

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025년 1월 2일 (02.01.2025)



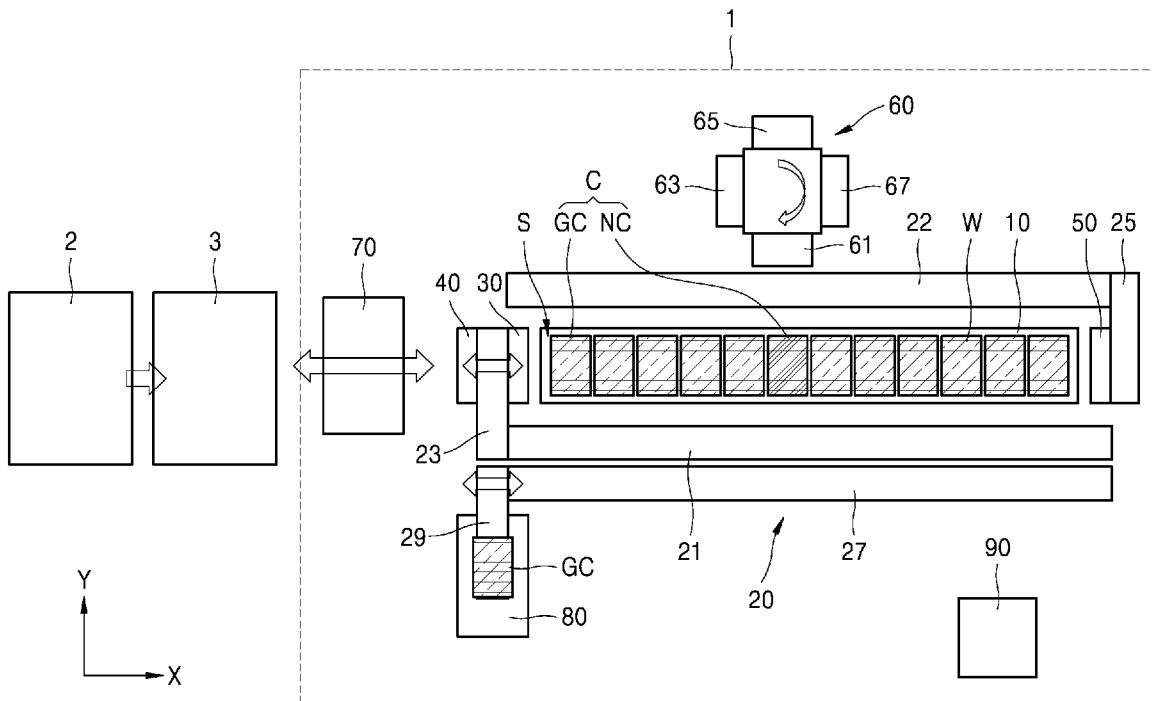
(10) 국제공개번호
WO 2025/005443 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 31/18 (2006.01) *H01L 31/042* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2024/006056
- (22) 국제출원일: 2024년 5월 3일 (03.05.2024)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2023-0084461 2023년 6월 29일 (29.06.2023) KR
- (71) 출원인: 한화솔루션 주식회사 (HANWHA SOLUTIONS CORPORATION) [KR/KR]; 04541 서울특별시 중구 청계천로 86 (장교동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이한진 (LEE, Han Jin); 04541 서울특별시 중구 청계천로 86, Seoul (KR). 김남곤 (KIM, Nam Gon); 04541 서울특별시 중구 청계천로 86, Seoul (KR). 류현재 (RYU, Hyun Jae); 04541 서울특별시 중구 청계천로 86, Seoul (KR).

- (74) 대리인: 특허법인 아주 (AJU INTERNATIONAL LAW & PATENT GROUP); 06253 서울특별시 강남구 강남대로 302, 동희빌딩 13-14층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

(54) Title: STRING REPAIR DEVICE AND STRING REPAIR METHOD

(54) 발명의 명칭: 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법



(57) Abstract: This string repair device comprises: a stage for supporting a string including a plurality of solar cells, which are arranged in a plurality of rows along the longitudinal direction and include a plurality of printing areas to which a plurality of wires are attached, and the plurality of wires, which connect the plurality of solar cells; and a bonding device for bonding a plurality of wires of a solar cell adjacent to one side of a replaced solar cell to the replaced solar cell and bonding the plurality of wires of the replaced solar cell to a solar cell adjacent to the other side of the replaced solar cell, wherein the bonding device can use high-frequency waves to melt solder applied to the plurality of wires.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 스트링 리페어 장치는 길이 방향을 따라 복수 개의 열로 배치되며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 지지하는 스테이지 및 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 접합 장치를 포함하고, 상기 접합 장치는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시킬 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법 기술분야

- [1] 본 개시는 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 솔라셀, 즉 태양전지는 p-n 접합으로 이루어진 다이오드가 기판에 배치되어 형성된다. 태양광이 솔라셀에 조사되면 전자-정공쌍인 엑시톤(exiton)이 생성되고, 엑시톤이 분리되면서 전자는 n층으로 이동하고, 정공은 p층으로 이동하며, 이에 따라 p-n 접합부에 광기전력이 발생한다.
- [3] 태빙(tabbing)은 와이어를 이용해 복수 개의 솔라셀을 전기적으로 연결해 하나의 솔라셀 모듈인 스트링을 형성하는 공정이다. 스트링은 복수 개의 솔라셀의 전면과 후면에 복수 개의 와이어가 교대로 배치되어 일렬로 연장된다. 하나의 솔라셀의 전면에 배치된 와이어는 인접하는 솔라셀의 후면에 배치된 후 다음 솔라셀의 전면에 배치되는 방식으로 교대로 배치된다.
- [4] 그런데 종래에는 스트링에 포함된 일부 솔라셀이 불량이거나, 솔라셀에 파손이 발생하거나, 솔라셀에 와이어가 제대로 접합되지 않는 경우, 사람이 직접 스트링에서 해당 솔라셀을 제거하고 새로운 솔라셀로 교체해야 하는 번거로움이 있다.
- [5] 특히 불량 솔라셀을 새로운 솔라셀로 교체한 후 와이어를 새로운 솔라셀에 부착할 때, 사람이 직접 와이어를 부착해야 하기 때문에 안전 문제가 발생하거나 작업 효율이 떨어지는 문제가 있다. 또한 종래에는 사람이 직접 와이어에 도포된 솔더를 열풍 등으로 가열하여 용융시킨 후 솔라셀에 부착하기 때문에 작업 속도가 느리고 와이어 부착 품질이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 개시의 여러 실시예들에 따른 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법은 스트링의 리페어 공정을 자동화하고, 리페어 공정 시 와이어를 솔라셀에 용이하고 확실하게 부착할 수 있는 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

- [7] 스트링 리페어 장치는 길이 방향을 따라 복수 개의 열로 배치되며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 지지하는 스테이지 및 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 접합 장치를 포함하고,

상기 접합 장치는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시킬 수 있다.

- [8] 상기 접합 장치는 상기 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 접합할 수 있다.
- [9] 상기 접합 장치는 제1하우징, 상기 제1하우징의 하부에 배치되는 복수 개의 코어, 상기 복수 개의 코어를 지지하는 가열부 및 상기 가열부에 전류를 공급하는 연결부를 포함하고, 상기 복수 개의 코어는 상기 가열부에 고주파 전류가 흐르면 가열되어 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시킬 수 있다.
- [10] 상기 가열부는 상기 코어와 동일한 개수로 구비되는 복수 개의 삽입부 및 인접한 삽입부를 연결하며 소정의 간격으로 이격되어 있는 복수 개의 지지부를 포함하고, 상기 복수 개의 코어는 상기 삽입부에 삽입되는 내측부 및 상기 내측부를 둘러싸도록 배치되며 소정의 간격으로 이격되어 있는 복수 개의 외측부를 각각 포함할 수 있다.
- [11] 상기 내측부는 원기둥 형상을 가지며 상기 삽입부의 직경과 동일하거나 그보다 작은 직경을 갖고, 상기 복수 개의 지지부는 상기 복수 개의 외측부 사이의 간격에 삽입될 수 있다.
- [12] 상기 접합 장치는 상기 복수 개의 코어 및 상기 가열부에 배치되는 절연성의 충전 부재를 더 포함할 수 있다.
- [13] 상기 접합 장치는 상기 복수 개의 와이어와 마주 보도록 상기 제1하우징의 저면에 배치되는 평판부를 더 포함할 수 있다.
- [14] 상기 스트링 리페어 장치는 상기 스트링에서 불량 솔라셀이 교체된 후, 교체된 솔라셀에 부착된 복수 개의 와이어와 상기 교체된 솔라셀과 인접한 두 솔라셀의 복수 개의 와이어를 정렬하는 정렬 장치를 더 포함하고, 상기 접합 장치는 상기 정렬 장치가 상기 복수 개의 와이어를 정렬하면, 적어도 일부가 상기 정렬 장치에 지지된 상태에서 상기 복수 개의 와이어를 상기 복수 개의 프린팅 영역에 접합할 수 있다.
- [15] 스트링 리페어 방법은 길이 방향을 따라 복수 개의 열로 배치되며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 스테이지에 위치시키는 단계, 상기 복수 개의 솔라셀 중 불량 솔라셀과 상기 불량 솔라셀과 인접한 두 솔라셀 사이에 연결된 복수 개의 와이어를 절단하는 단계, 상기 불량 솔라셀을 새로운 솔라셀로 교체하는 단계, 교체된 솔라셀에 부착된 복수 개의 와이어와 상기 교체된 솔라셀과 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 정렬하는 단계 및 상기 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 단계를 포함하고, 상기

접합하는 단계는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시킬 수 있다.

- [16] 상기 접합하는 단계는 복수 개의 코어 및 상기 복수 개의 코어를 감싸도록 배치되며 전류가 흐르면 가열되는 가열부를 포함하는 접합 장치로 상기 복수 개의 와이어를 접합하되, 상기 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 각각 배치된 복수 개의 와이어가 상기 복수 개의 코어의 중심부에 위치한 상태에서 접합 동작을 실시할 수 있다.

발명의 효과

- [17] 본 개시의 실시예들에 따른 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법은 스트링 자동 리페어 공정에서 접합 장치로 와이어를 솔라셀에 접합하여 리페어 공정을 원활하게 진행할 수 있다.

- [18] 본 개시의 실시예들에 따른 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법은 고주파 용접 방식을 통해 복수 개의 와이어를 안정적으로 솔라셀에 접합할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 스트링 리페어 장치를 포함하는 스트링 제조 시스템을 개략적으로 나타낸다.
- [20] 도 2a 내지 도 2j는 스트링 리페어 장치의 동작을 나타낸다.
- [21] 도 3 및 도 4는 스트링 리페어 장치의 동작 중 일부를 나타낸다.
- [22] 도 5는 접합 장치를 개략적으로 나타낸다.
- [23] 도 6은 접합 장치의 저면을 나타낸다.
- [24] 도 7은 접합 장치의 코어와 가열부를 나타낸다.
- [25] 도 8은 접합 장치의 단면을 나타낸다.
- [26] 도 9는 접합 장치가 와이어를 접합하는 상태를 나타낸다.
- [27] 도 10은 정렬 장치와 접합 장치를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 스트링 리페어 장치는 길이 방향을 따라 복수 개의 열로 배치되며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 지지하는 스테이지 및 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 접합 장치를 포함하고, 상기 접합 장치는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시킨다.

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 본 개시의 실시예들과 이를 달성하는 방법들은 첨부되는 도면과 함께 실시예의 상세한 설명을 참조해 더욱 쉽게 이해될 수 있다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 설명된 실시예는 다양한 변형이 가능하고 다른 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명되는 실시예에만 한정되는

것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 본 개시의 다양한 실시예의 각각의 특징은 결합되거나, 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합될 수 있으며, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하다. 각 실시예는 서로 독립적으로 구현될 수도 있고, 연합하여 함께 구현될 수도 있다. 설명된 실시예는 본 개시가 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 본 개시가 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 개시의 사상을 완전하게 전달하기 위해 예시로서 제공되는 것이며, 본 개시는 모든 변형, 균등물, 균등물을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다. 본 개시의 사상 및 기술 범위 내에서 대체가 가능하다. 따라서, 본 개시의 측면들의 완전한 이해를 위해 통상의 기술자에게 필요하지 않은 과정, 구성요소 및 기술은 설명되지 않을 수 있다.

- [30] 별도의 언급이 없는 한, 첨부된 도면 및 설명 전반에 걸쳐 동일한 참조번호, 문자 또는 이들의 조합은 동일한 구성요소를 나타내며, 이에 대한 설명은 생략한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어서 관계없는 부분, 설명을 명확하게 하기 위하여 도시하지 아니할 수 있다.
- [31] 도면에서 요소, 층 및 영역의 상대적인 크기는 명료성을 위해 과장되어 도시될 수 있다. 추가적으로, 첨부된 도면에서 해칭 및/또는 음영의 사용은 일반적으로 인접한 요소 사이의 경계를 명확하게 하기 위해 제공될 수 있다. 따라서 해칭이나 음영의 유무는, 특정하지 않는 한, 특정한 재료, 재료 특성, 치수, 비율, 예시된 요소 간의 공통성 및/또는 기타 특성, 속성, 특성 등에 대한 선호도나 요구 사항을 전달하거나 나타내지 않는다.
- [32] 실시예 및/또는 중간 구조의 개략적 예시인 단면 예시를 참조하여 다양한 실시예가 본 명세서에서 설명된다. 따라서 예를 들어 제조 기술 및/또는 공차의 결과로 도면의 모양이 달라질 수 있다. 또한 본 명세서에 개시된 구체적인 구조적 또는 기능적 설명은 본 개시의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 예시에 불과하다. 따라서 본 명세서에 개시된 실시예들은 도시된 영역의 형상에 한정되지 않고, 예를 들어 제조 공정에 따른 형상의 편차를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.
- [33] 도면에 도시된 영역은 본질적으로 도식적이며 그 형상은 장치 영역의 실제 형상을 예시하기 위한 것이 아니며 한정하려는 의도가 아니다. 또한 통상의 기술자가 인식하는 바와 같이, 설명된 실시예는 본 개시의 사상 또는 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 방식으로 수정될 수 있다.
- [34] 명세서에서 다양한 실시예의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정한 세부사항이 제시된다. 그러나 다양한 실시예가 이들 특정한 세부사항 없이 또는 하나 이상의 세부사항을 포함하여 실시될 수 있다. 다른 경우에, 잘 알려진 구조 및 장치는 다양한 실시예를 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해 블록도 형태로 도시된다.
- [35] 도면에 예시된 바와 같이 하나의 요소 또는 특징과 다른 요소 또는 특징의 관계를 설명하기 위해 여기에서 설명을 쉽게 하기 위해, "아래", "위", "하부", "상부"

등과 같은 공간적으로 상대적인 용어가 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시된 방향에 추가하여 사용 또는 작동 중인 장치의 다양한 방향을 포함하도록 의도된 것이다. 예를 들어, 도면의 장치가 뒤집힌 경우 "아래" 또는 "하부"로 설명된 다른 요소 또는 특징은 다른 요소 또는 특징의 "위"를 향하게 된다. 따라서 예시적인 용어로서 "아래" 및 "하부"는 위와 아래의 방향을 모두 포함할 수 있다. 장치는 다른 방향으로 향할 수 있으며(예를 들어, 90도 회전 또는 다른 방향으로) 본 명세서에서 사용되는 공간적으로 상대적인 설명은 그에 따라 해석되어야 한다. 마찬가지로 제1부분이 제2부분의 "위"에 배치되어 있다고 기재한 경우, 이는 제1부분이 제2부분의 상측 또는 하측에 배치되는 것을 의미한다.

