

셀 쪽 반사광을 지우는 원편광 전면층과 BIPV 외관

조진현 쿨스 대표 jhcho@cools.co.kr

SUMMARY

BIPV는 셀 격자, 금속 전극, 셀 간극이 비쳐 균질한 유리 외장을 만들기 어렵고, 색상·흑색 처리층은 발전에 쓸 빛과 열까지 셀로 보낸다. 선편광자와 1/4 파장판으로 만든 원편광 전면층은 셀 쪽에서 되돌아오는 빛을 한 번에 흡수하고, 시감 대역만 편광해 근적외 발전광은 셀로 보내는 구조를 다룬다.

COOLS / CoolSolar

건축 외관을 위한 BIPV 광학 제어

셀 측 내부 반사광 억제와
전면층 발열원 재배치

기존 BIPV의 애로사항 · 쿨스의 솔루션 · 파급효과

발전 기능과 건축 외관 사이의 간극

셀 격자와 금속 부재가 드러나는 외관

BIPV 평가 기준: 발전량과 함께 건물의 표정·반사광·외장재 완성도

건축이 요구하는 균질한 유리 외장

외관 반사의 발생 위치별 구분

반사 위치	외관에 나타나는 현상
전면 유리	표면 반사와 주변 풍경의 반영
셀 표면	셀 색상과 패턴의 시인
금속 전극	국부적인 고휘도 섬광
셀 간극부	배선·후면층에 의한 밝기 차이



기존 해법별 제어 대상과 한계

표면 처리·색상 제어·전극 배치: 반사 성분별 개별 대응

접근	주요 효과	잔존 과제
AR 코팅·표면 요철	표면 반사 감소 또는 산란	내부 패턴과 각도별 반사
색상층·구조색	색과 외관의 조절	투과 손실과 외관의 균형
후면 전극형 셀	전면 금속 전극의 제거	셀 표면과 간극의 시인

