

Vol. **14**

2024.04.15.

KIT Energy News

에너지융합기술 혁신인재 양성사업단

Innovative Education & Research Center for Energy Convergence Science and Technology

< 목 차 >

KIT Energy 소식

- ‘세계 2% 상위 연구자’ 4명 선정..... 1
- 고분자공학과 이원호 교수 연구팀 연구, 화학 재료 분야 국제 저명 학술지 표지논문 선정..... 2

에너지저장

- Metallic cobalt/cobalt sulfide hetero-nanostructures embedded within N-doped graphitic carbon nanocages for the hydrogen evolution reaction..... 3

태양에너지

- Enhancing the photovoltaics performance of indoor organic through precise modulation of chlorine density in wide bandgap random copolymers..... 4
- Fabrication of TiO₂ photoelectrodes doped with copper and zirconium to improve electron generation and flow in dye-sensitized solar cell..... 5

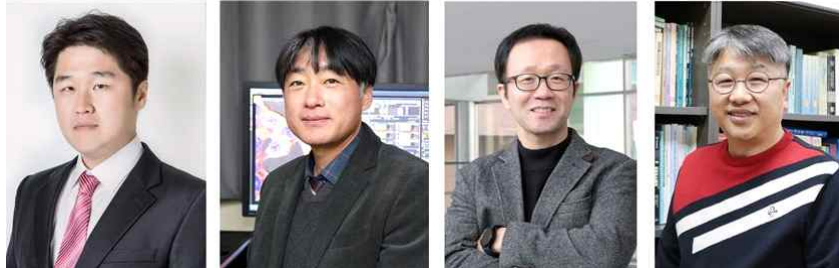
환경에너지

- UV/persulfate processes for the removal of total organic carbon from coagulation-treated industrial wastewaters..... 6

KIT Energy 소식

‘세계 2% 상위 연구자’ 4명 선정

- 박철민·장의순·신수용·김준식 교수
- 논문 피인용도에 따른 영향력 분석



우리 대학 교수 4명이 ‘세계 상위 2%’에 속하는 연구자에 포함됐다고 24일 밝혔다.

세계 상위 2% 명단에 이름을 올린 연구자는 △신소재공학부 박철민 △화학생명과학과 장의순 △전자공학부 신수용 △기계시스템공학과 김준식 교수다.

이번 선정은 글로벌 저명 학술정보 분석기업인 엘스비어(Elsevier)가 색인/인용 데이터베이스인 ‘SCOPUS’ 기반으로 양질의 연구자 평가를 위해 발표하고 있다. 전 세계 연구자 가운데 22개의 주요 주제 및 174개의 세부 주제 분야 별로 최소 5편 이상의 논문을 발표한 백분위 2% 이상인 최상위 10만 명 연구자를 대상으로 하며, 1960년부터 2022년까지의 논문 피인용도에 따른 영향력을 분석해 최종 선정한다.

박철민 신소재공학부 교수는 최근 전고체전지 상용화를 앞당길 수 있는 ‘고체 전해질용 황화실리콘 저가 제조 기술’ 및 수전해 반응 촉매로 활용성이 높은 ‘2차원 소재 이황화몰리브덴(MoS₂)의 구조를 제어할 수 있는 기술’ 등 이차전지 및 촉매 등 에너지 소재 관련 다양한 연구를 수행 중에 있으며, 관련 분야 저명 학술지에 연이어 게재하고 있다.

장의순 화학생명과학과 교수는 말기암 환자 치료를 위한 암세포 미세환경 표적지향성 금 나노막대 복합체 개발과 관련된 연구를 저명 학술지에 지속적으로 발표하고 있으며, 세계 최초로 금 나노막대 대량화 기술에 성공하여 주름개선 용 마이크로니들 광열패치 기술을 상용화했다. 이어 근적외선 흡수를 통해 피부온도를 저감시킬 수 있는 선크림 신소재 및 여드름 치료제 등과 같은 상용화 기술을 개발하고 있다.

