



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0016388
(43) 공개일자 2017년02월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 40/10 (2014.01) B08B 1/00 (2006.01)
B08B 11/00 (2006.01) B08B 3/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02S 40/10 (2015.01)
B08B 1/001 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7036827
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월02일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년12월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/033785
- (87) 국제공개번호 WO 2015/187693
국제공개일자 2015년12월10일
- (30) 우선권주장
62/007,381 2014년06월03일 미국(US)
14/339,370 2014년07월23일 미국(US)

- (71) 출원인
선파워 코퍼레이션
미국 95134 캘리포니아주 산 호세 리오 로블레스 77
- (72) 발명자
그로스만 마르
미국 95616 캘리포니아주 데이비스 9쓰 스트리트 427
카스텔루치 데빈 카메론
미국 95695 캘리포니아주 우드랜드 소노마 웨이 255 아파트먼트 145
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 김윤기

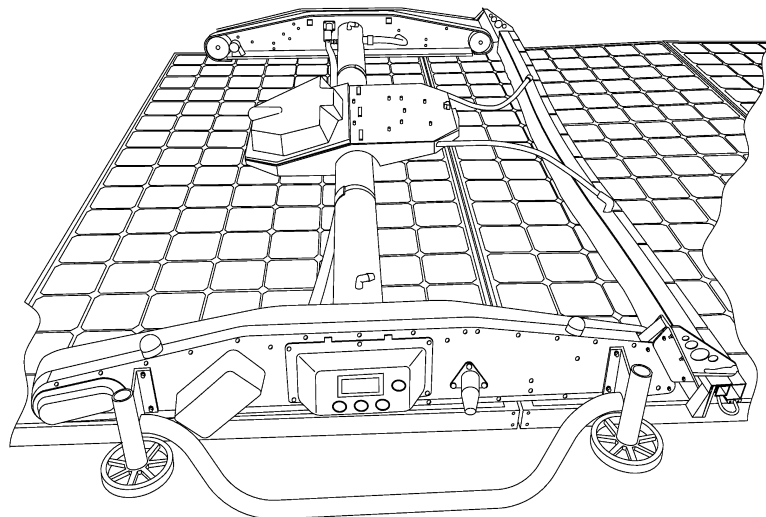
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **태양광 모듈 세정기**

(57) 요약

광기전(PV) 모듈 세정 시스템은 로봇 세정 장치 및 지원 시스템을 포함할 수 있다. 지원 시스템은 계량 충전을 로봇 세정 장치에 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 휘어진 세정 헤드를 포함한다. PV 모듈 상에 로봇 세정 장치를 운용하기 위한 다양한 기법들에는 다른 기법들 중에서 아웃 앤드 백, 뛰 어넘기(leapfrog)를 포함된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

B08B 1/002 (2013.01)

B08B 11/00 (2013.01)

B08B 3/04 (2013.01)

H01L 31/042 (2013.01)

(72) 발명자

진티 세드릭

미국 95616 캘리포니아주 데이비스 7쓰 스트리트
235

산체스-가르시아 후안

미국 95776 캘리포니아주 우드랜드 로그너 코트
856

커민스 에릭

미국 95825 캘리포니아주 새크라멘토 페어 오크스
불러바드 2510 아파트먼트 136

명세서

청구범위

청구항 1

광기전(PV) 모듈 세정 시스템으로서,
 복수의 PV 모듈을 세정하도록 구성된 로봇 세정 장치; 및
 제1 계량 충전량의 액체를 로봇 세정 장치에 탑재된 저장고에 제공하도록 구성된 지원 시스템
 을 포함하고,
 제1 계량 충전량은 복수의 PV 모듈의 오염 정도에 기초하는, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 지원 시스템은:
 탑재된 저장고에 남아있는 액체의 양의 표시를 수신하고 - 표시는 오염 정도를 나타냄 -;
 표시에 기초하여, 제1 계량 충전량의 액체가 탑재된 저장고에 제공되는 것을 결정하도록 추가로 구성된, 광기전
 모듈 세정 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 지원 시스템은:
 제2 계량 충전량의 액체를 탑재된 저장고에 제공하도록 추가로 구성되고, 액체의 제1 충전량은 액체의 제2 충전
 량과 상이한, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 액체의 제1 계량 충전량은 탑재된 저장고의 용량보다 적은, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모듈에 단위면적당 실질적으로 일정한 양의 액체를 도포하도록 추
 가로 구성된, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 단위면적당 실질적으로 일정한 양의 액체를 도포하기 위하여, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모
 들을 따라 이동하는 속도를 조절하도록 구성된, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모듈 중 어떤 모듈들이 세정되었는지 나타내는 표시를 제공하도록
 추가로 구성된, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 로봇 세정 장치는:
 제1 행의 끝에 도달할 때까지 제1 행의 복수의 PV 모듈을 따라 제1 방향으로 이동하고;
 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 이동하는 동안 제1 행에 있는 모듈들에 로봇 세정 장치의 세정 헤드를 적용하
 고;
 지원 시스템으로부터 제1 계량 충전량의 액체를 수취하도록 추가로 구성된, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 다른 로봇 세정 장치를 추가로 포함하고, 다른 로봇 세정은:

제2 행의 복수의 PV 모듈을 따라 제1 방향으로 이동하고 - 제2 행은 제1 행에 인접함 -;

제2 방향으로 이동하는 동안 제2 행에 있는 모듈들에 다른 로봇 세정 장치의 세정 헤드를 적용하도록 구성된, 광기전 모듈 세정 시스템.

청구항 10

광기전(PV) 모듈들을 세정하기 위한 방법으로서,

제1 로봇 세정 장치가 제1 행의 PV 모듈들을 따라 제1 방향으로 이동하는 단계;

제1 로봇 세정 장치가 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 이동하기 위하여 방향을 변경하는 단계; 및

제1 로봇 세정 장치가 제2 방향으로 이동하는 동안 제1 행의 PV 모듈들의 모듈에 제1 세정 헤드를 적용하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

제2 로봇 세정 장치가 제1 행의 인접한 PV 모듈들을 따라 제2 방향으로 이동하는 단계;

제2 로봇 세정 장치가 제1 방향으로 이동하기 위하여 방향을 변경하는 단계; 및

제2 로봇 세정 장치가 제1 방향으로 이동하는 동안 제1 행의 인접한 PV 모듈들의 모듈에 제2 세정 헤드를 적용하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

제2 로봇 세정 장치가 제2 행의 PV 모듈들을 따라 제1 방향으로 이동하는 단계 - 제2 행은 제1 행에 인접함 -;

제2 로봇 세정 장치가 제2 행을 따라 제2 방향으로 이동하는 단계;

제2 로봇 세정 장치가 제2 행에 있는 모듈들에 제2 세정 헤드를 적용하는 단계; 및

제1 로봇 세정 장치가 제2 행에 인접한 제3 행의 PV 모듈들을 세정하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

제1 행의 PV 모듈들을 세정한 이후에, 제1 로봇 세정 장치가 지원 시스템으로부터 액체를 수취하는 단계; 및

제1 로봇 세정 장치가 제2 행의 PV 모듈들을 세정하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

제1 로봇 세정 장치가 제1 로봇 세정 장치에 탑재된 저장고에 남아있는 액체의 양을 나타내는 표시를 지원 시스템에 제공하는 단계; 및

제1 로봇 세정 장치가 지원 시스템으로부터 충전량의 액체를 수취하는 단계를 추가로 포함하고, 충전량은 남아있는 양에 기초하는, 방법.

청구항 15

제10항에 있어서, 방향을 변경하는 것은 제1 로봇 세정 장치의 센서가 제1 행의 PV 모듈들의 끝을 감지하는 것

에 기초하는, 방법.

청구항 16

로봇 세정 장치로서,

휘어진 세정 헤드의 에지 부분들에 대하여 로봇 세정 장치의 전면을 향하여 휘어진 중간 부분을 갖는 상기 휘어진 세정 헤드; 및

휘어진 세정 헤드의 길이에 걸쳐 실질적으로 균일한 압력으로 광기전(PV) 모듈에 휘어진 세정 헤드를 적용하도록 구성된 액추에이터

를 포함하는, 로봇 세정 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 휘어진 세정 헤드의 후방 부분에 배치되는 적어도 하나의 스퀴지를 추가로 포함하는, 광기전 모듈 세정 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 휘어진 세정 헤드의 전방 부분에 배치되는 브러시를 추가로 포함하고, 액추에이터는 실질적으로 균일한 압력으로 브러시 및 적어도 하나의 스퀴지를 적용하도록 구성된, 광기전 모듈 세정 장치.

청구항 19

제16항에 있어서, 액추에이터는 세정 헤드의 에지들에서 휘어진 세정 헤드를 적용하도록 구성된, 광기전 모듈 세정 장치.

청구항 20

제16항에 있어서, 액추에이터는 병렬 연결 메커니즘(parallel-linkage mechanism)인, 광기전 모듈 세정 장치.

발명의 설명

배경 기술

[0001] 통상 태양 전지(solar cell)로서 알려진 광전지(photovoltaic cell, PV)는 전기 에너지로의 태양 복사의 직접 변환을 위한 잘 알려진 장치이다. 일반적으로, 태양 전지는 반도체 웨이퍼 또는 기판 상에, 기판의 표면 부근에 p-n 접합들을 형성하기 위해 반도체 처리 기술을 사용하여 제조된다. 기판의 표면에 충돌하여 기판 내로 유입되는 태양 방사선은 기판의 대부분에 전자 및 정공 쌍을 생성한다. 전자 및 정공 쌍은 기판 내의 p-도핑된(doped) 영역 및 n-도핑된 영역으로 이동함으로써, 도핑된 영역들 사이의 전압차를 발생시킨다. 도핑된 영역들은 태양 전지 상의 전도성 영역들에 연결되어, 전지로부터의 전류를 외부 회로로 보낸다. 태양 전지들은 서로 전기적으로(예컨대, 직렬로) 결합되어 태양광, 또는 PV 모듈을 형성할 수 있다.

[0002] 현장에서, PV 모듈에는 티끌, 먼지, 또는 기타 미립자들이 모일 수 있는데, 이는 태양 복사량을 일부 차단할 수 있고, 이는 최종적으로 PV 모듈에 의해 생산되는 에너지량을 감소시킬 수 있다.

발명의 내용

[0003] 일 실시예에 따라, 광기전(PV) 모듈 세정 시스템은 복수의 PV 모듈을 세정하도록 구성된 로봇 세정 장치를 포함할 수 있다. 지원 시스템은 제1 계량 충전량의 액체를 로봇 세정 장치에 탑재된 저장고에 제공하도록 구성될 수 있다. 제1 계량 충전량은 복수의 PV 모듈의 오염 정도에 기초할 수 있다.

[0004] 일부 구성들에서, 지원 시스템은 탑재된 저장고에 남아있는 액체의 양을 나타내는 표시를 수신하고 - 표시는 오염 정도를 나타냄 -, 표시에 기초하여, 제1 계량 충전량의 액체가 탑재된 저장고에 제공되는 것을 결정하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0005] 일부 구성들에서, 지원 시스템은 제2 계량 충전량의 액체를 탑재된 저장고에 제공하도록 추가로 구성될 수 있고, 액체의 제1 충전량은 액체의 제2 충전량과 상이하다.

- [0006] 일부 구성들에서, 액체의 제1 계량 충전량은 탑재된 저장고의 용량보다 작다.
- [0007] 일부 구성들에서, 로봇 세정 장치는 단위면적당 실질적으로 일정한 양의 액체를 복수의 PV 모듈에 도포하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0008] 일부 구성들에서, 단위면적당 실질적으로 일정한 양의 액체를 도포하기 위하여, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모듈을 따라 이동하는 속도를 조절하도록 구성될 수 있다.
- [0009] 일부 구성들에서, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모듈 중 어떤 모듈들이 세정되었는지 나타내는 표시를 제공하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0010] 일부 구성들에서, 로봇 세정 장치는 제1 행의 복수의 PV 모듈의 끝에 도달할 때까지 제1 행을 따라 제1 방향으로 이동하고, 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 이동하는 동안 제1 행에 있는 모듈들에 로봇 세정 장치의 세정 헤드를 적용하고, 지원 시스템으로부터 제1 계량 충전량의 액체를 수취하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0011] 일부 구성들에서, 시스템은 다른 로봇 세정 장치를 추가로 포함할 수 있고, 다른 로봇 세정은 제2 행의 복수의 PV 모듈을 따라 제1 방향으로 이동하고 - 제2 행은 제1 행에 인접함 -, 제2 방향으로 이동하는 동안 제2 행에 있는 모듈들에 다른 로봇 세정 장치의 세정 헤드를 적용하도록 구성된다.
- [0012] 다른 실시예에 따라, 광기전(PV) 모듈들을 세정하기 위한 방법은 제1 로봇 세정 장치가 제1 행의 PV 모듈들을 따라 제1 방향으로 이동하는 것, 제1 로봇 세정 장치가 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 이동하기 위하여 방향을 변경하는 것, 및 제1 로봇 세정 장치가 제2 방향으로 이동하는 동안 PV 모듈들 중 제1 행에 있는 모듈들에 제1 세정 헤드를 적용하는 것을 포함할 수 있다.
- [0013] 일부 구성들에서, 방법은 제2 로봇 세정 장치가 제1 행의 인접한 PV 모듈들을 따라 제2 방향으로 이동하는 것, 제2 로봇 세정 장치가 제1 방향으로 이동하기 위하여 방향들을 변경하는 것, 및 제2 로봇 세정 장치가 제1 방향으로 이동하는 동안 인접한 PV 모듈들 중 제1 행에 있는 모듈들에 제2 세정 헤드를 적용하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0014] 일부 구성들에서, 방법은 제2 로봇 세정 장치가 제2 행의 PV 모듈들을 따라 제1 방향으로 이동하는 것 - 제2 행은 제1 행에 인접함 -, 제2 로봇 세정 장치가 제2 행을 따라 제2 방향으로 이동하는 것, 제2 로봇 세정 장치가 제2 행에 있는 모듈들에 제2 세정 헤드를 적용하는 것, 및 제1 로봇 세정 장치가 제2 행에 인접한 제3 행의 PV 모듈들을 세정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0015] 일부 구성들에서, 방법은, 제1 행의 PV 모듈들을 세정한 이후에, 제1 로봇 세정 장치가 지원 시스템으로부터 액체를 수취하는 것, 및 제1 로봇 세정 장치가 제2 행의 PV 모듈들을 세정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0016] 일부 구성들에서, 방법은, 제1 로봇 세정 장치가 제1 로봇 세정 장치에 탑재된 저장고 내의 액체의 잔여량을 나타내는 표시를 지원 시스템에 제공하는 것, 및 제1 로봇 세정 장치가 지원 시스템으로부터 충전량의 액체를 수취하는 것을 추가로 포함할 수 있고, 충전량은 잔여량에 기초한다.
- [0017] 일부 구성들에서, 방향을 변경하는 것은 제1 로봇 세정 장치의 센서가 제1 행의 PV 모듈들의 끝을 감지하는 것에 기초한다.
- [0018] 다른 실시예에서, 로봇 세정 장치는, 휘어진 세정 헤드의 에지 부분들에 비하여 로봇 세정 장치의 전면을 향해 휘어진 중간 부분을 갖는 휘어진 세정 헤드, 및 휘어진 세정 헤드의 길이를 따라 실질적으로 균일한 압력으로 광기전(PV) 모듈에 휘어진 세정 헤드를 적용하도록 구성된 액추에이터를 포함할 수 있다.
- [0019] 일부 구성들에서, 적어도 하나의 스퀴지가 휘어진 세정 헤드의 후방 부분에 배치될 수 있다.
- [0020] 일부 구성들에서, 브러시가 휘어진 세정 헤드의 전방 부분에 배치될 수 있고, 액추에이터는 실질적으로 균일한 압력으로 브러시 및 적어도 하나의 스퀴지를 적용하도록 구성된다.
- [0021] 일부 구성들에서, 액추에이터는 세정 헤드의 에지들에서 휘어진 세정 헤드를 적용하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 일부 구성들에서, 액추에이터는 병렬 연결 메커니즘일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일부 실시예들에 따른 태양광 수집기 시스템의 개략 평면도.