쿨스의 접근 셀·전극·간극 반사 일괄 소거 단일 전면층으로 통합 대응

쿨스 접근: 셀 측 반사원 공통의 왕복 광경로 제어

외관 개선과 발전량·셀 온도의 동시 설계 요구

발전 유효광의 손실

기존 색상·흑색 처리층: 반사와 함께
셀 도달광까지 흡수

흡수열의 셀 유입

처리층 흡수열의 셀 전달
→ 온도 상승에 의한 출력 저하

셀 측 반사광을 함께 제어하는 전면 광학층

원편광자의 왕복 광경로

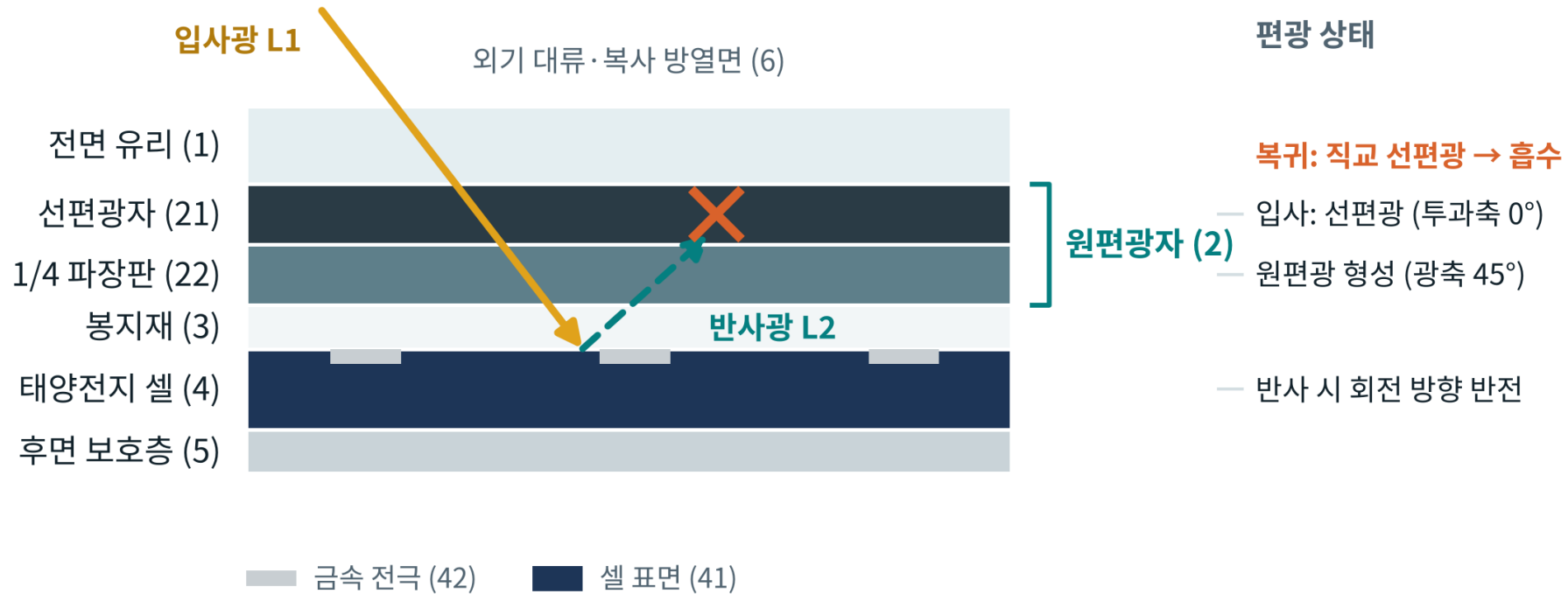
셀·전극·간극에서 되돌아오는 빛의
편광 상태를 바꾸어 외부 출사를 억제

전면층 흡수와 외기 방열

흡수열의 발생 위치와 셀 온도를 함께 설계

원편광자 배치와 모듈 적층 구조

빛이 들어오는 쪽은 선편광자, 셀 쪽은 1/4 파장판



전면 유리 / 선편광자 / 1/4 파장판 / 봉지재·셀 / 후면 보호층

왕복 위상 반전에 의한 반사광 일괄 소거

45°

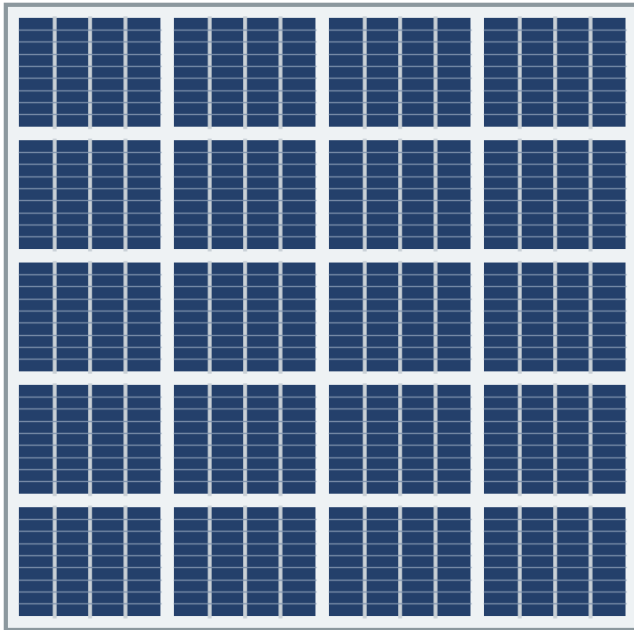
선편광자 투과축과
1/4 파장판 광축의 정렬

왕복 통과 후
직교 편광 상태를 형성

광경로 단계	광학 상태와 작용
입사·선편광자 통과	투과축 방향의 선편광
1/4 파장판 통과	원편광 형성
셀 측 반사	편광의 회전 방향 반전
파장판 재통과	투과축에 직교하는 선편광
선편광자로 복귀	반사광 흡수·외부 출사 억제

셀·전극·간극 패턴의 동시 은폐

종래 BIPV 모듈



셀·전극·간극 패턴 시인

CoolSolar 모듈



균질 블랙 외관 (셀·전극·간극 비시인)



