



Task 13 태양광 시스템의 신뢰성 및 성능

S
P
V
P

정보지

양면 추적

2024년 7월

저자: Stein, J., Maugeri, G.

Task 13 관리자:
Ulrike Jahn, Fraunhofer CSP, 독일
Laura Bruckamn, Case Western Reserve University, 미국
Giosué Maugeri, RSE, 이탈리아



양면 추적

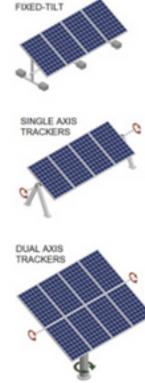
태양광 모듈의 에너지 생산량은 태양전지 효율 개선 뿐만 아니라 혁신적인 시스템 개념을 통해서도 증가될 수 있습니다.

양면형 태양광 모듈:

새로운 셀 설계를 통해 빛이 후면에도 도달할 수 있으며, 후면의 효율은 전면 대비 60%에서 90% 이상에 달합니다.

추적 시스템:

단일 축(1축) 및 이중 축(2축) 추적 시스템은 태양의 위치를 추적하기 위해 태양광 모듈의 방향을 조정하여 모듈에 입사되는 태양빛의 각도를 최소화합니다.



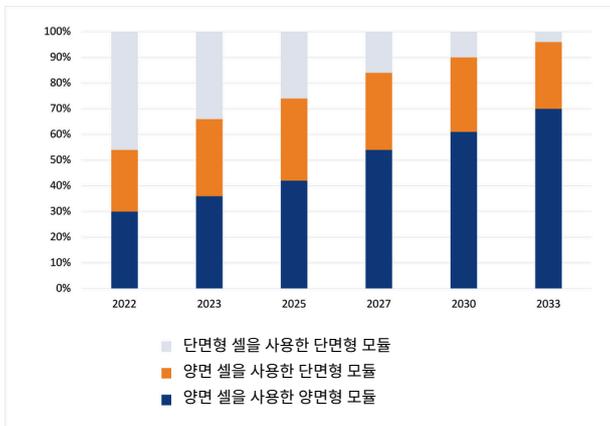
양면형 모듈과 단일 축 추적기를 결합하면, 에너지 생산량을 크게 증가시켜 전기를 가장 저렴하게 생산할 수 있습니다 (전통 시스템보다 35% 이상 증가).

양면형 추적 시스템은 세계 90% 이상 지역에서 최저 LCOE(균등화발전비용)를 가지고 있습니다. 양면형 추적 시스템의 LCOE는 기존 시스템보다 16% 낮습니다.

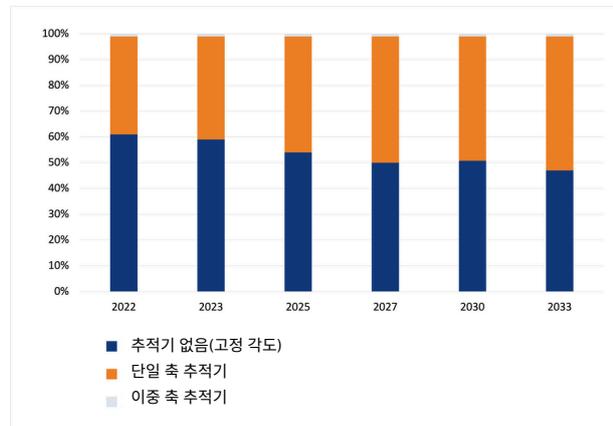
시장 개발

양면형 태양전지 셀과 모듈은 기술의 시장 점유율을 급격히 증가하고 있습니다. 특히 단일 축 추적기 또한 시간이 지남에 따라 시장 점유율을 확대하고 있습니다.

