

2024년도
에너지기술개발사업
연구개발과제기획보고서

차세대 태양전지 실증사업

목 차

I . 동향분석	1
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	16
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 기술개요서(연구개발과제기획이력서)	

1. 개 요

□ 개 념

- 태양광 발전 시스템은 태양광을 흡수하여 광기전력 효과를 통해 전기를 생산하는 장치로, 태양전지(셀), 모듈, 인버터, BOS 등으로 구성
 - 태양광 산업은 소재/셀/모듈 및 태양광 발전 시스템과 직접적으로 관련된 분야뿐만 아니라 장비·설계·시공·운영·모니터링 등 태양광 발전 시스템 기반 기술을 포함한 종합엔지니어링 기술 산업임
- 동 사업은 기후위기 대응 신기술 확보를 위한 세계 최고수준의 차세대 박막 태양광 모듈을 개발하고 장기 실증하는 것을 목표로 함
 - 박막 태양광 모듈은 결정질 실리콘 태양광 모듈 대비 무게를 획기적으로 절감할 수 있어, 건물·수상·차량 등 다양한 분야에 활용 가능

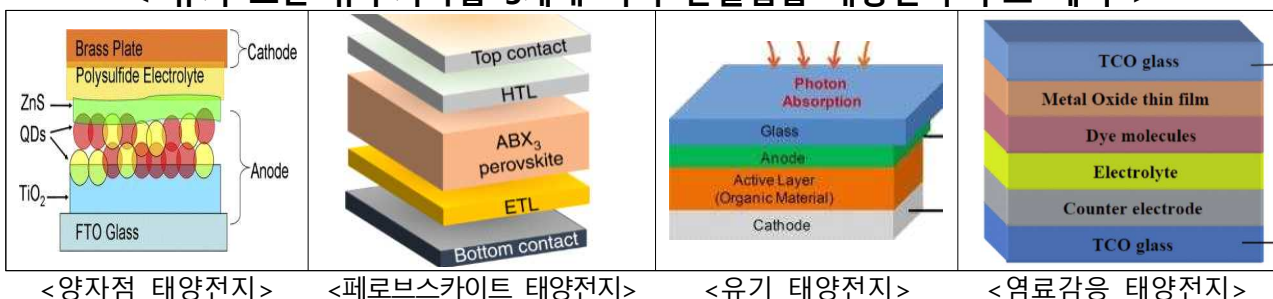
Application

Generation of Electric power using Sun Light



- 동 사업에서 차세대 태양전지는 국내외 연구소 및 학회의 기술/주제 분류 등을 참고하여 유기 또는 유무기복합 3세대 박막 단일접합 태양전지*로 제한
 - * 양자점(Quantum dot), 페로브스카이트(Perovskite), 유기(Organic), 염료감응(Dye-sensitized) 등

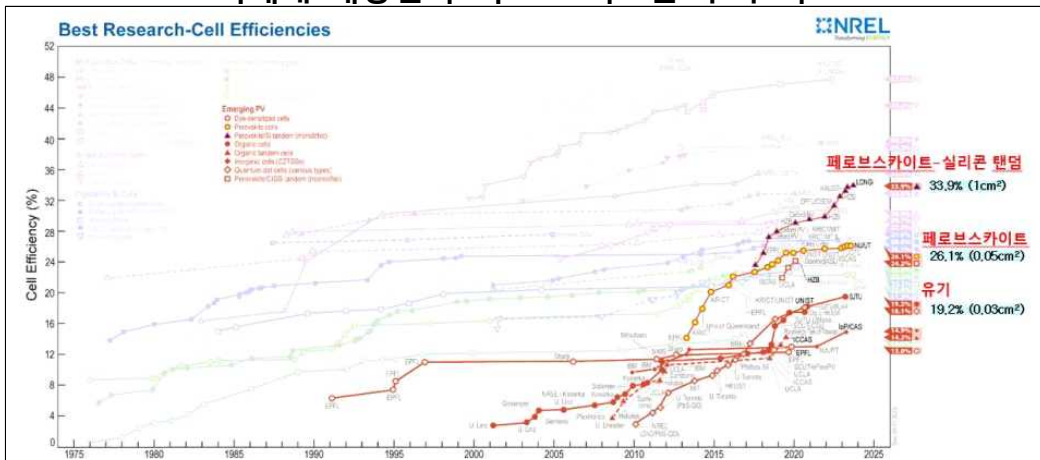
< 유기 또는 유무기복합 3세대 박막 단일접합 태양전지 구조 예시 >



□ 주요이슈

- 글로벌 태양광 시장의 97.5%를 차지하고 있는 결정질 실리콘 태양광은 중국의 밸류체인 독점이 심화되어 국내 기업이 주도권을 되찾기는 현실적으로 불가능
 - 중국 점유율(22년) : 폴리실리콘 89%, 웨이퍼 95%, 태양전지 87%, 모듈 83%
- 지속적인 기술개발을 통해 태양전지 효율이 급속하게 개선되었으나, 최근 답보 상태이므로 대면적 모듈 기술로 전환 필요
 - 유기 태양전지 최고 초기효율은 중국 상해 교통대(SJTU)의 19.2%(면적 0.03cm²), 페로브스카이트 태양전지는 노스웨스트 대학과 토론토 대학의 26.1%(면적 0.05cm²)

