

“햇벌의 에너지 변환 16.6%까지 가능”

태양광발전 국제학술회의 ‘New Frontiers in Photovoltaics’

글_ 류통은 기자 teryu@kofst.or.kr

차세대 대체에너지로 급부상하고 있는 태양광발전의 최첨단 기술을 공유하고 미래의 기술 동향을 논의하기 위해 국내·외 석학들이 한자리에 모였다. 한국과학기술단체총연합회는 지난 9월 1~4일까지 경주 현대호텔에서 태양광발전 분야의 세계적인 석학인 국외 발표자 10명, 국내 발표자 15명, 포스터 발표자 40명, 일반 참가자 및 후원기관 참가자 30명 등 100여 명을 초청하여 국제학술회의 ‘New Frontiers in Photovoltaics’를 개최했다.

국내·외 전문가 100여 명 참석, 성황리에 개최

태양전지는 빛을 전기로 변환시키는 태양광발전의 핵심소자로 신·재생에너지 첨단기술이다. 최근 국제 유가가 연일 급등하는 등 에너지의 안정적인 수급에 위협을 받고 있는 상황에서 태양광 발전기술은 에너지 문제에 대한 현실적이고도 환경친화적인 대

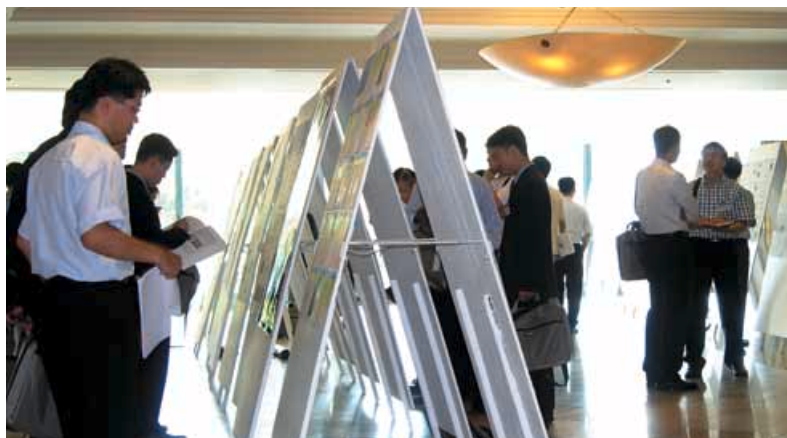
안으로 주목받고 있다.

태양전지는 구성하는 물질 또는 구조에 따라 실리콘 태양전지, 박막 태양전지, 유기물 태양전지 등으로 나눌 수 있는데, 세계 시장 규모가 지난 5년간 연 35% 이상 성장해 2003년 47억 달러를 기록하였고, 2012년에는 약 300억 달러에 이를 것으로 전망하고 있다. 이에 산업자원부는 2004년 1월 태양광발전을 신·재생 에너지의 중점분야로 선정하고, 메모리반도체에 이은 차세대 수출 전략 산업으로 육성하는 것을 목표로 기술개발 및 보급사업에 집중적으로 지원하고 나섰으며, 효과적인 추진을 위해 태양광사업단을 출범시킨바 있다.

이번 국제학술회의에서는 스위스의 IMT 연구소의 샤(A. Shah) 박사와 EPFL의 나지루딘(Md. K. Nazeeruddin) 박사, 독일 슈투트가르트 대학의 슈베르트(M. Schubert) 교수, 일본 도쿄공대의 고나가이(M. Konagai) 교수, 일본 규슈기술대학의



KCIST-2004 공학부문은 국내·외 전문가 100여 명이 참석해 성황리에 개최되었다.



포스터 발표장 전경

태양전지를 옷처럼 입는다 ·· 휴대용 전자제품 전원으로

글 _ 김동섭 세종대학교 교수 dskim@sejong.ac.kr

태양전지는 태양광 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 반도체 소자다. 태양전지로 사용되는 반도체에 태양광을 입사시키면 반도체 내부에서 빛이 흡수되어 전자(-전하)와 정공(+전하)이 생성된다. 이 전자와 정공이 반도체 내부에 형성된 에너지 장벽에 의해서 분리가 일어나게 되면 일반 전지와 같은 원리로 전원으로 사용될 수 있는 것이다. 태양전지는 1950년대에 인공위성 전원용으로 처음 사용하기 시작하였지만, 현재는 지상용 전원으로 본격적으로 사용되고 있다.

