



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2012-0073220  
 (43) 공개일자 2012년07월04일

- |  |  |
|--|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01L 21/3065 (2006.01)<br>(21) 출원번호 10-2012-7005587<br>(22) 출원일자(국제) 2010년08월26일<br>심사청구일자 없음<br>(85) 번역문제출일자 2012년02월29일<br>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/046788<br>(87) 국제공개번호 WO 2011/028599<br>국제공개일자 2011년03월10일<br>(30) 우선권주장<br>12/552,233 2009년09월01일 미국(US) | (71) 출원인<br>램 리써치 코포레이션<br>미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650<br>(72) 발명자<br>라스닉 존 더블유<br>미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650 램 리써치 코포레이션 리걸 디파트먼트 씨/오<br>에글리 프레드 디<br>미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650 램 리써치 코포레이션 리걸 디파트먼트 씨/오<br>(74) 대리인<br>특허법인코리아나 |
|--|--|

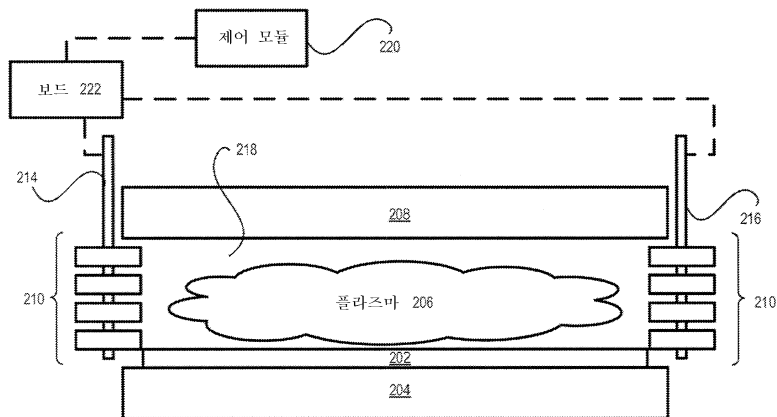
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **한정 링 위치결정을 제어하기 위한 직접 구동 장치 및 한정 링 위치결정을 제어하는 방법**

**(57) 요약**

기판 처리 동안 플라즈마 처리 시스템의 처리 챔버의 한정 영역 내의 압력 체적을 제어하기 위한 직접 구동 장치가 제공된다. 한정 구역은 한정 링들에 의해 둘러싸이는 챔버 체적이다. 본 장치는 플런저 어셈블리들을 수직으로 이동시키고, 플런저 어셈블리들에 대한 설정 포인트 포지션 값들을 레코딩하도록 구성된 모터 어셈블리들의 압력을 변화시키도록 구성된 플런저 어셈블리들을 포함한다. 본 장치는, 한정 구역 내의 압력 체적을 변화시키기 위해 플런저 어셈블리들을 이동시키기 위해 모터 어셈블리들을 구동하도록 구성된 회로들의 셋트를 더 포함한다. 회로들의 셋트는 또한, 모터 어셈블리들에 전력을 제공하도록 구성된다. 회로들의 셋트는 또한, 모터 어셈블리들로부터 설정 포인트 포지션 값들을 수신하도록 구성된다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기관 처리 동안 플라즈마 처리 시스템의 처리 챔버의 한정 구역 내의 압력 체적을 제어하기 위한 직접 구동 장치로서,

상기 한정 구역은 한정 링들의 셋트에 의해 둘러싸인 챔버 체적이고,

상기 직접 구동 장치는:

상기 한정 링들의 셋트를 수직으로 이동시킴으로써 상기 한정 구역 내의 상기 압력 체적을 변화시키도록 적어도 구성된 복수의 플런저 어셈블리들;

상기 복수의 플런저 어셈블리들을 수직으로 이동시키고, 상기 복수의 플런저 어셈블리들에 대한 복수의 설정 포인트 위치 값들을 레코딩하도록 적어도 구성된 복수의 모터 어셈블리들; 및

상기 한정 구역 내의 상기 압력 체적을 변화시키기 위해 상기 복수의 플런저 어셈블리들을 이동시키기 위해 상기 복수의 모터 어셈블리들을 구동하고, 상기 복수의 플런저 어셈블리들을 이동시키기 위해 상기 복수의 모터 어셈블리들에 전력을 제공하며, 상기 복수의 모터 어셈블리들로부터 상기 복수의 설정 포인트 위치 값들을 수신하도록 적어도 구성된 회로들의 셋트를 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 기관 처리 동안 상기 한정 구역 내의 상기 압력 체적에 관한 압력 데이터를 수집하도록 적어도 구성된 센서; 및

상기 회로들의 셋트로부터 상기 복수의 설정 포인트 위치 값들을 수신하고, 상기 센서로부터 상기 압력 데이터를 수신하며, 상기 복수의 플런저 어셈블리들에 대한 새로운 설정 포인트 위치 값들의 셋트를 계산하고, 상기 새로운 설정 포인트 위치 값들의 셋트를 명령들의 셋트로서 상기 회로들의 셋트로 전송하도록 적어도 구성된 제어 모듈을 더 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 모터 어셈블리들의 각각의 모터 어셈블리는,

상기 복수의 플런저 어셈블리들 중의 플런저 어셈블리를 이동시키도록 구성된 모터,

상기 플런저 어셈블리에 대한 설정 포인트 위치 값을 레코딩하도록 구성된 인코더, 및

상기 모터를 상기 플런저 어셈블리에 접속하도록 구성된 모터 샤프트를 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 플런저 어셈블리들의 각각의 플런저 어셈블리는,

상기 처리 챔버의 상부 플레이트의 상부-대향 면의 상부에 배치되도록 구성된 플런저 몸체, 및

상기 상부 플레이트의 상기 상부-대향 면의 아래에 배치되도록 구성된 노즈-엔드 부분 (nose-end portion) 을 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 플런저 몸체는,

상기 한정 링들의 셋트를 이동시키도록 적어도 구성된 플런저 샤프트,  
 상기 모터 샤프트를 상기 플런저 샤프트에 접속하도록 적어도 구성된 커플러,  
 상기 플런저 샤프트가 수직으로 이동하기 위한 최대 거리를 확립하도록 적어도 구성된 한 쌍의 센서들로서,  
 홈 센서 (home sensor) 및 원격 센서 (far sensor) 를 포함하는, 상기 한 쌍의 센서들,  
 상기 플런저 샤프트의 상위 부분에 부착된 플래그로서, 상기 플래그가 상기 홈 센서의 제 1 광학적 빔을 깨뜨릴 때 상기 플런저 샤프트는 홈 포지션에 있고, 상기 플래그가 상기 원격 센서의 제 2 광학적 빔을 깨뜨릴 때 알람이 활성화되는, 상기 플래그, 및  
 상기 플런저 샤프트, 상기 커플러, 상기 한 쌍의 센서, 및 상기 플래그를 수용하도록 적어도 구성된 하우징 컴포넌트를 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,  
 상기 노즈-엔드 부분은 상기 플런저 샤프트에 접속된 샤프트-엔드 어댑터를 포함하고, 상기 샤프트-엔드 어댑터는, 상기 한정 링들의 셋트에 접속하도록 적어도 구성된 링 어댑터를 포함하고, 상기 한정 링들의 셋트는 상기 플런저 샤프트가 제 1 방향으로 이동할 때 상기 제 1 방향으로 이동하며,  
 부상 컴포넌트가, 상기 플런저 샤프트가 수직으로 이동함에 따라 상기 플런저 샤프트를 안내하도록 적어도 구성되는, 직접 구동 장치.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,  
 상기 회로들의 셋트는 3-축 스텝퍼 보드들의 셋트인, 직접 구동 장치.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
 상기 회로들의 셋트는,  
 상기 각각의 플런저 어셈블리의 상기 플런저 샤프트에 대한 상기 홈 포지션을 확인하도록 적어도 구성된 홈 포지션 모니터링 모듈,  
 상기 복수의 설정 포인트 포지션 값들을 모니터링하도록 적어도 구성된 인코더 모니터링 모듈,  
 상기 각각의 모터 어셈블리의 상기 모터로 흐르는 전류를 모니터링하도록 적어도 구성된 전력 모니터링 모듈, 및  
 상기 각각의 플런저 어셈블리의 상기 원격 센서를 모니터링하도록 적어도 구성된 제 2 센서 모니터링 모듈을 포함하는, 직접 구동 장치.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,  
 상기 회로들의 셋트는 시각적 디스플레이를 포함하고,  
 상기 시각적 디스플레이는,  
 상기 복수의 설정 포인트 포지션 값들,  
 상기 복수의 설정 포인트 포지션 값들 사이의 최대 차분,  
 전력 이용, 및  
 알람 통지를 디스플레이하도록 적어도 구성되는, 직접 구동 장치.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 모터는 2 스텝퍼 모터인, 직접 구동 장치.

**청구항 11**

기관 처리 동안 플라즈마 처리 시스템의 처리 챔버의 한정 구역 내의 압력 체적을 제어하기 위한 장치로서,

상기 한정 구역은 한정 링들의 셋트에 의해 둘러싸인 챔버 체적이고,

상기 장치는:

상기 한정 구역 내의 상기 압력 체적을 제어하기 위해 상기 한정 링들의 셋트를 이동시키도록 구성된 복수의 플런저 샤프트들;

복수의 모터들로서, 상기 복수의 모터들의 각각의 모터는 상기 복수의 플런저 샤프트들의 각각의 플런저 샤프트를 이동시키도록 적어도 구성된, 상기 복수의 모터들;

복수의 인코더들로서, 상기 복수의 인코더들의 각각의 인코더는 상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 설정 포인트 포지션 값을 레코딩하도록 구성된, 상기 복수의 인코더들;

상기 한정 구역 내의 상기 압력 체적을 변화시키기 위해 상기 복수의 플런저 샤프트들을 이동시키기 위해 상기 복수의 모터들을 구동하도록 적어도 구성된 회로들의 셋트; 및

상기 압력 체적이 미리 결정된 임계 범위를 교차할 때 상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 새로운 설정 포인트 포지션을 계산하도록 적어도 구성된 제어 모듈을 포함하는, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 각각의 플런저 샤프트가 수직으로 이동하기 위한 최대 거리를 확립하도록 적어도 구성된 한 쌍의 센서들로서, 홈 센서 (home sensor) 및 원격 센서 (far sensor) 를 포함하는, 상기 한 쌍의 센서들; 및

상기 각각의 플런저 샤프트의 상위 부분에 부착된 플래그로서, 상기 플래그가 상기 홈 센서의 제 1 광학적 빔을 깨뜨릴 때 상기 각각의 플런저 샤프트는 홈 포지션에 있고, 상기 플래그가 상기 원격 센서의 제 2 광학적 빔을 깨뜨릴 때 알람이 활성화되는, 상기 플래그를 더 포함하는, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 각각의 플런저 샤프트를 상기 한정 링들의 셋트에 접촉하도록 적어도 구성된 링 어댑터로서, 상기 한정 링들의 셋트는 상기 각각의 플런저 샤프트가 제 1 방향으로 이동할 때 상기 제 1 방향으로 이동하는, 상기 링 어댑터; 및

상기 각각의 플런저 샤프트가 수직으로 이동함에 따라 상기 각각의 플런저 샤프트를 안내하도록 적어도 구성된 부상 컴포넌트를 더 포함하는, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 회로들의 셋트는 3-축 스텝퍼 보드들의 셋트인, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 회로들의 셋트는,

상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 상기 홈 포지션을 확인하도록 적어도 구성된 홈 포지션 모니터링 모듈,

상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 상기 설정 포인트 포지션 값을 모니터링하도록 적어도 구성된 인코더 모니터링 모듈,

상기 각각의 모터로 흐르는 전류를 모니터링하도록 적어도 구성된 전력 모니터링 모듈, 및  
 상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 상기 원격 센서를 모니터링하도록 적어도 구성된 제 2 센서 모니터링 모듈  
 을 포함하는, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,  
 상기 회로들의 셋트는 시각적 디스플레이를 포함하고,  
 상기 시각적 디스플레이는,  
 상기 각각의 플런저 샤프트에 대한 상기 설정 포인트 포지션 값,  
 전력 이용, 및  
 알람 통지를 디스플레이하도록 적어도 구성되는, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,  
 상기 각각의 모터는 2 스텝퍼 모터인, 압력 체적을 제어하기 위한 장치.