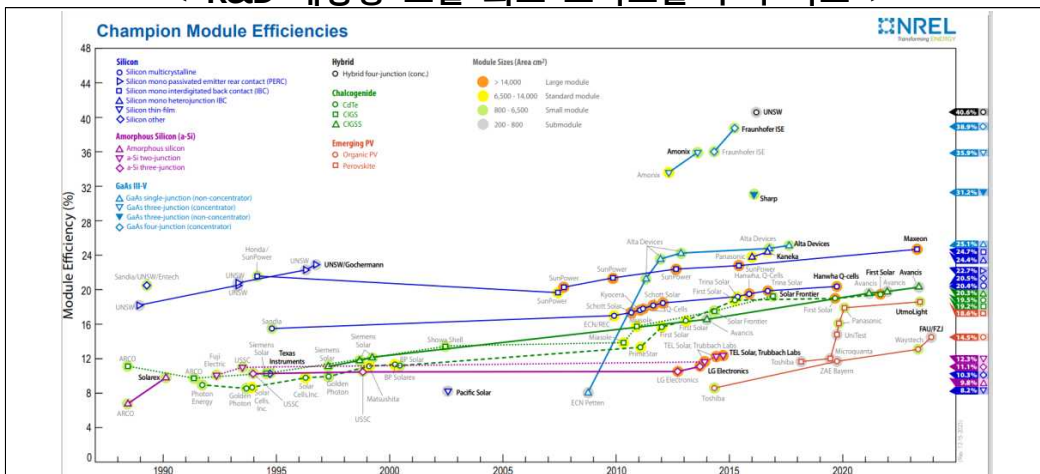
< 차세대 태양전지 최고 초기효율 추이 비교 >



[출처 : (NREL) Best Research-Cell Efficiency Chart 2023. 12.]

- 최근 기술개발을 통해 소면적 모듈의 초기효율이 개선되고, 중국기업 중심으로 상용화를 위한 장기신뢰성 실증 개시
 - 독일 FAU/FAJ의 유기 태양광 모듈 세계최고 초기효율 14.5%(면적 0.02m²)와 중국 Utmolight 페로브스카이트 모듈 초기효율 18.6%(면적 0.08m²) 기록

< R&D 태양광 모듈 최고 초기효율 추이 비교 >



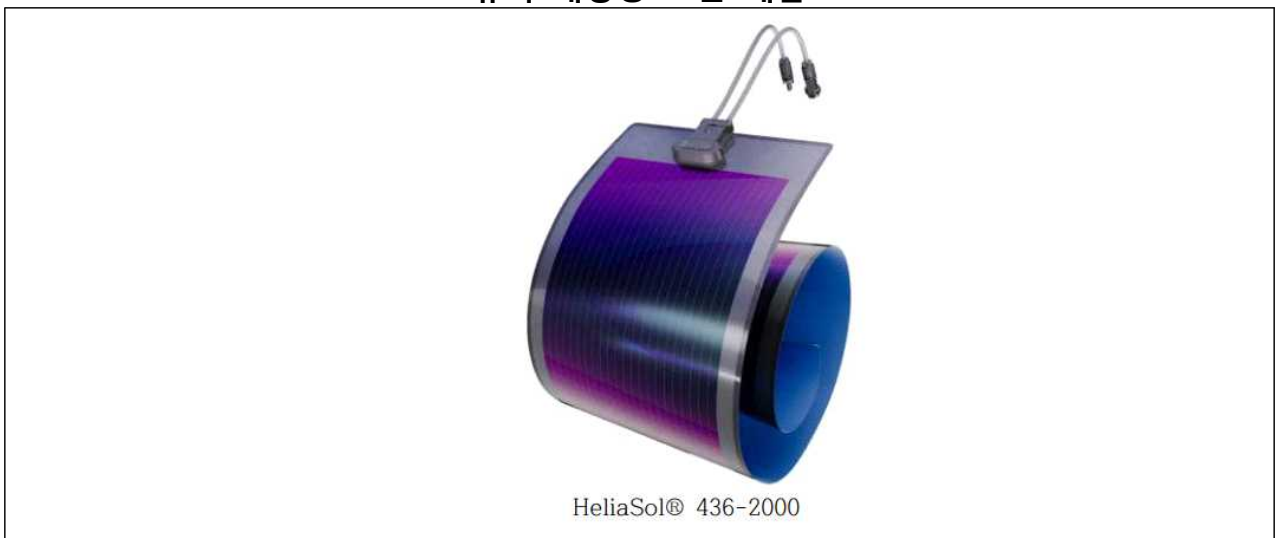
[출처 : (NREL) Best Research-Module Efficiency Chart 2023. 12.]

2. 산업·기술 동향

□ 해외 동향

- (유기 박막 모듈 개발 현황) 독일 Heliatek에서 플렉서블 모듈 개발하여 다양한 환경에서 실증 진행 중
 - 유기 태양전지 효율 13.2% 기록, 0.87m²에서 모듈 전체면적 효율 6.3%, IEC 61730 인증 확보