- 도 2는 일부 실시예들에 따른 예시 로봇 세정 장치를 도시함.
- 도 3은 일부 실시예들에 따른 로봇 세정 장치의 예시 프레임을 도시함.
- 도 4 및 도 5는 일 실시예에 따른 로봇 세정기를 위한 예시 세정 모듈들의 개략도.
- 도 6은 일 실시예에 따른 로봇 세정기를 위한 예시 세정 모듈의 일부분을 도시함.
- 도 7 및 도 8은 일 실시예에 따른 로봇 세정기를 위한 예시 전방 만곡 세정 모듈들을 도시함.
- 도 9는 일 실시예에 따른 예시 세정 헤드의 단면의 시력도를 도시함.
- 도 10은 일부 실시예들에 따른 벨 크랭크 액추에이터를 도시함.
- 도 11 및 도 12는 일부 실시예들에 따른, 병진운동을 하지만 회전 운동은 하지 않는 세정 헤드 작동을 도시함.
- 도 13 내지 도 15는 일부 실시예들에 따른 로봇 세정기의 구동 모듈들을 위한 예시 경관들을 도시함.
- 도 16은 일 실시예에 따른 로봇 세정 시스템의 일부로서 예시 제어 시스템을 도시함.
- 도 17은 일부 실시예들에 따른 로봇 세정 장치를 동작시키기 위한 예시 방법의 흐름도.
- 도 18은 일 실시예에 따른 아웃 앤드 백(out-and-back) 세정 기법에 따라 PV 설비를 세정하는 것을 예시하는 평면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 하기의 상세한 설명은 사실상 단지 예시적인 것이며, 본 출원의 요지의 실시예들 또는 그러한 실시예들의 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 단어 "예시적인"은 "예, 사례 또는 실례로서 역할하는" 것을 의미한다. 본 명세서에 예시적인 것으로 기술된 임의의 구현예들은 다른 구현예들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로 반드시 해석되는 것은 아니다. 또한, 전술한 기술분야, 배경기술, 간략한 요약 또는 하기 상세한 설명에서 제시되는 임의의 표현된 또는 암시된 이론에 의해 구애되도록 의도되지 않는다.
- [0025] 본 명세서는 "하나의 실시예" 또는 "일 실시예"의 언급을 포함한다. 어구 "하나의 실시예에서" 또는 "일 실시예에서"의 출현은 반드시 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다. 특정 특징부들, 구조들 또는 특성들이 본 발명과 일치하는 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.
- [0026] 용어. 하기 단락들은 본 개시내용(첨부된 청구범위를 포함함)에서 발견되는 용어들에 대한 정의 및/또는 문맥을 제공한다.
- [0027] "포함하는". 이 용어는 개방형(open-ended)이다. 첨부된 청구 범위에서 사용되는 바와 같이, 이 용어는 추가적인 구조물 또는 단계를 배제하지 않는다.
- [0028] "~하도록 구성되는". 다양한 유닛들 또는 구성요소들이 작업 또는 작업들을 수행하도록 구성된 것으로 기술되거나 청구될 수 있다. 그러한 맥락에서, "하도록 구성된"은 유닛들/구성 요소들이 작동 동안에 이들 작업 또는 작업들을 수행하는 구조물을 포함한다는 것을 나타냄으로써 구조물을 함축하는 데 사용된다. 따라서, 유닛/구성요소는 특정된 유닛/구성요소가 현재 동작 중이 아닐 때에도(예컨대, 온(on)/활성(active) 상태가 아님) 작업을 수행하도록 구성되는 것으로 언급될 수 있다. 유닛/회로/구성요소가 하나 이상의 작업을 수행하도록 구성된다"고 기재하는 것은 해당 유닛/구성요소에 대해 35 U.S.C. § 112, 제6절을 적용하지 않도록 명백히 의도된다.
- [0029] "제1", "제2" 등. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 이들 용어는 이들 용어가 선행하는 명사에 대한 라벨로서 사용되며, 임의의 유형의 순서화(예컨대, 공간적, 시간적, 논리적 등)를 암시하지 않는다. 예를 들어, PV 모듈 세정기의 "제1" 구동 모듈에 대한 언급은 반드시 이러한 구동 모듈이 순서에 있어서 첫 번째 구동 모듈임을 암시하지는 않으며; 대신에 용어 "제1"은 이러한 구동 모듈을 다른 구동 모듈(예컨대, "제2" 구동 모듈)과 구별하는 데 사용된다.
- [0030] "~에 기초하여". 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 이러한 용어는 결정에 영향을 미치는 하나 이상의 인자를 기술하는 데 사용된다. 이러한 용어는 결정에 영향을 미칠 수 있는 추가 인자를 배제하지 않는다. 즉, 결정이 오직 이들 인자에 기초하거나, 적어도 부분적으로 이들 인자에 기초할 수 있다. 문구 "B에 기초하여 A를 결정한다"를 고려해 보자. B가 A의 결정에 영향을 미치는 인자일 수 있지만, 그러한 문구는 A의 결정이 또한 C에

기초하는 것을 배제하지 않는다. 다른 경우에서, A는 오직 B에 기초하여 결정될 수 있다.

- [0031] "결합된" - 하기의 설명은 함께 "결합된" 요소들 또는 노드(node)들 또는 특징부들을 언급한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 명시적으로 달리 언급되지 않는 한, "결합된"은 하나의 요소/노드/특징부가, 반드시 기계적으로는 아니게, 다른 요소/노드/특징부에 직접적으로 또는 간접적으로 결합됨(또는 그것과 직접적으로 또는 간접적으로 연결됨)을 의미한다.
- [0032] "억제하다" - 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 억제하다는 효과를 감소 또는 최소화시키는 것을 기술하는 데 사용된다. 구성요소 또는 특징부가 동작, 움직임 또는 조건을 억제하는 것으로 기술될 때, 이는 결과 또는 성과 또는 미래의 상태를 완전하게 방지할 수 있다. 또한, "억제하다"는, 그렇지 않을 경우 발생할 수도 있는 성과, 성능 및/또는 효과의 감소 또는 완화를 또한 지칭할 수 있다. 따라서, 구성요소, 요소 또는 특징부가 결과 또는 상태를 억제하는 것으로 지칭될 때, 이는 결과 또는 상태를 완전하게 방지 또는 제거할 필요는 없다.
- [0033] 또한, 소정 용어가 또한 단지 참조의 목적으로 하기 설명에 사용될 수 있으며, 이에 따라 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 예를 들어, "상부", "하부", "위", 및 "아래"와 같은 용어는 참조되는 도면에서의 방향을 지칭한다. "전면", "배면", "후방", "측방", "외측", 및 "내측"과 같은 용어는 논의 중인 구성요소를 기술하는 본문 및 관련 도면을 참조함으로써 명확해지는 일관된, 그러나 임의적인 좌표계 내에서의 구성요소의 부분들의 배향 및/또는 위치를 기술한다. 그러한 용어는 위에서 구체적으로 언급된 단어, 이의 파생어, 및 유사한 의미의 단어를 포함할 수 있다.
- [0034] PV 모듈 로봇 세정기 및 로봇 세정기를 동작시키는 방법이 본 명세서에 기재된다. 하기 설명에서, 본 개시내용의 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해, 특정 구조 및 작업과 같은 다수의 특정 상세 사항이 기재된다. 본 개시내용의 실시예들이 이들 특정 상세 사항 없이 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우에, 잘 알려진 구조 및 기법은 본 개시내용의 실시예들을 불필요하게 모호하게 하지 않도록 상세하게 기술되지 않는다. 또한, 일부 로봇 세정기의 상세사항들은, 2013년 1월 18일자로 출원되고, 발명자가 그로스맨(Grossman) 등이고, 발명의 명칭이 "Mechanism for Cleaning Solar Collector Surfaces"인, 공동 소유되는 미국 출원 제13/745,722호에 기재되며, 이는 전체적으로 본 명세서에 참조로서 포함된다. 또한, 도면에 도시된 다양한 실시예들은 예시적인 표현이고, 반드시 축척대로 그려진 것은 아니라는 것을 이해하여야 한다.
- [0035] 본 명세서는 우선 예시 로봇 세정기, 이어서 로봇 세정기의 다양한 구성요소들의 상세한 설명, 그 다음 세정기를 이용하는 예시 방법들을 설명한다. 다양한 예들이 본 명세서 전반에 걸쳐 제공된다.
- [0036] 이제 도면들을 참조하면, 도 1은 태양광 수집 시스템(10)의 개략도이고, 이는 집광형 또는 비집광형(즉, 하나의 태양) 시스템일 수 있다.
- [0037] 태양광 수집 시스템(10)은 복수의 태양광 수집 모듈(12)을 포함하는 태양광 수집기 어레이(11)를 포함할 수 있다. 태양광 수집 모듈들(12) 각각은 구동 샤프트 또는 토크 튜브(16)에 의해 지지되는 복수의 태양광 수집 장치(14)를 포함할 수 있다. 토크 튜브(16)들 각각은 지지 조립체(18)에 의해 지표면 위에서 지지된다. 지지 어셈블리들(18) 각각은 베어링 어셈블리(20)를 포함할 수 있다. 그와 같이, 토크 튜브들(16)은 모듈들(12)을 지지하는 피벗으로서 고려될 수 있다.
- [0038] 도 1을 계속 참조하면, 시스템(10)은 또한 토크 튜브들(16)에 연결되고, 연관된 수집기 장치들(14)이 태양의 이동을 추적하게 하도록 토크 튜브(16)를 피벗시키도록 구성된 추적 시스템(30)을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 토크 튜브들(16)은 일반적으로 수평으로 배열되고 모듈들(12)은 서로 전기적으로 연결된다. 추적 시스템은 단일 모터 및 복수의 평행 토크 튜브 어셈블리(예컨대, 단부와 단부가 닿는 일련의 축방향으로 정렬된 토크 튜브들을 포함하는 어셈블리들)를 구동하도록 구성된 구동 요소들, 또는 하나 또는 복수의 축방향으로 정렬된 토크 튜브(16)에 각각 연결되는 복수의 모터를 포함할 수 있다.
- [0039] 선택적으로, 시스템(10)은 수평에 대하여 기울어진 토크 튜브들(16)에 의해 지지되는 복수의 모듈(12)을 포함할 수 있고, 토크 튜브들(16)은 단부와 단부가 닿는 방식으로 연결되지 않는다. 추가로, 본 명세서에는 도시되지 않지만, 시스템은 두 축에 대하여 틸팅 제어를 제공할 수 있다.
- [0040] 태양광 수집 장치들(14)은 광기전 패널/모듈, 태양열 수집 장치, 집광식 광기전 장치들, 또는 집광식 태양열 수집 장치의 형태일 수 있다.
- [0041] 본 명세서에 기재된 바와 같이, 태양광 수집 장치들의 수광 표면에는 그렇지 않으면 수집기 표면 상에 입사했을 광을 차단할 수 있는 먼지, 티끌, 또는 기타 미립자들(예컨대, 공기중 미립자들)이 쌓일 수 있다. 이렇게 쌓이

는 경우, 태양광 수집기(들)의 잠재적인 전력 출력이 감소할 수 있다.

