

두께로 투과율과 발전량을 정하는 단결정 III-V 발전유리

조진현 쿨스 대표 jhcho@cools.co.kr

SUMMARY

초박형 GaAs 반투명 전지의 작동은 문헌에서 확인됐지만 실증은 mm급 셀 단위에 머물러 있다. 스마트컷의 이온주입 깊이로 III-V 발전층 두께를 정하면 투과율·발전량·색좌표가 하나의 공정 파라미터로 지정된다. 1550 nm 광으로 이온주입 변성영역만 가열해 박리하고 모기판을 반복 사용하는 제조 구조를 다룬다.

물리는 이미 증명됐다. 제조플랫폼이 없다.

초박형 GaAs 반투명 전지의 작동은 이미 검증됐다. 남은 문제는 이를 건축유리의 가격과 면적으로 만드는 일이다.

01 증명됐다

19.9%

205 nm GaAs 초박막
셀 인증효율

27.4%

100 nm GaAs 반투명
셀 평균가시광투과율

- 205 nm GaAs 초박막 셀이 인증효율 19.9%를 기록했다.
- 100 nm GaAs 반투명 셀이 평균가시광 투과율 27.4%로 보고됐다.
- 초박형 III-V는 페로브스카이트·유기계 반투명 전지와 동일 투과율 구간에서 더 높은 효율을 보인다.

02 그러나 없다

5.5 mm

1 m²

문헌에 보고된 셀 크기 건축 창호 1매 단위

- 모든 실증은 mm급 쿠폰과 웨이퍼 단위
에 머물러 있다.
- 건축유리의 m² 단위·가격대로 옮기는 제
조플랫폼이 존재하지 않는다.
- 원판을 한 번 쓰고 버리는 구조에서는
건자재 가격에 도달하지 못한다.

03 쿨스가 선점한다

3대

2,713

깊이제어 · 원판재사용 (주)쿨스 출원 특허
· 선택 광처리 (2026.9.19 기준)

- 스마트컷 깊이제어로 투과율·발전량을
제품 사양으로 지정한다.
- 모기판을 반복 사용해 III-V 원판 비용을
여러 제품에 분산한다.
- 1550 nm 선택 광처리로 챔버 없이 대면
적 박리와 계면 활성화를 수행한다.

물리 리스크는 해소됐다. 남은 것은 제조 리스크이며, 그 해법이 (주)쿨스의 특허 자산이다.

지붕 다음의 발전면적은 창문이다

고층도시의 지붕이 작고, 외벽과 창문이 크다.



도시 외곽 대형 태양광발전소

- 신규 발전부지 확보가 전제된다
- 장거리 송전 손실이 발생한다
- 대규모 집중형 설비투자가 필요하다

도심 창호 발전유리

- 이미 존재하는 건물 외피를 활용한다
- 부하가 있는 지점에서 발전한다
- 별도의 발전부지가 필요하지 않다

발전소 부지를 새로 찾는 대신, 이미 존재하는 건물의 창문을 사용한다.

규제가 수요를 만들고, 창호가 면적을 만든다

ZEB 의무화가 건축주에게 발전면적 확보를 강제하며, 확보 가능한 면적의 대부분은 창호와 파사드에 있다.

글로벌 BIPV 시장

166.6 억 달러 **→** **470.2** 억 달러
2026년 2031년 · 연평균 23.1% 성장

아시아-태평양이 2025년 세계 물량의 40.7%를 차지한다.