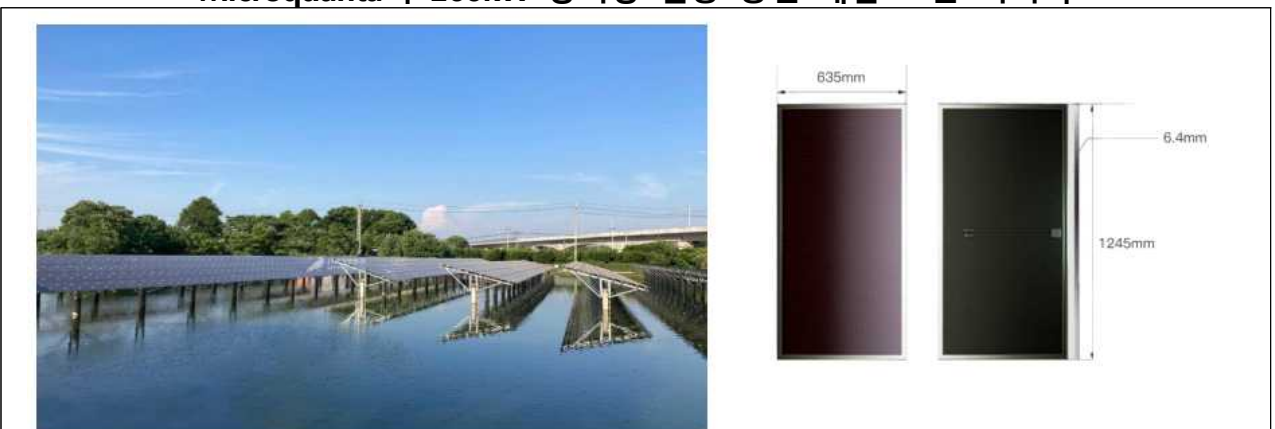
< 유기 태양광 모듈 제품 >



[출처: Heliatek 홈페이지]

- (페로브스카이트 박막 모듈 개발 현황) 최근 중국 기업을 중심으로 IEC 국제인증을 확보하고 장기신뢰성 실증 개시
 - (중국 Microquanta) 페로브스카이트 단일접합 모듈(면적 0.72m²) 세계최초로 IEC 61215 및 61730 인증(23년 7월 독일 VDE) 확보 및 실증
 - * 모듈 초기출력은 90W(11.5%)로 지붕과 양어장에 설치하여 실증 진행 중

< Microquanta의 260kW 양어장 실증 중인 개발 모듈 이미지 >



[출처: (Taeyang NEWS) Microquanta, 2023. 7.]

- (중국 Utmolight) 페로브스카이트 단일접합 모듈(면적 0.72m^2), TÜV SÜD로부터 IEC 61215 및 61730 인증 확보(23년 11월)
- * NREL 차트 공인 세계최고 초기효율 18.6% (면적 0.08m^2) 보유(23.7월, 일본 JET 검증)
- * 24.2월 세계최고 초기효율 20.7% (면적 0.08m^2) 달성 주장(중국 National Photovoltaic Industry Measurement and Testing Center에서 검증)

< 중국 Utmolight의 개발모듈 이미지 >



[출처: (Taiyang NEWS) 2024. 2.]

- (Guangyin Technology) 페로브스카이트 단일접합 모듈 초기효율 22.1% (면적 0.012m^2) 달성 주장(24.1월, 중국 NPMT 효율검증)
- (Zhongneng Optoelectronic) 페로브스카이트 단일접합 태양광 모듈 초기 효율 20.1% (면적 0.006m^2) 달성(23.1월, TÜV에서 효율 검증 주장)
- (중국 GCL) 페로브스카이트 단일접합 모듈 초기효율 19.0% (면적 2m^2) 달성 주장(24.3월), TÜV에서 모듈 인증 시험 중
- (중국 Mellow Energy) 페로브스카이트 단일접합 모듈 세계최고 초기효율 22.9% (면적 0.09m^2) 달성 주장(24.1월, 중국 NPMT 효율검증)

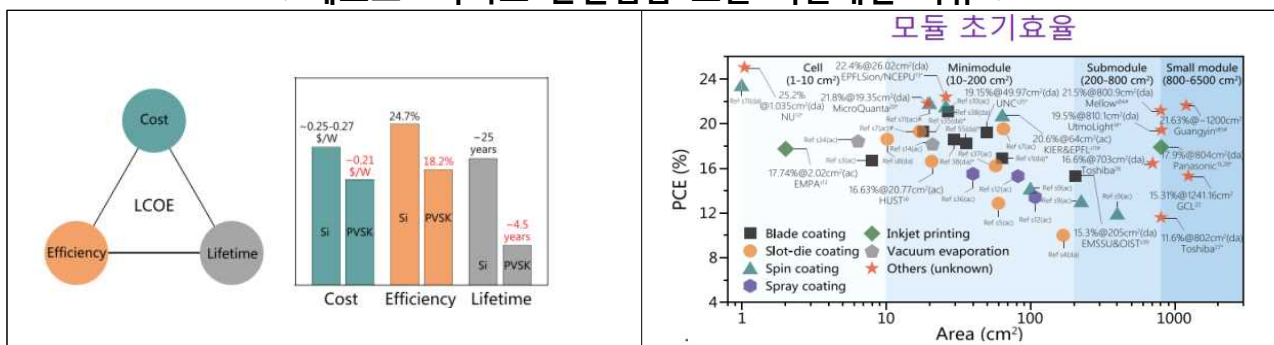
< GCL의 연도별 페로브스카이트 단일접합 박막 모듈 효율달성 >



[출처: (Taiyang NEWS) GCL, 2023. 12.]

- (중국 RenShine) 페로브스카이트 단일접합 모듈 초기효율 19.4%(면적 0.012m²) 달성 주장(23.9월, 중국 NPMT 효율검증)
- (중국 Wonder Solar) 페로브스카이트 단일접합 R&D 센터 및 모듈 생산 라인 착공(23.2월)
 - * 1.5억\$ 투자, 허베이성 예조우(Ezhou)시에 3단계 걸쳐 최종적으로 2GW 생산라인 구축 목표, 안후이성 푸양(Fuyang)시와도 3GW 모듈 투자협력 체결(24.1월)
- (중국 난징 대학) 페로브스카이트 단일접합 모듈 상용화 관점 기술개발 리뷰(24.2월)

< 페로브스카이트 단일접합 모듈 기술개발 리뷰 >



[출처: (Advanced Materials) Nanjing UNIV, 2024. 2.]

