

DSC(Dye-sensitized Solar Cell)의 Grid 간격 변화에 따른 광전특성 연구

서 현웅¹⁾, 김 미정²⁾, 최 진영, 홍 지태, 박 성진, 김 희제³⁾

A study on the photoelectric characteristics as a result of changing grid gap

Hyunwoong Seo, Mijeong Kim, Jinyoung Choi, Jitae Hong, Sungjin Park, Heeje Kim

Key words : Dye-sensitized Solar Cell(염료감응형 태양전지), Photoelectric Characteristic(광전특성), Grid(그리드), Grid Gap(그리드 간격)

Abstract : A lot of researches and experiments have been performed to make more efficient dye-sensitized solar cell. Among them, insertion of a grid electrode in DSC is one method to increase overall performance as being shortened distance of electrons' movement by diffusion. In this paper, we measured overall characteristics which is included voltage-current characteristic curve, efficiency, fill factor by comparison between DSC without and with grid electrode. As a result, we got maximum 1.8 times increase of efficiency and approximately 1.7 times rise of fill factor. And we experimented 8, 10, 12, 14mm of grid gap and compared their results to optimize grid gap which is able to incite the most effective movement of electrons. Consequently, we got the result that electrons' movement is the most effective when grid gap is approximately 12mm.

1. Introduction

염료감응형 태양전지는 낮은 가격으로 기존의 태양전지를 대체할 수 있을 것으로 기대되어 왔다.⁽¹⁾ 모든 시스템에 있어서 100%의 효율은 이상적인 것일 뿐이지만 사람들은 이상효율의 실현을 위해 끊임없는 시도를 한다. 염료감응형 태양전지 또한 효율을 높이기 위해서 새로운 염료를 사용하고 전자의 재결합을 가능한 억제하기도 하고 티타늄 필름의 재료를 여러 가지로 실험해 보며⁽²⁾ 다양한 형태의 전해질을 주입하고⁽³⁾ 슈퍼커패시터에 펄스를 가하는⁽⁴⁾ 등 아주 광범위하고 다양한 실험이 진행되어 왔고 또 진행 중에 있다. 이와 같은 맥락에서 염료감응형 태양전지 내부의 전자 이동효율을 개선하기 위해 태양전지 내부에 그리드 전극을 추가하는 실험을 했다.⁽⁵⁾ 그리드 전극은 전체에 의한 이동이 아닌 확산에 의해 이동하는 염료감응형 태양전지 내부 전자의 특성에 비추어 볼 때 더 빠른 전자이동을 유도할 것으로 기대된다.

이 때 그리드 전극간의 간격에 따라서 전자는 효과적인 이동에 영향 받을 것으로 생각한다. 이 논문에서는 먼저 그리드 전극의 효율적인 면을 살펴 보기 위해 같은 유효면적의 그리드 전극이 없는 염료감응형 태양전지와 그리드 전극이 있는 염료감응형 태양전지의 전압-전류 특성곡선과 효율, Fill Factor 등의 수치를 비교 실험을 수행했다. 그 결과 최대 1.8배의 효율차이와 1.74배의 Fill Factor 차이를 얻었다. 또 전자 이동에 가장 효과적인 그리드 간격을 찾기 위해 그리드 간격에 변화에 따른 염료감응형 태양전지의 특성을 실험했

- 1) 부산대학교 전기공학과 레이저연구실
E-mail : woong_1980@hotmail.com
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)513-0212
- 2) 부산대학교 전기공학과 레이저연구실
E-mail : kmjrevolution@hanmail.net
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)513-0212
- 3) 부산대학교 전기공학과 레이저연구실
E-mail : heeje@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-3264 Fax : (051)513-0212

다. 여기서 최대 4.15%의 효율과 0.61의 Fill Factor를 얻을 수가 있었다.

2. Experiment

실험에서는 은(Ag) 그리드 전극을 이용해 효율을 개선하되 그리드 전극 사이의 거리를 변화함으로써 그리드 전극 간격을 최적화할 수 있는 조건을 찾아내는 것을 목표로 했다. 실험에 사용된 염료감응형 태양전지는 FTO 투명전극과 Ti-Nanoxide HT/SP TiO₂, Pt 상대전극, N719 염료, AN-50 전해질을 이용해 제작되었고 환경적인 영향에 의한 오차를 최소화하는 상태에서 실험이 실시되었다. 그리드의 재료, 폭과 길이 및 태양전지의 길이는 모든 대상을 동일한 값으로 고정하고 그리드 사이의 간격 변화만을 통해 이 실험의 결과를 유도했다. Sample 1-4는 2.1cm의 길이에 각각 1.2, 1.8, 2.4, 3.0cm의 폭을 가지는 DSC를 말한다.