**청구항 18**

기관 처리 동안 플라즈마 처리 챔버의 처리 챔버의 한정 영역 내의 압력 체적을 제어하는 방법으로서,  
 상기 한정 영역은 한정 링들의 셋트 사이의 구역이고,  
 상기 방법은:  
 복수의 플런저 장치들의 각각의 플런저 장치를 홈 포지션에 설정하는 단계;  
 상기 한정 링들의 셋트를 레시피 (recipe) 초기 설정 포인트 포지션 값으로 이동시키는 단계;  
 상기 기관 처리 동안 상기 압력 체적에 관한 압력 데이터를 수집하는 단계;  
 상기 압력 데이터를 분석을 위해 제어 모듈로 전송하는 단계;  
 상기 압력 데이터를 미리 결정된 임계 범위와 비교하는 단계;  
 상기 압력 데이터가 상기 미리 결정된 임계 범위의 밖으로 교차하는 경우, 상기 각각의 플런저 장치에 대한  
 새로운 설정 포인트 포지션을 결정하는 단계;  
 상기 새로운 설정 포인트 포지션을 명령들의 셋트로서 전송하는 단계; 및  
 상기 각각의 플런저 장치를 상기 새로운 설정 포인트 포지션으로 이동시키는 단계를 포함하는, 압력 체적을  
 제어하는 방법.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,  
 상기 기관 처리 전에 상기 각각의 플런저 장치를 교정하는 단계를 더 포함하고,  
 상기 교정하는 단계는,  
 상기 각각의 플런저 장치에 대한 전력을 스위칭 오프 (switching off) 하는 단계,  
 상기 한정 링들의 셋트를 초기 높이에 설정하는 단계,  
 상기 각각의 플런저 장치 상의 한 쌍의 센서들을 교정하는 단계, 및  
 상기 각각의 플런저 장치를 상기 홈 포지션으로 이동시키는 단계를 포함하는, 압력 체적을 제어하는 방법.

**청구항 20**

제 18 항에 있어서,

상기 각각의 플런저 장치 상의 플래그가 원격 센서 (far sensor) 의 광학적 빔을 깨뜨리는 경우 상기 각각의 플런저 장치를 정지시키는 단계를 더 포함하는, 압력 체적을 제어하는 방법.

**명세서**

**배경 기술**

[0001] 반도체 산업의 성장을 위해 플라즈마 처리에 있어서의 진전이 제공되어 왔다. 반도체 산업에서의 경쟁력을 위해서, 제조 회사는 기관 처리 동안의 소모를 최소화할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 소모를 감소시키고 높은 품질의 반도체 디바이스를 생산하기 위해, 기관 처리 동안의 프로세스 파라미터들의 엄격한 제어가 필수적이다.

[0002] 플라즈마 처리 시스템에서, 기관 처리를 수행하기 위해 플라즈마가 기관 위에 형성된다. 플라즈마 형성을 제어하고 프로세스 챔버 벽들을 보호하기 위해, 한정 링 (confinement ring) 이 채용될 수도 있다. 통상적으로, 한정 링은 플라즈마가 형성될 챔버 체적의 주변을 둘러싸도록 구성된다.

[0003] 한정 링은 서로의 상부에 적층된 다수의 링을 포함할 수도 있다. 한정 링들 사이의 갭은 한정된 영역 내의 압력의 체적을 제어하도록 조정될 수도 있다. 다르게 말하면, 기관 처리 동안, 챔버 압력이 (현재 레시피 (recipe) 에 의해 결정되는 등과 같은) 지정된 범위 밖인 경우, 한정 링들은 조정될 수도 있다. 일 예로서, 처리 챔버 내의 압력을 증가시키기 위해, 한정 링들 사이의 갭은 감소될 수도 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 따라서, 기관 처리 동안의 압력 파라미터의 엄격한 (tight) 제어를 유지하기 위한, 한정 링들의 이동을 제어하기 위한 장치가 소망된다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 본 발명은, 일 실시형태에서, 기관 처리 동안 플라즈마 처리 시스템의 처리 챔버의 한정 구역 내의 압력 체적을 제어하기 위한 직접 구동 장치 (direct drive arrangement) 에 관한 것이고, 여기서 한정 구역은 한정 링들의 셋트에 의해 둘러싸이는 챔버 체적이다. 본 장치는 한정 링들의 셋트를 수직으로 이동시킴으로써 압력 체적을 변화시키도록 구성된 복수의 플런저 어셈블리 (plunger assembly) 를 포함한다. 본 장치는 또한, 복수의 플런저 어셈블리를 수직으로 이동시키고 복수의 플런저 어셈블리에 대한 복수의 설정 포인트 포지션 (set point position) 값들을 레코딩하도록 구성된 복수의 모터 어셈블리를 포함한다. 본 장치는, 한정 구역 내의 압력 체적을 변화시키기 위해 복수의 플런저 어셈블리를 이동시키기 위해 적어도 복수의 모터 어셈블리를 구동하도록 구성된 회로의 셋트를 더 포함한다. 회로의 셋트는 또한, 복수의 플런저 어셈블리를 이동시키기 위해 복수의 모터 어셈블리에 전력을 제공하도록 구성된다. 회로의 셋트는 또한, 복수의 모터 어셈블리로부터 복수의 설정 포인트 포지션 값들을 수신하도록 구성된다.

[0006] 상기 요약은, 본원에 개시된 본 발명의 많은 실시형태들 중 오직 하나에 관련된 것이며, 본원의 청구범위에서 전개된 본 발명의 범위를 한정하려는 의도가 아니다. 본 발명의 이들 및 다른 특징들이 첨부 도면과 함께 본 발명의 상세한 설명에서 이하 더욱 자세히 설명될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 본 발명은 첨부 도면들의 모습들에서 한정적인 방식이 아니라 예시적인 방식으로 도시되며, 이 첨부 도면들에서는 동일한 참조 부호들은 동일한 엘리먼트들을 지칭한다.

도 1 은 상부 플레이트의 상부의 캠 (CAM) 링 장치의 간단한 모식도를 나타낸다.

도 2 는, 처리 챔버 내의 직접 구동 장치의 일 실시형태의 간단한 횡단면도를 나타낸다.

도 3 은, 본 발명의 일 실시형태로서, 상부 플레이트 상의 직접 구동 장치의 간단한 도해를 나타낸다.

도 4a, 도 4b, 도 4c, 및 도 4d 는, 본 발명의 일 실시형태로서, 플런저 장치의 상이한 모습을 나타낸다.

도 5 는, 본 발명의 일 실시형태로서, 인쇄 회로 보드 (PCB) 의 간단한 기능도를 나타낸다.

도 6 은, 본 발명의 일 실시형태로서, 직접 구동 환경의 논리도를 나타낸다.

도 7 은 직접 구동 장치를 이용한 교정 방법의 일 실시형태를 도시한 간단한 흐름도를 나타낸다.

도 8 은, 본 발명의 일 실시형태로서, 기관 처리 동안 직접 구동 장치를 운용하기 위한 제어 전략을 도시한 간단한 흐름도를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0008] 본 발명을 첨부 도면에 도시된 그 몇몇 실시형태들을 참조하여 상세히 이하에서 설명할 것이다. 이하의 설명에서, 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 수많은 구체적인 상세한 내용들이 전개된다. 하지만, 본 발명은 이들 구체적인 상세한 내용들의 전부 또는 일부가 없이 실시될 수도 있다는 것은 당업자에게 있어 자명할 것이다. 다른 견지에서, 본 발명을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해, 잘 알려진 프로세스 단계들 및/또는 구조들은 상세하게 설명하지 않았다.
- [0009] 방법들 및 기술들을 포함하는 다양한 실시형태들이 이하에서 설명된다. 본 발명은, 본 발명의 기술의 실시형태들을 수행하기 위한 컴퓨터-판독가능 명령들이 저장된 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는 제조품을 또한 커버할 수도 있다는 점을 명심해야 한다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 예시로서, 반도체, 자기적, 광학-자기적, 광학적, 또는 다른 형태들의, 컴퓨터 판독가능 코드를 저장하기 위한 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수도 있다. 또한, 본 발명은 본 발명의 실시형태들을 실시하기 위한 장치들도 커버할 수도 있다. 이러한 장치는 본 발명의 실시형태들에 관한 작업들을 수행하기 위해 전용의 및/또는 프로그램가능한 회로를 포함할 수도 있다. 이러한 장치들의 예들은, 적절하게 프로그래밍되었을 때의 범용 컴퓨터 및/또는 전용 컴퓨터 디바이스를 포함하고, 본 발명의 실시형태들에 관한 다양한 작업들을 위해 적응된 컴퓨터/컴퓨팅 디바이스 및 전용/프로그래밍가능한 회로의 조합을 포함할 수도 있다.
- [0010] 전술한 바와 같이, 반도체 디바이스들로의 기관 예칭을 위해 플라즈마가 이용된다. 당업자라면, 기관 처리 동안 안정된 플라즈마가 중요하다는 점을 인지할 것이다. 따라서, 기관 처리 동안 프로세스 파라미터들의 엄격한 제어를 유지하는 능력은 플라즈마 안정성 (stability) 에 필수적이다. 프로세스 파라미터들이 미리 정의된 좁은 윈도우 (window) 밖에 있을 때, 그 프로세스 파라미터들은 안정된 플라즈마를 유지하기 위해 조정되어야할 수도 있다.
- [0011] 처리 챔버 내의 압력은 모니터링되지 않은 채로 남겨지는 경우 기관 위에 형성된 플라즈마가 불안정하게 되도록 할 수도 있는 프로세스 파라미터이다. 예를 들어, 기관이 플라즈마 처리 시스템의 처리 챔버 내에서 처리되고 있는 상황을 고려해 보자. 기관이 (정전 척 등과 같은) 하부 전극의 상부에 배치된다. 기관 처리 동안, 플라즈마가 예칭을 수행하기 위해 기관 위에 형성된다. 플라즈마를 둘러싸는 것이 한정 링들이다. 정해진 영역 내에 플라즈마를 한정하고 한정 구역 내의 압력을 제어하기 위해 한정 링들이 이용될 수도 있다. 기관 표면 상의 압력의 체적 (volume of pressure) 을 제어하기 위해 한정 링들 사이의 갭이 조정될 수도 있다.
- [0012] 한정 링들을 이동시키기 위해, 종래 기술에서는 캠 (CAM) 링 장치가 제공될 수도 있다. 도 1 은 상부 플레이트 (102) 상의 종래 기술의 캠 링 장치 (100) 의 간단한 모식도를 나타낸다. 캠 링 장치 (100) 는 벨트 (106) 를 통해 단일 스텝퍼 모터 (108) 에 부착된 캠 링 (104) 을 포함할 수도 있다. 단일 스텝퍼 모터 (108) 가 벨트 (106) 를 움직이고, 이에 의해 캠 링 (104) 이 회전하게 할 때 장력을 제공하기 위해 장력 장치 (tensioning arrangement; 124) 가 이용가능할 수도 있다. 캠 링 장치를 움직이기 위해 필요할 수도 있는 소정 양의 파워 (power) 에 대해, 단일 스텝퍼 모터 (108) 는 5-상 (5-phase) 모터 등과 같이 상당히 큰 모터일 수도 있다.
- [0013] 캠 링 장치 (100) 는 또한, 플런저 (112, 114, 및 120) 등과 같은 플런저들의 셋트를 포함할 수도 있다. 각각의 플런저는 볼-베어링 휠 장치 (미도시) 등과 같은 휠 장치를 통해 캠 링 (104) 에 부착된다. 캠 링 (104) 이 회전함에 따라, 플런저 (112, 114, 및 120) 들의 셋트는 상하 이동되어 한정 링들 사이의 갭을 조정하게 된다.
- [0014] 캠 링 (104) 은 (캠 구역 (126) 등과 같은) 캠 구역들로 분할되고, 각 캠 구역은 각 플런저와 연관된다. 일례로서, 캠 링 장치 (100) 는 3 개의 플런저들을 포함하고, 그러면, 3 개의 캠 구역들이 존재한다. 각 캠 구역의 상부 플레이트 대향 측은 웨지 (wedge) 형상을 갖는다. 캠 링 (104) 이 회전함에 따라 플런저