- [36] 또한 "평면에서 본"이라는 표현은 물체를 위에서 본 경우를 의미하고, "개략적인 단면도에서"라는 표현은 물체를 수직으로 절단하여 개략적인 단면을 취한 경우를 의미한다. "측면에서 본"이라는 용어는 제1물체가 제2물체의 위 또는 아래 또는 측면에 있을 수 있고 그 반대의 경우도 가능함을 의미한다. 추가로, "접침" 또는 "중첩"이라는 용어는 층, 적층, 면, 연장, 덮음, 또는 부분적으로 덮음 또는 통상의 기술자가 이해하고 이해할 수 있는 임의의 다른 적합한 용어를 포함할 수 있다. "접치지 않는다"라는 표현은 "~로부터 떨어져 있는" 또는 "~로부터 이격된"과 같은 의미 및 통상의 기술자에 의해 인식되고 이해되는 임의의 다른 적합한 등가물을 포함할 수 있다. "면" 및 "표면"이라는 용어는 제1물체가 제2물체와 직접적으로 또는 간접적으로 대향할 수 있음을 의미할 수 있다. 제1물체와 제2물체 사이에 제3물체가 있는 경우, 제1물체와 제2물체는 서로 마주보지만 간접적으로 서로 대향하는 것으로 이해될 수 있다.

- [37] 요소, 층, 영역 또는 구성요소가 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 "형성된", "연결된" 또는 "결합된" 것으로 언급될 때, 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 직접 형성되거나, 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 형성되거나, 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 간접적으로 형성되거나, 연결되거나, 결합될 수 있다. 또한 "형성된", "연결된" 또는 "결합된"은 하나 이상의 요소, 층, 영역 또는 구성요소가 존재할 수 있도록 요소, 층, 영역 또는 구성요소의 직접적이거나 간접적인 결합 또는 연결과 일체형 또는 비일체형 결합 또는 연결을 총칭할 수 있다. 예를 들어 요소, 층, 영역 또는 구성요소가 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 "전기적으로 연결된" 또는 "전기적으로 결합된" 것으로 언급될 때, 이는 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소에 직접 전기적으로 연결되거나 결합될 수 있으며, 또는 다른 요소, 층, 영역 또는 구성요소가 존재할 수 있다. 다만, "직접 연결" 또는 "직접 결합"이라 함은 하나의 구성요소가 중간 구성요소 없이 다른 구성요소를 직접 연결 또는 결합하거나 다른 구성요소 상에 있는 것을 의미한다. 또한, 본 명세서에서 층, 필름, 영역, 가이드 플레이트 등의 일부가 다른 부분에 형성되는 경우, 형성 방향은 상부 방향에 한정되지 않고, 그 부분이 측면이나 하부에 형성되는 것을 포함한다. 반대로 층, 필름, 영역, 가이드 플레이트 등의 일부가 다른 부분의 "아래"에 형성되어 있는 경우에는 그 부분이 다른 부분의 "바로 아래"에 있는 경

우뿐만 아니라 부분과 다른 부분 사이에 또 다른 부분이 있는 경우를 포함한다. 한편, "사이에", "바로 사이에" 또는 "~에 인접한" 및 "~에 바로 인접한"과 같이 구성요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들도 유사하게 해석될 수 있다. 또한, 요소 또는 층이 2개의 요소 또는 층 "사이에" 있는 것으로 언급될 때, 이는 2개의 요소 또는 층 사이의 유일한 요소이거나 그 사이에 다른 요소가 있을 수 있다.

- [38] 본 명세서의 목적을 위해, "적어도 하나 이상의" 또는 "어느 하나"와 같은 표현은 개별 요소의 순서를 한정하지 않는다. 예를 들어, "X, Y 및 Z 중 적어도 하나", "X, Y 또는 Z 중 적어도 하나", "X, Y 및 Z로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나"는 X 단독, Y 단독, Z 단독, X, Y 및 Z 중 둘 이상의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 유사하게, "A 및 B 중 적어도 하나" 및 "A 또는 B 중 적어도 하나"와 같은 표현은 A, B 또는 A 및 B를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 일반적으로 "및/또는"이라는 용어는 하나 이상의 관련 목록 항목의 모든 조합을 포함한다. 예를 들어, "A 및/또는 B"와 같은 표현은 A, B 또는 A와 B를 포함할 수 있다.
- [39] "제1", "제2", "제3" 등의 용어가 본원에서 다양한 요소, 구성요소, 영역, 층 및/또는 단면을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소, 구성요소, 영역, 층 및/또는 단면은 이러한 용어에 의해 제한되지 않는다. 이러한 용어는 하나의 요소, 구성요소, 영역, 층 또는 단면을 다른 요소, 구성요소, 영역, 층 또는 단면과 구별하는 데 사용된다. 따라서, 아래에서 설명되는 제1의 요소, 구성요소, 영역, 층 또는 단면은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 제2의 요소, 구성요소, 영역, 층 또는 단면으로 지칭될 수 있다. 요소를 "제1" 요소로 설명하는 것은 제2 요소 또는 다른 요소의 존재를 요구하거나 암시하지 않을 수 있다. "제1", "제2" 등의 용어는 상이한 카테고리 또는 요소 세트를 구별하기 위해 본 명세서에서 사용될 수도 있다. 명확하게 표현하기 위해, "제1", "제2" 등의 용어는 각각 "제1 카테고리(또는 제1 세트)", "제2 카테고리(또는 제2 세트)" 등을 나타낼 수 있다.
- [40] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 단수 표현은 복수 표현도 포함하는 것으로 의도되며, 복수 표현도 문맥상 명백하게 달리 나타내지 않는 한 단수형을 포함하도록 의도된다. "포함하다", "구비하다", "가지다"라는 용어는 본 명세서에서 사용될 때 명시된 특징, 정수, 단계의 존재를 지정하는 것을 의미한다. 이들 표현은 하나 이상의 다른 기능, 단계, 동작, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [41] 하나 이상의 실시예가 다르게 구현될 수 있는 경우, 특정 프로세스 순서는 설명된 순서와 다르게 수행될 수 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 개의 공정이 실질적으로 동시에 수행되거나 설명된 순서와 반대의 순서로 수행될 수 있다.
- [42] 용어 "실질적으로", "약", "대략" 및 이와 유사한 용어는 정도의 용어가 아니라 근사의 용어로 사용되며, 측정되거나 계산된 값의 내재적 편차(예를 들어 측정 시스템의 한계로 인한 편차 범위) 범위를 만족함을 의미한다. 예를 들어, "약"은

하나 이상의 표준 편차 이내 또는 명시된 값의 $\pm 30\%$, 20% , 10% , 5% 이내를 의미할 수 있다.

- [43] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의된 용어와 같은 용어는 관련 기술 및/또는 본 명세서의 맥락에서 그 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 여기에서 명시적으로 정의되지 않는 한 이상화되거나 지나치게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [44] 도 1은 스트링 리페어 장치(1)를 포함하는 스트링 제조 시스템을 개략적으로 나타내고, 도 2a 내지 도 2j는 스트링 리페어 장치(1)의 동작을 나타내고, 도 3 및 도 4는 스트링 리페어 장치(1)의 동작 중 일부를 나타낸다. 또한 도 5는 접합 장치(50)를 개략적으로 나타내고, 도 6은 접합 장치(50)의 저면을 나타내고, 도 7은 접합 장치(50)의 코어(54)와 가열부(55)를 나타내고, 도 8은 접합 장치(50)의 단면을 나타내고, 도 9는 접합 장치(50)가 와이어(W)를 접합하는 상태를 나타내고, 도 10은 정렬 장치(30)와 접합 장치(50)를 나타낸다.
- [45] 도 1을 참조하면 스트링 리페어 장치(1)는 태빙 장치(2) 및 검사 장치(3)와 함께 스트링 제조 시스템에 포함될 수 있다. 태빙 장치(2)는 솔라셀(C)과 와이어(W)를 연결하여 스트링(S)을 제조할 수 있다. 스트링(S)은 복수 개의 솔라셀(C) 및 복수 개의 솔라셀(C)을 연결하는 복수 개의 와이어(W)를 포함할 수 있다. 복수 개의 솔라셀(C)은 제1방향(예를 들어 도 1의 X축 방향)으로 배열되며 복수 개의 와이어(W)는 각각의 솔라셀(C)의 일면과 타면에 교대로 부착되어 복수 개의 솔라셀(C)을 전기적으로 연결할 수 있다. 예를 들어 도 2a에 나타낸 바와 같이, 어느 하나의 솔라셀(C)의 하면에 부착된 와이어(W)는 인접한 솔라셀(C)의 상면에 부착될 수 있다. 또한 어느 하나의 솔라셀(C)의 상면에 부착된 와이어(W)는 인접한 솔라셀(C)의 하면에 부착될 수 있다. 도 2a 내지 도 2j는 설명의 편의를 위해 교체 대상이 되는 솔라셀(C)의 양 옆에 위치한 솔라셀(C)들에는 하나의 와이어(W)만을 나타내나, 해당 솔라셀(C)도 마찬가지로 상면과 하면에 각각 와이어(W)가 추가로 부착될 수 있다.
- [46] 하나의 스트링(S)에 포함되는 솔라셀(C)과 와이어(W)의 개수는 스트링(S)의 사양에 따라 적절히 선택될 수 있다. 예를 들어 하나의 스트링(S)에는 12개의 솔라셀(C)이 연달아 연결되고, 하나의 솔라셀(C)에 폭 방향으로 6개 또는 12개의 와이어(W)가 부착될 수 있다. 도 1에는 설명의 편의를 위해 6개의 와이어(W)를 나타냈으나, 도 3 및 도 4에 나타낸 바와 같이 복수 개의 솔라셀(C)에는 각각 12개의 와이어(W)가 제2방향(예를 들어 솔라셀(C)의 폭 방향 또는 도 3의 Y축 방향)으로 부착될 수 있다.
- [47] 각각의 솔라셀(C)은 복수 개의 프린팅 영역(PA)을 포함할 수 있다. 프린팅 영역(PA)은 솔라셀(C)에 복수 개의 와이어(W)가 부착되는 영역으로, 도 3에 나타낸 바와 같이 하나의 솔라셀(C)에 제1방향 및 제2방향으로 복수 개의 프린팅 영역

(PA)이 형성될 수 있다. 각각의 와이어(W)는 하나의 솔라셀(C)의 길이 방향을 따라 배치된 복수 개의 프린팅 영역(PA)에 부착될 수 있다. 또한 프린팅 영역(PA)의 폭은 와이어(W)의 직경보다 클 수 있다. 하나의 솔라셀(C)에는 폭 방향으로 복수 개의 와이어(W)와 동일한 개수의 프린팅 영역(PA)이 형성될 수 있다. 예를 들어 복수 개의 프린팅 영역(PA)은 길이 방향을 따라 복수 개의 열을 이룰 수 있다. 프린팅 영역(PA)은 하나의 솔라셀(C)에 제2방향으로 12개 형성될 수 있다. 이하에서 설명의 편의를 위해 "제1열의 프린팅 영역(PA)"은 하나의 솔라셀(C)에 형성된 복수 개의 프린팅 영역(PA)의 열 중 길이 방향으로 전방, 즉, 도 2a 내지 도 2j의 좌측으로 첫 번째에 위치한 프린팅 영역(PA)의 열을 의미할 수 있다.