신수용 전자공학부 교수는 현재까지 SCOPUS를 포함해 총 5,638건의 피인용도를 달성했으며, 무선 첨단 네트워크 연구실(WENS) 학생들을 지도하며 매년 다수의 논문지 게재와 학술대회 등에서의 논문 발표 등을 통해 공학 연구자들의 연구 경쟁력 향상에 기여하고 있다.

김준식 기계시스템공학과 교수는 유한요소법, 변분법과 점근해석기법 등의 이론 응용역학 분야에서 70여 편의 학술논문을 발표했으며, 과학기술우수논문상을 포함 다수의 학술상을 수상한 바 있다. 현재 학생들과 함께 이론 역학과 손상담지 등의 응용연구에 매진하고 있다.

우리 대학은 이번 성과가 개인의 역량에 더해 그동안 함께 연구해 온 대학 구성원들과의 협업을 바탕으로 이뤄낸 것으로, 앞으로도 사회에 도움이 되는 유의미한 연구 성과를 창출할 수 있도록 노력하겠다고 밝혔다.

국립금오공과대학교 KIT People(2024.01.24) https://www.kumoh.ac.kr/ko/sub01_05_02.do?mode=view&articleNo=473011

◆ 관련 기사 ◆

News1	금오공대 박철민·장의순·신수용·김준식 교수, '세계 상위 2%' 연구자 선정	https://www.news1.kr/articles/5300334
머니투데이	금오공대 교수 4인 '세계 상위 2% 연구자' 선정	https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2024012412053562485
데일리한국	금오공대 교수 4명, 세계 상위 2% 연구자 선정	https://daily.hankooki.com/news/articleView.html?idxno=1044772
NEWSIS	금오공대 교수 4명 '세계 상위 2%' 연구자에 올랐다	https://www.newsis.com/view/?id=NISX20240125_0002604842
경향매일신문	국립금오공대, '세계 2% 상위 연구자' 4명 선정	http://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?idxno=982278
핀포인트뉴스	금오공대 경사났네... '세계 상위 2% 연구자에 소속 교수 4명 포함'	https://www.pinpointnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=240834
대구신문	금오공대 교수 4명 '세계 2% 상위 연구자' 선정	https://www.idaegu.co.kr/news/articleView.html?idxno=447491
신아일보	금오공대 박철민·장의순·신수용·김준식 교수, '세계 2% 상위 연구자' 선정	http://www.shinailbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=1818860
경상매일신문	금오공대 교수 4명 '세계 상위 2% 연구자'	http://www.ksmnews.co.kr/news/view.php?idx=465082
대구일보	금오공대 교수 4명, 세계 2% 상위 연구자에 이름 올려	https://www.idaegu.com/newsView/idg202401240027
한국대학신문	금오공대 교수 4인, '세계 2% 상위 연구자'에 선정	https://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=558684
경북신문	박철민·장의순·신수용·김준식 금오공대 교수, '세계 상위 2% 명단' 이름 올렸다	http://www.kbsm.net/news/view.php?idx=420290
경북도민일보	국립금오공과대학교, '세계 2% 상위 연구자' 4명 선정	http://www.hidomin.com/news/articleView.html?idxno=538120

KIT Energy 소식

고분자공학과 이원호 교수 연구팀 연구, 화학 재료 분야 국제 저명 학술지 표지논문 선정

- SCI급 국제학술지 'Journal of Materials Chemistry A' 게재
- 실내 유기 태양전지 성능 향상 및 원인 규명 연구



우리 대학 고분자공학과 이원호 교수 연구팀이 최근 발표한 연구 결과가 화학 재료 분야의 국제 저명학술지에 게재됐다.

논문 제목은 ‘Enhancing the performance of indoor organic photovoltaics through precise modulation of chlorine density in wide bandgap random copolymers(실내 유기 태양전지의 성능 향상을 위한 넓은 밴드갭 랜덤 공중합체에서 염소 밀도의 정밀 조절)’로, SCI급 국제학술지인 ‘Journal of Materials Chemistry A(상위 10%, IF 11.9)’에 2월 7일자로 게재됐다. 실내 유기 태양전지 성능 향상 및 원인 규명에 관한 이 연구는 본 학술지의 표지 커버 논문으로도 선정됐다.