- (중국 China Three Gorges) 내몽고 오르도스(Ordos)시 쿠부치 사막에 1MW 페로브스카이트 단일접합 모듈 발전소 완공
 - * 11,200장의 미공개 모듈로 구성되었으며, 드론 등으로 장기신뢰성 모니터링, 모듈의 초기출력은 89W로 추정
- (일본 Panasonic) NEDO 프로젝트로 지원되어 개발한 투광형 페로브스카이트 단일접합 BIPV 프로토타입 모듈 개발 및 실증 中
 - * Mitsui Fudosan Residential과 협력, 신축 모델 하우스 발코니에 설치
 - * 초기효율 17.9%(면적0.08m²) 페로브스카이트 단일접합 모듈 개발(NREL 차트 2위)
- (일본 Sekisui Chemical) 페로브스카이트 단일접합 태양광 모듈을 도쿄 모리가사키 Water Reclamation 센터에서 실증(22.12월)
 - * 자체 개발한 롤투롤(roll-to-roll) 제조 공정을 이용해 초기효율 15%의 플렉서블 페로브스카이트 태양광 모듈을 생산하고 있으며 옥외 내구성 10년 달성했다고 주장하나 검증 데이터 부재
 - * 25년까지 NEDO의 그린 이노베이션 펀드를 활용해 폭 1m 롤투롤 제조 공정 구축하고 실증연구를 통하여 개발된 모듈의 발전량과 내식성 검증 목표, 양산투자 계획 부재
 - * 24.2월 슬로바키아와 연구개발 협력 등의 MOU 체결, Sekisui Chemical이 슬로바키아에서 생산할 수 있는 가능성도 협상하겠다는 의지 표명

- (미국 Ascent Solar) 콜로라도에 있는 5MW CIGS 생산시설을 페로브스카이트 기술로 전환 발표
- * 5천만\$ 자금 조달하여 유럽 장비업체로부터 15MW 생산장비 도입

< Saule Technologies의 블라인드 태양광 모듈 실증 >



[출처: (PV Magazine) Saule Technologies, 2021. 8.]

- (폴란드 Saule Technologies) 페로브스카이트 단일접합 태양광 모듈의 최초 상용 설치 발표(21.8월)
- * 알루미늄 생산기업 Aliplast가 소유한 공장 파사드에 블라인드(BAPV) 형태 설치
- * 페로브스카이트 단일접합 모듈 설치용량, 효율, 수명에 대한 상세정보 미공개

□ 국내 동향

- 정부는 합리적이고 실현가능한 재생에너지 보급 목표 이행을 위해, 유휴부지 활용을 극대화하는 “적용처 다변형 태양광” R&D 적극 지원 중
- 고려대학교와 한국화학연구원에서 용액공정을 이용한 소면적 페로브스카이트 태양전지로 25% 이상의 고효율 태양전지를 발표한 이래 '22.12월 UNIST에서 효율 25.8%로 최고효율을 자체 갱신함
- LG화학과 코오롱인더스트리(주) 주관으로 대면적 유기 태양광 모듈 개발 R&D 수행하였으나 현재는 태양광 관련 사업 미진행
- 독일 Heliatek개발 제품을 삼성SDI 건물 벽면과 서울에너지공사 주차장 지붕에 G-to-G 모듈로 변형 적용하여 실증 진행 중

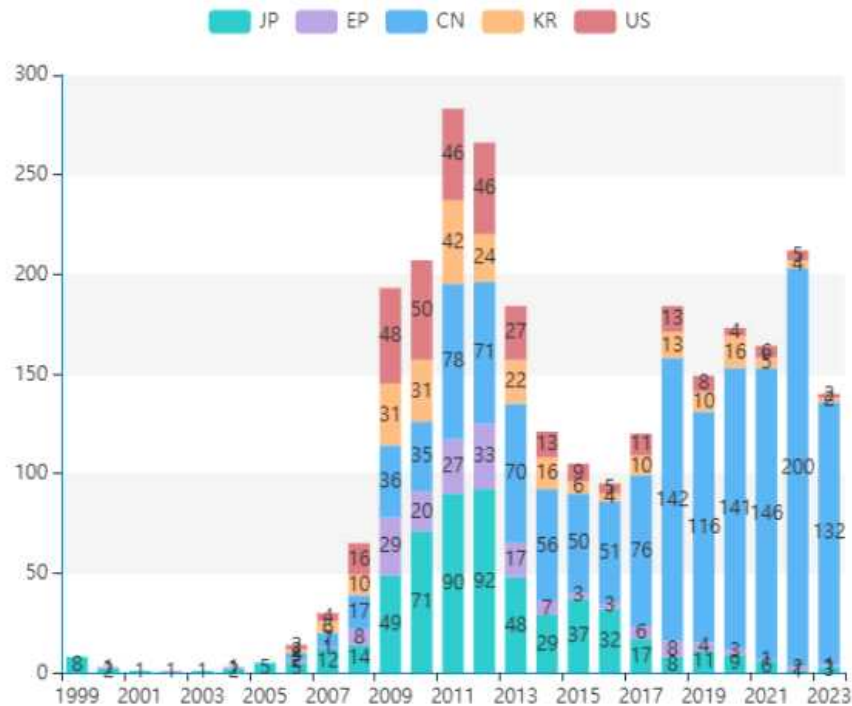
□ 사업수행에 필요한 요소기술·제반기술

- 사업수행 기간 내 박막 모듈 시제품 생산 및 옥외설치 수행을 위해서, 3세대 박막 태양전지 및 모듈 관련 연구개발 또는 제작 경험 필요
- 태양광 실증 시스템 설치업체(하도급사 포함)는 전기공사 자격증 보유 필수

