



EPISODE 59

P-타입 및 N-타입 패널을 위한 PID 메커니즘 및 솔루션 이해

Bankable. Reliable. Local.

P-타입 및 N-타입 패널을 위한 PID 메커니즘 및 솔루션 이해

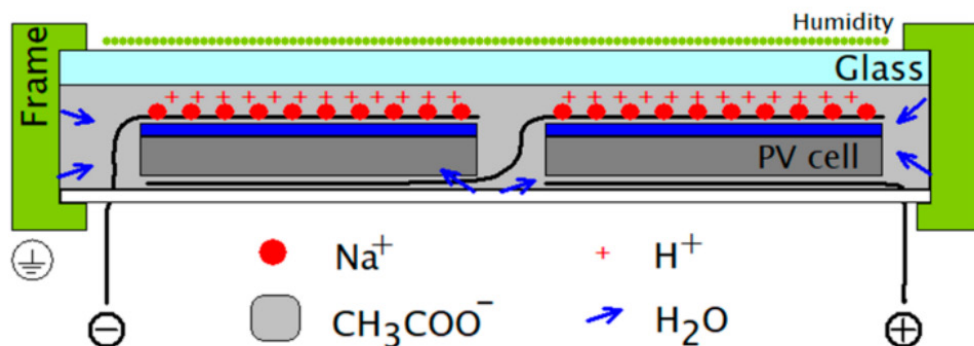
>> 배경

전위 유도 열화(PID)는 태양광 모듈의 장기적인 안정성과 신뢰성에 큰 영향을 미칩니다. PID를 해결하려면 원인을 파악하고 효과적인 솔루션을 구현해야 합니다. 이번 Solis 세미나에서는 P형 및 N형 태양광 패널에 특화된 PID 메커니즘에 대해 자세히 알아보고 보호 방법에 대한 인사이트를 제공합니다.

PID의 주요 원인

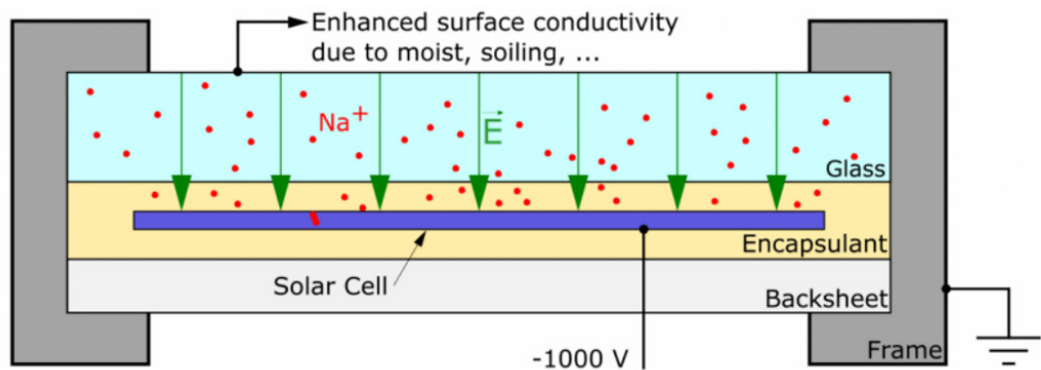
누설 전류 현상:

태양광 패널의 절연 상태가 좋지 않으면 특히 습한 환경에서 누설 전류가 발생하여 수증기가 침투할 수 있습니다. EVA 필름, 유리 및 수증기와 관련된 화학 반응은 적용된 전기장의 영향을 받아 Na^+ 를 생성하여 PID를 생성합니다.



높은 시스템 전압:

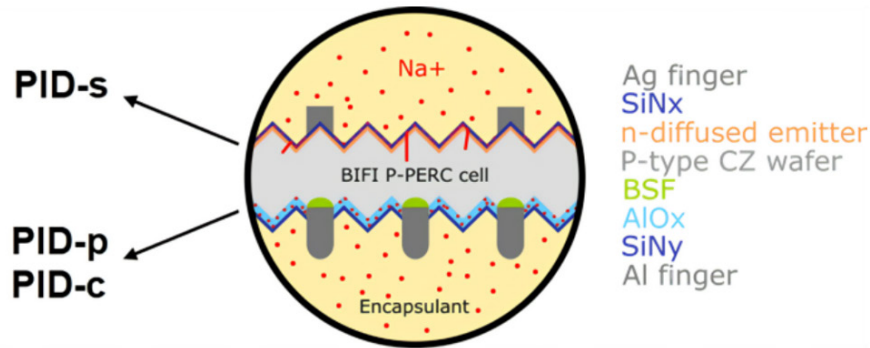
일반적으로 단일 PV 시리즈의 개방 회로 전압은 약 1000V, 작동 전압은 약 800V입니다. 구성 요소의 알루미늄 합금 프레임은 낙뢰 보호 및 접지가 필요합니다. 이 구성은 배터리와 알루미늄 프레임 사이에 상당한 DC 고전압을 생성합니다. 결과적으로 PV 셀과 금속 접지 프레임 사이에 전압 편향이 발생하여 전위 유도가 발생합니다.