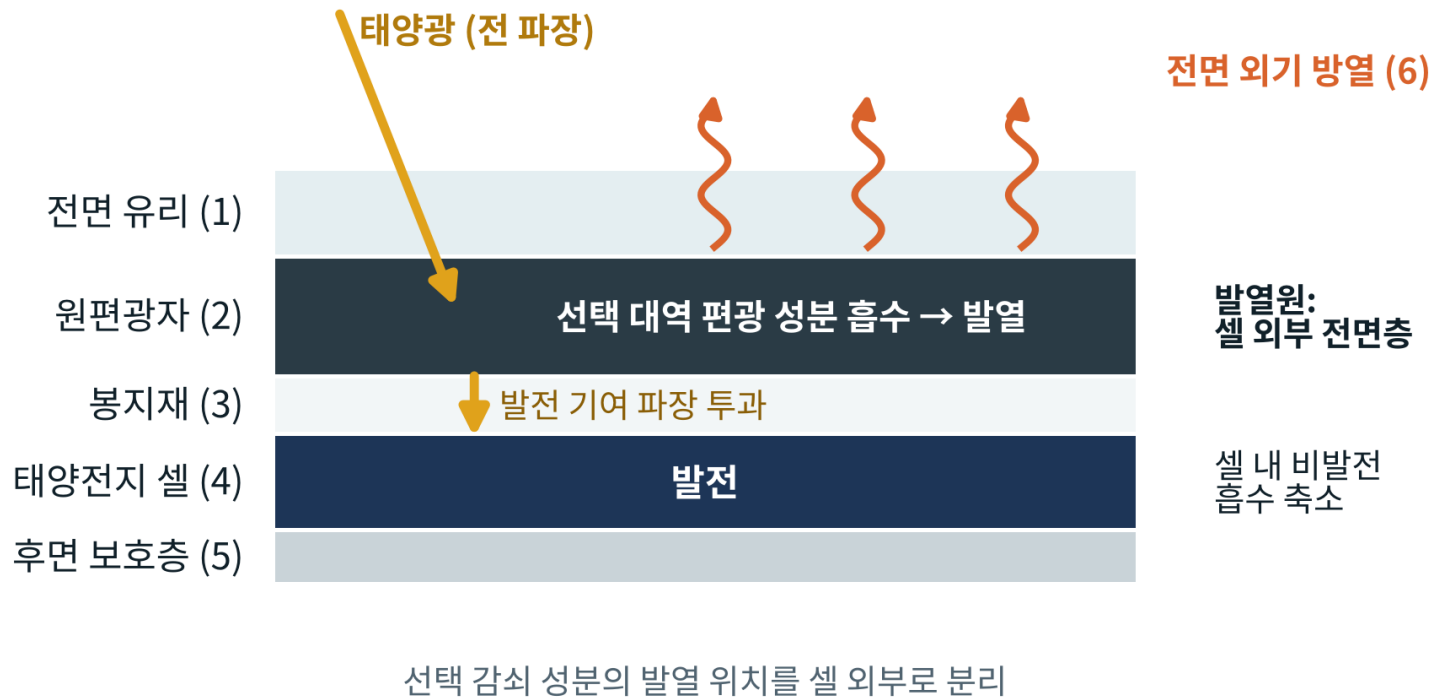
공통 광학층

반사 위치가 달라도
되돌아오는 빛은
같은 전면층을 통과

소거 대상:
원편광자 하부의
셀 측 전 반사원

전면층 발열원 재배치 열 설계

흡수열을 전면에서 외기로 방출하고, 발전에 유효한 빛은 셀로 전달



설계의 중심

전면 외기 방열

발열 위치의
셀 외부 분리

셀 내 비발전
흡수 축소

선택 감쇠 대역: 시각 대역 한정 / 근적외 발전 대역은 비편광 투과로 셀에 전달

평판 모듈 광학층 통합 구조

집광기 없이 유리·광학 필름·봉지재를 적층하는 구조

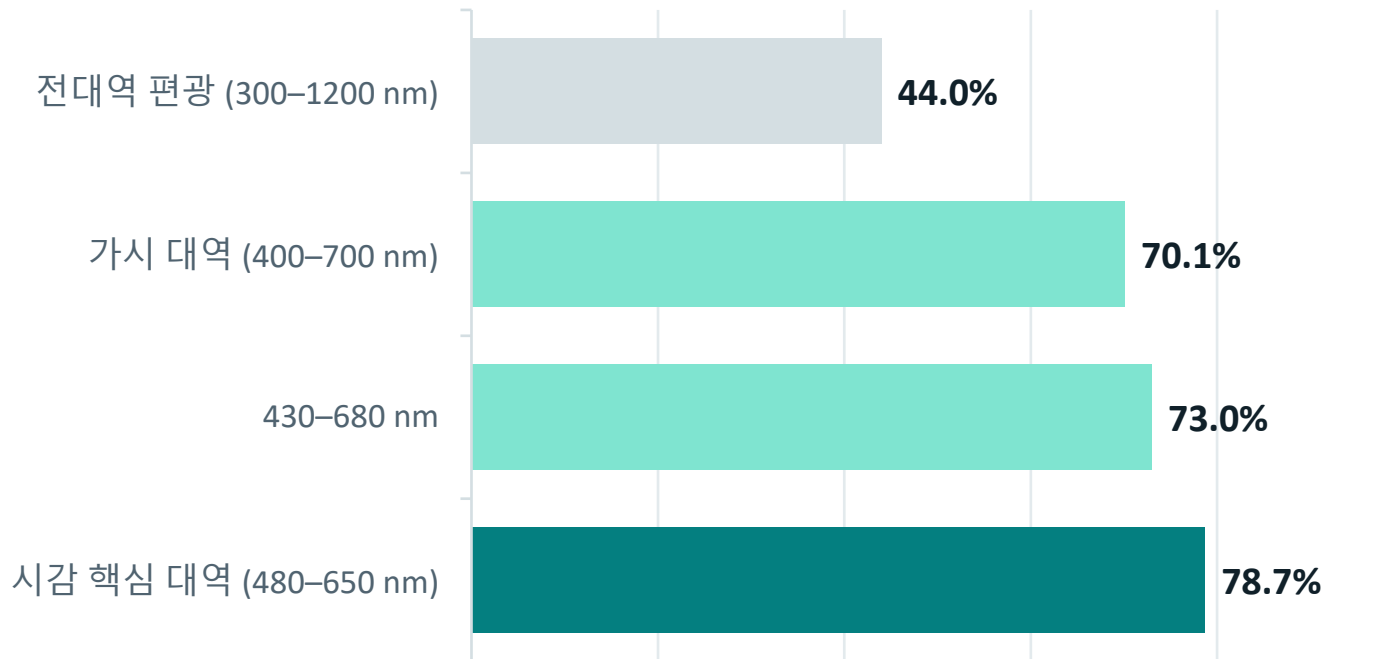
설계 단계	구현 방향	핵심 관리 항목
광학 필름	선편광자와 파장판의 일체화	축 정렬, 대역별 투과·지연
모듈 적층	전면 유리와 셀 사이에 삽입	기포·주름·응력 복굴절
옥외 보호	UV 보호와 수분 차단 봉지	열·습도·UV에 대한 광학 안정성
셀·외장 통합	IBC·TOPCon·HJT·탠덤 셀 적용	셀별 광학 응답과 열 경계조건

모듈화 핵심: 광학 특성 유지 라미네이션 + 내후성 봉지

시감 대역 한정 편광 설계와 유효 투과율