- [0042] 전력 출력을 개선하는 한가지 방법은 태양광 수집기의 수집기 표면을 세정하는 것이다. 도 2는 세정 태양광 수집기들을 위한 예시 로봇 세정 장치를 도시한다. 도 2에 도시된 로봇 세정 장치(200)는 태양광 수집기들의 어레이의 수집기 표면을 횡단하고 인접한 태양광 수집기들 간의 간극들을 건너감으로써 일정 행의 태양광 수집기들을 세정하도록 구성된다. 다수의 태양광 수집기들을 한번에 커버하는 것으로 도시되지만, 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 주어진 시간에 단일 태양광 수집기를 수용하도록 크기가 정해질 수 있다.
- [0043] 로봇 세정 장치(200)는 태양광 수집기들의 어레이의 수집기 표면들을 세정하기 위한 하나 이상의 세정 모듈(250, 251)을 포함할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 세정 모듈은 용어 세정 헤드와 상호교환되어 사용된다. 세정 모듈들은 태양광 수집기의 수집기 표면으로부터 쌓인 미립자를 제거하기 위한 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 듀얼 스퀴지 구성을 특징으로 하는, 예시 세정 모듈들(250, 251)이 도 4에 대하여 아래에 더 상세하게 논의된다. 그러나, 다른 실시예들에서, 로봇 세정 장치(200)는 0개, 1개, 또는 3개의 스퀴지 구성과 같이 듀얼 스퀴지 구성을 포함하지 않을 수 있다.
- [0044] 도 2 및 도 3의 예시들에 도시된 바와 같이, 로봇 세정 장치(200)는 태양광 수집기들의 어레이의 에지(예컨대 태양광 수집기들이 틸트된 구성에 있을 때의 상부 에지)를 따라 횡단하도록 구성된 상부 가이드 메커니즘(204)을 포함할 수 있다. 일반적으로, 제1 가이드 메커니즘(204)은 로봇 세정 장치가 기울어진 태양광 수집기 어레이에서 미끌어져 떨어지지 않도록 할 수 있고, 로봇 세정 장치(200)를 위치설정하는 데 도움을 줄 수 있다. 이 예시에서, 제1 가이드 메커니즘(204)은 태양광 수집기들의 어레이의 상부 에지에 접촉하기 위한 납작한 영역을 갖는 무한궤도 벨트를 포함한다. 트랙 벨트의 선두 및 후미 단부들은 태양광 수집기들 간의 간극들을 건너 로봇 세정 장치(200)를 옮기는 데 도움이 되도록 일정 각도로 빗각을 이룰 수 있다. 일 실시예들에서, 벨트의 선두 및/또는 후미 단부들은 빗각을 이루지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 가이드 메커니즘은 인접한 태양광 수집기들 간의 간극을 건너 굴러가기에 충분히 큰 직경을 갖는 일련의 롤러들(예컨대, 폴리우레탄 등)을 포함할 수 있다.
- [0045] 도시된 실시예에서, 상부 가이드 메커니즘(204)은 태양광 수집기의 수집기 표면을 세정하는 데 사용되는 구성요소들을 지지하는 프레임(202)에 기계적으로 결합된다. 이 예시에서, 프레임(202)은 프레임(202)이 태양광 수집기의 상부 에지에 대하여 회전하도록 하는 피벗 조인트를 통해 상부 가이드 메커니즘(204)에 연통된다. 다른 실시예들에서, 상부 가이드 메커니즘(204)은 프레임(202)에 단단히 접합된다.
- [0046] 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치(200)는 두 무한궤도 메커니즘을 이용하여 태양광 수집기들의 어레이를 따라 위치설정될 수 있다. 프레임(202)은 전방의, 태양광 수집기들의 어레이의 하부 에지에 배치된 전방 무한궤도 메커니즘(206) 및 후방의, 태양광 수집기들의 어레이의 상부 에지에 배치된 후방 무한궤도 메커니즘(208)을 포함할 수 있다. 각각의 무한궤도 메커니즘(204, 206, 208)은 양방향으로 무한궤도 벨트를 구동하도록 구성된 독립제어형 구동 모터를 포함할 수 있다. 로봇 세정 장치(200)는, 예를 들어, 서로에 대하여 상이한 속도로 두 무한궤도 메커니즘(206, 208)을 구동함으로써 조종될 수 있다. 일부 경우들에, 상부 가이드 메커니즘(204)의 구동부는 전방 또는 후방 무한궤도 메커니즘(206, 208) 중 어느 하나의 구동부에 전기적으로 또는 기계적으로 결합된다. 일부 경우들에, 상부 가이드 메커니즘(204)은 구동부를 포함하지 않고, 프리롤링(free-rolling) 메커니즘이다.
- [0047] 도 2에 도시된 바와 같이, 무한궤도 메커니즘들(206, 208)은 납작한 영역을 갖는 무한궤도 벨트를 통해 수집기 표면과 각각 접촉할 수 있다. 일부 실시예들에서, 무한궤도 메커니즘들(206, 208)은 또한 선두 및 후미 부분이 빗각을 이뤄 인접한 태양광 수집기들 간의 간극을 횡단하는 데 도움을 줄 수 있다. 특히, 빗각을 이루는 무한궤도 메커니즘들(206, 208)의 선두 및 후미 부분은 높이가 상이한 인접한 태양광 수집기들 간의 간극들 위로 로봇 세정 장치(200)를 운반하는 것을 도울 수 있다.
- [0048] 로봇 세정 장치(200)는 인접한 태양광 수집기들 간의 간극을 검출하도록 구성된 센서들(예컨대, 2개, 4개, 6개 등)을 포함할 수 있다. 센서들은 로봇 세정 장치(200)에 위치관련 피드백을 제공하는 데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 센서들은 인접한 태양광 수집기들 간의 간극들을 검출하도록 구성되고, 또한 태양광 수집기 어레이의 에지를 검출할 수 있다. 센서들은 또한 로봇 세정 장치(200)가 태양광 수집기 어레이의 끝을 지나쳐 구동되는 것을 방지하는 데 사용될 수 있고 또한 이동 방향을 되돌리는 데 사용될 수 있고, 이는 본 명세서에 기재된 바와 같다.
- [0049] 일 실시예에서, 센서들은 태양광 수집기들의 어레이에 대한 로봇 세정 장치(200)의 배향을 유지하는 데 사용된

다. 예를 들어, 두 광학 센서가 각각 프레임(202)의 전방 및 후방 단부를 향해 위치설정될 수 있다. 각각의 광학 센서는 센서가 인접한 태양광 수집기들 간의 간극 위를 지나갈 때 특성 응답 신호를 생성하여, 간극의 검출을 나타낼 수 있다. 전방 및 후방 센서 응답 신호들 사이의 시간차는 태양광 수집기들의 어레이에 대한 로봇 세정 장치(200)의 배향을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 로봇 세정 장치(200)는 태양광 수집기들의 어레이 상에서 하부인 장치의 전방 단부는, 상부인 장치의 후방 단부보다 선행하도록 배향될 수 있다. 이 구성에서, 전방 센서가 인접한 태양광 수집기들 간의 간극을 검출한 이후에, 후방 센서가 동일한 간극을 검출할 것이다. 두 센서의 응답 신호 사이의 시간은 태양광 수집기들의 어레이에 대한 로봇 세정 장치(200)의 상대 각도를 나타낸다.

[0050] 센서들은 또한 간극 검출 이외의 목적을 위하여 사용될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 광학 센서는 태양광 수집기들의 어레이 중간에 로봇 세정 장치(200)의 위치를 식별할 수 있다. 예를 들어, 광학 센서들은 태양광 수집기들의 어레이 중간에 알려진 위치를 표현하는 위치 마커 또는 기타 광학적 기점을 검출할 수 있다. 광학 센서들은 또한 수집기 표면 상에서 시리얼 번호 또는 기타 장비 식별의 형태를 나타내는 식별 마크를 감지하는 데 사용될 수 있다. 센서들은 또한 수집기 표면 상에 쌓인 미립자의 양을 추정하고 세정이 필요한지 여부 및 얼마나 많은 세정이 수행되어야 하는지 결정하는 데 도움을 주도록 사용될 수 있다.

[0051] 전문한 내용의 많은 부분이 광학 센서에 집중되었지만, 근접 센서, 용량성 센서, 유도성 센서, 홀 효과 센서, 리밋 스위치, 기계적 센서 등을 포함하면서 이에 한정되지 않는 다른 센서들도 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서들은 수집기 표면 근처의 재료의 변화를 검출하도록 구성된다. 예를 들어, 센서는 수집기 표면의 유리 표면에서 수집기 패널 주연부 둘레의 금속 프레임으로의 변화를 검출하도록 구성될 수 있다.

[0052] 도 3은 세정 모듈들이 없는 로봇 세정 장치(200)의 프레임(202)을 도시한다. 프레임(202)의 배향은 도 2에 도시된 모습에 대하여 회전되어 있음을 주의한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 프레임은 태양광 수집기 어레이의 상부 에지를 횡단하기 위하여 프레임(202)의 후방 부분 근처에 배치된 상부 가이드 메커니즘(204)을 포함한다. 프레임은 또한 프레임(702)의 전방 및 후방 단부 근처에 각각 배치된 전방 및 후방 무한궤도 메커니즘(206, 208)을 포함한다.

[0053] 도 3에 도시된 바와 같이, 전방 및 후방 무한궤도 메커니즘(206, 208)은 경관들(212, 214)에 부착된다. 경관들(212, 214)은 두 측방향 빔(210)에 의해 구조적으로 연통된다. 경관들(212, 214)은 경관들이 클램핑되지 않고 측방향 빔들(210)의 길이를 따라 이동되도록 하여 상부 및 하부 무한궤도 메커니즘(206, 208) 간의 거리를 변경하는 클램핑 기계적 인터페이스에 의해 측방향 빔들(210)에 부착될 수 있다. 이런 방식으로, 로봇 세정 장치(200)는 다양한 상이하게 크기가 정해진 태양광 수집기들에 맞도록 구성될 수 있다.

[0054] 일부 실시예들에서, 프레임(202)은 세정 액체(예컨대, 물) 또는 수집기 표면을 세정하는 데 사용되는 기타 액체를 저장하기 위한 하나 이상의 통합된, 탑재된 액체 저장고를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 두 측방향 빔(210)은 양 끝에서 밀봉된 속이 비어있는 튜브 구조체로 형성되어 밀봉된 내부 공동을 제공할 수 있다. 내부 공동은 세정 작업에 사용되는 세정 액체를 저장하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 경관들도 또한 밀봉된 속이 비어있는 구조체(예컨대, 박스 구조체)로 형성되고 또한 액체 저장고로서 사용될 수 있다.

[0055] 이전에 언급한 바와 같이, 로봇 세정 장치는 태양광 수집기들의 어레이의 수집기 표면들을 세정하기 위한 하나 이상의 세정 모듈을 포함할 수 있다. 도 4는 로봇 세정 장치(400)의 프레임에 통합될 수 있는 예시 세정 모듈들(450, 451)의 개략도를 도시한다.

[0056] 도 4에 도시된 바와 같이, 세정 모듈(450)은 브러시 요소(413) 및 제1 액체 분출 유닛(421)을 포함한다. 브러시 요소(413)는 구동 방향(440)에 실질적으로 직교하는 제1 방향을 따라 배향된 종방향 면을 갖는다. 세정 모듈(451)은 일정 간극만큼 이격된 제1 스퀴지 요소(411) 및 제2 스퀴지 요소(412)를 포함한다. 제2 액체 분출 유닛(422)은 제1 스퀴지 요소(411)와 제2 스퀴지 요소(412) 간의 간극에 배치된다. 세정 액체는 제1 및/또는 제2 액체 분출 유닛(421, 422)을 이용하여 태양광 수집기(444)의 수집기 표면(442)에 도포될 수 있다.

[0057] 이 예시에서, 로봇 세정 장치(400)가 구동 방향(440)으로 수집기 표면(442)에 걸쳐 이동됨에 따라, 2개의 세정 영역이 생성된다: 낮은 회석 영역(431)과 높은 회석 영역(432). 도 4에 도시된 바와 같이, 로봇 세정 장치(400)가 구동 방향(440)으로 이동됨에 따라, 낮은 회석 영역(431)은 높은 회석 영역(432)보다 선행한다. 로봇 세정 장치(400)가 구동됨에 따라, 제1 스퀴지 요소(411)는 액체 차단벽의 역할을 하여 낮은 회석 영역(431)을 높은 회석 영역(432)으로부터 분리한다.

[0058] 도 4에 도시된 바와 같이, 낮은 회석 영역(431)은 제1 액체 분출 유닛(421) 근처의 수집기 표면(442)의 일부분, 브러시 요소(413) 아래의 수집기 표면(442)의 일부분에 대응하고, 제1 스퀴지 요소(411)를 향해 이어진다. 일

부 실시예들에서, 제1 액체 분출 유닛(421)은 수집기 표면(442)의 건조한 영역으로 제1 분사를 뿜어낸다. 브러시 요소(413)는 제1 액체 분출 유닛(421)에 의해 젖은 이후에, 태양광 수집기(444)의 수집기 표면(442) 상에 쌓인 미립자 물질을 제거하는 데 사용된다. 결과적으로, 낮은 회석 영역(431)에 존재하는 액체는 통상적으로 일정 부피의 세정 액체에 부유하는 상대적으로 높은 농도의 미립자 물질을 포함한다. 로봇 세정 장치(400)가 수집기 표면(442)에 걸쳐 구동됨에 따라, 세정 액체 및 부유 미립자 물질의 대부분이 제1 스퀴지(411)에 의해 제거된다.

[0059] 도 4에 도시된 바와 같이, 높은 회석 영역(432)은 낮은 회석 영역(431)에 대항하는 제1 스퀴지 요소(411)의 한쪽에 위치되고, 제1 스퀴지 요소(411)와 제2 스퀴지 요소(412) 사이의 영역을 포함한다. 통상적인 구현예에서, 높은 회석 영역(432)은 세정 액체에 의해 두번째 젖게 되는 수집기 표면(442)의 부분에 대응한다. 따라서, 높은 회석 영역(432)에 존재하는 세정 액체는 통상적으로 낮은 회석 영역(431)의 부유 미립자의 농도에 비교할 때, 일정 부피의 세정 액체에 부유하는 더 낮은 농도의 미립자를 포함한다. 로봇 세정 장치(400)가 수집기 표면(442)에 걸쳐 구동됨에 따라, 거의 모든 액체 및 부유 미립자 물질이 제2 스퀴지 요소(412)에 의해 제거된다. 태양광 수집기(444)가 경사면에 설비되는 경우, 제2 스퀴지 요소(412)에 의해 제거되는 액체 및 부유 미립자 물질은 중력에 의해 높은 회석 영역(432)으로부터 빠져나갈 수 있다. 일부 실시예들에서, 제거된 액체는 다시 제1 액체 분출 유닛으로 회수될 수 있다.