- [48] 검사 장치(3)는 태빙 장치(2)에서 만들어진 스트링(S)의 불량 또는 이물을 검사할 수 있다. 예를 들어 검사 장치(3)는 비전 카메라를 이용해 스트링(S)의 전면과 후면 전체를 촬영하여 솔라셀(C)이 손상되었는지, 와이어(W)와 솔라셀(C)의 연결이 양호한지, 솔라셀(C)에 이물이 있는지 등을 검사할 수 있다. 검사 결과가 정상일 경우, 스트링(S)은 별도의 리페어 공정 없이 다음 공정으로 이송될 수 있다. 만약 검사 결과가 불량일 경우, 스트링(S)은 스트링 리페어 장치(1)로 이송될 수 있다. 또한 검사 장치(3)는 리페어가 완료된 스트링(S)에 대해서도 검사를 실시해, 리페어가 제대로 되었는지 검사할 수 있다.
- [49] 스트링 리페어 장치(1)는 검사 장치(3)에서 불량으로 판정된 스트링(S)을 보수 및 교체할 수 있다. 예를 들어 스트링 리페어 장치(1)는 스트링(S)에 포함된 복수 개의 솔라셀(C) 중 검사 장치(3)가 불량 솔라셀(NC)로 판정한 솔라셀(C)을 양호한 솔라셀(GC)로 교체할 수 있다.
- [50] 스트링 리페어 장치(1)는 스테이지(10), 이동 가이드(20), 정렬 장치(30), 분리 장치(40), 집합 장치(50), 로봇 암(60), 운반 장치(70), 매거진(80) 및 컨트롤러(90)를 포함할 수 있다.
- [51] 스테이지(10)는 스트링 리페어 장치(1)의 일측에 제1방향(예를 들어 도 1의 X축 방향)으로 배치되어 스트링(S)을 지지할 수 있다. 스테이지(10)는 스트링(S)을 지지하기 위한 기구적 장치(예를 들어 그리퍼 또는 클램핑 수단)를 포함하거나, 흡착 방식으로 스트링(S)을 지지할 수 있다. 검사 장치(3)에서 스트링(S)이 불량으로 판정되면 운반 장치(70)는 스트링(S)을 스테이지(10)의 상면에 안착시킬 수 있다.
- [52] 예를 들어 스테이지(10)는 세 부분으로 분할될 수 있다. 중심부에 위치한 스테이지(10)에 교체 대상이 되는 불량 솔라셀(NC)이 위치하고, 나머지 양측의 스테이지(10)에 나머지 양호한 솔라셀(GC)이 각각 위치할 수 있다. 또는 스트링(S)에 포함된 불량 솔라셀(NC)이 제1방향으로 가장 앞에 위치해 있거나 가장 뒤에 위치한 솔라셀(C)인 경우, 불량 솔라셀(NC)은 어느 하나의 스테이지(10)에 안착되고 나머지 양호한 솔라셀(GC)은 나머지 스테이지(10)에 안착되며 하나의 스테이지(10)는 비어있는 상태일 수 있다.

- [53] 예를 들어 스테이지(10)는 높이 방향으로 승강하여 불량 솔라셀(NC)의 높이를 인접한 양호한 솔라셀(GC)의 높이와 조절할 수 있다. 도 2a에 나타낸 바와 같이, 스트링(S)에 포함된 복수 개의 솔라셀(C)은 스테이지(10)에 안착될 수 있으며 이때 스테이지(10)에 포함된 세 부분은 모두 동일한 높이로 위치할 수 있다. 그리고 도 2b에 나타낸 바와 같이, 불량 솔라셀(NC)이 위치한 스테이지를 기준으로 전방과 후방(예를 들어 도 2b의 좌측과 우측)으로 인접한 두 스테이지(10)가 각각 상승 및 하강하여 불량 솔라셀(NC)과 인접한 두 양호한 솔라셀(GC) 사이에 높이 차이를 형성할 수 있다. 이와 같이 불량 솔라셀(NC)과 인접한 양호한 솔라셀(GC)을 연결하는 복수 개의 와이어(W)를 절단하기 쉽도록 스테이지(10)의 높이가 조절될 수 있다. 스테이지(10)는 그 자체가 높이 방향으로 이동하거나 틸팅 동작을 통해 높이를 조절할 수 있다.
- [54] 스테이지(10)는 제1방향(예를 들어 도 1의 X축 방향)으로도 이동 가능할 수 있다. 불량 솔라셀(NC)이 안착된 스테이지(10)를 중심으로 양측에 위치한 스테이지(10)들이 길이 방향으로 전진 또는 후퇴할 수 있다.
- [55] 불량 솔라셀(NC)이 안착된 스테이지(10)는 회전 가능할 수 있다. 예를 들어 도 2e에 나타낸 바와 같이, 와이어(W)가 절단되고 나서 불량 솔라셀(NC)을 배출하기 위해 스테이지(10)는 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전할 수 있다. 이에 따라 스테이지(10)에 안착된 불량 솔라셀(NC)이 스테이지(10)에서 배출되고, 다시 스테이지(10)가 원래 위치로 회전한 뒤에 새로운 양호한 솔라셀(GC)이 스테이지(10)에 안착될 수 있다.
- [56] 이동 가이드(20)는 각각의 스트링 리페어 공정에 따라 정렬 장치(30), 분리 장치(40) 및 접합 장치(50)를 지정된 경로를 따라 이동시킬 수 있다. 또한 이동 가이드(20)는 스트링(S)에서 불량 솔라셀(NC)이 제거된 후 매거진(80)에 적재된 양호한 솔라셀(GC)을 불량 솔라셀(NC)이 있던 위치로 이동시킬 수 있다.
- [57] 이동 가이드(20)는 제1수평가이드(21), 제2수평가이드(22), 제1이동헤드(23), 제2이동헤드(25), 제3수평가이드(27) 및 제3이동헤드(29)를 포함할 수 있다.
- [58] 제1수평가이드(21)는 스테이지(10)와 나란히 제1방향(예를 들어 도 1의 X축 방향)으로 연장되며 스테이지(10)와 이격될 수 있다. 제1수평가이드(21)에는 제1이동헤드(23)가 연결되며, 제1이동헤드(23)는 제1수평가이드(21)를 따라 이동하면서 스테이지(10)에 놓인 스트링(S)에 작업을 실시할 수 있다.
- [59] 제2수평가이드(22)는 스테이지(10)를 기준으로 제1수평가이드(21)의 반대측에 위치하며 스테이지(10)와 나란할 수 있다. 제2수평가이드(22)에는 제2이동헤드(25)가 연결되며, 제2이동헤드(25)는 제2수평가이드(22)를 따라 이동하면서 스테이지(10)에 놓인 스트링(S)에 작업을 실시할 수 있다.
- [60] 제1이동헤드(23)에는 정렬 장치(30) 및 분리 장치(40)가 연결될 수 있다. 예를 들어 도 1에 나타낸 바와 같이, 제1이동헤드(23)의 일측에는 정렬 장치(30)가 연결되고 정렬 장치(30)의 반대측인 타측에는 분리 장치(40)가 연결될 수 있다. 따라서 제1이동헤드(23)가 이동하면 제1이동헤드(23)에 배치된 정렬 장치(30)와 분리

장치(40)가 함께 이동할 수 있다. 제1이동헤드(23)는 분리 장치(40)가 스트링(S) 중 불량 솔라셀(NC)의 분리하고자 하는 와이어(W) 상에 위치하도록 이동할 수 있다. 그리고 제1이동헤드(23)는 정렬 장치(30)가 커터(67)에 의해 절단된 와이어(W) 상에 위치하도록 이동할 수 있다. 또한 제1이동헤드(23)는 높이 방향(Z축 방향)으로 이동하여 장착된 정렬 장치(30) 및 분리 장치(40)를 동시에 또는 개별적으로 승강시킬 수 있다.

[61] 제1이동헤드(23)는 복수 개의 제1이동헤드(23)를 포함하며, 각각의 제1이동헤드(23)에 정렬 장치(30)와 분리 장치(40)가 연결될 수 있다. 또는 제1이동헤드(23)는 복수 개의 제1이동헤드(23)를 포함하며, 복수 개의 제1이동헤드(23)에는 각각 하나의 정렬 장치(30) 또는 하나의 분리 장치(40)가 연결될 수 있다.

[62] 제2이동헤드(25)에는 접합 장치(50)가 연결될 수 있다. 예를 들어 제2이동헤드(25)는 정렬 장치(30)에 의해 정렬된 와이어(W)로 이동하여 접합 장치(50)가 절단된 와이어(W) 및 새로운 양호한 솔라셀(GC)에 부착된 와이어(W) 상에 위치하도록 할 수 있다. 또한 제2이동헤드(25)는 높이 방향(Z축 방향)으로 이동하여 장착된 접합 장치(50)를 승강시킬 수 있다. 또는 제2이동헤드(25)는 복수 개의 제2이동헤드(25)를 포함할 수 있다.

[63] 제3수평가이드(27)는 스테이지(10)와 나란히 제1방향으로 연장되며 제1수평가이드(21)와 인접할 수 있다. 또는 제3수평가이드(27)는 제2수평가이드(22) 측에 연결될 수도 있다. 제3수평가이드(27)에는 제3이동헤드(29)가 연결되며, 제3이동헤드(29)는 제3수평가이드(27)를 따라 이동하면서 매거진(80)에 적재된 양호한 솔라셀(GC)을 지지하여 불량 솔라셀(NC)이 있던 위치로 이동시킬 수 있다.

[64] 정렬 장치(30)는 이동 가이드(20)를 따라 이동하면서 스테이지(10)에 놓인 스트링(S)의 와이어(W)를 정렬할 수 있다. 정렬 장치(30)는 스테이지(10)에서 불량 솔라셀(NC)이 배출되고 양호한 솔라셀(GC)이 스테이지(10)에 위치하면 다른 솔라셀(C)에 부착된 와이어(W)와 인접한 두 솔라셀(GC)에 부착된 와이어(W)를 정렬할 수 있다.

[65] 정렬 장치(30)는 교체된 솔라셀(GC)에 부착된 복수 개의 와이어(W)와, 교체된 솔라셀(GC)과 인접한 두 솔라셀(GC)의 복수 개의 와이어(W)를 복수 개의 프린팅 영역(PA)에 각각 정렬시킬 수 있다. 또한 정렬 장치(30)는 접합 장치(50)가 와이어(W)를 접합할 때 접합 장치(50)와 인접한 위치에서 와이어(W)를 지지할 수 있다. 정렬 장치(30)는 제1수평가이드(21)와 연결된 제1이동헤드(23)에 연결될 수 있다.

[66] 정렬 장치(30)는 교체된 솔라셀(GC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에, 교체된 솔라셀(GC)과 일측으로 인접한 솔라셀(GC)(예를 들어 도 3 및 도 4를 기준으로 교체된 솔라셀(GC)의 전방에 위치하는 솔라셀(GC))의 복수 개의 와이어(W)가 위치하도록 정렬할 수 있다. 또한 정렬 장치(30)는 교체된 솔라셀(GC)의 타측으로 인접한 솔라셀(GC)(예를 들어 도 3 및 도 4를 기준으로 교체된 솔라셀(GC)의 후방에 위치하는 솔라셀(GC))의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에

교체된 솔라셀(GC)에 부착된 복수 개의 와이어(W)가 위치하도록 정렬할 수 있다.

- [67] 정렬 장치(30)는 솔라셀(C)의 상면에서 소정의 높이만큼 이격된 위치까지 1차 하강하여 복수 개의 와이어(W)를 아래로 정렬할 수 있다. 그리고 정렬 장치(30)는 하단이 솔라셀(C)의 상면과 접촉하도록 2차 하강한 후 복수 개의 와이어(W)가 복수 개의 프린팅 영역(PA) 중 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA) 내에 위치하도록 제2방향으로 정렬할 수 있다.
- [68] 정렬 장치(30)는 교체된 솔라셀(CG)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 대응되는 제1위치(P1)에서 1차 하강할 수 있다. 그리고 정렬 장치(30)는 후방으로 소정의 거리만큼 이동하여 제2위치(P2)에서 2차 하강하여 복수 개의 와이어(W)를 솔라셀(C)의 상면에 가압한 후, 복수 개의 와이어(W)를 폭 방향으로 정렬할 수 있다(예를 들어 도 2g 및 도 2h). 또한 정렬 장치(30)는 교체된 솔라셀(CG)의 타측에 인접한 솔라셀(GC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 대응되는 제3위치(P3)에서 1차 하강 후 후방으로 소정의 거리만큼 이동하여 제4위치(P4)에서 2차 하강하여 복수 개의 와이어(W)를 솔라셀(C)의 상면에 가압한 후, 복수 개의 와이어(W)를 폭 방향으로 정렬할 수 있다(도 2i 및 도 2j).
- [69] 분리 장치(40)는 솔라셀(C)에 부착된 와이어(W)를 제거할 수 있다. 분리 장치(40)는 제1이동헤드(23)에 장착되며 불량 솔라셀(NC)에 부착된 솔라셀(C)을 제거하는 데 이용될 수 있다. 예를 들어 도 2b에 나타낸 바와 같이, 불량 솔라셀(NC)을 기준으로 양측의 양호한 솔라셀(C)을 지지하는 스테이지(10)가 각각 상승 및 하강한 상태에서 분리 장치(40)가 불량 솔라셀(NC)의 위로 이동할 수 있다. 여기서 분리 장치(40)는 불량 솔라셀(NC)의 단부(예를 들어 도 2b의 좌측 단부)에 인접할 수 있다. 분리 장치(40)는 불량 솔라셀(NC)의 단부에서 가장 가까운 프린팅 영역(PA)에 부착된 와이어(W)에 대응되도록 위치할 수 있다. 분리 장치(40)는 불량 솔라셀(NC)의 전방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 복수 개의 와이어(W)가 불량 솔라셀(NC)의 단부에서 가장 가까운, 제1열의 프린팅 영역(PA)를 지나 불량 솔라셀(NC)의 상면에서 분리되도록 할 수 있다. 따라서 양호한 솔라셀(GC)의 와이어(W)를 충분히 길게 확보하여, 와이어(W)가 새로운 양호한 솔라셀(GC)의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 안정적으로 접합되도록 할 수 있다.
- [70] 분리 장치(40)는 열풍기일 수 있다. 분리 장치(40)는 고온의 공기 또는 소정의 분위기를 만족하는 기체를 와이어(W) 상에 분사하여, 와이어(W)와 솔라셀(C) 간의 솔더를 용융시켜 와이어(W)를 솔라셀(C)에서 분리할 수 있다.
- [71] 분리 장치(40)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)와 동일한 개수로 구비될 수 있다. 분리 장치(40)는 12개의 배출구를 통해 12개의 와이어(W)에 열풍을 동시에 분사할 수 있다. 또는 분리 장치(40)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)보다 적은 개수로 구비될 수 있다. 분리 장치(40)는 6개의 배출구를 통해 6개의 와이어(W)에 열풍을 분사한 후 이동하여 나머지 6개의 와이어(W)에 재차 열풍을 분사할 수 있다.

