

고분자 전해질 염료감응 태양전지 최신 연구 - 6

연세대학교 화공생명공학과

김종학 교수

2008년 D. Saikia 등은 Influence of polymer concentration and dyes on photovoltaic performance of dye-sensitized solar cell with P(VdF-HFP)-based gel polymer electrolyte 라는 제목으로 Journal of Power Sources 185 (2008) 570-576 에 논문을 게재하였다.

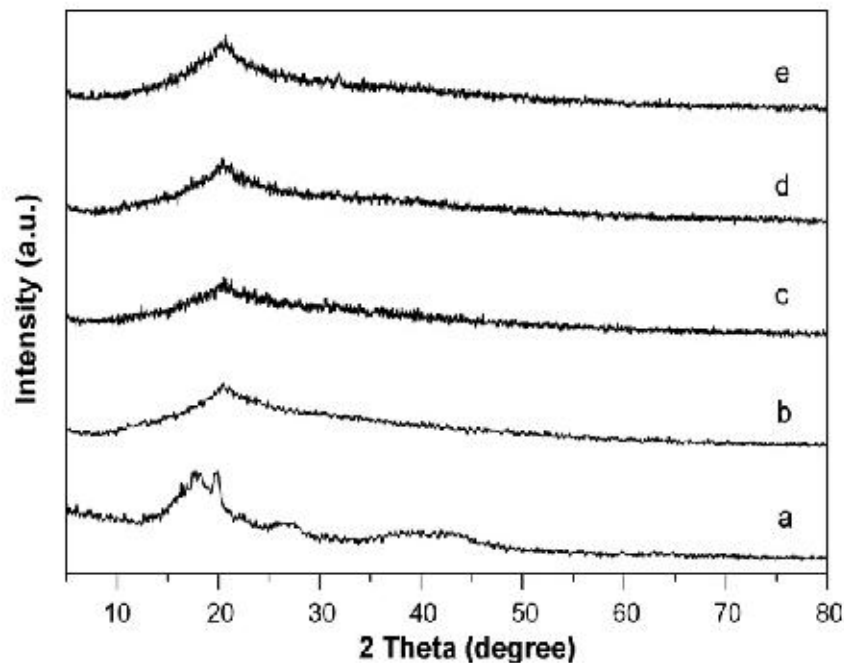


그림 1. XRD patterns of (a) P(VdF-HFP) and P(VdF-HFP)-(PC/DEC/ACN)-LiI-I₂-TBP electrolytes with different polymer contents (b) 4 wt%, (c) 6 wt%, (d) 8 wt% and (e) 10 wt%.

이 논문에서는 특히 젤 형태 고분자 전해질의 제조와 이온전도도에 미치는 영향을 연구하였다. 먼저 저자는 Poly(vinylidene fluoridehexafluoropropylene), P(VdF-HFP)와 LiI, I₂로 구성된 고분자 전해질에 가소제인 propylene carbonate

(PC)-diethyl carbonate (DEC)를 첨가하여 젤 형태의 분자 전해질을 제조하였다. PC와 DEC로 구성된 전해질 시스템은 높은 dielectric 상수와 낮은 점도를 가지기 때문에 이온전도도를 높이는데 기여할 수 있다. XRD 측정 결과 PC + DEC를 가소제로 첨가해 만든 젤 형태의 고분자 전해질은 아무 것도 첨가 하지 않은 P(VdF-HFP)에 비해 결정성이 감소한 것으로 나타났고, 비결정 영역의 증가로 인해 전해질 시스템 내에서의 이온의 이동성이 향상되었다 (그림 1). DSC 측정 결과, P(VdF-HFP)의 fluorine과 염 Li의 Γ 간 산-염기 작용으로 인해 T_g가 감소하여 이온전도도 향상에 기여할 것으로 예상되었다 (그림 2).