가 이동하는 깊이는 각 캠 구역의 등고선 (contour) 에 의해 제어된다. 따라서, 각 캠 구역에서의 캠 링 (104) 의 경사각은 각 플런저에 의해 이동되는 수직 거리를 결정한다.

[0015] 기관 처리가 시작되기 전에, 캠 링 장치 (100) 는 초기화 위치 내로 먼저 위치된다. 이 초기화 위치는 레시피의 압력 설정에 기초하여 설정된다. 프로세스 모듈을 위한 레시피는 (클러스터 툴 (cluster tool) 제어기 등과 같은) 사용자 인터페이스 컴퓨터를 통해 입력될 수도 있다는 것을 당업자는 인지할 것이다. 그 다음, 레시피는 프로세스 모듈 제어기로 보내진다. 프로세스 모듈 제어기는 플런저들의 각각에 대한 초기 설정 포인트 값을 결정하기 위한 알고리즘을 수행한다. 그 다음, 초기 설정 포인트 값은 2-축 스텝퍼 보드 (130) 로 보내지고, 이 2-축 스텝퍼 보드 (130) 는 명령들을 모터 드라이버 보드 (110) 로 전송한다. 캠 링 장치 (100) 의 사이즈로 인해, 스텝퍼 보드 (130) 가 모터를 직접 구동하기 위한 전력을 갖지 않기 때문에 캠 링 장치의 움직임을 제어하기 위해 2 개의 보드들 (보드들 (110 및 130)) 이 통상적으로 요구된다. 이 명령들의 수신 시에, 모터 드라이버 보드 (110) 는 단일 5-상 스텝퍼 모터 (108) 에 전력을 공급하여, 캠 링 (104) 이 회전하도록 하고 플런저들이 수직 방향 (즉, 상/하) 으로 움직이도록 한다. 캠 링 장치 (100) 는, (홈 포지션 (home position) 등과 같은) 초기 설정 포인트 값에 각 플런저를 셋팅하기 위해 채용된 광학 센서 (122) 를 포함할 수도 있다. 광학 센서 (122) 가 적절하게 수행하는 것을 실패하는 경우에 하드 스톱 (hard stop) 을 제공하기 위해 기계적 스톱 (116 및 118 등) 이 채용될 수도 있다.

[0016] 기관 처리 동안, 모노미터 (미도시) 등과 같은 센서가 처리 챔버 내의 압력을 측정하기 위해 채용된다. 측정치는 프로세스 모듈 제어기로 다시 보내진다. 압력이 변화한 경우, 프로세스 모듈 제어기는 새로운 설정 포인트 값을 결정하기 위한 알고리즘을 수행한다. 그 다음, 프로세스 모듈 제어기는, 플런저의 수직 이동의 방향 및 스텝 포지션을 포함하는 명령들을 스텝퍼 보드 (130) 로 전송한다. 그 다음, 명령은 모터 드라이버 보드 (110) 로 전달되고, 이 모터 드라이버 보드 (110) 는 스텝퍼 모터 (108) 를 작동시키고, 이 스텝퍼 모터 (108) 는 다시 캠 링 (104) 을 회전시키고 플런저들을 새로운 설정 포인트 값으로 이동시킨다. 각 플런저의 위치를 정확하게 결정하기 위해, 리니어 인코더 (114) 가 이용될 수도 있다. 그 다음, 각 플런저의 새로운 설정 포인트 포지션 값은 프로세스 제어 모듈로 다시 보내질 수도 있다. 새로운 설정 포인트 포지션 값은, 새로운 설정 포인트 값이 계산될 필요가 있을 때 참조 포인트로서 이용가능하다.

[0017] 상부 플레이트 (102) 가 물리적 공간을 제한한 경우, 제조자는 가능성을 희생시키지 않고 상부 플레이트 상의 컴포넌트들의 수를 감소시키기 위한 새로운 방법들을 지속적으로 모색한다. 본 발명의 실시형태들에 따라, 직접 구동 장치 및 방법들이 제공된다. 본 발명의 실시형태들은 플라즈마 처리 시스템의 상부 플레이트 상의 물리적 공간을 적게 차지하면서 압력 제어를 수행하도록 구성된 직접 구동 장치를 포함한다. 본 발명의 실시형태들은 또한 직접 구동 장치를 교정 (calibrating) 및 초기화하는 방법들을 포함한다. 또한, 본 발명의 실시형태들은 기관 처리 동안 압력을 제어하는 방법들을 포함한다.

[0018] 본 발명의 일 실시형태에서, 처리 챔버 내의 압력 체적을 제어하기 위해 직접 구동 장치가 제공된다. 종래의 캠 링 장치와는 달리, 본 직접 구동 장치는 한정 구역 내의 압력 환경을 제어하기 위해 더 적은 기계적/전기적 컴포넌트들을 필요로 한다. 일 실시형태에서, 직접 구동 장치는 회로 보드와 통신하는 플런저 장치들의 셋트를 포함한다.

[0019] 각 플런저 장치는 플라즈마가 형성될 챔버 체적의 주변을 둘러싸는 한정 링들의 셋트의 상부 한정 링에 걸리는 플런저 샤프트를 포함한다. 종래 기술의 캠 링 장치에서, 플런저 샤프트를 움직이기 위해 복합 어셈블리 (캠 링, 벨트, 장력 장치, 휠 장치, 모터 등) 가 요구되었다. 반면, 본 직접 구동 장치에서, 플런저 샤프트는 모터 샤프트에 직접 접속된다.

[0020] 종래 기술의 캠 링 장치에서, 각 플런저 샤프트에 의해 이동되는 잠재적인 거리는 캠 구역의 각각의 캠 링의 웨지 형상에 의해 결정될 수도 있다. 종래 기술과는 달리, 플런저 샤프트가 이동할 수도 있는 잠재적인 거리는 플런저 장치 상에 위치한 한 쌍의 센서들에 의해 결정될 수도 있다. 한 쌍의 센서들 사이의 간격은 플런저 샤프트가 이동할 수도 있는 최대 거리를 제공한다. 한 쌍의 센서들을 재위치결정함으로써, 플런저 샤프트가 이동할 수도 있는 최대 거리는 변화될 수도 있다.

[0021] 일 실시형태에서, 플래그 (flag) (기계적 플래그 등) 가 플런저 샤프트에 부착될 수도 있다. 플런저 샤프트가 수직 방향 (상하) 으로 이동되기 때문에, 플래그는 2 개의 센서들 사이를 이동할 수도 있다. 플런저 샤프트 상의 플래그가 어느 일방의 센서의 광학적 빔을 깨뜨릴 때, 그 센서는 플런저 샤프트가 동일한 방향으로 이동을 지속하지 못하도록 한다. 일례로, 플래그가 제 2 센서의 광학적 빔을 일단 깨뜨리면, 플런저 샤프트가 아래 쪽으로 이동하는 것이 방지된다. 제 1 센서는 상부 센서 또는 홈 센서 (home sensor) 를



지칭하고, 제 2 센서는 하부 센서 또는 원격 센서 (far sensor) 를 지칭하는 것으로 한다.