- [72] 접합 장치(50)는 정렬 장치(30)에 의해 정렬된 와이어(W)를 새로운 양호한 솔라셀(GC)에 접합할 수 있다. 예를 들어 도 2h에 나타낸 바와 같이, 불량 솔라셀(NC)이 양호한 솔라셀(GC)로 교체된 후에, 전방의 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 복수 개의 와이어(W)가 정렬 장치(30)에 의해 불량 솔라셀(NC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA) 상에 정렬될 수 있다. 그리고 접합 장치(50)가 복수 개의 와이어(W)를 교체된 양호한 솔라셀(GC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 접합할 수 있다. 또한 도 2j에 나타낸 바와 같이, 교체된 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 복수 개의 와이어(W)가 후방의 양호한 솔라셀(GC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA) 상에 정렬 장치(30)에 의해 정렬될 수 있다. 그리고 접합 장치(50)가 복수 개의 와이어(W)를 양호한 솔라셀(GC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 접합할 수 있다.
- [73] 접합 장치(50)는 고주파 용접 방식의 접합 장치일 수 있다. 접합 장치(50)는 고주파 전류를 통해 복수 개의 와이어(W)에 도포된 솔더를 용융시켜 프린팅 영역(PA)에 복수 개의 와이어(W)를 접합할 수 있다.
- [74] 접합 장치(50)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)와 동일한 개수로 구비될 수 있다. 접합 장치(50)는 12개의 와이어(W)를 동시에 솔라셀(C)에 접합할 수 있다. 또는 접합 장치(50)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)보다 적은 개수로 구비될 수 있다. 접합 장치(50)는 6개의 와이어(W)를 솔라셀(C)에 접합한 후 이동하여 나머지 6개의 와이어(W)를 제2 솔라셀(C)에 접합할 수 있다.
- [75] 접합 장치(50)는 제1하우징(51), 제2하우징(52), 연결부(53), 코어(54), 가열부(55) 및 평판부(56)를 포함할 수 있다.
- [76] 예를 들어 도 5에 나타낸 바와 같이, 제1하우징(51)은 접합 장치(50)의 하부에 배치되며 접합 장치(50)의 다른 구성을 지지 및 보유할 수 있다. 제1하우징(51)은 내부 공간을 구비하는 직육면체 또는 이와 유사한 형상을 가지며 복수 개의 와이어(W)를 향하는 저면은 적어도 일부가 개방된 상태일 수 있다. 제1하우징(51)의 내부에는 복수 개의 코어(54)와 복수 개의 코어(54)를 감싸는 가열부(55)가 있고, 제1하우징(51)의 저면에 평판부(56)가 있을 수 있다. 또한 제1하우징(51)의 일측으로 삽입된 연결부(53)가 가열부(55)로 전류를 전달할 수 있다.
- [77] 제2하우징(52)은 제1하우징(51)의 위에 배치되어 접합 장치(50)를 제어하기 위한 장치와, 컨트롤러(90) 등 외부 장치와 통신하기 위한 통신 장치를 포함할 수 있다.
- [78] 연결부(53)는 일측이 가열부(55)와 연결되고 타측이 외부 전원과 연결되어 가열부(55)로 전류를 전달할 수 있다. 연결부(53)는 일부가 제1하우징(51)의 내부에 삽입되어 가열부(55)와 연결되고, 나머지 일부는 위로 연장되어 외부 전원과 연결될 수 있다. 연결부(53)는 얇은 플레이트로서 금속으로 이루어질 수 있다. 예를 들어 연결부(53)에서 가열부(55)로 흐르는 전류는 고주파 전류로서, 주파수는

800khz 이상, 830khz 이상 또는 900khz 이상일 수 있다. 또한 전류의 출력은 0.5kw 이상, 0.7kw 이상 또는 0.9kw 이상일 수 있다.

- [79] 코어(54)는 제1하우징(51)의 일측에 복수 개 구비되며 가열부(55)에 의해 적어도 일부가 감싸진 형태로 포함할 수 있다. 예를 들어 도 5 및 도 6에 나타낸 바와 같이, 코어(54)는 제1하우징(51)의 하부에 제1방향(예를 들어 도 5의 X축 방향)으로 이격된 복수 개의 코어(54)를 포함할 수 있다. 접합 장치(50)가 복수 개의 와이어(W)를 솔라셀(C)에 접합하기 위한 위치에 도달했을 때, 각각의 코어(54)는 각각의 프린팅 영역(PA)에 대응되도록 위치할 수 있다. 따라서 도 6에 나타낸 바와 같이, 두 가닥의 와이어(W)가 하나의 코어(54)에 대응될 수 있다. 코어(54)의 개수는 접합 장치(50)가 한번에 접합하고자 하는 프린팅 영역(PA)의 개수와 동일할 수 있다. 예를 들어 코어(54)는 총 6개이며, 접합 장치(50)는 2번에 걸쳐 12개의 프린팅 영역(PA)에 복수 개의 와이어(W)를 접합할 수 있다. 또는 코어(54)는 12개의 코어(54)를 포함하고, 접합 장치(50)는 1번의 접합 동작으로 12개의 프린팅 영역(PA)에 복수 개의 와이어(W)를 접합할 수 있다.
- [80] 코어(54)의 외측에는 가열부(55)가 있으며, 가열부(55)에 전류가 흐르면 코어(54)가 가열될 수 있다. 코어(54)는 자속 밀도를 집중시켜 와이어(W)를 가열할 수 있다. 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 가열부(55)에 고주파 전류가 흐르면 코어(54)를 중심으로 방사형의 고주파 파형이 형성되며, 코어(54)의 중심부가 고주파 세기가 가장 강하고 온도도 가장 높을 수 있다.
- [81] 코어(54)의 중심부에 대응되는 위치에서 와이어(W)와 프린팅 영역(PA)의 접합이 이루어질 수 있다. 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 접합 장치(50)는 한 쌍의 와이어(W)가 각각의 코어(54)에 대응되도록 위치한 상태에서 접합 동작을 실시할 수 있다. 여기서 한 쌍의 와이어(W)는 교체된 솔라셀(GC)의 와이어(W)와 인접한 양호한 솔라셀(GC)의 와이어(W)일 수 있다. 또한 한 쌍의 와이어(W)는 코어(54)의 중심부에 위치하되, 서로 이격된 상태를 유지할 수 있다. 한 쌍의 와이어(W)는 길이 방향으로 적어도 일부가 코어(54)를 지날 수 있다.
- [82] 코어(54)는 내열성과 전기 저항이 높은 강자성체일 수 있다. 예를 들어 코어(54)는 페라이트로 이루어지며 세라믹으로 소결될 수 있다. 코어(54)는 비투자율이 1 이상, 전기 저항율이 $1\Omega\text{m}$ 이상일 수 있다.
- [83] 코어(54)는 원기둥 형상을 가지며 일부는 가열부(55)의 내측에 삽입되고 나머지 일부는 가열부(55)의 외측에 배치될 수 있다. 예를 들어 도 7에 나타낸 바와 같이, 코어(54)는 내측부(541) 및 외측부(542)를 포함할 수 있다. 내측부(541)는 코어(54)의 반경 방향으로 중심부에 형성되며 가열부(55)의 삽입부(551)와 동일한 높이를 가질 수 있다. 내측부(541)는 가열부(55)의 삽입부(551)에 삽입되며 가열부(55)에 고주파 전류가 흐르면 가열되어 와이어(W)에 도포된 솔더를 용융시켜 와이어(W)를 프린팅 영역(PA)에 접합할 수 있다.
- [84] 내측부(541)는 직경 D1을 갖는 원기둥 형상을 포함할 수 있다. 내측부(541)의 직경 D1은 삽입부(551)의 직경 D2와 동일하거나 그보다 클 수 있다. 예를 들어

D1이 D2와 동일하여 내측부(541)의 외주면이 삽입부(551)의 내주면과 접촉하여 내측부(541)가 삽입부(551)에 끼워 지지될 수 있다. 또는 내측부(541)가 삽입부(551)에 원활히 삽탈되도록 D1은 D2보다 작을 수 있다. 예를 들어, D2는 D1의 약 1.05배 내지 약 1.2배일 수 있다. D1은 1 내지 10 mm이고, D2는 D1보다 0.5 내지 2 mm 더 클 수 있다.

- [85] 외측부(542)는 내측부(541)의 외주면에서 일정한 간격만큼 이격되어 내측부(541)의 적어도 일부를 감쌀 수 있다. 코어(54)가 가열부(55)에 삽입된 상태에서 외측부(542)는 삽입부(551)의 외측에 있을 수 있다. 외측부(542)는 1개의 내측부(541)의 주위에 복수 개 배열될 수 있다. 예를 들어 도 7에 나타낸 바와 같이, 한 쌍의 외측부(542)가 1개의 내측부(541)를 기준으로 서로 대향할 수 있다. 한 쌍의 외측부(542)는 소정의 간격으로 이격되며, 상기 간격 사이에 삽입부(551)와 삽입부(551)를 연결하는 지지부(552)가 끼워질 수 있다.
- [86] 가열부(55)는 일측이 연결부(53)와 연결되며 연결부(53)로부터 전류를 공급받아 가열될 수 있다. 가열부(55)는 복수 개의 코어(54)를 지지하며 제1하우징(51)의 하부에 있을 수 있다. 가열부(55)는 금속 등과 같은 전도성 재질일 수 있다.
- [87] 가열부(55)는 삽입부(551), 지지부(552), 제1단부(553) 및 제2단부(554)를 포함할 수 있다.
- [88] 삽입부(551)는 코어(54)를 지지하며 코어(54)와 동일한 개수로 구비될 수 있다. 예를 들어 도 7에 나타낸 바와 같이, 삽입부(551)는 코어(54)의 내측부(541)를 감싸도록 코어(54)와 동축 상에 있으며 원형일 수 있다. 삽입부(551)가 내측부(541)를 감싼 상태에서 가열부(55)에 고주파 전류가 흐르면 코어(54)가 가열될 수 있다. 삽입부(551)의 내주면은 내측부(541)의 외주면과 접하거나 그로부터 반경 방향으로 이격될 수 있고, 삽입부(551)의 외주면은 외측부(542)의 내측면을 마주 볼 수 있다.
- [89] 지지부(552)는 인접하는 2개의 삽입부(551) 사이에 있을 수 있다. 지지부(552)는 평행한 한 쌍의 플레이트로서 2개의 삽입부(551)를 서로 물리적 및 전기적으로 연결할 수 있다. 지지부(552)의 한 쌍의 플레이트는 서로 접촉하여 단락이 발생하지 않도록 간격 G만큼 이격될 수 있다. 간격 G는 0.5 내지 5 mm일 수 있다. 예를 들어 간격 G는 1 내지 2 mm일 수 있다.
- [90] 제1부분(553)은 가열부(55)의 단부(예를 들어 도 7의 좌측 단부)에서 연장되며 제2부분(554)은 제1부분(553)에서 연장될 수 있다. 제2부분(554)은 연결부(53)와 연결되어 전류를 가열부(55)의 다른 구성요소로 전달할 수 있다. 제1부분(553) 및 제2부분(554)은 전체적으로 T자 형상을 가질 수 있다.
- [91] 예를 들어 도 8에 나타낸 바와 같이, 코어(54)와 가열부(55)는 각각의 하단이 동일한 평면 상에 위치할 수 있다. 또는 코어(54)의 하단이 가열부(55)의 하단보다 아래에 위치할 수 있다.
- [92] 평판부(56)는 복수 개의 와이어(W)를 마주 보도록 제1하우징(51)의 아래에 있을 수 있다. 평판부(56)는 넓은 플레이트 형상의 부재로서 상면은 복수 개의 코어

(54) 및/또는 가열부(55)를 향하고, 하면은 복수 개의 와이어(W)를 향할 수 있다. 평판부(56)는 내열성이 우수한 재질로 이루어지며, 예를 들어 지르코니아로 이루어질 수 있다.

[93] 평판부(56)는 복수 개의 와이어(W)와 직접 접촉할 수 있다. 예를 들어 도 9에 나타난 바와 같이, 평판부(56)는 프린팅 영역(PA)에 있는 두 가닥의 와이어(W)와 접촉하며 그 위에는 코어(54)의 내측부(541)가 있을 수 있다. 도 9에는 평판부(56)의 상면이 내측부(541)와 접촉하는 것으로 나타냈으나, 접합 장치(50)가 후술하는 충전 부재(57)를 포함할 경우, 평판부(56)와 내측부(541)는 충전 부재(57)에 의해 이격될 수 있다.

[94] 평판부(56)는 가장자리가 제1하우징(51)에 지지되어 있으므로, 복수 개의 와이어(W)를 균일하게 가압할 수 있다. 평판부(56)는 코어(54) 및/또는 가열부(55)가 직접 와이어(W)를 가열하는 경우에 비해 복수 개의 와이어(W)를 안정적으로 가열할 수 있다. 평판부(56)는 제1하우징(51)의 저면보다 작은 길이와 폭을 가질 수 있다. 또는 평판부(56)는 복수 개의 와이어(W)와 접촉하지 않도록 높이 방향으로 복수 개의 와이어(W)와 이격될 수 있다.

[95] 접합 장치(50)는 충전 부재(57)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어 도 8에 나타난 바와 같이, 충전 부재(57)는 제1하우징(51)의 내부에 충전되어 코어(54)와 가열부(55) 사이에 있을 수 있다. 접합 장치(50)는 외부 충격 등으로 인해 코어(54) 및 가열부(55)가 단락되지 않도록 하며, 내열성과 절연성이 우수한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어 충전 부재(57)는 에폭시와 같은 비전도성의 수지 계열 물질일 수 있다. 충전 부재(57)는 제1하우징(51)의 내측면과 평판부(56)에 의해 구획되는 영역에 있을 수 있다. 또한 충전 부재(57)는 코어(54)와 가열부(55)의 하부를 감싸도록 코어(54) 및 가열부(55)와 평판부(56) 사이에 있을 수 있다.

[96] 접합 장치(50)는 접합 과정에서 일부가 정렬 장치(30)에 지지될 수 있다. 예를 들어 도 10에 나타난 바와 같이, 정렬 장치(30)가 복수 개의 와이어(W)를 정렬한 상태에서 접합 장치(50)는 제1하우징(51)의 저면 일부가 정렬 장치(30)와 접촉할 수 있다. 여기서 정렬 장치(30)는 제2위치(P2)에 있고 접합 장치(50)는 제1위치(P1)(도 2h)에 있거나, 정렬 장치(30)는 제4위치(P4)에 있고 접합 장치(50)는 제3위치(P3)(도 2j)에 있을 수 있다. 예를 들어 정렬 장치(30)는 복수 개의 와이어(W)를 높이 방향과 폭 방향으로 정렬하기 위해 제1정렬플레이트(37) 및 제2정렬플레이트(39)를 포함할 수 있다. 그리고 접합 장치(50)의 제1하우징(51)의 저면 가장자리는 제1정렬플레이트(37) 및/또는 제2정렬플레이트(39)에 지지될 수 있다. 접합 장치(50)가 정렬 장치(30)에 지지됨으로써 접합 장치(50)는 보다 안정적으로 복수 개의 와이어(W)를 접합할 수 있다.

