



Vision-Based Inspection Solutions for Photovoltaic 태양광 전체 공정 비전 검사 시스템

LEAPER가 독자적으로 개발한 LPsolar 시리즈는 결정질 실리콘 태양 전지의 전 공정 제조 기술에 대해 체계적인 기계 비전 산업 검사 솔루션을 제공합니다. 이는 제품 품질을 관리하고, 동시에 공정 흐름과 생산 효율을 향상시키며, '기계가 인간을 대체하는' 업그레이드를 실현합니다. 2022년, LEAPER의 태양광 검사 제품은 8000대 이상 출하되었으며, 2023년에는 20000대 이상 출하될 것으로 예상됩니다. 태양광 분야의 비전 검사에서 선도하는 LEAPER는 지속적으로 제품 품질과 서비스 수준을 향상시키며, 더 진보된 제품과 가치 있는 솔루션을 제공합니다.

결정질 실리콘 태양 전지 비전 검사 제품

미세 균열 검출	PE 검사	PL 검사	SE 검사	실크스크린 검사	카세트 검사		
백플레인(오염, 흡입 자국)	정면 필름(스크래치, 백점, 프레임 자국)	인쇄 후(스크래치, 미세 균열)	면트로피 이미지(단선, 흡입 자국)	큰 조각, 큰 결함 각도	과도한 조각	액체 포함	적층 검사

전체 결정질 실리콘 태양 전지 라인 검사 솔루션

LEAPER가 개발한 결정질 실리콘 태양 전지 비전 분류 장비는 다양한 공정 단계에서 결함 검사에 대한 체계적인 솔루션을 제공하며, 온라인 지능형 검사 및 분류를 가능하게 합니다. 태양광 중간 공정 셀 단계에서는 전 공정 단계 AOI 검사 장비를 갖추고 있으며, TOPCon, HJT, IBC, 페로브스카이트 등 다양한 태양 전지 기술에 적용됩니다. TOPCon 공정의 전체 AOI 검사 장비는 아래와 같습니다.



결정질 실리콘 태양광 전지 미세 균열 검출 모듈

SC - A100 SC - B300 SC - C300

실리콘 웨이퍼의 잠재적 균열 및 기타 결함 검출에 주로 사용.

제품의 장점

- ☑ 통합된 미세 균열 및 파편 검출 모듈
- ☑ 맞춤형 전체 광학 시스템(더 저렴한 가격, 더 높은 성능)
- ☑ 고효율 AI 알고리즘(처리 시간 250ms 이하)

성능 파라미터

생산량	단일 레일 ≤4500개/시간
최대 검출 정밀도	85μm
장비 유효 가동 시간	≥99.5%
파편 비율	<0.05%(전송 제거)
재현성	99%
전압	220V AV



고효율 AI 알고리즘(처리 시간 250ms 이하)

전력 소비	≤1.3KW
적용 가능한 실리콘 웨이퍼	배터리 사이즈 182mm*230mm, 실리콘 두께 110220μm
일반 웨이퍼 누락 검출율	≤0.1%, 계산 방식: 누락 수/총 검출 수
일반 웨이퍼 오검출율	≤0.1%, 계산 방식: 오검출 수/총 검출 수
재작업 웨이퍼 누락 검출율	≤2%, 계산 방식: 누락 수/총 검출 수
재작업 웨이퍼 오검출율	≤2%, 계산 방식: 오검출 수/총 검출 수

결정질 실리콘 태양광 전지 PECVD 코팅 검출 모듈

SP - A100 SP - B100 SP - C100

코팅된 결정질 실리콘 태양광 전지의 색상 차이 및 표면 결함 검출에 주로 사용.

제품의 장점

- ☑ 딥러닝 기능이 탑재되어, 생산자에게 결함 기준을 제공
- ☑ 표준 WEB 및 SQL 접속 지원
- ☑ 정지 없는 이미지 촬영 및 NG 웨이퍼 제거 모드
- ☑ 유연하고 사용자 정의 가능한 분류 기준
- ☑ 맞춤형 엔지니어링 솔루션 제공

성능 파라미터

생산량	≥4500개/시간
최대 검출 정밀도	90μm
장비 유효 가동 시간	≥99%
파편 비율	<0.05%(로봇 팔 흡입)
재현성	99.85%
외형 치수	단일 검사 위치: 430mm*350mm*600mm
무게	단일 검사 위치 ≤20KG
전압	220V AV
전력 소비	≤1000W



결정질 실리콘 태양광 전지 PL 검출 모듈

제품의 장점

- ☑ 검사 주기 단축(딥 러닝, AI 가속)이 됩니다
- ☑ 전 공정에서 고속 검사, 작업 단계 구분 없음, 온라인 및 오프라인 모두 가능
- ☑ 맞춤형 보고서 기능(엔트로피 이미지 포함)

PL - A300

생산량	<6000개/시간
최대 검출 정밀도	60μm(4K Line Scan 카메라)
누락률	스크래치 누락률 <0.3%, 검은 점 <0.3%, 기타 결함 ≤0.1%
오검출률	≤1%
재현성	≥99%

PL - D300

생산량	≤3600개/시간
최대 검출 정밀도	0.24m(1K Line Scan 카메라)
누락률	스크래치 누락률 <5%
오검출률	≤1%
재현성	≥99%

*참고: 오프라인 결함의 광범위함과 불확실성으로 인해, 위의 결함은 오프라인 검사에만 적용되며, 자동 검출에는 포함되지 않음.