태양광 모듈 PID 주요 유형

유형	원리	레벨
PID-s (선티)	유리의 Na+가 셀로 이동하기 때문에 전도성 불순물로 구성된 전도성 채널이 셀 내부에 형성되어 셉트 저항(Rsh)과 충전율(FF)이 감소합니다.	중간, 부분 복구 및 느린 복구
PID-p (양극화)	장시간 고전압에서 패널의 누설 전류의 영향으로 인해 패시베이션 층의 양전하와 음전하가 축적되어 표면 화합물 패시베이션 효과를 형성하며, 이는 단락 전류 (Isc)의 감소에 의해 지배되는 전력 손실이 특징입니다.	일반적으로 감쇠는 되돌릴 수 있으며 완전히 복원할 수 있습니다.
PID-c (부식)	외부 환경의 영향으로 부품 필름 노화, AlxOy, 질화규소(SixNy) 층 및 금속 부품과 같은 소재는 전력 손실로 인한 전기 화학적 부식을 겪게 됩니다.	심각하고 돌이킬 수 없는 손상에 속함

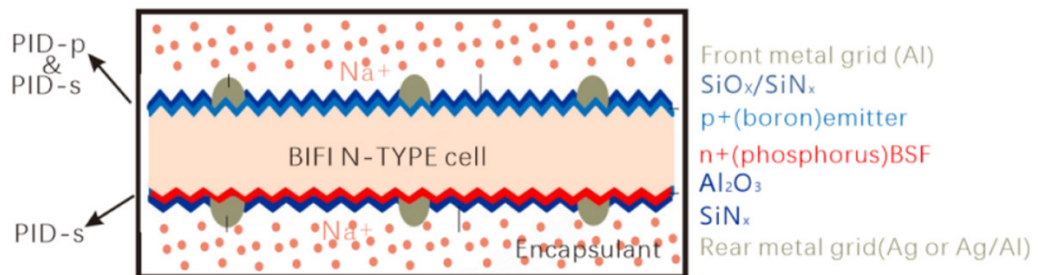
P형 모듈 PID 효과 특성(양면 이중 유리 모듈)



P형 PERC 양면 PV 모듈의 PID 메커니즘

그림에서 볼 수 있듯이 P형 양면 이중 유리 부품의 경우 전면은 일반적으로 PID-s, 후면은 일반적으로 PID-p, PID-c가 발생할 수 있으며, PV 모듈 프레임의 낙뢰 보호 및 접지를 고려하기 때문에 패널과 프레임 사이에 부정 편향이 형성될 수 있습니다. 이때 테두리는 양전하를 띠고 전면 유리의 Na+가 이동하여 배터리 표면의 접착 필름 층에 모이고 실리콘 결정의 결함을 확산 및 채우고 PN 접합을 통과하여 PN 접합의 양쪽 끝에 누설 전류 채널을 형성합니다.

부정 편향으로 인해 후면 유리의 Na+가 배터리 뒷면의 접착 필름 층으로 빠르게 모여 뒷면의 전자와 원래의 패시베이션 층을 음전하로 끌어당겨 패시베이션 효과가 저하되어 PID-p 감쇠를 초래합니다. 그리고 네거티브 출력 패널에 가까울수록 부정 편향이 클수록 PID 실패가 더 분명해집니다.



P형 모듈 PID 효과 특성(양면 이중 유리 모듈)

그림과 같이 N형 배터리의 경우 전면은 일반적으로 PID-s 및 PID-p 감쇠, 후면은 일반적으로 PID-s 감쇠이며 전면은 패널과 베젤 사이에 부정 편향이 있는 P 패널 적용과 유사합니다. 전면 유리의 Na⁺는 배터리 표면에 축적됩니다. 한편으로 Na⁺는 PN 접합을 통과하여 누설 전류 채널을 형성하여 PID-s를 생성합니다. 반면에 패시베이션 층의 음전자는 Na⁺에 끌리게 되어 패시베이션 효과가 저하되어 PID-p 현상이 발생합니다.