차세대 고분자 전자재료 연구실(Advanced Polymers for Electronics Lab.)의 이원호 교수 연구팀은 고분자 도너 물질에 염소(Chlorine)를 체계적으로 도입하여 실내 유기 태양전지의 효율을 높일 수 있는 새로운 물질을 개발했다. 염소 도입이라는 전략은 합성이 간단하면서도 저조도 환경에서 발생하는 전압손실을 최소화 하는데, 이를 통해 폴리렌 역셉터 기반의 유기 태양전지가 형광등 조명 조건에서 높은 전력 변환 효율을 달성하는 것을 확인했다.

이 연구는 실내 광원을 활용한 에너지 수확 분야에 중요한 기술적 진보를 보여주는 것이다. 또한 에너지레벨, 광흡수, 모폴로지를 포함한 포괄적인 분석을 통해 염소의 밀도 증가가 실내 유기 태양전지의 성능에 어떠한 영향을 미치는지 상세히 설명하는 한편, 실내 응용을 위한 고성능 및 고효율 장치의 최적화 설계 등에도 통찰력을 제공한다.

이번 연구 논문의 제1저자인 고분자공학과 석사과정 김소영 학생은 “이번 연구를 통해 실내 유기 태양전지의 성능을 향상시킬 수 있는 성과를 창출한 것에서 나아가 다양한 현상의 원인을 관찰하고 규명하면서 연구 자체에 대한 흥미도 깊어졌다.”며, “향후에도 관련 연구를 지속적으로 이어가며 과학계에 기여하는 연구자가 되도록 하겠다.”고 밝혔다.

지도교수인 이원호 교수는 “탄소중립 실현을 위해서는 다양한 형태의 자원을 전기 에너지로 변환시키는 연구가 필수적인데, 이번 연구는 저비용 소재 개발을 통해 실내광을 효과적으로 하베스팅 할 수 있는 방향을 제시했다는 점에서 의미가 있다.”고 밝혔다.

이번 연구는 우리 대학 차세대 고분자 전자재료 연구실(Advanced Polymers for Electronics Lab., 지도교수 이원호) 주도 아래, 고려대 심재원 교수와 경북대 차효정 교수 연구팀과의 공동연구를 통해 진행됐다. 교육부 4단계 BK21사업, 한국연구재단 기초연구실사업, 중견연구자 지원사업, 지역대학 우수과학자 지원사업으로 수행됐다.

국립금오공과대학교 KIT People(2024.02.15) https://www.kumoh.ac.kr/ko/sub01_05_02.do?mode=view&articleNo=474092

◆ 관련 기사 ◆

머니투데이	이원호 금오공대 교수팀, 실내 유기 태양전지 성능 향상 '눈길'	https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2024021416032077418
데일리한국	금오공대 연구팀 연구, 화학 재료 분야 국제 저명학술지 게재	https://daily.hankooki.com/news/articleView.html?idxno=1051726
한국대학신문	국립금오공대 이원호 교수팀, 실내 유기 태양전지 성능 향상 및 원인 규명	https://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=559501
경상매일신문	금오공대, 국제 학술지 'Journal of Materials Chemistry A' 표지 논문 게재	http://www.ksmnews.co.kr/news/view.php?idx=468158
경북도민일보	금오공대 이원호 교수팀, 화학 재료 분야의 국제 저명학술지 게재	http://www.hidomin.com/news/articleView.html?idxno=539958
전자신문	금오공대, 실내 유기 태양전지 성능 향상 및 원인 규명	https://www.etnews.com/20240215000038
경북매일신문	국립금오공대 이원호 교수 연구팀 연구, 화학 재료 분야 국제 저명 학술지 표지논문 선정	http://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?idxno=984595
교수신문	국립금오공과대학교 이원호 교수 연구팀 연구, 화학 재료 분야 국제 저명 학술지 표지논문 선정	https://www.kyosu.net/news/articleView.html?idxno=115978

