

광학효율 개선을 위한 유리 기판의 플라즈마 표면처리

Plasma surface modification of glass substrate for improved optical efficiency

김형수, 이희철*
 한국산업기술대학교 신소재공학과

초 록: 본 연구는 태양전지의 광학적 효율 개선을 위한 표면처리에 관한 것으로써 유리 기판에 대해 반응성 이온 식각을 이용한 플라즈마 건식 표면처리를 진행하였다. 플라즈마 표면처리 조건의 변화에 따라 다양한 표면 요철을 형성하였으며, 이러한 요철의 조도에 따라 변화하는 광학적 특성을 관찰하였다. 또한 이러한 과정 중 식각 반응을 억제하는 inhibitor 막의 형성 기구와 inhibitor 막의 제거 기구에 대해서 규명하였으며 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 플라즈마 표면처리 조건을 도출하였다.

1. 서론

현재 신재생에너지로써 각광 받고 있는 태양전지의 효율 개선을 위한 방법으로써 광학적 에너지 손실의 감소는 가장 먼저 개선되어야 할 부분 중 하나이다. 이러한 개선 방법에는 표면 형상에 기인한 조직화 공정이 있으며, 이는 표면 요철에 의해서 입사되는 빛을 좀 더 재료내부로 흡수 할 수 있게 해주는 원리로 작용한다. 조직화 공정에 대한 연구는 주로 실리콘 기판이나 상부 투명전극에 대해서 활발히 이루어지고 있으며 그 방법에는 크게 화학용액으로 처리하는 방법, 건식 식각 기술을 이용한 방법, 그리고 레이저 및 다이아몬드 블레이드 등을 이용한 기계적 방법이 있다. 그중 화학용액으로 처리하는 방법은 단결정 기판에서는 우수한 균일도를 얻을 수 있지만 비정질의 기판에는 균일한 형상을 얻을 수 없으며, 기계적 식각 방법도 공정 후 표면결함이 발생하는 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 박막 태양전지 응용을 위한 유리 기판에 대한 플라즈마 표면처리를 통한 조직화 공정에 대해서 연구하였다.

2. 본론

본 연구에서는 반응성 이온 식각을 이용한 무작위 플라즈마 식각 기술을 이용함으로써 다양한 조건 변화를 통해 기판 표면에 조직화 구조를 구현하고 표면 거칠기와 광학적 특성을 관찰하였다. 기판은 대면적 공정이 가능하며 저가인 보론화 유리 소재를 사용하였으며 기판에 직접 표면처리 함으로써 superstrate 구조를 갖는 태양전지에서 빛이 최초 입사될 때 일어날 수 있는 광학적 손실을 감소시키고자 하였다.

Table 1. RIE process parameters

Parameters	Range
Gas type	Ar, CF ₄ /O ₂ , CF ₄ /Ar
Gas ratio	2:1, 1:1, 1:2 (CF ₄ : O ₂ or Ar)
RF power	50 ~ 200 W
Processing time	3 ~ 7 min

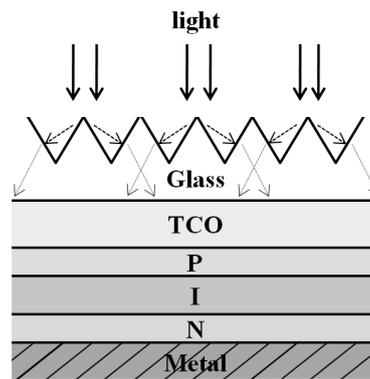


Fig. 2. Schematic diagram of texturing mechanism

3. 결론

플라즈마 조건에 따라서 각 변수가 표면 거칠기와 광학적 특성에 미치는 영향을 알 수 있었다. Ar 가스를 이용한 물리적 식각 반응에서는 표면 거칠기 및 광학적 특성이 RF power 변화에 크게 의존하는 경향을 보였으며, CF₄ 가스 기반의 화학적 식각 반응에서는 가스 조성 변화에 민감하게 반응하였다. CF₄에 대한 O₂, Ar의 첨가가스 비율이 낮을 경우 표면에 잔류하는 inhibitor 막이 형성되어 식각 반응을 억제하였고 첨가가스의 비율이 증가함에 따라 각각의 반응 기구에 의

해 inhibitor 막을 형성시키지 않고 효과적으로 조직화 구조를 형성할 수 있었다. 또한 표면 요철의 형성 과정을 반응 시간의 경과에 따라 관찰할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 국가 플랫폼기술개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. B. E. E. Kastenmeier, P. J. Matsuo, J. J. Beulens, and G. S. Oehrlein, *Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films*, Vol. 14, Issues. 5 (1996), p.2802-2813
2. Gottlieb S. Oehrlein, *Surface Science* Vol. 386, Issues. 1-3 (1997), p. 222-230
3. Saleem H. Zaidi, Douglas S. Ruby, and James M. Gee, *IEEE* Vol. 48, Issues. 6 (2001), p. 1200-1206
4. P. Campbell, M. A. Green, *Journal of Applied Physics*, Vol. 62, Issues. 1 (1987), p. 243-249
5. S. Winderbaum, O. Reinhold, F. Yun, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vol. 46, Issues. 3 (1997), p. 239-248