

고분자 전해질 염료감응 태양전지 최신 연구 - 8

연세대학교 화공생명공학과

김종학 교수

2007년 Pin Jiang Li 등은 준 고체상태 P(MMA-co-MAA)/PEG 고분자 블렌드 젤 전해질을 제조하고 이를 높은 온도에서의 염료감응 태양전지에 응용하였다 (Electrochimica Acta 53 (2007) 903-908). 점탄성이 있는 [P(MMA-co-MAA)/PEG] 고분자 블렌드는 poly(ethylene glycol) (PEG) 메탄올 용액에 azobisisobutyronitrile (AIBN)을 개시제로 사용하여 methacrylate (MMA) 와 methacrylate acid (MAA)의 공중합 반응에 의해 합성된다. 고분자 블렌드 젤 전해질에 기초한 준 고체 태양전지는 AM 1.5 태양 빛이 60°C 에서 조사될 때 빛을 전기로 전환하는 효율이 4.85%이다.

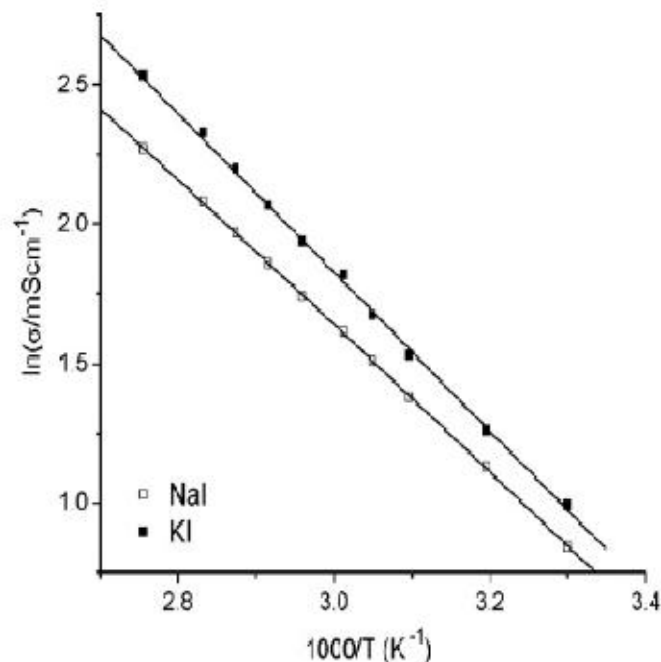


그림 1. Temperature dependence of the ionic conductivity for polyblend gel electrolyte. Polyblend gel electrolytes with 0,6 mmol/g Nal (KI) and 0,06 mmol/gM 2.

그림 1은 고분자 블랜드 젤 전해질의 온도에 대한 의존성에 관한 그래프이다. 이온 전도도는 온도가 증가할수록 증가함을 알 수 있다. 또한 서로 다른 알칼리 메탈 iodide의 이온 전도도는 서로 다름을 알 수 있으며, 0.6 mmol/g의 농도에서 potassium iodide의 이온 전도도는 sodium iodide의 이온 전도도 보다 크게 나왔다.

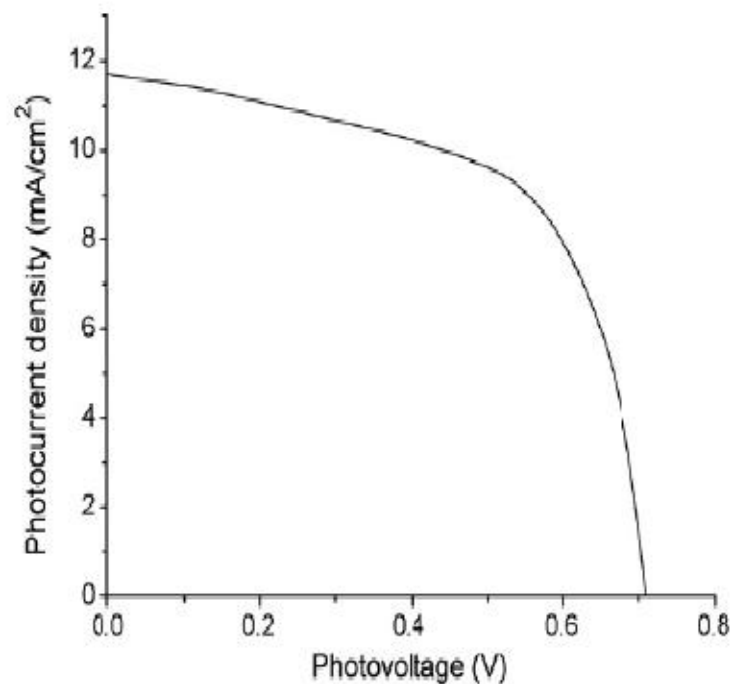


그림 2. Photocurrent density vs. photovoltage for QS-DSSC based on polyblend gel electrolyte (polyblend gel electrolyte: P(MMA-co-MAA) 5 wt.% + PEG 95 wt.% +KI 0.60 mmol/g + I_2 0.06 mmol/g).

