



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0095565
(43) 공개일자 2014년08월01일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>H01L 31/042</i> (2014.01) <i>H01L 31/0224</i> (2006.01)
<i>G05F 1/67</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7016608</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년11월20일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년06월18일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2012/066150</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/075144
국제공개일자 2013년05월23일</p> <p>(30) 우선권주장
61/561,928 2011년11월20일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
솔렉셀, 인크.
미국 95035-7405 캘리포니아 밀피타스 1530 엠씨 카르시 비엘브이디</p> <p>(72) 발명자
모슬레히, 메흐르데드, 엠.
미국 캘리포니아 94024 로스앨터스 스탠리 애비뉴 956</p> <p>윙거트, 마이클
미국 캘리포니아 95035-7405 밀피타스 맥카시 블러바드 1530</p> <p>(74) 대리인
특허법인무한</p> |
|--|--|

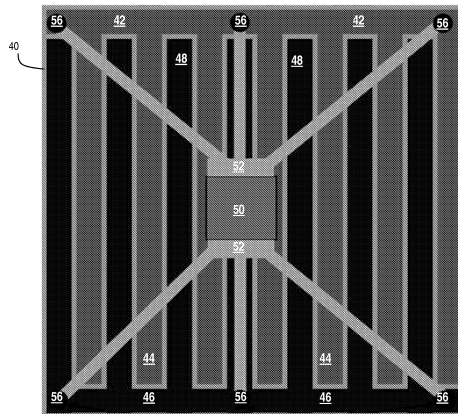
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **스마트 광발전 전지 및 모듈**

(57) 요약

온-셀 전자장치와 함께 후면 접촉 태양 전지가 제공된다. 상기 후면 접촉 태양 전지는 빛 포착 전면 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판으로 구성되어 있다. 제1 맞물린 금속화 패턴(A first interdigitated metallization pattern)은, 상기 반도체 기판의 후면 및 백플레인 지지대 상에 배치되고, 상기 반도체 기판의 후면에 부착된다. 제2 맞물린 금속화 패턴은 상기 백플레인 상에 위치되고, 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된다. 온-셀 전자 구성요소는 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착되고, 전기 리드(electrical leads)는 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 상기 온-셀 전기 구성요소를 연결한다.

대표도 - 도20



특허청구의 범위

청구항 1

빛 포착 전면(light capturing front side) 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판;
상기 반도체 기판의 상기 후면 상에 배치된 제1 맞물린 금속화 패턴(a first interdigitated metallization pattern);
상기 반도체 기판을 지지하는, 상기 반도체 기판의 상기 후면에 부착된 백플레인(backplane);
상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된, 상기 백플레인 상에 배치된 제2 맞물린 금속화 패턴;
바이패스 스위치를 포함하는, 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착된 온-셀 전자 구성요소(on-cell electronic component); 및
상기 온-셀 전자 구성요소를 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 연결하는 전기 리드(electrical leads);
를 포함하는, 후면 접촉 태양 전지(back contact solar cell).

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 전자 구성요소는 쇼트키 다이오드인 것인, 후면 접촉 후면 접합 태양 전지(back contact back junction solar cell).

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 전자 구성요소는 pn 접합 다이오드인 것인, 후면 접촉 후면 접합 태양 전지.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 전자 구성요소는 양극성 접합 트랜지스터를 포함하는 회로(circuitry)인 것인, 후면 접촉 후면 접합 태양 전지.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 전자 구성요소는 금속-산화-반도체 전계-효과 트랜지스터(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET)를 포함하는 회로인 것인, 후면 접촉 후면 접합 태양 전지.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 제2 맞물린 금속화 패턴은, 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 대해 직각으로 정렬된 것인, 후면 접촉 후면 접합 태양 전지.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전자 구성요소는, 최대 전력점 추적 전력 최적화기(maximum power point tracking power optimizer)를 더 포함하는 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전자 구성요소는, DC-to-DC MPPT 전력 최적화기를 더 포함하는 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 전자 구성요소는, DC-to-AC MPPT 전력 최적화기를 더 포함하는 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 10

빛 포착 전면 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판;

상기 반도체 기판의 상기 후면 상에 배치된 제1 맞물린 금속화 패턴;

상기 반도체 기판을 지지하는, 상기 반도체 기판의 상기 후면에 부착된 백플레인;

상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된, 상기 백플레인 상에 배치된 제2 맞물린 금속화 패턴;

최대 전력점 추적 전력 최적화기를 포함하는, 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착된 온-셀 전자 구성요소; 및

상기 온-셀 전자 구성요소를 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 연결하는 전기 리드;

를 포함하는, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전자 구성요소는, DC-to-DC MPPT 전력 최적화기인 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 전자 구성요소는, DC-to-AC MPPT 전력 최적화기인 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제2 맞물린 금속화 패턴은, 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 대해 직각으로 정렬된 것인, 후면 접촉 후면 집합 태양 전지.

청구항 14

빛 포착 전면 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판;
상기 반도체 기판의 상기 후면 상에 배치된 제1 맞물린 금속화 패턴;
상기 반도체 기판을 지지하는, 상기 반도체 기판의 상기 후면에 부착된 백플레인;
상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된, 상기 백플레인 상에 배치된 제2 맞물린 금속화 패턴;
바이패스 스위치를 포함하는, 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착된 온-셀 전자 구성요소; 및
상기 온-셀 전자 구성요소를 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 연결하는 전기 리드;
를, 각각, 포함하는 복수의 후면 접촉 태양 전지를 포함하고, 상기 복수의 후면 접촉 태양 전지는 상기 모듈 내에서 전기적으로 상호연결되는 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 전자 구성요소는, 최대 전력점 추적 전력 최적화기를 더 포함하는 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 전자 구성요소는, DC-to-DC MPPT 전력 최적화기를 더 포함하는 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 17

제15항에 있어서,
상기 전자 구성요소는, DC-to-AC MPPT 전력 최적화기를 더 포함하는 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 18

제14항에 있어서,
각각의 상기 후면 접촉 태양 전지 상의 상기 제2 맞물린 금속화 패턴은, 각각의 상기 후면 접촉 태양 전지 상의 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 대해 직각으로 정렬된 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 19

제14항에 있어서,
상기 전자 구성요소는, 금속-산화-반도체 전계-효과 트랜지스터(MOSFET)를 포함하는 회로인 것인, 태양 광발전 모듈.

청구항 20

빛 포착 전면 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판;

상기 반도체 기관의 상기 후면 상에 배치된 제1 맞물린 금속화 패턴;
 상기 반도체 기관을 지지하는, 상기 반도체 기관의 상기 후면에 부착된 백플레인;
 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된, 상기 백플레인 상에 배치된 제2 맞물린 금속화 패턴;
 최대 전력점 추적 전력 최적화기를 포함하는, 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착된 온-셀 전자 구성요소; 및
 상기 온-셀 전자 구성요소를 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 연결하는 전기 리드;
 를, 각각, 포함하는 복수의 후면 접촉 태양 전지를 포함하고,
 상기 복수의 후면 접촉 태양 전지는 상기 모듈 내에서 전기적으로 상호연결되는 것인, 태양 광발전 모듈.

명세서

기술 분야

[0001] **관련된 출원의 상호-참조**

[0002] 본 출원은, 이의 전체가 참고문헌에 의해 본원에 포함되는, 2011년 11월 20일에 출원된 가출원 61/561,928의 이익을 청구한다.

[0003] **기술 분야**

[0004] 본 내용은, 일반적으로 광발전(PV) 전지 및 모듈(solar photovoltaic cells and modules)의 분야 및 보다 특히 광발전(PV) 태양 전지 및 모듈을 위한 전력 전자장치(power electronics)를 포함하는 온-셀 전자장치(on-cell electronics)에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 결정질 실리콘 광발전(PV) 모듈(Crystalline silicon photovoltaic modules)은, 2012년 현재로, 전체의 세계적인 PV 어닐 수요 시장(PV anneal demand market) 및 누적 설비 용량(cumulative installed capacity)의 대략 85 % 이상을 차지하고 있다. 결정질 실리콘 PV에 대한 제조 공정은, 단-결정질(mono-crystalline) 또는 다수의 결정질 실리콘 웨이퍼와 함께 출발하여, 결정질 실리콘 태양 전지의 사용을 기초로 한다. 비-결정질-실리콘-기초 박막 PV 모듈(Non-crystalline-silicon-based thin film PV modules)(예를 들어, CdTe, CIGS, 및 비정질 실리콘 PV 모듈과 같은)은, 저비용 제조 공정을 위한 가능성을 제공할 수도 있지만, 안정된 결정질 실리콘 태양 PV 모듈과 비교하여 필드 신뢰성(field reliability)의 입증되지 않은 장기적인 트랙 기록(unproven long-term track record of field reliability), 및 주류 결정질 실리콘 PV 모듈(mainstream crystalline silicon PV modules)와 비교된 상업적인 박막 PV 모듈(상업적인 결정질 실리콘 모듈을 위해 14 % 내지 20 % 이상의 일반적인 범위에서의 효율을 제공됨)에 대해 보다 낮은 변환 효율(한 자리 수에서 약 14 % 까지의 범위로)을 일반적으로 제공한다. 상기 리딩-에지 결정질 실리콘 PV 모듈(leading-edge crystalline silicon PV modules)은, 다양한 PV 기술 중에서 최상의 전체적인 에너지 변환 수행, 장기간 필드 신뢰성, 비-독성, 및 생활 주기 지속가능성(life cycle sustainability)을 제공한다. 게다가, 최선의 진행 및 발전은, \$ 0.80/Wp 이하로 결정질 실리콘 PV 모듈의 전체적인 제조 비용을 이미 제공하고 있다(recent progress and advancements have already driven the overall manufacturing cost of crystalline silicon PV modules to below \$0.80/Wp). 분열성 단결정질 실리콘 기술(Disruptive monocrystalline silicon technologies)-재사용가능한 결정질 실리콘 템플레이트, 얇은(예를 들어, ≤50 μm) 에피택셜 실리콘, 백플레인 라미네이트(backplane lamination)를 사용하여 얇은 실리콘 지지대(thin silicon support), 및 다공성 실리콘 리프트-오프 기술(porous silicon lift-off technology)의 사용을 기초로 제조된 높은-효율성의 얇은 단결정질 실리콘 태양 전지와 같은-대규모 제조 규모에서 \$ 0.50/Wp 훨씬 아래에서의 PV 모듈 제조 비용 및 높은-효율성(적어도 20 %의 태양 전지 및/또는 모듈 효율성과 함께)의 가능성을 제공한다.

[0006] 도 1a는, GaAs 태양 전지와 같은 화합물 반도체 또는 결정질 실리콘 태양 전지와 같은 일반적인 태양 전지의 등

가 회로를 나타내는 개념도이다. 태양 전지는, 다이오드와 평행하여, 또한 분로 저항과 평행하게, 및 직렬 저항과 직렬로, 단락 전류 I_{sc} (상기 태양 전지 말단이 짧은 경우에 흐르는 전류)으로 또한 알려지거나, I_L 로서 알려진 빛-발생 전류를 생산하는, 전류원으로서 나타낼 수도 있다(A solar cell may be represented as a current source, producing the photo-generation current shown as I_L or also known as short circuit current I_{sc} , in parallel with a diode, also in parallel with a shunt resistance, and in series with a series resistance). 전류원에 의해 생산된 상기 전류는, 상기 태양 전지 상에 태양광 조사 전력 강도 (sunlight irradiation power intensity)의 레벨에 따라 다르다. 원하지 않는 암 전류 I_D 는 I_L 의 반대 방향 (opposite direction)에서 흐르고, 상기 태양 전지에서 재결합 손실에 의해 생산된다. 이의 말단이 열리고, 어떠한 로드(any load)에 연결되지 않은 경우에, 상기 태양 전지를 가로지르는 전압은, V_{oc} 또는 열린 회로전압 (open-circuit voltage)으로서 알려져 있다. 현실적인 태양 전지 등가 회로는, 도 1b의 회로 도식도에서 나타낸 바와 같은, 한정된 직렬 저항 R_s 및 한정된 분로 저항 R_{sh} 을 또한 포함한다. 이상적인 태양 전지에서, 상기 직렬 저항 R_s 는 제로이고, 상기 분로 저항 R_{sh} 는 무한하다. 그러나, 실제의 현실적인 태양 전지에서, 상기 유한한 직렬 저항은, 태양 전지가 이의 반도체 및 금속화에서 와류의 직렬 저항 구성요소(parasitic series resistance components)를 갖는 사실 때문이다(즉, 이는 완전 도체가 아니다). 반도체 층 저항 및 금속화 저항을 포함하는, 이러한 와류의 저항 구성요소는, 상기 태양 전지 작동 동안에 옴 손실(ohmic losses) 및 전력 손실을 결과적으로 야기한다. 상기 분로 저항은, 상기 태양 전지에서 그 밖의 비-이상적인 것 뿐만 아니라 지면 및 가장자리의 전환 결함과 같은 효과로 인하여 하나의 말단에서 다른 말단으로의 전류의 원하지 않는 누출에 의해 초래된다. 또다시, 이상적인 태양 전지는, 제로의 직렬 저항 및 유한한 저항 값의 분로 저항을 가질 것이다.

[0007]

도 2a는, 또한 전류원, 빛-발생 전류, 및 암 전류를 나타내는(와류 직렬연결 및 분로 저항을 나타내지 않음), 상기 태양 전지의 등가 회로 모델을 나타내는 도식도이고, 도 2b는, 상기 전지 상의 태양광 일루미네이션 (sunlight illumination)와 함께 및 상기 전지 상의 태양광 일루미네이션 없이, 결정질 실리콘 태양 전지와 같은 태양 전지의 전형적인 전류-전압(IV) 특성을 나타내는 이에 상응하는 그래프이다. I_L 및 I_D 는, 각각 상기 태양 전지의 바람직한 빛-발생 전류 및 상기 바람직하지 않은 암 전류이다.

[0008]

PV 모듈에서 사용된 태양 전지는 필수적으로 포토다이오드(photodiodes)이다-이들은 상기 반도체 흡수체 (semiconductor absorber)에서 빛-발생된 전하 캐리어(photo-generated charge carriers)를 통해 이들의 표면에 도달하는 태양광을 전력으로 직접적으로 전환한다. 복수의 태양 전지와 함께 모듈에서, 어떠한 그늘진 전지 (any shaded cells)는, 상기 PV 모듈 내에 그늘지지 않은 전지(non-shaded cells)와 동일한 양의 전력을 생산할 수 없다. 일반적인 PV 모듈에서 상기 전지 모두가 직렬연결 스트링(series strings)에서 일반적으로 연결되기 때문에, 전류에서의 차이점은 또한 상기 전지(그늘진 vs 그늘지지 않은 전지)를 통해 빛-발생된 전류에서의 차이를 야기한다. 하나가 상기 그늘지지 않은 전지와 또한 직렬 연결된 그늘진(또는 부분적으로 그늘진) 전지를 통해 상기 직렬-연결된 그늘지지 않은 전지의 보다 높은 전류를 제공하도록 시도한다면, 상기 그늘진 전지 (또는 부분적으로 그늘진 전지)의 전압은 실질적으로 부정적이다(즉, 그늘진 전지는 효율적으로 역방향으로 편향된다)[If one attempts to drive the higher current of the series-connected non-shaded cells through a shaded (or partially shaded) cell which is also connected in series with the non-shaded cells, the voltage of the shaded cell (or partially shaded cell) actually becomes negative (i.e., the shaded cell effectively becomes reverse biased)]. 이러한 역방향 바이어스 조건(this reverse bias condition) 하에서, 상기 그늘진 전지는, 전력을 생산하는 것 대신에 전력을 소비하거나 전력을 현저하게 소멸한다. 상기 그늘진 또는 사실상 그늘진 전지에 의해 소비되고 소멸되는 전력은, 상기 그늘진 전지가 위치하는 국한된 핫 스팟을 생성하고, 전지 및 모듈 고장을 궁극적으로 가능하고, 이런 이유로 상기 필드에서 주요한 신뢰성 고장 문제를 형성하는, 상기 전지를 가열하게 할 것이다(The power consumed and dissipated by the shaded or practically shaded cell will cause the cell to heat up, creating a localized hot spot where the shaded cell is located, and eventually possibly causing cell and module failure, hence creating major reliability failure problems in the field).

[0009] 표준(즉, 일반적으로 60 개의 태양 전지를 포함하는 PV 모듈) 결정질 실리콘 PV 모듈은, 상기 모듈 내에 세 개의 20-셀 직렬-연결된 스트링(three 20-cell series-connected strings) 내로 일반적으로 연결되고, 외부의 바이패스 다이오드[일반적으로 pn 접합 다이오드(pn junction diode) 또는 쇼트키 다이오드(Schottky diode)]에 의해 보호된 각각은, 상기 직렬-연결된 모듈의 외부의 전기 리드 및 상기 최종의 PV 모듈 조립체 전기적인 상호 연결을 형성하기 위해, 서로 직렬로 전기적으로 연결된 외부의 접합 박스(external junction box)에 위치된다. 상기 PV 모듈이 이의 표면 상의 상대적으로 균일한 태양 조사(solar irradiation)를 받는 동안에, 상기 모듈 내의 상기 전지는, 대부분의 결정질 실리콘 PV 모듈을 위해 대략 ~ 0.5 V 내지 0.6 V에 따라, V_{mp} 또는 전지 최대-전력 전압과 함께, 거의 동일한 양의 전력(및 전기적인 전류)를 생산할 것이다. 이런 이유로, 직렬로 연결된 20 개의 전지의 각각의 스트링을 따라 상기 최대-전력 전압 또는 V_{mp} 는, 결정질 실리콘 전지를 사용하여 PV 모듈에 대해 대략 10 내지 12 V에 따를 것이다(Hence, the maximum-power voltage or V_{mp} across each strong of 20 cells connected in series will be approximately on the order of 10 to 12 V for a PV module using crystalline silicon cells). 상기 균일한 모듈 일루미네이션 조건(module illumination condition) 하에서, 각각의 외부의 바이패스 다이오드는 이의 말단을 따라 약 -10 내지 -12 V 역방향 바이어스 전압을 가질 것이고(상기 모듈은 이의 최대-전력점 또는 MPP에서 작동하면서), 상기 바이패스 다이오드는 상기 OFF 상태로 남아있다(이런 이유로, 상기 접합 박스에서 상기 역방향의 편향된 외부의 바이패스 다이오드에 의해 상기 모듈 전력 출력 상에서 어떠한 영향도 없다). 20 개-전지 스트링에서의 전지가 부분적으로 또는 완전하게 그늘진 경우에, 이는 상기 그늘지지 않는 전지보다 더 낮은 전력(및 보다 낮은 전류)를 생산한다. 상기 스트링에서 상기 전지가 연속하여 일반적으로 연결되기 때문에, 상기 그늘진 태양 전지는 역방향으로 편향되고(the shaded solar cell becomes reverse biased), 전력을 소멸하기 시작하고, 따라서 전력을 생산하는 것 대신에, 상기 역방향-편향된 그늘진 전지의 위치에서 국한된 핫 스팟을 생산할 것이다. 적절한 예방조치가 취해지지 않는 한, 상기 그늘진 전지의 상기 전력 소멸 및 결과적으로 국소화된 가열은, 상기 설치된 PV 시스템에서 잠재적인 화재 위험 뿐만 아니라, 다양한 고장 모드[역방향-편향된 그늘진 전지의 고장, 전지-대-전지 상호연결의 고장, 및/또는 상기 봉합재(encapsulant) 및/또는 백 시트(backsheet)와 같은 상기 모듈 라미네이트 물질(module lamination materials)의 고장과 같은]로 인한 좋지 못한 전지 및 모듈 신뢰성(module reliability)을 야기할 수도 있다.

[0010] 결정질 실리콘 모듈은, 전지의 부분적인 또는 완전한 그늘짐(full shading)에 의해 야기되는 상기에 언급된 핫-스팟 효과(hot-spot effects)를 제거하고, 상기 결과적으로 야기된 잠재적인 모듈 신뢰성 고장을 예방하기 위해 외부의 바이패스 다이오드를 종종 사용한다. 상기 그늘진 전지의 역방향 편향(reverse biasing)에 의해 야기되는, 이러한 핫-스팟 현상은, 상기 영향을 미치는 PV 전지를 주로 손상시킬 것이고, 만약 PV 모듈에서 상기 PV 전지의 상기 표면에 도달하는 태양광이 현저하게 균일하지 않으면(예를 들어, 하나 또는 그 이상의 전지의 완전한 또는 심지어 부분적인 그늘짐으로 인하여), 심지어 화재 위험을 초래한다. 바이패스 다이오드는, 세 개의 20-전지 서브-스트링과 함께, 표준 60 개-전지 결정질 실리콘 태양 모듈에서 20 개의 태양 전지의 서브-스트링 당 일반적으로 하나의 외부의 바이패스 다이오드, 상기 PV 모듈의 서브-스트링 상에 일반적으로 설치된다(Bypass diodes are usually placed on sub-strings of the PV module, typically one external bypass diode per sub-string of 20 solar cells in a standard 60-cell crystalline silicon solar module with three 20-cell sub-strings)(이러한 배열은, 세 개의 24 개-전지 서브-스트링과 함께 72 개-전지 결정질 실리콘 태양 모듈에서 24 개의 태양 전지의 서브-스트링 당 하나의 외부 바이패스 다이오드일 수도 있다; 많은 그 밖의 배열은 수많은 전지와 함께 모듈에 대해 가능하다). 상기 직렬-연결된 전지 스트링을 따라 외부의 바이패스 다이오드 이러한 연결 배열은 역방향 바이어스 핫 스팟을 예방하고, 상기 PV 모듈은 다양한 실생활의 그늘짐 또는 부분적인 그늘짐 및 솔링 조건(soling conditions) 하의 이들의 수명 동안에 높은 신뢰성과 함께 작용하도록 한다. 전지의 그늘짐이 없는 경우에, 상기 스트링에서 각각의 전지는, 상기 모듈에서 상기 서브-스트링의 전체적인 전압과 함께 역방향의 편향된 상기 서브-스트링에서 상기 외부의 바이패스 다이오드와 함께, 상기 스트링에서 그 밖의 전지와 함께 상대적으로 일치된 전류 값과 함께 전류원으로서 작용한다(In the absence of cell shading, each cell in the string acts as a current source with relatively matched current values with the other cells in the strong, with the external bypass diode in the sub-string being reversed biased with the total voltage of the sub-string in the module)(예를 들어, 직렬로 20 개의 전지는, 결정질 실리콘 PV 시스템에서 상기 바이패스 다이오드를 따라 대략 10 V 내지 12 볼트 역방향 바이어스를 생산한다). 스트링에서 전지의 그늘짐과 함께(With shading of a cell in a strong), 상기 그늘진 전지는 상기 그늘진 전지를 포함하는

상기 서브-스트링을 위한 상기 바이패스 다이오드 상에 방향전환하는, 역방향으로 편향되고, 이로 인하여 상기 외부의 바이패스 회로에서 흐르기 위해, 상기 그늘지지 않은 서브-스트링에서 좋은 태양 전지로부터의 전류를 가능하게 한다(With shading of a cell in a string, the shaded cell is reverse biased, turning on the bypass diode for the sub-string containing the shaded cell, thereby allowing the current from the good solar cells in the non-shaded sub-strings to flow in the external bypass circuit). 상기 외부의 바이패스 다이오드(일반적으로 세 개의 외부의 바이패스 다이오드는 60 개-전지 결정질 실리콘 PV 모듈 접합 박스에서 포함된다)가 상기 전지의 그늘짐의 경우에서 상기 PV 모듈 및 전지를 보호하면서, 이들은 실질적으로, 상기 설치된 PV 시스템에 대해 전력 획득 및 에너지 수득의 현저한 손실을 또한 야기할 수 있다.

