

2022년도
에너지기술개발사업
연구개발과제기획보고서

신재생에너지핵심기술개발
- 태양광 -

무단 전재 및 재배포 금지

한국에너지기술평가원의 허락 없이 본 문서를 온라인 사이트 등에 무단 게재, 전재하거나 유포할 수 없습니다.

제3자의 기획보고서 및 관련자료의 재 활용 시 따를 수 있는 책임소재는 한국에너지기술평가원에 없음을 알려드립니다.

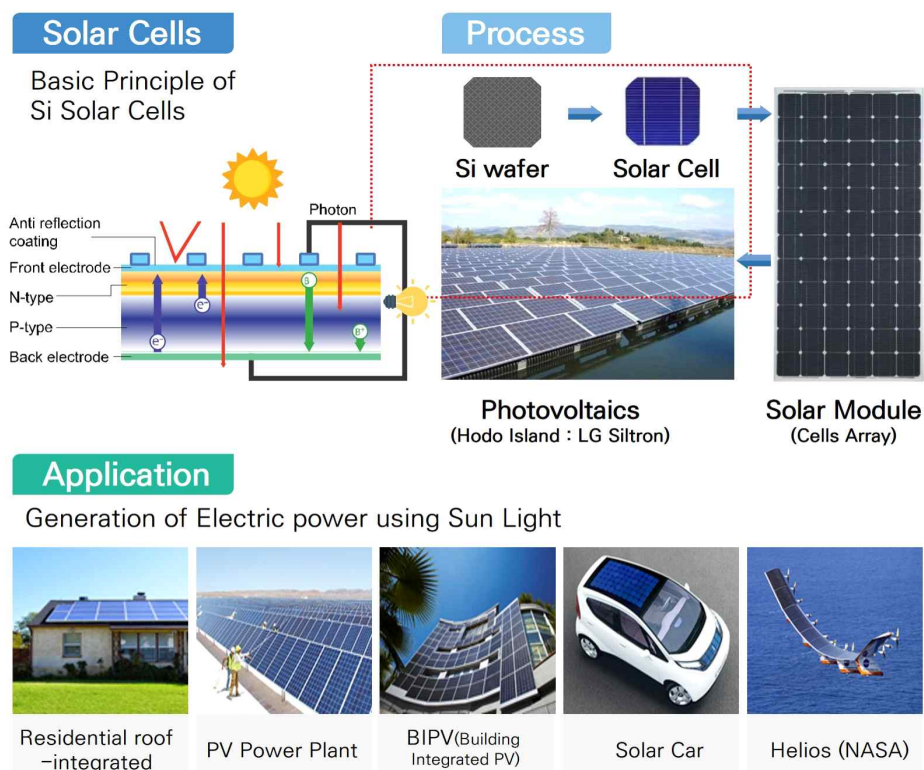
목 차

I . 동향분석	1
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	23
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 기술개요서	

1. 개 요

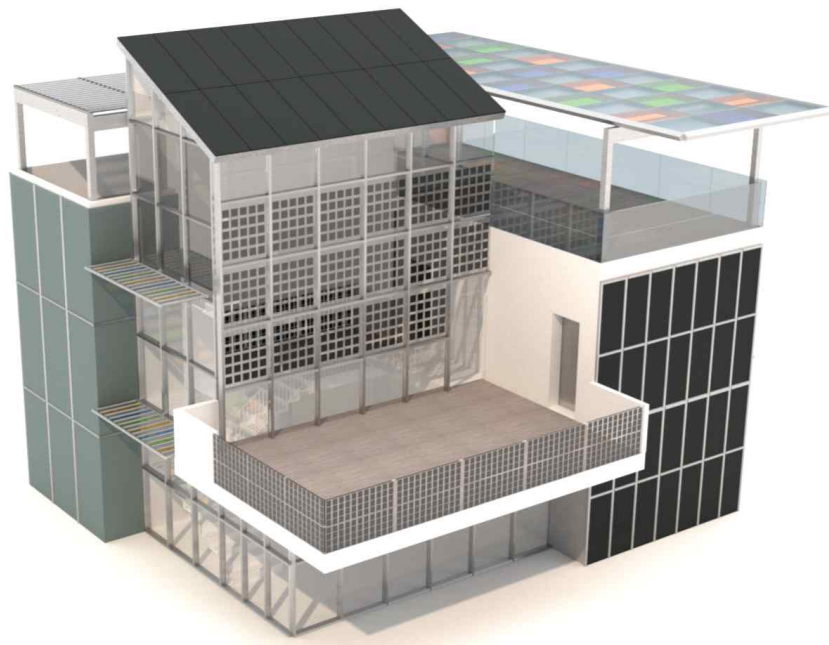
□ 개 념

- 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 태양광 발전 시스템을 구성하는 소재-부품-장비-시스템 등의 성능을 개선하고 가격을 낮추는 데 필요한 기술 및 태양광 발전 시스템을 활용한 에너지 융합기술을 개발하는 것을 목표로 함
- 「태양광 R&D 혁신전략(20.9)」과 「탄소중립 에너지기술 로드맵(21.12)」에 근거, 고효율·신시장·단가저감·순환경제·수용성제고 분야 집중 투자

- 건물 일체형 태양광 발전(Building Integrated Photovoltaics; BIPV) 시스템은 지붕이나 외벽, 창호 등 다양한 건물 부위에 일반 건축외장재를 대체하며, 기존 건축 자재와 동일한 기능 및 편의성을 제공하고 건물에서 사용하는 전력 관련 비용을 절감할 수 있는 장점이 있음
- BIPV 시스템은 우리나라의 제한적인 태양광 발전 시스템 설치면적과 자연훼손의 문제를 해결하며, 탄소중립 실현과 제로에너지건축물 조성에 중요한 역할을 할 수 있음



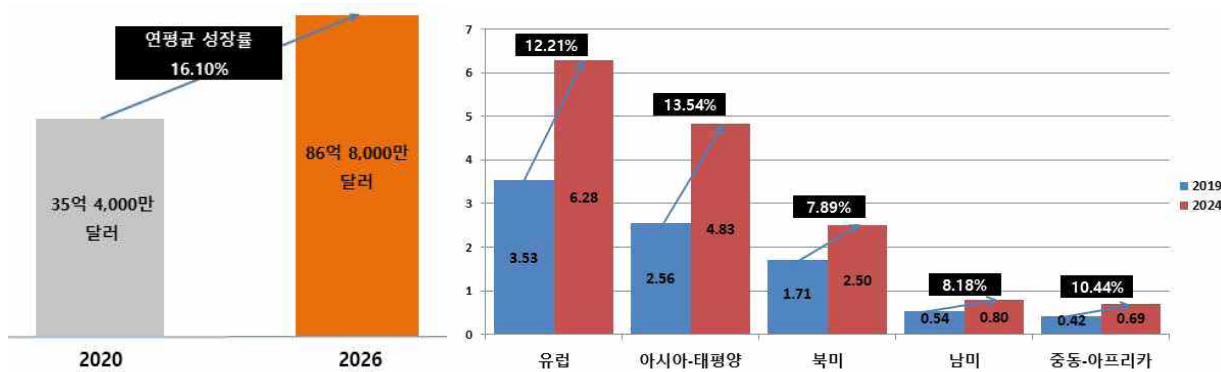
〈건물 일체형 태양광 발전(BIPV) 시스템 개념도1〉

□ 주요이슈

- BIPV 시장 및 현황
 - BIPV의 성장 촉진요인은 에너지 비용 절감 필요, 에너지 인증에 대한 요구사항 증가, 태양에너지 소비 및 설치 증가, 재생에너지 3020 · 설치 의무화 등 정부의 정책적 지원과 투자 확대
 - 전 세계 BIPV 시장은 2020년 35억 4천만 달러에서 연평균 성장률 16.10%로 증가하여 2026년에는 86억 8천만 달러에 이를 것으로 전망됨2)

1) SUPSI, Building Integrated Photovoltaics: A practical handbook for solar buildings' stakeholders, 2020
 2) TechNavio(영국), Global Building integrated Photovoltaics Market, 2020

- * 2019년을 기준으로 유럽 지역이 40.3%로 가장 높은 점유율을 차지하였고, 아시아-태평양 지역이 29.22%, 북미 지역이 19.52%, 남미 지역이 6.16%, 중동-아프리카 지역이 4.79%로 나타남
- * 지붕형 BIPV는 2020년에서 2026년까지 연평균 14.7%의 성장률이 전망되며, 입면과 창 형태의 BIPV는 18.38%로 증가할 것으로 전망됨³⁾