3. 특허 동향

□ 국내외 트렌드

- 전 세계적으로 중국(52.3%), 일본(20.3%), 미국(11.6%), 한국(9.3%), 유럽(6.5%) 순으로 특허 출원 비중 차지



□ 해외 동향

- (중국) 박막 태양광 모듈·모듈 구조, 태양광 모듈에 부착하는 박막, 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조장치, 박막 태양광 모듈 제조방법 관련 특허가 다수 출원
 - * 태양광 모듈에 부착하는 박막(588건), 박막 태양광 모듈·모듈 구조(211건), 박막 태양광 모듈 제조방법(59건), 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조장치(31건) 순
- (일본) 박막 태양광 모듈, 태양광 모듈에 부착하는 박막, 박막 태양광 모듈 제조방법, 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법 관련 특허가 다수 출원
 - * 박막 태양광 모듈(151건), 태양광 모듈에 부착하는 박막(119건), 박막 태양광 모듈 제조방법(52건), 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법(29건) 순
- (미국) 박막 태양광 모듈, 박막 태양광 모듈 제조방법, 태양광 모듈에 부착하는 박막, 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법, 박막 태양광 모듈 배선 관련 특허가 다수 출원

* 박막 태양광 모듈(69건), 태양광 모듈에 부착하는 박막(41건), 박막 태양광 모듈 제조방법(24건), 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법(19건), 박막 태양광 모듈 배선(8건) 순

□ 국내 동향

○ 박막 태양광 모듈, 태양광 모듈에 부착하는 박막, 박막 태양광 모듈 제조방법, 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법, 태양광 모듈이 탑재된 제품 관련 특허가 다수 출원

* 박막 태양광 모듈(61건), 태양광 모듈에 부착하는 박막(48건), 박막 태양광 모듈 제조방법(44건), 태양광 모듈에 부착하는 박막 제조방법(26건), 태양광 모듈이 탑재된 제품(13건) 순

4. 표준화 동향

□ 해외 동향

○ 전반적 동향

- 현재 태양광 분야 국제 표준화는 주로 전기기술 분야 국제표준기구인 International Electrotechnical Commission(IEC) 산하의 82번 Technical committee(TC)를 통해서 이루어지고 있음
- IEC TC82내에는 용어 및 정의(WG1), 측정원리 및 비집광형 모듈(WG2), 시스템과 주변장치(WG3&6), 집광형 모듈(WG7), 셀(WG8), 지지 구조체(WG9) 등의 Working Group이 구성되어 분업 및 협업하여 태양광 국제표준화를 추진하고 있음
- IEC에서는 현재 산업화가 완전히 이루어져 있고, 표준에 대한 수요가 많은 기술 분야에 대해서만 국제표준(International Standard, IS)을 제정하고 있으며, 아직까지 산업화가 완벽하지 않거나, 수요가 적은 분야는 국제표준 이전 단계인 기술 규격(Technical Specification, TS) 또는 기술보고서(Technical Report, TR) 형태의 가이드 문서를 제작하여 발표하고 있음
- 태양광발전 소자의 발전성능 측정 : 태양광발전 소자의 기본적인 발전 성능 평가 기준은 IEC 60891 및 60904 시리즈 표준으로 정립이 되어 가고 있음. 60904 시리즈 표준에서는 태양광발전 소자의 IV 특성곡선 및 분광응답도 측정 원리, 그리고 이러한 측정을 위해 요구되는 각종 시험 장비 및 기준 태양전지(reference solar cell)의 요구조건 등을 다루고 있으며, 지난 2017년에는 다중접합 소자의 IV 특성곡선 및 분광응답도 측정 원리가 정식으로 시리즈 표준에 포함되었음. 또한 최근에는 양면형 태양광발전 소자의 IV 특성곡선 측정법(TS 60904-1-2: 2019), 태양광 모듈에 대한 전계발광(electroluminescence; EL) 측정 방법(TS 60904-13:2018), 그리고 생산라인에서의 모듈 출력 평가 방법(TR 60904-14:2020) 등이 TR 및 TS 문서로 포함되었으며, 이 문서들은 수년간의 시험 사용기간을 거친 후 정식 표준으로의 편입 여부가 결정될 예정임
- 기타 집광형 태양광발전 소자의 발전성능 측정을 위한 평행 빔(collimated beam) 솔라시뮬레이터의 성능 요구조건 또한 60904 시리즈 편입을 전제로 표준화가 진행되고 있음
- 태양광발전 소자에 대한 기타 분석법 : 태양광발전 소자의 발전성능

측정 이외에, 개발, 생산 및 설치 현장에서의 요구도가 높은 적외선 열화상(infrared thermography) 측정이나, PID(potential induced degradation) 측정, LID(light induced degradation) 측정, 그리고 LeTID(light and elevated temperature induced degradation) 측정 등과 같은 기타 분석법들 또한 표준화가 완료되었거나 진행되고 있으며, 이 중에서 PID 측정의 경우 태양광 모듈 성능인증을 위한 표준인 IEC 61215 최신판(61215-1:2021)에 내구성 시험 항목으로 추가되었음