[0011] 도 3a 및 3b는, 상기 모듈에서 어떠한 전지의 그늘짐 또는 과량의 부분적인 그늘짐 동안에 상기 전지를 보호하기 위해, 세 개의 외부의 바이패스 다이오드(4), 및 직렬로 연결된 세 개의 20 개-전지 서브-스트링(2)과 함께 대표적인 60 개-전지 결정질 실리콘 태양 모듈(직렬로 연결된 각각의 서브-스트링에서 20 개의 전지와 함께)의 도표이다[도 3a는 단일-전지 그늘짐, 그늘진 전지(6)을 나타내고, 도 3b는 다수-전지 부분적인 그늘짐 조건, 부분적으로 그늘진 열(8)을 나타낸다]. 예로서, 도 3a는 하부의 열에서 1 개의 그늘진 전지를 갖는 60 개-전지 모듈(그늘짐에 의해 영향을 받은 하나의 20 개-전지 서브-스트링)을 나타내고, 도 3b는, 하부의 열에서 6 개의 부분적으로 그늘진 전지를 갖는 60 개-전지 모듈(그늘짐에 의해 영향을 받은 3 개의 20 개-전지 서브-스트링)을 나타낸다. 만약 하나 또는 그 이상의 전지가 서브-스트링에서 그늘진다면(또는 그늘짐의 현저한 정도로 부분적으로 그늘진다면)(도 3a에 나타난 바와 같음), 상기 그늘진 전지(들)을 갖는 상기 서브-스트링을 위한 상기 바이패스 다이오드는, 전체의 서브-스트링을 활성화하고, 전환하고(shunts), 따라서 상기 핫 스팟을 예방하고, 또한 약 1/3로 효과적인 모듈 전력 산출량을 감소시킴으로써 상기 그늘진 전지를 둘 다 보호한다(만약 세 개의 서브-스트링 중의 오직 하나만이 그늘짐에 의해 영향을 받는다면). 만약 서브-스트링 당 적어도 하나의 전지가 그늘진다면(도 3b에 나타난 바와 같음), 세 개의 바이패스 다이오드 모두가 활성화되고, 상기 전체 모듈을 전환하고, 따라서 상기 세 개의 20개-전지 서브-스트링의 각각에서 적어도 하나의 그늘진 전지가 있는 경우에, 상기 모듈로부터 어떠한 전력의 추출을 예방한다(If at least one cell per sub-string is shaded, all three bypass diodes are activated and shunt the entire module, thus preventing extraction of any power from the module when there is at least one shaded cell in each of the three 20-cell sub-strings).

[0012] 예로서, 전형적인 외부의 PV 모듈 접합 박스는, 60 개-전지 결정질 실리콘 태양 모듈에서 세 개의 외부의 바이패스 다이오드를 제공할 수도 있다. 상기 외부의 접합 박스 및 관련된 외부의 바이패스 다이오드는 상기 전체적인 PV 모듈 자재표(Bill of Materials, BOM) 비용의 일부에 기여하고, 상기 PV 모듈 비용(즉, 태양 전지의 비용을 제외한 상기 PV 모듈 BOM 비용의 퍼센트로서)의 약 10 %에 기여할 수도 있다. 게다가, 상기 외부의 접합 박스는, 상기 설치된 PV 시스템에서 필드 신뢰성 고장 및 화재 위험의 원인일 수도 있다(Moreover, the external junction box may also be a source of field reliability failures and fire hazards in the installed PV systems). 대부분의 전류 결정질 실리콘 PV 모듈이 주로, 상기 접합 박스에 위치된 외부의 바이패스 다이오드와 함께 외부의 접합 박스를 사용하면서, 상기 PV 모듈 조립체 내로 직접적으로 상기 세 개의 바이패스 다이오드를 배치하고 라미네이트하는 전면-접촉 전지(front-contact cells)를 갖는 PV 모듈의 몇몇의 예가 있지만, 상기 모듈 라미네이트 공정 동안에, 상기 전면-접촉 태양 전지로부터 분리된다(그러나, 여전히 전면-접촉 전지의 20 개-전지 서브-스트링 당 하나의 바이패스 다이오드를 사용하여). 이러한 예는 외부의 바이패스 다이오드의 라미네이트를 여전히 갖고, 즉, 단일 전지가 그늘진 경우에, 상기 바이패스 다이오드는 상기 서브-스트링 내로 상기 그늘진 전지를 갖는 전지의 전체적인 서브스트링을 전환하고, 따라서 상기 설치된 PV 시스템의 에너지 수득 능력 및 전력 수집을 감소시킨다(This example still has the limitations of external bypass diodes, i.e., even when a single cell is shaded the bypass diode shunts the entire sub-string of cells with the shaded cell within the sub-string thus reducing the power harvesting and energy yield capability of the installed PV system).

[0013] 모듈의 직렬연결 스트링에서 모듈 상의 그늘짐의 신뢰성 고장 효과를 최소화하기 위한 하나의 알려진 방법은, 직렬로 연결된 모듈을 따라 바이패스 다이오드를 사용하는 것이고, 이의 효과는 도 4a 및 4b에서 나타내었고, 회로의 예는 도 5에 기재되어 있다(One known method to minimize the reliability failure effects of

shading on a module in a series string of modules is to use bypass diodes across modules connected in series, the effect of which is shown in Figs. 4A and 4B and an example circuit is depicted in Fig. 5). 이는 각각의 모듈 접합 박스 내의 외부의 바이패스 다이오드를 갖는 모듈과 동일한 효과에 있다. 도 4a는 태양 전지 모듈 직렬연결(solar cell module series)을 위한 그늘지지 않은 전류로(current path)를 나타내고, 도 4b는, 대체적인 전류로(alternative current path)를 제공하는 바이패스 다이오드 및 그늘진 하나의 모듈을 갖는 동일한 태양 전지 모듈 직렬연결을 나타낸다. 그리고 도 5는, 모듈 서브-스트링 또는 스트링에서 사용된 외부의 바이패스 다이오드를 갖는 직렬-연결된 태양 전지의 도식적인 회로 모델 도표이다(각각의 태양 전지는 이의 동등한 회로도 와 함께 나타냄). 상기 어떠한 전지도 그늘지지 않았다면, 상기 바이패스 다이오드는 상기 역방향 바이어스 상태로 남아있고, 상기 태양 전지 스트링은, 상기 태양 모듈 전력 발생에 완전히 기여하게, 정상적으로 작동한다. 상기 전지의 어떠한 것이 부분적으로 또는 완전하게 그늘진다면, 상기 그늘진 전지는 역방향으로 편향되고, 상기 바이패스 다이오드는 정방향으로 편향되고, 이런 이유로, 상기 그늘진 전지에 대한 손상 또는 핫 스팟의 가능성을 최소화한다. 다시 말해서, 모듈이 그늘진 경우에, 이의 바이패스 다이오드는 정방향으로 편향되고, 모듈의 직렬연결 스트링에서 신뢰성 문제 및 성능 저하를 예방하는 전류를 처리한다. 상기 바이패스 다이오드는, 상기 모듈 스트링 배열 산출량에서 전체적인 전력 감소를 제한하는, 상기 전체 그늘진 모듈(또는 적어도 하나의 그늘진 전지를 갖는 서브-스트링)의 전압을 작은 네거티브 전압(small negative voltage)(예를 들어, -0.5V 내지 0.7V)으로 유지한다.

[0014] 도 6은, (pn 접합 바이패스 다이오드와 함께 나타낸 예) 바이패스 다이오드와 함께 및 바이패스 다이오드 없는 결정질 태양 전지의 전류-전압(I-V) 특성을 나타낸 그래프이다. 상기 바이패스 다이오드는, 그늘진 태양 전지를 따라 최대한의 역방향 바이어스 전압을 상기 바이패스 다이오드의 단지 켜진 정방향 바이어스 전압으로 제한한다(The bypass diode limits the maximum reverse bias voltage applied across a shaded solar cell to no more than the turn-on forward bias voltage of the bypass diode).

[0015] 도 7은, 60 개-전지 모듈 내로 20 개-전지 서브-스트링 당 하나의 그늘진 전지[그늘진 전지(10)과 같은, 세 개의 전지가 전체적으로 그늘져 있다]를 갖는 도 4 및 5와 유사한 결정질 실리콘 PV 모듈의 예를 나타낸 도표이고, 세 개의 20 개-전지 서브-스트링이 상기 그늘진 전지를 보호하기 위해 상기 바이패스 다이오드에 의해 바뀌기 때문에, 상기 세 개의 20 개-전지 서브-스트링에서 상기 세 개의 그늘진 전지가 상기 모듈에 의해 제공된 태양 PV 전력의 제거를 야기한다. 20 개-전지 서브-스트링 당 하나의 외부의 바이패스 다이오드의 배열을 사용하는 것은, 상기 세 개의 20 개-전지 서브-스트링에서 세 개의 그늘진 전지를 갖는 결과가, 상기 PV 모듈의 단지 3/60(60 개의 전지 중의 3 개)가 그늘짐에 의해 영향을 받을지라도, 상기 PV 모듈로부터 추출된 상기 전력이 제로로 떨어지는 것이다. 한번 더, 외부의 바이패스 다이오드를 갖는 공지된 PV 모듈 배열의 이러한 타입은, 상기 필드에서 상기 설치된 PV 시스템에 대해 현저한 에너지 수득 및 전력 수확 패널티(power harvesting penalty)를 야기한다.

[0016] 다수의 모듈 스트링을 갖는 결정질 실리콘 PV 시스템 설비에서, 전력 수확 및 에너지 수득에서의 상기 모듈 그늘짐 효과(module shading effects) 및 이의 해로운 영향은, 모듈의 단일 직렬연결 스트링(single series string)을 갖는 상기에 나타낸 예보다 보다 클 수도 있다. 직렬 연결된 모듈 스트링의 다수의 평행한 스트링을 갖는 PV 시스템(PV systems with multiple parallel strings of series connected module strings)에서, 상기 병렬 스트링은 서로 대략 동일한 전압을 생성하여야 한다(즉, 병렬 스트링의 전압은 일치되어야 한다). 결과적으로, 대략 동일한 전압에서 작동하는 병렬로 연결된 모든 모듈 스트링을 갖는 것의 전기적인 제약은 그늘진 스트링이 이의 바이패스 다이오드를 활성화하는 것을 가능하게 하지 않는다. 따라서, 많은 경우에, 상기 스트링 중의 하나에서 PV 모듈 상의 그늘은, 전체적인 스트링에 의해 생성된 상기 전력을 실질적으로 줄일 수도 있다. 대표적인 예로서, 상기 예에서 기재된 바와 같은 그늘진 하나의 PV 모듈 스트링 및 하나의 그늘지지 않은 PV 모듈 스트링을 고려한다. 최대-전력점-추적(Maximum-Power-Point-Tracking, MPPT) 능력은, 상기 제1 PV 모듈 스트링으로부터의 최대의 전력의 생산 및 상기 제2 PV 모듈 스트링으로부터의 70 %의 최대의 전력의 생산을 할 수 있게 할 것이다. 이러한 방식으로, 스트링 둘 다는 동일한 전압에 도달한다[상기 병렬 스트링으로부터의 전류가 직렬-연결된 모듈의 상기 병렬 연결된 스트링에 대한 동일한 모듈 스트링 전압에 부가적이다]. 따라서, 집중된 MPPT와 함께 집중된 DC-to-AC 인버터를 사용하는 것 및 이러한 예에서, 상기 PV 모듈 배열에 의해 생산된

전력은, 어떠한 모듈 그늘짐(any module shading) 없이 최대 가능한 전력의 85 % 일 것이다.

[0017] 도 8 및 9는, PV 시스템 설비의 두 개의 예를 나타내는 도표이다. 도 8 은, 600 V, 900 W PV 출력(output)을 생산하기 위해 연결된 바이패스 다이오드를 갖는 3 x 6 배열의 PV 모듈(각각은 50 W 출력을 가짐)의 예를 나타낸 것이다. 도 9 는, 충전 배터리와 함께 바이패스 다이오드 및 차단 다이오드(blocking diode)를 갖는 3 PV 모듈의 직렬 연결(series connection)을 나타낸 것이다. 통상적인 모듈에서, 직렬 및 병렬 연결된 모듈 스트링(module strings connected in series and in parallel)은, 일반적으로 바이패스 및 차단 다이오드를 사용할 수도 있다. 그러나, 상기에 기재된 예와 유사하게, 이러한 대표적인 PV 모듈 설비는, 상기에 서술된 문제로 인하여 상기 설비된 PV 시스템의 에너지 수득을 감소시키고, 상기 전력 수확 제한을 당한다.

[0018] 집중기 PV(또는 CPV) 적용을 위한 전면-접촉, 화합물 반도체(III-V), 다중-접합 태양 전지(multi-junction solar cell)를 갖는 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화(monolithic integration)의 또 다른 대표적인 예. 도 10은, 다중-접합 화합물 반도체 CPV 전지를 갖는 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화의 예를 나타내는 도표이다. 이러한 예는, CPV 적용을 위한 다중-접합 태양 전지, 화합물 반도체로서의 동일한 저마늄(Ge) 기판 상의 모놀리식으로 집적된(monolithically integrated) 바이패스 다이오드로서 사용된 화합물 반도체 쇼트키 다이오드를 나타낸다. 이러한 예에서, 상기 쇼트키 다이오드 및 상기 화합물 반도체, 다중-접합 태양 전지는 상기 태양 전지의 상기 동일한 면[윗면(top side)] 상에 둘 다 있고, 상이한 물질 층 스택(different material layer stacks)을 가지고, 이렇게 함으로써 보다 복잡하고 많은 돈이 드는 상기 태양 전지 제조 공정이 제조되었다(이런 이유로, 이러한 실시형태는 오직 상기 CPV 전지가 비싼 상기 CPV 적용을 위해 요구된다). 상기 동일한 비싼 저마늄 기판 상에서 상기 태양 전지를 갖는 상기 쇼트키 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화의 결과로서, 상기 전체적인 공정 복잡성 및 비용은, 상기 전지의 활성화된 서니사이드로서(as the active sunnyside of the cell) 동일한 면 상의 상기 쇼트키 바이패스 다이오드의 집적화로 인하여, 효율적인 태양 전지 및 태양 패널 효율성 패널티(solar panel efficiency penalty)를 초래하면서, 실질적으로 추가적으로 증가된다. 전면-접촉 화합물 반도체 다중-접합 태양 전지 상의 상기 바이패스 쇼트키 다이오드의 이러한 모놀리식 집적화는, 상기 바이패스 스위치에서 및 상기 태양 전지에서 물질 층의 상이한 스택을 필요로 하고, 이런 이유로 상기 전체적인 모놀리식 태양 전지 프로세싱(processing)을 실질적으로 복잡하게 하고, 태양 전지 제조 공정 단계의 수를 증가시키고, 이의 제조 비용을 증가시킨다. 상기 태양 전지의 제조를 위한 이러한 현저한 추가된 프로세싱의 복잡성 및 비용 증가가, CPV 태양 전지에서 용인될 수도 있으면서, 이는 결정질 실리콘 태양 전지에서와 같은 비-매우 높은 농도(non-very high concentration)-CPV 태양 전지에서 경제적으로 실행가능할 수 없다. 도 11은, 다중-접합 화합물 반도체 CPV 전지를 갖는 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화의 예를 나타낸 도표이다. 이러한 예는, 다중-접합 태양 전지, 화합물 반도체로서 상기 동일한 저마늄(Ge) 기판 상의 모놀리식으로 집적된 바이패스 다이오드로서 사용된 pn 접합 다이오드를 나타낸다. 이러한 예에서, 상기 pn 접합 바이패스 다이오드 및 상기 화합물 반도체, 다중-접합 태양 전지는 상기 태양 전지의 상기 동일한 면(윗면) 상에 둘 다 있고, 상이한 물질 스택을 가지고, 이로 인하여 상기 태양 전지 제조 공정이 보다 복잡하고 비용이 많이 든다(이런 이유로, 이러한 실시형태는 오직 상기 CPV 전지가 비싼 상기 CPV 적용을 위해 요구된다). 상기 동일한 비용이 비싼 저마늄 기판 상의 상기 태양 전지를 갖는 상기 pn 접합 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화의 결과로서, 상기 전체적인 공정 복잡성 및 비용이 추가적으로 증가되면서, 상기 전지의 상기 활성화 서니사이드로서 상기 동일한 면 상의 상기 바이패스 다이오드의 집적화로 인하여 태양 패널 효율성 패널티 및 효과적인 태양 전지를 초래한다(while incurring an effective solar cell and solar panel efficiency penalty due to the integration of the bypass diode on the same side as the active sunnyside of the cell). 또다시, 전면-접촉 화합물 반도체 다중-접합 태양 전지 상의 상기 바이패스 pn 접합의 이러한 모놀리식 집적화는, 상기 바이패스 스위치에서 및 상기 태양 전지에서 물질 층의 상이한 스택을 필요로 하고, 이런 이유로 상기 전체적인 모놀리식 태양 전지 공정을 실질적으로 복잡하게 하고, 태양 전지 제조 공정 단계의 수를 증가시키고, 이의 제조 비용을 증가시킨다. 상기 태양 전지의 제조를 위한 이러한 현저한 추가된 공정의 복잡성 및 비용 증가가, CPV 태양 전지에서 용인될 수도 있으면서, 이는 결정질 실리콘 태양 전지에서와 같은 비-매우 높은 농도(non-very high concentration)-CPV 태양 전지에서 경제적으로 실행가능할 수 없다.

[0019] 일반적으로, 매우 높은 농도 CPV 적용을 위한 비용이 비싼 다중-접합 태양 전지 상에 나타낸 바와 같은 상기 바

이패스 다이오드의 상기 모놀리식 집적화(쇼트키 다이오드 또는 pn 접합 다이오드)는, 상기 태양 전지와 함께 상기 모놀리식 집적화의 추가된 제조 공정 복잡성 및 추가적인 비용에도 불구하고 특정한 적용에 허용가능할 수도 있고, 비용이 비싼 화합물 반도체 다중-접합 태양 전지를 위해 설명된 상기 접근은, 주류의 평면-모니터 [매질 농도에 대해 비-집중화 또는 낮음(non-concentrating or low to medium concentration)] 태양 PV 전지 및 모듈을 위해 비용이 너무 비싸고 허용 가능하지 않을 것이다. 또한, 상기에 나타낸 바와 같이, 상기 바이패스 다이오드의 모놀리식 집적화의 방법은, 상기 태양 전지에 의해 사용된 다른 영역을 소비하고, 이는 효과적인 태양광 흡수를 감소하고, 이런 이유로 태양광 흡수 영역의 손실로 인하여 효과적인 전지 효율성이 감소한다(Also, as noted previously, because the method of monolithic integration of the bypass diode consumes area otherwise used by the solar cell it reduces the effective sunlight absorption and hence the effective cell efficiency due to loss of sunlight absorption area).

[0020] 다양한 해결책이, 모듈-레벨 DC-to AC 마이크로-인버터 전력 최적화기 또는 모듈-레벨 DC-to-DC 인버터 전력 최적화기의 보다 통상적인 능력과 비교한 바와 같이, 전력 수확 및 에너지 수득 증진 능력을 제공하기 위해 시도되고 있다. 하나의 이러한 기술은, 예를 들어, 강조 에너지로부터 적용할 수 있는 태양 모듈(ASM) 기술(Adaptive Solar Module technology), 상기 전지-기초된 PV 모듈의 상기 에너지 수득을 증가시키기 위해, 상기 모듈 내로 상기 전지 사이의 프로그램화가능한 상호연결(programmable interconnects)을 이용한다. 몇몇의 예에서, 이는 보다 통상적인 MPPT 전력 최적화기와 비교된 모듈 그늘짐의 경우에서 보다 높은 레벨의 PV 에너지 수확을 가능할 수도 있다. 그러나, 이러한 기술은, PV 모듈 당 약 \$ 30 내지 \$ 100 이상으로 비용이 들 수도 있는 모듈 레벨/외부의 컨버터 박스[마이크로-인버터(micro-inverter) 또는 DC-to-DC 컨버터(DC-to-DC converter)] 및 관련된 상호연결 기술을 이용한다. 상기 모듈 레벨 컨버터 박스는 DC로부터 DC로 또는 DC로부터 AC로의 에너지 전환을 제공하고, 상기 모듈 내의 재구성가능한 또는 프로그램화가능한 전지 상호연결(interconnections)을 제공하기 위해, 상기 PV 모듈 조립체 내에 지어질 수도 있다. 그러나, 상기 모듈 레벨 컨버터 박스는, 셀 후면 상에서(on cell backsides)와 같이, 상기 개별적인 전지와 집적화될 수 없고, 상기 개별적인 전지와 조립될 수 없다.

발명의 내용

[0021] **본 발명의 간단한 요약**

[0022] 따라서, 증가된 전력 수확 및 에너지 수득 개선을 제공하는 온-셀 전자장치(on-cell electronics)를 갖는 후면 접촉 태양 전지에 대한 필요성이 유발되고 있다. 상기 나타낸 주제에 따라, 온-셀 전자장치를 갖는 후면 접촉 태양 전지는, 이전에 개발된 후면 접촉 태양 전지 및 후면 접촉 태양 전지 모듈과 관련된 단점을 실질적으로 제거하거나 감소하는 것을 제공한다.