[0060] 도 4에 도시된 바와 같이, 브러시 요소(413)는 중심축 또는 봉으로부터 털들이 방사형으로 연장된 회전 브러시일 수 있다. 일부 실시예들에서, 회전 브러시의 털들은 중심축 또는 봉의 길이를 따라 나선형 패턴으로 배열될 수 있다. 나선형 배열의 털들은 일반적으로 수집기 표면(442) 상의 세정 액체를 회전추출 동작(auger motion)을 이용하여 로봇 세정 장치(400)의 일 단부를 향해 밀어낼 수 있다. 로봇 세정 장치(400)가 기울어진 태양광 수집기 상에 설비된 경우, 나선형 배열의 털들은 브러시가 회전됨에 따라 경사 위로 세정 액체를 회전추출(auger)하거나 또는 밀어낼 수 있다. 이 구성은 세정 액체가 수집기 표면으로부터 너무 빠르게 빠져나가는 것을 방지하도록 돕고, 로봇 세정 장치(400)가 더 적은 양의 세정 액체를 이용하여 수집기 표면을 세정하도록 할 수 있다.

[0061] 도 4는 세정 모듈들(450, 451)의 일 예시적인 배열을 도시한다. 그러나, 일부 실시예들에서 세정 모듈들은 도 5의 예시에서와 같은 단일 세정 모듈/헤드에 통합된다. 추가적으로, 세정 모듈들은 수동으로 또는 자동으로 수집기 표면(442)으로부터 들어올려져서 로봇 세정 장치(400)가 도 18의 PV 트래커들(1802, 1804)과 같은 인접한 태양광 수집기들 간의 간극들, 또는 기타 방해물을 횡단하도록 구성될 수 있다.

[0062] 다른 예시로서, 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 세정 모듈이 상방, 결합해제 설정위치에 있는 채로 일정 행의 PV 패널들에 걸쳐 제1의, 역방향으로 이동하도록 (그리고 선택적으로 사전침지(pre-soak) 액체를 도포하도록) 구성될 수 있다. 로봇 세정 장치는 행의 끝에서 제2의, 순방향으로 방향을 변경하도록 구성될 수 있다. 순방향으로 행을 횡단할 때, 로봇 세정 장치는 세정 모듈을 결합 설정위치에 적용하도록 구성될 수 있다. 주의할 점은, 일 실시예에서, 세정 모듈이 결합해제된 때에도, 세정 헤드의 적어도 일부분(예컨대, 브러시(513))은 계속 PV 패널(들)과 접촉하여 거친 세정을 제공할 수 있다는 것이다.

[0063] 로봇 세정 장치(400)는 또한 양방향 작동으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 모듈(451)과 유사한 듀얼 스퀴지 세정 모듈은 모듈(450)과 유사한 브러시 세정 모듈의 양쪽에 배열될 수 있다. 듀얼 스퀴지 세정 모듈들 중 하나는 이동 방향에 따라, 수동으로 또는 자동으로 수집기 표면(442)으로부터 들어올려질 수 있다.

[0064] 도 5는 다양한 실시예들에 따라, 다른 예시 세정 모듈을 도시하는데, 이는 위에서 그리고 약간 뒤에서 보이는 바와 같다. 주의할 점은 도 4의 세정 모듈들(450, 451)의 일부 또는 모든 설명은 도 5의 세정 모듈(550)에 적용될 수 있다는 것이다. 일 실시예에서, 스퀴지 요소들(511, 512)은 규소 또는 기타 다른 고무로 만들어질 수 있다. 스퀴지 요소들(511, 512)은 끼워지듯 결합되거나(도시된 바와 같음) 또는 다른 방식으로 스퀴지 홀더 압출물(530)에 결합될 수 있는데, 이는 세정 모듈의 브래킷에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스퀴지 홀더 압출물은 브래킷 내에 통합되어 스퀴지들이 브래킷에 직접 결합되도록 할 수 있다.

[0065] 세정 모듈(550)은 또한 스트립 브러시(도시된 바와 같음) 또는 도 4의 회전 브러시와 같은 브러시 요소(513)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 세정 모듈(550)이 모듈에 대하여 제1의, 더 높은 설정위치(결합해제 설정위치)에 위치설정될 때에도 스퀴지 요소들이 PV 모듈과 접촉하지 않으면서, 브러시 요소(513)는 그것의 최저점이 스퀴지 요소들(511, 512)의 최저점보다 낮아서 PV 모듈과 접촉하도록 배치될 수 있다. PV 모듈에 대하여 세정 모듈(550)의 제2 설정위치(결합 설정위치)에서, 브러시 및 스퀴지 둘 모두 PV 모듈들과 접촉할 수 있다.

- [0066] 일 실시예에서, 세정 모듈(550)은 물 및/또는 세정 용액이 분사될 수 있는 복수의 홀을 포함하는 물 분사기 레일(521)을 포함할 수 있다. 물 분사기 레일(521)은 공급 라인(525)을 통해 스퀴지 홀더 압출물에 결합될 수 있고, 스퀴지 홀더 압출물(530)은 마찬가지로 물 및/또는 세정 용액이 분사될 수 있는 복수의 홀을 포함할 수 있다. 도 7은 물/세정 용액을 세정 모듈(550)에 제공하도록 사용될 수 있는 포트들(710)을 도시한다.
- [0067] 일부 경우들에서, PV 모듈의 최상 표면은 납작하지 않을 수 있다. 예를 들어, 통상적인 PV 모듈의 유리 섹션의 중심은 모듈이 수평한 평면 상태에 있을 때 그것의 자체 무게중심 아래로 약 4 내지 5 mm 처질 수 있다. 반대로, PV 모듈의 에지에서는 중심만큼 동일한 처짐을 나타내지 않아서, 약간 보울(bowl) 형상 모듈이 될 수 있다. 본 명세서에 기재된 실시예들은 현장에 존재하는 그러한 모듈들에 더 나은 세정을 제공할 수 있다.
- [0068] 일 실시예에서, 스퀴지(들)은 유리의 표면에 걸쳐(예컨대, 처진 모듈의 중간 및 많이 처지지 않은 에지들 둘 모두에서) 충분한 라인 압력(예컨대, 대략적으로 선형 미터당 15 뉴턴)을 얻기에 충분히 유연할 수 있다. 예를 들어, 스퀴지의 용수철 상수는, 스퀴지가 유리의 고점에서 더 많이 편향되고 저점에서 덜 편향되어도 라인 압력이 실질적으로 균일하게 가해지도록 할 만큼 충분히 낮을 수 있는데, 그 이유는 스퀴지의 편향에 부하가 거의 필요 없기 때문이다. 용어 실질적으로 균일한 압력은 본 명세서에서 모듈의 중간 및 에지들에서 일반적으로 일관된 라인 압력을 설명하는 데 사용된다. 작동중 모듈 표면과 접촉하는 스퀴지 에지는 날카로운 팁을 포함할 수 있고, 이는 스퀴지 요소들(511, 512)의 하부 에지(유리 접촉 에지)에 도시된 바와 같다. 날카로운 팁으로 인해 유리와 접촉하는 스퀴지의 부분이 얇아져서, 약간 거친 모듈 표면에 일치하도록 도울 수 있다.
- [0069] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 스퀴지들은 전구 형상 또는 다른 형상의 스퀴지 상단부를 홀더(530)의 슬롯(543, 541) 밖으로 각각 밀어냄으로써 용이하게 교체될 수 있다. 일 실시예에서, 선두(전방) 스퀴지(511)가 더 빨리 마모되어서, 교체시, 더 오래된 후미(후방) 스퀴지(512)가 슬롯(541)에서 슬롯(543)으로 이동하고 새 스퀴지가 슬롯(543)에 배치되도록 할 수 있다.
- [0070] 다양한 실시예들에서, 세정 헤드의 형상의 곡률은 처짐을 보이는 것과 같이 모듈들의 세정을 또한 개선할 수 있다. 도 7 및 도 8은 후방 상부에서 보이는 세정 헤드의 예시 전방 만곡을 도시한다. 전방 만곡은 본 명세서에서 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이 세정 헤드의 에지 부분들에 대하여 세정 헤드(및/또는 로봇 세정 장치)의 전방을 향해 휘어진 세정 헤드의 중간 부분을 갖는 만곡을 설명하는 데 사용된다. 세정 헤드의 전방 만곡은 또한 브러시 및 스퀴지(들)의 유사한 전방 만곡을 제공할 수 있고, 이는 브러시의 털들, 및 스퀴지들을 포함하는 세정 헤드가 패널의 중간이 처짐에도 불구하고 브러시의 길이를 따라 실질적으로 일정/균일한 압력을 얻도록 할 수 있다. 주의할 점은, 일 실시예에서, 도 8에 도시된 바와 같이, 세정 헤드는 단지 세정 헤드의 단부들에서 로봇 세정 장치에 부착되어서 에지들에서 (예컨대, 액추에이터에 의해) 가해지는 직접 압력만을 갖는다.
- [0071] 도 8을 참조하면, 커버가 제거된 예시 로봇 세정 장치가 도시된다. 도시된 바와 같이, 도시된 로봇 세정 장치의 좌측이 전방이고 우측이 후방이다. 도시된 예시는 로봇 세정 장치의 후방에 위치한 세정 헤드를 포함한다. 전체 세정 장치와 유사하게, 본 명세서에 사용된 바와 같은 세정 헤드의 전방은 좌측(즉, 브러시가 있는 쪽)이고 우측(즉, 스퀴지가 있는 쪽)이 세정 헤드의 후방 부분 또는 뒤이다. 따라서, 세정 모드로 들어가면, 로봇은 좌측으로, 세정 장치의 전방으로 이동하여 스퀴지가 세정하기 전에 브러시가 PV 패널의 특정 영역을 세정하도록 한다.
- [0072] 도 9는 개시된 휘어진 세정 헤드의 단면의 시력도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 로봇이 전진할 때 세정 헤드가 모듈과 접촉하는 설정위치로 낮아지는 경우, 털들과 유리 표면 사이 그리고 스퀴지들과 유리 표면 사이의 마찰력은 세정 헤드에 토크를 가할 수 있다. 토크는 이 각도에서 보이는 바와 같이 반시계방향으로 약간의 회전을 일으킬 수 있다. 회전은 브러시의 중심 섹션이 브러시의 에지들보다 약간 낮아지게 하여, 에지들에서 하방 힘만이 가해짐에도 불구하고, 브러시가 전체 길이에서 실질적으로 균일한 힘을 가하도록 할 수 있다. 따라서, 세정 헤드의 전방 만곡은 에지들 및 처진 PV 모듈의 중간을 세정하는 데 충분한 압력을 유지하도록 도울 수 있다.
- [0073] 다양한 실시예들에서, 스퀴지들은 유리에 대한 입사각에 민감할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 스퀴지들은 수직(perpendicular)에서 대략적으로 20 내지 35 떨어져 동작할 수 있다. 벨 크랭크 액추에이터를 이용하여 세정 헤드를 작동시키는 것은 그와 같은 각도를 얻기 어려울 수 있는데, 그 이유는 벨 크랭크 액추에이터는 도 10에 도시된 바와 같이 병진 및 회전 둘 모두 허용할 수 있기 때문이다. 일부 경우들에서, 로봇이 앞으로 또는 뒤로 왕복하는 경우(예컨대, 한 패널에서 다음 패널로 올라갈 때 높이차가 있는 경우), 벨 크랭크 액추에이터 기반 세정 로봇은 작동되지 않을 수 있는데, 그 이유는 그것이 세정 헤드를 낮춰 모듈과 접촉하려는 경

우에도(예컨대, 계단을 내려가는 상황과 같음), 일반적인 배향을 벗어나 스퀴지를 회전시키기 때문이다.

- [0074] 병진 운동하지만 회전하지 않는 세정 헤드 작동을 이루기 위하여, 일부 실시예들에서, 평행 링크식 메커니즘(parallel linkage mechanism)이 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이 사용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 도 11은 그것의 상방(결합해제된) 설정위치에 있는 로봇 세정 장치의 브러시 장착 브래킷을 도시하고, 도 12는 그것의 하방(결합된) 설정위치에 있는 그것을 도시한다. 일 실시예에서, 공기압 실린더(1105/1205)가 세정 헤드를 작동시키도록 구성된다. 도 11 및 도 12 사이에 도시된 바와 같이, 브래킷이 도면의 측면에 대하여 이루는 각도는 도 11 및 도 12에 도시된 설정위치들 간에 일관된다.
- [0075] 피벗 볼트들(1107/1207)은 평행 링크식 메커니즘에 대한 피벗 지점으로 사용될 수 있고 장착 위치들(1109/1209)은 세정 헤드가 액추에이터에 결합되는 지점들이다. 센서(1111/1211)는 PV 모듈이 센서 바로 아래에 있는지 여부를 결정하도록 구성된 근접 센서(예컨대, 어쿠스틱 센서, 광전자 센서 등)일 수 있다. 휠(1113/1213)은 로봇 세정기를 모듈 위로 인도하는 가이드로서 사용될 수 있다. 스택킹 핀(stacking pin)(1115/1215)은 다수의 세정기를 서로 적층하는 데 사용될 수 있다.
- [0076] 도 13 내지 도 15는 세정기의 다양한 실시예들에 따라 예시 구동 모듈들(1300, 1400, 1500)을 도시한다. 일부 실시예들에서, 알루미늄과 같은 경금속, 발포체(예컨대, 우레탄 가공 발포체), 및 합성 접착제를 이용하여 분당된 사출된 우레탄 리자인(resin)이 경판들을 형성하는 데 사용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 발포체는 전선 및 호스들(예컨대, 공기압 호스), 작동 소자(들), 센서(들), 및 모터(들)의 경유를 수용하기 위하여 다양한 경로로 경유된다. 도 13은 내부 좌측 구동 모듈의 알루미늄 및 발포체 구조체(우측은 이 어셈블리의 거울에 비친 모습)의 투시도를 도시하며, 특징부들이 제거되어 배선, 호스, 및 내부 구성요소들의 경유를 위한, 개미 무덤(anthil)과 같은 경로들을 나타낸다. 상태표시등(1302)을 이용하여 세정기의 동작 상태(예컨대, 배터리 부족, 완전 가동, 물 부족, 물 없음, GPS 오작동 등)의 표시자를 제공할 수 있다. 도시된 바와 같이, 경로(1304)는 배선, 튜브, 및/또는 기타 구성요소들을 수용하는 데 사용될 수 있다. 호스(1306)는 구동 모듈의 다른편에서 물/용액 저장고로 이어지는 충전 호스를 도시한다. 도시된 실시예에서, 포트들(1308)을 이용하여 구동 모듈 전기기기를 제어 기관에 결합할 수 있다. 도시된 바와 같이, 구동 모듈(1300)은 또한 적어도 하나의 구동 모터(1310)를 포함한다.
- [0077] 도 14는 구동 모듈(1400)을 도시하고, 이는 다른 면에서 본 구동 모듈(1300)이다. 센서들(1402, 1410)은 센서들이 PV 모듈의 일부분 바로 위에 있는지 아닌지(예컨대, 간극) 여부를 감지하도록 구성될 수 있고, 이는 로봇 세정 장치가 방향을 변경하거나 또는 그것의 코스를 수정하도록 방향설정하여 바람직한 정렬을 유지하도록 사용될 수 있다. 구동 모듈의 경판은 또한 탈착식 배터리를 수용하도록 구성된 배터리 커넥터(1404)를 포함할 수 있다. 포트들(1406)은 포트들(1308)의 반대편을 도시하고 물 충전 포트(1408)는 저장고가 결합될 수 있는 경판의 일부분을 도시한다.
- [0078] 도 15는 알루미늄층이 보이는(그리고 도 13 및 도 14에 설명된 구성요소들은 감춰진) 구동 모듈의 경판(1500)을 도시한다.
- [0079] 도 16은 지원 시스템, 세정 로봇, 및 후단을 포함하는 로봇 세정 시스템의 일부분을 도시한다. 지원 시스템은 다른 기능들 중에서 다양한 역할들, 예컨대, 세정 로봇의 계량 충전을 제공하는 것을 제공할 수 있다.
- [0080] 일 실시예에서, 로봇 세정 장치는 로봇의 용적형 펌프(positive displacement pump)로 들어가는 전류 및/또는 전압을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 모니터링된 전류 및/또는 전압에 기초하여, 로봇은 적절한 양의 액체/물(예컨대, 대략적으로 평방미터당 0.1 리터 이하)을 일관되게 배분하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 펌프는 로봇 세정 장치가 세정 방향으로(앞으로) 이동하고 있을 때 펌프가 할 수 있는 한 많은 물을 퍼올리도록 구성될 수 있다. 로봇은 단위면적당 물이 대략적으로 일정하게(예컨대, 단위면적당 목표 물의 10% 내) 유지되도록 속도를 늦추거나 빠르게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 펌프 구성에 매칭하기 위하여 속도를 늦추거나 또는 빠르게 하는 것에 추가하여 또는 대신에, 펌프는 로봇 세정 장치의 속력에 매칭하기 위하여 분출되는 액체의 양을 증가시키거나 또는 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0081] 다른 실시예에서, 특정 양의 액체/물의 일관적인 배분은 다른 방법들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 로봇 세정 장치는 흐름을 직접 측정하도록 구성된 유량계를 포함할 수 있다. 측정에 기초하여, 로봇은 속력을 빠르게 하거나, 속력을 낮추거나, 펌프 속력을 증가시키거나, 펌프 속력을 감소시키거나, 및/또는 단위면적당 특정 양의 액체/물을 달성하기 위하여 다른 방식으로 그것의 동작을 수정할 수 있다.
- [0082] 일관적이고 적절한 양의 세정 액체를 분출하는 것뿐만 아니라, 로봇은 전류 및/또는 전압 측정(들)에 기초하여