2.1 그리드 전극의 준비

그리드 전극은 전도율이 우수한 은을 재료로 해서 스퍼터링에 의해 염료감응형 태양전지의 광전극에 증착시켰다. 스퍼터링은 로터리 펌프와 오일확산 펌프를 이용해 약 0.03Torr의 진공상태를 유지한 가운데 아르곤(Ar) 가스를 주입해 13.56 MHz의 Radio Frequency를 약 240초 동안 가하는 RF 스퍼터 방식으로 은 타겟을 광전극 기판에 증착시켰다.

2.2 특성 측정

전압-전류 특성곡선을 그리기 위해 AM 1.5 100mW/cm²의 광원을 입력으로 해서 I-V 소스미터를 사용했고 그리드 간격을 8mm, 10mm, 12mm, 14mm로 2mm씩 변화시켜가며 그에 따른 효율, Fill Factor 등을 측정했다. 그리드 간격변화에 맞춰 늘어나는 유효면적에 맞게 그리드가 없는 염료감응형 태양전지도 제작해 그 특성을 비교했다.

3. Result

3.1 Without Grid vs With Grid

Fig 1.의 a), b), c), d)는 그리드 전극이 있는 염료감응형 태양전지와 그리드 전극이 없는 염료감응형 태양전지의 전압, 전류 특성곡선을 비교한 그래프로 Sample 1에서 4까지의 결과를 보면 전체적인 특성이 그리드 전극을 넣은 쪽이 개선된 것을 알 수 있다.

Table 1.은 Fig 1.에서 보인 데이터를 구체적으로 알 수 있는 표로 Sample 1의 경우 최대전력

과 효율은 거의 동일하나, Fill Factor가 1.50배 증가했고 Sample 2의 경우도 최대전력과 효율은 큰 변화가 없으나, Fill Factor가 약 1.46배 증가

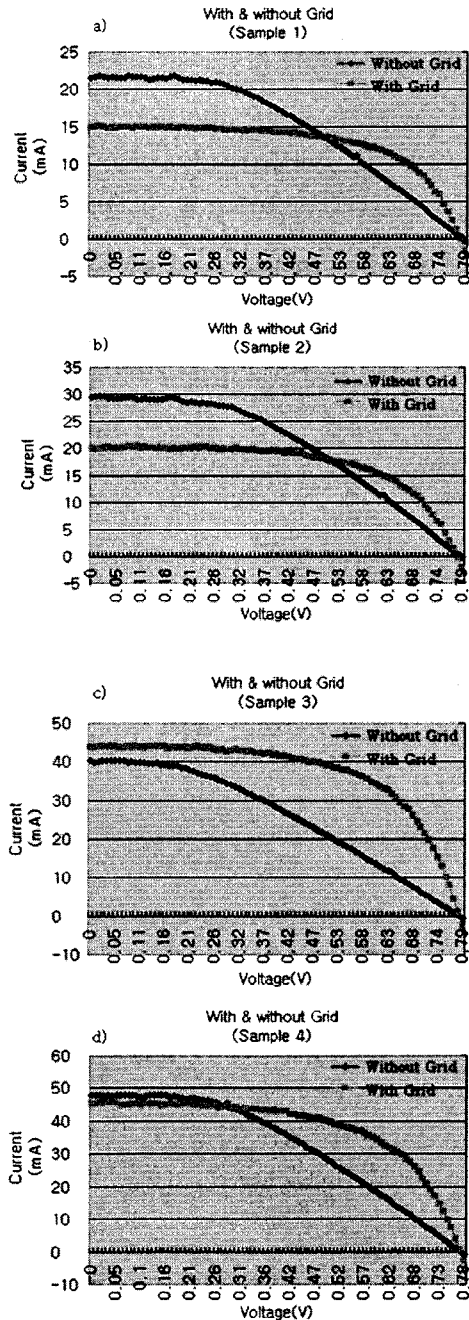


Fig. 1 그리드 전극 유무에 따른 특성곡선

했다. 그리고 Sample 3의 경우는 최대전력, 효율이 1.80배, Fill Factor가 1.74배 개선되었으며

마지막 Sample 4의 경우 최대전력과 효율이 1.36배, Fill Factor가 1.51배 증가했음을 나타내고

Table 1. 그리드 전극 유무에 따른 데이터

| No | Grid | V _{oc} (V) | I _{sc} (mA) | P (mW) | η (%) | FF |
|----|---------|---------------------|----------------------|--------|------------|------|
| 1 | without | 0.81 | 21 | 7.21 | 2.86 | 0.41 |
| | with | 0.80 | 15 | 7.27 | 2.89 | 0.61 |
| 2 | without | 0.80 | 29.4 | 9.72 | 2.57 | 0.41 |
| | with | 0.80 | 20.1 | 9.53 | 2.52 | 0.60 |
| 3 | without | 0.81 | 40.2 | 11.6 | 2.30 | 0.35 |
| | with | 0.80 | 43.6 | 20.9 | 4.15 | 0.61 |
| 4 | without | 0.81 | 46.7 | 15.4 | 2.44 | 0.39 |
| | with | 0.79 | 45.1 | 20.9 | 3.31 | 0.59 |