[0023] 상기 나타낸 주제의 하나의 측면에 따라, 온-셀 전자장치를 갖는 후면 접촉 태양 전지가 제공되었다. 상기 후면 접촉 태양 전지는, 상기 빛 포착 전면 및 상기 빛 포착 전면의 맞은편의 후면을 갖는 반도체 기판으로 구성되어 있다. 제1 맞물린 금속화 패턴은, 상기 반도체 기판의 후면 및 백플레인 지지대(backplane supports) 상에 배치되고, 상기 반도체 기판의 상기 후면에 부착된다. 제2 맞물린 금속화 패턴은 상기 백플레인 상에 배치되고, 상기 제1 맞물린 금속화 패턴에 연결된다. 온-셀 전자 구성요소(on-cell electronic component)는 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 부착되고, 전기 리드는 상기 온-셀 전자 구성요소를 상기 제2 맞물린 금속화 패턴에 연결한다.

[0024] 상기 나타낸 주제의 이러한 것들 및 그 밖의 측면 뿐만 아니라 추가적인 신규한 특성은, 본원에 제공된 상기 기재로부터 명백할 것이다. 이러한 요약의 의도는, 상기 청구된 주제의 포괄적인 기재를 나타내는 것이 아니라, 단지 몇몇의 상기 주제의 기능의 짧은 개요를 제공하기 위한 것이다. 본원에 제공된 그 밖의 시스템, 방법, 특성 및 장점은, 하기의 도면 및 상세한 설명의 검토를 토대로 본 분야의 숙련자에게 명백할 것이다. 이러한 기재 내에 포함된 모든 이러한 추가적인 시스템, 방법, 특징 및 장점은 어떠한 청구항의 범위 내에 속함을 의도한다.

도면의 간단한 설명

[0025]

상기 나타난 주제의 특성, 성질 및 장점은, 유사한 참조 번호가 유사한 특성을 나타내는 도면과 함께 기재된 하기에 기재된 상세한 설명으로부터 보다 명백해질 수도 있다 :

도 1a 및 1b는, 태양 PV 전지를 위한 등가 회로 도표를 나타내는 회로 도식도이다;

도 2a는, 이상적인 태양 전지의 등가 회로 모델을 나타내는 도식도이고, 도 2b는 어둡고 태양광 일루미네이션 조건(dark and sunlight illumination conditions) 하의 태양 전지의 상기 전류-전압(IV) 특성을 나타내는 이에 대응하는 그래프이다;

도 3a 및 3b는, 각각 하나의 그늘진 및 몇몇의 부분적으로 그늘진 전지와 함께 일반적인 60 개-전지 결정질 실리콘 태양 모듈의 도표이다;

도 4a는 태양 전지 모듈 직렬연결에 대한 그늘지지 않은 전류로를 나타내는 도표이고, 도 4b는 대체적인 바이패스 전류로를 제공하는 바이패스 다이오드 및 그늘진 하나의 모듈을 갖는 상기 동일한 태양 전지 모듈 직렬연결을 나타내는 도표이다;

도 5 는, 이들의 등가 회로 도표를 나타낸 상기 태양 전지를 갖는, 모듈 서브-스트링에 사용된 외부의 바이패스 다이오드의 계통도이다;

도 6 은, 바이패스 다이오드와 함께 및 바이패스 다이오드 없이 결정질 태양 전지의 상기 전류-전압(I-V) 특성을 나타내는 그래프이다;

도 7은, 상기 직렬-연결된 태양 전지의 상이한 서브-스트링 상의 세 개의 그늘진 전지를 갖는 결정질 실리콘 PV 모듈의 예를 나타내는 도표이다;

도 8 및 9는, PV 시스템 설비의 두 개의 예를 나타내는 도표이다;

도 10 및 11은, 다중-접합 화합물 반도체 CPV 전지를 갖는, 바이패스 다이오드(쇼트키 다이오드 또는 pn 접합 다이오드)의 모놀리식 집적화의 예를 나타내는 도표이다;

도 12는, 얇은-실리콘, 후면-접촉/후면-접합(back-contact/back-junction) 결정질 실리콘 태양 전지 제조 공정의 중요한 프로세싱 단계를 강조하는 공정 흐름이다;

도 13은, 태양 전지 당 하나의 바이패스 다이오드를 갖는 분포된 전지의 그늘 관리 시스템(distributed cellular shade management system)(이들의 등가 회로 도표를 나타낸 태양 전지)을 나타내는 계통도이다;

도 14는, 바이패스 스위치로서(또는 바이패스 스위치 회로의 일부로서) 사용될 수도 있는, 금속-산화-반도체 전계-효과 트랜지스터(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET)의 상기 IV 특성을 나타내는 그래프이다;

도 15는, 상기 나타난 주제에 따른 ISIS 분포된 전지의 그늘 관리 실행의 계통도(명확하게, 바이패스 스위치로서 MOSFET를 포함하는 회로 또는 MOSFET를 사용하는 실시형태)이다;

도 16은, 상기 나타난 주제에 따른 ISIS 분포된 전지의 그늘 관리 해결책(ISIS distributed cellular shade management solution)의 계통도(명확하게 양극성 접합 트랜지스터-BJT 또는 바이패스 스위치로서 BJTs를 포함하는 회로를 사용하는 실시형태)이다;

도 17은, 백플레인 지지대 층을 포함하는 후면-접촉/후면-접합 결정질 반도체 태양 전지의 단면도이다;

도 18은, 백플레인 층에 부착되고 백플레인 층 상에 고정된(mounted) 적어도 하나의 온-셀 전자 구성요소를 갖는 도 17에 나타난 상기 전지와 유사한 후면-접합/후면-접합 결정질 반도체 태양 전지의 단면도이다;

도 19는, 태양 전지의 상기 백플레인 및 대표적인 집적된 백-접촉 (IBC) 금속화 패턴의 윗면(top view)을 나타내는 도표이다;

도 20은, 상기 에미터(emitter) 및 베이스 버스바(base busbars)에 상기 바이패스 스위치 리드의 높은 전도성 부착을 제공함으로써 핫 스팟을 최소화하고, 상기 전지의 후면 상에 상기 전지 말단 또는 버스바(busbar)에 직접적으로 부착된 바이패스 스위치를 갖는 도 19에서 상기 태양 전지의 상기 백플레인의 윗면을 나타내는 도표이다;

다;

도 21은, 상기 백플레인 면 상의, 상기 에미터 및 베이스 버스바에서, 상기 전지 말단에 부착되고 상기 전지 말단에 상에 직접적으로 고정된, DC-to-DC MPPT 전력 최적화기 또는 DC-to-AC MPPT 전력 최적화기를 갖는 도 19에서 상기 태양 전지의 상기 백플레인의 윗면을 나타내는 도표이다;

도 22는, 주어진 태양광 루미네이션 레벨(given sunlight illumination level)에서 수확한 최대 전력에 대한 최대 전력점(MPP) 및 태양 전지 IV 특성을 나타내는 그래프이다; 및

도 23은, 상이한 태양 모듈 일루미네이션 강도(different solar module illumination intensities) 하의, 작동의 피크 최대 전력점(peak maximum power points), 및 전력 vs 전압 특성을 나타내는 대표적인 태양 모듈을 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

상세한 설명

[0026]

하기의 기재는 이로 제한하려는 의미가 아니고, 단지 본 내용의 일반적인 원리를 기재하는 목적으로 기재되어 있다. 본 내용의 범위는 상기 청구의 범위에 대한 참고로 결정되어야 한다. 본 내용의 대표적인 실시형태는, 다양한 도면의 이에 대응하는 부분을 나타내기 위해 사용된 유사한 번호로 도면에서 설명되어 있다.

[0027]

[0028]

그리고, 본 내용이 단결정질 실리콘 기판 및 그 밖의 기재된 제조 물질을 사용하여 특정한 후면 접촉 태양 전지와 같은, 특정한 실시형태와 관련하여 기재되었을지라도, 본 분야의 숙련자는, 전면 접촉 전지, 반도체 물질(갈륨 비소, 저마늄 등과 같은), 기술 영역, 및/또는 과도한 실험 없는 실시형태를 포함하는 그 밖의 물질에 본원에 기재된 원리를 적용할 수 있다.

[0029]

상기에 나타내고 기재된 바와 같이, 공지된 결정질 실리콘(또는 다른 전지-기초된) PV 시스템에서, 최대 전력 추출 해결책 뿐만 아니라 그늘짐의 존재에서 신뢰할 만한 모듈 작동을 제공하는 핫 스팟 보호 및 현재의 최신의 태양 전지 보호는, 하나 또는 하기의 조합을 사용하는 것을 기초로 한다: 바이패스 다이오드, PV 모듈에서 직렬-연결된 태양 전지의 하나의 서브스트링 당 가장 일반적인 하나의 외부 바이패스 다이오드(일반적으로 세 개의 외부의 바이패스 다이오드는 결정질 실리콘 PV 모듈 당 외부의 모듈 접합 박스에 위치되어 있다); PV 모듈 당 외부의 하나 외부의 마이크로-인버터(또는 대체적으로 하나의 DC-to-DC 컨버터)를 사용하여 상기 모듈 레벨에서 최대 전력점 추적(MPPT); 및 상기 전지-기초된 PV 모듈의 상기 에너지 수득을 증가시키기 위해 상기 모듈 내의 상기 전지 사이에 프로그래밍가능한 상호연결 기술(programmable interconnect technology).

[0030]

바이패스 다이오드가 그늘진 전지를 보호할 수도 있고, 핫 스팟을 보호할 수도 있고, 핫 스팟으로 인한 모듈 고장 및 역방향 편향된 전지(reverse biased cells)를 예방할 수도 있으면서, 그들은 또한, 모듈 그늘짐 또는 솔링(soling)이 존재하는 경우에, 현실적인 필드 작동(realistic field operations)에서 모듈 전력 출력 손실로 인하여, 현저한 에너지 수득 감소를 결과적으로 야기한다. 예를 들어, 단일 그늘진 전지는, 상기 모듈 전력의 1/3의 손실을 결과적으로 야기할 수 있고(상기 바이패스 다이오드는 상기 그늘진 전지를 포함하는 전체의 20 개-전지 서브-스트링을 우회할 것이기 때문이다), 상기 단일 전지는, 표준 60 개-전지 모듈 디자인을 추정하는, 정상외의 그늘지지 않은 조건 동안에 상기 모듈 전력의 1/60 만을 차지한다. 유사하게, 60 개-전지 PV 모듈에서 20 개-전지 서브-스트링 당 하나의 그늘진 전지를 추정하는, 세 개의 그늘진 전지(도 7에 나타난 것과 같은 예)와 함께, 모두 세 개의 바이패스 다이오드는 활성화되고, 상기 모듈로부터 추출된 전력은 제로(또는 100 % 손실의 모듈 전력)로 떨어지면서, 상기 세 개의 그늘진 전지는 정상외의 비-그늘진 작동 조건 동안에 상기 모듈 전력의 오직 3/60(1/20)을 차지한다.

[0031]

대조적으로, 본원에 기재된 해결책은, PV 실비 뿐만 아니라 그 밖의 관련된 이익을 위한 PV 모듈 전력 수확을 증가시키고, 에너지 수득을 증가시키기 위해, 예를 들어, 하기의 구성요소 또는 하기의 구성요소의 조합을 포함하는, 스마트 PV 전지 및 스마트 PV 모듈을 제공한다. 바이패스 스위치를 갖는 분포된 그늘 관리 해결책은, 각각의 태양 전지의 상기 후면 상에(예를 들어 상기 전지 백플레인 상에) 고정되고, 상기 후면 상으로 집적되고,

상기 모듈 조립체 내에 라미네이트 되고/끼워지고(A distributed shade management solution having a bypass switch mounted onto and integrated on the backside of each solar cell and laminated/embedded within the module assembly)-따라서, 외부의 바이패스 다이오드를 갖는 상기 외부의 접합 박스를 위한 필요가 제거되었고, 전체적인 모듈 신뢰성이 증가하였다. 분포된 전력 최적화기 및 에너지 수득 개선 해결책은, 각각의 태양 전지 후면 상 내로(예를 들어 상기 전지 백플레인 상에) 하나의 DC-to-DC 컨버터 전력 최적화기 또는 하나의 DC-to-AC 마이크로-인버터 전력 최적화기를 포함한다. 상기 전지-레벨 전력 최적화기 전자장치[예를 들어, 모놀리식 단일-칩 해결책(monolithic single-chip solution)]은, 상기 후면-접촉 태양 전지의 상기 후면 백플레인 상에 포함되고 상기 후면 백플레인 상에 고정될 수도 있고, 상기 모듈 조립체 내로 라미네이트 되고/끼워진다. 상기 나타난 다양한 전력 최적화기 실시형태에서, 각각의 전지로부터 추출된 전력은, 그늘짐 조건 및 수득된 분포된 그늘 관리 해결책에도 불구하고 최대화될 수도 있다.

[0032] 상기 나타난 시스템 및 방법은, 매우-낮은-비용 분포된 전지-레벨 (전지의) 전력 전자장치를 포함하고, 시스템 비용(설치된 < \$ 1/W의 설치된 시스템을 가능하게 함)을 감소하고, 에너지 수득의 면에서 수행을 증가시키는 능력(< \$ 0.05 - \$ 0.10/kWh Levelized Cost of Electricity 또는 LCOE을 가능하게 함)을 갖는 스마트 PV 전지 및 스마트 PV 모듈을 제공한다. 비용 및 효율은 태양 전지 제조에서의 중요한 역할을 하고, 상기에 나타난 바와 같이, 결정질 실리콘 광발전(PV) 모듈은 현재전체의 세계적인 PV 시장의 85 % 이상을 차지한다. 현재, 시작하는 실리콘 웨이퍼 비용은, 상기 결정질 실리콘 PV 모듈 제조 비용의 대략 40 %를 차지한다.

[0033] 도 12는, 다공성 실리콘의 방출 층 상의 재사용가능한 템플레이트 및 에피택셜 실리콘 증착을 사용하여, 스마트 전지 및 스마트 모듈을 위한, 라미네이트된 백플레인을 갖는 저-비용, 높은-효율, 후면-접합/후면-접촉 단결정질 전지를 만들기 위해, 통상적인 제조 공정을 제거하고, 실리콘 사용을 실질적으로 감소하는, 얇은-결정질-실리콘 태양 전지 제조 공정의 중요한 프로세싱 단계를 강조한 공정 흐름도이다. 상기 스마트 전지는 적어도 하나 또는 전자 구성요소(상기 백플레인 상에 부착되고 상기 백플레인 상에 직접적으로 고정된 바이패스 스위치 및/또는 DC-to-DC 또는 DC-to AC MPPT 전력 최적화기와 같은)의 조합을 포함한다.

[0034] 상기 공정은 다공성 실리콘의 얇은 희생층(thin sacrificial layer)이 형성(예를 들어, 전기 회로의 존재에서 HF/IPA 습윤 화학에서 표면 변형 공정을 통해 전기화학적 에칭 공정에 의해)된 내로 재사용가능한 실리콘 템플레이트(p-타입 단결정질 실리콘 웨이퍼로 일반적으로 제조됨)와 함께 시작한다. 높은-품질의 에피택셜 시드 층 뿐만 아니라 차후의 분리/리프트-오프 층(subsequent separation/lift-off layer) 둘 다로서 제공하는 상기 희생적 다공성 실리콘 층을 형성하자마자, 원 위치-도핑된 단결정질 실리콘(in-situ-doped monocrystalline silicon)의 얇은 (일반적으로 몇몇 미크론에서 약 70 미크론까지의 범위, 가장 바람직하게 약 50 미크론의 두께를 가짐) 층이 형성되고[예를 들어, 트리클로로실란 또는 TCS 및 수소와 같은 실리콘 가스를 포함하는 주위에서 (in ambient) 화학적-증기 증착 또는 CVD 공정을 사용하는 대기의-압력 에피택시(atmospheric-pressure epitaxy)], 에피택셜 성장이라고 또한 불린다. 전지 프로세싱 단계의 대다수의 완성 후에, 매우-낮은 비용 백플레인 층은, 상기 태양 전지의 높은-전도성 전지 금속화를 지지할 뿐만 아니라 영구 전지 지지대 및 강화(permanent cell support and reinforcement)를 위한 상기 얇은 epi 층에 결합된다. 일반적으로, 상기 백플레인 물질은, 상기 공정의 집적화 및 신뢰성의 필요를 충족하는, 비용이 비싸지 않은 프리프레그 물질(inexpensive prepreg material)(흔히, 프린트된 회로 보드에서 사용됨)과 같은 얇은(예를 들어 약 50 내지 250 미크론), 유연한, 전기적으로 절비하는 중합체 물질 시트(electrically insulating polymeric material sheet)로 이루어져 있다. 대부분-공정된 후면-접촉, 후면-접합 백플레인-강화된 큰-영역(예를 들어, 적어도 125 mm x 125 mm 및 더 큰 태양 전지 영역을 갖는) 태양 전지는 그리고 난 다음에 분리되고, 기계적으로-약화된 희생적인 다공성 실리콘 층(예를 들어, 기계적인 방출 MR 공정을 통해)을 따라 상기 템플레이트로부터 들어올려지면서, 상기 템플레이트는 여러 번 재-사용될 수도 있고, 이로 인하여 상기 태양 전지 전지 제조 비용을 추가적으로 최소화된다. 그리고 난 다음의 최종의 전지 프로세싱은, 템플레이트로부터 방출된 후에 노출된 서니-사이드 상에서 수행될 수도 있다[예를 들어, 상기 전면 텍스처(frontside texture) 및 패시베이션(passivation) & 무-반사 코팅 증착 공정(anti-reflection coating deposition process)을 완성함으로써].

[0035] 백플레인-끼워진 상호연결(backplane-embedded interconnect) 및 강화 백플레인과 함께 후면-접합/후면-접촉 전지 디자인의 조합은, 표면 실장 기술(surface mount technology, SMT)과 같은 안정된 전기장치 조립체 방법을 사용하여 상기 전지 레벨에서 매우-낮은-비용 전력 전자장치의 신뢰가능한 집적화를 위한 권능을 부여하는 전지 구성(enabling cell architecture)을 제공한다. 높은-효율성 얇은 결정질 실리콘 태양 전지를 위한 끼워진 높은-전도성(알루미늄 및/또는 구리) 상호연결을 제공하고, 영구적인 구조적인 지지대/강화로서 역할에 추가적으로, 이러한 백플레인 기술은, 증명된 후면-접촉 모듈 조립체 및 루미네이션 기술과 함께 호환성을 유지하면서, 상기 전지의 서니사이드와 함께 간섭없이 상기 전지 백플레인 상에, 마이패스 스위치 및 MPPT 전력 최적화와 같은, 매우-저-비용 전력 전자 구성요소의 집적화를 가능하게 한다[즉, 어떠한 활성 일루미네이션 영역이 상기 전지의 후면의 백플레인 상에 고정된 상기 전지-기초된 전자장치에 의해 소비되지 않기 때문에, 어떠한 효율성 페널티(efficiency penalty)도 없다].

[0036] 상기 백플레인 물질은 바람직하게, 상기 얇은 실리콘 층 상의 과도한 열적으로 유도된 스트레스(excessive thermally induced stresses)를 유발하지 않는, 충분히 낮은 계수의 열 팽창(low coefficient of thermal expansion, low CTE)과 함께 중합체 물질의 얇은 시트일 수도 있다. 게다가, 상기 백플레인 물질은, 상기 말미 전지 제조 공정 동안에 상기 공정 집적화 필요성, 특히, 상기 전면 패시베이션 및 ARC 층의 상기 PECVD 증착 동안에 상기 전지 전면 및 열 안정성의 습식 텍스처링(wet texturing) 동안에 화학적인 저항을 충족하여야 한다. 게다가, 상기 전기 절연 백플레인 물질은 상기 모듈-레벨 라미네이션 공정 및 장기간 신뢰성 필요성을 충족하여야 하면서, 다양한 안정된 중합체[플라스틱, 플루오로중합체, 프리프레그(prepregs) 등과 같은] 및 비-중합체 물질(유리, 세라믹 등과 같은)은, 상기 백플레인 물질로서 고려되고, 가능한 사용될 수도 있고, 상기 최적의 선택은, 비용, 공정 집적화의 용이함, 신뢰성, 유연성 등을 포함하지만 이로 제한되지 않는 많은 고려사항에 따라 달라진다. 상기 프리프레그 시트는 프린트된 회로 보드의 빌딩 블록(building block)으로서 사용된다. 프리프레그 시트는 레진 및 CTE-감소하는 섬유 또는 입자의 조합으로부터 제조된다. 바람직하게, 상기 백플레인 물질은, 텍스처 화학(texture chemistry)에서 상대적으로 화학적으로 저항력이 있고, 적어도 180 °C 까지, 및 보다 바람직하게 적어도 약 280 °C까지의 온도에서 열적으로 안정되는, 비싸지 않고, 낮은-CTE(일반적으로 CTE <10 ppm/°C 및 보다 바람직하게 CTE <5 ppm/°C), 얇은(일반적으로 50 내지 250 마이크론, 바람직하게 50 내지 100 마이크론) 프리프레그 시트일 수도 있다. 상기 프리프레그 시트는, 진공 라미네이터(vacuum laminator)를 사용하여, 상기 태양 전지 후면에 일반적으로 부착되면서, 여전히 상기 템플레이트 상에서 있다(상기 전지 리프트 오프 공정 전에). 열 및 압력을 적용하면서, 상기 얇은 프리프레그 시트는 영구적으로(permanently), 상기 공정된 태양 전지의 상기 후면에 부착되거나 또는 라미네이트된다. 그리고 난 다음에, 상기 리프트-오프 방출 경계선(lift-off release boundary)은, 펄스 레이저 스크리빙 도구(pulsed laser scribing tool)를 일반적으로 사용하는, 상기 태양 전지의 주변(상기 템플레이트 가장자리에 가까움) 주위에 정의되고, 그리고 난 다음에, 상기 백플레인-라미네이트된 태양 전지는, 기계적인 방출 또는 리프트-오프 공정(lift-off process)을 사용하여 상기 재사용가능한 템플레이트로부터 분리된다. 차후의 공정 단계는 하기를 포함할 수도 있다: (i) 상기 태양 전지 서니사이드 상의 상기 텍스처 및 패시베이션 공정의 완성(completion), (ii) (상기 태양 전지의 백플레인인) 상기 전지 후면 상의 상기 태양 전지 높은 전도성 금속화의 완료. 상기 높은-전도성 금속화(상기 태양 전지 제조 및 물질 비용을 감소하기 위해, 일반적으로 알루미늄 및/또는 구리를 포함하지만, 바람직하게 은을 포함하지 않음)는, 상기 태양 전지의 백플레인 상에 형성되고, 상기 에미터(emitter) 및 베이스 양극성(base polarities) 둘 다를 포함한다.