<글로벌 건물 일체형 태양광 발전 시장 규모 및 전망(단위: 십억 달러)>

- 국내 BIPV 시장은 2020년 1억 1천만 달러에서 연평균 성장률 21.19%로 증가하여, 2026년에는 3억 6천만 달러에 이를 것으로 전망됨⁴⁾
- * 정부는 2030년까지 발전량의 20%를 재생에너지로 공급한다는 목표로 신재생 에너지 보급확대를 추진
- * 에너지공단과 지자체를 통해 주택보급지원사업, 소형(미니)태양광 설치 지원사업 등으로 공동주택 단위의 태양광발전 보급 및 수요 점차 증가
- * 국내 제로에너지건축물 인증 의무화 정책에 의한 2020년 공공건축물을 시작으로 2025년 민간건축물(1천㎡이상)로 대상 확대적용 됨에 따라 BIPV 시장은 더욱 커질 것으로 전망됨
- 그러나 건축계의 BIPV에 대한 인식부족, 낮은 경제성, 기존 재료와 다른 색상, 심미성, 전기안전 및 결선문제 등 여러 고려사항이 있어 BIPV에 대한 건축계의 수용성이 낮아 건물적용 확대가 부진한 실정
- 건물외피와 일체화된 BIPV 시스템의 경우 단열 및 화재 등 건축적 요구 성능과 함께 검증되거나 표준화된 성능평가법의 부재로 건물에서 BIPV 성능이 제대로 평가되지 못하고 있음

3) Arizton(미국), Building-integrated Photovoltaics Market, 2021

4) Arizton(미국), Building-integrated Photovoltaics Market, 2021

○ BIPV 화재 안전성

- 최근 대형 건축물의 화재 이슈와 함께 건축물의 화재 안전성 기준 강화
 - * 지난 2015년 6층 이상 외벽의 준불연 건축물 마감재 의무 사용기준이 시행된 이래 2019년 이후 화재 안전을 위한 건축법 시행령은 지속 확대(3층 이상 외벽) 적용되어 개정 및 시행
 - * 2021년 3월, 국토부는 건축물 화재 안전성 강화를 목적으로 건축물 마감재료의 성능시험 방법에 대한 건축법을 개정하였으며, 두 가지 이상의 이질적인 재료로 이뤄진 건축물 마감재료의 성능시험 방법의 개선 추진
 - * 주요 개정내용은 건축물에 사용되는 마감재료의 화재예방 성능을 강화하기 위하여 마감재료가 둘 이상의 재료로 제작된 복합 외벽 마감재료는 전체에 대한 KS F 8414 실물모형시험과 함께 구성된 각각의 재료에 대해 시험성능 평가
- 건축물 마감재료를 대체하여 적용되는 BIPV 시스템은 복합 외벽 마감재료로서 제도적 적용에 대한 이슈와 함께 화재 안전성에 대한 문제가 대두되고 있음
- 이에 따라, 건축법의 외벽 복합마감재료로서 BIPV 제품 및 시스템에 대한 재정립이 필요하며 건축물에서 BIPV 시스템의 화재 안전성을 확보할 수 있는 BIPV 표준모델 및 성능 표준화가 필요함

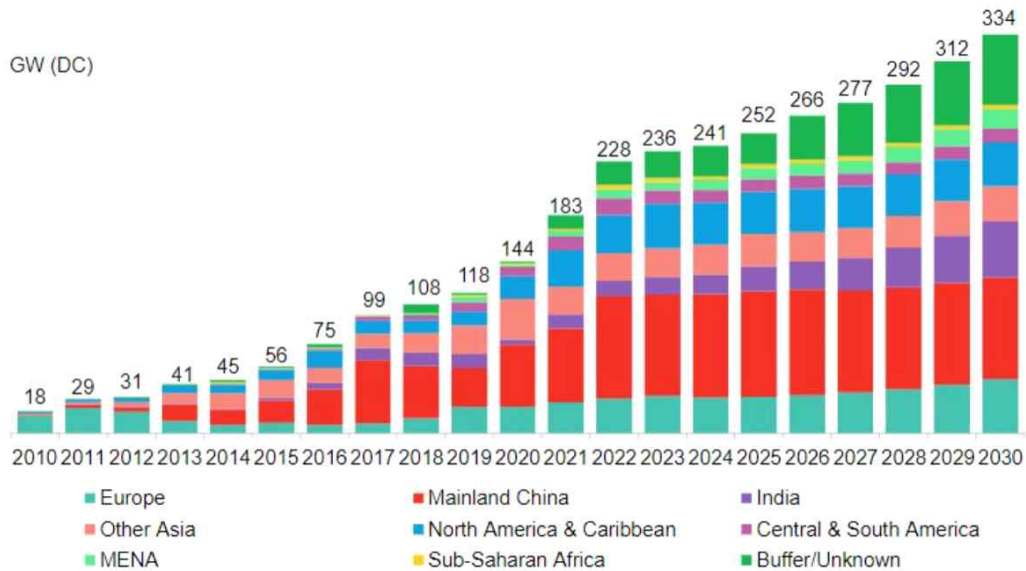
○ Colored BIPV Module의 적용 확대 및 투명 BIPV Module 개발 필요

- 다양한 기술을 기반으로 여러가지 Colored BIPV 모듈이 적용되고 있으며, 건물외피의 디자인 및 심미성을 고려하여 시도되고 있으나, 국내 BIPV는 모듈 구성 및 설치 여건과 각종 구성에 따라 가격 차등화가 현실적으로 부족한 여건임. 더불어 Colored BIPV 모듈의 정격 출력과 장기 내구성에 대한 신뢰성 있는 자료 구축이 더욱 필요한 상황
- 제한된 건물 입면의 BIPV를 위한 활용도를 극대화하기 위해서는 비전 (Vision) 구간에 설치가 필수적이며, 이를 위하여 외부 조망이 가능한 투명 BIPV 모듈이 필요. 현재 a-Si BIPV 모듈이 제한적으로 적용되고 있지만, 대면적 및 다양한 자재 규격에 대한 대응은 부족한 상황으로, 이에 대응할 수 있는 투명 BIPV 모듈이 요구됨

2. 산업·기술 동향

□ 해외 동향

- 코로나-19 여파에도 불구하고, BloombergNEF는 2022년 전 세계 태양광 시장 규모를 228GW(204~252GW)로 예측하고, 2030년 334GW까지 지속 성장할 것으로 전망



< 전 세계 태양광 시장 전망, 2022~2030⁵⁾ >

- 유럽은 러시아산 석유·가스에 대한 의존도에서 독립하기 위해 ‘REpowerEU’ 계획에 따라 2030년까지 풍력 480GW, 태양광 420GW 추가 설치하는 물론 ‘Fit for 55’ 지침에 따라 2030년까지 재생에너지 비중을 기존 40%에서 45%로 목표 상향 조정 추진
 - * EU 전체 온실가스 배출량을 ‘30년까지 1990년 대비 55% 감축하는 것을 목표로 한 입법(안)
- 유럽은 BIPV 시스템의 적용 솔루션/표준화/경제성 확보 등 BIPV 시장 확대 방안을 도출하고자 BIPV 관련 7개국 19개 기관으로 구성된 컨소시엄을 통해 BIPVBoost 프로젝트 추진(‘18.9~22.9, 153억 규모)
- 중국은 2022년 4월부터 ‘건축물 에너지절감 및 재생에너지원 이용에 관한 통용 규범’을 시행하여 신규 건축물에 태양광발전 설치를 의무화했으며, 2025년까지 신규 건축물에 태양광 50GW이상 설치 계획(1,000억 위안 시장 규모)

5) BloombergNEF, 2022.01

○ 국외 BIPV 기술 및 시장 현황

- BIPV 모듈 효율은 주로 사용된 PV 기술(mono c-Si, 박막 등)과 투명도 수준에 따라 다르며, 가장 낮은 모듈 효율은 10.4%로 커튼월에 사용되는 반투명 모듈임. 지붕 BIPV 모듈로 기존 및 mono c-Si(PERC) 기반은 20% 효율로 CIGS 경량 금속 루핑과 mono c-Si(PERC)기반 환기 파사드는 각각 15.1% 및 17.5%의 모듈 효율⁶⁾
- BIPV cladding 시스템은 추가 원료와 제조공정으로 일반 cladding보다 경제성이 떨어지나 지붕형 BIPV 시스템 또는 입면 BIPV 시스템의 경우 경제적으로 적용 가능하고, 기존 입면 cladding 또는 슬레이트 타일과 같은 석재와 같은 고급 기존 재료와의 경쟁력 확보 가능⁷⁾
- (캐나다, Canadian Solar) 태양광 모듈, 독립형 태양에너지 솔루션 및 태양에너지 저장 시스템을 제공, 설치 및 유지 관리 서비스를 제공. 전 세계적으로 1000개 이상의 특허를 보유하고 있으며, 모듈 용량이 16GW 이상, 셀 용량이 10GW 이상인 52GW 이상의 태양광 모듈을 출하
- (미국, First Solar) 20GW 이상의 모듈을 출하하고 있으며 일괄수주계약 방식(Turn-key) 태양광 발전 시스템 또는 태양열 솔루션을 제공
- (독일, Heliatek) 건설 부문을 위한 태양에너지 솔루션을 제공. 지속 가능하고 혁신적인 유기 태양광 필름 제품을 제공하고 있으며, 수평/수직 및 평평하지 않은 표면에 적용할 수 있는 유기 태양광 필름을 제공
- (독일, Schüco) 단열성이 높은 건물 외피와 BIPV 시스템의 조합 솔루션 제공, 창호 회사로 BIPV 커튼월, 환기형 BIPV 파사드, BIPV 채광창 등의 제품군 보유
- (중국) BIPV 사업은 10여 년간 태양광 관련 비용이 약 90% 하락하면서 BIPV 사업의 내부수익률과 투자회수율이 높아졌으며, 중국 결정질 실리콘 태양광모듈 가격의 경우 지난 2010년 W당 20위안에서 2020년 1.3위안으로 93.5% 하락하였으나, '20년 하반기부터 폴리실리콘 품귀로 인한 가격 상승
- * (후베이성) BIPV 사업 성과에 따라 인센티브를 지급할 계획⁸⁾
- * (후난성) 2만m² 이상의 공공건물에 1종 이상의 재생에너지를 적용할 방침⁹⁾