물이 없는지 여부 및 다 쓴 시점을 검출할 수 있다. 로봇에 물이 없는 경우, 로봇은 라인을 켜거나 또는 물이 없음을 지원 시스템에 전달할 수 있다. 시스템은 특정 행이 완벽히 세정되지 않았음을 플래그 표시할 수 있고/있거나 로봇 세정 장치는 동일한 행을 다시 세정할 수 있다.

[0083] 로봇 세정 장치가 전진할 때 펌프가 할 수 있는 한 많은 물을 퍼 올리는 것에 대한 대안으로서, 로봇 세정 장치는 특정 세정 모드, 예컨대 약한, 중간, 또는 심각한 오염 모드로 동작하도록 구성될 수 있다. 따라서, 로봇 세정 장치는 오염 정도의 자체적인 결정에 기초하여 특정 세정 모드를 선택하도록 구성될 수 있거나 또는 세정 모드에서 동작하도록 지원 시스템(예컨대, 마이크로컨트롤러)이 명령할 수 있다. 상술된 바와 같이, 펌프 분출 속력, 이동 속도, 또는 둘 모두는 단위면적당 특정 양의 액체 및/또는 특정 세정 모드를 획득하도록 구성될 수 있다.

[0084] 본 명세서에 기재된 바와 같이, 오염 정도는 다른 예시들 중에서 작업자에 의해, 세정 로봇의 센서들에 의해, 행구는 물 안의 미립자들을 측정함으로써, 탑재된 저장고 내의 잔여 물을 측정함으로써, 시각적으로 결정될 수 있다.

[0085] 일 실시예에서, 로봇은 일정 행의 패널들을 세정 완료한 시점에 갖는, 존재하는 경우, 남은 물의 양을 결정하도록 구성될 수 있다. 로봇이 얼마나 빨리 물을 소진하는지 또는 얼마나 많은 물이 행의 세정 완료 시점에 남아 있는지에 따라(예컨대, 로봇이 그것의 남은 물을 쏟아서 그 양을 측정함으로써), 로봇은 특정 양의 물이 더 또는 덜 필요한지 지원 시스템과 통신할 수 있다. 일 실시예에서, 로봇은 무선으로 송수신기를 통해 지원 시스템에 전달할 수 있다.

[0086] 일 실시예에서, 지원 시스템은 발전기, 배터리 충전기(들), 및 충전 시스템을 포함할 수 있다.

[0087] 일부 실시예들에서, 충전 시스템은 로봇의 탑재된 저장고가 충전되는 물/세정 액체를 저장할 수 있는 저장고(1604)를 포함할 수 있다. 충전 시스템은 또한 마이크로컨트롤러(1616) 및 펌프(1606)를 포함할 수 있고, 이는 마이크로컨트롤러(1616)로부터 경수 연화장치(water softener)(1608) 또는 DI 레진 병으로 물을 퍼 올리기 위한 명령어들을 수신할 수 있다. 그곳에서, 퍼 올려진 세정 액체는 축적기(1610)에 제공될 수 있다. 축적기(1610)는 시스템 내에서 압력(예컨대, ~80 psi)으로 물을 저장할 수 있고 소형 펌프(1606)의 사용을 허용할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 축적기(1610)에서의 시스템의 압력은 대략적으로 60 내지 80 psi이다. 마이크로컨트롤러(1616)는 또한 밸브를 개폐하기 위한 솔레노이드 밸브(1612)에 결합될 결합될 수 있다. 호스가 로봇 세정 장치에 연결되어 로봇의 탑재된 저장고를 충전할 때, 압력 센서의 압력(P2)은 (예컨대, 0으로 또는 거의 0으로) 떨어질 수 있고 마이크로컨트롤러(1616)는 솔레노이드 밸브(1612)를 열어 펌프(1606)를 켤 수 있다. 로봇 세정 장치의 저장고가 바람직한 충전량까지 거의 충전되면, 솔레노이드 밸브(1612)는 닫힐 수 있고 축적기(1610) 내의 압력이 다시 높아질 때까지 펌프(1606)는 가동될 수 있다. 일 실시예에서, 건조하게 연결을 끊기 위하여 솔레노이드 밸브(1612)가 닫힐 때, 레귤레이터를 이용하여 호스의 단부에서 압력을 15 psi로 유지할 수 있다. 또한, 레귤레이터는 또한 라인을 15 psi로 다시 가압할 수 있어서 마이크로컨트롤러는 로봇 세정 장치의 다음 연결을 검출할 수 있다.

[0088] 지원 시스템은 또한 컴퓨팅 장치(122) 및 로봇 세정 장치(1624)와 통신하기 위한 송수신기를 포함할 수 있다. 블루투스(Bluetooth), 지그비(Zigbee), 또는 기타 프로토콜들과 같은 다양한 프로토콜들이 사용될 수 있다. 컴퓨팅 장치(122)는 원격 서버와 통신하고 데이터를 제공할 수 있으며, 이는 다른 데이터 중에서 세정 스케줄, PV 설비 현장의 지도를 유지할 수 있다.

[0089] 일 실시예에서, 지원 시스템은 태양광 현장으로 운행되는 차량에 추가될 수 있는 모듈화된 시스템이다.

[0090] 로봇 세정 장치 및 지원 시스템의 다음의 예시 동작을 고려해본다. 일 실시예에서, 로봇이 PV 모듈들의 특정 행의 세정을 시작하기 전에, 지원 시스템은 PV 모듈들의 오염 정도에 기초하여 로봇 세정 장치의 탑재된 저장고에 계량 액체의 충전을 제공하도록 구성될 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 오염 정도는 다양한 방식들로 결정될 수 있다. 예를 들어, 오염 정도는 다른 예시들 중에서 작업자에 의해, 세정 로봇의 센서들에 의해, 행구는 물 안의 미립자들을 측정함으로써, 탑재된 저장고 내의 잔여 물을 측정함으로써, 시각적으로 결정될 수 있다.

[0091] 일 실시예에서, 지원 시스템은 로봇 세정 장치로부터 로봇 세정 장치에 탑재된 저장고 내에 남아있는 물의 양의 표시를 수신할 수 있다. 예를 들어, 로봇 세정 장치는 남아있는 액체의 양을 측정하고, 측정치를 지원 시스템에 제공할 수 있다. 다른 예시에서, 로봇 세정 장치는 그와 같은 측정을 스스로 못할 수 있고, 대신 남아있는 양을 버릴 수 있고 지원 시스템은 버려진 양을 측정할 수 있다. 남아있는 물의 표시에 기초하여, 지원 시스템

은 얼마나 많은 물을 로봇의 탑재된 저장고에 채워야 하는지 결정할 수 있다. 예를 들어, 남은 물이 다량인 경우, 지원 시스템은 이전에 충전된 것보다 적은 물이 로봇에 제공되어야 한다고 결정할 수 있다. 남은 물이 없는 경우, 지원 시스템은 더 많은 충전 또는 이전 충전과 동일한 충전량을 제공하도록 결정할 수 있다. 이어서 지원 시스템은 결정된 충전량으로 로봇 세정 장치의 탑재된 저장고를 충전할 수 있다. 주의할 점은 오염된 양은 달라질 수 있기 때문에, 단일 태양광 설비 내에서도, 세정이 지나갈 때마다 충전량이 달라질 수 있다는 것이다. 따라서, 후속 충전 동작에서, 지원 시스템은 후속 재충전에 상이한 충전량이 사용되어야 함을 결정할 수 있다.

[0092] 기타 단순한 검사자로서, 작업자는 단순히 특정 행이 충분히 세정되지 않았음을 결정할 수 있고 지원 시스템이 일반적인 충전량보다 더 많이 제공하도록 설정할 수 있다.

[0093] 일 실시예에서, 로봇 세정 장치는, 지원 시스템(예컨대, 컴퓨팅 장치)으로부터, 단위면적당 물을 더 또는 덜 쓰도록 (예컨대, 약한, 중간, 심각한 오염 모드 등) 커맨드를 수신할 수 있다. 다른 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 단일 세정 패스에서(예컨대, 일정 행의 PV 패널들을 따라) 그것의 탑재된 물을 모두 사용하도록 구성될 수 있고, 사용되는 물의 양은 탑재된 저장고 내의 물의 양에 기초할 수 있다. 따라서, 지원 시스템, 작업자, 또는 로봇 세정 장치가 더 많은 물이 필요하다고 나타내는 경우, 더 큰 충전량이 사용되고 더 많은 평방미터당 물의 양이 사용될 것이다.

[0094] 다양한 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 그것의 제어 기관 내에 GPS 수신기를 포함할 수 있다. GPS를 통해 로봇은 자신의 설정위치를 모니터링할 수 있다. 일 실시예에서, GPS 위치들은 제어 기관 내의 비휘발성 메모리에 저장될 수 있다. 로봇들이 지원 시스템의 컴퓨팅 장치의 범위 내에 있으면, 그것들은 그것들의 로그(예컨대, PV 모듈들이 세정되었음을 나타내는 표시를 포함함)를 지원 시스템 컴퓨팅 장치에 중계할 수 있다. 현장에서 어떤 모듈들이 세정되었고 언제 세정되었는지 결정하기 위하여 GPS 정보가 분석될 수 있다.

[0095] 이제 도 17을 참조하면, 일부 실시예들에 따른 로봇 세정 장치를 동작시키기 위한 방법을 보여주는 흐름도가 도시된다. 다양한 실시예들에서, 도 17의 방법은 예시된 것보다 추가의(또는 더 적은) 블록들을 포함할 수 있다.

[0096] 1702에 도시된 바와 같이, 로봇 세정 장치는 일정 행의 PV 모듈들을 따라 제1(예컨대, 역) 방향으로 이동할 수 있다. 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치가 PV 모듈들을 따라 역방향 패스로 이동할 때 사전침지가 적용될 수 있다. 예시로서 도 8의 로봇 세정 장치를 이용하는 경우, 역방향 패스는 스위치(들)를 향하면서 브러시로부터 멀어지는 방향일 수 있다. 세정 액체는 사전침지 중에 모듈의 표면 상에 분사되거나 또는 떨어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에 기재된 바와 같이, 로봇이 역방향으로 이동될 때, 세정 헤드는 상방, 결합해제 구성에 있을 수 있다. 그리고 일 실시예에서, 세정 헤드가 상방 구성에 있을 때에도 브러시는 PV 모듈과 접촉할 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 역방향은 세정 액체 및 미립자들의 브러시 빗질을 이용하는 제1 세정 패스일 수 있다. 다른 실시예들에서, 제1 세정 패스는 브러시 빗질이 있거나 또는 없을 수 있는 드라이 패스일 수 있다.

[0097] 1704에 도시된 바와 같이, 로봇 세정 장치는 이동 방향을 제1 방향과 상이한 제2 방향으로 변경할 수 있다. 예를 들어, 제1 방향이 역방향이라면, 제2 방향은 순방향일 수 있다.