[0037] 예를 들어, 본원에 기재된 바와 같은 상기 태양 전지 디자인 및 제조 공정은, 상기 전기적으로 절연처리된 백플레인 층에 의해 분리되는 두 레벨의 금속화를 갖는다. 상기 백플레인 라미네이션 공정 전에, 상기 후면-접촉 태양 전지 상에 근본적인 마지막 공정은, 바람직하게 스크린 프린트된 또는 플라즈마 스퍼터링된 (PVD) 알루미늄(또는 알루미늄 실리콘 합금) 물질 층의 얇은 층을 사용하여, 상기 전지 후면 상에 직접적으로 상기 태양 전지 베이스 및 에미터 접촉 금속화 패턴을 형성하기 위한 것이다. 금속화의 이러한 첫 번째 층(M1)은, 상기 IBC 전지의 상기 베이스 및 에미터 영역을 정의하는, 최적-피치 집적된 후면-접촉(IBC) 전도체 핑거(fine-pitch interdigitated back-contact conductor fingers)와 같은, 상기 태양 전지 접촉 금속화 패턴을 정의한다. 상기 M1 층은, 금속의 이러한 첫 번째 층 후에 형성될 것인, 상기 태양 전지 전기적인 전력을 제2 레벨의 보다 높은-전도성 태양 전지 금속화(M2 층)으로 이송하기 위해, 상기 태양 전지 전류 및 전압을 추출하기 위해 제공된다. 상기 라미네이트된 백플레인의 형성, 상기 템플레이트로부터 상기 백플레인-지지된 태양 전지의 그 다음의

부착, 및 상기 전면 텍스처 및 패시베이션 공정의 완성 후에, 상기 남아있는 공정은, 상기 백플레인 상의 보다 높은 전도성 M2 층을 형성하기 위한 것이다. 많은 수(일반적으로 100's 내지 1000's)의 비아 홀(via hole)은, 상기 백플레인 내로 구멍을 뚫는다[바람직하게 레이저 드릴링(laser drilling)을 사용함]. 이러한 비아 홀은, 이러한 비아 홀에서 형성된 전도성 플러그(conductive plugs)를 통해 상기 패턴된 M2 및 M1 층 사이의 차후의 전기적인 연결을 위한 M1의 예비-명시된 영역(pre-specified regions) 상에 이른다(land). 그 뒤에, 상기 패턴된 보다 높은-전도성 금속화 층 M2 가 형성된다[알루미늄 및/또는 구리를 포함하는 M2를 갖는- 플라즈마 스퍼터링(plasma sputtering) 및 도금(plating)의 하나 또는 조합에 의해]. 최적-피치(예를 들어, 100's의 핑거(M1 상의 IBC 핑거))를 갖는 집적된 후면-접촉(IBC) 태양 전지를 위해, 상기 패턴된 M2 층은 M1에 직각인 것으로 바람직하게 디자인되어 있고, 즉, 상기 M2 핑거는 M1 핑거에 필수적으로 직각이다. 게다가, 이러한 직각의 변형 때문에, 상기 M2 층은 상기 M1 층보다 보다 낮은 IBC 핑거를 갖는다[예를 들어, 약 10 내지 50이 못되는 M2 핑거의 인자(factor)에 의해]. 이런 이유로, 상기 M2 층은, 상기 M1 층보다 보다 더 넓은 IBC 핑거를 갖는 보다 간격이 넓은 패턴이다(the M2 layer is a much coarser pattern with much wider IBC fingers than the M1 layer). 이러한 실시형태에서, 상기 태양 전지 버스바는, 전지 상의 상기 버스바와 연관된 상기 전기적인 그늘짐 손실(electrical shading losses)을 제거하기 위해, 상기 M2 층 상에 설치된다(및 상기 M1 상에는 설치되지 않음). 상기 베이스 및 에미터 상호연결 및 버스바 둘 다에 상기 태양 전지 후면 백플레인 상의 상기 M2 층 상에 이용가능하게 제조되기 때문에, 이러한 본 발명의 상기 실시형태는, 상기 백플레인 상의 상기 태양 전지의 상기 베이스 및 에미터 말단 둘 다에 접근과 함께 상기 백플레인 상의 상기 전력 전기장치 구성요소 또는 구성요소들을 효과적으로 집적화할 수 있다.

[0038] 매우 낮은-비용 프린트된-회로 보드와 본질적으로 유사하게, 상기 백플레인 상의 상기 태양 전지의 양극성 둘 다를 갖는 상기 나타낸 태양 전지 백플레인은, 상기 태양 전지의 서니사이드를 방해함이 없고, 상기 태양 전지의 신뢰성의 소멸없이 상기 전지의 후면 백플레인 상에 전자 구성요소를 전기적으로 조립하고, 집적화하는데 효과적으로 사용될 수도 있고, 이런 이유로 상기 전체적인 전지 및 모듈을 통해 보다 스마트한 전력 관리를 통해 개선된 에너지 수득, 분포된 전지-기초된 MPPT 전력 최적화, 감소된 LCOE, 및 개선된 PV 시스템 및 신뢰성을 갖는 분리된 그늘 관리의 실행을 가능하게 한다. 상기 백플레인은, 상기 태양 전지 상의 얇은-형식의 전자 구성요소의 직접적인 고정, 부착 및 지지를 가능하게 할 뿐만 아니라, 이는 또한 상기 구성요소 및 이들의 부착의 어떠한 해로운 스트레스 효과(any detrimental stress effects)를 상기 민감성 태양 전지(sensitive solar cell)로부터 효과적으로 분리한다. 본원에 기재된 상기 실시형태는, 영구적으로 부착된(즉, 라미네이트된) 백플레인을 갖는, 후면-접촉/후면-연결 IBC 전지를 포함하는 후면-접촉 태양 전지와 같은, 스마트 태양 전지 및 스마트 태양 모듈을 가능하게 한다. 상기 스마트 전지는, 각각의 전지 상에 상기 백플레인 내로 직접적으로 부착된 상기 전지 백플레인 및/또는 하나의 DC-to-DC or DC-to AC MPPT 전력 최적화기 상에 집적된 하나의 바이패스 스위치와 같은 전자 구성요소를 포함한다.

[0039] **지능적인 전지의 그늘 영향 억제(Intelligent cellular Shade Impact Suppression, ISIS)**. PV 시스템의 직렬 연결(series wiring)로 인하여, 시스템의 빛-흡수 표면 상의 작은 양의 차단, 많은 산출량 손실(output loss)을 유도할 수도 있다. 전지 및 모듈의 그늘짐의 결과로서 전력 수확 능력의 손실의 다양한 대표적인 예가 있다. 예를 들어, 하나의 공개된 연구는, 상기 PV 모듈 표면 영역의 0.15%, 2.6%, 및 11.1% 상의 차단이 각각 3.7%, 16.7%, 및 36.5%의 산출량 전력 손실을 유발하고, 이런 이유로 그늘짐의 경우에 상기 설치된 PV 시스템 에너지 수득의 현저한 감소를 결과적으로 야기됨을 관찰하였다. 상기에 기재된 바와 같이, 그늘짐으로 인한 하나의 차단된 전지의 전류가 떨어진 경우에, 상기 그늘진 전지는, 스트링 또는 서브-스티링(sub-string)에서 직렬연결로 연결된 모든 다른 전지의 전류를 끌어내린다(시정 조치가 상기 모듈의 설계에서 취해질지라도). 상기 나타낸 주제의 신규한 ISIS 또는 그늘 관리 설계는, 상기 PV 모듈 및 상기 직렬연결 스트링 상의 최소한의 영향과 함께 어떠한 차단된 및 그늘진 전지 주위의 전기의 자동적인 재-경로변경(automatic re-routing)을 가능하게 하도록, 상기 태양 전지의 버스바(베이스 및 에미터) 둘 다에 직접적인 접근 및 전기적인 연결과 함께 각각의 태양 전지 상의 비용이 비싸지 않는 전기장치[예를 들어, 전력 쇼트키 다이오드 또는 MOSFET 또는 또 다른 적합한 낮은-정방향-전압/낮은-역방향-누출/낮은-ON-저항(low-forward-voltage/low-reverse-leakage/low-ON-resistance) 바이패스 스위치와 같은 매우 낮은-비용 전력 전자장치 바이패스 스위치]를 집적화한다-그렇게 함으로써 상기 PV 모듈의 전력 수확 및 전체적인 에너지 수득 산출량을 최대화한다. 추가적으로, 본원에 나타낸 상기 나타낸 ISIS 시스템 및 방법은, 상기 모듈 내에 어울리지 않는 전력과 관련된 축적된 열로부터의 스트레스

를 감소시킴으로써 상기 전체적인 전지 및 모듈 신뢰성을 향상할 수도 있다. 본원에 나타난 바와 같은 집적된 ISIS는, 외부의 바이패스 다이오드를 갖는 연결 박스를 위한 필요성을 제거하고, 이런 이유로 상기 결과적으로 형성된 스마트 모듈의 상기 비용/Wp를 감소한다. 추가적으로, 상기 전기 구성요소를 위한 지지 기판으로서 사용된 백플레인은 효과적으로 분리되고, 구성요소 배치 및 상기 민감성 반도체 전지로부터의 납땜의 상기 스트레스 효과를 효과적으로 분리하고, 따라서, 상기 전지 백플레인 및 후면 상의 상기 ISIS 바이패스 스위치를 고정하는 것과 관련된 이러한 스트레스의 어떠한 해로운 효과 및 열적 및 기계적인 스트레스를 최소화한다(Further, backplanes used as support substrates for the electronic components effectively isolate and decouple the stress effects of component placements and soldering from the sensitive semiconductor cell layers thus minimizing thermal and mechanical stresses and any detrimental effects of such stresses associated with mounting the ISIS bypass switches on cell backplanes and backsides).

[0040] **분포된 최대-전력점 추적 최적화기(Distributed Maximum-Power-Point Tracking (MPPT) Power Optimizer).** 상기 최대 전력점(MPP)는, 모듈이 동틀녘에서 해질녘까지[또는 상기 태양 전지가 동틀녘에 "작동하는(wakes up)" 경우에서 출발하여, 상기 전지가 해질녘에 "정지(sleeps)"할 때까지]의 다양한 태양 일루미네이션 하의 최대 가능한 산출량 전력을 수득한 경우에 상기 전력-전압 연속체(current-voltage continuum) 상의 지점이다. 전류 및 전압 수치는 하루 동안에 상기 전지 조사 흐름 변화 및 그 밖의 작동 조건(주위 온도 등과 같은)에 따라 다양한 것과 같이, 자동화된 MPP 추적자(automated MPP tracker)는, 상기 MPP 조건에서 작동하도록(상기 최대 모듈 전력을 추출하기 위해), 상기 IV 곡선 상의 전압 및 전류의 작동점을 조절한다; 게다가, 상기 MPP 추적자는 또한, 직렬 연결된 상기 태양 전지(및 모듈) 모두의 상기 전류 수치를 일치하기 위해, 이의 산출량 전류/전압 비율을 바람직하게 조절한다. 상기 나타난 혁신은, 상기 백플레인을 통해 각각의 전지 후면 위로 스마트 전자 장치를 집적화함으로써 상기 전지 레벨에서 매우-낮은-비용 최대 전력점 추적 (MPPT) 전력 최적화 회로의 정확히 분포된 실행을 제공한다. 만약 하나의 외부의 마이크로-인버터(또는 대체적으로, 하나의 DC-to-DC 컨버터)를 사용하여 모듈 및 모듈-레벨 MPPT 당 하나의 외부의 마이크로-인버터(또는 대체적으로, 하나의 DC-to-DC 컨버터)가 사용된다면, 이러한 배열은, 상기 제1 스트링으로부터 100 % 및, 예를 들어 상기 제2 스트링으로부터 97 %의 전력을 생산할 수도 있다. 이는, 상기 통상적인 중앙화된 인버터 MPPT 배열과 비교된 실질적인 개선, 상기 PV 설비로부터 완전한 전력의 98.5 %의 개선된 전력 수확을 수득할 것이다.

[0041] 본원에 나타난 바와 같은 상기 전지-레벨 MPPT 전력 최적화에 연장되고 적용된 경우에, 이러한 해결책은, 다양한 일루미네이션 및 전지 그늘짐 조건 하의 각각 및 모든 전지로부터의 실질적으로 개선된 전력 수확을 가능하게 할 뿐만 아니라, 이런 이유로 통상적인 방법과 비교하여 전체적인 모듈 에너지 수득을 추가적으로 최대화하고, 상기 시스템 레벨에서 일치하지 않는 모듈의 영향을 제거하고, 주어진 모듈 내의 일치하지 않는 전지의 패키징(packaging)[V_{mp} 및/또는 I_{mp} 수치와 같은 상이한 매개변수(parametrics)를 갖는 상이한 제조 빈(different manufacturing bins)으로부터의 전지]을 또한 가능하게 한다.

[0042] 분포된 전지의 ISIS 및/또는 전지의 MPPT 전력 최적화기 전자장치를 통한 상기 전지 레벨에서 스마트 전력 전자 장치 능력을 집적화함으로써, 본원에 나타난 시스템의 다양한 실시형태는, \$ 0.20/Wp 미만 설비된 전력 전자 장치, 시스템 및 설비의 균형(전체 BOS)을 위한 \$ 0.50/Wp 미만, 및 LCOE < \$ 0.10/kWh[\$ 0.05/kWh에 도달하는 LCOE 능력과 실질적으로(actually with LCOE capability of reaching < \$ 0.05/kWh)]을 포함하는 현저한 비용 개선을 제공한다. 상기 나타난 시스템 및 방법과 대조적이고 상기에 나타난 바와 같이, 통상적인 전력 전자 장치는, 상기 모듈 레벨(상기 PV 모듈에 부착된 외부의 DC-to-DC 컨버터 박스 또는 DC-to-AC 마이크로인버터 박스) 또는 상기 설비된 PV 시스템 레벨(보다 전통적인 중앙화된 인버터 MPPT)에서만 존재한다. 상기 나타난 주제에 따른 실시형태는, 후면-접촉/후면-접합 IBC 전지 및 백플레인 기술을 포함하는(상기 태양 전지의 전기 리드 또는 버스바 둘 다에의 접근을 제공하고, 상기 태양 전지의 상기 서니사이드의 맞은편의 상기 전자 구성요소의 배치를 위한 지지대를 제공하는 상기 백플레인과 함께) 후면-접합 전지에 의해 가능한 신규한 및 유일한 분포된 전지-레벨 MPPT 전력 최적화 및 최대 점 추출 최적화를 통해 오늘날에 존재하는 PV 해결책(today's existing PV solutions)보다 실질적으로 보다 나은 개선 및 이익을 성취한다. 상기 나타난 주제는, 존재하는 제조 공정 내의 공정 집적화의 용이함으로 인하여(상기 바이패스 스위치 및 MPPT 전력 최적화기 구성요소와 같은 전력전기 구성요소가 비싼 제조 단계에 대한 필요 없이 상기 전지 후면 상에 상기 백플레인 내로 직접적으로

고정될 수도 있다), 보다 높은 비용으로만 증가하면서 이러한 실질적인 증가를 성취하고, 이로 인하여 LCOE를 실질적으로 감소시키면서, 실질적으로 증가된 에너지 수익(전지 및 모듈 불일치의 제거를 포함하는)을 제공한다. 전류 모듈-레벨 DC-to-DC 컨버터 박스가 25 %까지 증가된 에너지 수익을 청구하는 경향이 있으면서, 이러한 해결책은 \$ 0.20/Wp 이상의 일반적인 비용을 초래하고; 대조적으로, 본원에 나타난 상기 신규한 실시형태(즉, 상기 유일한 분포된 전지의 ISIS 및 전지의 MPPT 전력 최적화 해결책)는, 상기 시스템의 에너지 수익률 및 상기 전체적인 PV 모듈 및 설비된 PV 시스템 산출량을 증가시키면서 \$0.20/Wp 이하로 실행 비용을 감소시킨다.

- [0043] 게다가, 본원에 나타난 상기 분포된 전지의 전력 최적화 해결책은 하기를 제공한다:
- [0044] - 개선된 인버터 신뢰성 - 상기 예측가능한 레벨에 대한 전압 및 전류를 관리하는 것은, 상기 중앙화된 인버터 상에의 스트레스를 제거하고(즉, 어떠한 과전압도 없음), 전체적인 변환 효율을 개선한다. 추가적으로, 상기 중앙화된 인버터 설계는, 정확하게 분포된 전지의 MPPT 전력 최적화 해결책의 결과로서 단순화되고 비용이 감소하게 될 것이다.
- [0045] - 단속운전 방지(Anti-islanding) - 완전하게 끼워진 스마트 전력 회로는, 비상사태를 위한 자동화된 셋-오프 및 보다 쉽고 안전한 설비 및 유지를 가능하게 하기 위해, 상기 PV 설비의 외부에서 상기 모듈과 위치 사이, 및 상기 모듈 중에서, 상기 모듈 내의 분포된 추적(distributed tracking) 및 통신(communication)을 가능하게 한다.
- [0046] - 그늘짐을 무시하고, 유연한 스트링 길이 및 평면을 설계하기 위한 능력은, 비싼 시스템 디자인 분석 및 보다 싼 전체적인 설비 비용의 보다 적음을 의미할 것이다(Ability to ignore shading and design flexible string lengths and planes will mean less of expensive system design analyses and cheaper overall installation costs).
- [0047] - 전지/모듈 모니터링은, 개선된 정비, 청소, 예측 성능(performance forecasting), 및 예방적인 유지 조치(preventive maintenance actions)를 유도한다.
- [0048] **상기 태양 전지와 집적된 바이패스 스위치를 사용한 지능적인 전지의 그늘 영향 억제(Intelligent cellular Shade Impact Suppression, (ISIS) Solution Using Bypass Switches Integrated With the Solar Cells)** : 하기의 섹션은, 다양한 ISIS 실행 실시형태를 기재한다. 상기 분포된 스위치에서 실질적인 전력 분리 상실 없이, 나타난 분포된 전지의 그늘 관리 (ISIS) 시스템에서 사용을 위한 바이패스 전기 스위치의 섹션과 관련한 고려사항 및 기준은, 하기를 포함하지만 이로 제한되지 않는다:
- [0049] - 몇몇의 예에서 정방향-편향된 다이오드에 비해 보다 적은, 작은 온-스테이트 전압 강하를 갖는 전지의 바이패스 스위치(A cellular bypass switch with a small on-state voltage drop, in some instances far smaller than that of a forward-biased diode). 예를 들어, $V_{mp}=575\text{ mV}$ 및 $I_{mp}=9.00\text{ A}$ (대략 $V_{oc}=660\text{ mV}$ 및 $I_{sc}=9.75\text{ A}$ 에 상응함) 이라면, 50 mV의 온-스테이트 전압은, 다이오드보다 10 % 미만인 0.45 W의 온-스테이트 전압 소멸을 결과적으로 야기할 것이다(이러한 계산은 상기 스위치 R_{series} 와 관련된 어떠한 손실을 제외한다).
- [0050] - 상기 온-스테이트 스위치 전력 손실을 최소화하기 위해 매우 작은 온-스테이트 직렬연결 저항과 함께 전지의 바이패스 스위치 : 바람직하게 10mΩ보다 적거나 동일한 온-스테이트 스위치 R_{series} [예를 들어, $R_{series} = 5\text{m}\Omega$, 스위치의 옴 전력 소멸(ohmic power dissipation of switch) = 0.405 W].
- [0051] - 상대적으로 낮은 전압 강하 및 작은 R_{series} 를 제공하는 이러한 구성요소를 포함하는 양극성 접합 트랜지스터(BJT) 또는 MOSFET 또는 어떠한 적합한 스위치 회로.
- [0052] 예를 들어, 하기의 기능성을 갖는 바이패스 스위치는 전기 구성요소로서 사용될 수도 있다:
- [0053] - 상기 바이패스 스위치가 ON 켜진 경우[정방향 편향된(forward biased)]에, 낮은 전력 소멸. 예를 들어, 상기 전력 소멸은, 상기 평균 전지 전력 생산의 일부 이하일 수도 있다. 예를 들어, 5 Wp 전지에 대해, 바이패스 스위치는, 상기 완전한 전지 스트링 전류가 상기 그늘진 전지의 상기 바이패스 스위치를 통해 통과하는 경우에,

약 1 W 이하로 상기 전력 소멸을 제한하도록 선택된다.

