



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월04일

(11) 등록번호 10-2141270

(24) 등록일자 2020년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F04B 13/00 (2020.01) *F04B 17/03* (2006.01)

F04B 43/04 (2006.01) *F16H 25/20* (2006.01)

(52) CPC특허분류

F04B 13/00 (2013.01)

F04B 17/03 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7036398

(22) 출원일자(국제) 2015년05월28일

심사청구일자 2020년04월03일

(85) 번역문제출일자 2016년12월26일

(65) 공개번호 10-2017-0013322

(43) 공개일자 2017년02월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/032817

(87) 국제공개번호 WO 2015/184057

국제공개일자 2015년12월03일

(30) 우선권주장

62/004,117 2014년05월28일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US07063785 B2

US07850431 B2

US20050023205 A1

US20090132094 A1

(73) 특허권자

엔테그리스, 아이엔씨.

미국 매사추세츠 (우편번호 01821) 빌러리카 콩코드 로드 129

(72) 발명자

시드론 제임스

미국 매사추세츠주 02184 브레인트리 매그놀리아 스트리트 104

가스가이 이라지

미국 매사추세츠주 01752 말보로 로버트 로드 104

고넬라 조지 엘

미국 매사추세츠주 01463-0412 페퍼렐 엘리엇 스트리트 24

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 황영은

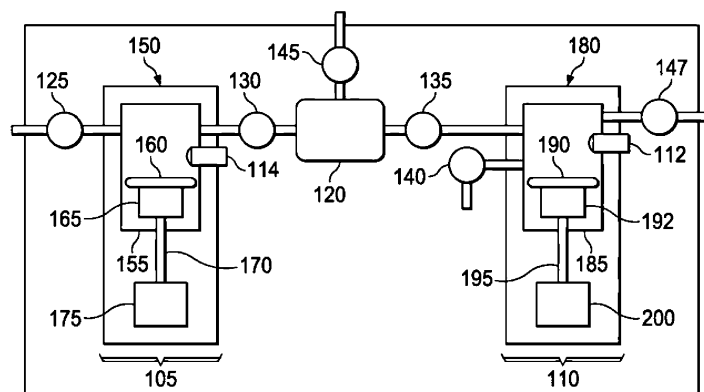
(54) 발명의 명칭 공급 및 분배 센서를 갖는 펌프의 작동, 여과 및 분배 확인, 및 필터의 감압 프라이밍을 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

펌핑 시스템은 다양한 작동 프로파일을 결정할 때에 제어기에 의해 사용될 수 있는 압력 정보를 획득 및 제공하기 위해 충전측에 위치된 압력 센서 및 분배측의 압력 센서를 구비한다. 공정 유체 내에 공기가 포획되는 것을 방지하기 위해, 압력 센서는 저면이나 1/2의 높이에 또는 저면이나 1/2의 높이의 근방에 공급 챔버, 병, 또는 리

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2a



저버 탱크의 측벽 상에 동일한 면으로 장착되거나, 측벽에 대해 각도를 이루도록 장착될 수 있다. 충전측으로부터 획득된 압력 정보는 여과 확인, 공기 검출, 필터의 감압 프라이밍을 포함하는 많은 유익한 용도를 가질 수 있다. 이 펌핑 시스템은 작동 프로파일 및 다양한 관련 경보를 실시간으로 디스플레이하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스를 더 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

F04B 43/04 (2013.01)

F16H 25/2006 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

다단 펌프에 있어서,
 공정 유체의 유입을 조절하기 위한 유입 밸브;
 상기 유입 밸브로부터 하류의 공급 스테이지 부분;
 상기 공급 스테이지 부분으로부터 하류의 필터;
 상기 필터로부터 하류의 분배 스테이지 부분; 및
 상기 공정 유체의 유출을 조절하기 위한 유출 밸브를 포함하고,
 상기 공급 스테이지 부분은 공급 스테이지 펌프 및 압력 센서를 포함하고,
 상기 공급 스테이지 펌프는 공급 챔버, 상기 공급 챔버 내에서 이동되어 상기 공급 챔버 내의 공정 유체를 변위시키는 공급 스테이지 다이어프램, 상기 공급 스테이지 다이어프램을 이동시키는 피스톤, 상기 피스톤을 작동시키도록 상기 피스톤에 결합된 리드 스크루, 및 상기 리드 스크루를 구동시키는 공급 모터를 포함하고,
 상기 압력 센서는 상기 공급 챔버 내의 유체 압력을 검출하기 위해 상기 공급 챔버의 측벽 상에 장착되고,
 상기 압력 센서는 상기 압력 센서의 감지 부분이 상방을 향하도록 상기 공급 챔버의 측벽에 대해 소정 각도로 상기 공급 챔버의 측벽 상에 장착되고, 상기 상방은 상기 공급 스테이지 다이어프램이 상기 공급 챔버로부터 상기 공정 유체를 변위시키도록 이동하는 방향인
 다단 펌프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 측벽에 대한 상기 압력 센서의 각도는 45도 이하인
 다단 펌프.