6) BIPVBOOST, BIPV solutions in Europe: competitiveness status & Roadmap towards 2030 - White paper, 2021

7) BIPVBOOST, BIPV solutions in Europe: competitiveness status & Roadmap towards 2030 - White paper, 2021

8) 에너지데일리(<https://www.energydaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=116957>)

- * (베이징시) 조건에 부합하는 친환경 건축물사업에 kWh당 0.4위안(약 70원, 세금 포함), 프로젝트 당 최대 800만 위안(약 13억 7216만원)의 보조금¹⁰⁾
- * (상하이시) BIPV 시범사업에 m²당 45위안(약 7750원)의 보조금을 지급¹¹⁾
- * (Wuxi suntech Power) 10MW 생산설비로 태양광 모듈 제조를 시작하였으며, 2006년에는 건물 일체형 태양광 발전 모듈을 전문으로 하는 일본의 대표적인 태양광 모듈 제조업체인 MSK를 인수
- * (Yingli Green Energy Holding) 태양광 모듈 생산 용량은 4GW이며, 스페인, 프랑스, 한국, 호주, 남아프리카, 멕시코 및 미국을 포함한 100개 이상의 국가에 24GW 이상의 태양전지 패널을 판매
- * (Hanergy) 최근 혁신적인 건물일체형태양광 시스템으로 건물 외벽을 둘러싸는 프로젝트인 HanWall을 설치해 홍보¹²⁾
- * (홍업태양광) 중국의 BIPV 사업을 선도하고 있는 업체로 커튼월 노하우를 기반으로 BIPV 사업에 진출해 베이징 올림픽센터, 웨이하이 시민문화센터 등 다양한 BIPV 건설 노하우 보유¹³⁾

□ 국내 동향

- NDC 상향조정에 따른, 제로에너지건축물(ZEB, Zero Energy Building) 의무화의 조기 확대적용 됨으로 에너지 자립율을 달성하기 위해 태양광 특히 BAPV/BIPV 시장 확대 예상
 - * Nationally Determined Contribution, '30년 온실가스 감축목표): '18년 온실가스 배출량 대비 26.3%(기존) → 40%(상향) 감축
- 신재생에너지 설치의무화 관련, 에너지원별 보정계수 중 BIPV가 5.48로 고정식 태양광(1.56)이나 연료전지(2.84)대비 가장 높음, 향후에도 BIPV 계수가 더욱 증가할 것으로 전망¹⁴⁾되어, 건물형 태양광 시스템 보급확산에 가속도가 붙을 것으로 기대됨
- Solar Power Europe(2022.03) 보고서에 따르면, 국내는 '26년까지 지속적으로 연간 17%씩 태양광 시장이 확대될 것으로 전망
 - 우리나라 BIPV 시장은 2020년 1억 1,000만 달러에서 연평균 성장률

9) 에너지데일리(<https://www.energydaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=116957>)

10) 에너지데일리(<https://www.energydaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=116957>)

11) 에너지데일리(<https://www.energydaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=116957>)

12) 솔라투데이, 국내 BIPV 시장의 확대, 동반 성장을 위한 기준이 필요할 때, 2021.03




















(<http://www.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=10730>)

13) 솔라투데이, 국내 BIPV 시장의 확대, 동반 성장을 위한 기준이 필요할 때, 2021.03

(<http://www.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=10730>)

14) kharn(<http://www.kharn.kr/news/article.html?no=19561>)

21.19%로 증가하여, 2026년에는 3억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망

Country	2021 Total capacity (MW)	By 2026 Total capacity Medium Scenario (MW)	2022-2026 New capacity (MW)	2022-2026 Compound annual growth rate (%)	Political support prospects
China	308,284	814,105	505,821	21%	
United States	122,861	311,414	188,553	20%	
India	60,113	176,488	116,375	24%	
Germany	60,599	132,887	72,288	17%	
Brazil	13,100	67,241	54,141	39%	
Australia	27,045	62,134	35,089	18%	
Japan	77,624	112,474	34,850	8%	
Spain	18,960	48,251	29,291	21%	
South Korea	21,328	47,723	26,395	17%	
Netherlands	13,991	36,108	22,117	21%	
Poland	7,670	29,197	21,527	31%	
France	13,220	33,739	20,519	21%	
Taiwan	7,706	23,111	15,405	25%	
Chile	4,683	17,944	13,261	31%	
Italy	22,127	35,322	13,195	10%	
Turkey	7,915	19,878	11,963	20%	
Vietnam	18,604	29,759	11,155	10%	
United Arab Emirates	3,170	12,369	9,199	31%	
Greece	4,162	13,050	8,888	26%	
Saudi Arabia	847	8,894	8,047	60%	

< 국가별 태양광 시장 전망¹⁵⁾ >

○ 국내 BIPV 기술 및 시장 현황

- 국내 보급되고 있는 BIPV 시스템은 결정질 실리콘 모듈이 전체의 95.7%를 차지하고 있으며 비결정질 모듈은 4.3%를 차지하고 있음(건설산업정보연구원)
- BIPV 모듈을 적용한 개발제품은 전동블라인드 및 SUB, 메탈패널, 컬러 유리 BIPV, 이형 모듈 등 있으며 전자재로서의 역할 및 다양한 부위에 적용하기 위해 개발되고 있음
- 고출력 쉐글드(Shingled) BIPV 모듈은 셀을 겹쳐서 하나의 셀로 모듈을 만드는 쉐글드 PV는 기존 BIPV의 발전효율을 대폭 향상
 - * (카본프리) 기존 BIPV 제품에 고출력 쉐글드(Shingled) 기술을 접목한 고효율 BIPV 제품의 개발 및 신뢰성, 내구성 기술 향상과 사업화 지원, 연구개발(R&D)을 추진, 발전효율 약 20%의 BIPV 제품 공급이 가능. 레이니(Rainy)패턴 BIPV를 접목하여 표면 굴곡으로 산란광이 차단돼 발전효율을 2% 더 상승시킨 22%까지 효율 상승
 - * (세종인터내셔널) 초경량 BIPV 'Pos Solar'로 건축외장재 기능을 높임. 세계 최초로 방열 강판과 고효율 단결정 셀 일체화한 초경량(3kg/m²)제품 개발

15) Solar Power Europe, Global Market Outlook for solar power 2022~2026

- 사용자 수용성 제고를 위한 컬러 BIPV 모듈 생산 확대

- * (신성이엔지, 코오롱글로벌) 필름 형태의 매트(Matt) 타입이 적용된 제품을 사용함으로써 빛 반사를 최소화하여 출력을 향상 (최대 13% 이상, 타사 대비 10% 이상). 고품질 알루미늄 프레임을 적용하여 설중(5400Pa), 풍력(3600Pa)의 하중을 견딤. 992 X 1656mm 크기에 색상별 White 190W(11.38%), Light Gray 210W(12.58%), Dark Terracotta 230W(13.78%) 출력¹⁶⁾
- * (옥토끼이미징) 건축 외벽용으로 진공 챔버 안에서 플라즈마 박막 증착방식에 의한 30여 가지 색상의 특수유리를 개발하고, 유리의 다중 내부 반사 현상의 컬러를 이용하기 때문에 에너지 효율이 높음(Gray 330W(18.3%), Blue 320W(17.8%)).¹⁷⁾ 모듈 크기 1720 X 1050mm, 120셀 RIAN 초고효율 단결정 컬러 모듈 효율 22.9%로 기존 제품 대비 동일면적에서 20% 발전효율 향상
- * (아반시스코리아) 독일 CIGS 기술 SKALA를 공급. 박막형 태양전지 패널(1587 X 664mm)로써 11개 컬러, 135W-160W 용량을 선택할 수 있으며 프레임이 노출되지 않는 백레일 시스템으로 간단한 시공으로도 견고한 설치가 가능. 독일의 abZ 건축 자재 인증을 받은 만큼 구조성능이나 시공성 검증
- * (에스지에너지) 10가지 컬러 BIPV 모듈을 다양한 크기로 제작이 가능하며 G/G와 G/B타입으로 제작(출력은 155W/m², 효율은 15.5%)
- * (현대에너지솔루션) 5가지 컬러 BIPV 모듈을 다양한 크기로 제작이 가능하며 G/B 타입으로 제작(출력은 160W/m², 효율은 16.1%), 23kW 실증평가를 통해 시공성/신뢰성 검증