결정질 실리콘 태양광 전지 PEPL 검출 모듈

SL-A300(PE Section)



생산량	<6000개/시간
최대 검출 정밀도	0.1m(4K Line Scan 카메라)
누락률	≤0.1%
오검출률	≤0.3%
재현성	≥99%

SL-B300(PL Section)

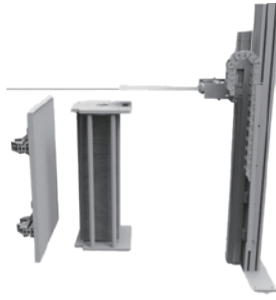


생산량	<6000개/시간
최대 검출 정밀도	60μm(4K Line Scan 카메라)
누락률	스크래치 누락률 <0.3%, 검은 점 <0.3%, 기타 결함 ≤0.1%
오검출률	<1%
재현성	≥99%

결정질 실리콘 태양광 전지 카세트 검출 모듈

SH - A100 SH - B100

식각 후 바스켓의 시각적 범위 내 파편, 중첩, 잘못된 조각, 누락된 조각, 무 카세트, 불균일 삽입, 미세거 등을 주로 검출.



성능 파라미터

검출 정밀도	150μm(단일 카메라)
검출 속도	단일 카세트 5s
장비 유효 가동 시간	≥99.5%
재현성	≥99%(검사 기준은 고객 결정)
검출 모드	동적 촬영
소프트웨어 기능	MES 기능/데이터 분석 기능/보고서 시스템 지원
MES 데이터베이스	MES 데이터베이스 지원
장비 정격 전력	1.5KW

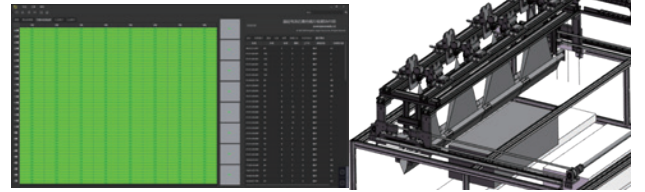
결정질 실리콘 태양광 전지 그라파이트 보트 검출 모듈

SM - A100 SM - B100 SM - C100 SM - D100

성능 파라미터

생산량	생산 손실 없음
최대 검출 정밀도	100μm
검사 항목	뒤틀림, 떨어진 조각, 중첩, 느슨한 너트 등 보트 변형
누락률	≤0.5%
오검출률	≤0.5%

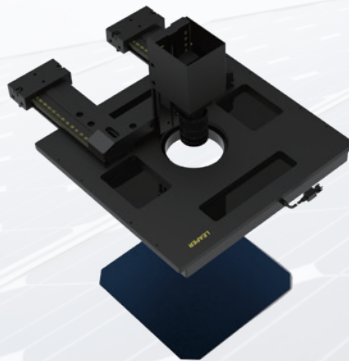
결함 위치 안내도



결정질 실리콘 태양 전지 실크스크린 인쇄 검사 모듈

SS - A100 SS - B100 SS - C100

주로 결정질 실리콘 태양 전지의 인쇄 공정 후 단락, 인쇄 편차, 선 두께, 뒷면 전기장 탈락, 뒷면 전극 인쇄 편차, 누락 등의 문제 검출에 사용됨.



제품의 장점

- ☑ 검사 주기 단축화
- ☑ 모든 고급 실크스크린 인쇄 장비 통합
- ☑ 맞춤형 소프트웨어 보고서 및 데이터 분석 제공
- ☑ 다양한 생산 라인 요구에 맞춘 맞춤형 검사 표준

성능 파라미터

생산량	≥3600개/시간
최대 검출 정밀도	60μm(12MP카메라)/ 30μm(25MP카메라)
장비 유효 가동 시간	≥99%
재현성	99.85%
외형 치수	단일 검사 위치:220mm*280mm*400mm
무게	단일 검사 위치≤15KG
전압	220V AV
전력 소비	≤1000W