- [0054] - 상기 바이패스 스위치가 OFF인 경우[역방향 편향된(reverse biased)]에, 낮은 역방향 누설 전류.
- [0055] - 얇은 구성요소 패키지(thin component package)[예를 들어 << 2 mm 또는 심지어 최소 < 1 mm(even as low as <1 mm)].
- [0056] - 상기 전지 스트링의 완전한 전류를 처리하는 능력.
- [0057] 도 13은, 상기 모듈 내에 라미네이트되고 각각의 전지 후면에 부착된, 각각의 태양 전지(이의 등가 회로 모델로 나타냄) 당 (또한, 낮은-Vf 쇼트키 다이오드와 같은 하나의 낮은 Vf 바이패스 스위치일 수도 있는) 하나의 낮은 -Vf[낮은 정방향 바이어스 전압(low forward bias voltage)] 바이패스 다이오드를 사용하여, 지능적인 전지의 그늘 영향 억제 또는 ISIS로서 본원에 나타낸, 분포된 전지의 그늘 관리 시스템을 나타내는 계통도이다. 이러한 분포된 바이패스 스위치 배열은, 다수-전지 서브-스트링 당 하나의 바이패스 다이오드의 알려진 배열과 비교된 PV 설비(일반적으로 알려진 배열에서 20 개-전지 당 하나의 바이패스 다이오드)에서 상기 외부의 연결 박스 바이패스 다이오드에 대한 필요를 제거하고, 상기 모듈의 전체적인 에너지 수득 실행을 개선한다. 전지 당 하나의 바이패스 스위치[이러한 실시예에서 쇼트키 다이오드와 같은 정류용 다이오드(rectifying diode)와 같은]가 사용되기 때문에, 전체의 모듈은, 직렬연결로 연결된 상기 모듈 내의 상기 전지 모두의 단일 스트링(예를 들어, 60 개-전지 모듈에 대한 직렬연결된 60 개 전지의 하나의 스트링)으로서 연결될 수도 있다. 따라서, 상기 나타낸 주제에 따른 상기 ISIS 구성의 사용은, 상기 모듈 내의 다수의 서브-스트링에 대한 필요를 제거한다.
- [0058] 도 14는, 적합한 설명과 함께 전력 금속-산화-반도체 전계-효과 트랜지스터(MOSFET)가 (단독으로 또는 스위치 회로의 일부로서) 사용될 수도 있고, 집적된 그늘 관리 해결책(ISIS)에 대한 상기 전지 백플레인에 부착된 분포된 바이패스 스위치를 위한 효과적인 바이패스 스위치를 가짐을 나타내는 그래프이다. 예를 들어, 상기 스위치로서 상승-모드 MOSFET를 사용하여, $V_{GS} > 0$ 인 경우에 MOSFET가 on되고, $V_{GS} = 0$ 인 경우에 MOSFET가 off 된다 (when $V_{GS} > 0$ turn MOSFET on and $V_{GS} = 0$ turn MOSFET off) :
- [0059] - V_{GS} 가 제로인 경우에, 상기 MOSFET는 OFF이고, 상기 산출량 전압(V_{DS})은 V_{DD} 와 동일하다.
- [0060] - $V_{GS} > 0$ 이거나 V_{DD} 와 동일한 경우에, 상기 MOSFET 바이어스 포인트(Q)는 상기 로드 라인을 따라 포인트 A로 이동한다. 상기 드레인 전류 I_D 는 상기 채널 저항에서 감소로 인하여 이의 최대 수치로 증가한다. I_D 는 V_{DD} 와는 별도로 상수이고, V_{GS} 에만 의존한다. 따라서, 상기 트랜지스터는 닫힌(ON) 스위치와 같이 행동하고, 상기 채널 ON 저항은, 이의 $R_{DS(on)}$ 수치로 인하여 제로로 완전하게 감소하지 않지만, 매우 작아진다.
- [0061] - V_{GS} 가 낮거나 제로인 경우에, 상기 MOSFET 바이어스-포인트는 A에서 B로 이동한다. 상기 채널 저항은 상기 MOSFET가 OFF되기 때문에 매우 높다. 만약 V_{GS} 가 이들 두 개의 수치 사이에 왔다갔다한다면, 상기 MOSFET는 단일-극 단역 스위치(single-pole single-throw switch)로서 행동한다.
- [0062] - 적절한 전력 MOSFETs는 0.01 Ω 미만(또는 10 m Ω 미만)의 R_{series} 를 일반적으로 갖는다.
- [0063] - 전력 MOSFET 스위치는 일반적으로 서지-전류 보호(surge-current protection)를 갖지만, 높은-전류 적용을 위해 양극성 접합 트랜지스터가 사용될 수도 있다.
- [0064] 도 15는, 상기 모듈 내에 라미네이트되고 각각의 전지 후면에 부착된, 태양 전지 당 하나의 매우-낮은-Vf 전력 MOSFET-기초된 바이패스 스위치(MOSFET를 포함하는 모놀리식 회로 또는 MOSFET를 포함하는 상기 스위치)를 사용하여, 상기 나타낸 주제에 따라 ISIS 분포된 전지의 그늘 관리 실행의 계통도이다. 또다시, 이러한 분포된 바이패스 스위치 배열은, 상기 외부의 접합 박스 바이패스 다이오드에 대한 필요를 제거할 것이고, 다수-전지 서브-스트링 당 하나의 바이패스(공지된 배열에서 일반적으로 20 개-전지 서브스트링 당 하나의 바이패스 다이오드)의 배열과 비교된 바와 같은 상기 모듈의 에너지 수득을 개선할 것이다. 이러한 시스템에서, 만약 어떠한 전지가 그늘지지 않는다면, 상기 바이패스 다이오드는 역방향 바이어스 상태에 남아있고, 상기 태양 전지 스트

링은 상기 태양 모듈의 상기 전력 발생에 보통 완전하게 기여하게 작동한다. 어떠한 상기 전지가 부분적으로 또는 완전하게 그늘진다면, 상기 그늘진 전지(들)은 역방향으로 편향되고, 상기 태양 전지에 대한 핫-스팟 또는 손실의 가능성을 제거하도록 상기 바이패스 트랜지스터 스위치(들)은 켜진다.

[0065] 도 16은, 상기 모듈 내에 라미네이트되고 각각의 전지 후면에 부착된, 태양 전지 당 하나 매우-낮은-Vf 전력 양극성 접합 트랜지스터(BJT)-기초된 바이패스 스위치(BJT를 포함하는 모놀리식 회로 또는 BJT를 포함하는 상기 스위치)를 사용하여 상기 나타난 주제에 따라 ISIS 분포된 전지의 그늘 관리 해결책의 계통도이다. 상기 양극성 트랜지스터의 상기 베이스 및 컬렉터(collectors)는 함께 연결된다. 이러한 분포된 바이패스 스위치 배열은 상기 외부 연결 박스 바이패스 다이오드에 대한 필요를 제거할 것이고, 다수-전지 서브-스트링 당 하나의 바이패스 다이오드(공지된 배열에서 20 개-전지 서브스트링 당 일반적인 하나의 바이패스 다이오드)의 배열과 비교된 사익 모듈의 에너지 수득을 개선할 것이다. 이러한 시스템에서, 만약 어떠한 전지가 그늘지지 않는다면, 상기 바이패스 트랜지스터 스위치는 OFF 상태로 남아있고, 상기 태양 전지 스트링은 상기 태양 전지의 상기 전력 발생에 완전하게 정상적으로 기여하게 작동한다. 어떠한 상기 전지가 부분적으로 또는 완전하게 그늘진다면, 상기 그늘진 전지(들)은 역방향 편향되고, 상기 그늘진 전지에 대한 핫-스팟 또는 손실의 가능성을 제거하는, 상기 바이패스 트랜지스터 스위치(들)은 켜진다.

[0066] 그리고, 상기 나타난 주제의 실시형태가 어떠한 타입의 태양 PV 전지 및 모듈에 적용될 수도 있을지라도, ISIS는 상기 전지 후면 상에 백플레인 부착을 활용하는 후면-접촉-타입 태양 전지(또는 전면-연결 또는 후면-연결)와의 적용을 위해 특히 유리할 수도 있다. 상기 전지 후면 상에 전기적으로 절연한 백플레인 층은, 상기 활성 전지 영역에 영향을 미치는 기계적인 또는 열적인 스트레스 문제 없이 상기 전지 후면 상에 전자 구성요소의 부착을 가능하게 한다. 그리고, 상기 활성 전지 및 전기 구성요소가 상기 백플레인의 상기 맞은편 상에 위치되기 때문에, 전기 구성요소의 배치 때문에, 활성 전지 일루미네이션 영역의 손실로 인하여 효율성 패널티가 최소화되거나 또는 효율성 패널티가 없다.

[0067] 도 17은, 상기 전지의 상기 서니사이드의 맞은편(상기 후면으로 언급됨) 상에 높은-전기-전도성 전지 상호연결(예를 들어, 알루미늄 및/또는 구리 금속화를 포함함)을 갖는 라미네이트되거나 부착된 전기적으로 절연된 백플레인 층을 갖는, 얇은 단-결정질 실리콘 태양 전지(예를 들어, $\leq 50 \mu\text{m}$ 단-결정질 실리콘 흡수체 층을 가짐)와 같은, 후면-접촉/후면-연결 결정질 반도체 태양 전지의 대표적인 도식적인 단면적 도표이다. 도 17에 나타난 상기 후면-접촉/후면-연결 결정질 반도체 태양 전지는, 얇은(thin) 또는 더 얇은(ultrathin) 결정질 반도체 기판(22)을 포함하고, 기판(22)는, 큰 영역 전지, 예를 들어 $125 \text{ mm} \times 125 \text{ mm}$ 또는 $156 \text{ mm} \times 156 \text{ mm}$ 크기의(또는 약 150 cm^2 내지 1000 cm^2 이상의 영역을 갖는 어떠한 다른 큰 영역) 기판일 수도 있다. 상기 전지 서니사이드는 상기 전지의 상기 빛 수용 표면(light receiving surface)이고, 패시베이션 및 항-반사 코팅 층(22) 뿐만 아니라, 전면 텍스처(frontside texture)를 포함할 수도 있다. 상기 상대적인 최적-피치 온-셀 금속화(상기 M1 금속화 층) 핑거(24)는, 맞물린 후면 접촉 알루미늄 금속화 핑거 패턴(예를 들어, 어떠한 온-셀 버스바 없이 수백의 최적-피치 금속화 핑거의 패턴)의 형태로, 상기 백플레인 부착 전에 상기 전지 후면 상에 배치된다. 백플레인(26)은, 예를 들어, 0.05 mm 내지 0.50 mm (예를 들어, 0.05 mm 내지 0.25 mm)의 범위의 두께를 갖는 상기 전지 후면 상의 영구적인 라미네이트된 백플레인일 수도 있고, 상기 활성 전지 상의 스트레스 문제 없이 상기 전지 후면 상에 전자 구성요소의 부착을 가능하게 한다. 백플레인(26)은, 온-셀 집적된 후면 접촉 금속화(M1 금속화) 핑거(24)에 상기 전지의 상기 백플레인 후면 상에 높은-전도성 전지 상호연결(28)을 전기적으로 연결하도록(M2 금속화), 상기 백플레인 상에 배치되거나, 상기 백플레인 내에 끼워진, 플러그를 통한 전도성(conductive via plugs)(예를 들어, 플러그를 통한 알루미늄 및/또는 구리)을 포함할 수도 있다. 도 20은, 예를 들어, 4 내지 10 개의 쌍의 베이스/에미터 금속화 핑거, 및 몇몇의 마이크론 내지 $100 \mu\text{m}$ 까지의 범위에서의 두께를 갖는, 예를 들어, 알루미늄 및/또는 구리 핑거를 갖는 직각으로 변형된 이중의 버스바 IBC 금속화 패턴의 형태로, 높은-전도성 전지 상호연결(28)(M2 금속화)의 실시형태를 강조한다.

[0068] 도 18은, 상기 전지의 후면 상에 배치된, 전기적인 절연체 층(30), 온-셀 전자 구성요소(34), 및 전기적인 전도성 리드(32)를 포함하는 온-셀 전자 구성요소(나타낸 단일 모놀리식 구성요소 부착)를 갖는, 도 17 에 나타난

전지와 유사한 후면-접촉/후면-접합 결정질 반도체 태양 전지의 단면적의 도표이다. 나타낸 바와 같이, 전자 구성요소(들)(34)는 상기 백플레인 상으로(또는 내에) 고정되고, 전기 리드(32)는 상기 전지의 상호연결에 연결된다. 상기 전지 백플레인 상으로 위치된 상기 전지-레벨 전자 구성요소는, 상기 바이패스 스위치 및 임의적으로 상기 MPPT DC-to-DC (또는 MPPT DC-to-AC) 전력 최적화기일 수도 있다. 도 18에서 상기 전지에 나타낸 바와 같이, 상기 전력 전자 부품(power electronics parts)은, 상기 전지의 후면 상에 배치되고, 상기 백플레인에 의해 상기 활성 전지 흡수체로부터 분리된다(decoupled/separated). 전기적인 절연을 제공하는 임의적인 전기적인 절연체 층(30)은, 부착된 시트 또는 분무된 또는 스크린 프린트된 층일 수도 있다. 전기적인 절연체 층(30) 없이, 상기 전기 리드(32)는, 예비-명시된 부위(pre-specified sites)에서만 상기 리드의 전기적인 연결을 가능하게 하도록, 이들 주위에 절연 커버(insulation jacket)를 가질 수도 있다[전도성 에폭시 또는 납땀에 의해(by soldering or conductive epoxy)]. 전기적인 전도성 리드(32)(예를 들어, 바이패스 스위치의 경우에 두 개의 리드)는, 전자 구성요소(34)의 상기 집적화된 그늘 관리 및/또는 MPPT 전력 최적화(예를 들어, DC-to-DC 또는 DC-to-AC 전력 최적화기) 구성요소 및 상기 태양 전지 리드 사이의 요구된 전기적인 상호연결을 제공하기 위해, 상기 셀 버스바(cell busbars)(및/또는 IBC 핑거)에 전기적으로 부착될 수도 있다. 온-셀 전자 구성요소(34)는 바이패스 스위치 및/또는 DC-DC MPPT 또는 DC-AC MPPT 전력 최적화기를 포함할 수도 있다. 전자 구성요소를 모니터링하고 보고하는 그 밖의 가능한 상황이 또한 사용될 수도 있다. 상기 전지에 부착된 상기 MPPT 전력 최적화기는, 상기 태양 전지의 차단하고 켜기 위해, 상기 전류 및/또는 전압 산출량을 재-프로그램화하기 위해, 및 상기 태양 전지의 상태(상기 전지의 전력, 온도 등을 포함하지만 이로 제한되지 않음)를 제공하기 위해, 원격으로 프로그램화될 수도 있다.

[0069] 도 19는, 태양 전지(도 17 및 18에 나타낸 것과 같은)의 백플레인 및 IBC 금속화 (M2 금속화) 패턴의 윗면을 나타내는 도표이고, 다시 말해서 도 19는 상기 태양 전지의 백플레인 면(backplane side)(상기 서니사이드의 맞은편)을 나타낸다. 본원에 나타낸 바와 같이, 상기 백플레인 면은, 백플레인 표면(40)[도 17 및 18에서 백플레인(26)으로서 나타낸 백플레인 표면(40)] 상에 배치된, 에미터 버스바(42) 및 이에 대응하는 에미터 금속화 핑거(44) 및 베이스 버스바(46) 및 이에 대응하는 베이스 금속화 핑거(48)로서 나타낸, 높은-전도성 전지 금속화 상호연결(M2 금속화)을 포함한다. 도 19의 상기 후면-접촉/후면-접합 IBC 구성에서, 상기 상호연결 패턴은, 상기 백플레인의 두 개의 면 상에 두 개의 버스바(에미터 및 베이스 버스바)와 함께 집적된 패턴이다. 상기에 나타낸 바와 같이, 상기 백플레인 상의 집적된 높은-전기적인-전도성 핑거의 수는, 온-셀에서 온-백플레인 상호연결까지의 상기 금속화 패턴의 직교 변형(orthogonal transformation)으로 인하여, 온-셀 금속화 핑거[도 17 및 18에서 온 셀 금속화 핑거(24) 사에서 나타냄]의 수보다 더 적을 수도 있고(예를 들어, 온-백플레인 핑거의 수는, 온-셀 IBC 핑거의 수보다 더 적은 약 10x 내지 50x의 요인일 수도 있다), 상기 백플레인 상의 상기 핑거는, 상기 전지 상의 상기 핑거에 필수적으로 수직으로 작동한다. 상기 백플레인 상의 상기 핑거는 상기 백플레인의 표면에 부착될 수도 있거나, 상기 백플레인 내에 끼워질 수도 있고, 상기 버스바는 상기 백플레인 상에 배치될 수도 있다. 상기 백플레인 표면 상에 상기 베이스 및 에미터 버스바에 상기 적절한 전기 리드를 연결하면서[예를 들어, 납땀(soldering), 전도성 에폭시 범프(conductive epoxy bumps) 또는 또 다른 적절한 부착 기술에 의해], 상기 전력 전자 구성요소(들)은 이러한 백플레인 표면 상에 고정되고 부착될 수도 있다(필요하면 적절한 전기 절연과 함께).

[0070] 도 20은, 상기 백플레인 면(전지 후면) 상에 상기 태양 전지 베이스 및 에미터 말단에 직접적으로 부착된 적합한 얇은-형식 바이패스 스위치(suitable thin-format bypass switch)를 갖는, 도 19에서 상기 태양 전지의 상기 백플레인의 전면(상기 서니사이드의 맞은편의 백플레인 면)을 나타내는 도표이다. 온-셀 바이패스 스위치(50)은, 납땀된 이음(soldered joints)(56)에 의해 베이스 버스바(42) 및 에미터 버스바(46)으로 연결된, 전기 리드(52)에 의해 높은-전도성 전지 금속화 (M2) 상호연결에 연결된다. 나타낸 바와 같이, 및 예를 들어, 상기 M2 상호연결 패턴은, 상기 백플레인의 두 개의 면 상에 두 개의 버스바(에미터 및 베이스 버스바)와 함께 집적된 패턴일 수도 있다. 상기 바이패스 스위치는, 매우 얇은 평평한 패키지(예를 들어, 바람직하게 1 mm 미만의 패키지 두께를 가짐) 및 높은-전기적인 전도성 말단[예를 들어, 편평한 리본(flat ribbons)의 형태로]을 가질 수도 있다. 상기 바이패스 스위치의 각각의 말단은, 상기 바이패스 스위치가 그늘짐에 의해 활성화되고 켜진 경우에, 상기 전지를 통해 최소한의 옴 손실(ohmic losses)을 확실하기 위해, 각각의 버스바(에미터 및 베이스 버스바) 상의 하나 또는 다수의 포인트(다수의 포인트를 나타냄)에 전도성 에폭시에 의해 전기적으로 납땀되거나 부착될 수도 있다. 상기 바이패스 스위치 전기 리드는 상기 백플레인 상에 상기 집적된 핑거로부터 적절하

게 전기적으로 절연될 수도 있다.

[0071] 예를 들어, 분포된 그늘 관리 해결책(ISIS)을 가능하게 하는 스마트 전지 및 모듈을 형성하기 위해, 전지 백플레인 상의 직접적인 조립을 위한 바이패스 스위치의 상업적으로 입수가 가능한 대표적인 실시형태는 하기를 포함한다: 바이패스 다이오드(바이패스 스위치)로서 사용하기 위해 적합한 얇은-패키지(thin-package)(0.74 mm), 낮은-정방향-전압(낮은-Vf) 10A ; 및, 가장-이상적인 바이패스 스위치로서 적합한, 울트라-낮은-정방향-전압(울트라-낮은-Vf) 구성요소.

[0072] 추가적으로, MOSFET 기술을 사용하여 슈퍼 배리어 정류기(Super Barrier Rectifier, SBR)로서 알려진 낮은-정방향-전압(낮은-Vf) 스위치는 또한, 분포된 그늘 관리 해결책(ISID)을 가능하게 하는 스마트 전지 및 모듈을 형성하기 위해, 전지 백플레인 상의 직접적인 조립을 위한 바이패스 스위치로서 사용하기 위해 적절할 수도 있다. SBR은, 통상적인 쇼트키 배리어 다이오드보다 보다 낮은 정방향 바이어스 전압 및 보다 낮은 역방향 누출 전압을 제공한다. 추가적으로, SBR은, 통상적인 pn 접합 다이오드와 비교가능한 열적 안정성 및 신뢰성 특성을 제공한다, ISIS에서 적용을 위해 뛰어난 추가적인 특성을 갖는다(SBR may provide thermal stability and reliability characteristics comparable to conventional pn junction diodes but with additional properties superior for application in ISIS). 대체적으로, 슈퍼 배리어 정류기(SBR)로 불리는 낮은-정방향-전압(낮은-Vf) 스위치는, 상기 나타난 주제의 분포된 그늘 관리 해결책을 가능하게 하는 스마트 전지 및 모듈을 형성하기 위해, 전지 백플레인 상의 직접적인 조립을 위한 바이패스 스위치로서 사용하기 위해 또한 적합할 수도 있다. 상기 SBR 스위치 기술을 위한 작은 역방향 누출 및 낮은-정방향-바이어스의 결합은, 이를 ISIS를 위해 매우 매력적이고 적합한 바이패스 스위치 후보물질로 만들 수도 있다.

[0073] 분포된 그늘 관리 해결책(ISIS)을 가능하게 하는 스마트 전지 및 모듈을 형성하기 위해, 전지 백플레인 상의 직접적인 조립을 위한 바이패스 스위치의 상업적으로 이용가능한 대표적인 실시형태의 또 다른 예는, MOSFET 기술을 사용하여 쿨 바이패스 스위치(Cool Bypass Switch, CBS)로서 알려진 낮은-정방향-전압(낮은-Vf) 스위치를 포함한다. 다양한 패키징은, MOSFET 기술을 사용하여 쿨 바이패스 스위치(CBS)로 불리는 낮은-정방향-전압 스위치 및 상업적으로 입수가 가능한 낮은-정방향-전압(낮은-Vf) 쇼트키 다이오드로 입수가 가능하다.

[0074] 전지의 상기 전지 백플레인 상에 직접적으로 전력 최적화기 전자장치를 배치시킴으로써, 분포된 전지의 DC-to-DC MPPT 전력 최적화 또는 DC-to-AC MPPT 전력 최적화 : 도 21은, 상기 백플레인 면 상에 상기 전지 말단에 직접적으로 부착된, DC-to-DC MPPT 전력 최적화기, 또는 DC-to-AC MPPT 전력 최적화기와 함께, 도 19 에서 상기 M2 상호연결 패턴과 함께 상기 태양 전지의 백플레인의 윗면을 나타내는 계통도이다. 이러한 나타난 예에서, 상기 전력 최적화기 칩(power optimizer chip)(DC-to-DC 또는 DC-to-AC 전력 최적화기)은, 두 개의 유입 말단(input terminals) (상기 태양 전지 베이스 및 에미터 버스바에 연결된 유입구와 함께) 및 두 개의 유출 말단(상기 전력 최적화기 칩의 조절된 유출구 전류/전압을 제공하고, 상기 백플레인 상의 외부의 쌍의 버스바에 연결됨)을 갖는 것으로 나타낸다. 온-셀 최적화기(64)의 상기 유입 말단(예를 들어, DC to DC MPPT 또는 DC to AC MPPT 전력 최적화기)은, 납땀 이음(soldered joint)(56)에 의해 상기 태양 전지의 포지티브 (에미터) 버스바 [positive (emitter) busbar](42) 및 네거티브 (베이스) 버스바[negative (base) busbar](46)에 연결된, 포지티브 유입 전기 리드(66) 및 네거티브 유입 전기 리드(68)에 의해 높은-전도성 전지 금속화 상호연결에 연결된다. 그리고, 네거티브 유출 전기 리드(negative output electrical lead)(58) 및 포지티브 유출 전기 리드(positive output electrical lead)(70)은, 납땀 이음(60)에 의해 네거티브 유출 리드 버스바(62) 및 포지티브 유출 리드 버스바(64)에 유출 말단을 조절함으로써 온-셀 전력 최적화기(64)를 연결한다. 상기 온-셀 전력 최적화기(64)는, 모든 시간에서 이의 최대-전력점에서 상기 태양 전지를 작동하기 위해, 상기 태양 전지를 위한 가변성 임피던스 유입(variable impedance input)을 효과적으로 제공하면서, 정전류(constant current)의 예비-명시된 레벨(직렬 연결된 전지에서 일치하는 전류를 위해) 또는 정전압(constant voltage)의 예비-명시된 레벨(병렬 연결된 전지에서 일치하는 전압을 위해)과 함께 이의 유출 말단에서 최대 전지 전력을 제공한다.