있다. 결과적으로 Grid 전극을 추가한 염료감응형 태양전지가 유효면적이 커질수록 최대전력이나 효율면에서 효과적이라는 사실과 Fill Factor 개선에 뛰어난 효과가 있음을 알 수 있다. 이는 유효면적 사이에 은 그리드 전극이 삽입되어 염료감응형 태양전지 내부 전자의 확산 이동거리가 단축되어 좀 더 쉽게 이동하고 있음을 말한다.

3.2 Grid 간격변화에 따른 광전특성

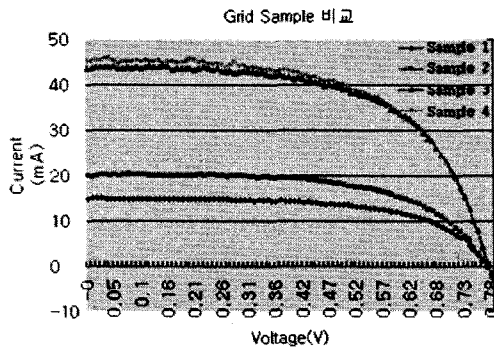


Fig. 2 그리드 전극 간격에 따른 특성곡선

Fig 2.는 그리드 전극을 삽입한 염료감응형 태양전지 Sample 1~4에 대한 전압-전류 특성곡선을 비교한 그래프이다. Sample 1에서부터 4에 이르기까지 개방전압의 경우 거의 일정하지만 단락전류의 수치는 염료감응형 태양전지의 유효면적이 증가함에 따라 계속 증가하고 있음을 알 수 있다. 하지만 Table 1.에 나와 있는 데이터를 보면 Sample 3, 즉 그리드 전극 간격 12mm까지는 단락전류가 급격한 증가를 보이지만 12-14mm 구간에서는 증가폭이 줄어드는 것을 알 수 있다. 또 Fill Factor는 4가지 경우 모두 0.6 전후의 값으로 큰 차이가 없지만 전

체 효율의 경우 그리드 전극 간격이 12mm를 전후해 최고가 됨을 알 수 있다. 이는 그리드 간격이 12mm를 전후해 최적화되고 있음을 말한다.

4. Conclusion

그리드 전극은 염료감응형 태양전지 내부의 전자가 확산에 의해 이동하는 거리를 단축함으로써 전자의 이동효율을 개선시켰다. 그리드 전극이 없는 염료감응형 태양전지에 비해 그리드 전극이 있는 염료감응형 태양전지는 같은 유효면적에서 효율과 Fill Factor가 약 1.5배 이상 개선된 결과가 이를 알려 준다. 또 그리드 전극 간의 간격을 조절했을 때 유효면적의 증가로 단락전류의 수치가 증가하기는 하지만 간격이 12mm 이후로 증가폭이 감소하는 것을 보아 약 12mm 간격을 전후로 해서 전자 이동효율이 최적화됨을 알 수 있다.

후기

본 연구는 과학재단 과제 (과제번호 : R01-2004-000-10318-0) 염료감응형 태양전지 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] B. O'Regan, M. Grätzel, 1991, "Optical electrochemistry I: steady-state spectroscopy of conduction band electrons in a metal oxide semiconductor electrode", Chemical Physics Letters, Volume 183, Issues 1-2, 89-93
- [2] S.Ngamsinlapasathian, S.kulkhaemaruehathai, 2004, "Highly efficient dye-sensitized solar cell using nanocrystalline titania containing nanotube structure", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Volume 164, Issues 1-3, 145-151
- [3] H. Matsui, K. Okada, T. Kawashima, 2004, "Application of an ionic liquid-based electrolyte to a 100mm × 100mm sized dye-sensitized solar cell", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Volume 164, Issues 1-3, 129-135
- [4] S.S. Kim, Y.C. Nah, Y.Y. Noh, J. Jo, D.Y. Kim, 2006, "Electrodeposited Pt for cost-efficient and flexible dye-sensitized solar cells", Electrochimica Acta, Volume 51, Issue 18, 3814-3819
- [5] K. Okada, H. Matsui, T. Kawashima, T. Ezure, 2004, "100 mm × 100 mm large-sized dye sensitized solar cells", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Volume 164, Issues 1-3, 193-198