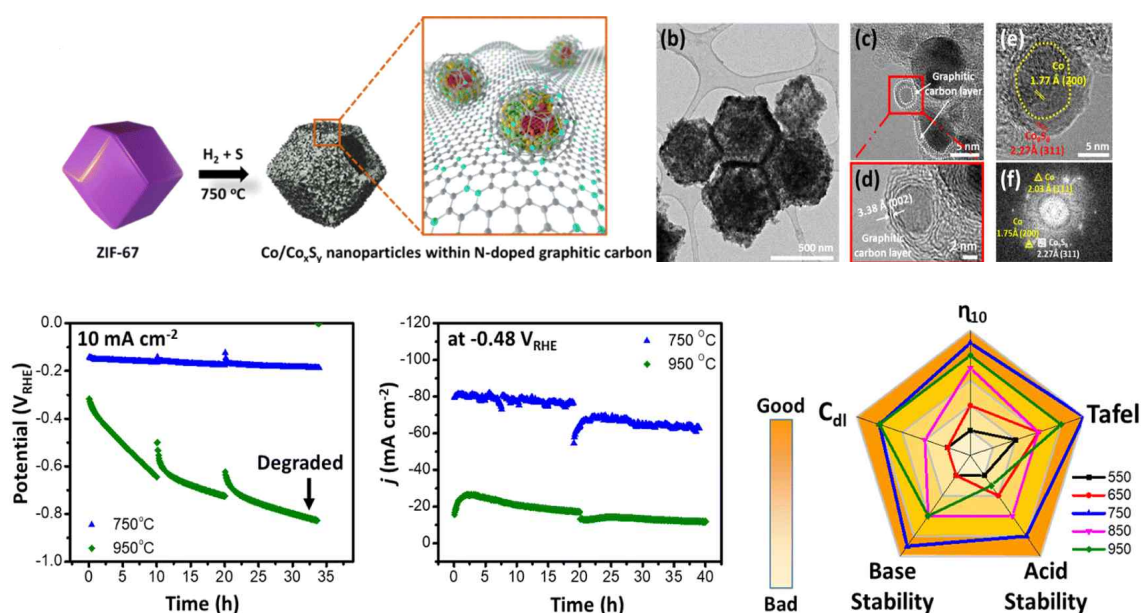
에너지저장

Journal of Materials Chemistry A

Volume 12, January 2024, 4761-4769 (Impact Factor : 11.9)

Metallic cobalt/cobalt sulfide hetero-nanostructures embedded within N-doped graphitic carbon nanocages for the hydrogen evolution reaction

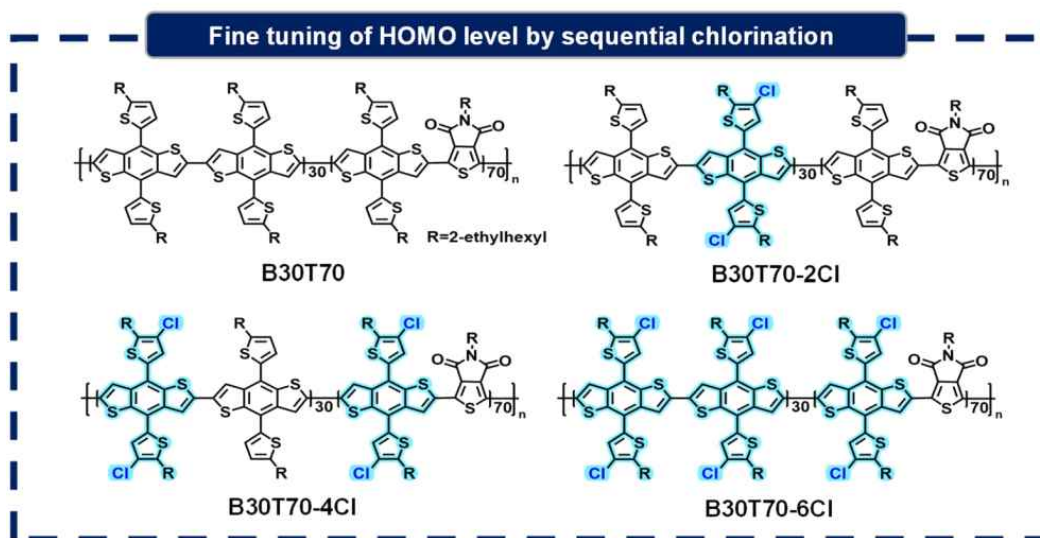
Hien Duy Mai, Poong Mo Park, Gi-Nam Bae, Sangmin Jeong, Beomwon Seo, Minsong Cho, Sunyoung Park, Nguyen Duc Cuong, Tran Viet Cuong, Ngoc Minh Tran, Cheol-Min Park* and Ki-Joon Jeon*