[97] 로봇 암(60)은 스테이지(10)의 일측에 배치되어 검사 동작, 절단 동작, 접합 동작 등을 실시할 수 있다. 예를 들어 로봇 암(60)은 6축 로봇으로서 비전 카메라(61), 단일 커터(63), 단일 접합 장치(65) 및 커터(67)를 포함할 수 있다. 도 1에 나타난 바와 같이, 비전 카메라(61), 단일 커터(63), 단일 접합 장치(65) 및 커터(67)

는 시계 방향 또는 반시계 방향을 따라 위치하며, 로봇 암(60)이 90도씩 회전하면서 각각의 구성요소를 스트링(S) 상의 공정 위치에 위치시킬 수 있다.

- [98] 비전 카메라(61)는 스트링 리페어의 각 공정이 종료된 후 해당 공정이 제대로 진행되었는지 검사할 수 있다. 예를 들어 비전 카메라(61)는 커터(67)에 의한 와이어(W) 절단 공정 후 와이어(W)의 절단면을 확인하여 와이어(W)가 제대로 절단되었는지 판단할 수 있다. 또한 비전 카메라(61)는 접합 장치(50)에 의해 와이어(W)가 솔라셀(C)에 제대로 부착되었는지 확인할 수 있다. 이 외에도 필요에 따라 비전 카메라(61)는 스트링 리페어의 다른 공정을 확인하는 데 이용될 수 있다. 예를 들어 비전 카메라(61)는 스트링(S)이 스테이지(10)에 제대로 안착되었는지, 분리 장치(40)에 의해 와이어(W)가 제대로 분리되었는지, 불량 솔라셀(NC)이 배출되고 새로운 양호한 솔라셀(GC)이 안착되었는지 등을 검사할 수 있다.
- [99] 단일 커터(63)와 커터(67)는 와이어(W)를 절단할 수 있다. 예를 들어 분리 장치(40)가 와이어(W)를 분리시키고 나면, 도 2c에 나타낸 바와 같이 커터(67)가 불량 솔라셀(NC)의 상면에서 분리된 와이어(W)를 절단할 수 있다. 커터(67)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)와 동일한 개수로 구비될 수 있다. 또는 커터(67)는 하나의 솔라셀(C)에 부착되는 복수 개의 와이어(W)보다 적은 개수로 구비될 수 있다. 커터(67)의 블레이드 개수는 4개이며, 커터(67)는 세 차례의 절단 동작을 통해 12개의 와이어(W)를 절단할 수 있다.
- [100] 또한 도 2c에 나타낸 바와 같이, 커터(67)는 불량 솔라셀(NC)의 상면에서 분리된 와이어(W)를 절단한 후, 불량 솔라셀(NC)의 와이어(W)가 연장되는 양호한 솔라셀(GC)로 이동할 수 있다. 커터(67)는 양호한 솔라셀(GC)의 일 단부에서 와이어(W)를 절단할 수 있다.
- [101] 단일 커터(63)는 커터(67)에 의한 절단 동작이 완료된 후, 비전 카메라(61)가 와이어(W)의 절단면을 검사한 후에 절단이 제대로 이루어지지 않은 것으로 판정되면 추가 절단 동작을 실시할 수 있다. 예를 들어 단일 커터(63)는 하나의 와이어(W)를 절단할 수 있도록 블레이드를 구비할 수 있다. 비전 카메라(61)가 복수 개의 와이어(W) 중 절단이 제대로 이루어지지 않은 와이어(W)를 감지하면, 단일 커터(63)는 해당 와이어(W)로 이동하여 다시 1개씩 절단 동작을 실시할 수 있다.
- [102] 단일 접합 장치(65)는 접합 장치(50)에 의한 접합 동작이 완료된 후, 비전 카메라(61)가 와이어(W)의 접합 위치를 검사한 후에 접합이 제대로 이루어지지 않은 것으로 판정되면 추가 접합 동작을 실시할 수 있다. 예를 들어 단일 접합 장치(65)는 하나의 와이어(W)를 솔라셀(C)에 접합할 수 있는 고주파 용접 방식의 접합 장치로서, 접합 장치(50)와 동일한 원리로 작동할 수 있다. 비전 카메라(61)가 복수 개의 와이어(W) 중 접합이 제대로 이루어지지 않은 와이어(W)를 감지하면, 단일 접합 장치(65)는 해당 와이어(W)로 이동하여 다시 1개씩 접합 동작을 실시할 수 있다.
- [103] 운반 장치(70)는 스트링 리페어 장치(1)의 외부에 있던 스트링(S)을 내부로 운반하거나, 스트링 리페어 장치(1) 내에서 스트링(S)을 운반할 수 있다. 예를 들어

운반 장치(70)는 검사 장치(3)에서 불량으로 판정된 스트링(S)을 스테이지(10)로 운반시키고, 리페어가 완료된 스테이지(10)를 스트링 리페어 장치(1)의 외부로 운반할 수 있다. 또한 운반 장치(70)는 리페어가 완료된 스테이지(10)를 다시 검사 장치(3)로 운반하여, 스트링(S)이 제대로 리페어되었는지 검사하도록 할 수 있다.

- [104] 매거진(80)은 복수 개의 양호한 솔라셀(GC)을 보유할 수 있다. 스테이지(10)가 불량 솔라셀(NC)을 배출하면, 제3이동헤드(29)가 매거진(80)에 적재된 양호한 솔라셀(GC)을 지지한 상태에서 배출된 불량 솔라셀(NC)이 있던 위치로 제3수평가이드(27)를 따라 이동할 수 있다. 그리고 해당 위치의 스테이지(10)에 지지하고 있던 양호한 솔라셀(GC)을 위치시킬 수 있다.
- [105] 컨트롤러(90)는 스트링 리페어 장치(1)의 다른 구성요소와 유무선으로 연결되어 이들 구성요소를 제어할 수 있다. 예를 들어 컨트롤러(90)는 스테이지(10)의 승강 및 전후진 동작을 제어할 수 있다. 또한 컨트롤러(90)는 이동 가이드(20)를 제어하여 정렬 장치(30), 분리 장치(40) 및 접합 장치(50)의 위치를 조절하고, 정렬 장치(30), 분리 장치(40) 및 접합 장치(50)의 각각의 동작을 제어할 수 있다. 또한 컨트롤러(90)는 로봇 암(60)을 제어하여, 비전 카메라(61), 단일 커터(63), 단일 접합 장치(65) 및 커터(67)의 동작을 제어할 수 있다.
- [106] 컨트롤러(90)는 메모리, 프로세서, 논리 회로, 룩업(look-up) 테이블 등 하나 이상의 마이크로프로세서 또는 다른 제어 장치를 통해 각각의 제어 기능을 실행하는 직접 회로 구조를 이용할 수 있다. 컨트롤러(90)는 특정 논리 기능을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 지시를 포함하는 모듈, 프로그램 또는 코드의 일부로 구현될 수 있다. 컨트롤러(90)는 각각의 기능이나 마이크로프로세서 등을 실행하는 중앙 처리 장치와 같은 프로세서를 포함하거나 이에 의해 구현될 수 있다. 컨트롤러(90)는 외부 장치 등과 데이터를 송수신할 수 있는 통신 장치를 포함할 수 있다. 통신 장치는 디지털 모뎀, RF 모뎀, 안테나 회로, 와이파이 칩 및 관련 소프트웨어 및/또는 펌웨어의 하나 이상의 조합을 포함할 수 있다.
- [107] 다음 스트링 리페어 장치(1)의 동작과 스트링 리페어 방법을 설명한다.
- [108] 스트링 리페어 방법은 길이 방향을 따라 복수 개의 열을 이루며 복수 개의 와이어(W)가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역(PA)을 포함하는 복수 개의 솔라셀(C) 및 복수 개의 솔라셀(C)을 연결하는 복수 개의 와이어(W)를 포함하는 스트링(S)을 스테이지(10)에 위치시키는 단계, 복수 개의 솔라셀(C) 중 불량 솔라셀(NC)과 불량 솔라셀(NC)과 인접한 두 솔라셀(C) 사이에 연결된 복수 개의 와이어(W)를 절단하는 단계, 불량 솔라셀(NC)을 새로운 솔라셀(C)로 교체하는 단계, 교체된 솔라셀(GC)에 부착된 복수 개의 와이어(W)와 교체된 솔라셀(GC)과 인접한 솔라셀(C)의 복수 개의 와이어(W)를 정렬하는 단계 및 교체된 솔라셀(GC)의 일측에 인접한 솔라셀(C)의 복수 개의 와이어(W)를 교체된 솔라셀(GC)에 접합하고, 교체된 솔라셀(GC)의 복수 개의 와이어(W)를 교체된 솔라셀(GC)의 타측에

인접한 솔라셀(C)에 접합하는 단계를 포함하고, 접합하는 단계는 고주파로 복수 개의 와이어(W)에 도포된 솔더를 용융시킬 수 있다.

- [109] 스트링 리페어 방법에서 접합하는 단계는 복수 개의 코어(54) 및 복수 개의 코어(54)를 감싸며 전류가 흐르면 가열되는 가열부(55)를 포함하는 접합 장치(50)로 복수 개의 와이어(W)를 접합하되, 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 각각 위치한 복수 개의 와이어(W)가 복수 개의 코어(54)의 중심부에 위치한 상태에서 접합 동작을 실시할 수 있다.
- [110] 먼저 검사 장치(3)가 스트링(S)을 불량으로 판정하면 컨트롤러(90)는 운반 장치(70)에 신호를 보내고, 운반 장치(70)가 해당 스트링(S)을 스테이지(10)에 안착시킨다(도 2a). 운반 장치(70)는 스트링(S)에 포함된 불량 솔라셀(NC)이 스테이지(10)의 중심부에 위치하도록 하고, 나머지 양호한 솔라셀(GC)들은 스테이지(10)의 다른 부분에 위치하도록 스트링(S)을 운반한다.
- [111] 다음 컨트롤러(90)는 스테이지(10)에 승강 신호를 보내고 분리 장치(40)를 불량 솔라셀(NC)로 이동시킨다(도 2b). 불량 솔라셀(NC)이 안착된 스테이지(10)를 기준으로 전방에 위치한 스테이지(10)는 상승하고 후방에 위치한 스테이지(10)는 하강하여, 양호한 솔라셀(GC)과 불량 솔라셀(NC) 간의 높이 차이를 형성한다. 그리고 분리 장치(40)가 불량 솔라셀(NC)의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 대응되도록 위치한 상태에서 와이어(W)를 가열하여, 와이어(W)를 불량 솔라셀(NC)에서 분리한다. 그리고 컨트롤러(90)는 로봇 암(60)에 절단 신호를 보내고, 로봇 암(60)은 와이어(W)가 분리된 위치로 이동해 커터(67)로 와이어(W)를 절단한다. 도 3에 나타낸 바와 같이, 절단된 와이어(W)는 나중에 교체된 솔라셀(GC)의 제1열의 프린팅 영역(PA)보다 후방으로 더 길게 연장되도록 절단될 수 있다. 또한 커터(67)는 불량 솔라셀(NC)에서 연장되는 와이어(W)를 불량 솔라셀(NC)의 후방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)의 전방 단부에서 절단한다(도 2c 및 도 2d). 커터(67)가 와이어(W)를 절단하는 순서는 반대로 실시되거나, 복수 개의 커터(67)가 동시에 각각의 와이어(W)를 절단할 수도 있다.
- [112] 커터(67)의 절단이 제대로 이루어졌는지 비전 카메라(61)로 확인할 수 있다. 예를 들어 컨트롤러(90)는 커터(67)의 절단 동작 후 로봇 암(60)에 검사 신호를 보내고, 로봇 암(60)은 와이어(W)의 절단면을 비전 카메라(61)로 확인한다. 와이어(W)가 제대로 절단되었으면 컨트롤러(90)는 다음 공정을 실시한다. 와이어(W)가 제대로 절단되지 않은 경우, 로봇 암(60)은 단일 커터(63)를 이용해 제대로 절단되지 않은 와이어(W)를 개별적으로 절단한다.
- [113] 그리고 컨트롤러(90)는 스테이지(10)에 배출 신호를 보내고, 불량 솔라셀(NC)을 지지하는 스테이지(10)가 회전하여 불량 솔라셀(NC)을 배출한다(도 2e). 따라서 도 2e에 나타낸 바와 같이 배출된 불량 솔라셀(NC)이 있던 스테이지(10)는 비게 된다. 다음 컨트롤러(90)는 스테이지(10)에 승강 신호를 보내고, 매거진(80) 또는 제3이동헤드(29)에 픽업 신호를 보낸다. 비어있는 스테이지(10)를 기준으로 양측에 위치한 스테이지(10)가 각각 하강 및 상승하여 다시 원래 위치로 돌아오

고, 제3이동헤드(29)가 새로운 양호한 솔라셀(GC)을 지지하여 비어있는 스테이지(10)에 안착시킨다(도 2f).