제로에너지건축물(ZEB) 의무화

2025.1

민간 신축 연면적 1,000 m² 이상 ZEB 5등급 수준 설계 적용

2025.12

연면적 1,000 m² 이상 민간건축물 ZEB 5등급 수준 에너지 기준 의무화

2030

연면적 500 m² 이상으로 적용 대상 확대

국내 BIPV 시장

2,300 억원 **→** **9,000** 억원
2023년 2030년

40층 오피스 1개 동의 발전면적

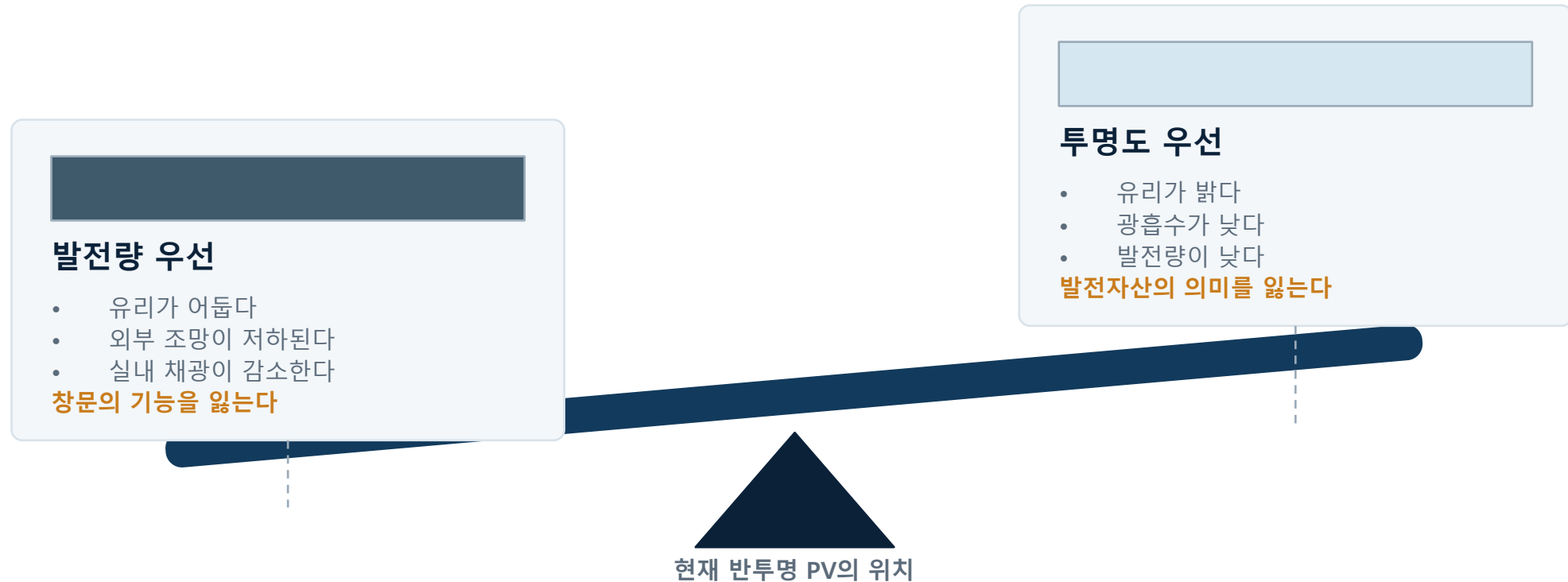
1,600 m²
지붕 면적

15,400 m²
창호 면적 · 지붕의 약 10배

지붕을 모두 덮어도 도달할 수 없는 면적이 창호에 남아 있으며, 그 면적은 규제로 인해 반드시 사용되어야 한다.

발전량을 선택하면 창문을 잃고, 창문을 선택하면 발전량을 잃는다

투명도와 발전량이 하나의 자원을 나누어 쓰는 구조에서는 절충만 가능하다.



반투명 PV는 두 목표 사이에서 절충점을 고르는 문제로 남아 있으며, 두 값을 독립적으로 설계하지 못한다.

투명성을 얻는 방법이 곧 제약을 만든다

현재 상용·개발 단계의 반투명 PV는 세 가지 방식으로 분류된다.

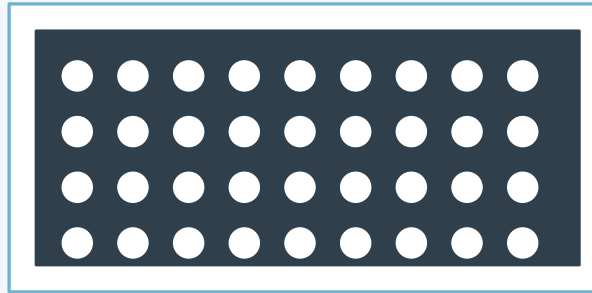
A. 결정질 실리콘 간격형



투명한 셀이 아니라 불투명 셀 사이의 빈 공간으로 투과율을 만든다.