그림 2는 준 고체상태 P(MMA-co-MAA)/PEG 폴리 블랜드 젤 전해질을 이용한 염료감응 태양전지의 광전류 대 광전압을 도시한 그래프이다. 이 최적화된 폴리 블랜드 젤 전해질은 11.71 mA/cm²의 높은 단락 전류, 0.710V의 개방 회로 전압 그리고 58.3%의 채움인자를 얻을 수 있다. 가장 높은 에너지 변환 효율은 60°C의 온도에서 100 mWcm⁻²의 빛이 조사될 때 4.85%를 얻을 수 있었다.

한편 Min Ki Lim 등은 2007년 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry에는 Diaminohydrocarbons을 통한 N3 염료와 C60의 연결로 염료감응 TiO₂ 태양전지의 성능 강화하는 논문이 발표되었다 (J. of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 190(2007) 128-134). 이들은 새로운 접근 방법으로, 플러렌, C60에 N3염료(*cis*-bis(4,4-dicarboxy-2,2-bipyridine)dithiocyanato ruthenium(II))를 서로 다른 체인 길이의 diaminohydrocarbon 연결자를 통하여 붙였다 (그림 3).

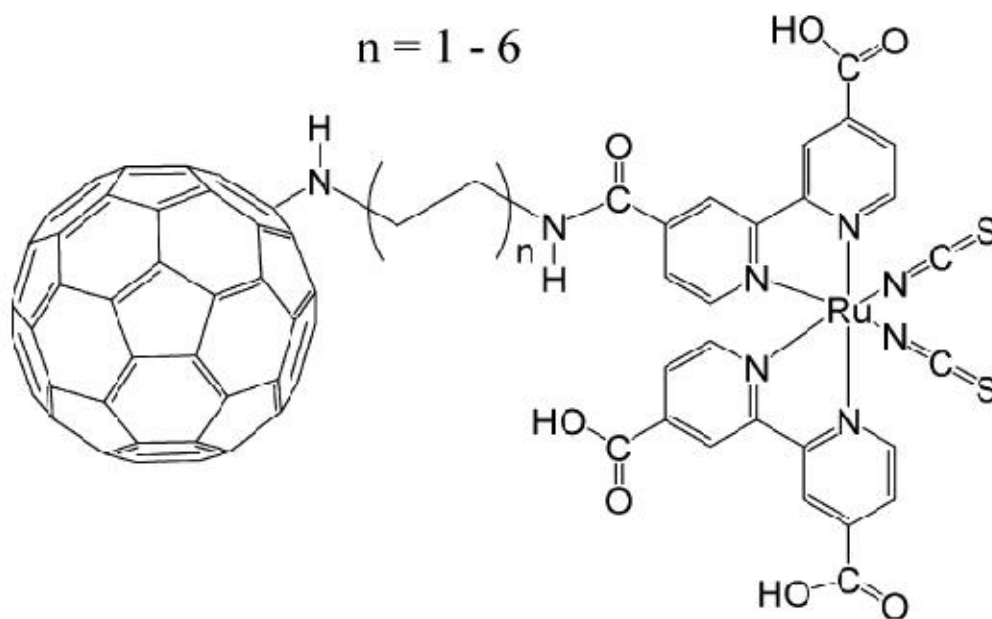


그림 3. Chemical structure of the N3-L-C60 complex.

플러렌을 붙인 감광제를 사용한 염료감응 태양전지의 단락 광전류 밀도(J_{sc})는 눈에 띄게 연결자의 체인 길이에 의존하였다. 1,6-diaminohexane 연결자를 이용하였을 때, 원래의 N3 염료를 사용한 염료감응 태양전지 경우에는 J_{sc} , V_{oc} 와 전환 효율이 각각의 값인 10.55 mA/cm², 0.68V and 4.0%이 나왔고, 이와 비교하였을 때 N3 염료와 C60을 접합한 셀은 각각 11.75 mA/cm², 0.70V and 4.5%의 값을 나타내었다.