- 언급된 분석법들에 대한 현재까지 표준화 진행 상황은 아래와 같음
 - a. 태양광 모듈 및 발전소에 대한 야외 적외선 열화상 측정(IEC TS 62446-3:2017)
 - b. 결정질 실리콘 태양광 모듈에 대한 PID 측정(IEC TS 62804-1:2015 & TS 62804-1-1:2020)
 - c. 박막 태양광 모듈에 대한 PID 측정(IEC TS 62804-2:2022)
 - d. 결정질 실리콘 셀에 대한 LID 측정(IEC 63202-1:2019)
 - e. 결정질 실리콘 셀 및 모듈에 대한 LeTID 측정(IEC TS 63202-4:2022 & TS 63342:2022)
- 태양광 모듈 성능인증 : 태양광 모듈에 대한 발전 및 내구성능 평가 표준인 IEC 61215시리즈 표준이 2021년 개정되어 IEC TS 62782:2016의 동적 기계적 하중 시험(dynamic mechanical load testing), IEC TS 62804-1:2015 & 62804-2:2022의 PID 열화 시험 및 IEC TS 62915:2018의 재시험 형식승인과 안전요건 시험방법 등이 추가되었으며, 유연 태양전지 및 양면형 모듈 관련 시험들이 포함되었고, Nominal Module Operating Test(NMOT) 측정 및 관련 성능시험은 삭제되었음
- 태양광 모듈 안전성 인증 : 태양광 모듈에 대한 안전성평가표준인 IEC 61730시리즈 표준의 2판(2nd edition)이 2016년 발간되었으며, 2판에서는 보다 높은 모듈 안전성을 확보하기 위하여 기존 1판 보다 전반적으로 시험이 강화되었음
- 부품 시험평가 : IEC 62788시리즈를 통하여 태양광 모듈의 부품과 소재로 사용되는 고분자기반 전면재료, 봉지재, edge seal 물질들의 열적, 기계적, 전기적 내구성 및 내후성을 평가하고, 이를 통해 부품의 성능과 안전성을 강화하려는 표준들이 개발되고 있음. 이 분야 표준 개발에는 국외 유명 소재 기업의 참여도가 높음. 아울러 최근에는 결정질 실리콘 셀 제조용 웨이퍼에 대한 전기적 요구조건 또한 표준화가 진행 중임(IEC TS

63371-1 Ed.1 진행 중)

- 소형 태양광 모듈: 휴대용, 모바일용, 차량 부착용 중/단기 수명의 태양 전지 모듈의 성능인증을 위해 2021년에 IEC TS 63163:2021 (Terrestrial photovoltaic (PV) modules for consumer products - Design qualification and type approval) 이 개발 완료되었음
- BIPV : 건물적용 태양광 모듈 및 시스템과 관련하여 2020년에 IEC 63092-1:2020(모듈)와 IEC 63092-2:2020(시스템) 표준 개발이 완료되었음
- 태양광 모듈 관련 기타 표준화 이슈 사항 : 최근 차량에 직접화된 VIPV(Vehicle Integrated PV) 태양광 모듈의 출시가 점차 늘어남에 따라, 곡면형 태양광 소자(curved PV devices)의 발전성능 측정 방법에 대한 표준화 요구가 점점 커지고 있으며, 이에 대한 표준화가 논의되고 있음
- 태양광발전 시스템 : 태양광발전 시스템과 관련한 표준화는 아래의 분야들을 중심으로 이루어지고 있음
 - a. 피뢰시스템 : 건물 태양광을 직격뢰, 유도뢰, 간접뢰로부터 보호
 - b. 신뢰성향상 : 태양광 시스템의 강력한 신뢰성을 위한 로드맵 수립
 - c. 신뢰성절차 : 성능, 이윤 창출, 사고사례 분석 및 보완을 위한 세부 가이드라인 수립
 - d. 시스템 모니터링 : 모니터링 기기와 계량법, 양면형 태양광, 센서 제원 추가
 - e. 시운전 : 시운전 절차, 필요문서, 검사방법 표준화
 - f. 설계요건 : 양면형 태양광 반영, 기존 표준과의 부합화 및 안전 강화
 - g. 특수설비용 태양광 : 건축물 내 특수설비용 태양광 요구사항 반영
 - h. 누적 발전량 평가 : 일반적인 야외발전소용 단면 태양광발전 모듈의 설치 환경에 따른 누적 발전량 평가(energy rating) 방법이 IEC 61853 시리즈로 표준화 되어있음. IEC 61853 시리즈 표준은 1편 - 4편까지 총 4편으로 구성되어 있으며, 이 중에서 61853-1 및 61853-2는 누적 발전량 평가를 위한 모듈의 기본적 출력 특성, 태양광의 입사각도, 모듈의 동작 온도 및 분광응답도 등을 측정하는 방법을 다루고 있고, 61853-3과 61853-4는 발전량 평가를 위한 수학적 모델 및 표준 기후 데이터 세트 등을 제시하고 있음. 이러한 IEC 61853 시리즈 표준의 누적 발전량 평가 방법론은 현재 다양한 상용 태양광 발전량 예측 소프트웨어들의 기본 틀이 되고 있으나, 아직까지 양면 모듈이나 BIPV 모듈 등에 대해서는 고려하고 있지 않기 때문에, 이에 대한 요구가 점점 커지고 있는 상황임

- 태양광발전 시스템 관련 기타 표준화 이슈 사항 : 교류 계통 연결 특성, 전계 발광시험 진단법, 플러그형 발전기, 수상 태양광, 태양광 구조물, 전자기적합성(EMC), 저압 태양광 시스템, 하이브리드 스위칭, 모듈 세정, PID(Potential Induced Degradation) 예방, IV곡선 추적 등

□ 국내 동향

○ 전반적 동향

- 큰 틀에서는 IEC와의 부합화를 따르고 있으나, 국내의 여건에 맞는 차별화된 표준화로 국내시장을 넘어서 국제표준을 선도하려는 기반이 다져지고 있음
- 현재 국내의 태양광 표준은 양면형 태양광 표준 IEC 부합화 및 고도화, KS C 8567 태양광 접속함 표준 고도화, KS C 8565 대용량태양광 인버터 인증영역 확대, 수상 태양광 및 영농형 태양광 확대·보급을 위한 KS C 8561 고내구성 친환경 태양광, KS C 8577 건물일체형 태양광(BIPV) 표준 고도화의 형태로 관련 연구 및 표준화가 이루어지고 있음
- 태양광 인버터 250kW 초과 제품은 수요처별 의뢰시험이 통용되고 있으나, KS인증제도 편입 예정
- 2020년 KS 8561 표준의 개정을 통하여 태양광 모듈의 최소 효율 등급을 적용하여 17.5% 이상의 모듈 효율에 대한 인증을 부여하기 시작하였음

