

Effect of Gas ratio on the anti-reflective properties of SiNx by PECVD

허종규, Dao Vinh Ai, 조재현, 한규민, 이준신*

성균관대학교

Effect of Gas ratio on the anti-reflective properties of SiNx by PECVD

Jongkyu Heo, Ai Vinh Dao, Jaehyun Cho, Kyumin Han, Junsin Yi*

SUNGKYUNKWAN Univ.

Abstract : 태양전지 제작 시 반사방지막(Anti-reflection Coating)이 태양전지 효율에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험으로 최적의 가스비를 알아보기 위하여 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition(PECVD)를 이용한 Silicon nitride 증착 실험이다. SiH₄ 가스를 45 sccm으로 고정시킨 상태에서 NH₃를 25,45,60,90,135 sccm으로 가변하여 Carrier Lifetime과 Refractive index를 측정하였다. PECVD의 조건은 기판온도 450℃, Chamber 압력 1 Torr, 증착두께 1000Å으로 고정하였다. 증착 후 500, 600, 700, 800℃로 열처리를 하고나서 Carrier Lifetime을 측정하여 열처리에 대한 효과도 알아보았다.

Key Words : PECVD, Anti-Reflective, AR-Coating, SiNx, Silicon nitride

1. 서론

고효율의 태양전지를 만들기 위한 방법 중 하나는 전지 표면의 반사방지막(AR-Coating) 처리를 하여 빛의 반사를 감소시키는 것이다. 태양전지 제작과정 중 AR-Coating이 효율향상에 미치는 영향에 관하여 실험을 실시하였다. SiH₄와 NH₃ 가스를 사용하여 Silicon nitride를 증착하였다. 가스비율을 조절하여 최적의 가스비를 찾았다.

2. 실험

PECVD는 13.56MHz(300W) RF Power를 쓰고 있고 Chamber내의 온도는 450℃이고 압력은 1 Torr로 고정하여 실험을 진행하였다.

실험 Sample은 6인치 Polishing된 Wafer를 사용하였다. 실험에 들어가기에 앞서 HF 10%로 30초간 표면 산화막을 제거한 후 증착을 하였다.

가스비에 따른 효과를 알아보기 위하여 SiH₄가스를 45 sccm으로 고정하고 NH₃ 가스의 비율을 5 가지로 가변하여 실험을 진행하였다. Ar 가스는 500 sccm으로 고정하여 진행하였다.

자세한 가스비는 표 1.에 나타내었다.

표 1. 가스비 조건

	조건1	조건2	조건3	조건4	조건5
SiH ₄	45	45	45	45	45
NH ₃	25	45	60	90	135
Ratio (NH ₃ /SiH ₄)	0.56	1	1.3	2	3

가스비에 따른 실험을 통하여 최적의 가스비를 알 수 있었다. 이 실험에서는 SiH₄ 가스와 NH₃ 가스를 45 sccm,

60 sccm으로 고정하고 모든 조건이 똑같은 상태에서 두께를 100Å에서 500Å까지 5가지로 가변하여 실험을 진행하였다.

실험결과를 측정하는 장비로는 Carrier Lifetime은 SINTON사의 LTA-330으로 측정하였고 Refractive index는 Nano-view사의 MF-1000으로 측정하였다. 또, FT-IR 측정은 Bruker사의 IFS-66/S으로 하였다.[1]

3. 결과 및 고찰

가스비에 따른 효과실험은 표 1.에서 나타냈듯이 조건을 5가지로 가변하면서 Carrier Lifetime 측정과 Refractive index 측정을 통하여 최적의 가스비를 구할 수 있었다.

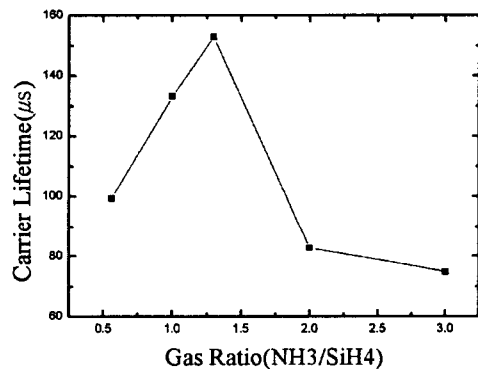


그림 1. 가스비에 따른 Lifetime변화

그림. 1에 나타나듯이 가스비가 1.3(조건 3)일때 가장 큰 Carrier Lifetime 증가량을 보였다. 그리고 가스비가 2(조건 4)를 넘어가면서 Carrier Lifetime이 급격히 감소함을 알 수 있다. 그림.1의 경향은 조건 1과 조건 2는 Si-H 결합이 나