청구항 3

펌핑 시스템에 있어서,
 유체 공급원;
 상기 유체 공급원과 유체 연통 상태에 있는 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 다단 펌프; 및
 하나 이상의 네트워크 통신 링크를 통해 상기 다단 펌프에 통신가능하게 접속되는 펌프 제어기를 포함하는
 펌핑 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 펌프 제어기에 의해 모니터링된 복수의 펌프 작동 파라미터를 위한 작동 프로파일을 디스플레이하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스를 더 포함하는
 펌핑 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 펌프 제어기는 상기 압력 센서에 의해 검출된 상기 공급 챔버 내의 유체 압력을 사용하여 여과 확인을 수행하도록 구성되고, 상기 여과 확인은 상기 압력 센서에 의해 검출된 상기 공급 챔버 내의 유체 압력에 적어도 부분적으로 기초하여 작동 충전 압력 프로파일을 결정하는 것, 상기 작동 충전 압력 프로파일을 기준 충전 압력 프로파일과 비교하는 것, 및 경보를 발생시킬지의 여부를 결정하는 것을 포함하는

펌핑 시스템.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 펌프 제어기는 상기 압력 센서에 의해 검출된 상기 공급 챔버 내의 유체 압력을 사용하여 공기 검출 시험을 수행하도록 구성되고, 상기 공기 검출 시험은 상기 공급 챔버를 포함하는 다단 펌프의 부분을 격리시키는 것, 격리된 부분이 제 1 압력이 되도록 상기 공급 모터를 제어하는 것, 상기 공급 모터를 일정한 거리만큼 이동시키는 것, 상기 압력 센서를 사용하여 제 2 압력을 검출하는 것, 및 상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 변화를 나타내는 압력 차이를 결정하는 것을 포함하고, 상기 압력 차이는 상기 공급 챔버를 포함하는 상기 격리된 부분 내의 공기의 양에 상관되는

펌핑 시스템.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 펌프 제어기는 상기 압력 센서에 의해 검출된 상기 공급 챔버 내의 유체 압력을 사용하여 필터 프라이밍 루틴을 수행하도록 구성되는

펌핑 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 필터 프라이밍 루틴은 상기 공급 챔버 및 상기 필터를 포함하는 상기 다단 펌프의 격리된 부분이 음압 또는 감압에 도달했는지의 여부를 결정하는 것, 및 상기 다단 펌프의 격리된 부분 내의 상기 공정 유체로부터 기체 또는 기포를 탈기 또는 제거하기 위해 소정 기간 동안 상기 음압 또는 감압에서 상기 공정 유체 내에 상기 필터를 침지시키는 것을 포함하는