5. 정부R&D 지원현황

□ 투자 동향

○ 태양광 분야 정부 R&D 투자 동향

- '14~'23년 최근 10년간 6,588억원이 지원되었고, '23년에도 약 657억원 지원하여 지속적으로 태양광 R&D 투자 중

< 신재생에너지핵심기술개발사업의 태양광 분야 지원 내역 >

지원연도	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	합계
예산 (억원)	597	513	558	593	672	729	717	798	754	657	6,588

○ 차세대 박막 태양광 분야 투자 동향

- 탠덤 태양전지 개발을 위한 상부셀용 페로브스카이트 기술개발을 중심으로 지원 중이며, 페로브스카이트 단일접합 태양광은 '16년부터 5개 과제 247억원 지원
- 유기 박막 태양광은 '08년부터 '22년까지 27개 과제 650억원 지원
- 염료감응 및 양자점 태양광은 '10년대 초반 기술개발 과제 일부 지원

□ 기술개발 현황

- 중국의 대규모 저가제품 공세에 따른 시장 위기를 극복하고자 태양광 모듈의 효율향상과 단가저감 기술 등 산업경쟁력 강화를 위한 기술개발 과제를 집중 지원 중
- (탄소중립 기술혁신 전략로드맵) 단일접합 태양전지의 장기신뢰성 및 효율 한계를 극복하기 위한 탠덤 태양전지 중심 기술개발 지원

핵심 기술	주요내용
① 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지 및 모듈	· 흡수하는 파장 범위가 다른 페로브스카이트 태양전지와 실리콘 태양전지를 효율적으로 탠덤(적층)화하여, 초고효율 태양전지를 제작하고 이를 이용한 모듈을 구현하는 기술
② 박막 기반 탠덤 태양전지 및 모듈	· 다양한 밴드갭을 가지는 박막 태양전지를 탠덤화하여 초고효율 태양전지를 제작하고, 이를 이용한 모듈을 구현하는 기술

- 경량화, 유연화, 투명화 등 다양한 설치환경에 적용하기 위한 다기능 태양광 기술개발도 추진 중

6. 시사점

- 기후위기 대응 신기술 확보를 위한 차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증 연구개발 추진 필요
 - 중국이 주도하는 현재의 결정질 실리콘 태양광 시장에서는 국내 기업이 주도권을 확보하기에는 불가능에 가까운 상황
 - * 중국 점유율('22) : 폴리실리콘 85%, 잉곳·웨이퍼 97%, 셀 84%, 모듈 78%
 - 차세대 신기술과 안정된 공급망 확보에 기반한 효율과 가격경쟁력 중심의 산업경쟁력 제고 추진 필요
 - * 태양전지와 모듈 효율의 파괴적인 혁신이 향후 태양광 발전소 설치 면적과 부품 수를 줄여 설치비용과 LCOE를 동시에 절감할 수 있는 가장 효과적인 방법
- 박막 태양광 모듈의 시장 진출을 막는 가장 큰 장애 요소인 장기 신뢰성 확보를 위한 KS 인증시험 및 옥외 실증 중심 지원
 - 박막 모듈 국내 인증(KS C 8562)의 광조사 시험, 고온고습 시험(1,000시간), 온도사이클 시험(200회), 습도-동결 시험(10회), UV 전처리 시험 개별 실시하고, 옥외 실증은 6개월 이상 실시 필요

II.

기획대상연구개발과제 도출

1. 연구개발과제기획 방향

☐ 연구개발과제기획 기본방향

- 태양광 산업경쟁력 강화와 NDC · RE100 목표 달성에 기여하기 위한 고효율, 단가저감, 신시장 창출, 수용성, 순환경제 기술개발 지원

☐ 신규 예산 지원 계획안

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
품목지정	-	10	10
계	-	10	10

☐ 기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증	차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증	☐ 정부정책 ○ (새정부 국정과제) 태양광·풍력 산업 고도화 ○ (태양광R&D혁신전략) RE100 및 NDC 달성을 위한 신기술 확보 ☐ 산업기술 R&BD전략 ○ 태양광 R&D 혁신전략 “신시장·신기술 창출” ○ 탄소중립 R&D 로드맵 “사용처 다변화 기술” ○ 한국형 탄소중립 100대 핵심기술 “사용처 다변형 태양광시스템” ○ 태양광 분야 탄소중립 기술혁신 전략로드맵 “사용처 다변형 태양광” ○ 신재생(태양광) 패키지모델 “산업생태계 활성화” - (박막형 고성능화 및 보급)

☐ 사업화 연계성과 발생 가능성

연구개발과제(품목)명		지식재산권				표준 ²⁾	인증 ³⁾
		등록특허		소프트웨어	기타 ¹⁾		
기획대상 주제명	기획대상 연구개발과제 (품목)명	해외	국내				
차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증	차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증	△	○	×	×	△	△

2. 개발위험 관리방안

□ 기술개발 위험요인

- 그간 지속적인 정부연구개발사업 지원으로 축적된 관련 선행연구개발 결과를 활용하여 기술개발 계획을 수립하여야 함
- 연구개발 목표달성도 평가를 위해 개발한 박막 태양전지 및 모듈의 초기 효율, 장기신뢰성 시험별 출력 감소율 등을 연차별 정량목표로 제시해야 함
- 효율검증의 신뢰성 제고를 위하여 산업부 지원으로 국내공인시험 개발 중인 KIER나 KTL에서 효율 검증하고 NREL 등 국제공인 검증기관의 교차검증 필수
- 태양광 실증 시스템 설치업체(하도급사 포함)는 전기공사 자격증 보유 필수