- 창호형 BIPV 시스템 및 실외기실 BIPV 시스템 루버 등 제품 생산 중

- * (선우시스) 전자재형 BIPV 모듈·시스템, 대면적 태양광 발전 창호, 모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템, 에너지자립형 스마트 창호 등의 창호 국책사업 수행을 통해 컬러 BIPV 시장에서 경쟁력을 강화
- * (토니텍코리아) IoT 융합한 3세대 BIPV 시스템 '썬플뢰르'를 출시. IoT기능을 탑재해 자가 진단모드, 발전량 예측 기능 및 BEMS(Building Energy Management system)와도 연동되는 자동개폐식 루버 시스템
- * (한화건설) 21년도 7월 한화 포레나 아파트에 에어컨 실외기실용 BIPV 전동루버 시스템을 도입. 개폐력테스트(내구성 시험) 3만회 시험성적을 성공적으로 획득
- * (고호솔라) 실외기실 BIPV 시스템은 발전 변환 효율 24%를 나타내는 미국 Sunpower cell을 사용하며, 정격출력은 200-300W. 기존 루버 시공과 동일하며, 인버터 케이블 연결만 추가적으로 필요
- * (에스케이솔라에너지) 250 - 300Wp급 BIPV 루버 모듈 상용화모델을 개발하였으며 바이패스 기능이 내장되어 있어 제품의 안전성 확보

16) 신성이엔지, <https://www.shinsungeng.com/kor/business/brochureList?type=sola>

17) 옥토끼이미징, http://www.oktokkiam.com/html/sub02/sub02_020201.php

3. 특허 동향

(1) 강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준 모델 개발 및 성능 평가

□ 국내/외 트렌드

- 내화성능 확보한 건물형 태양광 모듈 개발과 연관성이 있는 특허는 한국을 포함한 주요 선진국(미, 유럽, PCT, (일, 중은 확인되지 않음.))의 22건이 확인되어 전 세계적으로 관련 기술에 대한 특허 등록이 미진한 것으로 나타남. 미국이 11건으로 가장 높은 비중이며, 유럽이 4건, 한국 4건 순으로 공개됨



□ 해외 동향

- (미국) 건물형 태양광 모듈의 건축 자재와 관련된 특허는 11건으로, Single cell의 캡슐화와 Flexible format 모듈 구조에 대한 특허가 확인되나, 내화성능 확보를 위한 특허와는 내용이 상이함
- Accelenergy Power Pte.에서 21년 7월 출원, 22년 1월 공개된 특허 'PHOTOVOLTAIC BUILDING MATERIAL WITH ABILITY OF SAFE ELECTRIC POWER GENERATION(태양광 발전 건축자재의 안

전한 전력 발생)’ 1건이 본 과제와의 연관성이 있어 보이며, 본 특허에서는 방수, 불연성, 내구성을 가지는 광전기성 건축자재의 빌딩 지붕, 벽 등 건축 자재로서의 활용법과 지붕 클리닝 기능 및 지붕 설치 시 강풍에 저항하기 위한 안전장치 등에 대하여 기술함

- (유럽) 포괄적으로 보았을 때 4건의 연관 특허가 확인되나, 본 과제와 관련 있는 건물형 태양광 건축자재 특허는 1건이 확인됨
 - 2019년 출원되고, 21년 12월 등록된 ‘POWER GENERATION BUILDING MATERIAL AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR(전력 생성 건축 자재와 그 제작 방법)’으로 전원 생성 효율 최적화를 위한 텍스처링 및 처리 방법에 대한 특허이며, 내화성과 및 불연성 등의 내용과는 거리가 있음
- (중국 및 일본) 관련 내용 확인 불가

□ 국내 동향

- (국내) BIPV 모듈 제조 방법에 대한 특허 781건이 확인되며, 그 중 모듈 성능 개선 및 보호를 위한 소재 및 구조에 관련된 특허 25건 확인되나, 본 과제의 준불연, 내화성능과 관련 있는 BIPV 전용 준불연 단열패널 관련 특허는 2건 확인됨
 - (주)에스에스지에너지텍에서 21년 4월 출원한 ‘BIPV 준불연 단열패널을 활용한 건물 인체형 태양발전 시스템 시공방법’에 대한 특허로 내화성, 준불연 물질에 대한 내용보다는 준불연 단열 마감 패널의 시공 방법에 대한 내용이 주요 발명 내용임
 - 프라이에너지텍(주)에서 21년 8월 출원하고, 22년 4월 등록된 ‘준불연 발포폼시트 제조장치(APPARATUS FOR MANUFACTURING SYNTHETIC RESIN FOAM SHEET)’는 준불연 발포폼 시트 제조장치에 관한 것으로 건축의 내, 외장재로 본 과제와 관련하여 활용 가능성은 높으나, BIPV와의 연계성은 낮은 것으로 보임

(2) 저전력 구동 가능한 컬러 변환 태양광 창호 기술 개발

□ 국내/외 트렌드

- 컬러 변환 태양광에 대한 특허는 총 4,567건이 확인되며, 주요 선진국 (미, 유럽, 일, PCT 및 한국 포함)의 공개 특허는 미국 3,235건으로 가장 많으며, PCT 889건, 유럽 422 건, 한국 19건, 일본 2건 순으로 확인됨



□ 해외 동향

- (미국) 확인된 특허의 대다수는 추가 박막을 적용하여 태양광 소자의 광흡수 영역을 변경하는 내용이 대다수를 차지하였으며, 저전력 구동 가능한 컬러 변환 태양광 기술에 관련된 특허는 소수에 불과함
 - 2021년 Ubiquitous Energy, Inc.에서 출원하고, 22년 등록된 'PHOTOACTIVE COMPOUNDS FOR VAPOR DEPOSITED ORGANIC PHOTOVOLTAIC DEVICES(증기를 위한 광활성 화합물은 유기 태양전지 소자 침전)'는 특허는 분자의 side 그룹을 변경하여 광흡수 영역을 바꿀 수 있다는 내용으로, PV 소자에 적용할 수 있음을 기술, 컬러변환 솔라셀 응용에 대한 직접적인 기술은 없으나, 활용 가능한 특허로 보임
 - Ubiquitous Energy, Inc.에서 20년 출원한(21년 2월 공개) PARA-PHENYLENES AS BUFFER AND COLOR TUNING LAYERS FOR SOLAR CELLS(태양광

전지를 위한 버퍼와 컬러튜닝 층으로서의 파라페닐렌)은 버퍼층 특성에 따라 태양전지의 광전 특성이 다르게 나타날 수 있음을 기술하였으며 본 과제와 관련이 있음

- 미국 특허도 SOLAR WINDOW CONSTRUCTION AND METHODS (태양 창 구조와 방법), NANOWIRE-BASED TRANSPARENT CONDUCTORS AND APPLICATIONS THEREOF(나노 와이어 기반 투명 전극 및 그 적용), STACKED BULK HETEROJUNCTION SOLAR CELLS FOR BROADBAND AND TAILORABLE SPECTRAL COVERAGE(광대역 및 맞춤형 스펙트럼 커버리지를 위한 적층형 벌크 이종접합 태양전지)와 같이 특정 기판을 추가하거나 변형하여 광활성 영역을 바꾸는 것에 대한 특허가 대다수 공개되어 있으며, 무전력으로 컬러를 변경하는 기술은 매우 적음
- (유럽) 전반적으로 컬러 변환에 대한 소자 특성보다는 소자를 구성하는 개별층에 대한 특성과 관련된 특허가 많이 확인되며, 저전력으로 변경 가능한 컬러 변환에 대한 내용은 확인하기 어려움
- 2017년 공개된 BASF의 'SOLAR LIGHT COLLECTOR(태양광 컬렉터)'는 굴절률 변경을 위한 layer의 구조 및 array 변경에 관한 특허임
- 2022년에 공개된 MIT의 'TRANSPARENT PHOTOVOLTAIC CELLS (투명한 광기전력 전지)' 특허는 적층막 소자의 물질 및 기판 두께의 변화에 따라 광특성이 달라져 투명도가 달라짐을 기술하고 있음
- 2019년 등록된 Life Technologies Corporation의 'NANOCRYSTALS WITH HIGH EXTINCTION COEFFICIENTS(높은 소광 계수를 가진 나노결정체)' 특허는 높은 소광계수 및 양자효율을 가질 수 있음을 기술하고 있음
- (일본) 컬러 변환 태양광에 대한 특허 보고가 많지 않으며, 활용 가능성이 있는 개별 특성화층에 대한 특허는 있으나 실제 활용 예와 관련된 특허는 없음
- 2019년 등록된 닛토텐코 주식회사의 '복수의 광안정 유기 발색단을 가진 파장 변환(wavelength conversion) 필름(film)' 특허는 광학적으로 안정된 필름을 구성하는 물질에 대하여 기술하고 있으며, 파장 변환이 가능하여 컬러 변환 태양광 소자에 활용될 수 있는 특허임