[0098] 상술한 바와 같이, 일 실시예에서, 로봇 세정 장치는 로봇 아래의 PV 패널들을 검출하기 위하여 아래를 향하는 다수의(예컨대, 4개의) 센서들이 구비될 수 있다. 일 실시예에서, 4개의 센서들은 각각의 구동 모듈에 2개씩 네 모서리에 위치할 수 있다. 센서들은 패널이 센서 바로 아래에 있는지 여부를 나타내는 로직 레벨 전압을 제어 기관에 제공할 수 있다. 제어 기관은 로직 레벨 및 로직 레벨의 변화를 검출할 수 있다. 로직 레벨의 변화는 센서(예컨대, 광안(photoeye))가 패널에서 패널들 간의 간극으로 지나가는 것을 표현할 수 있다.

[0099] 또한, 센서들을 또한 이용하여 로봇 세정 장치가 언제 방향을 변경해야 하는지 결정할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치는 그 행의 PV 모듈들을 따라 후진한다. 로봇 세정 장치가 (단지 PV 모듈들 간의 간극이 아니라) 행의 끝, 예컨대 트랙커의 행의 끝을 검출하는 경우, 로봇 세정 장치는 방향을 변경할 수 있다.

[0100] 일부 실시예들에서, 탑재된 GPS 측정치가 마이크로컨트롤러에 제공될 수 있고, 예를 들어, 마이크로컨트롤러가 현장의 PV 모듈들의 GPS 좌표에 액세스하는 실시예들에서, 마이크로컨트롤러는 로봇 세정 장치에 방향을 변경하도록 명령할 수 있다. 또는, 다른 실시예에서, 로봇 세정 장치는 센서 데이터와 함께 직접 그것의 GPS 좌표들을 이용하여 행의 끝을 결정할 수 있다.

[0101] 1706에서, 로봇 세정 장치는 행의 모듈들에 세정 헤드를 적용할 수 있다. 세정 헤드를 적용함으로써 브러시 및

스퀴지들이 PV 모듈과 접촉하도록 할 수 있다. 로봇이 행을 따라 전진함에 따라 로봇 세정 장치는 세정 헤드를 적용할 수 있다. 전진 패스는 역방향인 미립자들의 브러시 빗질을 하는 실시예에서 개선된 세정을 위한 행균 사이클로서 사용될 수 있거나 또는 역방향으로 세정이 수행되지 않는 실시예들에서 전체 세정을 수행하는 역할을 할 수 있다. 본 명세서에 기재된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 로봇 세정 장치의 세정 헤드는, PV 설비에서 일반적인 치진 PV 모듈들의 경우에도, 세정 헤드 및 브러시 및/또는 스퀴지들이 PV 모듈들 상에 실질적으로 균일한 압력을 줄 수 있도록 전방 만곡을 가질 수 있다.

- [0102] 1708에 도시된 바와 같이, 로봇 세정 장치는 복수의 PV 모듈의 오염 정도에 기초하여 물/세정 액체의 계량 충전량을 수신할 수 있다. 오염 정도는, 여러 예시들 중에서, 작업자에 의해 관측되거나, 로봇 세정 장치 상의 센서들에 의해 감지되거나, 또는 로봇 세정 장치의 탑재된 저장고에 남아있는 물의 양에 기초할 수 있다. 주의할 점은 오염은 PV 설비 입지 조건들에 따라 달라지기 때문에, 로봇 세정 장치의 탑재된 저장고의 계량 충전에 사용되는 양은 행에 따라, 로봇 세정 장치에 따라, PV 설비 내의 위치에 따라, 현재 날씨 조건 등에 따라 달라질 수 있다는 것이다.
- [0103] 계량 충전 기법 및 구조체의 한가지 장점은 다량의 물을 버리지 않고 매우 다양한 오염 조건들 및 행 길이를 수용한다는 것이다. 대신, 시스템은 적은 양의 물을 쓰고도, 다른 시스템들보다 더 깨끗하게 PV 모듈들을 세정할 수 있다.
- [0104] 주의할 점은 본 명세서에 기재된 방법들은 도 2 내지 도 16에 기재된 다양한 로봇 세정 장치들 또는 기타 로봇 세정 장치들에 의해 구현될 수 있다는 것이다. 따라서, 도 17의 설명은 브러시 및 적어도 하나의 스퀴지를 구비한 로봇 세정 장치의 맥락에서 설명되었지만, 다른 로봇 세정 장치들도 본 명세서에 기재된 기법 및 방법에 따라 동작할 수 있다.
- [0105] 이제 도 18을 참조하여, 일 실시예에 따른 아웃 앤드 백 세정 기법에 따라 PV 설비를 세정하는 것이 도시된다.
- [0106] 도 18은 각각 도 1의 것과 유사한 2개의 PV 트랙터(1802, 1804)를 포함하는 PV 설비를 도시한다. 도 18의 예시에 대한 쉬운 설명을 위하여, 도 1의 설명의 대부분이 적용됨에도 불구하고 여기에 반복되지 않는다.
- [0107] 도 18의 예시에 도시된 바와 같이, PV 트랙터(1802)는 8개의 행, 즉, 행들(1830, 1832, 1834, 1836, 1838, 1840, 1842, 1844)을 포함한다. 마찬가지로 PV 트랙터(1804)는 8개의 행, 행들(1850, 1852, 1854, 1856, 1858, 1860, 1862, 1864)을 또한 포함한다. 지원 시스템(1806)이 로봇 세정 장치들 (1808, 1810, 1812, 1814)에 의해 세정되고 있는 행들 근처에 위치설정되는 PV 트랙터들(1802, 1804) 사이에 도시된다.
- [0108] 세정 헤드(1809)가 작동되는 로봇 세정 장치(1808)(작동은 도시되지 않음)가 지원 시스템(1806)을 향해 행(1834)을 따라 좌측에서 우측으로(화살표로 도시된 바와 같음) "후진" 방향으로 이동하는 것으로 도시된다. 아웃 앤드 백 세정 기법에 따라, 로봇 세정 장치는 우선 세정 헤드가 그것의 상방 설정위치에 있는 채로 우측에서 좌측으로 행(1834)을 따라 이동한다(아웃 앤드 백에서 "아웃"). 행(1834)의 좌측 끝에 도달하는 경우, 로봇 세정 장치(1808)는 도시된 방향으로 방향을 변경하여 지원 시스템을 향해 뒤로 이동하는 동안 그것의 세정 헤드를 적용한다. 행(1834)이 완료되면, 로봇 세정 장치(1808)는 점검을 받고(예컨대, 배터리 교체, 액체 충전 등) 이어서 행(1838)과 같은 아직 세정되지 않은 PV 트랙터(1804)의 다른 행 상에 배치된다.
- [0109] 유사하게, 로봇 세정 장치(1810)는 화살표에 의해 지원 시스템으로부터 멀리 행(1836)에서 "아웃" 방향으로 이동하는 것처럼 도시된다. 본 명세서에 기재된 바와 같이, 밖으로, 또는 후진으로 이동할 때, 로봇 세정 장치는 행(1836)을 따라 "백" 세정 패스를 향하여 방향을 바꿀 때까지 그것의 세정 헤드를 결합해제할 수 있다. 로봇 세정 장치(1808)의 경우와 같이, 그것의 행이 완료되면, 로봇 세정 장치(1810)는 지원 시스템(1806)에 의해 점검받고 이어서 행(1840)과 같은 다음 개방된 행 상에 배치될 수 있다(로봇 세정 장치(1810)가 새로운 행을 세정하기 위하여 대기하고 있는 시점에 로봇 세정 장치(1808)는 행(1838) 상에 있다고 가정함).
- [0110] 도 18은 또한 각각 PV 트랙터(1804)의 행(1854, 1856) 상의 두 로봇 세정 장치들(1812, 1814)을 도시한다. PV 트랙터(1802) 상의 로봇 세정 장치들(1808, 1812)에 의해 도시되는 아웃 앤드 백 기법은 동일하게 적용되고, 로봇 세정 장치들(1812, 1814)이 우선 세정 헤드가 결합해제된 채로 좌측에서 우측으로 후방으로 이동("아웃")하고, 그 뒤에 세정 헤드가 결합된 채로 우측에서 좌측으로 지원 시스템(1806)으로 되돌아가는 ("백") 점만 예외로 한다. 따라서, PV 트랙터(1804) 상의 로봇 세정 장치들은 PV 트랙터(1802) 상의 것들로부터 180 도 배향되어 상이한 각각의 트랙터의 시작 측 및 상이한 전진 세정 방향(두 경우 모두 지원 시스템을 향함)을 용이하게 한다.
- [0111] 도 18의 예시가 4개의 로봇 세정 장치 및 단일 지원 시스템을 도시하지만, 다른 경우들에서, 추가적인 로봇 세

정 장치들 및/또는 지원 시스템들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 다른 구현예에서, 지원 시스템별로 6개의 로봇 세정 장치들이 사용될 수 있다. 더 긴 행들에 대하여, 추가적인 로봇들이 지원 시스템별로 사용될 수 있는데, 그 이유는 로봇들이 능동적으로 행을 횡단하는 데 더 많은 시간을 소비하기 때문이다. 또는, 로봇들이 더 빠른 경우, 더 적은 로봇들이 사용될 수도 있는데, 그 이유는 로봇들이 능동적으로 행을 횡단하는 데 더 적은 시간을 소비하기 때문이다.

[0112] 또한, 도 17 및 도 18에 기재된 아웃 앤드 백 기법에 추가하여 다른 기법들도 적용된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 로봇 세정 장치는 트래커의 행을 따라 (예컨대, 순방향으로 세정하는 동안) 로봇 세정 장치가 단일 패스를 만드는 뛰어넘기(leapfrog) 기법에 따라 동작할 수 있고, 이어서 로봇 세정 장치는 선택적으로 점검받고(예컨대, 액체 재충전, 배터리 교체 등) 이어서 인접한 트래커의 행 상에 배치된다. 도 18의 트래커 배열을 이용하여 뛰어넘기 기법을 추가적으로 도시하는 것은, 로봇 세정 장치가 행(1830) 상에 배치되고, 단일 패스에서 좌측에서 우측으로 세정한 뒤, 인접한 트래커의 행(1850) 상에 배치되고 이어서 단일 패스에서 좌측에서 우측으로 세정할 수도 있다. 더 많은 트래커들이 존재하는 경우, 로봇 세정 장치는 이러한 다른 트래커들의 대응하는 행을 따라 진행할 수도 있다.

[0113] 다른 기법에는 로봇 세정 장치들이 트래커의 하나의 행에서 다른 행으로 뱀처럼 이동하는 스네이크(snake) 기법이 있다. 예를 들어, 로봇 세정 장치는 행(1830)의 좌측에 배치되고 좌측에서 우측으로 행(1830)을 횡단하는 동안 단일 패스에서 세정할 수도 있고, 로봇은 행(1832)의 우측에 배치되고 (그리고 선택적으로 점검받음) 우측에서 좌측으로 행(1832)을 횡단하는 동안 단일 패스에서 행(1832)을 세정할 수 있다. 따라서, 스네이크 기법에서, 로봇 세정 장치는 특정 행에 따라 단일 패스에서 우측에서 좌측으로 또는 좌측에서 우측 방향으로 세정하도록 구성될 수 있다.

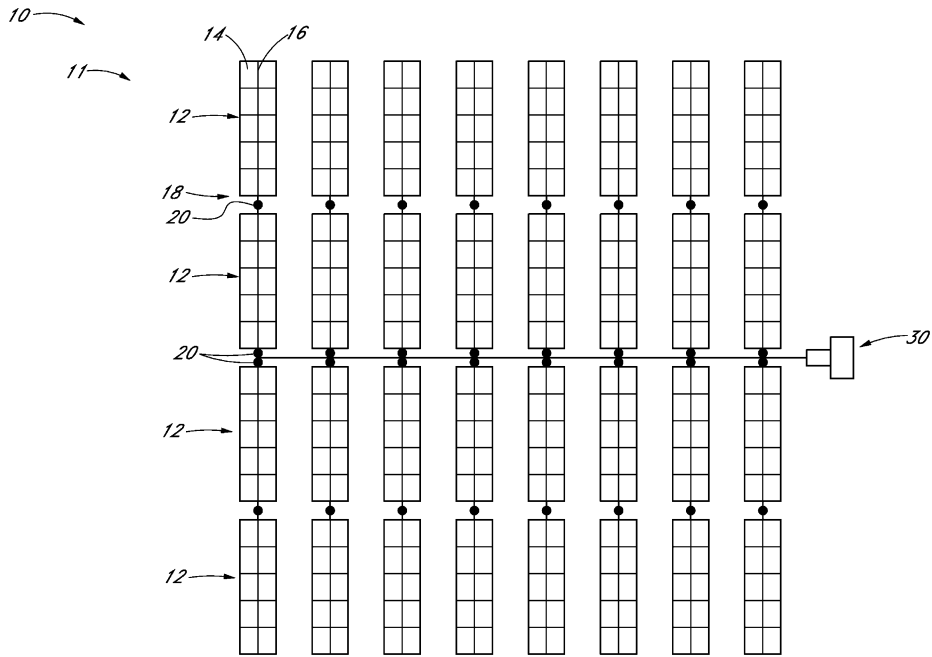
[0114] 뛰어넘기 및 스네이크 기법에 비하여 아웃 앤드 백 기법의 장점 한가지는 더 적은 지원 시스템들을 활용함으로써 (작업자들이 적어서 인건비가 줄어듦) 세정 효율성을 높이고 비용을 줄일 수 있다는 것이다.

[0115] 특정 실시예들이 상기에 기술되었지만, 이러한 실시예들은 단일 실시예만이 특정 특징부에 대해 기술되는 경우라도, 본 개시내용의 범주를 제한하도록 의도되지 않는다. 본 명세서에 제공된 특징의 예는, 달리 언급되지 않는 한, 제한적이기보다는 예시적인 것으로 의도된다. 상기의 설명은, 본 발명의 이익을 갖는 당업자에게 명백할 바와 같이, 그러한 대안, 변경 및 등가물을 포괄하도록 의도된다.