- [114] 다음 컨트롤러(90)는 정렬 장치(30)에 정렬 신호를 보낸다. 정렬 장치(30)는 불량 솔라셀(NC)의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 대응되는 위치, 즉 제1위치(P1)으로 이동한 후 1차 하강한다(도 2g). 이에 따라 전방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되어 새로운 양호한 솔라셀(GC)의 상부로 뻗어있던 복수 개의 와이어(W)가 아래로 정렬된다. 그리고 다시 정렬 장치(30)가 상승한 후 후방으로 이동하여 제2위치(P2)으로 이동한 후 2차 하강한다. 2차 하강한 정렬 장치(30)는 복수 개의 와이어(W)를 아래로 가압하면서 폭 방향으로 모아, 전방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 복수 개의 와이어(W)를 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 각각 위치시킨다.
- [115] 그리고 접합 장치(50)가 컨트롤러(90)의 신호를 받아 제1위치(P1)으로 이동 후 하강한다. 접합 장치(50)는 하나의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 각각 배치되는 두 가닥의 와이어(W), 즉 전방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 와이어(W) 및 교체된 양호한 솔라셀(GC)에 부착된 와이어(W)를 제1열의 프린팅 영역(PA)에 접합한다(도 2h). 컨트롤러(90)는 외부 전원으로부터 접합 장치(50)로 전류를 공급하고, 전류는 연결부(53)를 거쳐 가열부(55)로 이동하여 코어(54)가 가열될 수 있다. 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 접합 장치(50)의 코어(54)의 중심부에 두 가닥의 와이어(W)가 위치할 수 있다. 여기서 두 가닥의 와이어는 길이 방향으로 코어(54)의 중심부에 중첩되도록 위치하되, 서로 이격하여 배치될 수 있다.
- [116] 정렬 장치(30)는 다시 후방으로 이동하여 후방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)의 제복수 개의 1열의 프린팅 영역(PA)에 대응되는 위치, 즉 제3위치(P3)으로 이동한 후 1차 하강한다(도 2i). 이에 따라 교체된 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되어 후방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)의 상부로 뻗어있던 복수 개의 와이어(W)가 아래로 정렬된다. 그리고 다시 정렬 장치(30)가 상승한 후 후방으로 이동하여 제4위치(P4)으로 이동한 후 2차 하강한다. 2차 하강한 정렬 장치(30)는 복수 개의 와이어(W)를 아래로 가압하면서 폭 방향으로 모아, 교체된 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 복수 개의 와이어(W)를 복수 개의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 각각 위치시킨다.
- [117] 그리고 접합 장치(50)가 컨트롤러(90)의 신호를 받아 제3위치(P3)으로 이동 후 하강한다. 접합 장치(50)는 하나의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 각각 배치되는 두 가닥의 와이어(W), 즉 교체된 양호한 솔라셀(GC)에서 연장되는 와이어(W) 및 후방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)에 부착된 와이어(W)를 제1열의 프린팅 영역(PA)에 접합한다(도 2j). 컨트롤러(90)는 외부 전원으로부터 접합 장치(50)로 전류를 공급하고, 전류는 연결부(53)를 거쳐 가열부(55)로 이동하여 코어(54)가 가열될 수 있다. 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 접합 장치(50)의 코어(54)의 중심

부에 두 가닥의 와이어(W)가 위치할 수 있다. 여기서 두 가닥의 와이어는 길이 방향으로 코어(54)의 중심부에 중첩되도록 위치하되, 서로 이격될 수 있다.

[118] 접합 장치(50)는 두 차례에 나누어 복수 개의 와이어(W)를 접합할 수 있다. 예를 들어 도 3에 나타낸 바와 같이, 접합 장치(50)는 6개의 코어(54)를 포함하며, 12개의 와이어(W) 중 일측에 위치한 6개의 와이어(W)에 대응되는 제1위치(P1) 또는 제3위치(P3)로 이동할 수 있다. 여기서 정렬 장치(30)는 제2위치(P2) 또는 제4위치(P4)에서 복수 개의 와이어(W)를 정렬한 상태이며, 접합 장치(50)는 적어도 일부가 정렬 장치(30)에 지지된 상태일 수 있다. 6개의 와이어(W)에 대해 접합이 완료되면 접합 장치(50)는 12개의 와이어(W) 중 일측에 위치한 6개의 와이어(W)에 대응되는 제1위치(P1) 또는 제3위치(P3)로 이동하여 다시 접합 동작을 실시한다(도 4).

[119] 도 5에 나타낸 바와 같이, 교체된 양호한 솔라셀(GC)의 제1열의 프린팅 영역(PA)과, 후방에 위치한 양호한 솔라셀(GC)의 제1열의 프린팅 영역(PA)에 와이어(W)가 접합된다. 이에 따라 스트링(S)에 포함된 복수 개의 솔라셀(C)이 모두 와이어(W)에 의해 전기적으로 연결된다.

[120] 접합이 제대로 이루어졌는지 비전 카메라(61)로 확인할 수 있다. 예를 들어 컨트롤러(90)는 접합 장치(50)의 접합 동작 후 로봇 암(60)에 검사 신호를 보내고, 로봇 암(60)은 프린팅 영역(PA)에 접합된 와이어(W)의 상태를 비전 카메라(61)로 확인한다. 와이어(W)가 프린팅 영역(PA)에 제대로 접합되었으면 컨트롤러(90)는 다음 공정을 실시한다. 와이어(W)가 프린팅 영역(PA)에 제대로 접합되지 않은 경우, 로봇 암(60)은 단일 접합 장치(65)를 이용해 제대로 접합되지 않은 와이어(W)를 개별적으로 접합한다.

[121] 이와 같이 도면에 도시된 실시예를 참고로 본 발명을 설명하였으나, 이는 예시에 불과하다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 갖는 자라면 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 충분히 이해할 수 있다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위에 기초하여 정해져야 한다.

산업상 이용가능성

[122] 본 개시는 스트링 리페어 장치 및 스트링 리페어 방법에 관한 산업에 이용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 길이 방향을 따라 복수 개의 열을 이루며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 지지하는 스테이지; 및
교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 접합 장치;를 포함하고, 상기 접합 장치는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시키는, 스트링 리페어 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 접합 장치는 상기 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 접합하는, 스트링 리페어 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 접합 장치는
제1하우징;
상기 제1하우징의 하부에 있는 복수 개의 코어;
상기 복수 개의 코어를 지지하는 가열부; 및
상기 가열부에 전류를 공급하는 연결부;를 포함하고,
상기 복수 개의 코어는 상기 가열부에 고주파 전류가 흐르면 가열되어 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시키는, 스트링 리페어 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 가열부는
상기 코어와 동일한 개수로 구비되는 복수 개의 삽입부; 및
인접한 삽입부를 연결하며 소정의 간격으로 이격되어 있는 복수 개의 지지부;를 포함하고,
상기 복수 개의 코어는
상기 삽입부에 삽입되는 내측부; 및
상기 내측부를 둘러싸며 소정의 간격으로 이격되어 있는 복수 개의 외측부;를 각각 포함하는, 스트링 리페어 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 내측부는 원기둥 형상을 가지며 상기 삽입부의 직경과 동일하거나 그보다 작은 직경을 갖고,

상기 복수 개의 지지부는 상기 복수 개의 외측부 사이의 간격에 삽입되는, 스트링 리페어 장치.

[청구항 6]

제4항에 있어서,

상기 접합 장치는 상기 복수 개의 코어 및 상기 가열부에 있는 절연성의 충전 부재를 더 포함하는, 스트링 리페어 장치.

[청구항 7]

제4항에 있어서,

상기 접합 장치는 상기 복수 개의 와이어와 마주 보도록 상기 제1하우징의 저면에 있는 평판부를 더 포함하는, 스트링 리페어 장치.

[청구항 8]

제1항에 있어서,

상기 스트링 리페어 장치는 상기 스트링에서 불량 솔라셀이 교체된 후, 교체된 솔라셀에 부착된 복수 개의 와이어와 상기 교체된 솔라셀과 인접한 두 솔라셀의 복수 개의 와이어를 정렬하는 정렬 장치를 더 포함하고, 상기 접합 장치는 상기 정렬 장치가 상기 복수 개의 와이어를 정렬하면, 적어도 일부가 상기 정렬 장치에 지지된 상태에서 상기 복수 개의 와이어를 상기 복수 개의 프린팅 영역에 접합하는, 스트링 리페어 장치.

[청구항 9]

길이 방향을 따라 복수 개의 열을 이루며 복수 개의 와이어가 각각 부착되어 있는 복수 개의 프린팅 영역을 포함하는 복수 개의 솔라셀 및 상기 복수 개의 솔라셀을 연결하는 복수 개의 와이어를 포함하는 스트링을 스테이지에 위치시키는 단계;

상기 복수 개의 솔라셀 중 불량 솔라셀과 상기 불량 솔라셀과 인접한 두 솔라셀 사이에 연결된 복수 개의 와이어를 절단하는 단계;

상기 불량 솔라셀을 새로운 솔라셀로 교체하는 단계;

교체된 솔라셀에 부착된 복수 개의 와이어와 상기 교체된 솔라셀과 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 정렬하는 단계; 및

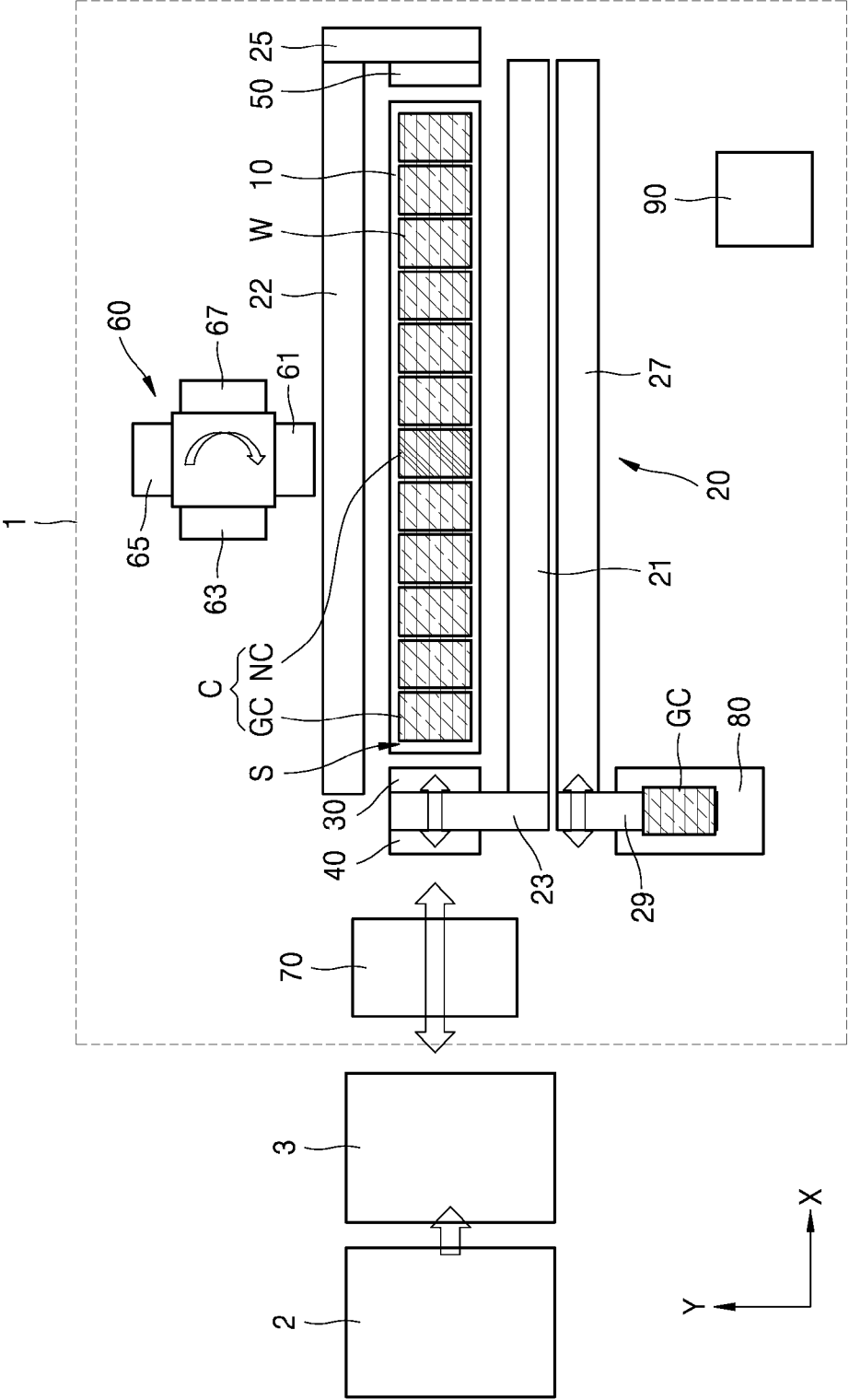
상기 교체된 솔라셀의 일측에 인접한 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀에 접합하고, 상기 교체된 솔라셀의 복수 개의 와이어를 상기 교체된 솔라셀의 타측에 인접한 솔라셀에 접합하는 단계;를 포함하고, 상기 접합하는 단계는 고주파로 상기 복수 개의 와이어에 도포된 솔더를 용융시키는, 스트링 리페어 방법.

[청구항 10]

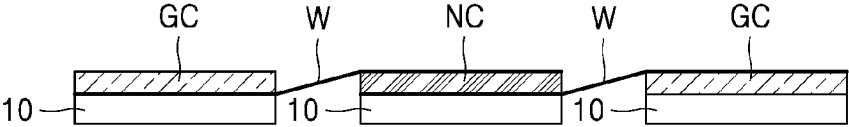
제9항에 있어서,

상기 접합하는 단계는 복수 개의 코어 및 상기 복수 개의 코어를 감싸며 전류가 흐르면 가열되는 가열부를 포함하는 접합 장치로 상기 복수 개의 와이어를 접합하되, 상기 복수 개의 제1열의 프린팅 영역에 각각 위치한 복수 개의 와이어가 상기 복수 개의 코어의 중심부에 위치한 상태에서 접합 동작을 실시하는, 스트링 리페어 방법.