□ 사업화 애로사항

- 혁신제품형 연구개발과제 목표는 상용제품과 경쟁가능한 성능을 목표로 설정해야 하며, 국산화 전략 및 전략특허 확보 방안 제시 필요
- 개발된 기술이 실제 산업계에 파급될 수 있도록 국가기술표준원, 한국에너지공단 등 관련 정책·제도·표준 관련 유관기관과 협력 필요
- 태양광 시스템을 설치하는 경우, 사업용 태양광 발전설비는 「전기사업법」 제7조에 따른 전기사업허가, 같은법 제61조에 따른 공사계획인가 또는 신고를 완료하고, 전기설비를 사용하기 전 「전기사업법」 제63조에 따라 사용전검사를 합격하여야 하며, 사용전검사 기준은 「전기사업법」시행규칙 제31조제3항에 따라 ①전기설비 공사계획 인가 또는 신고, ②전기설비기술기준, ③「전기설비 검사 및 점검 방법·절차 등에 관한 고시」에 적합하여야 함

□ 사회환경 위험요인

- 실증 시스템 설치·운영·유지관리 중 발생할 수 있는 다양한 위험요소를 사전에 고려하여 강화된 안전 관리 대책 마련 필요

□ 기술영향 검토

- 차세대 태양전지 개발을 통해 탄소중립 달성 가능성을 높일 수 있으며, 관련 기술 분야의 고급 인력 양성 및 일자리 확보 가능

3. 기획연구개발과제 RFP / 기술개요서(연구개발과제기획이력서)

[품목지정공모 (기술개요서)]

품목명 : 차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증 19

'24년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2024-신재생-차세대태양광-품목-1	산업 기술 분류	중분류 I	중분류 II
과제유형	☐ 원천기술 ☒ 혁신제품		신재생에너지	-
해당여부	☐ 표준연계 ☐ 경쟁형R&D ☐ 복수형 R&D ☐ 국가핵심기술 ☐ 안전관리형과제 ☐ 공기업협력 ☒ 탄소중립 ☐ 국제공동 R&D ☐ 통합형 ☐ 초격차 ☒ 실증형			
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)			
품목명	차세대 박막 태양광 모듈 개발 및 실증 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)			
1. 개념 및 개발내용				
☐ 개념 ○ 세계최고 수준 차세대 대면적 박막 태양광 모듈 개발 및 옥외 실증 * 핵심목표 : 모듈 효율 13% 이상 + 면적 0.72m ² 이상(세계최고)				
☐ 개발내용 ○ 대면적 고효율 차세대 대면적 박막 태양전지 및 모듈 개발 - 차세대 태양전지는 유기 또는 유무기복합 3세대 박막 단일접합 태양전지로 제한 - 금(Au)이 아닌 저가 후면전극 적용 - 최적의 interconnection 기술개발 - 모듈 봉지 소재 및 공정 확보 - 개발된 대면적(0.72m ²) 모듈의 장기신뢰성 확보를 위한 시험실시 및 옥외 실증 * 박막 모듈 국내 인증(KS C 8562)의 광조사 시험, 고온고습 시험(1,000시간), 온도사이클 시험(200회), 습도-동결 시험(10회), UV 전처리 시험 개별 실시 * 옥외 실증은 6개월 이상 실시(실증장소 확보 필수) 연구개발계획서 제출시 다음의 항목의 정량적 목표치 및 상용화 수준 제시 필수 - 단일접합 박막 태양전지 효율, 모듈 효율, 면적, 장기신뢰성 시험별 출력 감소율, 실증용량				
☐ 개발위험 극복방안 - 친환경을 고려한 모듈 개발 필요 - 태양전지 및 모듈 효율 검증의 신뢰성 제고를 위하여 산업부 지원으로 국내공인시험 개발 중인 기관에서 효율 검증 필수 - 옥외 실증장소를 신규 구축하는 경우 설치업체는 전기공사 자격증 보유 필수				
☐ 안전관리 사항 : 해당없음				
2. 지원 필요성				
☐ 지원 필요성 ○ (정책적) 차세대 신기술과 안정된 공급망 확보에 기반한 효율과 가격경쟁력 중심의 산업경쟁력 제고 추진 ○ (경제적) 태양전지와 모듈 효율의 파괴적인 혁신이 향후 태양광 발전소 설치면적과 부품 수를 줄여 설치비용과 LCOE를 동시에 절감할 수 있는 가장 효과적인 방법 ○ (기술적) 차세대 태양광 모듈의 옥외 실증을 통한 세계최고 수준의 기술경쟁력 확보 - 中 11.5%(90W) 페로브스카이트 단일접합 모듈(면적 0.72m ²) 개발 및 옥외 실증 추진				
☐ 활용분야 ○ 건물형 태양광 및 차체일체형 태양광				
3. 지원기간/예산/추진체계				
○ 기간 : 36개월 이내 ○ 정부지원연구개발비 : '24년 10억원 이내(총 정부출연금 120억원 이내) ○ 주관연구개발기관 : 제한없음(기업참여 필수) ○ 기술료 징수여부 : 징수 ○ 기타사항 : - 연구개발기관별 기존과제와의 차별성과 사업화성과 기여방안 제시 - 기관별(대학은 연구실별) 연구개발계획서 1건 제출로 제한(사전 지원제외 가능), 단, 수요기업은 복수지원 가능				