[0075] 도 21에 나타난 바와 같이, 상기 전지의 상기 백플레인 면은, 예를 들어, 알루미늄 및/또는 구리로 만들어진,

높은-전도성 전지 금속화 상호연결(M2) 층을 포함한다. 상기 M2 상호연결 패턴은, 상기 백플레인 표면의 두 개의 면 상에서 두 개의 버스바(에미터 및 베이스 버스바)를 갖는 집적된 패턴일 수도 있다. 상기 MPPT 전력 최적화기 전자장치[예를 들어, 단일-칩 패키지(single-chip package)]는, 얇은 평평한 패키지(예를 들어, 바람직한 1 mm 미만의 패키지 두께를 가진) 및 높은-전기적인 전도성 말단(예를 들어, 편평한 리본)을 갖는다. 상기 MPPT 전력 최적화기 전자장치의 각각의 유입 말단은, 상기 전지에서 옴 손실을 최소화하는 방식으로, 각각의 버스바(에미터 및 베이스 버스바) 상에 하나 또는 다수의 포인트에 전도성 에폭시를 전기적으로 납땜하거나 부착할 수도 있다. 유사하게, 상기 MPPT 전력 최적화기 전자장치의 각각의 유출 말단은, 상기 전지에서 옴 손실을 최소화하기 위한 방식으로, 각각의 유출 버스바 상에 하나 또는 다수의 포인트에 전도성 에폭시에 의해 전기적으로 납땜하거나 부착될 수도 있다.

[0076] 도 21에서 나타난 유출 버스바(62) 및 (64)는 선택적이다. 만약 유출 버스바가 사용된다면, 이들은, 에미터 및 베이스 버스바 및 그 밖의 전지 백플레인 M2 상호연결 핑거로서 상기 전지 제조 공정 동안에 동시에 상기 백플레인 상에 형성될 수도 있다. 만약 유출 버스바가 사용되지 않는다면, 상기 MPPT 전력 최적화기 전자장치의 상기 유출 말단은, 전지 상호연결에 대해 상기 최종의 PV 모듈 조립 및 전지 동안에 상기 전지 유출 말단으로서 직접적으로 사용될 수도 있다(If output busbars are not used, the output terminals of the MPPT Power Optimizer electronics may be directly used as the cell output terminals during the final PV module assembly and cell to cell interconnections).

[0077] 상기 나타난 주제의 측면은, 상기 전지 백플레인 상의 MPPT 전력 최적화기 전자장치(DC-to-DC or DC-to-AC)의 부착이다. 도 22는, 주어진 일루미네이션에서 최대 전력 수확을 위해 태양 전지 IV 특성 및 최대 전력점(MPP)을 나타내는 그래프이다. (상기 MPP는 태양 전지 일루미네이션 강도의 상이한 레벨과 다르다). 그리고, 예, 도 23은, ~ 0.4 sun에서 ~ 1 sun까지의 상이한 태양 모듈 일루미네이션 강도 하의 전력 vs 전압 특성을 나타내는 대표적인 태양 모듈 IV에 대한 그래프이다. 동틀녘에서 해질녘까지의 수득하는 전력을 최대화하기 위해, 상기 나타난 주제에 따라 전지 실시형태는, 매우 높은 시스템 레벨 신뢰성 및 매우 낮은 LCOE를 성취하면서, PV 모듈 및 PV 시스템의 에너지 수득을 최대화하기 위해, 각각의 전지 후면(백플레인) 상의 MPPT 전력 최적화기 전자장치의 배치를 가능하게 한다.

[0078] 본원에 나타난 상기 전지의(전지 레벨) MPPT 전력 최적화 적용을 위해 적합한 수많은 상업적으로 입수가 가능한 단일-칩 DC-to-DC MPPT 전력 최적화기 전자장치가 있다. 대체적으로, 주어진 태양 전지를 위해 최적화된 모듈리식(또는 거의 모듈리식) MPPT 전력 최적화기를 디자인하고 제조하는 것이 가능하다. 몇몇의 예의 칩이, 전지 후면/백플레인 실행 상에 분포된 전지-레벨 MPPT 전력 최적화기 전자장치를 위한 과량의 전력 능력을 제공하고, 지나친 설계를 가질 수도 있지만, 보다 낮은 전력(예를 들어 5 내지 10 Watt max) 단일-칩 해결책은 또한, 상기 전지 백플레인 상으로 직접적인 고정 및 부착을 위해 사용될 수도 있다.

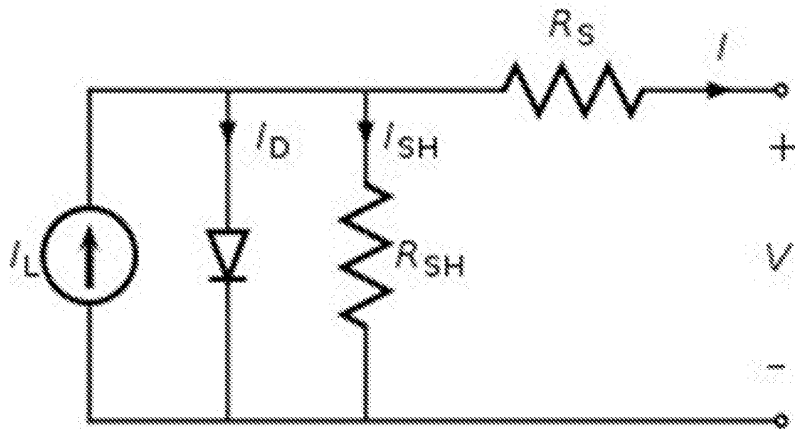
[0079] 태양 모듈 내의 이들을 라미네이팅하고(laminating), 전지의 백플레인 상의 분포된 MPPT 전력 최적화기를 배치함으로써, 본원에 나타난 상기 분포된 MPPT DC-to-DC (또는 DC-to-AC) 전력 최적화기 해결책은, 하기를 포함하지만 이로 제한되지 않는, 넓은 범위의 능력 및 이익을 제공한다:

- [0080] - 모듈-레벨 DC-to-DC 인버터 박스 또는 DC-to-AC 마이크로-인버터 박스 또는 집중화된 인버터 MPPT 전력 최적화와 비교된 PV 모듈 및 실비된 PV 시스템의 전력 수확의 실질적인 증진 및 그림자 효과의 전체 완화.
- [0081] - 분리 바이패스 다이오드 또는 바이패스 스위치를 위해 필요의 제거.
- [0082] - 상기 그늘진 전지의 전환(shunting) 및 바이패스 대신에 그늘진 전지로부터의 전력 수확.
- [0083] - 상이한 비닝 매개변수(different binning parametrics)를 갖는 불일치된 전지로부터의 PV 모듈의 제조를 가능하게 함.
- [0084] - 제조된 모듈의 와트 당 효과적인 비용의 감소.
- [0085] - 모듈-레벨 MPPT DC-to-DC (또는 DC-to-AC) 전력 최적화기를 위한 필요성의 제거.

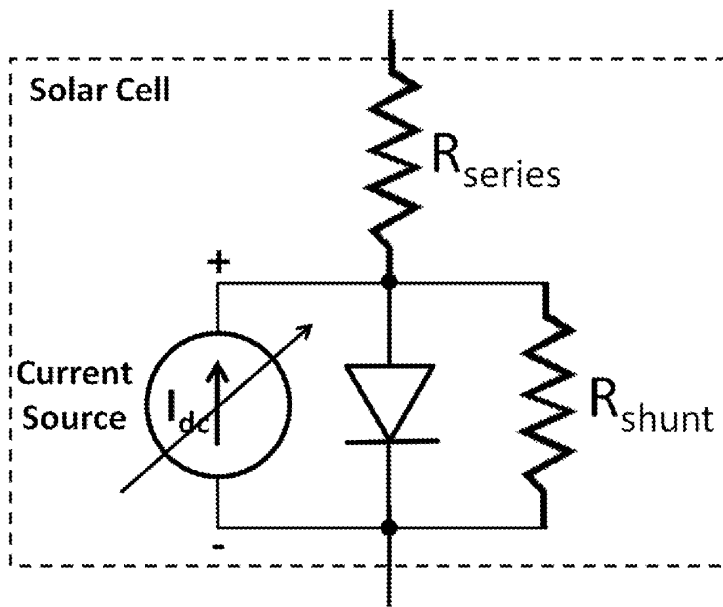
- [0086] - 최종의 모듈 라미네이션 전에 각각의 전지 백플레인에 부착되고 각각의 전지 백플레인 상에 고정된, 분포된 MPPT 전력 최적화기(DC-to-DC 또는 DC-to-AC)는, 완전한 원격-접속 상태 모니터링, 진단 및 상기 전지 레벨에서 대조를 가능하게 한다. 각각의 전지는 원격으로 모니터링되고, 조절될 수도 있고[예를 들어, 상기 전지의 차단 또는 이를 다시 켜에 의해(by shutting off the cell or turning it back on)], 상기 전지 및 모듈의 상태가 즉시 모니터링될 수도 있다.
- [0087] - 전지 레벨 통신은 상기 PV 모듈 전류 리드 위의 RF/AC 조절(RF/AC modulation over the PV Module power leads) 또는 무선 통신(WiFi)을 통해 제공될 수도 있다.
- [0088] - 분포된 전지의 MPPT 전력 최적화기 전자장치는, 상기 설치된 PV 시스템에서 및 상기 모듈에서 그 밖의 전지와 비교된 상기 전지의 실시간 상태 및 이들의 상대적인 실행을 제공할 수도 있다.
- [0089] - 원격 접근 신호(Remote access signals)는, 원하는 MPPT 모듈 전류 및/또는 전압 등을 조절하거나 또는 종합적인 PV 모듈 또는 시스템 셧 오프(system shut off) 또는 개시와 같은 다양한 과제(예를 들어, 유지, 설치, 개시 등)를 위해 상기 분포된 MPPT 전력 최적화기 전자장치를 다룰 수도 있고 재-프로그램화될 수도 있다.
- [0090] - 전지 온도(상기 백플레인 면 상의)와 같은, 상기 필드에서 상기 설치된 PV 시스템을 위한 실시간 매트릭스(real-time metrics)가 제공될 수도 있다.
- [0091] 본원 기재된 실시형태는 매우 얇은 단-결정질 실리콘 흡수체 층 및 백플레인을 사용한 후면-접촉/후면-접합 결정질 실리콘 태양 전지와 함께 주로 설명되어 있지만, 이는 상기 나타낸 주제의 측면이 하기를 포함하지만 이로 제한되지 않는 것을 포함하는, 본 분야의 숙련자에 의해 다른 태양 전지 및 모듈 실행에 적용될 수도 있음을 이해하여야 한다: 이러한 전지를 포함하는 전면 태양 전지 및 PV 모듈; 결정질 GaAs, GaN, Ge, 및/또는 다른 근본적인 및 화합물 반도체로부터 만들어진 것과 같은 비-결정질 실리콘 태양 전지 및 모듈; 및, 결정질 반도체 웨이퍼(결정질 실리콘 웨이퍼와 같음)로 만들어진 후면-접촉/전면-접합, 후면-접촉/후면-접합 및 전면-접촉 태양 전지를 포함하는 웨이퍼-기초된 태양 전지.
- [0092] 그러나, 상기에 나타낸 바와 같이, 상기 나타낸 주제의 측면이 실질적인 영향을 미치는 최종의 모듈 제조 없이 후면-접촉 전지에 적용될 수도 있는 바와 같이, 상기 후면-접촉 전지의 사용은 유리할 수도 있다. 추가적으로, 상기 전지의 후면 상의 상기 에미터 및 베이스 상호연결 리드 둘 다의 유효성은, 추가적인 전지-레벨 모니터링 및 조절 기능(control functions) 뿐만 아니라, 증진된 에너지 수확을 위한 온-전지 전자장치의 전체적인 실행을 추가적으로 단순화할 수도 있다.
- [0093] 상기 대표적인 실시형태의 상기의 기재는, 본 분야의 어떠한 숙련자가 청구된 주제를 만들거나 사용하는 것을 가능하게 하도록 제공되어 있다. 이러한 실시형태에 대한 다양한 변형은 본 분야의 숙련자에게 쉽게 명확할 것이고, 본원에 정의된 포괄적인 원리는, 상기 획기적인 기능의 사용 없이 다른 실시형태에 적용될 수도 있다. 따라서, 상기 청구된 주제는 본원에 나타낸 실시형태로 제한함을 의도하지 않지만, 이는 본원에 나타낸 신규한 특징 및 원리와 일관된 가장 넓은 범위를 부여할 것이다.