- [0022] 종래 기술의 캠 링 장치에서, 캠 링 어셈블리는 (5-상 모터 등과 같은) 대형 모터에 의해 제어된다. 종래 기술과 달리, 본 직접 구동 장치의 모터는 플런저 어셈블리의 상부에 위치된다. 또한, 모터 샤프트는 플런저 샤프트에 직접 접촉된다. 각 플런저 어셈블리는 그 자신의 개별 모터와 연관되기 때문에, 모터는 (2-상 모터 등과 같은) 더 작은 모터일 수도 있다. 모터가 플런저 어셈블리의 상부에 위치하기 때문에, 모터는 상부 플레이트의 추가적인 물리적 공간을 차지하지 않는다.
- [0023] 직접 구동 장치의 설계를 단순화함으로써, 한정 구역 내의 압력 제어의 기능을 수행하기 위해 더 적은 수의 기계적 컴포넌트들이 요구된다. 그 결과, 캠 링 어셈블리에 의해 이전에 차지되는 공간이 다른 기능들을 위해 이용가능하게 된다. 더 적은 수의 기계적/전기적 컴포넌트들이 존재하기 때문에, 직접 구동 장치는 더욱 신뢰성이 있고, 이 직접 구동 장치를 유지 및 서비스하는 비용이 더 저렴하게 된다.
- [0024] 본 발명의 특징들 및 이점들은 도면 및 이하의 논의를 참조하면 더욱 잘 이해될 것이다.
- [0025] 도 2 는 처리 챔버 내의 직접 구동 장치의 일 실시형태의 간단한 횡단면도를 나타낸다. 예를 들어, 기관 (202) 이 하부 전극 (204) 상에 배치된 상황을 고려해 보자. 제조 동안 기관 (202) 을 처리하기 위해, 플라즈마 (206) 가 기관 (202) 과 상부 전극 (208) 사이에 형성될 수도 있다. 몇몇 처리 챔버들에서, 플라즈마 (206) 를 한정하기 위해 한정 링들 (210) 이 채용될 수도 있다.
- [0026] 한정 링들 (210) 을 채용하는 통상의 처리 챔버에서, 한정 링들은 장착 포인트들을 가질 수도 있다. 종래 기술에서, 캠 링 장치는 장착 포인트들의 각각에 위치한 진공 밀봉된 플런저 샤프트를 포함할 수도 있다. 마찬가지로, 직접 구동 장치는 각각의 장착 포인트들에서 플런저 장치(예를 들어 214 및 216 등) 를 포함한다. 일 실시형태에서, 각 플런저 장치는 모터 샤프트를 통해 모터에 커플링 (coupling) 된 플런저 샤프트를 포함할 수도 있다. 플런저 장치의 더 자세한 논의는 도 4a, 도 4b, 도 4c, 및 도 4d 에서 논의될 것이다. 일 실시형태에서, 플런저 장치의 수는 장착 포인트들의 수와 직접적인 상관성을 가질 수도 있다.
- [0027] 한정 구역 (218) 내의 압력의 체적을 제어하기 위해, 각 플런저 장치의 플런저 샤프트가 수직 (상하) 으로 이동되어 한정 링들 사이의 갭들을 조정하여, 처리 챔버 내의 압력의 양을 제어할 수도 있다. 종래 기술의 캠 링 장치에서, 모터가 캠 링 장치를 회전시켜, 플런저 샤프트가 상하로 이동하게 한다. 종래 기술과 달리, 각 플런저 장치의 모터가, 캠 링 장치를 먼저 회전시키는 일 없이 플런저 샤프트를 이동시킨다.
- [0028] 플런저 샤프트들은, 마노미터 (미도시) 등과 같은 센서들의 셋트에 의해 수집된 (압력 데이터 등과 같은) 프로세싱 데이터에 응답하여 이동될 수도 있다. 프로세싱 데이터는 분석을 위해 보드 (222) 를 통해 제어 모듈 (220) 로 보내질 수도 있다. 프로세싱 데이터가 임계 범위를 교차하는 경우, 명령들이 보드 (222) 로 전송될 수도 있고, 그러면 이 보드 (222) 는 한정 구역 (218) 내의 압력 체적을 변화시키기 위해 각 플런저 샤프트를 수직으로 이동시키도록 각 모터 (미도시) 를 구동할 수도 있다. 일례로, 압력 레벨이 미리 정의된 임계치 아래라는 것을 프로세싱 데이터가 나타내는 경우, 한정 링들 사이의 갭은 한정 구역 (218) 내의 압력 레벨을 교정하기 위해 조정될 수도 있다.
- [0029] 본원에서 논의되는 바와 같이, 교차 (traverse) 라는 용어는 범위를 초과하는 것, 범위 아래로 떨어지는 것, 범위 내로 되는 것 등을 포함할 수도 있다. 교차라는 단어의 의미는 임계 값/범위의 요건에 의존할 수도 있다. 일례로, 레시피가 압력 값이 예를 들어 적어도 어떤 값이 되도록 요구하는 경우, 압력 값이 임계 값/범위와 만나거나 그 임계 값/범위를 초과한 경우, 프로세싱 데이터는 그 임계 값/범위를 교차한 것으로 간주된다. 다른 예로, 레시피가 압력 값이 예를 들어 소정 값 미만이 되도록 요구하는 경우, 압력 값이 임계 값/범위 미만으로 떨어진 경우, 프로세싱 데이터는 임계 값/범위를 교차한 것이다.
- [0030] 도 3 은 본 발명의 일 실시형태로, 상부 플레이트 (302) 상의 직접 구동 장치 (300) 의 간단한 모식도를 나타낸다. 직접 구동 장치 (300) 는, 플런저 장치들 (304, 306, 및 308) 의 셋트 및 인쇄 회로 보드 (PCB) 등과 같은 회로 보드 (310) 를 포함한다. 종래 기술과 달리, 한정 링들 내의 압력 체적을 관리하기 위해 추가적인 기계적/전기적 컴포넌트들이 요구되지 않는다. 전술한 내용들로부터 알 수 있듯이, 직접 구동 장치 (300) 는, 종래 기술의 캠 링 장치보다, 상부 플레이트 (302) 상의 물리적 공간을 더 적게 차지하는 간단하고 컴팩트 (compact) 한 장치이다. 즉, 종래 기술의 캠 링 장치에서 요구될 수도 있었던 많은 기계적/전기적 부품들이 직접 구동 장치 (300) 에서는 필요 없는 것이 되어 제거되었다. 예를 들어, 직접 구동 장치 (300) 는, 한정 영역 내의 압력을 관리하는 기능을 수행하기 위해, 캠 링, 벨트, 장력 장치, 또는 심지어 (모터 구동 보드 등과 같은) 제 2 회로 보드조차 필요로 하지 않는다. 전술한 내용으로부터 알 수 있

는 바와 같이, 바람직한 실시형태는 하나의 회로 보드를 포함하지만, 직접 구동 장치는 원하는 경우 하나보다 많은 회로 보드로 구현될 수도 있다.

[0031] 기계적 및 전기적 컴포넌트들 양자 모두를 제거함으로써, 상부 플레이트 (302) 상의 더 많은 물리적 공간이 다른 기능들을 지원하기 위해 이용가능하다. 또한, 더 적은 수의 기계적/전기적 컴포넌트들로 인해, 더 적은 수의 지원 부품들이 존재하고, 이에 의해, 서비스 및 컴포넌트 비용이 감소된다. 또한, 더 적은 수의 기계적/전기적 컴포넌트들로 인해, 움직임에 대한 더 많은 제어가 제공되고, 조정이 이루어질 때 더 적은 진동이 생성되며, 이에 의해 압력 범위에 대한 더 양호한 제어 및 더 양호한 분해능을 가능하게 한다. 또한, 더 적은 수의 기계적 컴포넌트들로 인해, 플런저 샤프트들을 수직 방향으로 (상하로) 이동시키기 위해 기계적 컴포넌트들이 서로 접촉하게 될 때 더 적은 파티클 (particle) 들이 생성된다. 파티클들이 처리 챔버 내의 기관을 오염시킬 수 있기 때문에, 더 적은 파티클들의 생성은 더 깨끗한 제조 환경을 제공한다.

[0032] 도 4a, 도 4b, 도 4c, 및 도 4d 는, 본 발명의 실시형태들로서, 플런저 장치 (400) 의 상이한 모습들을 나타낸다. 도 4a 는, 본 발명의 일 실시형태로서, 플런저 장치 (400) 의 횡단면 모습을 나타낸다. 플런저 장치 (400) 는 모터 어셈블리 (402) 및 플런저 어셈블리 (404) 를 포함할 수도 있다.

[0033] 모터 어셈블리 (402) 는, 일 실시형태에서, 도 4b 에 도시된 바와 같이 모터 (422) 위에 배치된 인코더 (420) 를 포함한다. 일 실시형태에서, 모터 (422) 는 2-상 스텝퍼 모터이다. 종래 기술의 캠 링 장치와 달리, 모터 (422) 는 훨씬 더 작은 모터이다. 종래 기술의 캠 링 장치에서는, 다양한 플런저들과 캠 링 어셈블리를 지원하기 위해 더 큰 모터 (5-상 스텝퍼 모터 등) 가 요구된다. 하지만, 본 직접 구동 장치에서, 각 플런저 장치는 그 자신의 모터와 연관되고, 따라서, 모터가 더 적은 컴포넌트들을 지원하면 되므로, 모터는 더 작은 모터일 수도 있다. 비록 모터들이 작지만, 일 실시형태에서, 모터들은 한정 링들의 중량보다 2 배보다 더 무거운 중량을 들어올리고/거나 유지할 수 있다. 따라서, 로봇 암 (arm) 이 기관을 처리 챔버 내에서/내로 배치/제거하는 동안 파워가 손실되는 경우에, 한정 링들이 기관 및/또는 로봇 암 상으로 사고로 떨어져 기관 및/또는 로봇 암을 상하게 하는 일은 없다.

[0034] 일 실시형태에서, 인코더 (420) 는 플런저 샤프트의 설정 포인트 포지션 값을 레코딩하도록 구성된다. 설정 포인트 포지션 값은 회로 보드로 전달되고, 그 다음, 이 회로 보드는 그 데이터를 제어 모듈로 포워딩 (forwarding) 한다. 이 설정 포인트 포지션 값은, 한정 구역 내의 압력 레벨이 사전결정될 수도 있는 임계 범위 밖에 있을 때 플런저 샤프트에 대한 새로운 설정 포인트 포지션 값을 계산하기 위해 저장 및 이용된다.

[0035] 인코더 (420) 를 모터 (422) 에 연결하는 것은 모터 샤프트 (424) 이다. 모터 샤프트 (424) 는, 도 4c 에 도시된 바와 같이, 모터 어셈블리로부터 플런저 어셈블리 (404) 의 상부로 연장될 수도 있다. 도 4c 는, 본 발명의 일 실시형태로, 플런저 어셈블리 (404) 의 몸체의 횡단면 모습을 나타낸다. 플런저 어셈블리 (404) 의 몸체는 상부 플레이트 (408) 위에 위치한 플런저 어셈블리 (404) 의 부분이다.

[0036] 플런저 어셈블리 (404) 는 하우징 (housing; 430) 을 포함할 수도 있다. 하우징 (430) 내에는 커플러 (coupler; 432) 가 있고, 이 커플러 (432) 는 일단이 모터 샤프트 (424) 에 접속되고 그 일단의 대향 단이 플런저 샤프트 (434) 에 접속되도록 구성된다. 커플러 (432) 바로 아래에는 플래그 (436) 가 있다. 일 실시형태에서, 플래그 (436) 는 플런저 샤프트 (434) 의 일부분을 둘러싸고, 셋트 스크류 (set screw) (미도시) 를 통해 플런저 (434) 에 부착된다. 플래그 (436) 를 플런저 샤프트 (434) 상에 직접 부착함으로써, 플래그는 플런저 샤프트 (434) 에 대해 고정된 위치에 있게 된다. 즉, 플래그 (436) 는 플런저 샤프트 (434) 와 함께 이동한다.

[0037] 플런저 어셈블리 (404) 는 또한, 제 1 센서 (438) (홈 센서라고도 알려져 있다) 및 제 2 센서 (440) (원격 센서라고도 알려져 있다) 를 포함할 수도 있다. 센서들 (438 과 440) 사이의 최대 간격은, 플라즈마를 둘러싸는 한정 링들을 조정하기 위해 플런저 샤프트 (434) 가 채용되는 경우, 플런저 샤프트 (434) 가 수직으로 (상하로) 이동할 수도 있는 최대 거리를 제공한다. 일 실시형태에서, 센서들 (438 과 440) 사이의 최대 간격은 셋트 스크류들 (스크류 (422a) 및 스크류 (422b) 등) 을 수동으로 회전시킴으로써 조정될 수도 있다. 일 실시형태에서, 셋트 스크류들은 센서들을 고정된 위치에 셋팅하기 위해 이용된다.