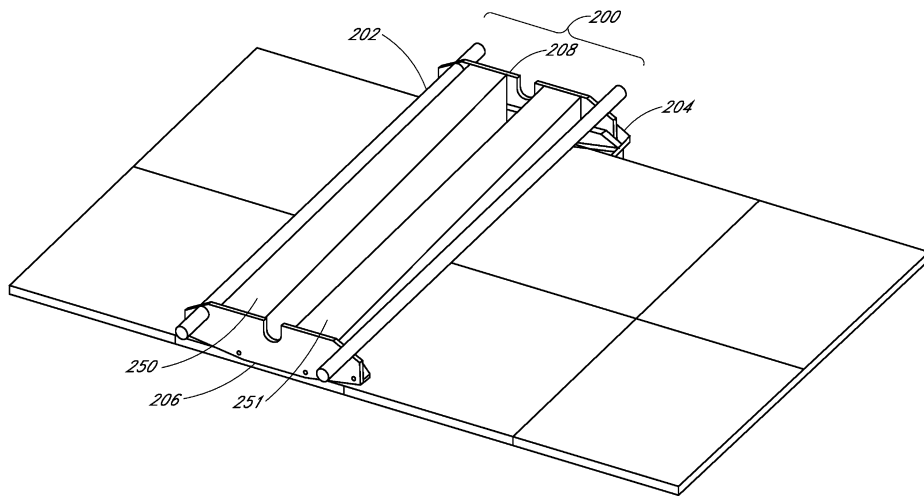
[0116] 본 발명의 범주는, 본 명세서에서 다루어진 문제들 중 임의의 것 또는 전부를 완화시키든지 또는 그렇지 않든지 간에, (명시적으로 또는 묵시적으로) 본 명세서에 개시된 임의의 특징 또는 특징들의 조합, 또는 이들의 임의의 일반화를 포함한다. 따라서, 새로운 청구항이 본 출원(또는 이에 대한 우선권을 주장하는 출원)의 절차 진행 동안 임의의 그러한 특징들의 조합에 대해 만들어질 수 있다. 특히, 첨부된 청구범위와 관련하여, 종속 청구항으로부터의 특징들이 독립 청구항의 특징들과 조합될 수 있고, 각각의 독립 청구항으로부터의 특징들이 단지 첨부된 청구범위에 열거된 특정 조합이 아닌 임의의 적절한 방식으로 조합될 수 있다.