발전면적이 직접 감소한다

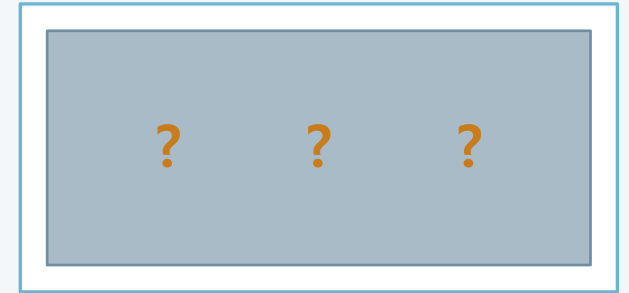
B. 패턴 제거형



셀에 구멍이나 줄무늬를 형성해 투과 경로를 확보한다.

발전면적을 제거해 투과율을 확보한다

C. 박막·유기·페로브스카이트형



균일한 반투명 막을 형성하지만 장기 신뢰성이 관문이다.

수명·봉지·대면적 안정성이 과제다

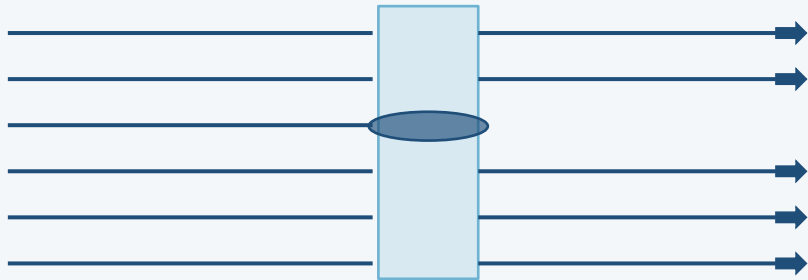
기존 방식은 투명성을 얻는 비용을 발전면적 또는 수명으로 지불한다.

투명한 재료로 억지로 발전하지 않는다

원래 고효율인 III-V 단결정을 필요한 만큼만 남기는 방식으로 접근한다.

넓은 밴드갭 투명재료

투명성에서 출발한다

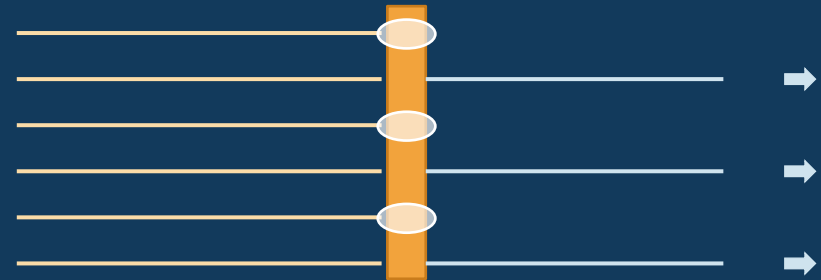


대부분 통과 · 흡수 부족

- 가시광 대부분이 그대로 통과한다
- 흡수 가능한 태양광 스펙트럼이 제한된다
- 발전량을 높이면 투명성이 악화된다

직접천이 III-V 단결정

흡수 성능에서 출발한다



초박막에서 선택 흡수

- 얇아도 광흡수가 강하다
- 두께로 투과율을 조절한다
- 남은 초박막층도 고효율로 발전한다

두꺼운 III-V



높은 흡수 · 낮은 투과율 · 발전 우선

초박형 III-V



선택적 흡수 · 가시광 일부 통과 · 채광과 발전의 동시 성립

박리 깊이가 제품 사양이 된다

이온주입 깊이를 바꾸면 동일 원판에서 서로 다른 광학·전기 사양의 발전층이 생성된다.

III-V 단결정 웨이퍼 단면



주입 깊이 = 박리면 = 발전층 두께

A

얇은 III-V

→ 높은 투과율



QoolView
Clear

B

중간 두께

→ 투과율·발전 균형



QoolView
Balanced

C

두꺼운 III-V

→ 높은 발전량



QoolView
Power

스마트컷은 제조공정이 아니라, 제품의 광학·전기 사양을 지정하는 설계변수로 사용된다.

하나의 공정 파라미터가 제품 등급까지 연결된다

이온주입 깊이에서 제품 등급까지 단절 없이 이어지는 설계 체인을 보유한다.



기존 스마트컷의 위치

얇은 층을 분리하기 위한 제조공정으로 사용된다. 목표는 균일한 박막 획득에 한정된다.