[0038] 다른 실시형태에서, 센서들 (438 과 440) 은 고정된 블록에 부착되고, 이 경우, 제 2 센서 (440) 는 고정된 위치에 있고, 제 1 센서 (438) 의 위치는 조정가능하다. 즉, 센서들 사이의 간격을 조정하기 위해 양 셋트 스크류들 모두를 조정하는 대신에, (제 1 센서 (438) 와 연관된) 스크류 (422a) 만이 조정되도록 요구된다.

- [0039] 일 실시형태에서, 플래그 (436) 는 2 개의 센서들 (438 과 440) 사이를 이동하도록 구성된다. 기관 처리 전에, 플래그 (436) 는, 플래그 (436) 가 제 1 센서 (438) 의 광학적 빔을 깨뜨릴 때까지 플런저 샤프트 (434) 에 의해 상방을 향해 홈 포지션에 설정된다. 초기화 및 교정에 관한 추가적인 논의는 나중의 논의에서 제공된다.
- [0040] 비록 플래그 (436) 는 2 개의 센서들 사이의 거리를 이동하도록 구성되지만, 일 실시형태에서, 플래그 (436) 가 제 2 센서 (440) 의 광학적 빔을 깨뜨리는 경우 알람 (alarm) 이 전송될 수도 있다. 즉, 제 2 센서 (440) 는, 플래그 (436) 가 제 2 센서 (440) 의 광학적 빔을 깨뜨리는 경우, 한정 링의 구역 내의 제조 환경은 기관 처리에 수용가능하지 않을 수도 있는 가압 레벨에 있을 수도 있는 위치에 설정될 수도 있다.
- [0041] 플런저 어셈블리 (404) 는 또한, 일 실시형태에서, 도 4d 에 도시된 바와 같이 노즈-엔드 부분 (nose-end portion) 을 포함할 수도 있다. 이 노즈-엔드 부분은 상부 플레이트 (408) 의 상면 아래에 위치결정된다. 플런저 어셈블리 (404) 의 노즈-엔드 부분은 또한, 플런저 샤프트 (434) 에 커플링된 샤프트-엔드 어댑터 (480) 를 포함한다. 샤프트-엔드 어댑터 (480) 는 링 어댑터 (482) 를 포함할 수도 있고, 이 링 어댑터 (482) 는, 플런저 샤프트 (434) 가 수직 (상하) 으로 이동할 때 한정 링들 (484) 의 셋트가 이동될 수 있도록, 한정 링들 (484) 의 셋트 상에 록킹 (locking) 되도록 구성된다.
- [0042] 당업자라면, 상부 플레이트 (408) 위의 구역은 대기 분위기에 있는 반면, 상부 플레이트 (408) 의 아래 영역은 진공 분위기에 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 대기 분위기로부터 진공 분위기로 밀봉하기 위해, 부싱 (bushing) 컴포넌트 (486) 및 시일들 (474) (쿼드 (quad) 시일들, O 링들 등) 의 셋트가, 2 가지 환경들 사이의 압력 차이를 밀폐하기 위해 채용될 수도 있다. 일 실시형태에서, 부싱 컴포넌트 (486) 는 또한, 플런저 샤프트 (434) 가 수직 방향 (상하) 으로 이동할 때 플런저 샤프트 (434) 를 안내하기 위해 채용될 수도 있다. 다른 말로, 플런저 샤프트 (434) 를 굳게 유지하기 위해 (즉, 흔들림 (wobbling) 을 방지하기 위해) 부싱 컴포넌트 (486) 를 사용하는 것은, 한정 링들의 셋트가 흔들려서 제어되지 않은 기관 처리 환경을 생성하고 파티클 생성을 야기할 가능성을 최소화한다.
- [0043] 도 5 는, 본 발명의 일 실시형태로, 회로 보드 (PCB (500)) 의 간단한 기능도를 나타낸다. 일 실시형태에서, PCB (500) 는 3 축 스텝퍼 드라이버 보드일 수도 있다. 종래 기술의 캠 링 장치와 달리, 더 작은 모터들은 플런저 샤프트들을 구동하기 위해 PCB (500) 로부터 더 적은 전력을 필요로하기 때문에, 3 개의 스텝퍼 모터들 모두를 구동하기 위해 오직 단일의 회로 보드 (인쇄 회로 보드 등) 가 필요하다. 전술한 바로부터 알 수 있는 바와 같이, 비록 바람직한 실시형태는 오직 단일의 회로 보드를 포함하지만, 직접 구동 장치는 하나보다 많은 회로 보드로 구현될 수도 있다.
- [0044] 일 실시형태에서, PCB (500) 는, PCB (500) 가 제어 모듈 (520) 과 통신할 수 있도록 하는 제어 모듈 커넥터 (522) 를 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 제어 모듈 (520) 은 (클러스터 툴 제어기 등과 같은) 사용자 인터페이스 컴퓨팅 모듈 및 (VOIP 보드에 의한 것을 포함하는) 프로세스 모듈 제어기를 포함할 수도 있다. 사용자 인터페이스 컴퓨팅 모듈은 레시피를 입력하기 위해 이용될 수도 있고, 프로세스 모듈 제어기는, 비교를 수행하고, 압력 레벨이 미리 결정된 임계 범위를 교차하였을 때, 플런저 장치에 대해 새로운 설정 포인트 포지션 값을 결정하기 위해 이용될 수도 있다.
- [0045] 일 실시형태에서, PCB (500) 는 제어 모듈 (520) 로부터 명령들의 셋트를 수신하도록 구성될 수도 있다. 일예에서, 기관 처리 동안, 압력 레벨이 미리 결정된 임계 범위 밖에 속하게 된 경우, 제어 모듈 (520) 은, 한정 구역 내의 압력 레벨을 조정하기 위해 플런저 장치를 움직이도록 하기 위한 명령들의 셋트를 PCB (500) 로 전송할 수도 있다. 이 명령들의 셋트는 플런저 장치를 새로운 설정 포인트 포지션 값으로 이동시키기 위한 스텝 및 방향 신호들을 포함할 수도 있다.
- [0046] 일 실시형태에서, PCB (500) 는 플런저 장치 커넥터들 (커넥터들 (524, 526, 및 528) 의 셋트를 포함할 수도 있다. 플런저 장치 커넥터들의 셋트는 PCB (500) 가 플런저 장치들 (504, 506, 및 508) 의 셋트와 직접 통신하는 것을 가능하게 한다. 종래 기술의 캠 링 장치와 달리, PCB (500) 는 명령들의 셋트를 다른 회로 보드 (모터 드라이버 보드 등) 로 전달하지 않는다. 대신에, PCB (500) 는 명령들의 셋트를 플런저 장치 커넥터들 (524, 526, 및 528) 의 셋트를 통해 플런저 장치들 (504, 506, 및 508) 의 셋트로 직접 전송하도록 구성된다. 전술한 내용으로부터 알 수 있는 바와 같이, 커넥터들의 수는 플런저 장치들의 수에 의존할 수도 있다.
- [0047] 일 실시형태에서, PCB (500) 는 플런저 장치들의 셋트로부터 프로세스 데이터를 수신하도록 구성될 수도 있다. 도 4a 내지 도 4d 에서 전술한 바와 같이, 각 플런저 장치는 인코더를 포함할 수도 있다. 일

실시형태에서, 각 플런저 장치의 설정 포인트 위치는 각각의 인코더에 의해 레코딩되고, PCB (500) 로 포워드된다. 그 다음, 각 플런저 장치의 설정 포인트 위치 값은 제어 모듈 (520) 로 포워드된다. 그 설정 포인트 위치 값들은, 한정 구역 내의 압력 레벨이 미리 결정된 임계 범위 밖이라고 판정될 때 각 플런저 장치를 위한 새로운 설정 포인트 위치 값을 계산하기 위해, 제어 모듈 (520) 에 의해 채용된다.

- [0048] 일 실시형태에서, PCB (500) 는 또한 전력을 플런저 장치들의 셋트에 제공하도록 구성될 수도 있다. PCB (500) 는, 각 플런저 장치의 모터에 대한 전력을 턴온 (turn on) 및 턴오프 (turn off) 하기 위해 이용될 수도 있는 스위치들 (510) 의 셋트를 포함할 수도 있다.
- [0049] 일 실시형태에서, PCB (500) 는 교정 버튼들 (514) 의 셋트를 포함할 수도 있다. 교정 버튼들 (514) 의 셋트는, 플라즈마 처리 시스템이 처음 초기화될 때, 또는 플라즈마 처리 시스템이 서비스되고 난 후에, 플런저 장치들의 셋트를 교정하기 위해 이용될 수도 있다. 교정에 관한 논의는 나중에 제공된다.
- [0050] PCB (500) 는 또한, 일 실시형태에서, (LCD 디스플레이 등과 같은) 시각적 디스플레이 (512) 를 포함할 수도 있다. 시각적 디스플레이 (512) 는 플런저 장치들에 관한 데이터를 디스플레이하기 위해 이용될 수도 있다. 일예에서, 시각적 디스플레이 (512) 는, 각 플런저 장치의 현재 설정 포인트 위치 값, 플런저 장치들의 설정 포인트 위치 값들 사이의 최대 차분, 센서들에 관한 플래그의 위치, 각 플런저 장치에 의해 이용되는 파워의 양 등을 디스플레이할 수도 있다.
- [0051] 일 실시형태에서, 시각적 디스플레이 (512) 는 또한, 알람 경보를 표시하기 위해 이용될 수도 있다. 일예에서, 이용되는 파워의 양이 미리 결정된 임계 범위를 초과하는 경우, 알람이 디스플레이되고, 기술자에게 잠재적인 문제점에 관해 시각적인 통지를 제공할 수도 있다. 다른 예에서, 플런저 장치 중의 하나의 플래그가 제 2 센서의 광학적 빔을 깨뜨리는 경우, 알람이 디스플레이되어 기술자에게 잠재적인 문제점을 통지할 수도 있다.
- [0052] 도 6 은, 본 발명의 일 실시형태로서, 직접 구동 장치의 논리도를 나타낸다. 직접 구동 환경은 (인쇄 회로 보드 등과 같은) 보드 (604) 를 포함할 수도 있다. 전술한 바와 같이, 보드 (604) 는 제어 모듈 (602) 및 플런저 장치들 (620, 630, 및 640) 의 셋트와 통신한다.
- [0053] 보드 (604) 는, 일 실시형태에서, 제어 모듈 (602) 및 플런저 장치들 (620, 630, 및 640) 의 셋트와 양방향 관계를 갖는다. 일예에서, 보드 (604) 는 제어 모듈 (602) 로부터 명령들의 셋트를 수신하도록 구성되고, 프로세싱 데이터를 다시 제어 모듈 (602) 로 전송하도록 구성된다. 다른 예에서, 보드 (604) 는, 플런저 장치들 (620, 630, 및 640) 의 셋트로 명령들의 셋트를 전송하고, 그 플런저 장치들 (620, 630, 및 640) 의 셋트로부터 프로세싱 데이터를 수신하도록 구성된다.
- [0054] 일 실시형태에서, 보드 (604) 는 홈 위치 모니터링 모듈 (654) 을 포함할 수도 있다. 다른 말로, 보드 (604) 는, 각 플런저 장치가 교정된 후에, 각 플런저 장치의 홈 위치를 검증하도록 구성된다. 교정을 위한 방법은, 일 실시형태로, 도 7 에 도시된 바와 같을 수도 있다.
- [0055] 제 1 단계 702 에서, 모터가 오프 위치선으로 스위칭된다. 일 실시형태에서, 3 축 스텝퍼 보드는, 각 플런저 장치의 모터를 제어하도록 구성된 스위치들을 포함할 수도 있다. 각 스위치를 오프 위치선으로 설정함으로써, 각 플런저 장치의 모터가 턴오프된다.
- [0056] 다음 단계 704 에서, 한정 링들의 셋트가 초기 높이에 설정된다. 일단 모터가 턴오프되면, 한정 링들의 셋트의 초기 높이가 수동으로 설정될 수도 있다. 일 실시형태에서, 한정 링들의 셋트의 하부 면과 한정 링들의 셋트의 상부 면 사이의 원하는 갭은 게이지 블록 (gauge block) 을 이용하여 설정될 수도 있다. 게이지 블록의 두께는 원하는 초기 높이에 따라 변화할 수도 있다.
- [0057] 한정 링들의 셋트를 초기 높이로 이동시키기 위해, 모터 샤프트가 조정될 수도 있다. 모터 샤프트를 움직임으로써, 플러그 샤프트가 수직 방향으로 (상하로) 이동된다. 플런저 샤프트가 상부 한정 링에 걸리기 때문에, 한정 링들의 셋트 또한 이동된다. 일 실시형태에서, 인코더 위에 위치하고 모터 샤프트를 둘러싸는 (도 4b 의 노브 (426) 등과 같은) 액세스 노브 (axis knob) 는, 한정 링들의 셋트의 원하는 높이가 달성될 때까지, 모터 샤프트를 수동으로 조정하기 위해 수동으로 회전될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 회로 보드 (3 축 스텝퍼 보드) 상에 위치한 교정 버튼들의 셋트가 원하는 초기 높이를 달성하기 위해 눌러질 수도 있다. 이 단계는 모두 3 개의 플런저 장치들에 대해 수행된다.
- [0058] 다음 단계 706 에서, 센서들이 교정된다. 전술한 바와 같이, 센서들은 제 1 센서 및 제 2 센서를 포함한다. 기관 처리를 수행하기 전에, 플런저 장치는 홈 위치선에 설정된다. 일 실시형태에서, 홈 위치선