단면형 모듈과 양면형 모듈의 세계 시장 점유율



ci-Si 태양광 추적 시스템의 세계 시장 점유율





시장 트렌드와 주요 요인

- 가격은 디자인 요소, 지형의 형상, 강철 가격에 따라 달라집니다.
 - SAT 시스템은 고정 각도 시스템보다 연간 발전량을 약 20% 높일 수 있습니다.
 - 개발자들은 신뢰할 수 있는 납기 일정과 장비의 가용성을 중요시하며, 이를 위해 더 많은 비용을 지불할 의사가 있습니다.
- 공급망 문제와 시장 가격은 중요합니다 (예: 강철 - 현지 공급업체 사용으로 비용과 탄소 배출을 줄일 수 있습니다).
- 기업들은 특정 시장 부문에 집중하고 있습니다 (예: 영농형 태양광의 이중용도, 비농업용 혹은 사용가능 토지에 대한 보급, 급경사 지형). 토지 이용과 가치에 대해 다양한 시각이 존재합니다.

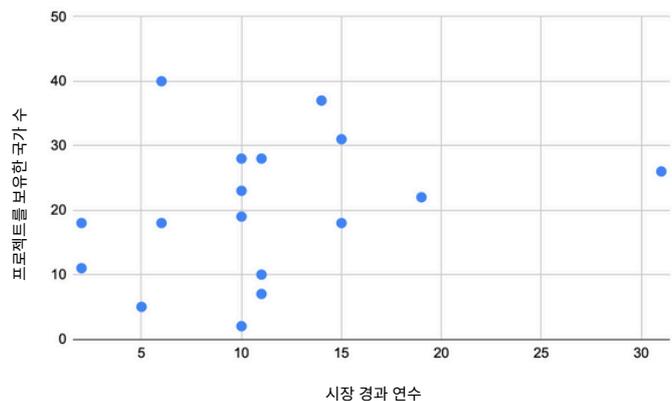
추적기 개요

설치 옵션 1-up 2-up Titled 2-axis 2-axis novels				추적기의 길이
설치 방법 driven piles(타설말뚝) piles in concrete(콘크리트 말뚝) 다른 설치 방법들 (slip-formed; screw)			인증 바람 우박 신뢰성	
움직임 유도 요인 중앙 모터 독립형 구조			알고리즘 백트래킹 최적화 경사 인식 청소 안전	
			극한 날씨 대응 방법 추적기 컨트롤러는 바람, 우박 및 눈 센서 또는 경고에 반응하여 모듈의 위험을 줄이기 위해 기울기 각도를 조정합니다.	

IEA PVPS Task 13은 17개의 추적기 회사(2012-2021년 글로벌 시장 점유율 약 87% 이상)의 인터뷰 및 2022년 Wood Mackenzie Global Solar PV Tracker 보고서 검토로부터 데이터를 얻었습니다.

추적기 회사들은 국제적으로 활동하고 있습니다:

- 회사의 70%는 적어도 10년 이상 운영되었습니다.
- 약 50%의 회사들이 20개 이상의 국가에서 추적기를 판매하고 있습니다.
- 80% 이상의 회사들이 10개 이상의 국가에서 판매하고 있습니다.





최적의 수율과 가치를 위한 시스템 설계

후진:

패널 간의 그늘이 발생하기 시작하면, 추적 각도는 더 이상 태양의 경로를 따라가지 않고, 대신 그늘이 발생하지 않도록 후진(감소)으로 조정됩니다. 조사된 모든 추적기 회사가 후진 기능을 제공합니다.

복잡한 지형은 특정 추적기 설계에 도전 과제를 제공합니다.

- 열에 수직 방향으로 경사가 변하면 각 열의 기울기 각도를 조정해야 합니다.
- 열과 평행한 방향으로 경사가 변할 경우, 토크 튜브에 유연한 커플링이 필요합니다.

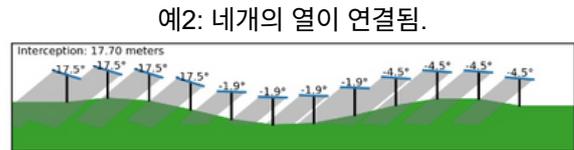
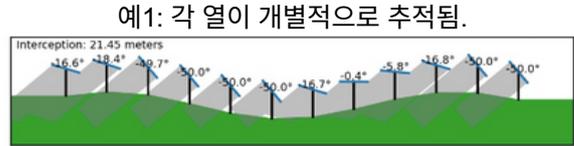


Figure by Kevin Anderson, Sandia

특정 날씨 조건에서는 빠른 조정이 필요합니다:

- 추적기 컨트롤러는 발전소 지역에 분산된 바람(또는 때때로 우박) 센서로부터 신호를 수신합니다.
- 시스템 및 모듈 보호를 위한 기울기 조정
 - 최대 기울기 – 예: 우박이나 눈
 - 수평 위치 – 바람 돌풍의 경우, 세일효과(sail effect)를 줄이기 위해

성능 모델링과 수율 평가

IEA PVPS Task 13 (Activity 2.3) 운영그룹은 현재 양면형 PV 추적 시스템에 대한 모범사례를 연구 중입니다. 이 활동의 일환으로, 우리는 다양한 시스템 설계 매개변수에 대한 다양한 모델링 도구 및 그들의 성능 예측을 비교하기 위해 블라인드 PV 성능 모델링 연구를 진행하고 있습니다. 참가자들은 시스템 설계 및 날씨 데이터가 제공된 여섯 가지 가상의 PV 시스템을 시뮬레이션하도록 요청받았습니다.

모델링 비교를 위한 시나리오 정의

시나리오는 가상의 것이며 다음과 같은 변화를 다룹니다:

- GCR (지면 커버리지 비율)
- 알베도
- 허브 높이
- 구성
- 지면 특성

시나리오	GCR	알베도	허브 높이	모듈 구성	지면 특성
S1	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	수평
S2	0.25	0.2	1.5 m	1-Up portrait	수평
S3	0.4	0.5	1.5 m	1-Up portrait	수평
S4	0.4	0.2	3.5 m	1-Up portrait	수평
S5	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	동쪽으로 10% 경사
S6	0.4	0.2	1.5 m	1-Up portrait	동쪽으로 10% 경사



IEA PVPS Task 13 Activity 2.3 : 양면 추적

Task 13의 목표는 다양한 환경과 응용 분야에서 태양광 모듈 및 시스템의 품질, 성능 및 신뢰성에 영향을 미치는 기술적 측면을 검토하는 공통 플랫폼을 제공하는 것입니다. 이를 위해 전 세계 다양한 태양광 시스템에서 모델링한 데이터 및 측정데이터를 수집합니다. 이는 각국의 다양한 실천사례에 대한 요약, 다양한 태양광 기술 및 시스템 설계에 대한 경험을 포함합니다. Task 13의 결과는 보고서, 워크샵, 웨비나 및 온라인 출판물을 통해 전파됩니다.



하위 작업:

1. 새로운 태양광 소재, 부품, 모듈의 신뢰성
2. 태양광 응용의 성능과 내구성
3. 기술경제적 주요 성과 지표



참고문헌

- C. D. Rodríguez-Gallegos, H. Liu, O. Gandhi, J. P. Singh, V. Krishnamurthy, A. Kumar, J. S. Stein, - S. Wang, L. Li, T. Reindl, and I. M. Peters. 2020. " - Global Techno-Economic Performance of Bifacial and Tracking Photovoltaic Systems." *Joule*, pp. 1514-1541.
- J. S. Stein, C. Reise, J. B. Castro, G. Friesen, G. Maugeri, and E. Urrejola. 2020. "Bifacial Photovoltaic Modules and Systems: Experience and Results from International Research and Pilot Applications." IEA PVPS Task 13 Report IEA-PVPS T13-14:2021.
- M. Fischer et al. 2022. "International Technology Roadmap for Photovoltaics: 2022 Results." VDMA.
- A. Barbón, V. Carreira-Fontao, L. Bayón, and C. A. Silva. 2023. "Optimal design and cost analysis of single-axis tracking photovoltaic power plants." *Renewable Energy* 211: 626–646.
- Y.-M. Saint-Drenan and T. Barbier. 2019. "Data-analysis and modelling of the effect of inter-row shading on the power production of photovoltaic plants." *Solar Energy* Volume 184: 127-147.
- N. AL-Rousan, N. A. Mat Isa, and M. K. Mat Desa. 2018. "Advances in solar photovoltaic tracking systems: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82: 2548–2569.
- D. Fontani, D. Jafrancesco, P. Sansoni, A. Nicolini, A. D. Giuseppe, A. Pazzaglia, B. Castellani, F. Rossi, and L. Mercatelli. 2023. " Field optimization for bifacial modules." *Optical Materials*, Vol. 138.