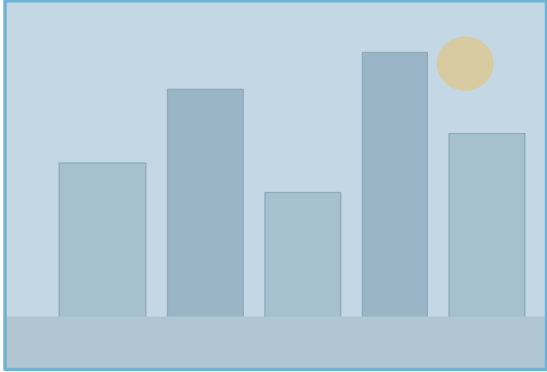
COOLS에서의 위치

박리 깊이가 투과율·발전량·색좌표를 지정한다. 제품 사양서가 곧 공정 레시피가 된다.

두께를 바꾸면 제품이 바뀐다. 별도의 셀 설계 변경 없이 제품군이 확장된다.

하나의 원판에서 여러 제품이 나온다

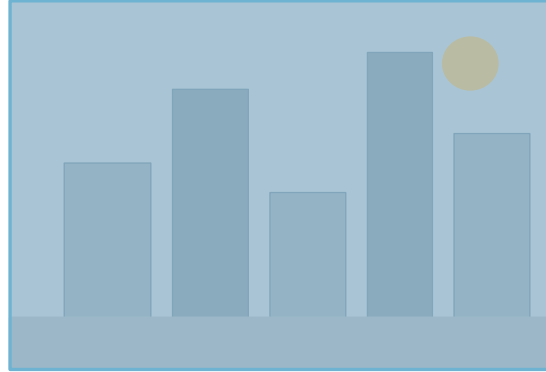
두께를 바꾸면 적용 시장이 달라진다. 건축 요구조건에 맞추어 광학·발전 사양을 주문형으로 지정한다.