태양전지로 가장 많이 사용되고 있는 실리콘 반도체는 현재 태양전지 시장의 95% 이상을 차지하고 있다. 그러나 태양전지로 사용되는 실리콘 기판의 두께가 250 μm 이상으로 두껍고, 기판을 제조하는 과정에서도 50% 이상의 실리콘이 낭비되는 문제가 있었다. 또한, 태양전지를 사용하기 위해서는 여러 개의 태양전지를 직렬이나 병렬로 연결한 모듈 형태로 조립을 하게 되는데, 모듈에서 태양전지용 기판의 가격이 차지하는 비율이 53%에 육박하고 있기 때문에 기판의 두께를 줄이는 것이 원가 절감을 위한 핵심기술 중의 하나다. 최근 이러한 단가 상승 요인을 획기적으로 줄일 수 있는 방법이 개발되어 관련 전문가들의 주목을 받고 있다.

기존 두께보다 1/10 이상 줄여 원가 획기적 절감

독일 슈투트가르트 대학의 슈베르트(Schubert) 박사는 기존의 결정질 실리콘 두께보다 훨씬 얇은 약 25 μm 두께의 기판에서 14.6%의 변환효율을 달성하였고, 45 μm 두께에서는 16.6%의 변환효율을 달성하였다. 이 효율은 기존의 두꺼운 단결정 실리콘 태양전지와 비슷한 성능이다. 이 기술은 두꺼운 결정질 실리콘 기판에 전기화학적 표면처리를 한 다음, 특성이 단결정에 가까운 박막 실리콘을 성장시켜서 태양전지를 제조한 이후 두꺼운 기판으로부터 분리해 내는 기술이기 때문에 두꺼운 기판은 계속 사용하면서



성능이 단결정 실리콘 태양전지와 유사한 태양전지를 제조할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 용도로 기존에는 전자시계나 계산기에 사용되던 아몰퍼스 박막 태양전지가 시도되었지만 변환효율이 낮아서 응용범위가 제한되어 있었다.

이렇게 얇은 기판으로 태양전지를 제조하게 되면 값비싼 반도체 원료를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 기판의 유연성이 뛰어나기 때문에 옷처럼 입을 수도 있고, 종이처럼 돌돌 말 수도 있어서 다양한 용도로 사용할 수 있다. 태양전지를 옷처럼 입고 다니게 되면 옷으로서의 기능뿐만 아니라 모든 휴대용 전자제품의 전원으로 사용할 수 있다. 옷으로 입었을 경우, 태양전지의 면적은 약 600 cm^2 가 되어 손목시계, 계산기, 라디오, 워크맨, PDA, 미니디스크 플레이어, 휴대폰 등의 전원으로 충분하며, 노트북으로 사용하기에는 전원이 부족한 것으로 나타났다.

또한, 태양전지 제조에 사용된 전이막 기술을 이용하여 얇은 실리콘 기판에 회로를 직접 만들면 스마트 카드, 방사능에 강한 회로 등을 제조할 수 있다. 이 기술은 몇 가지 양산화 공정에 필요한 기술들이 해결된다면 곧 실용화될 수 있을 것으로 기대된다. 양산화를 위해서는 하나의 실리콘 기판에서 무수히 많은 전이막을 분리시킬 수 있어야 하고, 실리콘 기판에서 전이막이 잘 깨지지 않도록 공정의 수율이 향상되어야 할 것이다.