- 2019년 5월 일본에 출원된 SKC ECO 솔루션의 'BACK SHEET AND ENCAPSULANT FOR SOLAR CELLS, AND SOLAR CELL MODULE COMPRISING THE SAME (태양전지용 백시트 및 밀봉재 및 이들을 포함한 태양전지 모듈(solar cell module))' 특허는 백시트의 무기 안료를 첨가하여 반사 성능을 변경하여 제품의 블랙 색상을 유지하는 것을 주내용으로 하여, 컬러 변환 태양광과 무관하나 기술을 응용하여 컬러 변환 기술에 차용할 수 있을 것으로 보임

□ 국내 동향

- 컬러 변환 태양광 창호 특허 19건 확인 (거절 제외) 되었으며, 대부분은 태양광의 반사, 투과, 굴절 등의 변경을 위해 필터 또는 추가 기판 등을 적용하여 컬러 변환을 만들어 내는 것으로 엘지화학, (주)엘엑스하우시스, 고려대학교 등에서 '패턴 필름, 이를 포함하는 투과도 가변 디바이스 및 투과도 가변 디바이스의 제조 방법 PATTERN FILM, TRANSMISSION VARIABLE DEVICE COMPRISING SAME AND MANUFACTURING METHOD OF TRANSMISSION VARIABLE DEVIC', '우수한 가시광 투과율 및 내구성을 갖는 저방사 코팅 적층체 LOW-EMISSION COATING LAMINATE WITH EXCELLENT VISIBLE LIGHT TRANSMITTANCE AND DURABILITY', '컬러 태양 전지 모듈COLOR SOLAR CELL MODULE'과 같은 특허를 출원함
- 이 중 단순 투과도나 명도 변화만이 아닌 가역 색상 변환이 가능한 기술에 관련된 특허는 21년 1월 출원 후 21년 6월에 등록된 (주)에스케이 솔라에너지의 '건축물에 적용 가능한 컬러 태양광 모듈(Color Photovoltaic Module For Building)'로 폴리실라잔을 이용하여 색상을 구현하는 무기 안료를 안정적으로 구현하는 내용임

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 모듈(WG2), 시스템과 주변기기(WG3&6), 집광형모듈(WG7), 셀(WG8), 구조체(WG9) Working Group이 구성되어 분업 및 협업하여 태양광국제표준화를 추진하고 있음
- IEC에서는 현재 산업화가 완전히 이루어져 있고, 표준에 대한 수요가 많은 기술 분야에 대해서만 국제 표준(International Standard, IS)을 제정하고 있으며, 아직까지 산업화가 완벽하지 않거나, 수요가 적은 분야는 국제표준 이전 단계인 기술 규격(Technical Specification, TS) 또는 기술 보고서(Technical Report, TR) 형태의 가이드 문서를 제작하여 발표하고 있음
- 태양전지 평가 : 순수 태양전지의 평가기준이 정립되고 있음. 광조사 시험 및 EL(electroluminescence) 평가 방법 표준 발간, ECA(electrically conductive adhesive) 및 LeTID(light and elevated temperature induced degradation)관련 표준 논의 중
- 태양광 모듈 성능인증 : 성능평가표준인 IEC 61215시리즈 표준이 2021년 개정되어 IEC TS 62782 및 62804-1, 62915 의 기계적 하중, 열화 검출 및 형식승인과 안전요건 시험방법이 추가되었으며 유연 태양전지 및 양면 모듈이 포함되고, Thermal Cycle(TC) 200 시험에서 정선박스의 가중치가 추가되었으며 Nominal Module Operating Test(NMOT) 및 NMOT 에서의 관련 성능시험이 삭제되었음
- 태양광 모듈 안전성 인증 : 안전성평가표준 IEC 61730시리즈 표준 2nd Edition이 발간되어 강화된 안전성을 확보하기 위하여 시험 강화추세
- 태양광전지 출력측정 : 출력측정(IV curve) 표준인 IEC 60904-1-2에서 Bifacial 태양전지 측정방법 논의 중
- 부품 시험평가 : IEC TS 62788시리즈를 통하여 태양전지 모듈의 부품과

소재로 사용되는 고분자기반 전면재료, 봉지재, edge seal 물질들의 열적, 기계적, 전기적 내구성 및 내후성을 평가하고 이를 통해 부품의 성능과 안전성을 강화하려는 표준이 개발됨. 표준개발에 국외 유명 소재 기업의 참여가 높음

- 소형 태양광 모듈: 휴대용, 모바일용, 차량 부착용 중단기 수명 태양 전지 모듈을 시험 평가할 수 있는 IEC 63163 소비재 태양광 시험평가 표준 개발 완료
 - BIPV : 건물적용 태양광 관련 IEC 63092-1(모듈), IEC 63092-2(시스템) 표준개발 완료됨. 건축물 재료로서의 열특성 평가 방법이 IEC 63092-3 표준으로 논의 중임
 - 기타 태양광 모듈 특성 시험 : 염수분무 시험, LeTID 시험, 국부 음영 시험, 추가시험 가이드라인 등과 같이 태양광 모듈의 내구성을 강화하고 보다 정밀한 측정을 하며 생산, 시험평가, 설치 현장에서 필요로 하는 시험표준을 제·개정
 - 피뢰시스템 : 건물 태양광을 직격뢰, 유도뢰, 간접뢰로부터 보호
 - 신뢰성향상 : 태양광 시스템의 강력한 신뢰성을 위한 로드맵 수립
 - 신뢰성절차 : 성능, 이윤창출, 사고사례 분석 및 교정을 세부 가이드라인 수립
 - 모니터링 : 모니터링기기와 계량법, 양면형 태양광, 센서 제원 추가
 - 용량평가방법 : ASTM용량 평가방법과 PR법의 부합화 추진
 - 시운전 : 시운전 절차, 필요문서, 검사방법 표준화
 - 설계요건 : 양면형 태양광 반영, 기존 표준과의 부합화 및 안전 강화
 - 특수설비용 태양광 : 건축물 내 특수설비용 태양광 요구사항 반영
 - 기타 태양광 발전 시스템 주요 표준화 이슈사항 : 교류계통연결특성, 전계 발광시험진단법, 플러그형발전기, 수상 태양광, 태양광 구조물, 전자기 적합성(EMC), 저압 태양광 시스템, 하이브리드 스위칭, 모듈세정, PID (Potential Induced Degradation)예방, IV곡선 추적
- 강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준모델 개발 및 성능평가
- IEA(International Energy Association) PVPS(PhotoVoltaic Power Systems

programme) Task 15에서는 건물형 태양광 보급확산을 위한 유형 분류와 용어 통일 목적으로 국제표준 IEC 63092-1(건물형 태양광) 파트 2: BIPV 제품(시스템)의 요구사항에 따른 분류(안)을 제시

- 건물외벽 일체 가능성, 건물 내 접근 가능성, 설치 경사각의 기준으로 5가지 유형으로 분류
- BIPV 모듈과 BAPV 모듈로 명확하게 분류하기보다는 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 적용 유형으로 분류하려는 추세
- 다양한 신제품에 효과적으로 대응하기 위하여 적용, 제품(시스템), 모듈, 부품, 소재의 5가지 기준으로 분류체계를 권장

□ 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
- 태양광 모듈 안전성 인증 : 안전성 평가표준 IEC 61730시리즈 표준대응 국내 KS 표준이 있으나 아직 적용하지 않고 있음

○ 강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준모델 개발 및 성능평가

- 2021년 3월 국토교통부에서 건축물 화재 안전성 강화를 목적으로 건축물 마감재료의 성능시험 방법을 변경하는 건축법 하위규정 개정(안)에

대한 입법·행정 예고

- 국토교통부에서 발표한 건축자재등 품질인정 및 관리기준 개정(안)에 따르면, 외벽 마감재료의 불연·준불연·난연 등 내화성능에 대한 용어들을 정의하고 두 가지 이상의 재료로 제작된 복합 외벽 마감재료(단열재 포함)는 현행 난연 성능시험 방법에 실험형 성능시험 추가 실시 예정
 - * 불연(난연 1등급) KS F ISO 1182(건축 재료의 불연성 시험 방법)
 - * 준불연(난연 2등급) S F ISO 5660-1[연소성능시험-열 방출, 연기 발생, 질량 감소율-제1부 : 열 방출률(콘칼로리미터법)], KS F 2271(건축물의 내장 재료 및 구조의 난연성 시험방법)
 - * 난연 : KS F ISO 5660-1에 따른 가열시험, KS F 2271의 가스유해성 시험
 - * 지붕/벽 내화구조 인정 시험, 건축부재의 내화성능시험 방법(KS F 2257)
 - * 외벽 실물모형 시험, 건축물 외부 마감 시스템의 화재안전 성능 시험방법(KS F 8414)
- 국토교통부 건물형 태양광 모듈 주요 내화 요구조건
 - * 난연 성능 시험성적서와 실험형 성능 시험성적서 모두 구비
 - * 복합 외벽 마감재료(3층 이상, 9m 이상 건축물 등)는 각 구성 재료의 준불연 또는 불연 성능확보 요구
 - * 모든 마감재료는 난연 성능 시험방법 중 하나인 열방출률 시험 시, 두께가 20%를 초과하여 용융 및 수축하지 않아야 한다는 명확한 기준 제시
- 한국산업표준 KS C 8577 건물형 태양광 모듈의 내화시험 품질기준과 국제표준 IEC 61730-2의 내화시험 품질기준은 건물형 태양광 모듈이 착화원에서 일정 거리 이격되었을 때, 화재 전파나 불티 등의 발생 가능성 평가에 주력하나, 국토부에서 추진하는 강화된 내화성능은 복합 외벽 마감재료(단열재 포함)가 주변 화재로 인하여 가열된 환경에서의 열방출률 등의 시험에 초점
- 내화성능 및 화재안전 관련 국토부 기준과 KS 표준시험 교차평가 등을 통한 수용 가능한 표준시험 방법 제안의 필요성이 대두되고 있음