타나는 Si-rich 상태로써 Si와 H 결합이 많은 상태이고 조건 4와 조건 5는 N-H 결합이 나타나는 n-rich 상태로써 N-H 결합이 많은 경우이다.[2]

Si-H 결합과 N-H 결합이 각각 Carrier Lifetime에 영향을 미치므로 두 결합이 가장 적절하게 존재하는 조건 3(R=1.3)일때 가장 높은 Carrier Lifetime을 보인다.

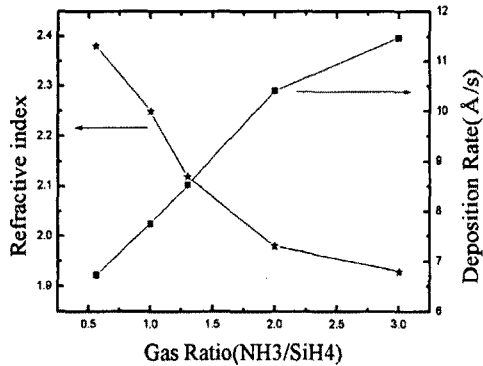


그림 2. 가스비에 따른 Refractive index 와 Deposition Rate 변화

다음으로 그림. 2 가스비에 따른 Refractive index와 Deposition Rate 그래프를 살펴보면 최적의 가스비가 1.3 (조건3)일때 Refractive index는 2.12인걸로 알 수 있다. 따라서, Refractive index값이 2이상 ($n>2$)이면 최적의 전면 Passivation 효과가 나타난다는 것을 알 수 있다. 그리고 Deposition Rate는 가스비가 증가할수록 증가함을 알 수 있다. 이러한 현상이 일어나는 이유로는 가스비에 따른 Silicon nitride층의 밀도차이에서 기인한다. 가스비가 낮을 때에서 높을 때로 가면서 밀도가 si-rich에서 n-rich 상태로 변화하므로 Refractive index는 감소하고 Deposition Rate는 증가하게 된다.[2]

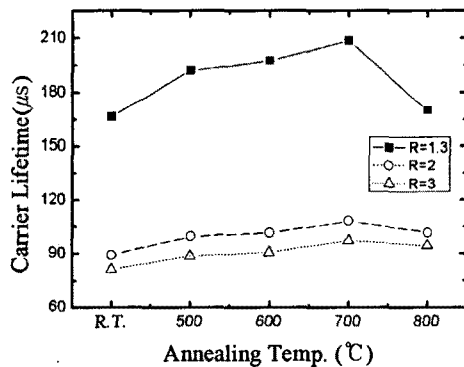


그림 3. 열처리에 의한 Carrier Lifetime 변화

그림. 3은 조건 3,4,5 가스비로 증착한 후 열처리한 그림이다. 500, 600, 700℃까지는 일정하게 Carrier Lifetime이 증가하는 경향을 가지고 있으나 800℃에서는 Carrier Lifetime이 급격하게 감소(R=1.3일 경우)하고 있다. 이는

Silicon nitride 박막 안에 있는 수소가 실리콘 안으로 확산되어 효과적인 Passivation을 이루었다. 그러나 800℃ 이상의 온도에서는 실리콘 안에서 Passivation을 이루고 있는 수소가 다시 분리되어 재결합의 원인을 제공한다. 즉, 700℃가 최적의 온도임을 알 수 있다.

4. 결론

P-type 태양전지 제작 시 고효율을 위해서 Silicon nitride 작업이 필수적으로 요구된다.

온도를 450℃, Chamber 압력을 1 Torr로 고정시킨 상태에서 가스비는 SiH4와 NH3가 각각 45 sccm과 60sccm이 가장 좋은 Carrier Lifetime의 증가량을 보여줬으며 가스비를 고정시키고 두께를 가변한 실험에서는 200Å에서 300Å이 최적의 두께임을 보여주었다.

참고 문헌

- [1] Dieter K Schroder "Semiconductor Material and Device Characterization "
- [2] Robert F. Pierret "Semiconductor Device Fundamentals"