도면

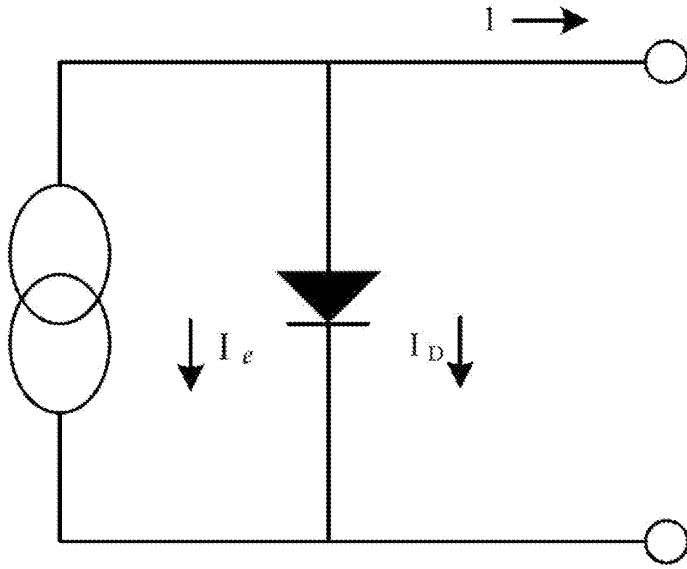
도면1a



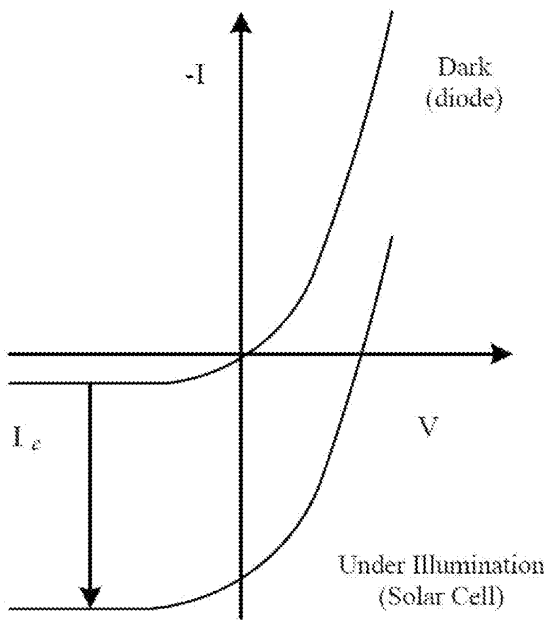
도면1b



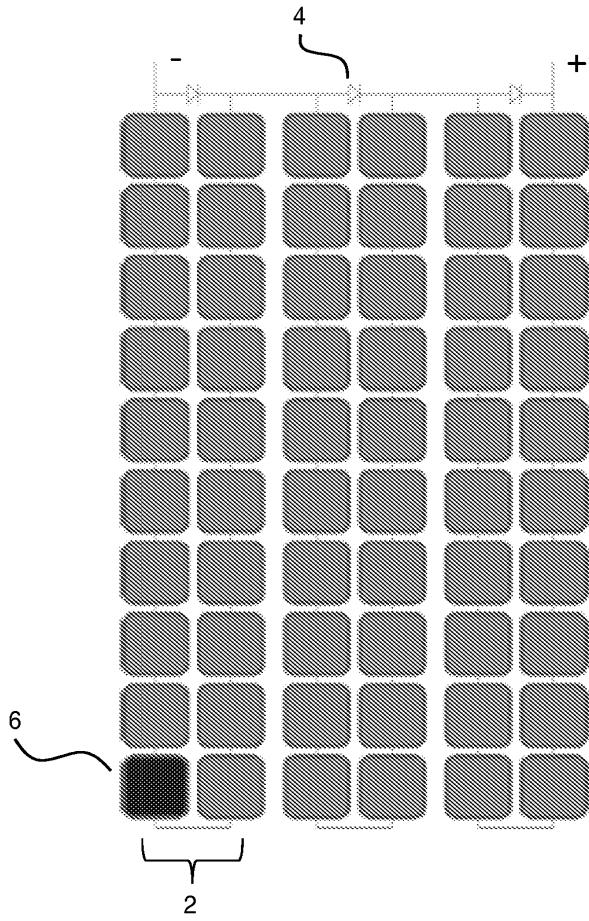
도면2a



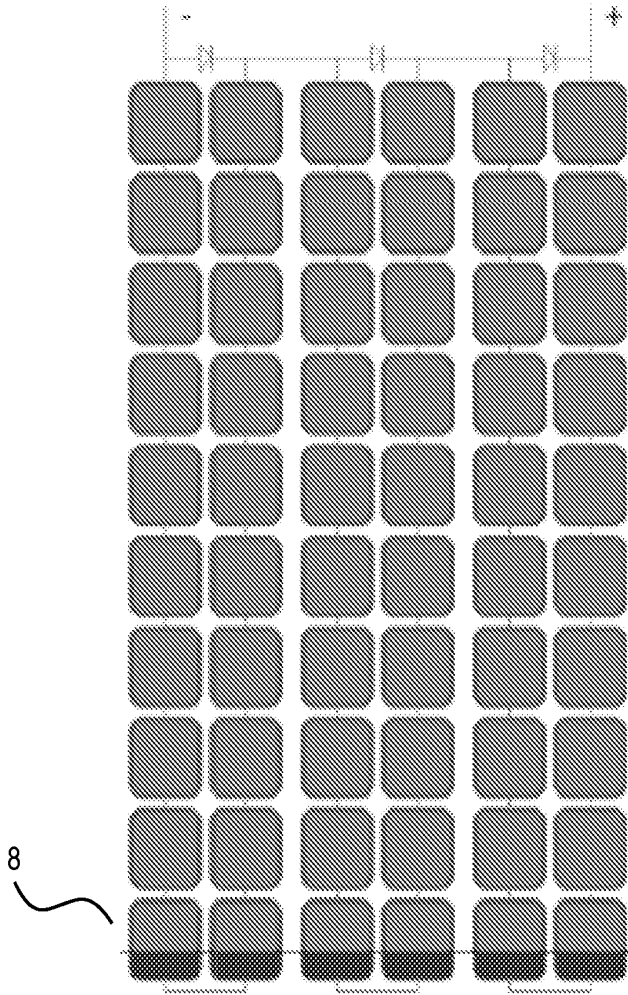
도면2b



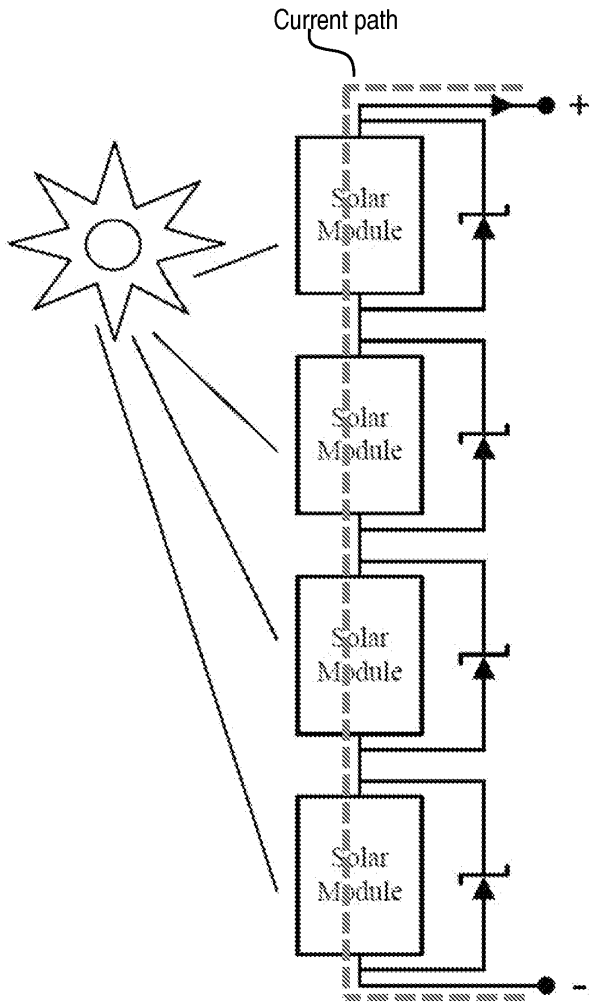
도면3a



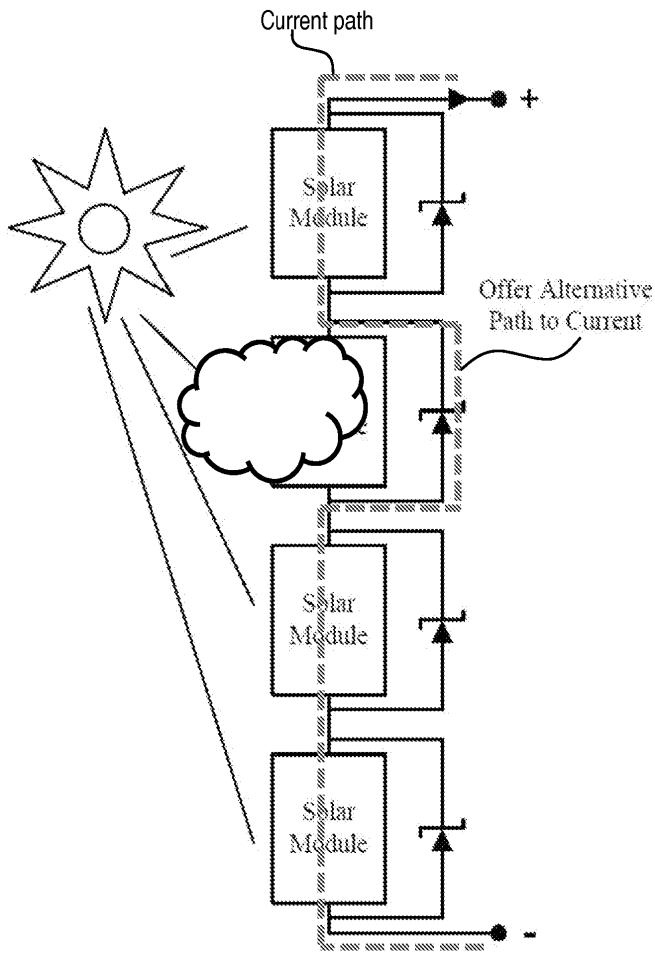
도면3b



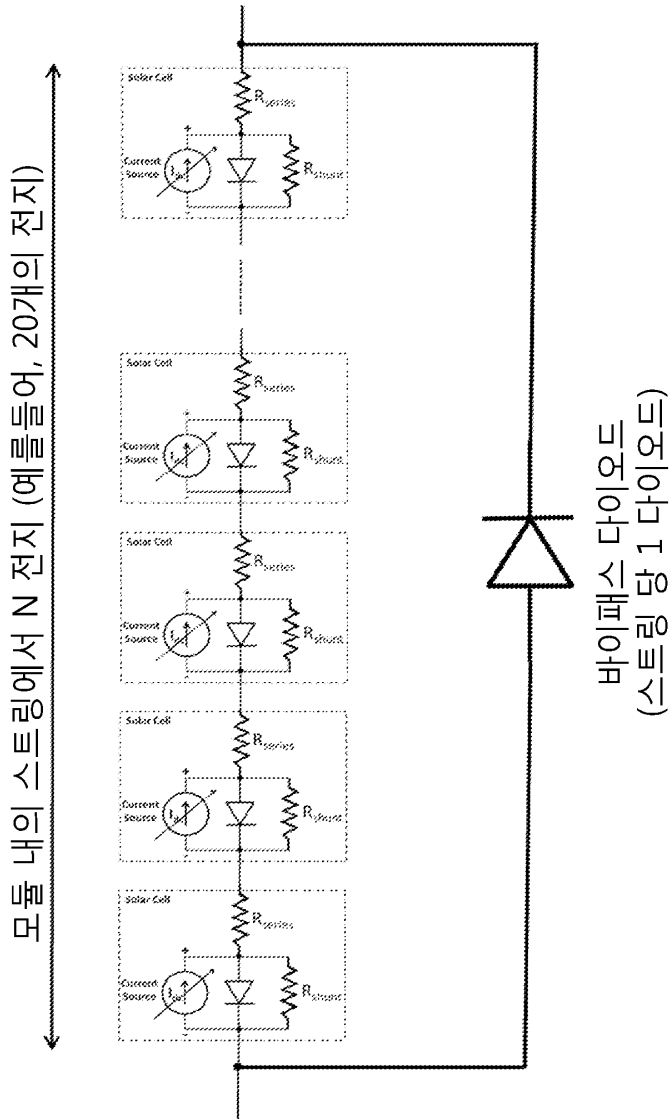
도면4a



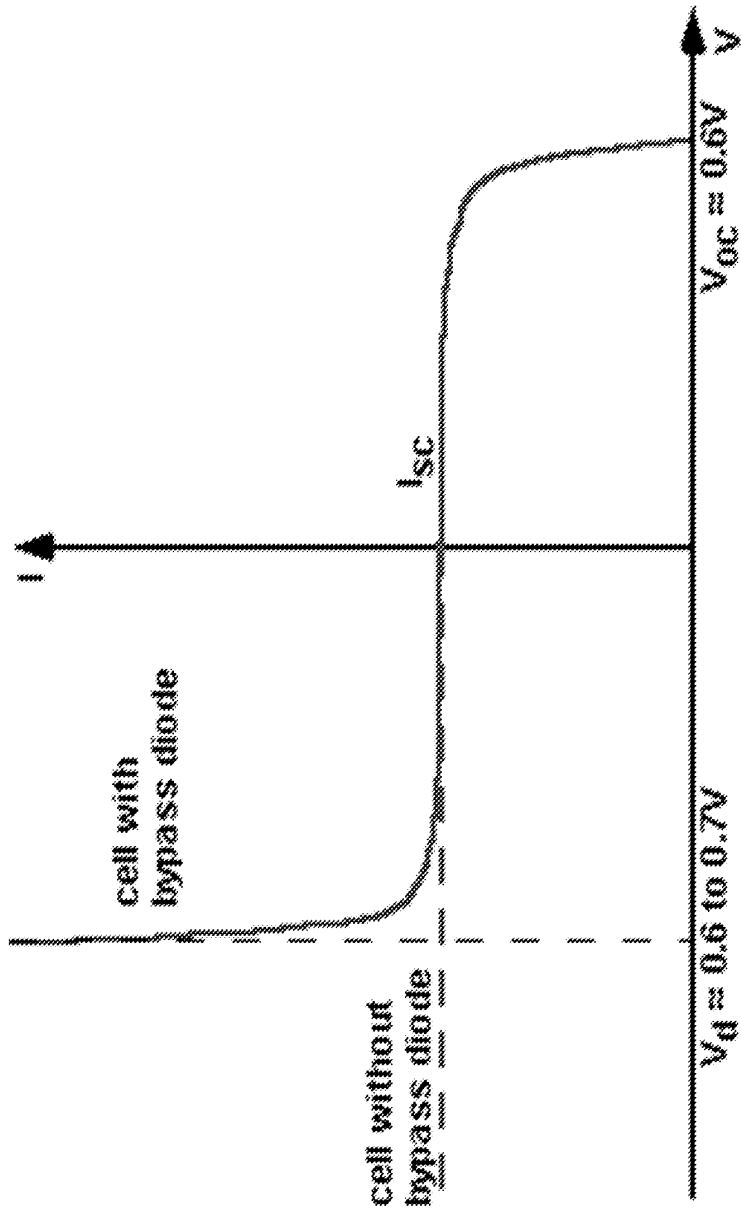
도면4b



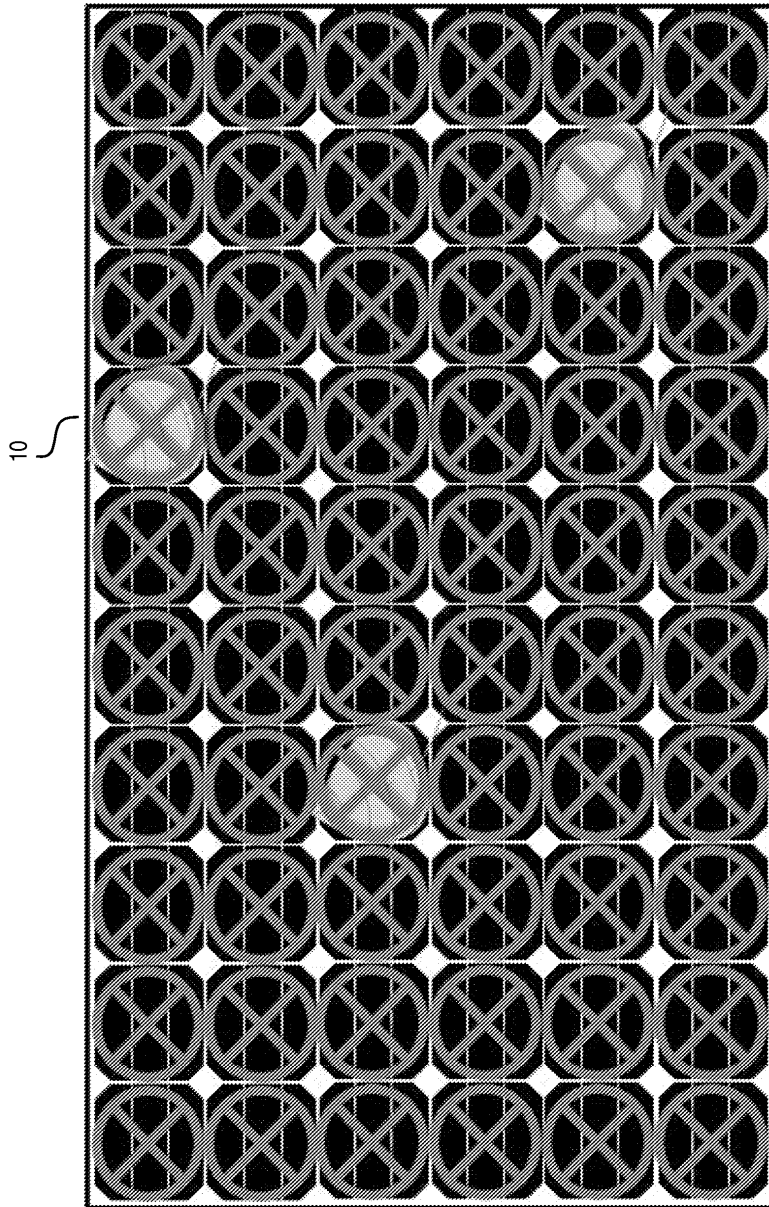
도면5



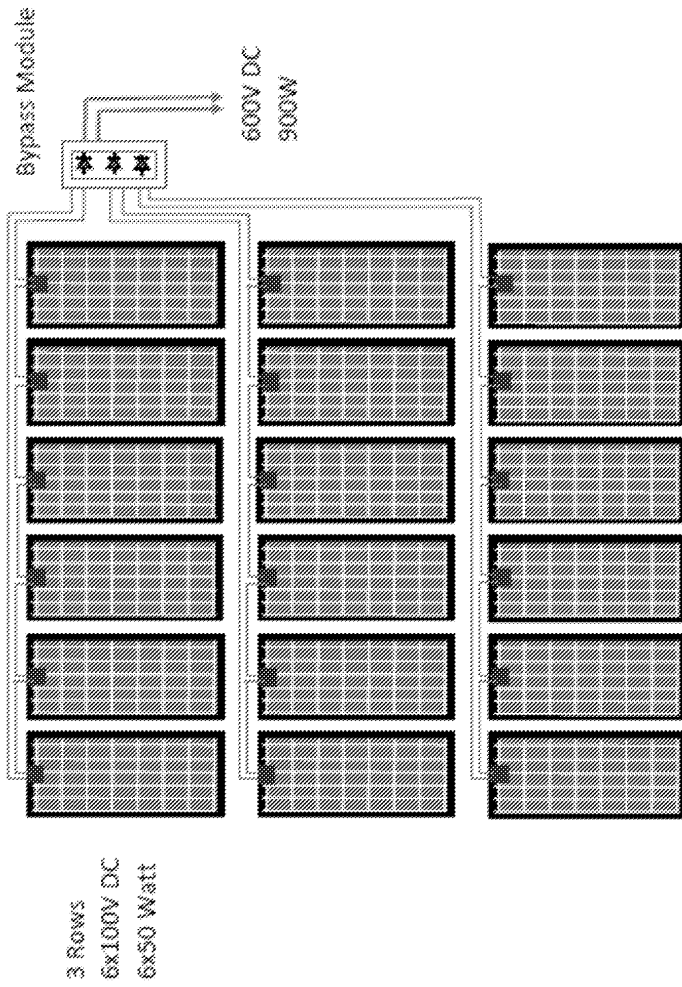
도면6



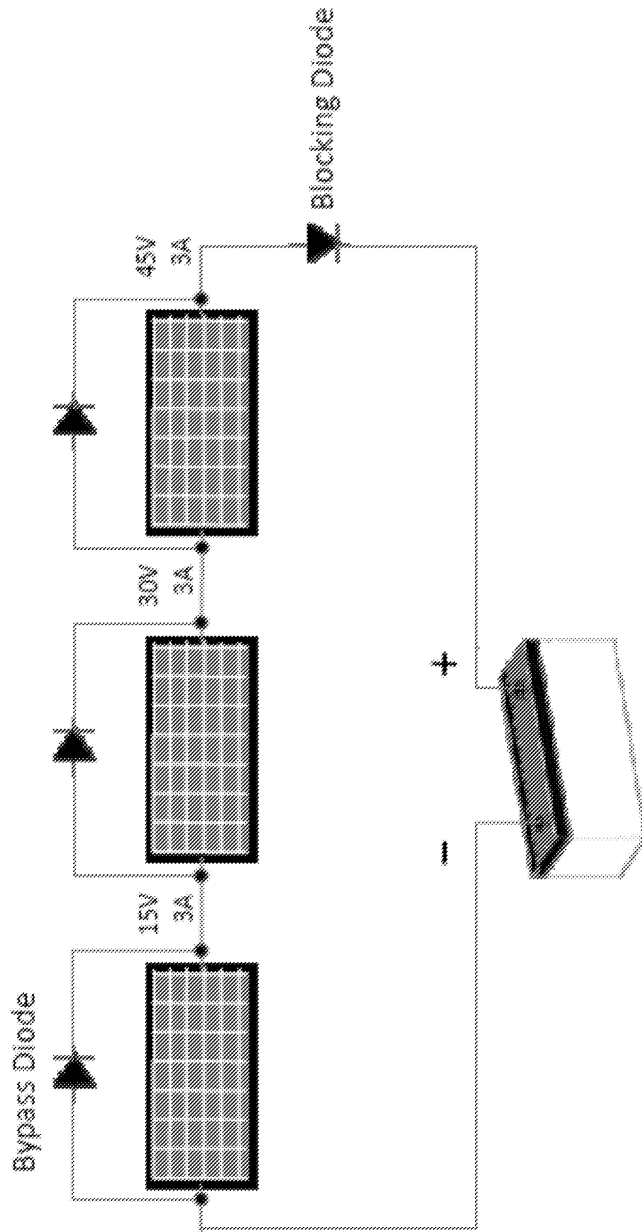
도면7



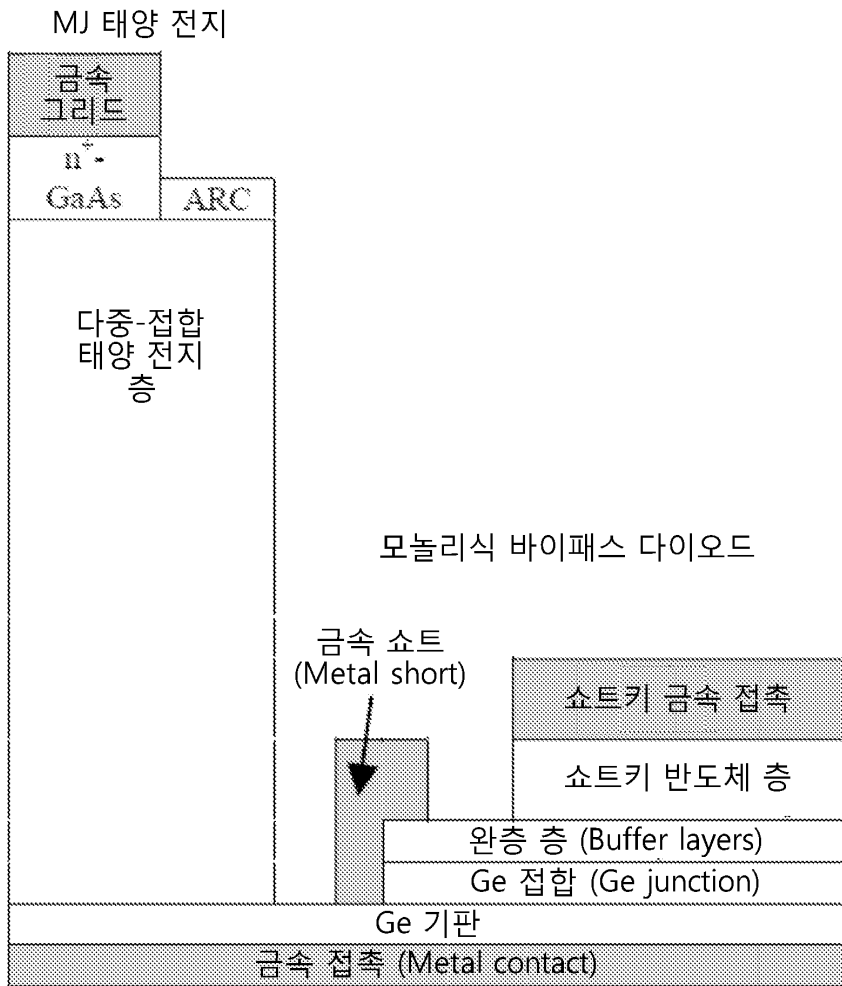
도면8



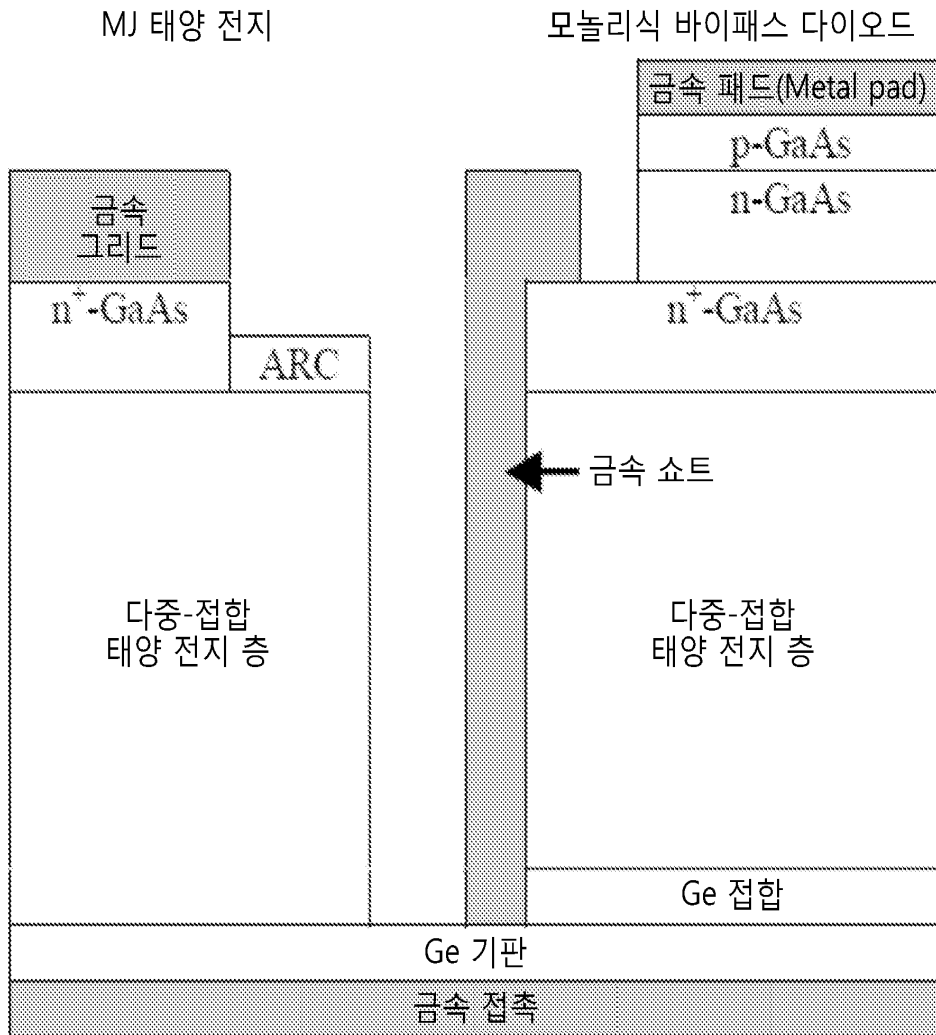