5. 정부R&D 지원현황

□ 투자 동향

○ 신재생에너지핵심기술개발사업 태양광 분야 투자 동향

- '12~'21년 최근 10년간 6,589억원이 지원되었고, '21년에도 약 798억원 지원하여 지속적인 투자 확대 중

< 신재생에너지핵심기술개발사업의 태양광 분야 지원 내역 >

지원연도	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
예산(억원)	773	636	597	513	558	593	672	729	717	798	6,586

- 신재생에너지핵심기술개발사업 중 건물형 태양광 관련기술은 최근 20년간 34개 연구개발과제, 865억원 지원
- 특히, 2020년 지원예산은 2010년까지 10년간 예산의 83%수준으로 상승하였으며, 최근 5년간 연평균 증가율은 38% 수준임

□ 기술개발 현황

○ 정부·민간의 지속적인 기술개발 노력을 통해 세계수준의 태양광 모듈 기술을 확보하였으나, 중국의 대규모 저가제품 공세에 따른 시장 위기를 극복하고자 태양광 모듈의 효율향상과 단가저감 기술 등 산업경쟁력 강화를 위한 기술개발 과제를 집중 지원 중

- 현 시장 주력제품인 결정질 실리콘 분야 고효율, 단가저감, 소재장비 등 기술 경쟁력 강화를 위한 R&D 추진
- 신소재 기반 차세대 태양광 모듈, 특수용도형 고부가 태양광 등 고부가 시장 진입을 위한 R&D 추진
- 대면적 태양전지 핵심 소재·부품·장비 기술 확보를 위한 R&D 과제 지원

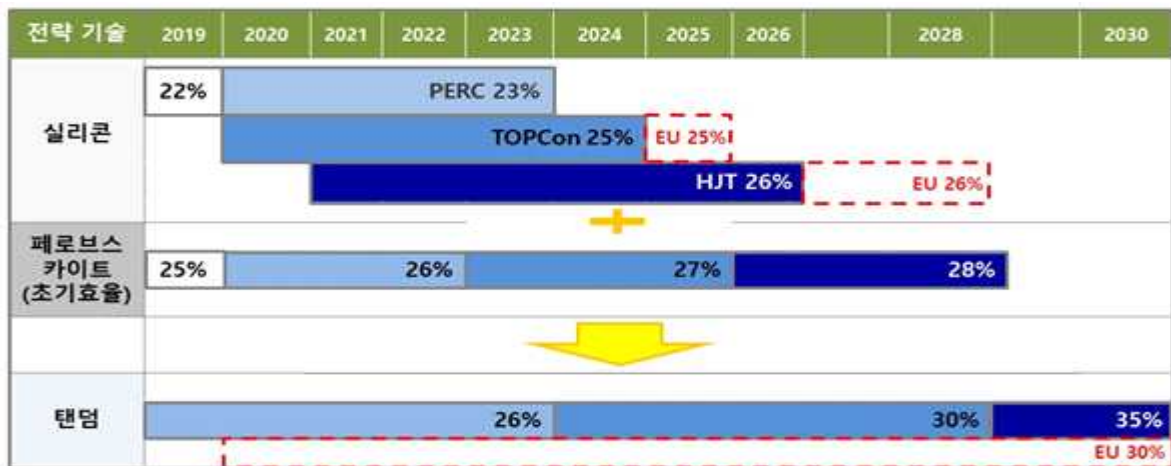
○ 차세대 태양광시장 선점을 위해 현 양산 제품의 한계효율인 23%를 극복하고 '30년 35% 효율 달성을 위한 차세대 전지 및 소재·장비 개발 추진

○ (태양광 R&D 혁신전략 발표) '20년 9월 산업부는 차세대 선도기술 조기 확보를 위한 R&D 혁신전략을 발표하고 고효율·신시장·단가저감 3대 핵심

분야에 집중 투자하기로 발표

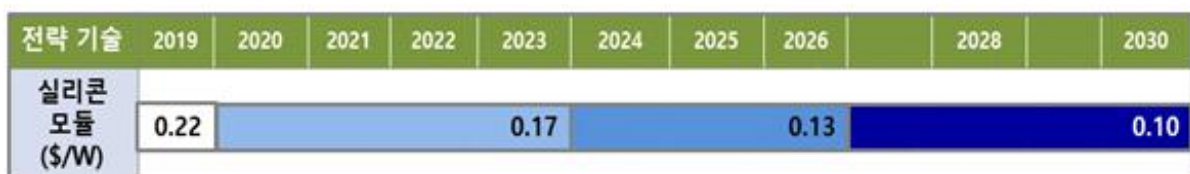
- 1) 고효율 태양전지 개발 : '23년 효율 26%, '30년 효율 35% 달성 추진
 - 세계적으로 차세대 고효율 태양전지로 주목받는 '탠덤 태양전지' 개발에 집중 투자 → 해외 경쟁기업 대비 기술격차 2년 확보 목표
 - PERC, TOPCon, HJT 등 고효율 구조혁신 기술개발을 통해 26년까지 실리콘 태양전지의 양산 한계효율인 26% 달성 추진

< 고효율 태양전지 개발 로드맵 >



- 2) 신시장·신서비스 창출 : 입지다변화 및 ICT 융합 지능형 서비스 개발
 - 태양광 설치 입지의 다변화를 위해 건물형(BIPV), 수상·해상 태양광 등 유휴 공간 활용을 확산할 수 있는 기술개발을 다각도로 지원
 - 발전량 예측, O&M 등을 위해 빅데이터, AI 등 ICT 기술을 태양광 발전과 융합하여 태양광 산업 고부가가치 창출
- 3) 저단가 공정기술 개발 : '19년 0.22\$/W → '23년 0.17\$/W 달성 목표
 - 셀·모듈 제조공정의 최적화 운영 및 품질관리 시스템 개발을 통해 수율·가동률 향상 및 에너지 절감

< 실리콘 태양광 단가저감 기술 개발 로드맵 >



6. 시사점

□ 탄소중립 및 제로에너지건축물 정책 이슈

○ BIPV 시장확대 및 제도적 규제 문제

- 국내 BIPV 기술은 2000년부터 도입되어 지금까지 다양한 기술개발이 이루어졌고 관련 산업은 크게 성장하였으며, 최근 정부의 제로에너지 건축물 의무화 정책추진으로 더욱 박차를 가해질 전망
- 전 세계적으로 탄소중립을 위한 산업, 수송 및 건물분야에서 에너지 절약 및 탄소중립 정책 제도 확대 시행
 - * 국내 탄소중립 정책일환 녹색건축 활성화 방안의 핵심정책은 제로에너지건축물 및 그린리모델링 의무화 제도 시행

○ 제도적 규제에 따른 BIPV 화재안전성 확보

- 건물 측면에서 외피에 적용된 발전장치는 전기적으로 안전 및 화재사고 우려가 있어 BIPV 제품 및 시스템은 건축자재로서 건축법과 부합되는 화재안전 성능에 대한 확보방안 및 기술적 근거가 마련되어야 하며 이를 위한 기술개발이 이루어져야 함

□ BIPV 제품 및 시스템의 화재 안전성능 표준화 기반 마련

○ BIPV 산업 활성화를 위한 제도 대응 기술개발 필요

- 현재 건축법에서 시행되고 있는 BIPV관련 화재 안전기준은 건물 외벽 마감재료로서 건축재료의 소재의 내화성능 품질기준을 위한 KS 표준 (소형챔버법)과 화재확산 방지를 위한 실대형 화재안전 기준이 있음
- BIPV 모듈 단위 내화성능 품질기준을 위한 별도의 시험법이 마련 되어야 하며 건축적(외벽 복합 마감재 및 외피 시스템) 및 전기적 (전력계통) 시스템으로서 화재 안전기준 마련을 위한 기술적 근거가 필요함
- BIPV 모듈 및 제품의 화재 안전성 및 내화성능 수준의 규명이 필요 하며 건축법의 화재안전성을 대응할 수 있는 BIPV 제품 및 시스템의 기술적 정의를 위한 표준화 모델이 제시되어야함

□ 저탄소 및 제로에너지빌딩을 위한 BIPV 확대 대안 필요

- 다양한 형태로 건물에 확대 적용할 수 있는 BIPV 모듈의 개발과 기존 BIPV 모듈의 개선이 요구됨
 - 대면적/고효율/투명/디자인/Color 관련 개발 개선이 필요
 - * 이를 위해 BIPV에 대한 명확한 구분과 각 구분에서 요구되는 건축적, 전기적 성능 만족 필수

II.