결정질 실리콘 태양 전지 SE 검사 모듈

SE - A300 SE - B300 SE - C100

제품의 장점

- ☑ 실시간 이미징 및 신속 분석 가능
- ☑ 모듈식 설치 및 분해 용이성
- ☑ On-the-fly 모드로 정지나 간섭 없는 작동



성능 파라미터

생산량	≥4500개/시간
최대 검출 정밀도	카메라 정밀도11μm, 서브픽셀 검사 가능(6μm)
재현성	≥98%
2차원 기준점 오차	±15μm

결정질 실리콘 태양 전지 상단 이빨 석영 보트 검사 모듈

DC - A300

성능 파라미터

최대 검출 정밀도	160μm
검사 항목	보트 내부 파편, 보트 막대 파편, 상단 이빨 파편, 실리콘 웨이퍼 위 파편 등
누락률	≤0.5%, 계산 방법: 파편 누락 횟수/총 검사 횟수
오검출률	≤0.5%, 계산 방법: 파편 오검출 횟수/총 검사 횟수



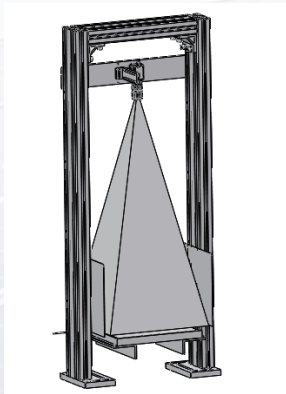
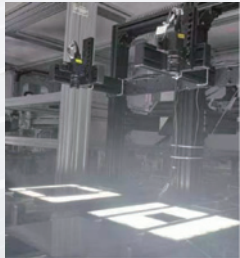
결정질 실리콘 태양 전지 파편 검사 모듈

GS - A100

주로 파편 결함 검출에 사용.

제품의 장점

- ▶ 행렬 방식으로 이미지 왜곡 없음
- ▶ 백라이트 조명 사용



성능 파라미터

생산량	≤단일 레일 6000개/시간(자동 상하재 기계 생산능력 초과)
호환 배터리 타입	182-230mm 웨이퍼
최대 검출 정밀도	122μm
알고리즘 처리 시간	≤300ms
장비 유효 가동 시간	99%
재현성	99%(검사 기준 확정)
검사 모드	연속 검사/정지 검사
오검출률	≤0.1%
누락률	≤0.05%
외형 치수	965mm*400mm*250mm
무게	15KG
전압	220V AV
전력 소비	1.2KW

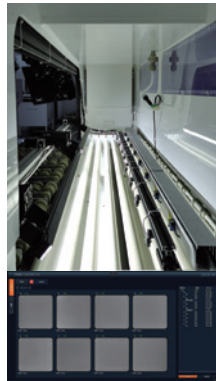
결정질 실리콘 태양 전지 워터마크 검사 모듈

SY-B100SC1

체인식 하역 세척기, PSG, BSG, 알칼리 연마 후 대형 파편, 과도한 조각, 액체 포함, 중첩 등의 결함 검출에 사용.

제품의 장점

- ▶ 라인 스캔 방식으로 깨끗한 배경 제공
- ▶ 딥러닝 검사와 결합하여 오염에 대한 오검출 감소
- ▶ 유연한 분류 기준 설정 가능



성능 파라미터

생산량	최대 4500개/시간(단일 레일)
최대 검출 정밀도	110μm(한 번에 두 개 처리)/185μm(한 번에 세 개 처리)
장비 유효 가동 시간	99%
재현성	99%(검사 기준 확정)
검사 모드	연속 검사
오검출률	≤0.1%
누락률	≤0.1%
외형 치수	2300mm*600mm*350mm (8개 레일 예시)
무게	15KG (8개 레일 예시)
전압	220V AV
전력 소비	1.5KW (8개 레일 예시)

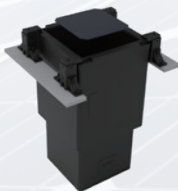
결정질 실리콘 태양전지 최종 분류 모듈

SF100

결정질 실리콘 태양전지의 색감이 및 분포를 판단하여, 다양한 제조사의 요구에 따라 8에서 24개의 집중 칩 슬롯으로 분류합니다.

제품의 장점

- ▶ 제조 공정에 대한 피드백을 제공하는 종합적인 보고서 데이터
- ▶ 모듈 색상 일관성 시뮬레이션 가능
- ▶ 방대한 데이터 그래픽 라이브러리로 더욱 정확한 분류 제공
- ▶ 안정적인 성능으로 미세한 색상 차이까지 검출 가능



성능 파라미터

생산량	≥3600개/시간
최대 검출 정밀도	30μm
장비 유효 가동 시간	≥99%
재현성	99.85%
등급 분류	맞춤화
전환 시간	<1h
외형 치수	단일 검사 위치:4660mm*1400mm*1885mm
무게	단일 검사 위치≤360KG
전압	380V AV
전력 소비	≤10KW

