 duty ratio에서의 높은 증착률과 낮은 표면 거칠기 등이 포함된다. 이 들 연구에서는 500 W 이상의 높은 소스전력에서 증착이 진행되었으며, 소스전력의 감소에 따라 높은 증착률이 보고된 바 있다 [1-2].

본 연구에서는 pulsed-PECVD 장비를 이용하여 SiN 박막을 SiH₄-N₂ 플라즈마 환경에서 증착하였다. 이온에너지 진단을 수행하고 증착특성을 측정하였다. 이온에너지변수와 증착특성간의 관계를 신경망을 이용하여 모델링하였다.

2. 본론

SiN박막은 12.56MHz 에서 동작하는 펄스드 플라즈마를 사용하여 증착하였다. 웨이퍼는 525±25μm두께와 1~30Ω·cm의 저항률을 가진다. 챔버의 압력은 133~146mTorr였으며, 공정시간은 5분이다. 소스전력과 duty ratio의 범위는 500-900과 50-90% 이다. 증착한 박막의 굴절률은 Ellipsometry를 이용하여 측정하였다. 측정된 데이터는 그림 1에 도시하였다. Duty ratio의 감소에 따라 굴절률은 감소하는 경향을 보이며, 이는 N이 풍부한 박막이 형성되는 것을 의미한다.

이온에너지 변수는 이온에너지 분석기를 이용하여 측정하였으며, 측정된 변수에는 고이온에너지 (E_h), 저이온에너지 (E_l), 고이온에너지 flux (N_h), 저이온에너지 flux (N_l) 등이었다. 이온에너지 변수들로부터, 다양한 이온에너지 비를 산출하였으며, 여기에는 E_h/E_l, E_h/N_h, E_h/N_l, E_l/N_h, E_l/N_l 등이 포함된다. 이들 변수와 굴절률간의 관계는 신경망을 이용하여 모델링하였다. 모델의 예측성능을 최적화하였으며, 개발된 모델을 이용하여 얻은 이온에너지 변수 영향이 그림 2에 있다. 그림 2에서와 같이 낮은 E_h/N_l에서 E_h/N_h의 증가에 따라 굴절률이 증가하지만, 높은 E_h/N_l과 높은 E_h/N_h의 범위에서의 E_h/N_h의 증가는 굴절률에 영향을 미치지 못하고 있음이 예측된다.

3. 결론

본 연구에서는 펄스드 플라즈마를 이용하여 SiN 박막을 증착하였다. Duty ratio와 소스전력에 따른 이온에너지 변수와 굴절률의 변화를 실험적으로 고찰하였으며, 신경망을 이용하여 예측모델을 개발하였다. Duty ratio의 감소에 따라 굴절률이 감소하였으며, 일반적으로 이온에너지와 이온에너지 유량의 비의 증가에 따라 굴절률이 증가되는 경향이 예측되었다.

감사의 글

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2008-313-D00389)

참고문헌

1. B. Kim and S. Kim, Met. Mater-Int. 14, 637 (2008).
2. B. Kim, S. Kim, Y. H. Seo, S. J. Kim and S. C. Jung, J. Nano Sci. Technol., (2008).
3. W. A. P. Claassen, W. G. J. N. Valkenburg, F. H. P. M. Habraken, Y. Tamminga, J. Electrochem. Soc., Vol. 130, No. 12, 2419 (1983).
4. T. M. Klein, T. M. Andorson, A. I. Chowdhury, and G. N. Parsons, J. Vac. Sci. Technol. A 17, 108 (1999).
5. D.F. Specht, IEEE Trans. Neural Network 2, 568 (1991).
6. B. Kim and M. Kwon, Microelectron. Eng. 86, 63 (2009).

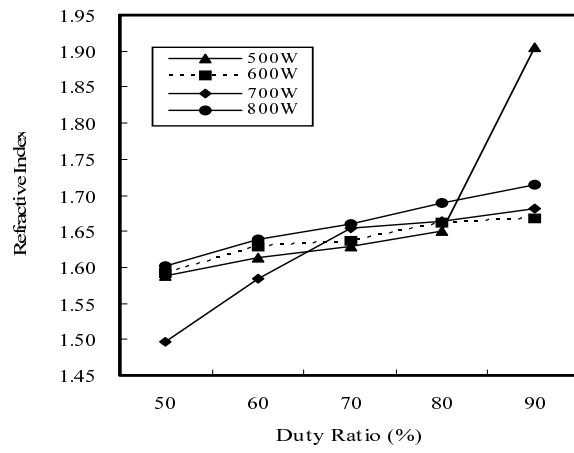


그림 1. 소스전력과 duty ratio에 따른 굴절률의 변화

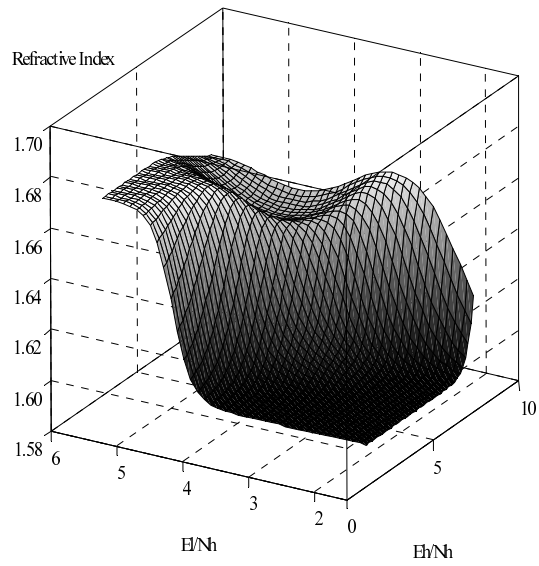


그림 2. E_h/N_h 와 E_h/N_h 의 굴절률에의 영향 모델