도면9



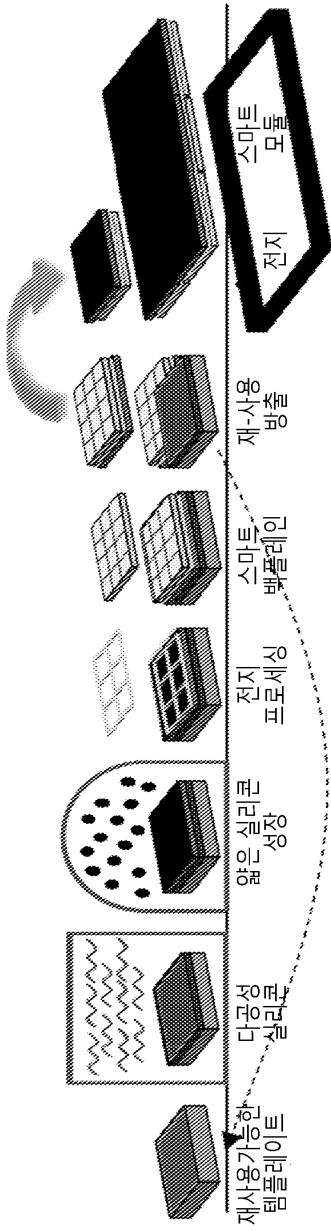
도면10



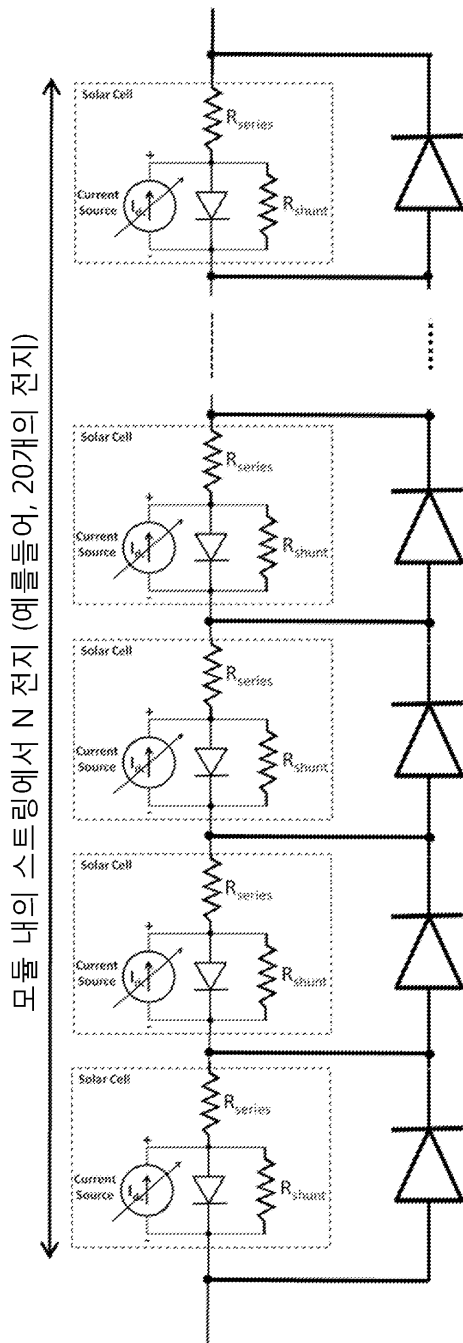
도면11



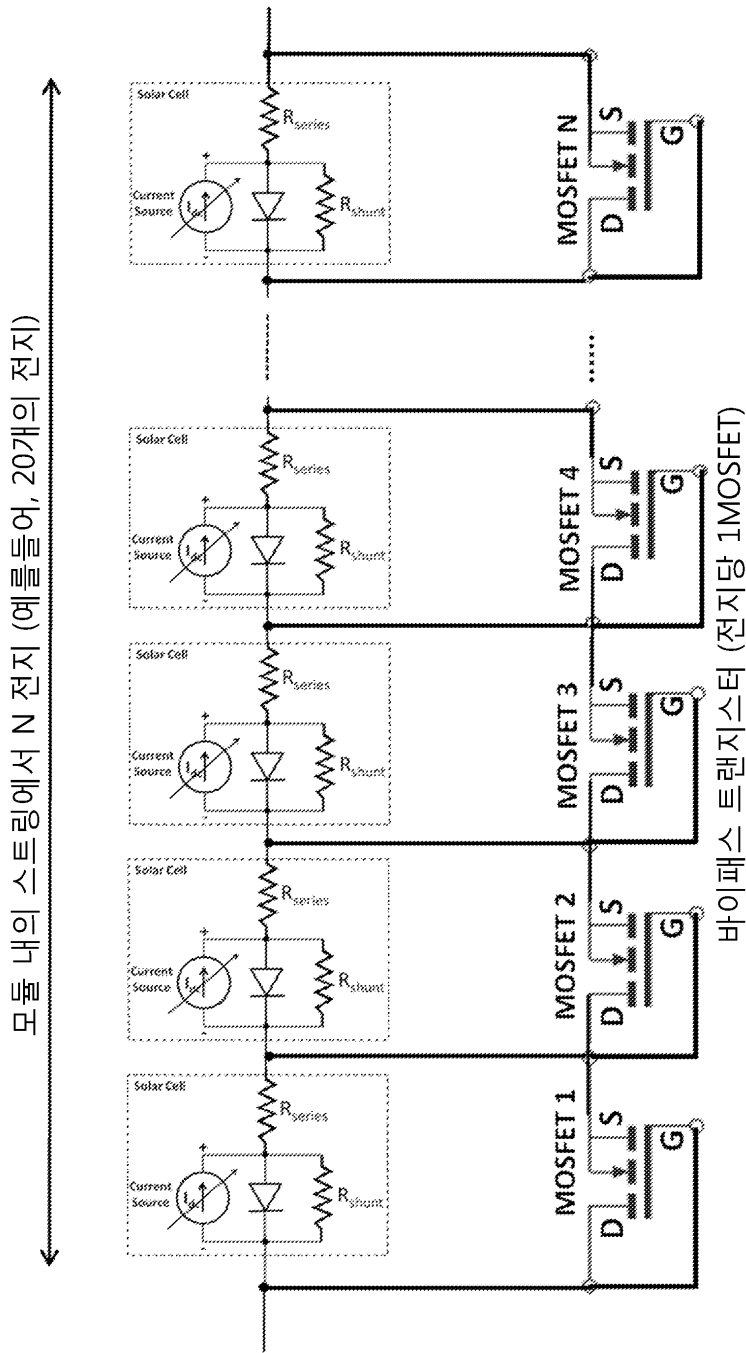
도면12



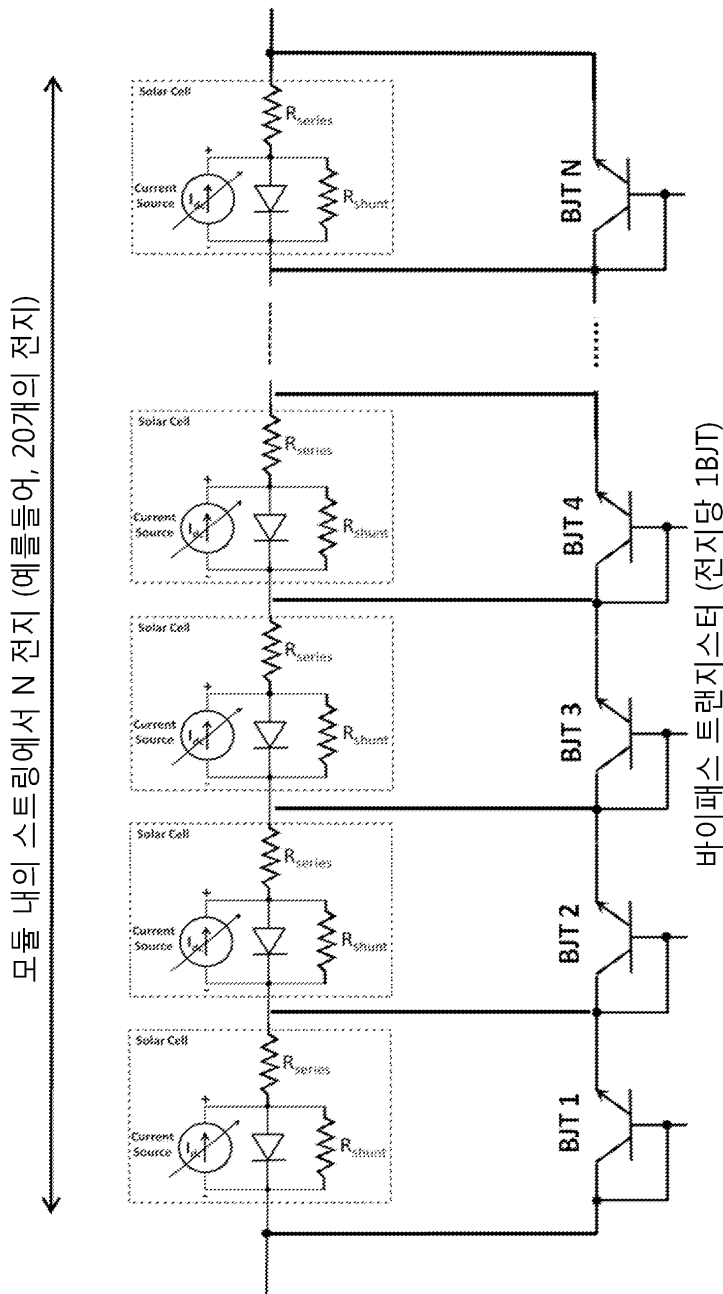
도면13



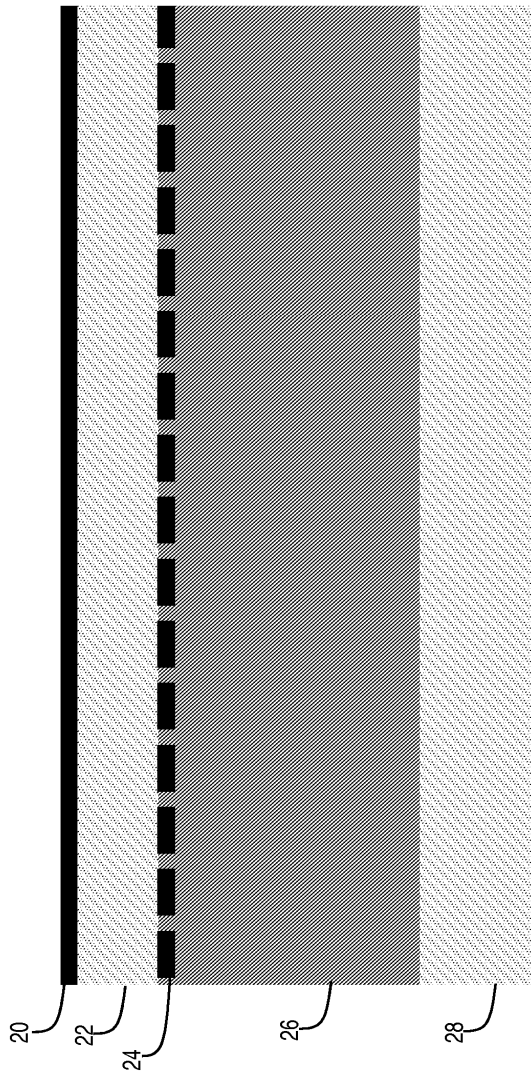
도면15



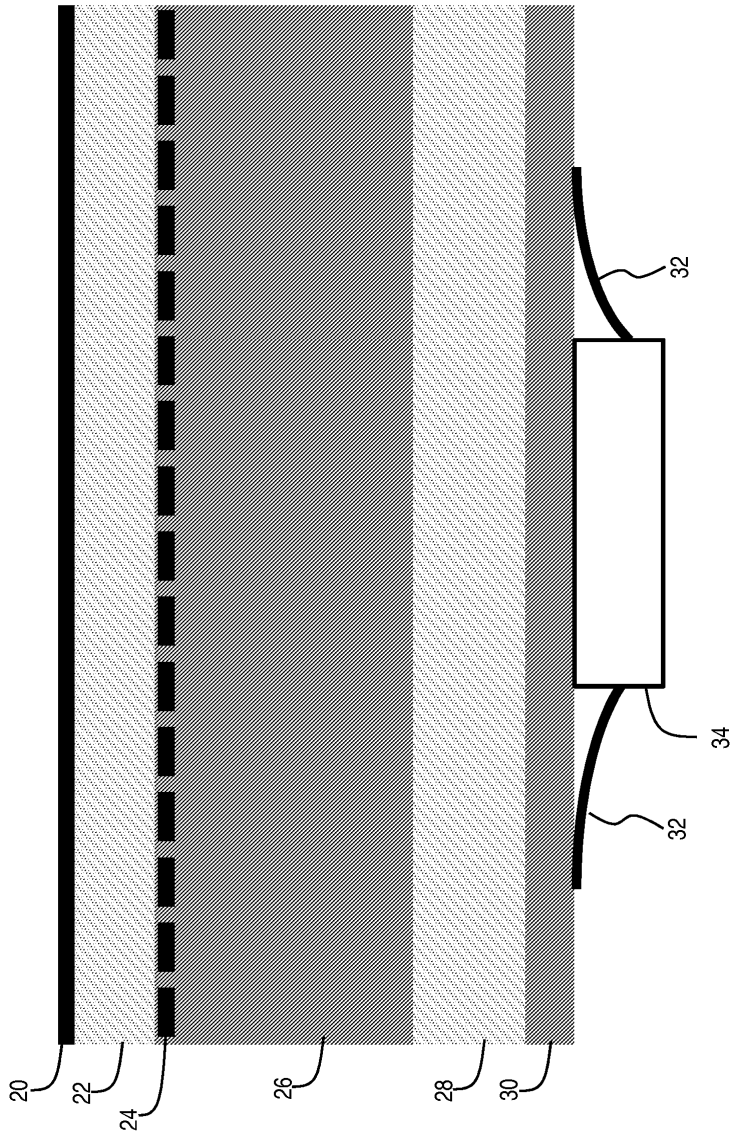
도면16



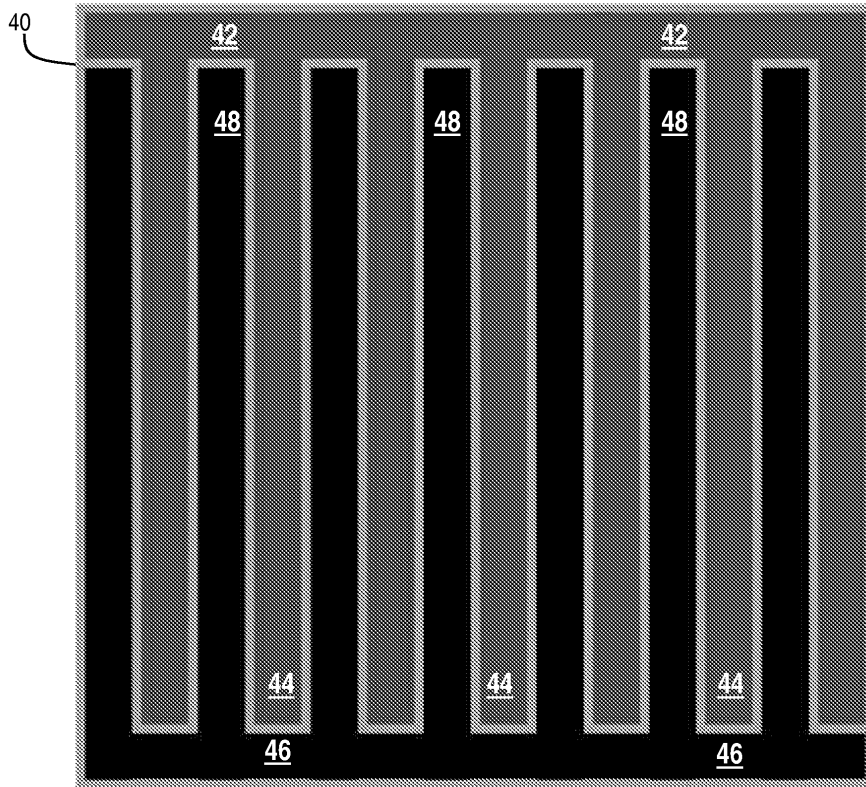
도면17



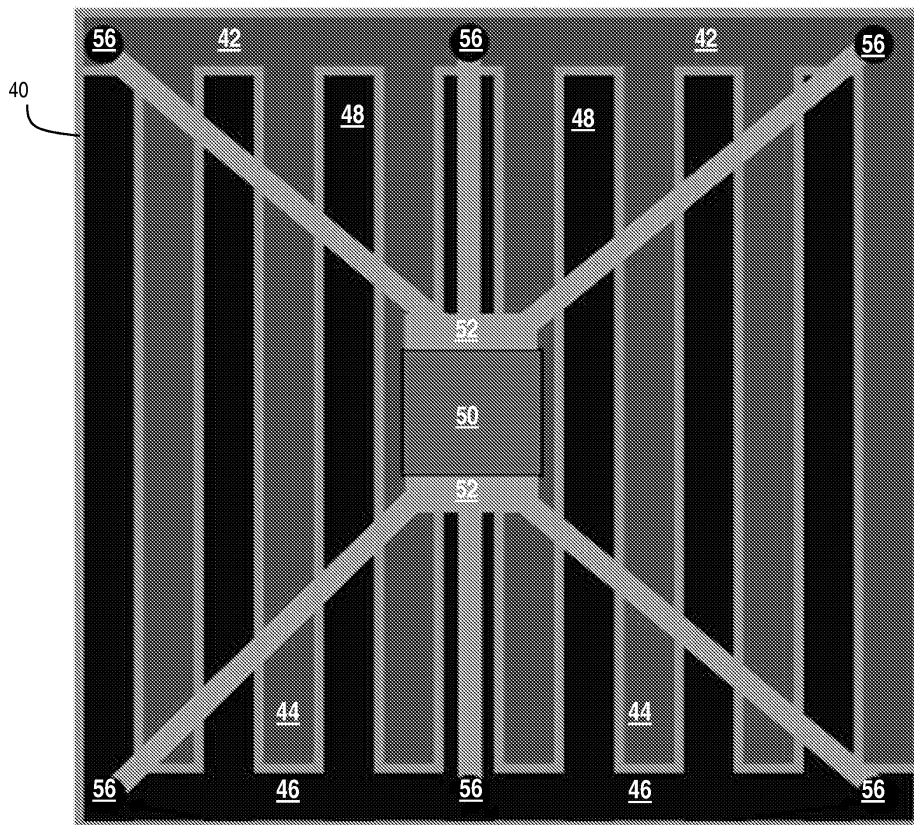
도면18



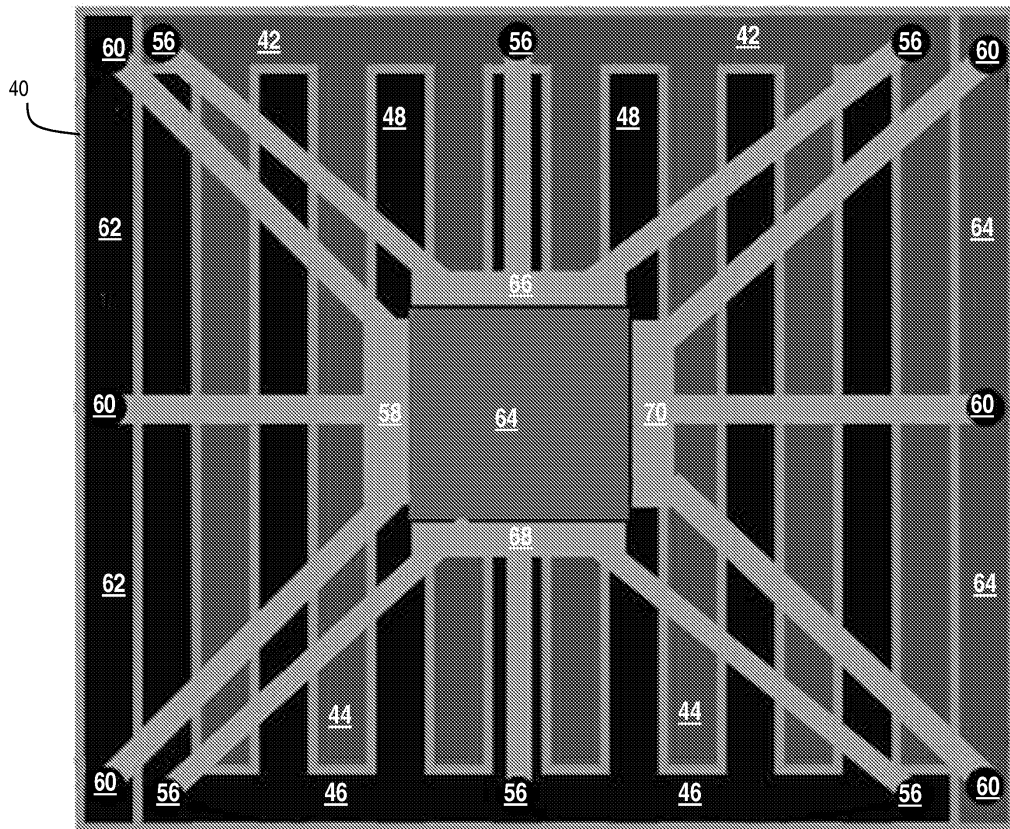
도면19



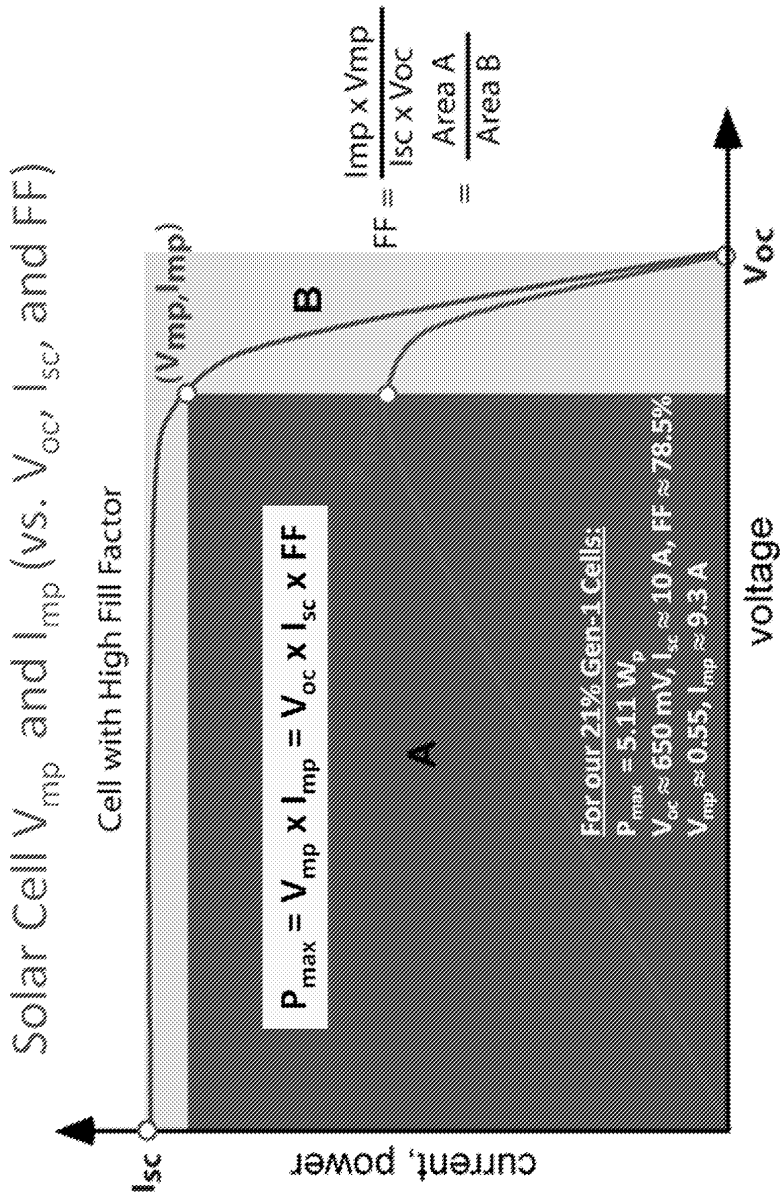
도면20



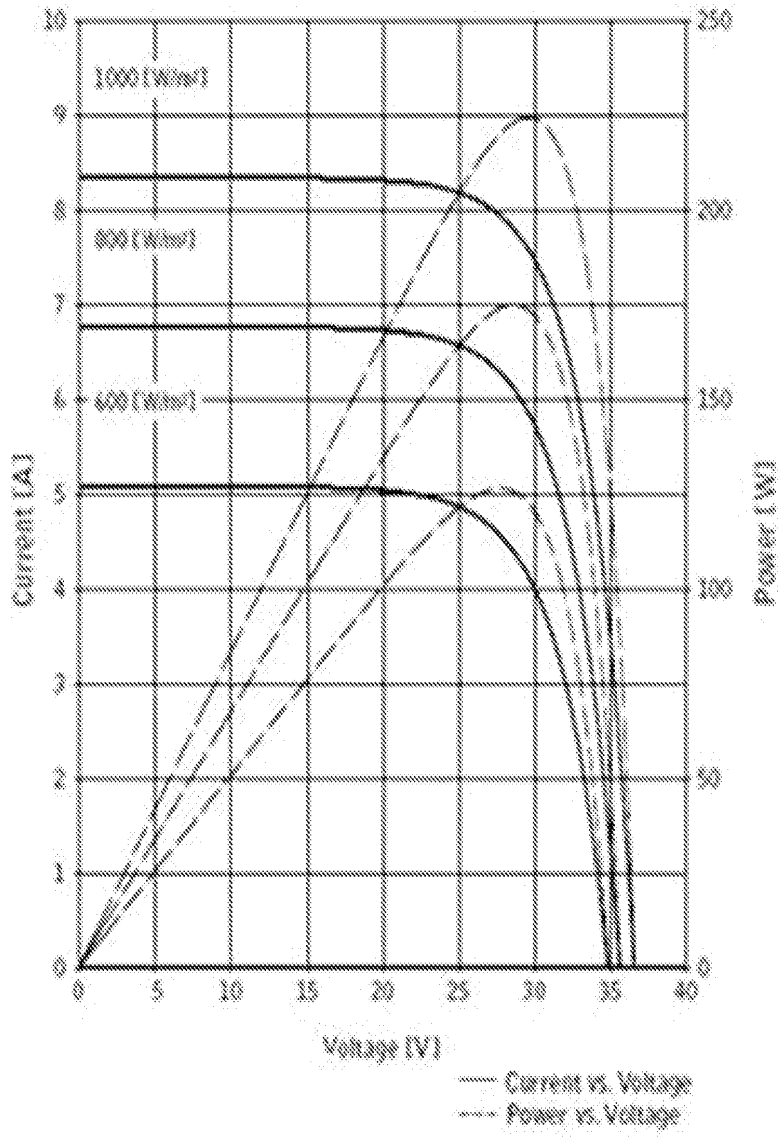
도면21



도면22



도면23



Current, Power vs. Voltage Characteristics