The development of low-cost, catalytically efficient, and durable earth-abundant electrocatalysts for replacing platinum-group-metal (PGM) materials has always been at the forefront of materials engineering for sustainable hydrogen generation. Metal-organic frameworks (MOFs), especially cobalt (Co)-based zeolitic imidazolate framework (ZIF-67) can be used as precursors or templates for preparing non-precious electrocatalysts. Herein, we successfully fabricated metallic cobalt/cobalt sulfide hetero-nanostructures embedded within N-doped graphitic carbon nanocages ($\text{Co}/\text{Co}_x\text{S}_y@\text{NC}-750$) by the one-step pyrolysis of ZIF-67 under H_2 and S. $\text{Co}/\text{Co}_x\text{S}_y@\text{NC}-750$ exhibits a hollow configuration with a high degree of morphological uniformity. The pyrolysis temperature and resulting control of the composition played a crucial role in material engineering with application-oriented properties. Examination of the activity for the hydrogen evolution reaction (HER) in 0.5 M H_2SO_4 and 1.0 M KOH aqueous electrolytes demonstrated that $\text{Co}/\text{Co}_x\text{S}_y@\text{NC}-750$ exhibits substantially improved HER performance in both acidic (overpotential of 130 mV and Tafel slope of 82 mV dec^{-1}) and basic (330 mV and 160 mV dec^{-1}) media. The unique metallic cobalt core/cobalt sulfide shell is particularly beneficial for maintaining the electrochemical long-term durability ($\geq 30 \text{ h}$ and 40 h in acids and bases, respectively). This study provides guidance for achieving MOF-derived inorganic nanomaterials with the desired structural heterogeneity and compositional control for non-PGM electrochemical catalysis through fundamental quantification of the structural and catalytic parameters.

Enhancing the photovoltaics performance of indoor organic through precise modulation of chlorine density in wide bandgap random copolymers

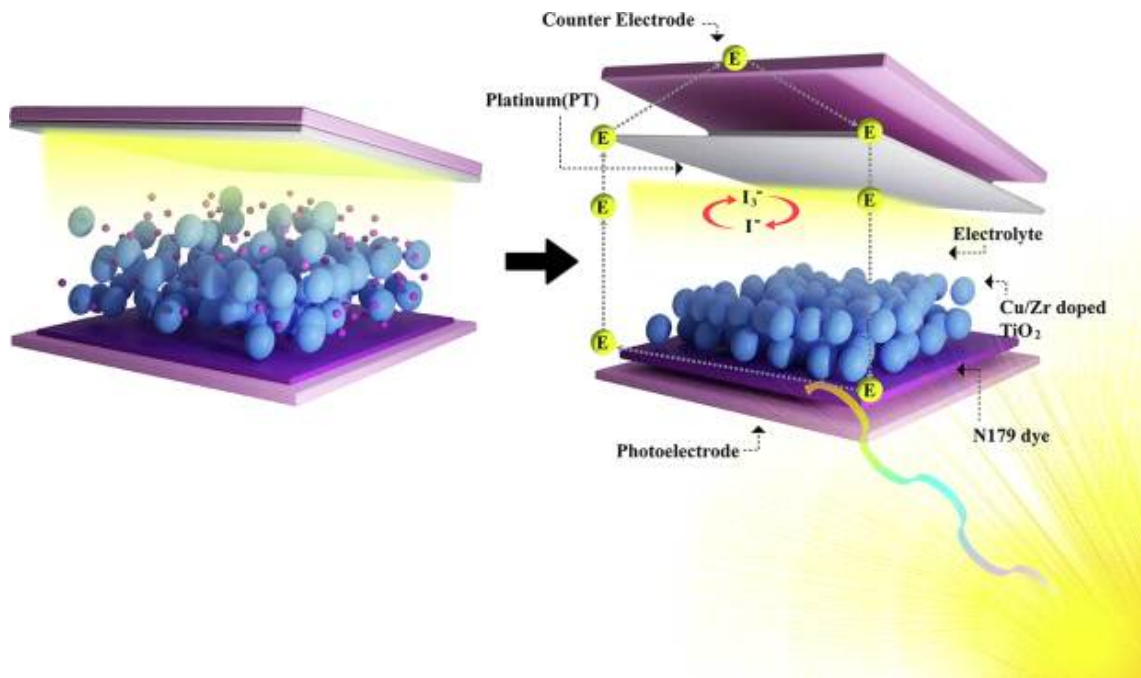
Soyoung Kim, Seon Joong Kim, Gayoung Ham, Ji-Eun Jeong, Donghwa Lee, Eunho Lee, Hyungju Ahn, Hyojung Cha*, Jae Won Shim*, Wonho Lee*