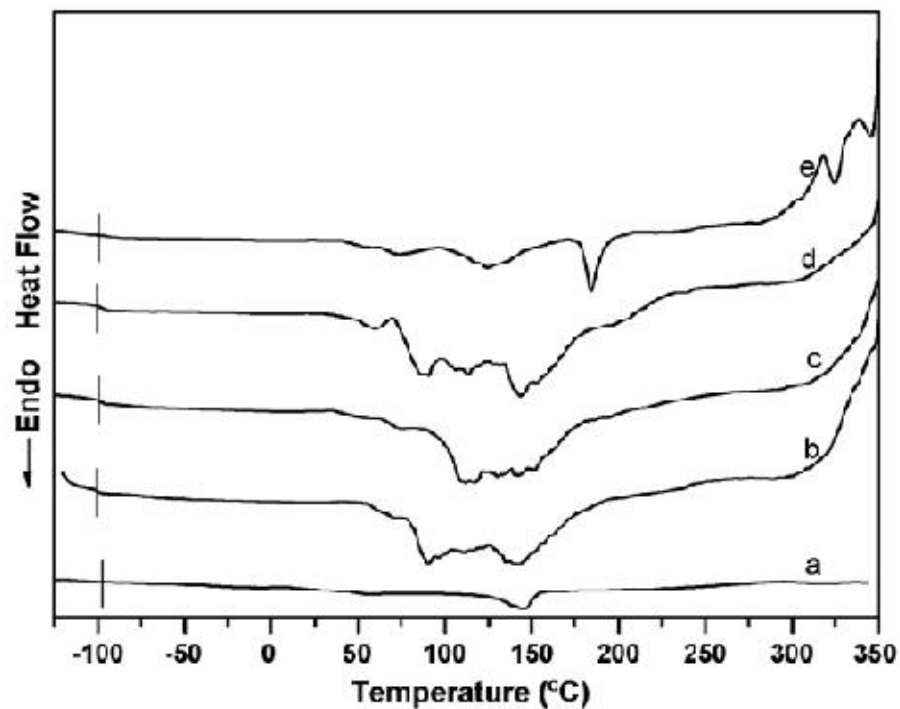


그림 2. DSC traces of (a) P(VdF-HFP) and GPE with different polymer contents (b) 4 wt%, (c) 6 wt%, (d) 8 wt% and (e) 10 wt%.

또한 저자는 고분자의 농도가 DSSC 효율에 미치는 영향을 조사하였다. 고분자 농도를 달리한 전해질의 SEM 사진 분석 결과, 젤 고분자 전해질은 고분자인 P(VdF-HFP)의 농도가 8wt% 일 때, 가장 다공성인 형태를 보이는 것으로 나타났다 (그림 3). 이러한 다공성 구조는 더 많은 부피의 액체 전해질을 함유할 수 있기 때문에 이온전도도를 향상시킬 것으로 기대되었다. 즉, TiO₂ 필름으로의 I⁻/I₃⁻의 침투가 더욱 잘 이루어져, dye 양이온의 효율적인 환원으로 인해 광전변환 효율이 높아질 것으로 예상되었다.