기획대상연구개발과제 도출

1. 연구개발과제기획 방향

□ 연구개발과제기획 기본방향

- 건물형 태양광 보급 확대를 위해 강화된 국토부 내화성능 기준을 충족하는 표준모델 개발과 수용성 제고를 위한 컬러변환 BIPV 개발 지원

□ 신규 예산 지원 계획안

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
지정공모	-	-	-
품목지정	8	40	48
자유공모	-	-	-
계	8	40	48

□ 기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준모델 개발 및 성능 평가	강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준모델 개발 및 성능 평가	<input type="checkbox"/> 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> ○ (재생에너지3020 이행계획) 신재생에너지의 입지 다변화를 위한 건물형 태양광 적용 확대 ○ (한국형 그린뉴딜) 저탄소·분산형 에너지확산을 통한 도시/공간/생활인프라 녹색전환의 일환으로 제로에너지의무화 및 그린리모델링 조기달성 로드맵 이행 ○ 정부 탄소중립·그린뉴딜 정책달성을 위한 필수 요소로 제로에너지하우스, 스마트시티, RE100 등 정부 에너지정책사업 적용가능 핵심 사업 <input type="checkbox"/> 산업기술 R&BD전략(핵심기술테마명) <ul style="list-style-type: none"> ○ 신시장·신서비스 창출 ○ 신재생(태양광) 패키지모델 “고부가가치 시장 창출” <ul style="list-style-type: none"> - (건물형 태양광) 심미성 강화, 전기적 성능/안전 확보 <input type="checkbox"/> 기술수요조사명 <ul style="list-style-type: none"> ○ 건물형 태양광 시스템 성능 및 안전성 구현을 위한 통합평가기반 구축

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
저전력 구동 가능한 컬러 변환 BIPV 기술개발	저전력 구동 가능한 컬러 변환 BIPV 기술개발	<input type="checkbox"/> 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> ○ (재생에너지3020 이행계획) 신재생에너지의 입지다변화를 위한 건물형 태양광 적용 확대 ○ (한국형 그린뉴딜) 저탄소·분산형 에너지확산을 통한 도시/공간/생활인프라 녹색전환의 일환으로 제로에너지의무화 및 그린리모델링 조기달성 로드맵 이행 ○ 정부 탄소중립·그린뉴딜 정책달성을 위한 필수 요소로 제로에너지하우스, 스마트시티, RE100 등 정부 에너지정책사업 적용가능 핵심 사업 <input type="checkbox"/> 산업기술 R&BD전략(핵심기술테마명) <ul style="list-style-type: none"> ○ 신시장·신서비스 창출 ○ 신재생(태양광) 패키지모델 “미래 핵심 기술” - (차세대 원천기술) 다색 투광형 개발 및 실증 <input type="checkbox"/> 기술수요조사명 <ul style="list-style-type: none"> ○ 저전력 구동 창호용 유기태양전지 시스템 개발 ○ 에너지 저감 및 발전이 가능한 Smart PV Window 제조기술 ○ 전기변색과 열변성소자가 결합된 창호형 BIPV 스마트 태양전지모듈 개발

2. 개발위험 관리방안

□ 기술개발 위험요인

- 기존 태양광 모듈에 일반적으로 사용되는 소재·부품 등은 가연성 재료로 구성되어 내화성능 확보에 취약하여 별도의 소재 및 마감기술 개발 필요
 - 일반적으로 사용되는 EVA (Ethylene Vynil Acetate)·POE (Poly-Olefin Erastomer) 봉지재(encapsulant), 백시트(backsheet), 플라스틱 정션박스(junction box)와 케이블(cable), 유기성 테이프(tape)·가장자리 실란트(edge sealant), 플렉서블(flexible) 플라스틱 기판·알루미늄 포일(Al foil) 등이 모두 실험형 성능시험에 취약한 가연성 소재로 분석
- 전기변색 관련 해외 선행 특허를 회피할 수 있는 기술개발 필요

□ 사업화 애로사항

- 국토부의 강화된 내화성능이 외벽일체형 건물형 태양광 모듈에 적용될 경우에는 신축건물에 대해서 BIPV 모듈과 BAPV 모듈을 포함한 기존 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)이 적용될 수 없어 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 보급 공백 발생 가능성 높음
- BIPV 전기적/건축적 통합성능 평가시설 부재로 개발 제품의 평가·인증 검증 지연 가능
 - '22년 산업부 “건물형 태양광 실증센터 기반구축사업”을 통해 BIPV 내화성능 평가시설 구축 중이나, 관련 인허가 획득 등으로 사업추진이 지연될 가능성 존재
- 주민 수용성 향상을 통한 지속적인 보급 확대를 위해서 개발된 BIPV 모듈의 높은 심미성과 장기신뢰성 확보 필요
- BIPV 보급 확대를 위해 정책적 지원의 병행 추진 필요함
 - BIPV는 설계단계부터 시공관리 및 실제 시공에 있어서 타 에너지원에 비해 많은 관리와 노력이 필요하므로, 이에 대한 추가적인 보상을 통한 BIPV 시장진출 유도 방안 마련 필요

□ 기술영향 검토

- 건물형 태양광 보급 확산의 기반을 제공하여 탄소배출을 저감하고 2030 NDC 목표 달성, 2050 탄소중립 정책달성에 기여 가능
- 건물형 태양광 제품의 화재 안전을 획득하여 국민의 안전한 생활환경 조성에 기여
- 강화된 내화성능 기준을 적용한 BIPV 제품을 선제적으로 개발하여, 국내 기업의 해외 진출 시 안전 성능에 대한 상대적 우위 선점 가능

3. 기획연구개발과제 기술개요서

[품목지정공모 (기술개요서)]

품목명 : 강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준 모델 개발 및 성능 평가	28
품목명 : 저전력 구동 가능한 컬러 변환 BIPV 기술개발	31

'22년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2022-신재생-태양광-품목-1					
연구개발과제유형	원천기술형()	혁신제품형(○)				
		실증형()				
연계/해당여부	표준화연계(○) 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제(○) 안전관리형과제()					
품목명	강화된 내화성능 확보를 위한 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 표준모델 개발 및 성능 평가 (TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 8단계)					
1. 지원필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 중심의 태양광 모듈 산업에서 국내에서 주도 가능한 건물형 태양광으로의 전환을 위한 신제품개발, 실증 등이 확산되고 있음 ○ 재생에너지 3020, 한국형 그린뉴딜에 따른 건물형 태양광의 중요성이 부각되고 있고 다양한 제품이 개발되고 있으나 제품성능 위주의 현 표준체계가 이를 수용하지 못하고 있는 실정 ○ 2021년 3월 국토부에서 고시한 내용에 따르면, 2개 이상의 소재로 구성된 외장재에 대해서 실물모형에서의 준불연(난연 2등급) 이상의 내화성능 요구하여 대응 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 경우 모듈의 백시트, 플렉서블 기판, 정선 박스 등 가연성 소재로 구성된 부품 사용 불가 전망 → 내화성능 확보한 건물형 태양광 모듈 개발 시급 					
2. 품목정의	<p><input type="checkbox"/> (최종목표) 복합 외벽 마감재료 내화성능 품질인정을 받을 수 있는 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)¹⁾의 표준모델²⁾ 개발과 성능평가</p> <p>1) 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) : 건물 외벽에서 전기를 생산할 수 있는 태양광 모듈과 건축적 성능을 제공하는 건자재가 결합된 제품</p> <p>2) 표준모델 : 2개 이상의 소재로 구성된 외장재에 대해서 실물모형에서의 준불연 이상의 내화성능을 만족할 수 있는 제품으로 국토부에서 요구하는 설계와 표준시방서 포함</p> <p style="text-align: center;">< 연구개발과제 세부주제(택 1) ></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">(세부주제1)</td><td>결정질 실리콘 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발</td></tr> <tr> <td>(세부주제2)</td><td>박막 CIGS 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발</td></tr> </table> <p>※ 신청기관은 세부주제 중 하나를 선택하여 접수해야 하며, 세부주제별 1개 컨소시엄 선정 예정 (세부주제별 기관 중복지원 불가)</p> <p><input type="checkbox"/> (연구내용)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 내화성능(준불연 이상) 확보된 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 건축자재 등 품질인정제도에 준하는 소재(가스 및 열방출) 및 화재확산방지(실물 모형)를 위한 결정질 실리콘 및 박막 CIGS 모듈 제품(시스템) 내화성능 표준모델 각각 개발 <p>* 내화성능을 고려한 태양광 모듈의 기본구조는 G2G (glass-to-glass) 구조</p>		(세부주제1)	결정질 실리콘 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발	(세부주제2)	박막 CIGS 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발
(세부주제1)	결정질 실리콘 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발					
(세부주제2)	박막 CIGS 기반 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)의 내화성능 표준모델 개발					