We present highly efficient IOPV devices based on four series of wide bandgap random copolymers, denoted as B30T70-XCl (X = 0, 2, 4, and 6). These copolymers efficiently cover the absorption range of indoor light sources while systematically decreasing HOMO levels (in the order of 0, 2, 4, and 6Cl) through the introduction of chlorine atoms, which is an effective and cost-efficient strategy due to its simplicity in synthesis. We use PC₇₁BM as the electron acceptor, which not only effectively absorbs indoor light spectra but also significantly reduces production costs compared to state-of-the-art non-fullerene acceptors (NFAs). Among the B30T70-XCl:PC₇₁BM blends, B30T70-2Cl-based devices exhibit optimized power conversion efficiencies (PCEs) with high VOC, achieving a record-breaking PCE of 25.0% under fluorescent lamp (FL) conditions compared to fullerene-based IOPVs reported so far. Through a comprehensive study of energy levels, transient absorption dynamics, and blend morphology, we reveal that increasing Cl density decreases the HOMO offset between polymer donors and the PC₇₁BM acceptor and induces phase-separated blend morphology, critically impacting the performance of IOPVs by influencing the population of charge-separated states and charge transport behavior, respectively. These IOPVs, based on wide-bandgap random copolymers and the PC₇₁BM acceptor, suggest that the development of such classical, low-cost photoactive layer blends holds promise for integration into low-power portable electronics and Internet of Things (IoT) sensors.

Fabrication of TiO₂ photoelectrodes doped with copper and zirconium to improve electron generation and flow in dye-sensitized solar cell

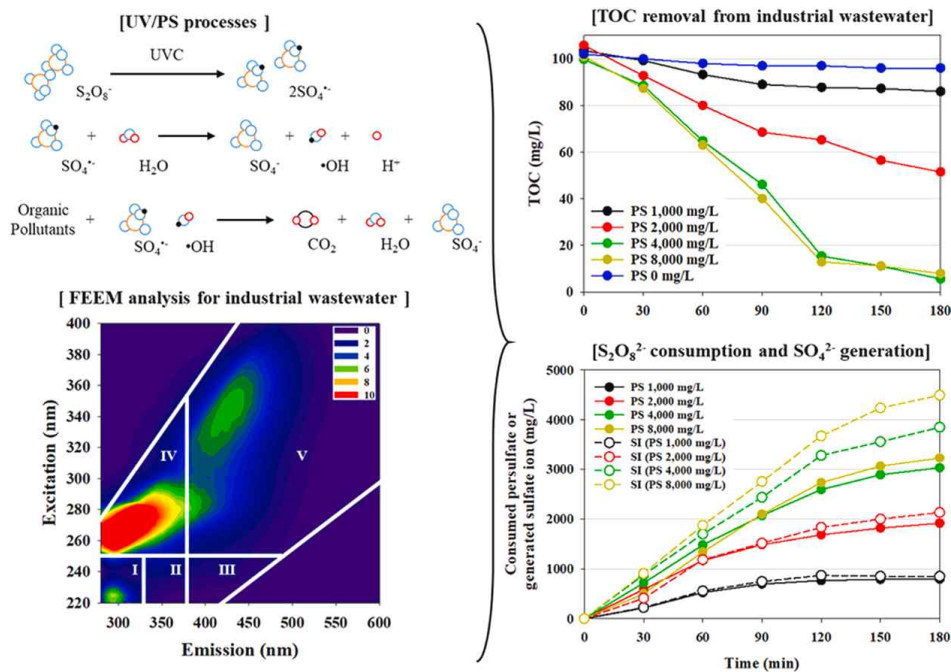
Hui-Won Ju, Jong-Wook Kwon, Da-Na Lee, Ye-Ji Park, Sung-Eun Lee, Tae-Oh Kim



