

원자층 증착 방법으로 증착된 실리콘 질화막의 특성

(The characteristics of silicon nitride thin films deposited by atomic layer deposition method)

김현 · 이주현* · 이연승**, 이원준***, 나사균
 한밭대학교 재료공학과, *한국과학기술원 재료공학과,
 한밭대학교 멀티미디어공학과, *세종대학교 신소재 공학과

Silicon nitride는 반도체 소자의 층간절연막으로 널리 사용되고 있는 물질로서, 주로 LPCVD(low pressure chemical vapor deposition)[1,2]와 PECVD(plasma-enhanced chemical vapor deposition)에 의해 증착되고 있다. 그러나 이러한 방법들은 반도체 소자가 고집적화 됨에 따라 여러 가지 문제점을 나타내고 있다. 먼저, boron과 같은 dopant들의 확산을 막기 위해서는 저온공정이 요구되고 있는데, LPCVD방법은 비교적 고온 공정(700°C 이상)이라는 단점을 가지고 있다. 비교적 저온 공정(약400°C)인 PECVD방법은 증착된 박막의 step coverage 및 물성이 취약하여 적용이 어려운 실정이다. 따라서 이러한 문제점들을 해결할 수 있는, 원자층 증착(atomic layer deposition, ALD) 기술[3-5]에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. ALD 방법은 반응기체의 표면 포화 반응에 의한 공정으로서, 원자 층 단위의 두께 조절이 용이하고, 우수한 step coverage를 가지며, 조성을 정밀하게 제어할 수 있기 때문에 nano-scale structure에서도 좋은 물리적, 전기적 특성을 가질 것으로 기대된다. 그러나 박막의 증착속도가 비교적 낮아 반도체 소자 제조 시 생산성이 낮은 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 ALD방법의 생산성을 향상시키기 위해 batch type 반응관을 채용하였고, 이를 이용하여 Silicon nitride 박막을 증착하였다. Si 및 N의 원료기체로는 각각 SiCl₄와 NH₃를 선택하였다. 원료기체들은 pulse 형태로 반응관 내에 공급되었고, 원료기체 공급 사이에 N₂ Purging과 pumping을 2회씩 반복하였다. 또한 촉매로서 pyridine을 원료기체와 함께 공급하고 그 효과를 조사하였다. 증착된 박막의 두께 및 굴절률은 ellipsometer를 이용하여 측정하였고, 성분은 XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)를 이용하여 분석하였다.

증착온도 450~550°C의 범위에서 원료기체 pulse의 시간 및 압력을 변화시키면서 실험한 결과, cycle 당 최대 1.3Å의 증착속도를 얻을 수 있었고, 굴절률은 약 2.0이었다. 또한, 100:1 HF에서의 식각률은 분당 2.0Å 미만이었으며, 박막조성은 Si:N의 비율이 약 1:1 정도로서, LPCVD 방법으로 760°C에서 증착된 silicon nitride 박막과 동일한 수준의 특성을 나타내었다. 촉매로서 pyridine을 원료기체와 혼합하여 동시에 반응관에 공급한 경우 증착속도가 약 1.5배 증가하였다..

[참고문헌]

- [1] F. H. P. M. Habraken, A. E. T. Kuiper, A. V. Oostron, Y. Tamminga, J. B. Theeten, *J. Appl. Phys.* **53** (1982) 405
- [2] Y. Akasaka, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38** (1999) 2385
- [3] C. A. L. Goodman, M. V. Pessa, *J. Appl. Phys.*, **60** (1986) R65
- [4] L. Niinisto and M. Leskela, *Thin Solid Films*, **225** (1993) 130
- [5] T. Suntola, *Appl. Surf. Sci.*, **100-101** (1996) 391