- * 벽체(외벽) 유형을 고려하여 외벽일체형 모듈 제품(시스템) 2종 이상 개발
→ 벽체(외벽) 유형 : 철근콘크리트 구조 또는 철골철근콘크리트 구조 등
- * 내화성능을 확보할 수 있는 모듈 구성 소재·부품·공정 발굴 또는 개발
→ 각 재료는 특정 제조사 제품으로 한정하지 않고 동일한 성능으로 사용 가능할 수 있게 조합 권고
- * 태양광 모듈의 KS 산업표준 기준 장기신뢰성 확보
→ KS C 8577 인증확보
- * 셀 개발은 본 연구개발과제에 포함되지 않음
- 벽체 유형별 개발된 제품(시스템)의 건물 설치 방법 및 사업화 방안 제시
- * 국토부에서 요구하는 내화성능 확보를 위한 표준모델의 설계, 표준시방서 작성
→ 모든 건축 공사현장에서의 시공표준화(시공법 동일화) 추구

○ 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 내화성능 평가

- 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)에 적합한 내화성능 평가 및 설계가이드 마련
- * 건물형 태양광 실증센터에서 평가 및 시험성적서 발급 필수
- * 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)에 적합한 가스유해성 및 열방출(KS F 2271, KS F ISO 5660-1), 실물모형 성능시험(KS F 8414) 등 샘플 제작 가이드라인 작성

< 국토부 건축자재 등 품질인정 기준 >

- ① 난연 성능 시험성적서와 실대형 성능 시험성적서 모두 확보
- ② 모듈과 건자재 등 구성 재료의 준불연 또는 불연 성능확보(3층 이상 9m 이상 건축물)
- ③ 모든 마감재료는 열방출률 시험 시, 용융 및 수축 두께 20% 이하 만족

< 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 적용 분야 건축자재 등 품질인정 제도 >

대상	성능구분	인정서	내화품질 시험법	부가시험
건물형 태양광 모듈 제품 (BIPV 및 BAPV ³⁾)	건축물의 마감재료	건축자재 품질인정서 ⁴⁾	KS F ISO 1182(불연) KS F ISO 5660-1(준불연) KS F 2271(난연성)	KS F 8414

- 3) 건물일체형(BIPV; Building Integrated PV) 및 건물부착형(BAPV; Building Applied PV)
- 4) 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)은 건축물의 마감재료 사용 시 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 24조6항 근거하여 건축물의 마감재료는 불연 또는 준불연재료로 사용해야 하며, 건축자재 등 품질인정 제도에 따라 내화품질 시험 및 외벽 복합마감 재료의 실물모형 시험 대상에 포함될 수 있음
- * 지붕의 경우에는 건축법의 주요구조부와 지붕의 내화기준(건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한규칙 제3조)에 따라 지붕재는 콘크리트 내화성능에 준하는 내화구조로 해야하고 지붕 외피 마감재로서 건물형 태양광 모듈 제품(시스템)에 대해 준불연 이상 내화성능은 요구되지 않으므로 개발대상에서 제외

○ 건물형 태양광 모듈 제품(시스템) 내화성능 표준화 연계

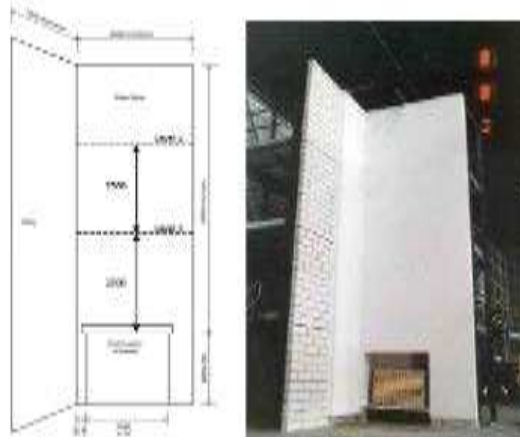
- 내화성능 및 화재안전 관련 국토부 기준과 KS 표준시험 교차평가 등을 통한 수용 가능한 표준시험(안)* 작성
- * 향후 국가기술표준원 등 유관기관과 논의할 수 있는 수준의 국가 표준 제·개정(안)

□ 개발위험 극복방안

- 기존 BIPV 모듈 제품(시스템)과 표준모델 개발 제품에 대한 실대형 내화성능 평가 등의 결과를 바탕으로 유관부처인 국토부와 산업부, 유관기관인 한국에너지기술평가원, 한국에너지공단, 한국건설기술연구원간의 긴밀한 협조를 통해서 통일화된 내화성능 평가체계 구축과 홍보 필요

- 개발제품의 보급 확산을 위해 사업성(시장 잠재량, 고객 니즈)과 제조단가 분석 통해 시장에서 경제성을 확보할 방안 마련 필요
- 건물형 태양광 모듈은 기존 건축자재의 소재시험(KS F ISO 5660, 2271)의 소형 챔버시험으로 평가 불가할 경우에 대비한 모듈단위 시험방법 표준화 방안 필요

< 복합 외벽 마감재료 내화성능 분석을 위한 실물모형 성능시험(KS F 8414) >



□ 안전관리 사항

- 안전관리형 연구개발과제 여부 : 미해당
- 위험물질 취급 여부 : 미해당

3. 지원기간/추진체계

- 기간 : 35개월 이내
(1개 연구개발과제별 1차년도 정부지원연구개발비 20억원 내외, 총 정부지원연구개발비 50억원 내외)
- 정부납부기술료 : 징수
- * 2개 주제 총 정부지원연구개발비 100억원 내외 지원
- 주관연구개발기관 : 기업(중소·중견기업 참여 필수)
- 기타사항 :
 - 공동연구개발기관별로 기존 수행연구와의 차별성(중복·유사성 회피 방안) 및 성과 극대화 방안 제시 필수
 - 세부주제별 모듈 제조기업 참여 필수(수요기업 형태도 가능)
 - 결정질 실리콘 및 CIGS 세부주제별 연구개발계획서 별도 제출, 동일 기관(기업·연구소·시험기관·대학 연구실)이 주관/참여/용역 기관 등 역할에 상관없이 세부주제간 중복지원 불가
 - * 기관(기업)별(대학은 연구실별) 연구개발계획서 1건 제출로 제한(불공정행위 시 사전지원제외 가능)
 - 건물형 태양광 실증센터 주관연구개발기관은 실대형 내화성능 등 제3기관 평가 및 시험성적서 발급 역할을 담당하므로 본 연구개발과제에는 참여 불가
 - 사업화 성과 제고를 위하여, 참여하는 기업들의 정부지원연구개발비 총합을 총 정부지원연구개발비의 70% 이상으로 구성 필수

'22년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2022-신재생-태양광-품목-2	
연구개발과제유형	원천기술형(○)	혁신제품형() 실증형()
연계/해당여부	표준화연계() 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제() 안전관리형과제()	
품목명	저전력 구동 가능한 컬러 변환 BIPV 기술개발 (TRL : [시작] 2단계 ~ [종료] 5단계)	
1. 지원필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄소중립 및 제로에너지빌딩 의무화 등 정책적 필요성에 따라서 지붕 및 벽체 외에도 창호나 커튼월(curtain wall) 등 유리 기반 건물형 태양광 보급도 지속적으로 확대될 전망 ○ 총 에너지사용량의 32%를 차지하는 건물에서의 에너지 소비 절감을 위해서는 창을 통한 열 손실·유입 절감 최우선 필요 ○ 스마트 창호는 외부에서 유입되는 빛의 투과도가 실내외 환경조건에 반응하여 자동 조절되어 에너지 손실을 줄이고 쾌적한 환경을 제공하는 차세대 제어기술 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 R&D 과제를 통해서 다수의 태양광 스마트 창호 기술개발이 지원되었으나 단순히 투과도 변화나 명도 변화에만 집중되었음. 주민수용성 개선을 위한 대국민 홍보를 위해서는 선명한 컬러 자체가 변환되는 획기적인 기술개발이 필요함 	
2. 품목정의	<p><input type="checkbox"/> (최종목표) 저전력 구동 가능한 컬러 변환 BIPV 원천기술 및 시작품 개발</p> <p><input type="checkbox"/> (연구내용)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 반투명 태양전지 개발¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> - 효율 14%(1cm² 이상) <ul style="list-style-type: none"> * 소재는 제한없으나 대면적화 가능한 기술이어야 함 - 가시광선(파장 380~780nm) 평균투과율(효율 실측 태양전지 기준) 제시 ○ 저전력 혹은 무전력 구동으로 선명한 가역 색상 변환 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (색상 변환 기준) 색상간 CIE-LAB 지수차, $(\Delta L^* + \Delta a^* + \Delta b^*) \geq 25$ - (색선명도 기준) CIE-D65의 주간 일사(daylight illumination) 조건하에서 $C^*_{ab} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \geq 8$ - 색상 변환에 대한 재현성 확보 및 평가방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> * 투과도 변화나 명도 변화는 옵션 ○ 소면적(유리 면적 : 30cm x 30cm 이상) BIPV 시작품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 건물 창호 및 커튼월 적용 방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> * 열관류율, 일사획득계수, 가시광선 투과율 등 열 성능 만족 방안 포함 - BIPV 시작품 혹은 모듈의 태양광 변환효율(유리면적 기준) 제시 <ul style="list-style-type: none"> * 1)의 반투명 태양전지 기술 적용 필수 	