QoolView Clear 40

가장 밝은 등급

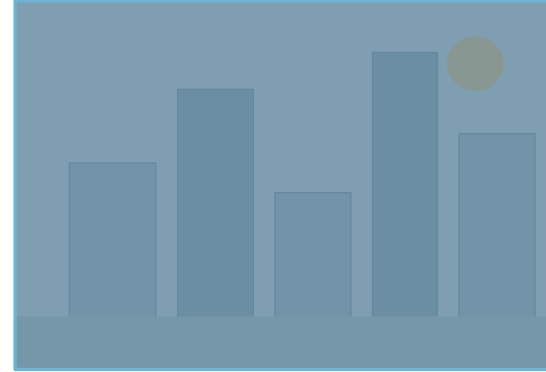
로비 · 오피스 · 상업시설



QoolView Balanced 30

채광과 발전의 균형

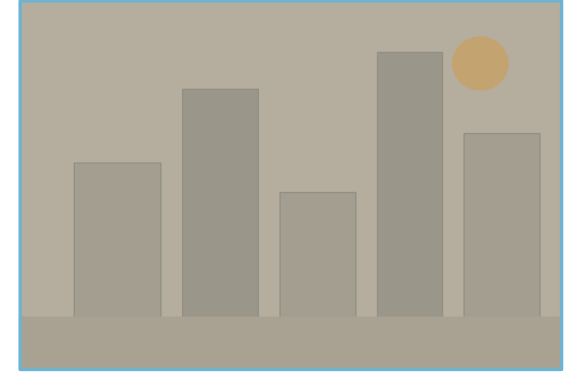
일반 커튼월



QoolView Power 20

발전량 우선 등급

남향 파사드 · 스펀드럴 인접부



QoolView Color

건축 색상 맞춤

색좌표 지정 프로젝트

주문형 사양 지정

투과율



발전량



색좌표



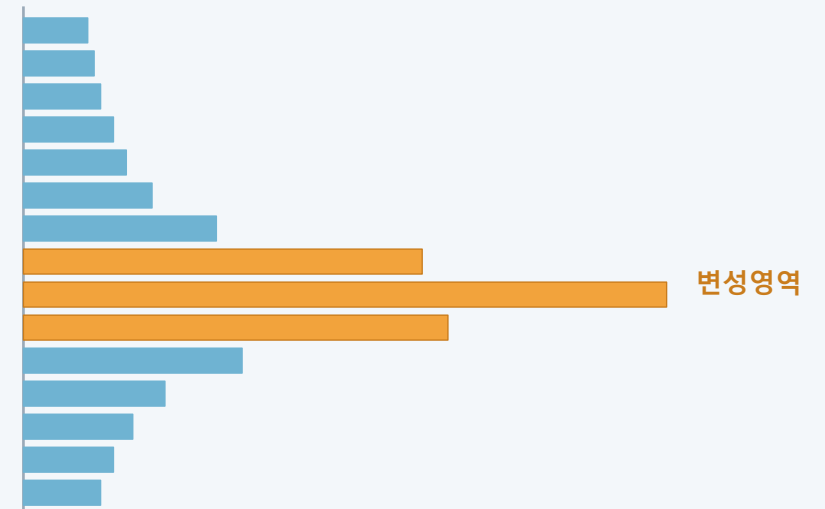
COOLS는 단일 태양전지를 판매하지 않는다. 건축물이 요구하는 투과율·색좌표·발전량을 지정받아 그 사양의 발전유리를 공급한다. | 제품 사양은 개발 목표값이다.

전체 웨이퍼가 아니라 필요한 층만 처리한다

정상 결정층은 투과시키고 이온주입 변성영역에서만 흡수시켜 깊이 선택적으로 에너지를 전달한다.



깊이 방향 온도 상승 프로파일



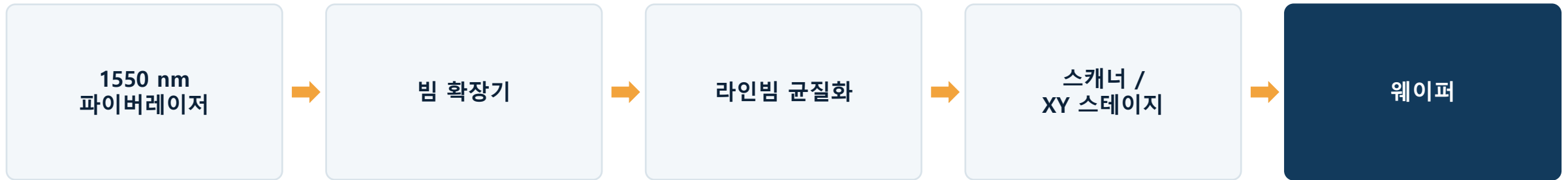
투과층은 저열예산으로 유지되고, 변성영역만 선택적으로 가열된다.

박리·손상회복·계면활성화가 하나의 광원으로 수행된다.

열이 필요한 깊이에만 에너지가 도달하므로, 챔버 없이 대면적 처리가 성립한다.

자본효율적인 소형 장비로 구현한다

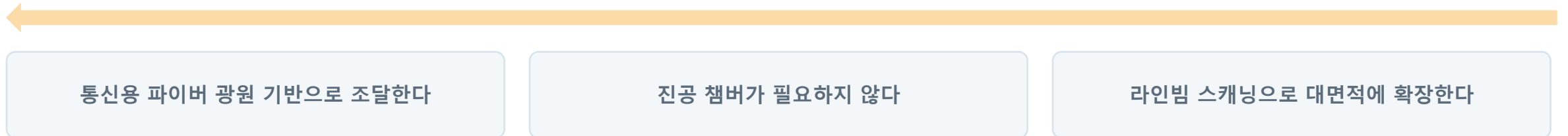
대형 진공 챔버나 대면적 광원 어레이 없이, 파이버 광원과 라인빔 스캐닝으로 구성된다.