펌핑 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원(들)의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2014년 5월 28일에 출원된 미국 가출원 제 62/004,117 호로부터의 우선권의 이익을 주장하고, 이 문헌은 별첨을 포함하여, 본원에 참조로 완전히 포함된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 본 개시는 일반적으로 유체 펌프에 관한 것이다. 더 상세히 설명하면, 본 명세서에 개시된 실시형태는 일단 펌프 및 다단 펌프에 관한 것으로, 반도체 제조에서 사용되는 펌프를 포함한다. 좀 더 상세히 설명하면, 본 발명의 실시형태는 펌프를 작동시키는 것, 및/또는 펌프에 있어서의 여과 확인, 분배 확인, 공기 검출, 및 필터의 감압 프라이밍을 포함하는 펌프의 다양한 작동 또는 작용을 확인하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 펌핑 장치에 의해 분배되는 유량 및/또는 유속에 대한 정밀 제어가 필요한 많은 용도가 있다. 예를 들면, 반도체 가공에서, 반도체 웨이퍼에 도포되는 포토레지스트 화학물질과 같은 광화학물질의 도포량 및 도포율을 제어하는 것은 중요하다. 가공 중에 반도체 웨이퍼에 도포되는 코팅은 전형적으로 웨이퍼의 표면의 전체에 걸쳐 용스트림으로 측정되는 균일하고 일관된 평탄성을 필요로 한다. 웨이퍼에 도포되는 가공용 화학물질의 도포율은, 가공용 액체(즉, 이 화학물질을 함유하는 반도체 제조 공정 유체)가 정확하고 균일하게 도포되는 것을 보장하기 위해, 주의 깊게 조정되고 정밀하게 제어되어야 한다.

[0006] 오늘날 반도체 산업에서 사용되는 많은 광화학물질은 많은 경우 리터 당 1,000 US\$ 정도로 매우 고가이다. 그러므로, 최소의 적절한 양의 화학물질이 사용되도록, 그리고 이 화학물질을 함유하는 공정 액체 또는 공정 유체가 펌핑 장치에 의해 손상되지 않도록 보장하는 것이 바람직하다. 그러나, 펌핑 장치의 작동 중의 다양한 조건으로 인해 공정 유체를 손상시킬 수 있는(즉, 공정 유체의 물리적 특성을 불리하게 변화시킬 수 있는) 압력 급상승 또는 압력 급강하가 초래되어, 지나치게 많거나 지나치게 적은 공정 유체가 분배될 수 있고, 또는 공정 유체의 분배 작업에 불리한 동특성(dynamics)이 도입될 수 있다. 펌핑 장치 내에서 발생하는 기타 조건도 공정 유체의 적절한 분배를 방해할 수 있다. 이들 조건은 공정 자체의 타이밍 변화로부터 유래될 수 있다. 이들 조건이 발생되면 웨이퍼 상에 공정 유체가 부적절하게 분배될 수 있고, 그 결과 이 웨이퍼는 사용하기에 부적절해지고, 결국 스크랩으로서 폐기된다.

[0007] 이 문제를 악화시키는 것은, 많은 경우, 웨이퍼가 추가의 공정을 거친 후에 품질 제어 절차의 일부 형태를 이용하여 비로서 스크랩 웨이퍼가 검출된다는 사실이다. 한편, 부적절한 분배 및 이에 따른 스크랩 웨이퍼를 초래하는 조건은 그대로 유지된다. 그 결과, 첫번째의 부적절한 분배와 스크랩 웨이퍼의 검출 사이의 짧은 시간 중에 다른 웨이퍼 상에 많은 추가의 부적절한 침착이 발생될 수 있다. 유감스럽게도, 이들 웨이퍼도 결국 스크랩으로서 폐기되어야 한다.

[0008] 예상할 수 있는 바와 같이, 적절한 분배가 발생되었음을 검출 또는 확인하는 것이 바람직하다. 과거에 이러한 분배 확인은 다양한 기법을 이용하여 수행되어 왔다. 일 예로서, 종래의 분배 확인 방법은 분배가 실행되었음을 확인하기 위해 펌프의 분배 노즐에 위치하는 카메라 시스템을 이용하는 것을 포함한다. 그러나, 이러한 해결책은 카메라 시스템이 통상적으로 펌핑 시스템과 독립되어 있고, 따라서 별도로 설치되어, 펌핑 시스템과 함께 작동하도록 조정되어야 하므로 바람직하지 않다. 더욱이, 대부분의 경우, 이들 카메라 시스템은 턱없이 고가이기 마련이다.