을 설정하기 위해, 각 플런저 장치의 플래그가 제 1 센서의 광학적 빔을 깨뜨릴 때까지 모터 샤프트가 회전된다. 이 단계는 모두 3 개의 플런저 장치들에 대해 수행된다.

- [0059] 일단 교정이 완료되면, 게이지 블록은 제거되고, 다음 단계 708 에서, 모터들이 다시 턴온된다. 일예에서, (회로 보드 상에 위치하는) 모터들과 연관된 스위치들이 온 포지션으로 설정되고, 이에 의해, 전력 이 모터로 흐르는 것을 허용한다.
- [0060] 일단 플런저 장치가 교정되면, 플런저 샤프트는 홈 포지션으로 이동된다. 다음 단계 710 에서, (인코더들 (626, 636, 및 646) 등과 같은) 각 인코더가, 각 플런저 장치의 초기 설정 포인트 포지션을 레코딩하는데 이용될 수도 있다. 플런저 장치들의 설정 포인트 포지션 값들 사이의 차분이 (제로 등과 같은) 설정 임계치를 교차하는 경우, 센서들은 교정될 필요가 있을 수도 있다.
- [0061] 다음 단계 712 에서, 직접 구동 장치는 기관 처리 준비가 된다. 각 플런저 장치에 대한 설정 포인트 포지션이 일단 검증되고 나면, 일 실시형태에서, 각 설정 포인트 포지션 값이 경로 (606) 를 따라 제어 모듈 (602) 로 전송된다. 한정 구역 내의 압력 레벨이 임계 범위 밖이고 플런저 장치가 조정되어야할 때, 새로운 설정 포인트 포지션 값을 결정하기 위한 알고리즘에서 이 설정 포인트 포지션 값이 이용된다. 추가적으로 또는 대안으로서, 각 플런저 장치에 대한 설정 포인트 포지션 값은 또한 LCD 디스플레이 (660) 상에 디스플레이될 수도 있다.
- [0062] 도 7 에서 논의된 바와 같은 교정 방법은 다양한 상황에서 일어날 수도 있다. 일예로, 새로운 플라즈마 처리 시스템이 설치될 때, 또는 처리 시스템이 서비스된 후에, 교정이 일어날 수도 있다. 예를 들어, 교정은 플런저 장치의 구성 부품이 교체되고 난 후에 일어날 수도 있다. 다른 예에서, 교정은 또한 한정 링들이 교체된 경우 일어날 수도 있다. 전술한 내용으로부터 알 수 있는 바와 같이, 상부 플레이트와 한정 링들의 셋트 사이의 갭에 영향을 미치는 컴포넌트가 교체 및/또는 서비스되지 않는다면, 교정은 통상적으로 필요하지 않다.
- [0063] 다시 도 6 을 참조하면, 보드 (604) 는 또한, 각 플런저 장치의 설정 포인트 포지션 값을 모니터링하도록 구성된 인코더 모니터링 모듈 (650) 을 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, (인코더들 (626, 636, 및 646) 등과 같은) 인코더는 각 플런저 장치의 설정 포인트 포지션 값을 포착하고 있을 수도 있다. 이 설정 포인트 포지션 값들은 분석을 위해 보드 (604) 로 전송된다. 설정 포인트 포지션 값들의 최대 차분이 (미리 결정된) 설정 임계 값을 교차하는 경우, 알람이 제어 모듈 (602) 로 전송되고; 또한, 모두 3 개의 모터들이 손상을 방지하기 위해 정지된다. 일 실시형태에서, 설정 포인트 포지션 값들 및 최대 차분이 또한 경로 (606) 를 통해 제어 모듈 (602) 로 전송되고/되거나, LCD 디스플레이 (660) 상에 또한 디스플레이된다.
- [0064] 또한, 보드 (604) 는, 각 플런저 장치의 모터로 흐르는 전류를 모니터링하도록 구성된 전력 모니터링 모듈 (652) 을 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 전류 흐름이 용이한 모니터링을 위해 LCD 디스플레이 (660) 상에 표시될 수도 있다. 전류 흐름이 임계 값을 넘는 경우, 알람이 경로 (608) 를 따라 제어 모듈 (602) 로 전송될 수도 있다. 또한, 전류 설정 임계 값이 초과되는 경우, 플런저 장치들의 모두 3 개의 모터들이 손상을 방지하기 위해 정지된다.
- [0065] 일 실시형태에서, 보드 (604) 는 또한, 각 플런저 장치의 제 2 센서를 모니터링하도록 구성된 제 2 센서 모니터링 모듈 (656) 을 포함할 수도 있다. 플래그가 (센서들 (628, 638, 및 648) 등과 같은) 제 2 센서의 광학적 빔을 깨뜨리는 경우, 보드 (604) 는 모두 3 개의 모터들을 정지시키도록 구성된다. 다른 단계들과 마찬가지로, 알람이 또한 LCD 디스플레이 (660) 상에 표시될 수도 있고 경로 (612) 를 따라 제어 모듈 (602) 로 전송될 수도 있다.
- [0066] 또 다른 실시형태에서, 보드 (604) 는 또한, 각 플런저 장치의 모터가 새로운 설정 포인트 포지션 값으로 이동하게 지시하도록 구성된 실행 모듈 (658) 을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 한정 구역 내의 압력이 설정 임계 범위를 초과하는 상황을 고려해 보자. 제어 모듈 (602) 은, 한정 구역 내의 압력 레벨을 조정하기 위해 새로운 설정 포인트 포지션 값으로 각 플런저 장치를 이동시키기 위한 명령들의 셋트를 보드 (604) 로 전송할 수도 있다.
- [0067] 일예로, 스텝 신호 및 방향 신호를 포함할 수도 있는 명령들의 셋트가 경로 (614) 를 따라 전송될 수도 있다. 이 명령들의 셋트를 수신시, 보드 (604) 는, 플런저 장치들 (620, 630, 및 640) 의 각각의 스텝퍼 모터들 (622, 632, 및 642) 이, 제어 모듈 (602) 에 의해 제공된 스텝 및 방향 신호들에 따라 플런저 샤프트를 이동시키도록 지시할 수도 있다. 일예로, 모터는 5 스텝퍼 펄스들에 의해 플런저 샤프트를 상방으로 이동시키

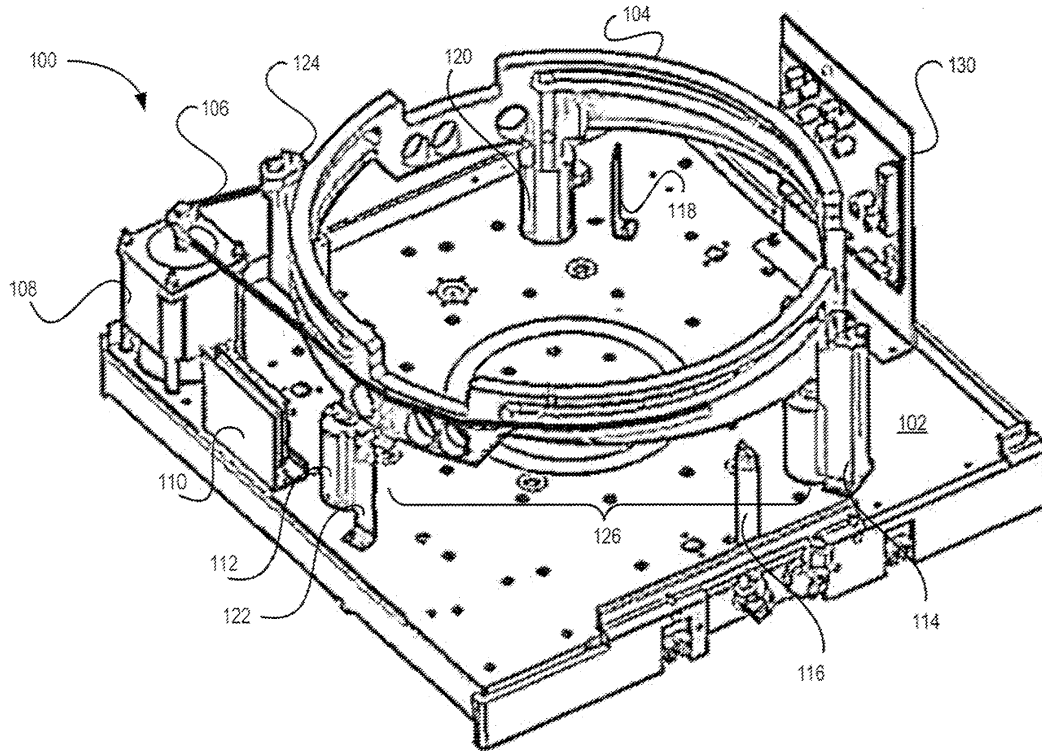
도록 지시될 수도 있다.