차세대 태양전지의 화두, 염료감응 태양전지

글_ 박남규 한국전자통신연구원 책임연구원 npark@etri.re.kr

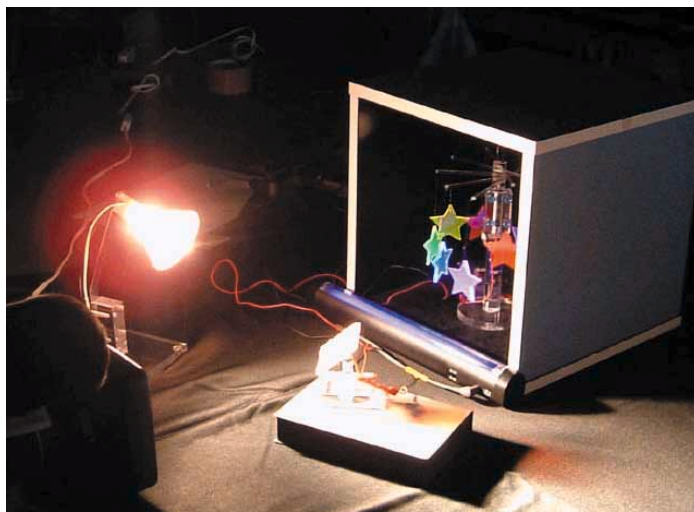
실리콘 태양전지에 이어 차세대 태양전지로 떠오르고 있는 염료감응 태양전지는 식물에서 자연적으로 일어나는 광합성 작용과 나노기술이 접목된 태양전지 기술이다. 1991년 스위스 연방 로잔공대(EPFL)의 마이클 그래첼(Michael Gratzel) 교수팀에서 처음으로 고효율의 염료감응 태양전지 기술을 '네이처'에 발표한 이후, 10% 이상의 높은 에너지변환효율뿐만 아니라 제조 가격 또한 실리콘 전지의 약 1/5 수준으로 매우 낮아 태양전지 시장을 보다 밝게 하는 차세대 신기술로 각광 받게 되었다.

염료감응 태양전지는 나노입자 특성으로 인하여 투명하게 만들 수 있으며, 다양한 색상의 염료를 이용할 경우 컬러 태양전지가 가능해 폭 넓은 응용분야가 기대된다. 염료감응 태양전지에서 염료분자는 빛을 흡수하여 광전자를 생성하는 역할을 하기 때문에 매우 중요한 요소기술 중의 하나다.

EPFL 나지루딘, 변환효율 11% 이상 달성해

이번 KCIST-2004에 초청된 나지루딘(Md. K. Nazeeruddin) 박사는 1985년부터 EPFL의 마이클 그래첼 교수팀의 연구원으로 재직하면서 1천 가지가 넘는 염료를 설계하고 합성하는데 핵심적인 역할을 하고 있다. 염료감응 태양전지 연구에서 널리 사용되고 있는 'N3', 'N719' 염료는 나지루딘 박사가 개발한 염료로서 'N'은 이름의 첫자를 의미하며, 뒤의 숫자는 그가 개발한 염료의 일련번호에 해당한다. 최근에는 염료분자에서 수소의 개수가 광전 변환효율에 영향을 미칠 수 있다는 것을 발견하고, 수소의 개수를 최적화하여 11.04%의 변환효율을 달성하였으며, 이는 염료감응 태양전지 분야에서 세계 최고 기록에 해당한다.

액체전해질을 사용하는 염료감응 태양전지는 이를 고분자 전해



기후대학의 염료태양전지

질 또는 정공 전달체로 대체할 수 있는데, 이럴 경우 염료분자와 소수성의 고분자 전해질 또는 정공 물질과의 상호 작용을 극대화하기 위하여 염료분자가 소수성질을 갖도록 하여야 한다. 나지루딘 박사는 염료분자의 리간드 개질을 통해 마치 목걸이 모양을 갖는 소수성 염료분자를 합성하여 높은 에너지변환효율을 갖는 태양전지가 가능하도록 하였다.

가시광선에서 적외선 영역까지 광흡수를 확대하기 위하여 검은색의 염료를 합성하였다. 합성된 검은색 염료는 다양한 이성체가 존재하기 때문에 원하는 순수한 물질로 분리하여야 한다. 나지루딘 박사는 이를 양이온 교환수지를 이용하여 2년에 걸쳐 다양한 이성체를 완전히 분리하는데 성공하였다. 검은색 염료를 사용할 경우 기존의 붉은색 염료에 비하여 더 높은 광전류 생성이 기대된다. 나지루딘 박사는 패널토론에서 현재보다 흡광계수가 더 우수한 염료와 고전압용 산화-환원 전해질을 개발할 경우 15% 이상의 염료감응 태양전지의 실현화도 어렵지 않을 것으로 전망했다.