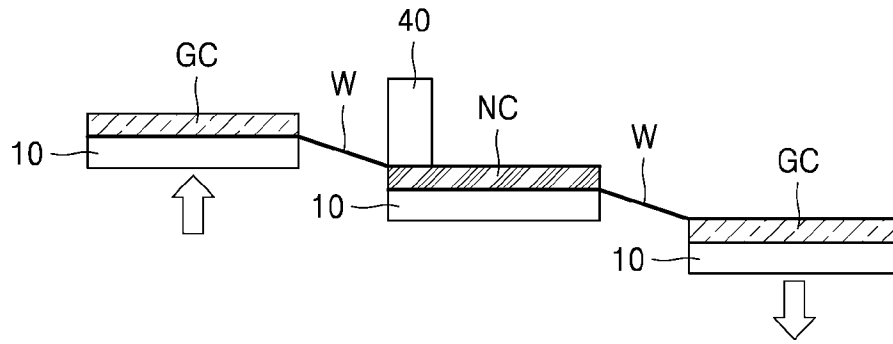
[도1]



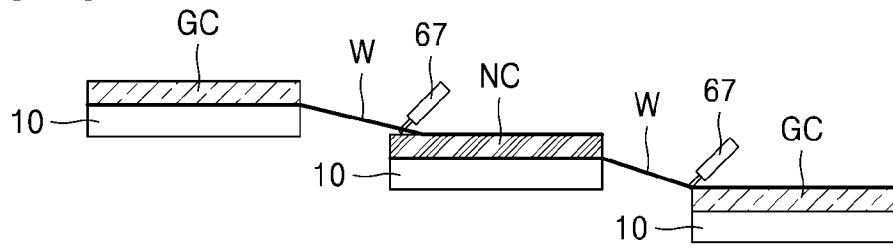
[도2a]



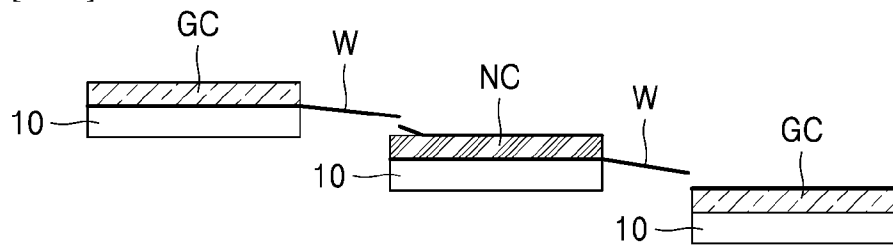
[도2b]



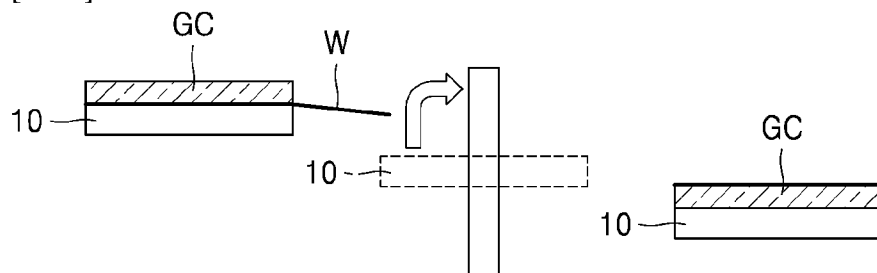
[도2c]



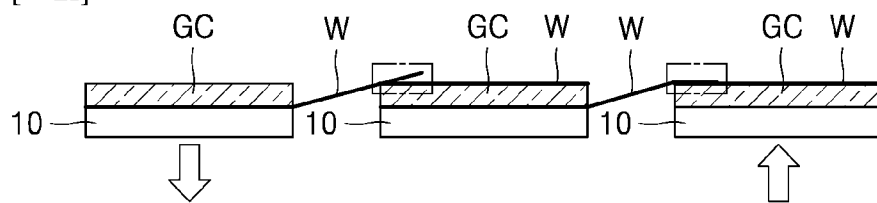
[도2d]



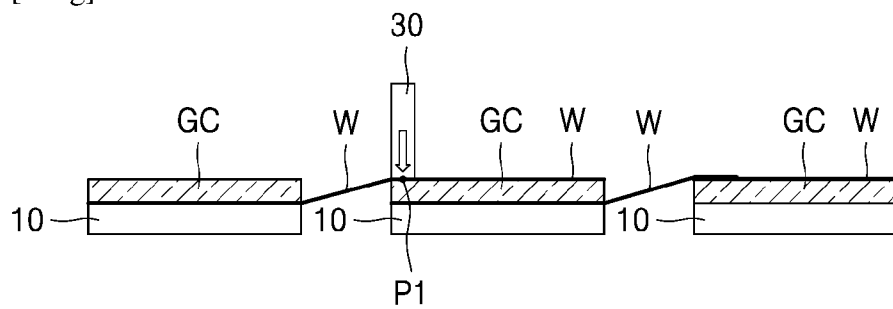
[도2e]



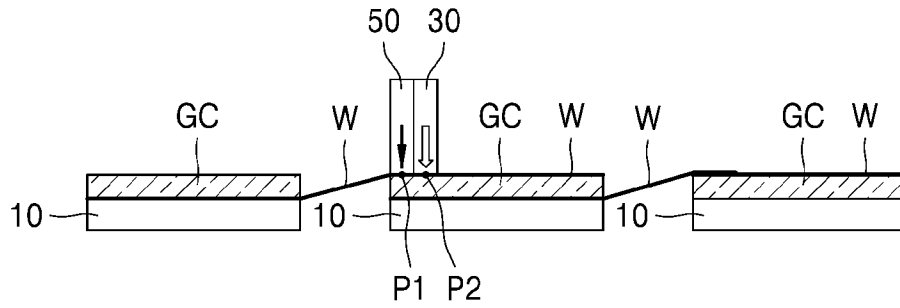
[도2f]



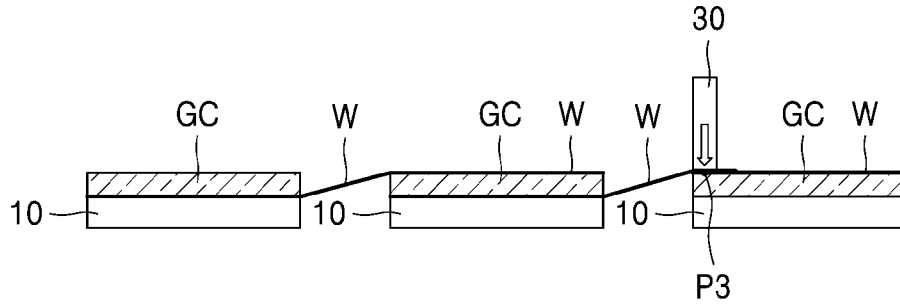
[도2g]



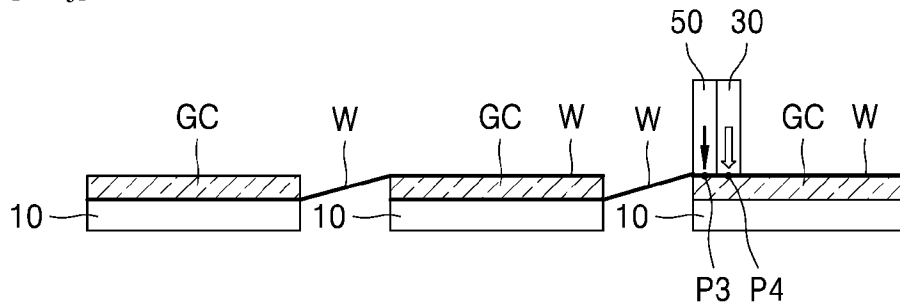
[도2h]



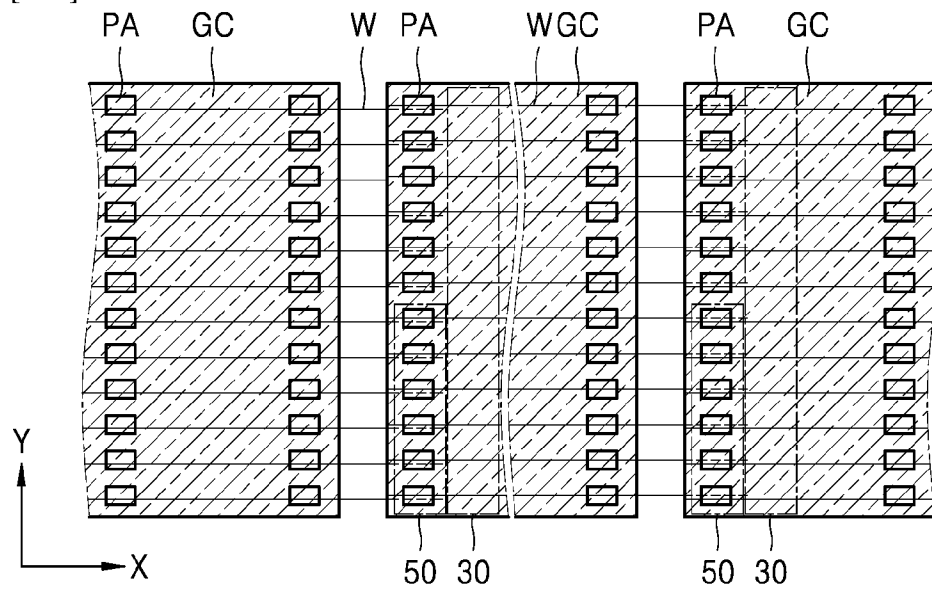
[도2i]



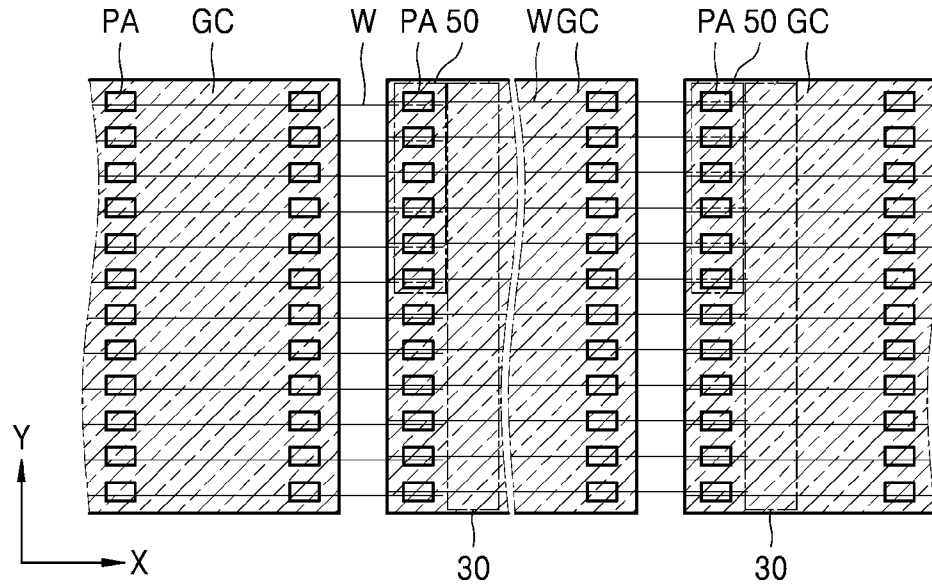
[도2j]



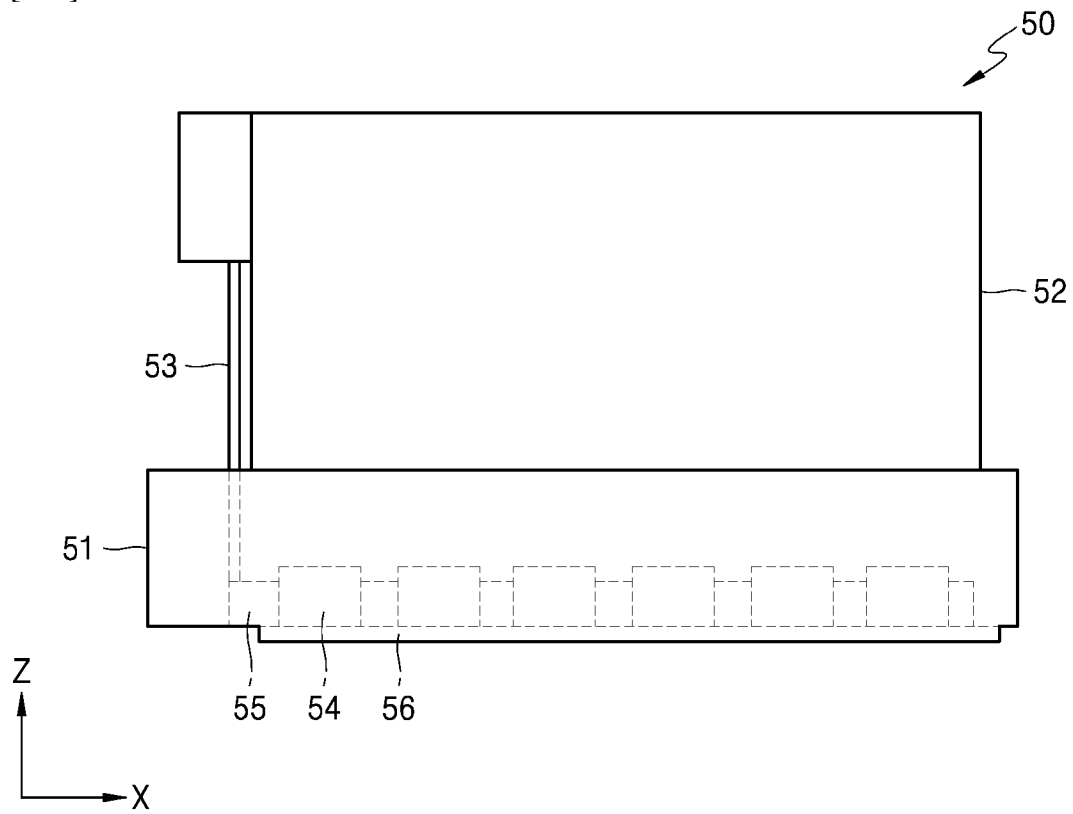
[도3]



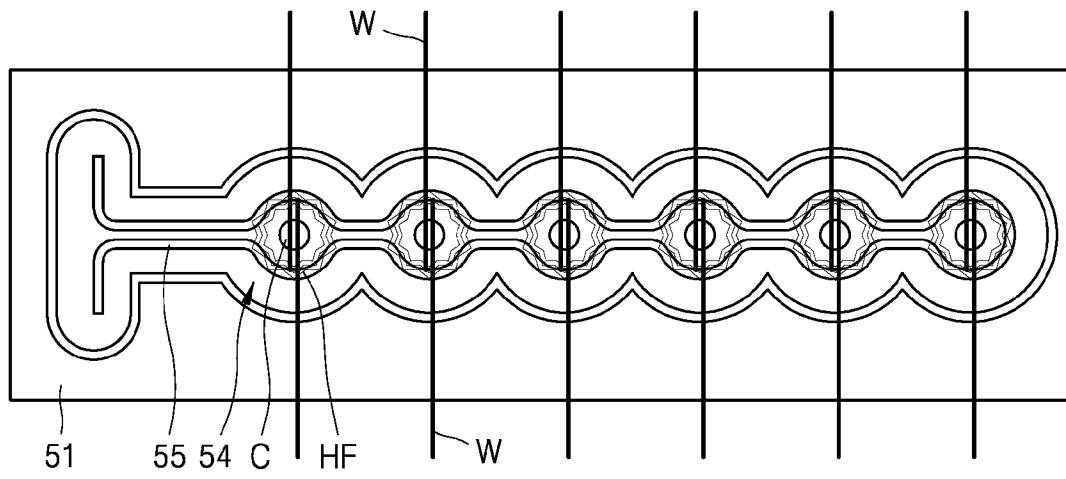
[도4]