- [0068] 도 8 은, 본 발명의 일 실시형태에서, 기관 처리 동안 직접 구동 장치를 운용하기 위한 제어 전략을 도시한 간단한 흐름도를 나타낸다.
- [0069] 제 1 단계 802 에서, 각 플런저 장치는 홈 포지션에 설정된다. 다른 말로, 플런저 샤프트는, 플래그가 제 1 센서의 광학적 빔을 깨뜨릴 때까지 상방으로 이동된다. 일단 플래그가 광학적 빔을 깨뜨리면, 플래그는 홈 포지션에 있는 것으로 간주된다. 그 다음, 그 홈 포지션이 (회로 보드를 통해 프로세스 모듈 제어기 등과 같은) 제어 모듈로 전송된다.
- [0070] 다음 단계 804 에서, 기관 처리가 시작될 수도 있다.
- [0071] 다음 단계 806 에서, 한정 링들의 셋트는 레시피 초기 설정 포인트 포지션 값으로 이동된다. 통상적으로, 기관 처리가 시작되기 전에, 새로운 레시피 파라미터들이 사용자 인터페이스 컴퓨팅 모듈에서 입력되고 저장된다. 레시피 파라미터들은 그 다음 프로세스 모듈 제어기로 포워드된다. 프로세스 모듈 제어기는, 각 플런저 장치에 대한 새로운 설정 포인트 포지션 값을 결정하기 위해 레시피 및 홈 포지션에 기초하여 알고리즘을 수행한다. 일단 새로운 설정 포인트 포지션 값이 계산되고 나면, (스텝 및 방향 신호들을 갖는) 명령들의 셋트가 회로 보드로 전송된다. 그 다음, 회로 보드는 그 신호들을 모터로 전달하고, 이 모터는 모터 샤프트를 회전시킨다. 모터 샤프트의 회전은 플런저 샤프트를 이동시키고, 이에 의해, 한정 링들의 셋트로 하여금 초기 설정 포인트 포지션 값으로 이동하게 한다.
- [0072] 다음 단계 808 에서, 기관 처리 동안 압력 레벨이 모니터링된다. 처리 챔버 내의 조건들이 압력 레벨이 변동하도록 야기할 수도 있다면, 모노미터 등과 같은 센서가 한정 구역 내의 압력 레벨을 모니터링하기 위해 채용될 수도 있다. 한정 구역 내의 압력 레벨에 관한 프로세스 데이터는 분석을 위해 제어 모듈로 전송될 수도 있다.
- [0073] 다음 단계 810 에서, 한정 링들의 셋트를 조정함으로써, 기관 처리 동안 압력 레벨이 유지된다. 한정 구역 내의 압력 레벨이 수용가능한 소정의 임계 범위 밖이라고 제어 모듈이 판단한 경우, 제어 모듈은, 그 압력 레벨을 수용가능한 범위 내로 다시 조정하기 위해 한정 링들을 이동시키는데 필요한 설정 포인트 포지션 값을 재계산할 수도 있다. 새로운 설정 포인트 포지션 값들이 회로 보드로 전송될 수도 있다. 새로운 설정 포인트 포지션 값들을 수신시, 회로 보드는, 각 플런저 장치의 모터에 특정 방향으로 특정 수의 스텝퍼 펄스들에 의해 이동하도록 하는 명령을 전송할 수도 있다.
- [0074] 다음 단계 812 에서, 레시피 단계가 완료된 경우, 한정 링들의 셋트는 다시 홈 포지션으로 이동된다.
- [0075] 전술한 바로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 하나 이상의 실시형태들은, 처리 챔버 환경 내의 압력 레벨을 조정하기 위해 한정 링 포지션들을 조작하기 위한 직접 구동 장치를 제공한다. 설계를 단순화함으로써, 직접 구동 장치는 캠 링 장치 등과 같은 보다 복잡한 장치의 기능을 여전히 수행하면서도 더 적은 물리적 공간을 차지한다. 더 적은 기계적/전기적 부품들로 인해, 본 직접 구동 장치는 더욱 신뢰성이 있다. 또한, 소유 비용이 최소화된다.
- [0076] 이 발명이 수개의 바람직한 실시형태들의 면에서 설명되었지만, 이 발명의 범위 내에 속하는 변경들, 치환들, 및 균등물들이 존재한다. 본원에서 다양한 예들이 제공되었지만, 이 예들은 예시적인 것이고 본 발명에 대해 제한하려는 의도가 아니다.
- [0077] 또한, 제목 및 요약은 편의를 위해 본원에 제공되었고, 본원의 청구범위를 해석하기 위해 사용되어서는 아니 된다. 또한, 요약서는 매우 단축된 형태로 쓰여졌고, 편의를 위해 본원에 제공되었으므로, 청구범위에 표현된 전체 발명을 해석하거나 제한하기 위해 채용되어서는 아니된다. "셋트 (set)" 라는 용어가 본원에 채용된 경우, 이러한 용어는, 제로, 하나, 또는 하나의 일원보다 많은 것을 의미하는 통상적으로 이해되는 수학적 의미를 가지는 것으로 의도된다. 본 발명의 방법 및 장치를 구현하는 많은 대안적인 방식들이 존재한다는 것도 유념해야 한다. 따라서, 이하에 첨부된 청구범위는, 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 속하는 이러한 모든 변경들, 치환들, 및 균등물들을 포함하는 것으로서 해석되어야 한다.