페루프 계측



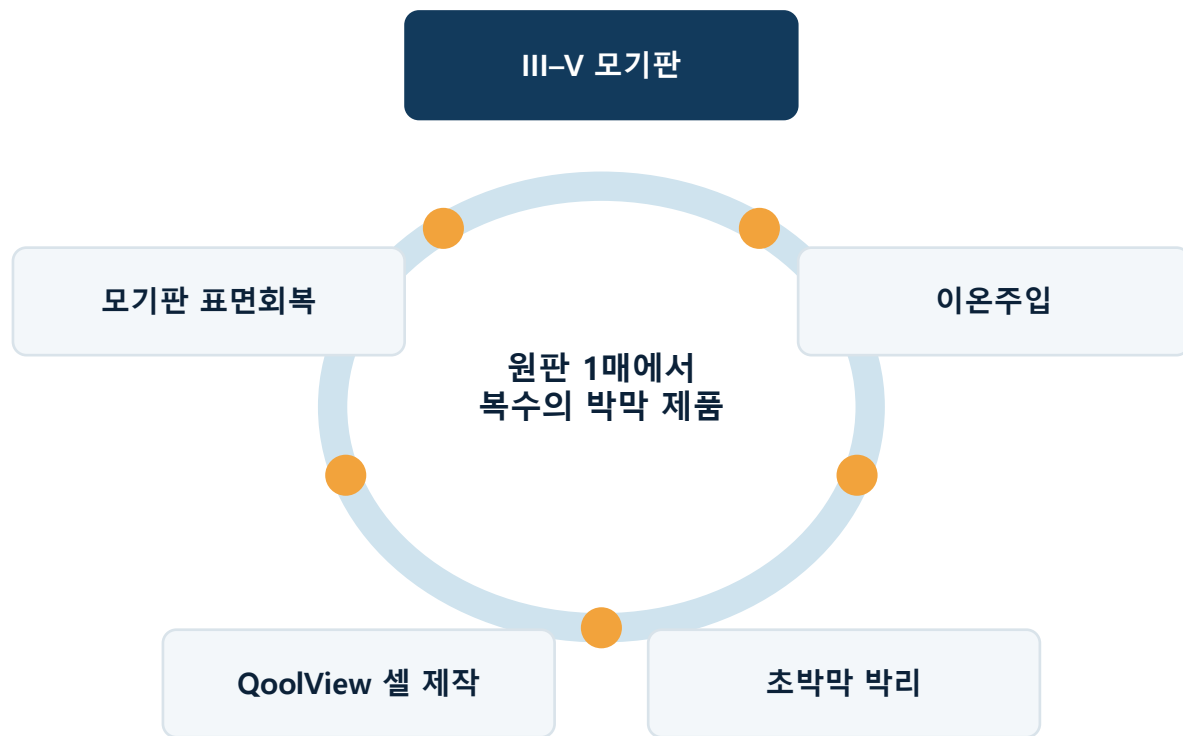
실시간 신호로 조사량·스캔속도를 보정하여 박리 깊이와 손상 수준을 제어한다.



장비는 목적이 아니라, 핵심 공정을 자본효율적으로 구현하는 수단이다.