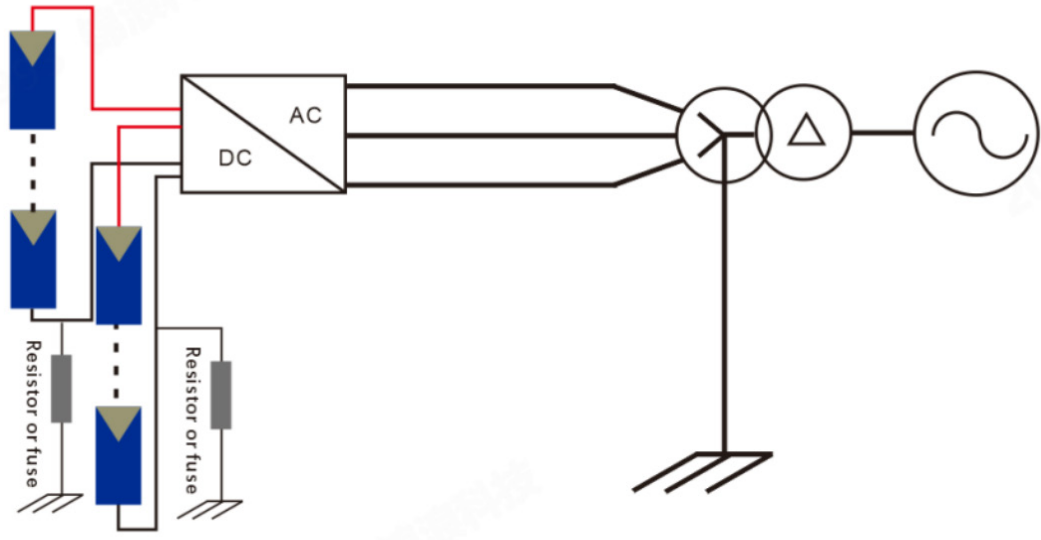
P형 태양광 모듈에 비해 N형 태양광 모듈의 양수 캐리어는 전자로, PID-s 손실이 더 크고 손실이 뒷면보다 더 심각합니다. 뒷면의 부정 편향으로 인해 후면 유리의 Na⁺가 배터리 뒷면의 접착 필름 층으로 빠르게 모여 PN 접합을 통과하여 누설 전류 채널을 형성하여 PID-s 감쇠를 초래합니다.

위의 분석에 따르면 N 형 또는 P 형 PV 모듈에서 발생하는 PID 효과의 유도는 일관되고 평면에 따라 PID 유형 만 구별되므로 보호 방법은 주로 다음과 같이 동일합니다.

음극 직접 접지 솔루션:

저항기 또는 퓨즈를 통해 태양광 모듈 또는 인버터의 음극을 접지하면 모듈과 접지 금속 프레임의 음전압이 동일한 전위를 유지할 수 있습니다. 이 솔루션은 그림과 같이 중앙 집중식 인버터에 주로 사용됩니다.

참고: 이 솔루션은 절연 인버터 사용으로 제한됩니다. 비절연 태양광 인버터는 추가적인 절연 변압기가 필요하므로 안전 수준이 낮고 상대적으로 높은 비용이 발생합니다.

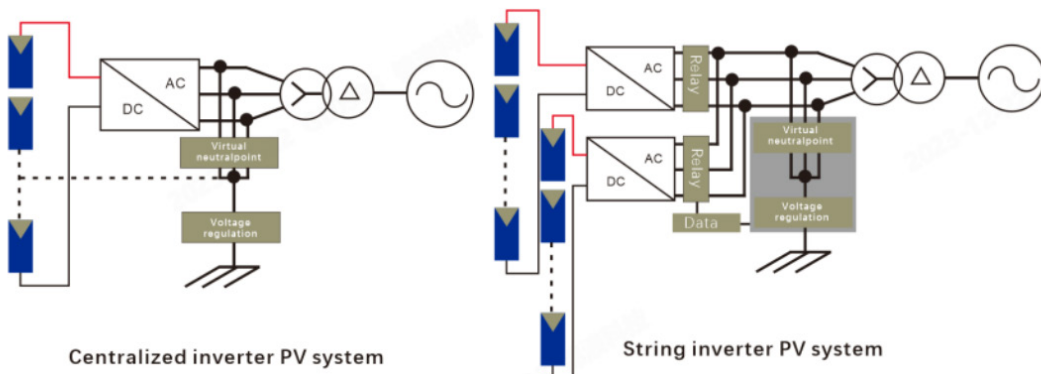


The negative direct grounding solution

가상 중립 접지 솔루션:

스트링 태양광 인버터와 중앙 집중식 인버터로 구성된 대규모 태양광 발전소에 이상적입니다. 가상 중성점의 전위를 높이면 음의 PV 스트링 전압이 영전위에 가까워져 PID를 효과적으로 억제할 수 있습니다.