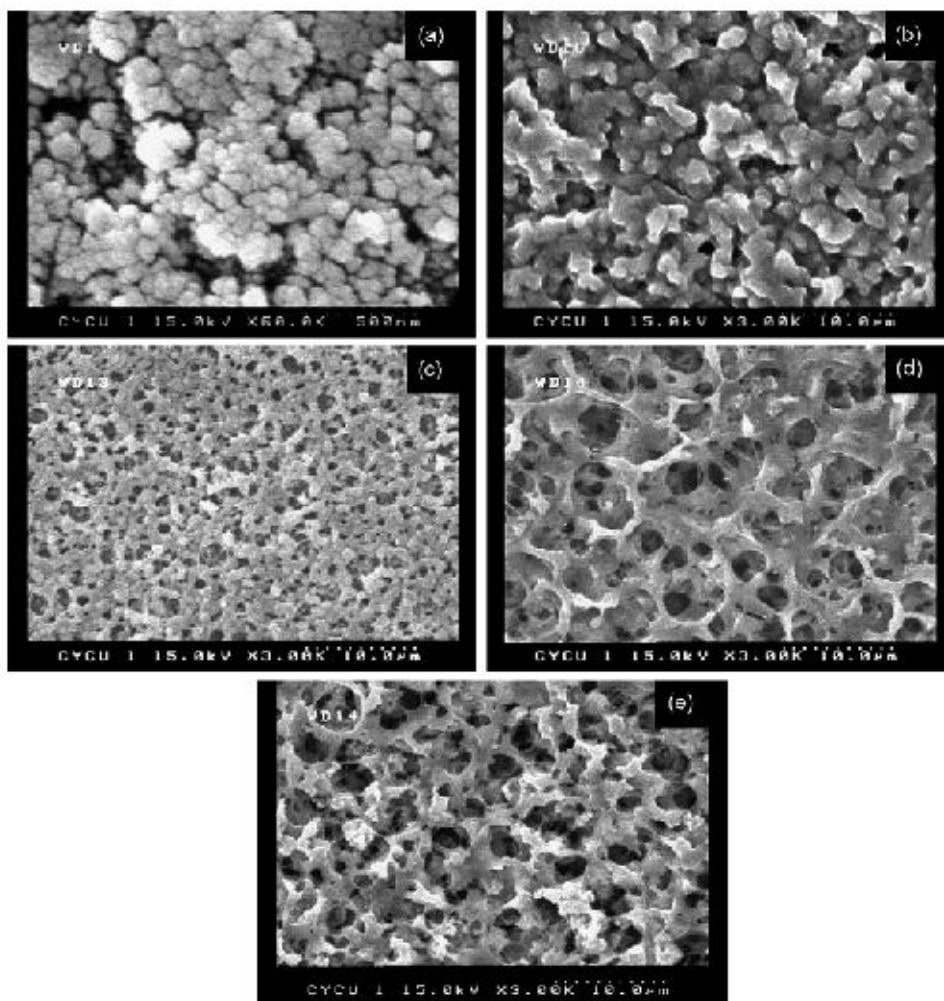


그림 3. SEM images of (a) TiO₂ nanoparticles film on FTO glass and P(VdF-HFP)-(PC/DEC/ACN)-LiI-I₂-TBP electrolytes on TiO₂ film with different polymer contents (b) 4 wt%, (c) 6 wt%, (d) 8 wt% and (e) 10 wt%.

이온전도도의 경우도 마찬가지로 고분자의 양이 8wt%일 때 $5.25 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$ 의 최대 값을 나타내었다. 이는, 고분자의 양이 증가할수록 젤 고분자 전해질의 다공성이 감소되어 이온의 이동이 방해되기 때문이다. 이렇게 만든 DSSC는 P(VdF-HFP)의 양이 8wt%일 때 4.41%의 최고 효율을 나타내었다 (그림 4).

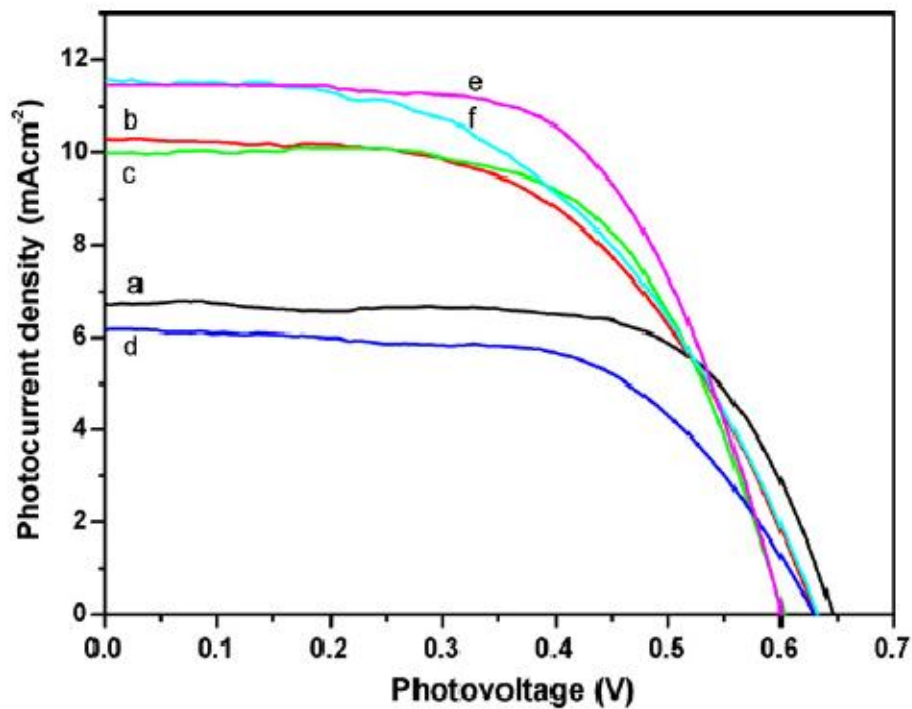


그림 4. Photocurrent-voltage characteristics of Nanocrystalline TiO_2 photoelectrochemical cell with GPE electrolytes with different polymer contents (a) 4 wt%, (b) 6 wt%, (c) 8 wt%, (d) 10 wt%, (e) sample (c) with N719 dye and (f) liquid electrolyte without polymer.