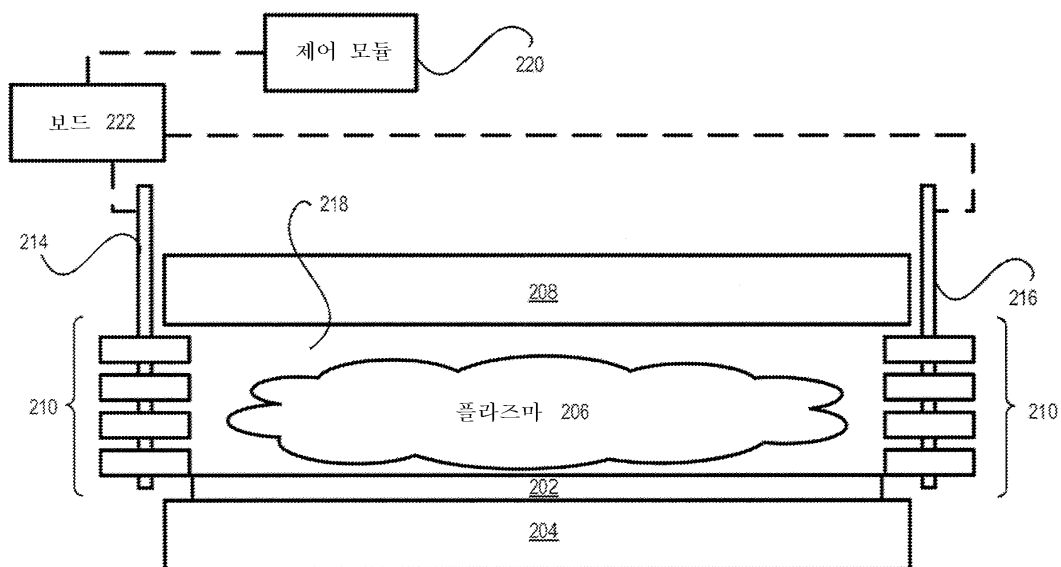
도면

도면1

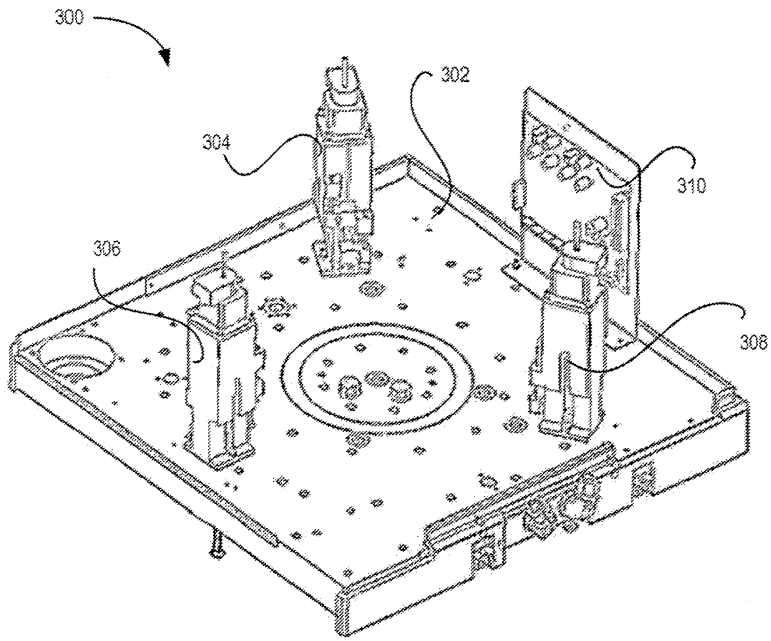
종래 기술



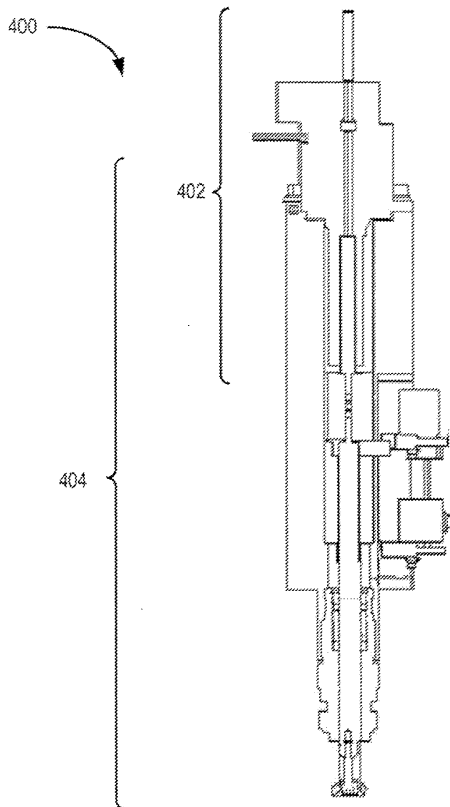
도면2



도면3

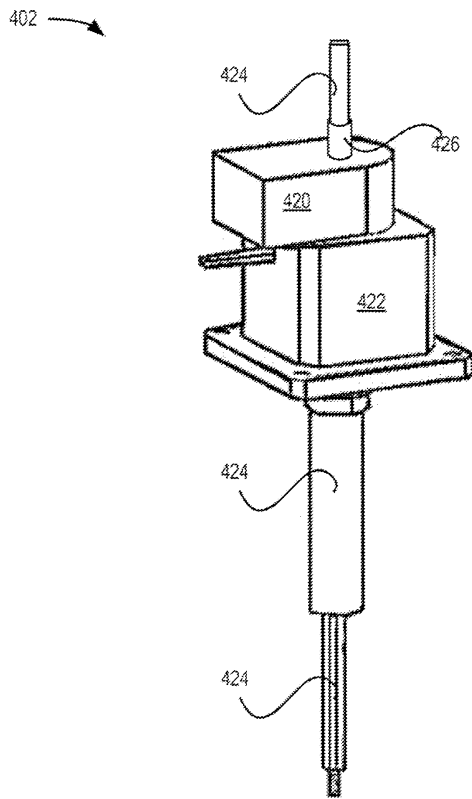


도면4a

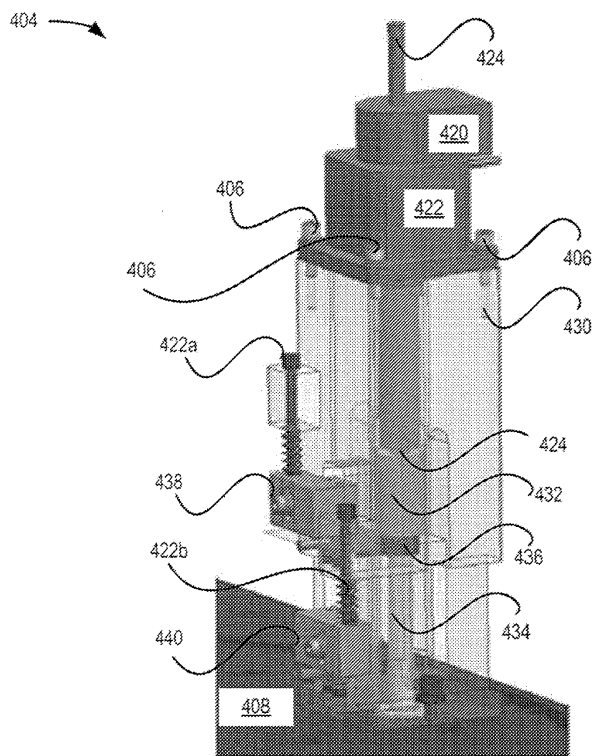




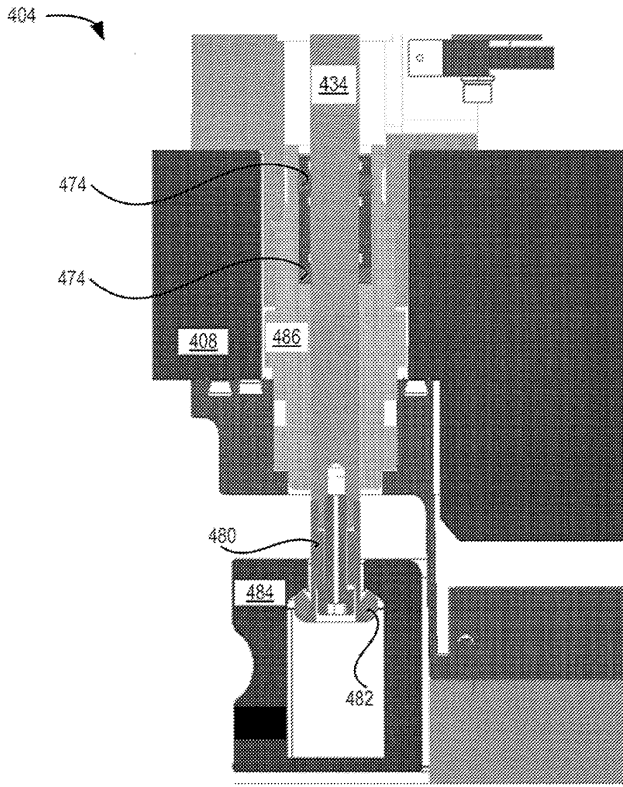
도면4b



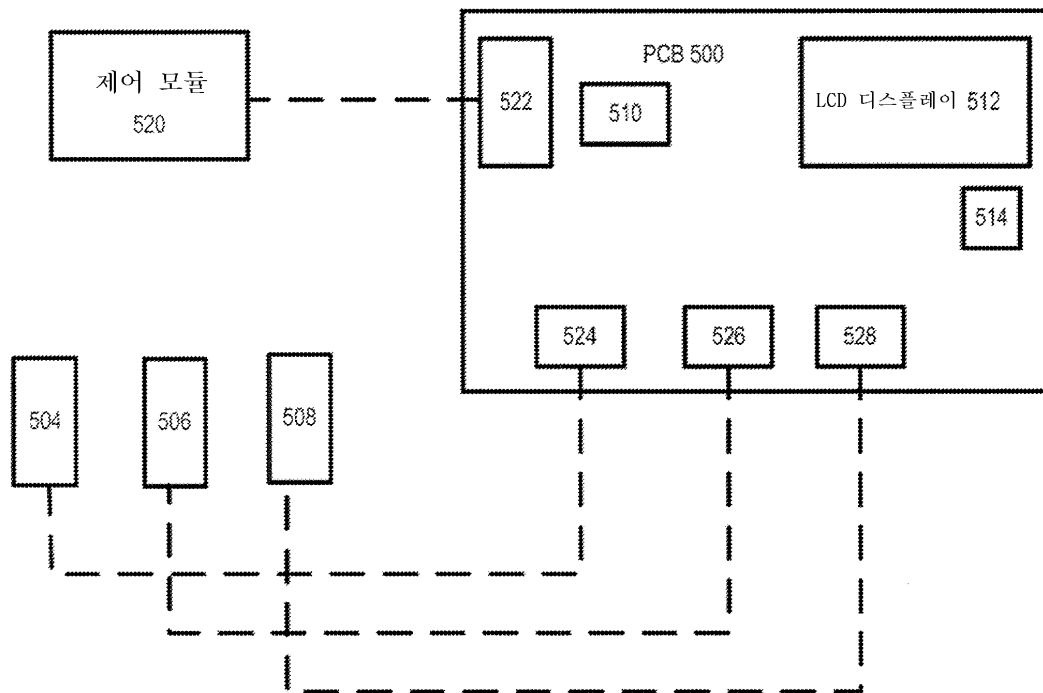
도면4c



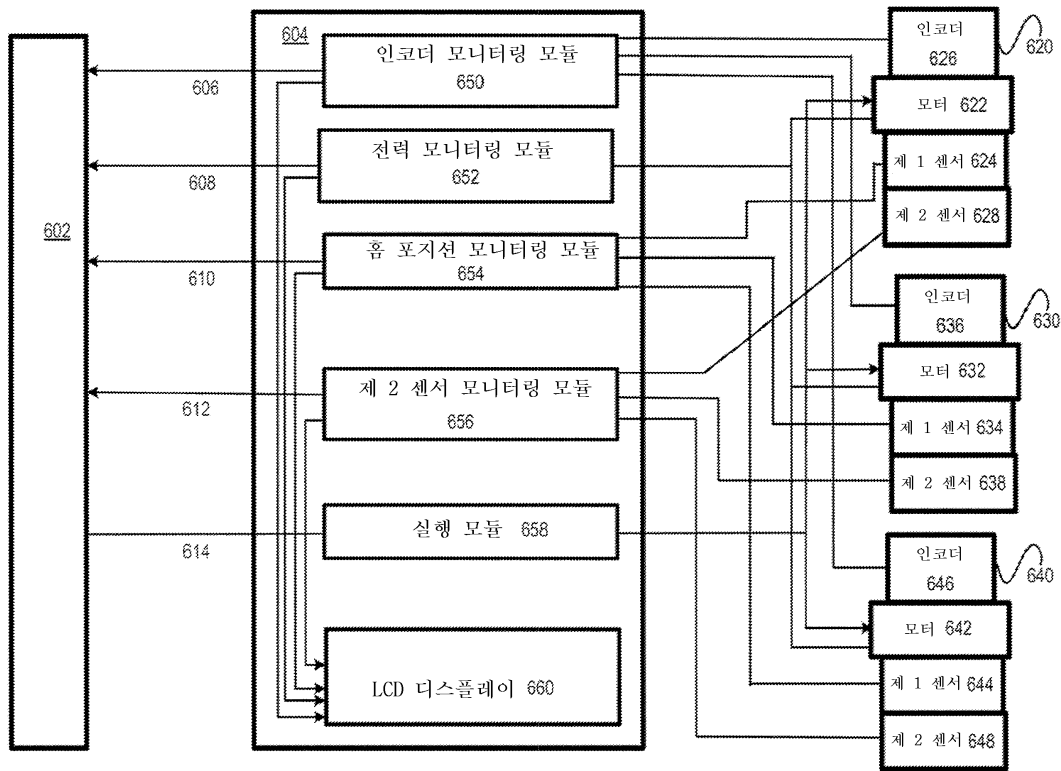
도면4d



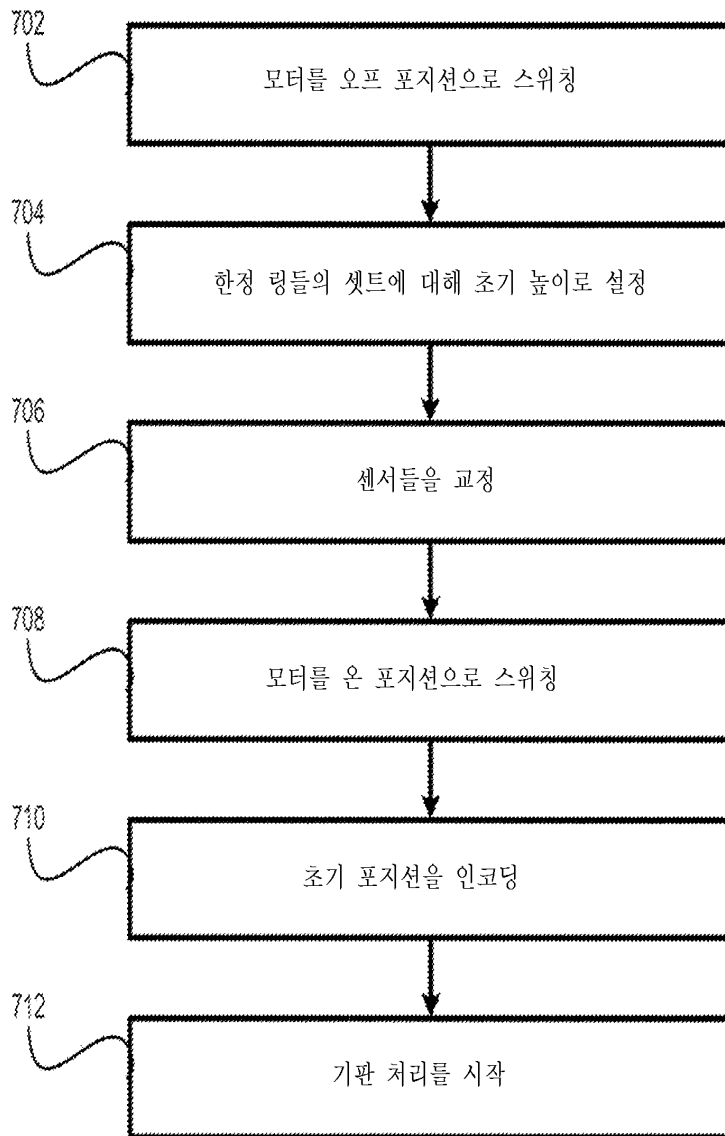
도면5



도면6



도면7



도면8