도면

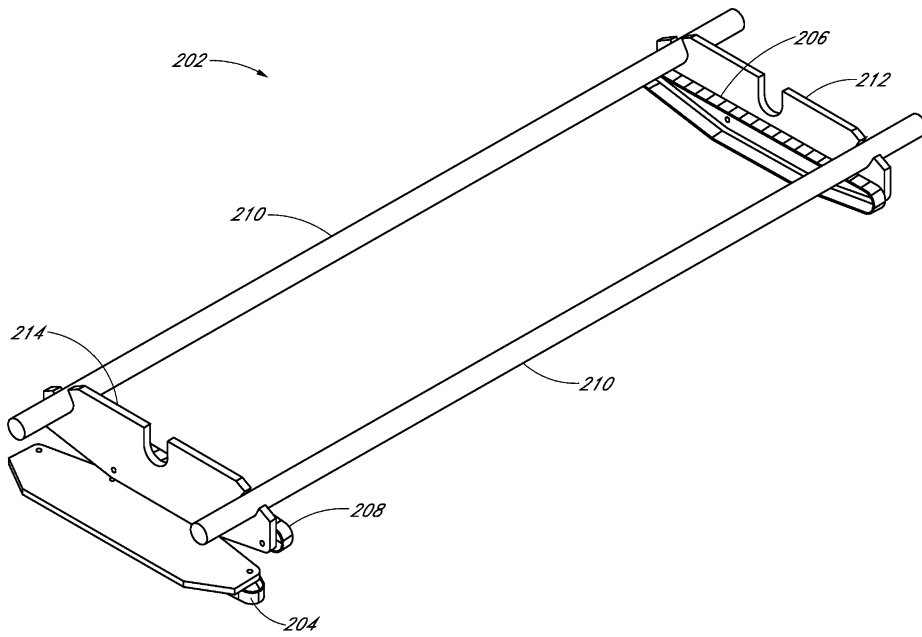
도면1



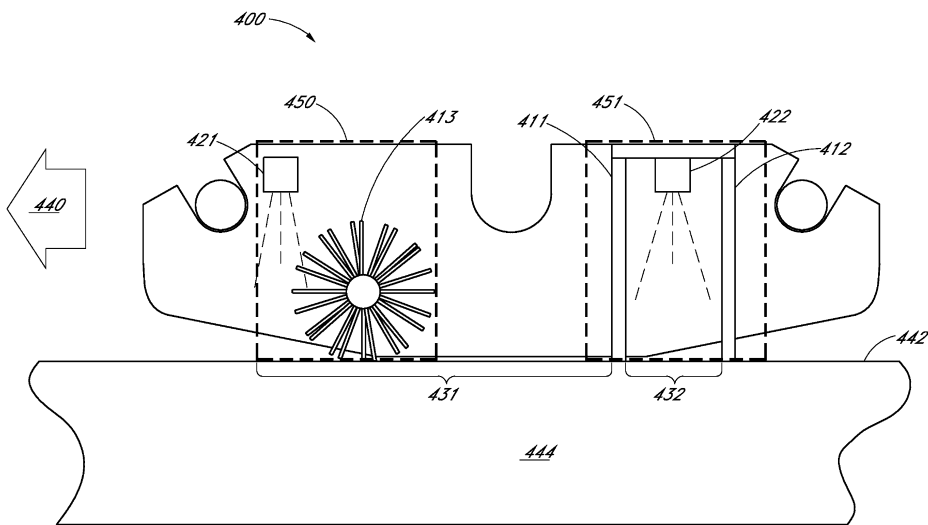
도면2



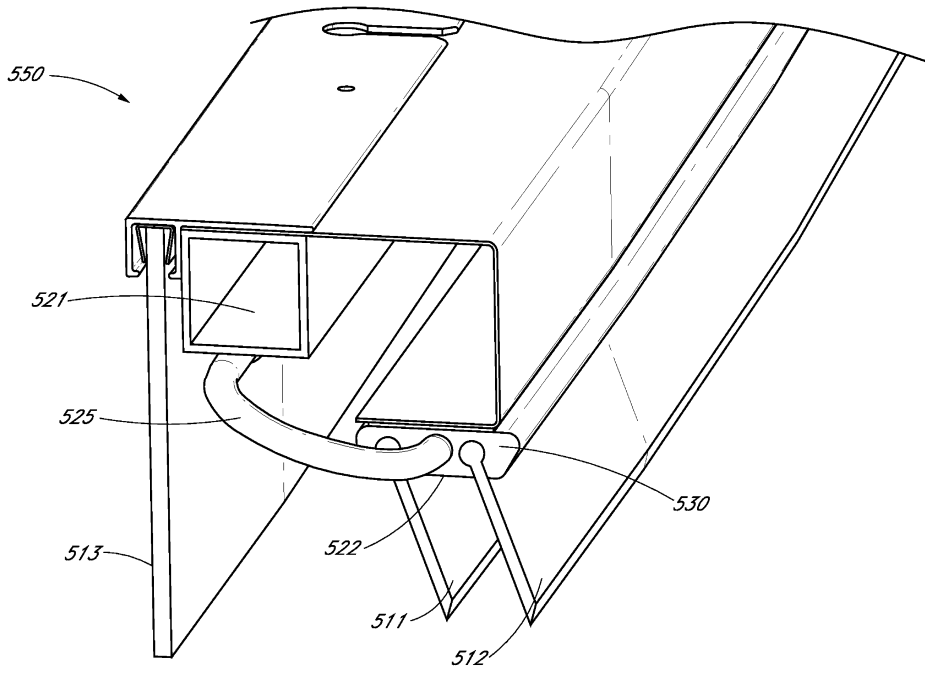
도면3



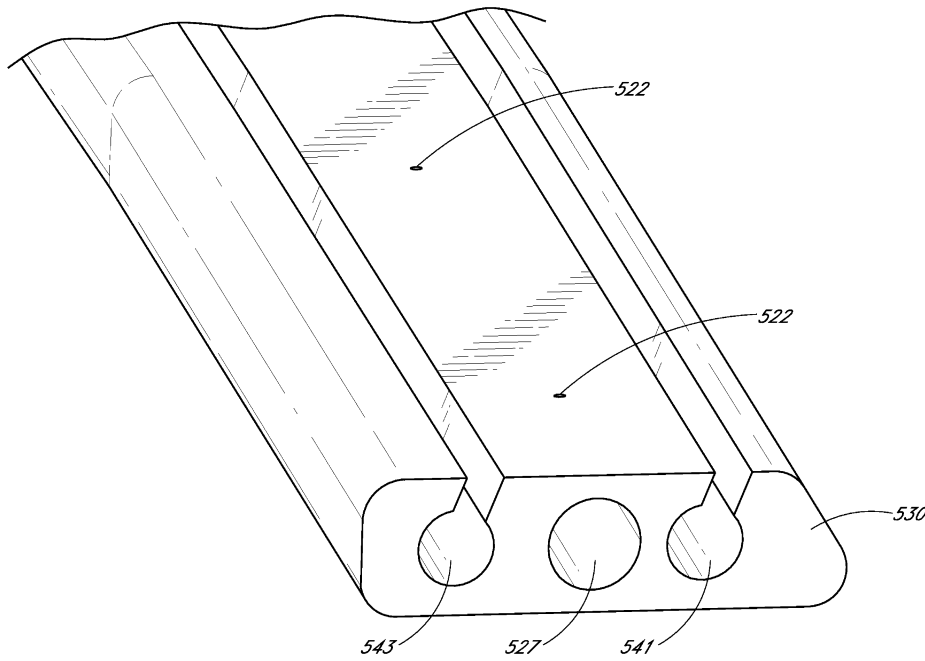
도면4



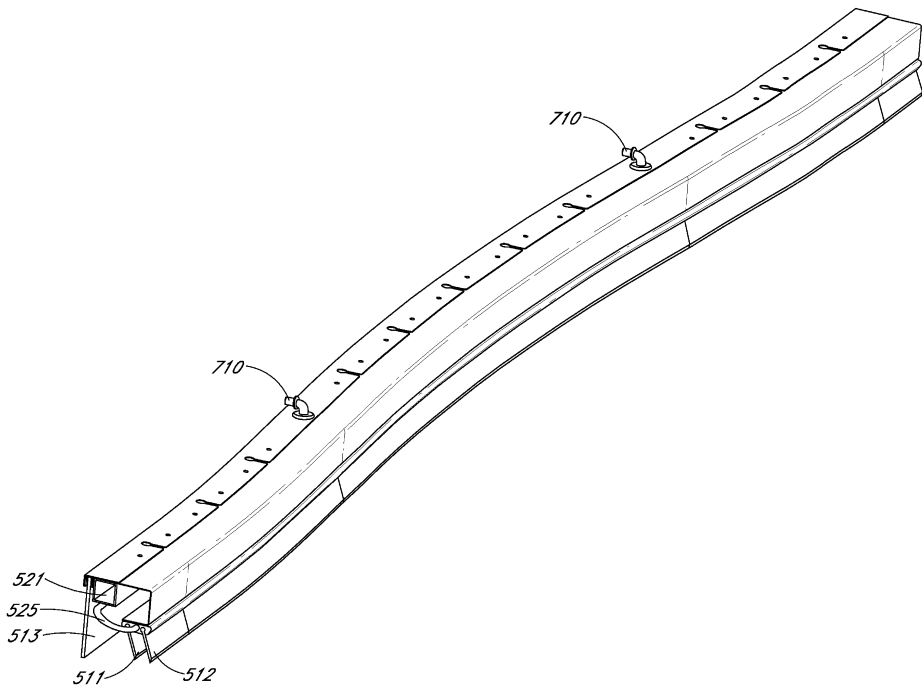
도면5



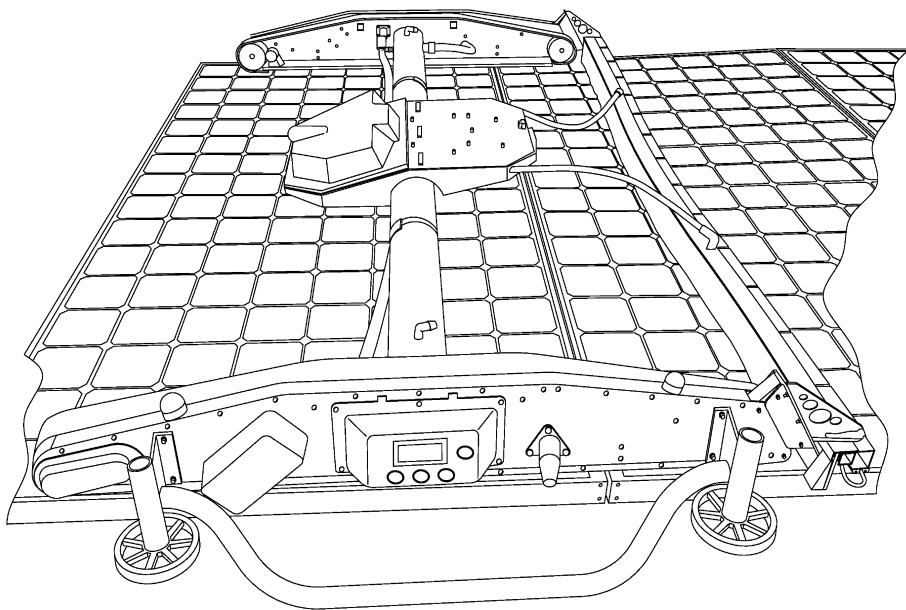
도면6



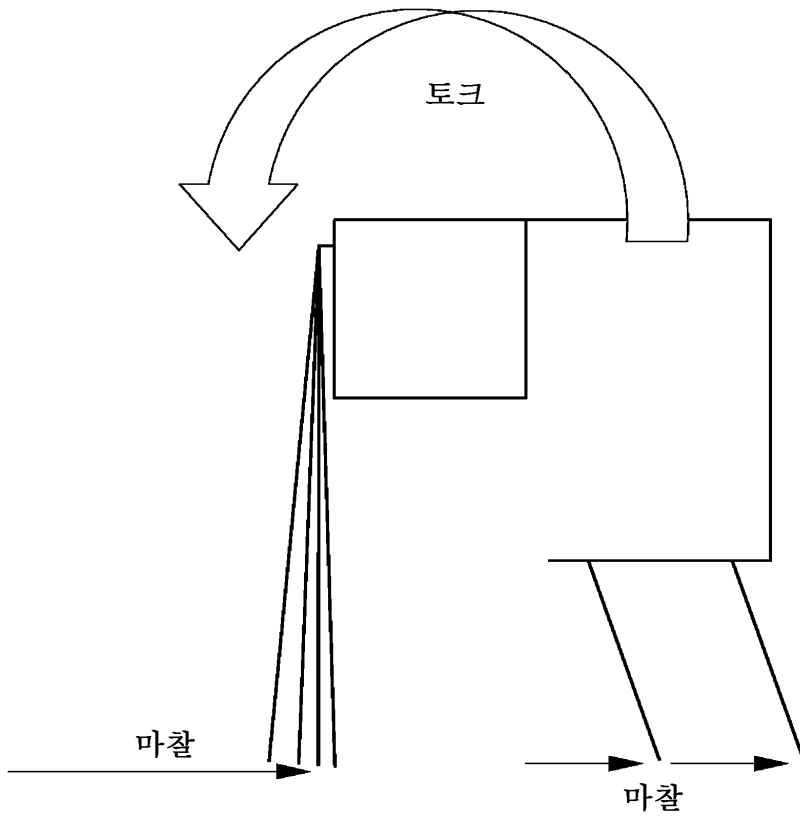
도면7



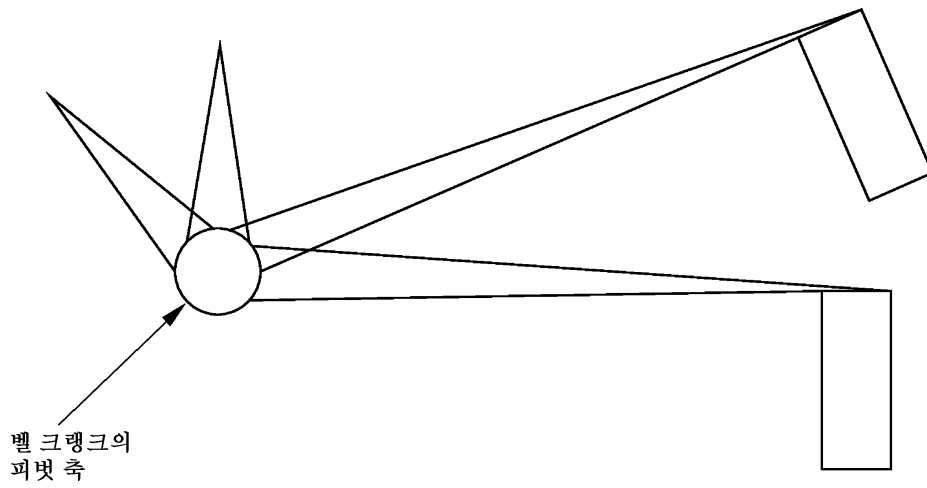
도면8



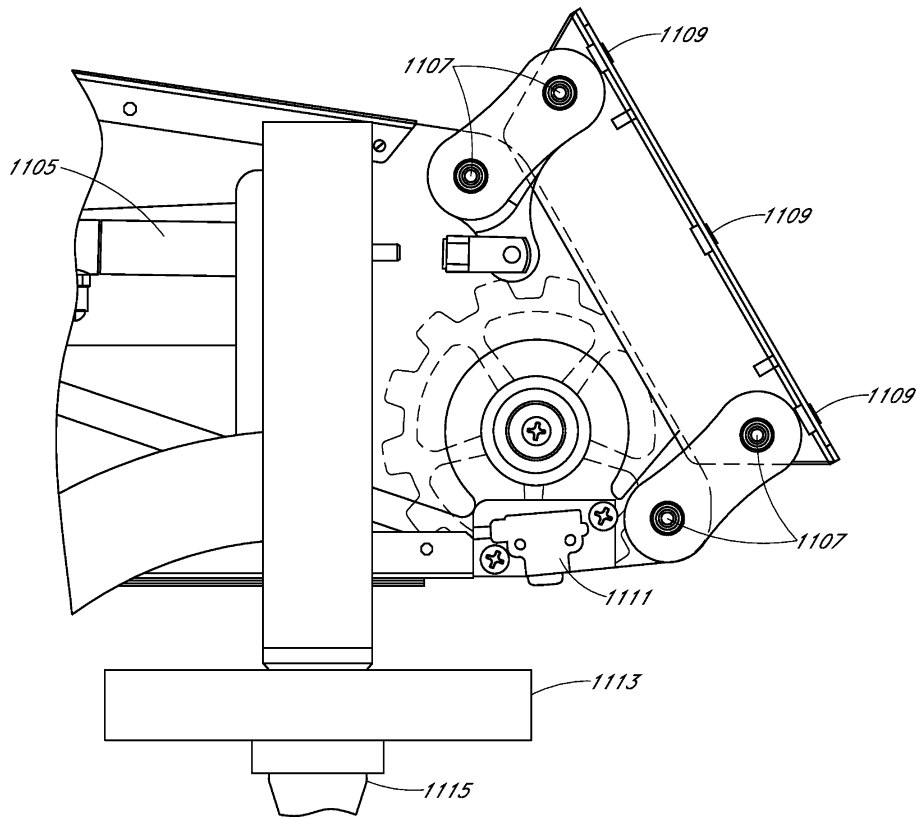
도면9



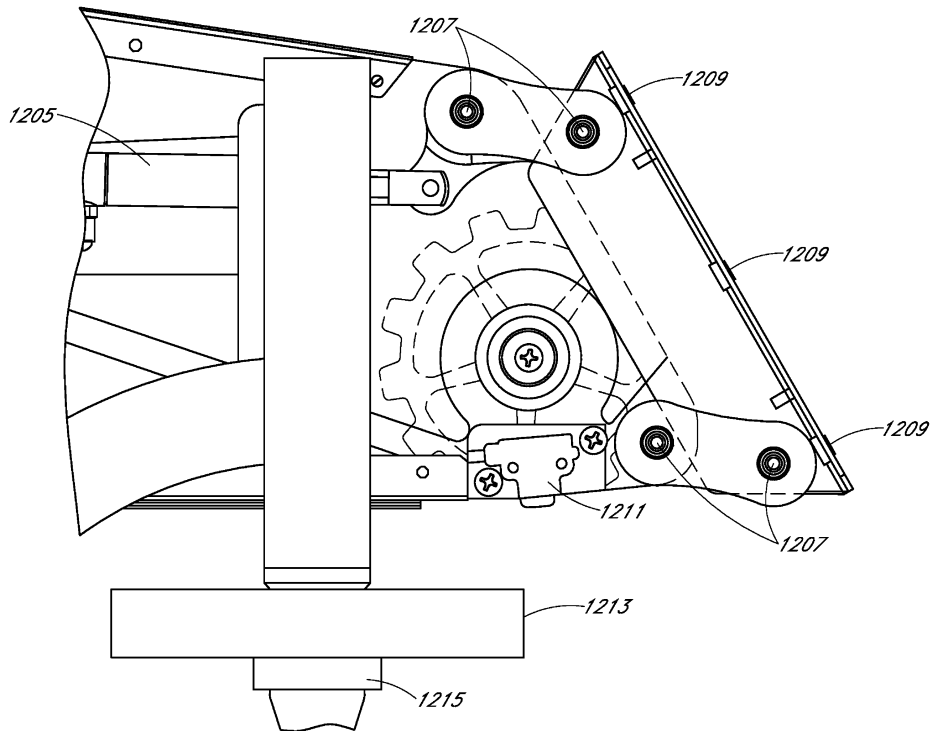
도면10



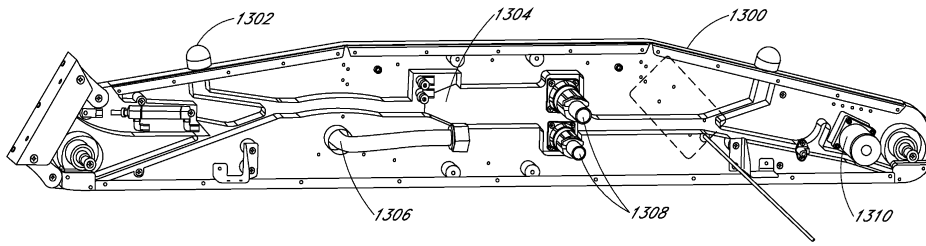
도면11



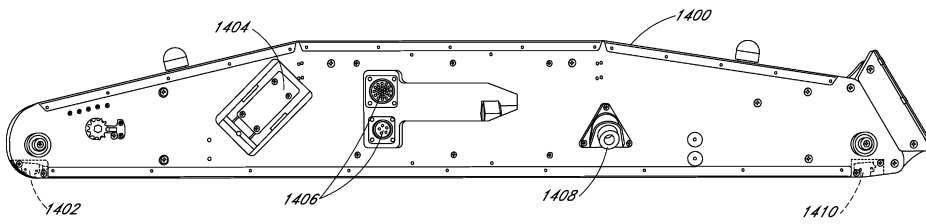
도면12



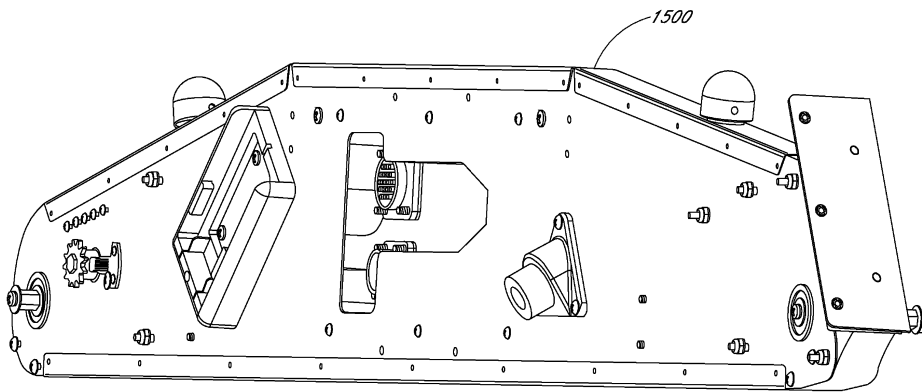
도면13



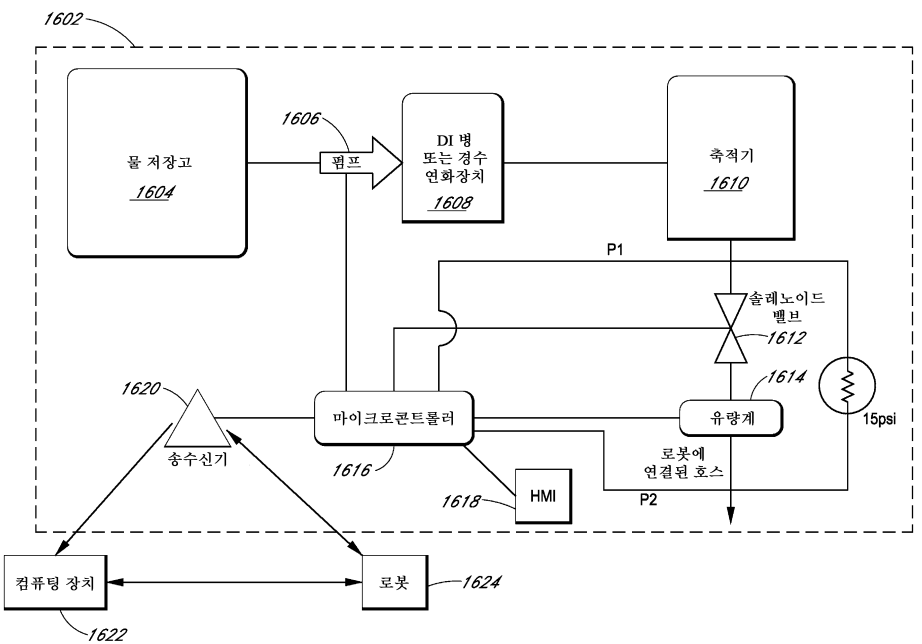
도면14



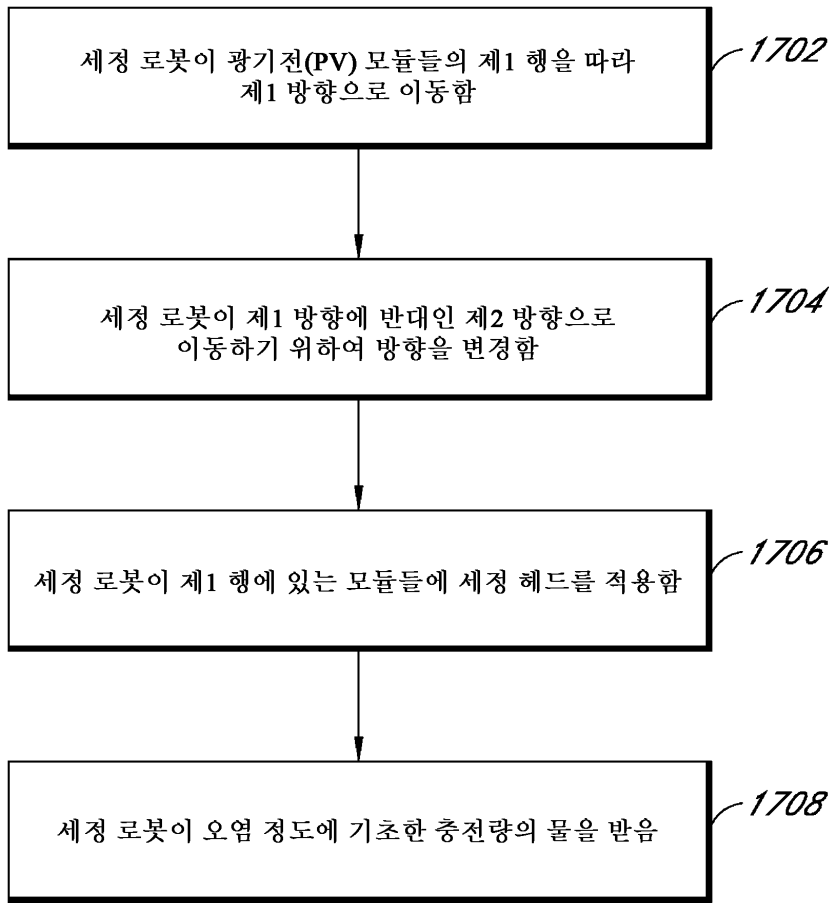
도면15



도면16



도면17



도면18