비싼 III-V를 한 번 쓰고 버리지 않는다

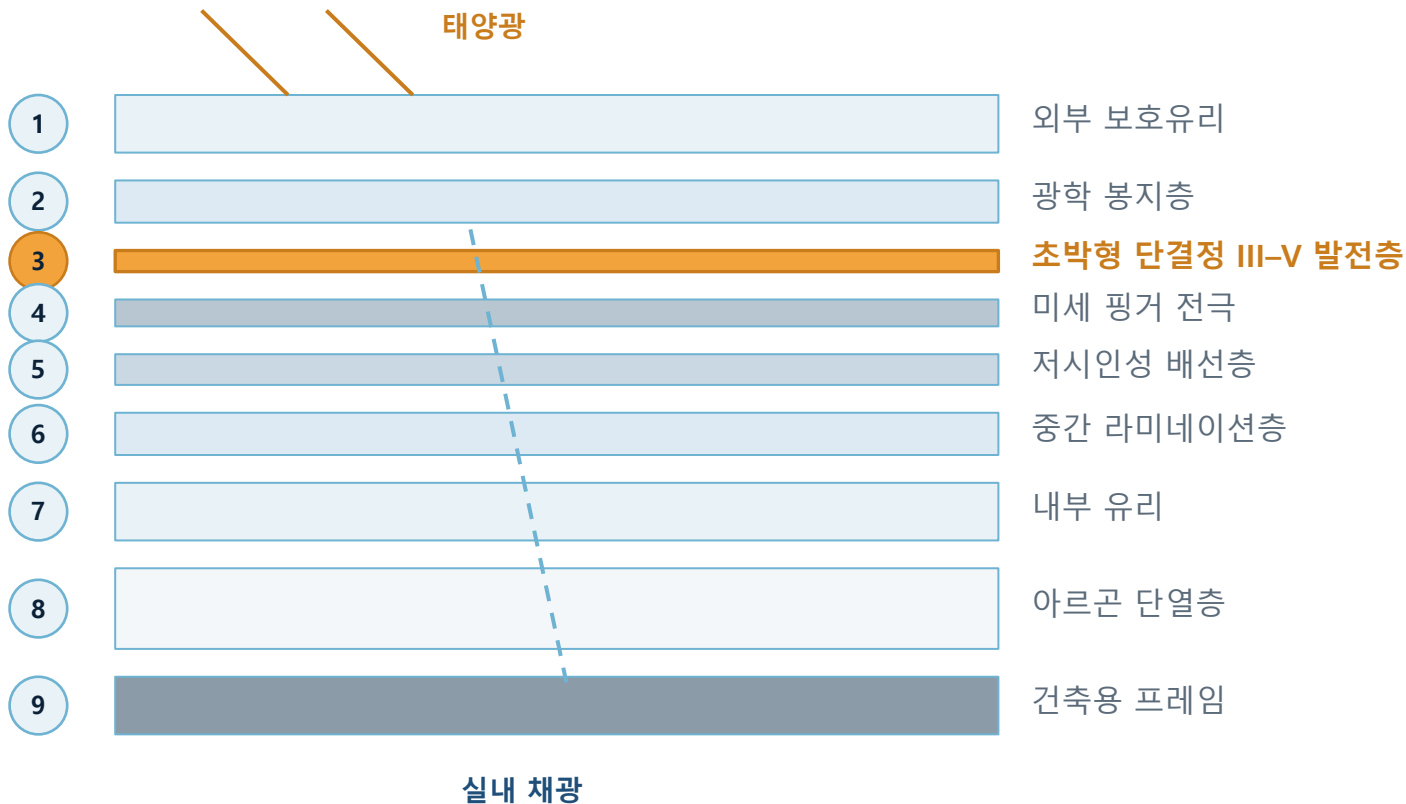
모기판에서 초박막만 분리하고 표면을 회복시켜 반복 사용한다.



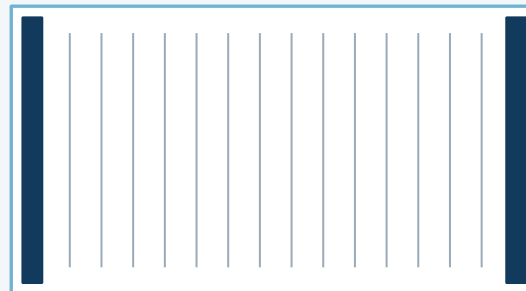
모기판 1매당 10회 이상 재사용을 목표로 하며, 달성 시 제품 1건에 배분되는 III-V 원판 비용은 1/10 수준으로 낮아진다.

완성품은 태양광 패널이 아니라 건축유리다

초박형 III-V 발전층을 복층유리 구성 내부에 내장한다.



배선 설계



- 미세 핑거로 조망 방해를 최소화한다
- 부스바는 유리 가장자리에 배치한다
- 셀 간 연결부는 프레임 내부로 은폐한다

III-V 발전층은 서브마이크론급 두께로 내장되며, 완성품 외관은 건축용 반투명 유리로 유지된다.

단순 반투명 태양전지가 아니라 두께 프로그래밍 플랫폼이다

다른 회사는 셀의 빈 공간을 설계한다. COOLS는 단결정 발전층의 두께를 설계한다.

구분	기존 반투명 PV	QoolView
투명성 구현	셀 제거 · 간격 확보 · 박막화	III-V 두께 정밀 설계
발전 재료	Si · 유기 · 페로브스카이트 등	단결정 III-V
제품 등급	패턴 및 면적비 변경	박리 깊이로 설계
색상 제어	코팅 · 패턴 의존	두께 · 조성 · 광학구조
원판 경제성	일반적으로 일회성 셀 생산	모기판 반복사용 목표
제조 전략	전용 대형 라인	외부 설비 + COOLS 레시피
핵심 자산	셀 제조 역량	공정 IP · 광학 DB · 제품설계

두께가 사양이 되므로, 신규 제품 추가에 셀 재설계나 신규 라인이 필요하지 않다.



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