눈이 보는 대역만 편광 소거, 근적외 발전 대역은 비편광 투과로 셀에 전달

결정질 Si 셀 유효 광전류 투과율 (분광 계산값, %)



시감 반사 95.6% 포괄

480–650 nm 한정 편광
→ Si 광전류의 72.3%는
비편광 대역으로 셀 전달

**전대역 편광 44.0% 대비
유효 투과율 78.7%**

발전 기능을 갖춘 균질 블랙 외장

셀·전극의 존재감 소거
건물 외피의 재료감 구현

외관 일체감
내부 섬광 저감

파사드.루프.캐노피 적용 범위



오피스와 호텔, 공공건축의 불투명 외장

곡면 파사드: 분할 모듈 구성으로 외피 형상 대응

내부 반사 제어 기반 BIPV 건축 적용성 확대

건축 설계

균질한 블랙 외장과
발전 기능의 통합

모듈 설계

다양한 셀에 적용하는
전면 광학층 구조

발전 설계

시감 대역 한정 편광
근적외 발전 대역 투과

CoolSolar · 발전하는 건축 외피



주식회사 쿨스

대표이사 조진현

본사 | 경상남도 창원시 의창구 중동북로 23

지사 | 경기도 화성시 동탄구 삼성1로 160

M. 010-2280-9414

E. jhcho@cools.co.kr

H. www.cools.co.kr