[0009] 다른 방법은 분배가 실행되었음을 확인하기 위해 펌핑 시스템 내의 공정 유체의 유체 유동 경로에 유량계를 사용하는 것을 포함한다. 이러한 방법도 또한 문제가 있을 수 있다. 예를 들면, 유체 유동 경로 내에 추가의 부품으로서 유량계를 삽입하는 것은 펌핑 시스템의 비용을 상승시킬 뿐만 아니라 공정 유체가 삽입된 유량계를 통과할 때 공정 유체의 오염의 우려를 증가시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 상기 설명을 감안하면, 펌프의 작동 및 작용의 적절한 완료를 신속하고 정확하게 검출할 수 있고, 효율적 작동 및 품질 결과를 보장하는데 필요한 경우에 조기 경고를 제공하거나 및/또는 적절히 대처할 수 있는, 펌프의 작동 및 작용을 확인하기 위한 방법 및 시스템이 필요하다. 본 명세서에 개시된 실시형태는 이러한 요구 등에 대처할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 일부의 실시형태에서, 펌핑 시스템은 유체 공급원, 유입 밸브를 통해 유체 공급원과 유체 연통 상태인 다단 펌프, 및 하나 이상의 네트워크 통신 링크를 통해 다단 펌프에 통신가능하게 접속되는 펌프 제어기를 포함할 수 있다. 또한 펌프 제어기는 펌프 트랙, 관리 스테이션 등과 같은 제어 장치에 통신가능하게 접속될 수 있다.

[0012] 일부의 실시형태에서, 다단 펌프는 공정 유체의 유입을 조절하기 위한 유입 밸브, 유입 밸브로부터 하류의 공급 스테이지 부분, 공급 스테이지 부분으로부터 하류의 필터, 필터로부터 하류의 분배 스테이지 부분, 및 공정 유체의 유출을 조절하기 위한 유출 밸브를 포함할 수 있다. 일부의 실시형태에서, 공급 스테이지 부분은 공급 스테이지 펌프 및 이것에 장착된 압력 센서를 포함할 수 있다. 일부의 실시형태에서, 공급 스테이지 부분은 병 또는 리저버 탱크 및 이것에 장착된 압력 센서를 포함할 수 있다. 압력 센서는 공급 챔버, 병, 또는 리저버 탱크의 측벽 상에 그 내부의 유체 압력을 검출하기 위해 장착될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 압력 센서는 이 측벽과 동일한 면 상에 장착될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서는 이 측벽 상에 어떤 각도로 장착될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 이 측벽 상에 압력 센서가 장착되는 각도는 약 5 내지 10 도, 약 45 도, 또는 공기의 포획을 방지하기 위해 측벽에 대해 가능한 급경사로 장착될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 압력 센서는 이 압력 센서의 감지 부분이 상방을 향하도록 측벽 상에 장착된다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서는 공급 챔버, 병, 또는 리저버 탱크의 1/2 높이의 위치에 또는 1/2 높이의 근방에 장착될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서는 공급 챔버, 병, 또는 리저버 탱크의 저면에 또는 저면의 근방에 장착될 수 있다.

[0013] 공급 스테이지 펌프는 공급 챔버, 상기 공급 챔버 내에서 이동되어 공급 챔버 내의 공정 유체를 변위시키는 공급 스테이지 다이어프램, 공급 스테이지 다이어프램을 이동시키는 피스톤, 피스톤을 작동시키도록 피스톤에 결합된 리드 스크루 또는 볼 스크루, 및 리드 스크루 또는 볼 스크루를 구동시키는 공급 모터를 포함할 수 있다.

[0014] 일부의 실시형태에서, 충전측 상의 압력 센서에 의해 검출된 유체 압력은 여과 확인, 공기 검출 시험, 필터 프라이밍 루틴을 포함하는 많은 유익한 용도를 가질 수 있다. 일부의 실시형태에서, 여과 확인은 압력 센서에 의해 검출된 유체 압력에 적어도 부분적으로 기초하여 작동 충전 압력 프로파일을 결정하는 단계, 이 작동 충전 압력 프로파일을 기준 충전 압력 프로파일과 비교하는 단계, 및 경보를 발생할 것인지의 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 일부의 실시형태에서, 공기 검출 시험은 다단 펌프의 일부를 격리하는 단계, 이 격리된 부