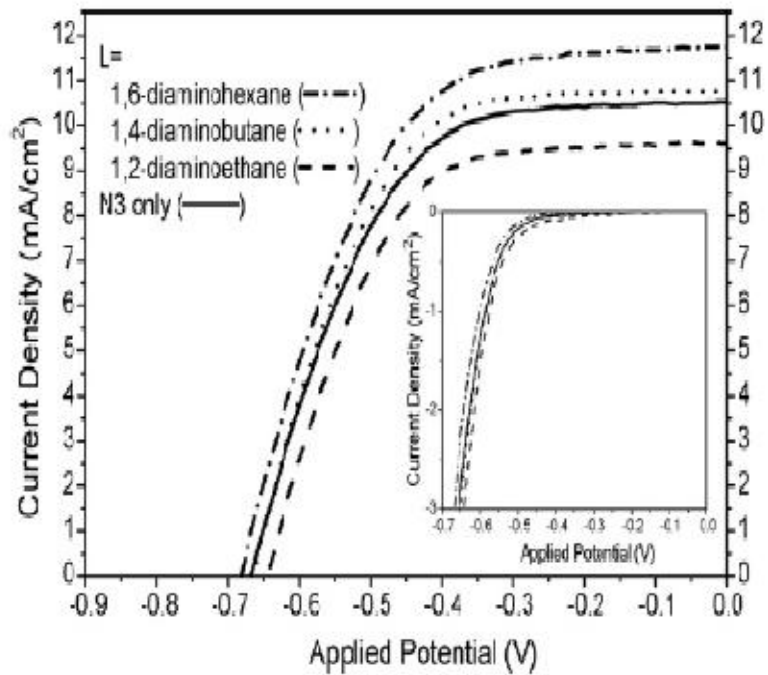


그림 4. $J-V$ curves of DSSCs fabricated with (N3,N3-L-C60)/TiO₂ and N3/TiO₂ film electrodes with L being 1,2-diaminoethane, 1,4-diaminobutane and 1,6-diaminohexane. Inset shows the corresponding dark current-potential curves. Curves related to the other three linkers are omitted in the figure for clarity. Light intensity was 100 mW/cm².

그림 4는 (N3,N3-L-C60)/TiO₂ 와 N3 /TiO₂ 필름 전해질 염료감응 태양전지의 $J-V$ 커브를 L이 1,2-diaminoethane, 1,4-diamino-butane 와 1,6-diaminohexane때를 비교한 그래프이다. 나머지 커브는 생략하였고, 안에 삽입된 조그만 그래프는 어두운 경우에 각각을 비교한 그래프이다.

그림 5는 L = 1,6-diaminohexane인 (N3,N3-L-C60)/TiO₂가 가장 높은 필름 전해질의 단락 광전류 밀도는 나타낸 그래프이다. J_{sc} 값은 N3/TiO₂ 셀의 경우에 10.55 mA/cm²를 나타냈고, N3-L-C60 /TiO₂의 경우에 11.75 mA/cm²를 나타냈다. J_{sc} 값은 전체 흡수된 염료의 양이나 전체 감광제의 양(RTS)에 관련된다.

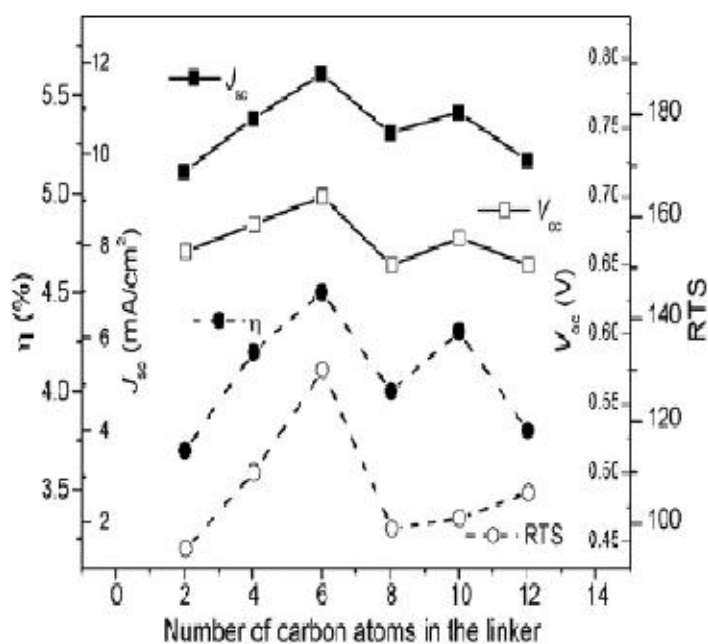


그림 5. J_{sc}, V_{oc}, η and relative amount of total sensitizer (RTS) of DSSCs sensitized with both N3 and N3-L-C60, each parameter as a function of number of carbon atoms in the linker. RTS is the relative amount of total sensitizer desorbed from the (N3,N3-L-C60)/TiO₂ film with respect to the amount of N3 desorbed from the N3/TiO₂ film, latter being taken arbitrarily as 100.