Dye-sensitized solar cell (DSSC) are devices that convert solar light into electricity using a semiconductor substance, e.g. TiO₂. Although DSSC are environmentally friendly and economical, they exhibit a low energy conversion efficiency. In this study, to improve its energy conversion efficiency, a DSSC in which TiO₂ was doped with transition metals (TMs) such as Cu and Zr was fabricated by a sol-gel method. Doping with TMs extended the light-absorption range of TiO₂ to the visible-light region, generating more electrons and improving electrical conductivity. The successful doping of Cu, Zr in the fabricated photoelectrode was confirmed by X-ray diffraction (XRD) and FESEM-energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) analyses, and doping with Cu, Zr increased the dye adsorption amount and current density of DSSC. In addition, the electron-transfer resistance was confirmed to be reduced by electrochemical impedance spectroscopy (EIS) analysis, and the electron movement, speed, and lifetime were improved by Intensity-modulated photocurrent spectroscopy (IMPS) and intensity-modulated photovoltage spectroscopy (IMVS) analyses. The electrical properties of the Cu, Zr-doped TiO₂ photoelectrodes were determined from the chemical capacitance and recombination resistance calculations, and the results revealed that the efficiency was improved by Cu, Zr doping. In conclusion, the Cu, Zr doping of the photoelectrode improved the electron generation and flow of TiO₂, thereby increasing the energy conversion efficiency of the DSSC by up to 3.28%

UV/persulfate processes for the removal of total organic carbon from coagulation-treated industrial wastewaters

Jumin Kang, Jongbok Choi, Dukyoung Lee, Younggyu Son*



Sulfate radical-based oxidation processes were investigated to understand the relationship between persulfate (PS) consumption and total organic carbon (TOC) removal from industrial wastewater under various PS concentrations. First, the degradation and mineralization of Bisphenol A (BPA) (initial concentration: 11 mg/L) were investigated in ultraviolet (UV)/PS systems. Complete degradation was achieved within 30 min of UV irradiation, and 41%–72% TOC removal was achieved at PS concentrations of 200 and 400 mg/L. The consumed concentration of $S_2O_8^{2-}$ and generated concentration of SO_4^{2-} increased gradually to similar levels. The ratio of the PS consumption to TOC removal based on the mass concentration (mg/L) was 14.5 and 23.2 at 180 min for 200 and 400 mg/L of $S_2O_8^{2-}$, respectively. Three types of coagulation-treated industrial wastewater from metal-processing, food-processing, and adhesive-producing plants were obtained, and TOC removal was analyzed using the same UV/PS systems (initial TOC concentration: 100 mg/L). The TOC removal rates ranged from 16.9% to 94.4% after 180 min of UV irradiation at PS concentrations of 1,000, 2,000, 4,000, and 8,000 mg $S_2O_8^{2-}$ /L. Despite the higher TOC removal at higher PS concentrations, the PS activation efficiency decreased significantly as the PS concentration increased. Only approximately 30%–40% activation efficiency was achieved at a PS concentration of 8,000 mg/L. In this study, the ratio of PS consumption to TOC removal ranged from 20.6 to 43.9.