분이 제 1 압력으로 되도록 공급 모터를 제어하는 단계, 압력 센서를 사용하여 제 2 압력을 검출하는 단계, 및 격리된 부분의 공기의 양에 관련되는 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 변화를 나타내는 압력 차이를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 일부의 실시형태에서, 필터 프라이밍 루틴은 다단 펌프의 격리된 부분이 음압 또는 감압에 도달했는지의 여부를 결정하는 단계, 및 다단 펌프의 격리된 부분 내의 공정 유체로부터 기체 또는 기포를 탈기 또는 제거하기 위해 소정 기간 동안 음압 또는 감압의 공정 유체 내에 필터를 침지시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 일부의 실시형태에서, 펌핑 시스템은 펌프 제어기에 의해 모니터링된 복수의 펌프 작동 파라미터를 위한 작동 프로파일을 디스플레이하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스를 더 포함할 수 있다. 그래픽 사용자 인터페이스는 보 정보, 경고 정보, 에러 정보, 및 임계 정보를 포함하는, 작동 프로파일을 위한 복수의 사용자-선택가능한 정보 유형을 디스플레이할 수 있다.

[0016] 일부의 실시형태에서, 작동 프로파일은 준비 세그먼트, 분배 세그먼트, 여과 세그먼트, 통기 세그먼트, 퍼지 세그먼트, 공기 검출 세그먼트, 및 충전 세그먼트를 포함하는 분배 사이클 중에 수집된 정보를 포함할 수 있다. 특히, 일부의 실시형태에서, 작동 프로파일은 공급 챔버 내에서 유체 압력에 대한 압력 프로파일을 포함할 수 있다.

[0017] 많은 다른 실시형태가 또한 가능하다.

[0018] 본 발명의 이들 양태 및 기타 양태는 이하의 설명 및 첨부된 도면과 관련하여 검토하면 더 깊이 이해될 것이다. 본 발명의 다양한 실시형태 및 본 발명의 많은 특징의 세부 내용을 나타내는 이하의 설명은 일례로서 제공된 것으로서 비제한적이다. 본 발명의 범위 내에서 많은 치환, 개조, 추가 또는 재배열이 실시될 수 있고, 본 발명은 이러한 모든 치환, 개조, 추가 또는 재배열을 포함한다.

[0019] 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 특징의 양태를 묘사하기 위해 포함된다. 본 발명의 더 명확한 표현, 및 본 발명이 제공된 시스템의 부품 및 작동은 도면에 도시된 예시적인 따라서 비제한적인 실시형태를 참조함으로써 더 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 여기서, 동일한 참조 번호는 동일한 부품을 나타낸다. 도면에 도시된 기구들은 반드시 축척에 따라 작도되지는 않았음에 주의해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 예시적 펌핑 시스템의 개략도를 도시한다.

도 2a는 하나의 실시형태에 따른 예시적 다단 펌프(multi-stage pump)의 개략도를 도시한다.

도 2b는 하나의 실시형태에 따른 다른 예시적 다단 펌프의 개략도를 도시한다.

도 3a 및 도 3b는 예시적 다단 펌프를 위한 밸브 및 모터의 타이밍 다이어그램이다.

도 4는 다양한 펌프 작동 파라미터를 위한 작동 프로파일을 도시하는 인터페이스의 하나의 실시형태의 개략도를 도시한다.

도 5a 및 도 5b는 예시적인 세트의 모니터링된 데이터를 도시하는 인터페이스의 하나의 실시형태의 개략도를 도시한다.

도 6은 프라이밍 사이클을 구성하는 하나의 실시형태를 도시하는 그래픽 사용자 인터페이스의 하나의 실시형태의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 시스템과 방법 및 이것의 유리한 세부 내용은 첨부한 도면에 도시된, 그리고 이하의 설명에서 열거된 비제한적 실시형태를 참조하여 더 상세히 설명된다. 주지의 출발 재료, 공정 기법, 부품 및 설비의 세부적 설명은 본 발명을 불필요하게 불명료하게 하지 않도록 생략된다. 그러나, 본 발명의 바람직한 실시형태를 나타내는 상세한 설명 및 구체적인 실시형태는 비제한적인 사례로서 제공된 것임을 이해해야 한다. 본 개시의 사상 및/또는 범위 내에서 본 개시의 다양한 치환, 개조, 추가 및/또는 재배열은 본 기술분야의 당업자에게 명백할 것이다.