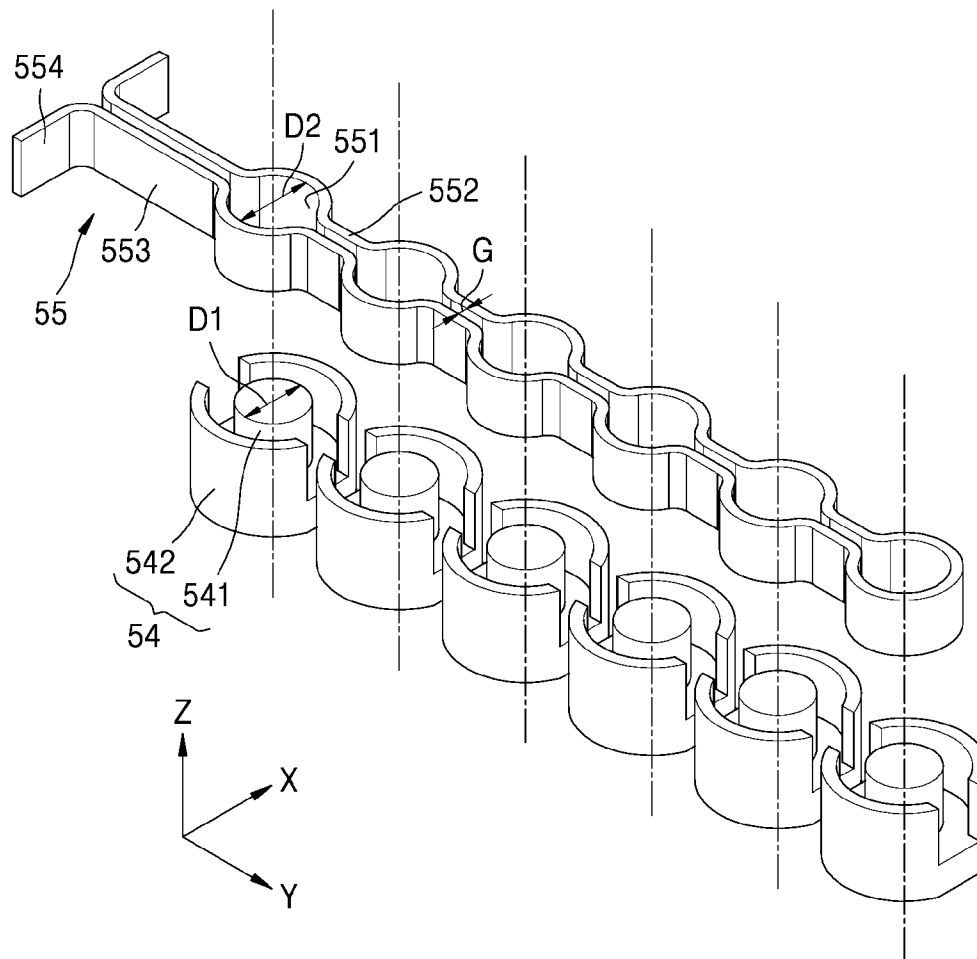
[도5]



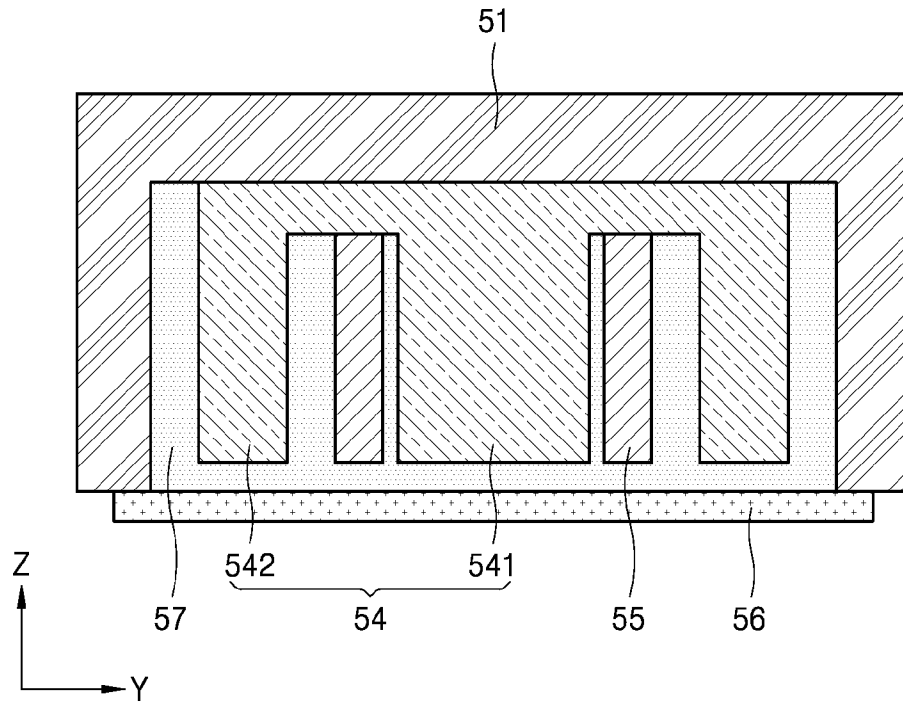
[도6]



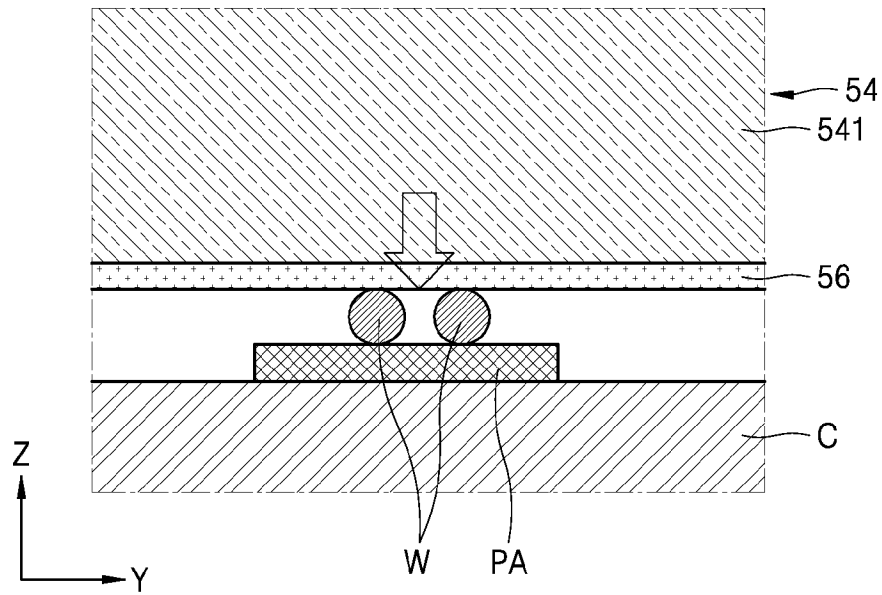
[도7]



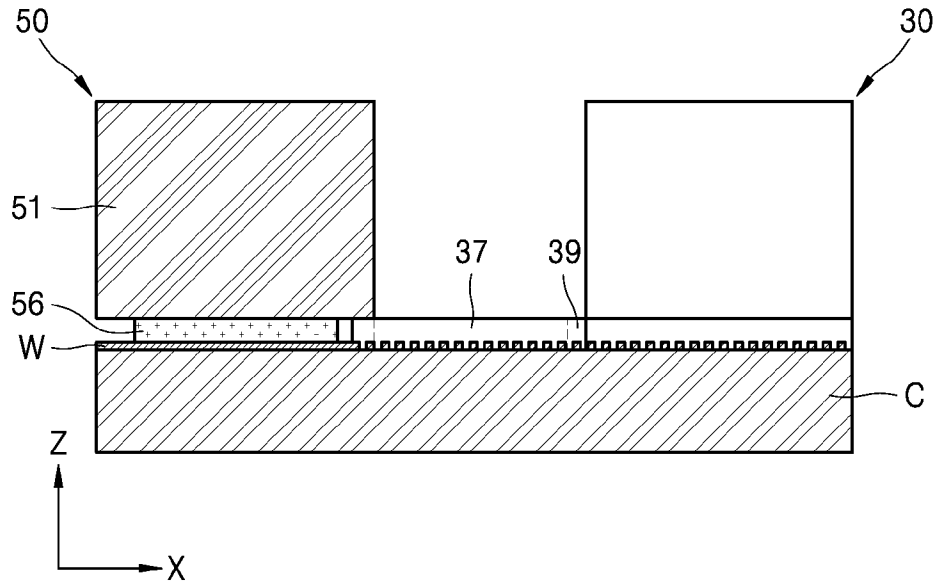
[도8]



[도9]



[도 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/006056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/042(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 31/18(2006.01); B23K 1/00(2006.01); H01L 31/02(2006.01); H01L 31/042(2006.01); H01L 31/05(2006.01); H05K 7/20(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 태양전지(solar cell), 스트링(string), 리페어(repair), 스테이지(stage), 와이어(wire)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	CN 114695596 A (WUXI AUTEVIR SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 July 2022 (2022-07-01) See paragraphs [0066]-[0070] and figure 1.	1-3,8-10 4-7
Y	KR 10-2006-0107288 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 13 October 2006 (2006-10-13) See paragraphs [0040]-[0042] and figures 4a-4b.	1-3,8-10
Y	KR 10-1820103 B1 (LG ELECTRONICS INC.) 18 January 2018 (2018-01-18) See paragraphs [0093]-[0095] and figures 9-11.	9-10
A	JP 2014-060278 A (DEXERIALS CORP.) 03 April 2014 (2014-04-03) See claims 1-6 and figures 3A-3D.	1-10
A	US 2017-0301821 A1 (SOLARIA CORPORATION) 19 October 2017 (2017-10-19) See claims 1-20 and figure 24.	1-10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 August 2024		Date of mailing of the international search report 08 August 2024
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2024/006056

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	114695596	A	01 July 2022	None			
KR	10-2006-0107288	A	13 October 2006	CN	101151950	A	26 March 2008
				KR	10-0688728	B1	02 March 2007
				KR	10-0755572	B1	06 September 2007
				KR	10-2006-0107296	A	13 October 2006
				WO	2006-115326	A1	02 November 2006
KR	10-1820103	B1	18 January 2018	CN	105552163	A	04 May 2016
				CN	105552163	B	01 December 2017
				EP	3016147	A1	04 May 2016
				EP	3016147	B1	07 December 2022
				EP	3016147	B8	22 February 2023
				JP	2016-086169	A	19 May 2016
				JP	6301894	B2	28 March 2018
				US	2016-0118523	A1	28 April 2016
				US	9978899	B2	22 May 2018
JP	2014-060278	A	03 April 2014	None			
US	2017-0301821	A1	19 October 2017	CN	206584938	U	24 October 2017
				CN	206584939	U	24 October 2017
				US	11211518	B2	28 December 2021
				US	11594646	B2	28 February 2023
				US	2020-0365756	A1	19 November 2020
				US	2021-0135040	A1	06 May 2021
				US	2023-0231059	A1	20 July 2023
				US	D812554	S	13 March 2018
				WO	2016-123559	A1	04 August 2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/042(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 31/18(2006.01); B23K 1/00(2006.01); H01L 31/02(2006.01); H01L 31/042(2006.01); H01L 31/05(2006.01); H05K 7/20(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 태양전지(solar cell), 스트링(string), 리페어(repair), 스테이지(stage), 와이어(wire)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	CN 114695596 A (WUXI AUTEVIR SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 2022.07.01 단락 [0066]-[0070] 및 도면 1	1-3,8-10 4-7
Y	KR 10-2006-0107288 A (엘에스전선 주식회사) 2006.10.13 단락 [0040]-[0042] 및 도면 4a-4b	1-3,8-10
Y	KR 10-1820103 B1 (엘지전자 주식회사) 2018.01.18 단락 [0093]-[0095] 및 도면 9-11	9-10
A	JP 2014-060278 A (DEXERIALS CORP.) 2014.04.03 청구항 1-6 및 도면 3A-3D	1-10
A	US 2017-0301821 A1 (SOLARIA CORPORATION) 2017.10.19 청구항 1-20 및 도면 24	1-10
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2024년08월06일(06.08.2024)		국제조사보고서 발송일 2024년08월08일(08.08.2024)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
CN 114695596 A	2022/07/01	없음	
KR 10-2006-0107288 A	2006/10/13	CN 101151950 A	2008/03/26
		KR 10-0688728 B1	2007/03/02
		KR 10-0755572 B1	2007/09/06
		KR 10-2006-0107296 A	2006/10/13
		WO 2006-115326 A1	2006/11/02
KR 10-1820103 B1	2018/01/18	CN 105552163 A	2016/05/04
		CN 105552163 B	2017/12/01
		EP 3016147 A1	2016/05/04
		EP 3016147 B1	2022/12/07
		EP 3016147 B8	2023/02/22
		JP 2016-086169 A	2016/05/19
		JP 6301894 B2	2018/03/28
		US 2016-0118523 A1	2016/04/28
		US 9978899 B2	2018/05/22
JP 2014-060278 A	2014/04/03	없음	
US 2017-0301821 A1	2017/10/19	CN 206584938 U	2017/10/24
		CN 206584939 U	2017/10/24
		US 11211518 B2	2021/12/28
		US 11594646 B2	2023/02/28
		US 2020-0365756 A1	2020/11/19
		US 2021-0135040 A1	2021/05/06
		US 2023-0231059 A1	2023/07/20
		US D812554 S	2018/03/13
		WO 2016-123559 A1	2016/08/04