참고: 이 솔루션은 신규 프로젝트의 PID 보호에는 적합하지만, PID의 영향을 받는 태양광 시스템을 복구할 수는 없습니다. 포인트 투 포인트 보호 기능을 제공하지 않으며, 장비 고장은 전체 PV 서버레이의 모듈 보호에 영향을 미칠 수 있습니다.

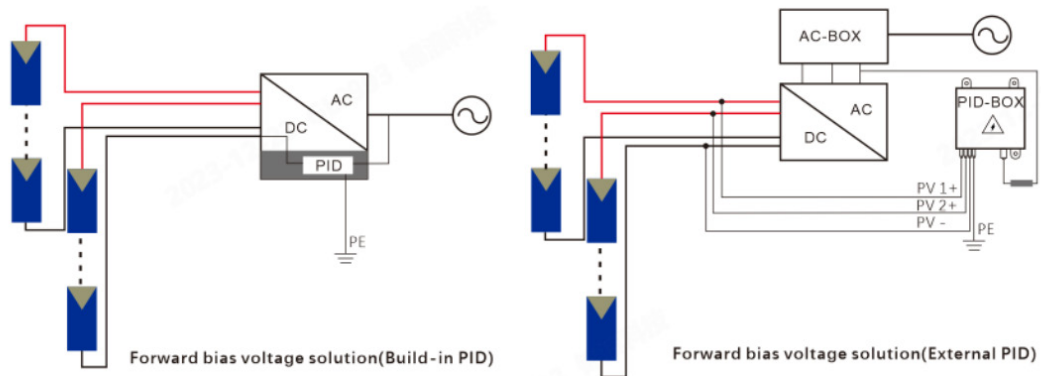


Centralized inverter PV system

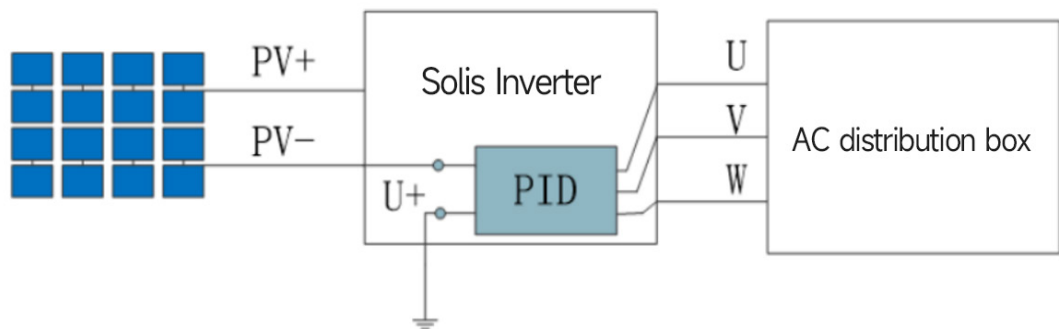
String inverter PV system

순방향 바이어스 전압 솔루션:

인버터의 내부 또는 외부 PID 모듈을 활용하여 PV 스트링의 양극과 음극에 양극 바이어스 전압을 인가하여 PID 효과를 복구합니다. 이 솔루션은 다양한 출력 모드를 제공합니다.



현재 사례: 일반적인 접근 방식은 주로 Solis 인버터에 내장된 안티-PID 기술을 사용하는 것입니다. 이 기술은 인버터 장치 내에서 스트링 레벨 PID 수리를 용이하게 하여 수리 프로세스의 정확성과 신뢰성을 향상시킵니다. 특히 이 접근 방식은 변압기 액세스가 필요하지 않습니다.



>> 결론

결론적으로, 이러한 균일한 PID 솔루션을 사용하면 N형 및 P형 태양광 모듈의 효율적인 작동과 수명을 보장할 수 있습니다. PID 수리 모듈이 내장된 Solis 인버터는 태양광 시스템 성능을 최적화하기 위한 현대적이고 신뢰할 수 있는 선택입니다.