[0022] 실시형태를 설명하기 전에, 다양한 실시형태에서 사용될 수 있는 예시적 펌프 또는 펌핑 시스템을 설명하는 것이 유용할 것이다. 도 1은 펌핑 시스템(10)의 개략도를 도시한다. 펌핑 시스템(10)은 유체 공급원(15), 펌프 제어기(20) 및 다단 펌프(100)를 포함할 수 있고, 이들은 웨이퍼(25) 상에 유체를 분배하기 위해 함께 작동된다.

유체 공급원(15)은 탱크, 병, 유체 처리 시스템, 또는 다단 펌프(100)에 공정 유체, 예를 들면, 반도체 제조용 공정 유체를 공급할 수 있는 유체 운반 네트워크와 같은 임의의 적절한 공급원일 수 있다. 반도체 제조 공정은 본 기술분야의 당업자에게 공지되어 있으므로 본 명세서에서는 설명되지 않는다.

[0023] 다단 펌프(100)의 작동은 펌프 제어기(20)에 의해 제어될 수 있고, 이 펌프 제어기(20)는 다단 펌프(100)에 탑재될 수 있거나 제어 신호, 데이터 또는 기타 정보를 통신하기 위한 하나 이상의 통신 링크를 통해 다단 펌프(100)에 연결될 수 있다. 펌프 제어기(20)는 프로세서, 메모리, 인터페이스, 디스플레이 장치, 주변장치, 또는 기타 컴퓨터 부품을 포함하는 본 기술분야에 공지된 다양한 컴퓨터 부품을 포함할 수 있다. 예를 들면, 펌프 제어기(20)는 중앙 처리 유닛(CPU), 주문형 집적회로(ASIC), 디지털 신호 프로세싱(DSP), 축소 명령 세트 컴퓨팅(RISC) 또는 기타 프로세서를 실행하는 프로세서(35)를 포함할 수 있다. 적절한 프로세서의 하나의 예는 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments)의 TMS320F28335PGFA 16-비트 DSP(텍사스 인스트루먼트는 텍사스주 달라스에 소재하는 회사임)이다. 또한, 펌프 제어기(20)는 적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체(27)(예를 들면, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 읽기 전용 메모리(ROM), 플래시 메모리, 광디스크, 자기 드라이브 또는 기타 컴퓨터 판독가능 매체)를 포함할 수 있다.

[0024] 도 1의 실시예에서, 펌프 제어기(20)는 통신 링크(40, 45)를 통해 다단 펌프(100)와 통신한다. 통신 링크(40, 45)는 네트워크(예를 들면, 이더넷, 이더캣, 무선 네트워크, 글로벌 에어리어 네트워크, 디바이스넷 네트워크 또는 기타 본 기술분야에서 공지되거나 개발된 네트워크), 버스(예를 들면, 소형 컴퓨터 시스템 인터페이스(SCSI) 버스) 또는 기타 통신 링크일 수 있다. 이들 통신 부품은 본 기술분야의 당업자에게 공지되어 있다.

[0025] 펌프 제어기(20)는 내장형 인쇄 회로 보드(PCB), 원격 제어기로서, 또는 기타 적절한 방식으로 구현될 수 있다. 펌프 제어기(20)는 펌프 제어기(20)가 다단 펌프(100), 펌프 트랙, 관리 스테이션 등과 통신하도록 허용하기 위한 적절한 인터페이스(예를 들면, 이더캣, 네트워크 인터페이스, 입력/출력(I/O) 인터페이스, 아날로그 디지털 컨버터 및 기타 부품)을 포함할 수 있다.

[0026] 펌프 트랙은 웨이퍼 표면 상에 작업(예를 들면, 화학적 침착 또는 유체 코팅 공정)을 수행하기 위한 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 구비하는 틀 또는 시스템을 지칭한다. 그렇게 함으로써, 정밀한 체적의 유체가 웨이퍼(25)의 표면에 도포될 필요가 있다. 펌프 제어기(20)는 낮은 점성도(즉, 5 센티포아즈 미만)의 유체를 포함하는 다양한 유형의 유체를 정확하게 다단 펌프(100)가 분배하도록 다단 펌프(100) 내에서 다양한 밸브 및 모터를 제어할 수 있다. 다단 펌프(100)의 작동을 제어하기 위한 제어 로직은 펌프 제어기(20), 관리 스테이션, 및/또는 기타 컴퓨팅 디바이스 상에서 구현될 수 있다. 펌프 제어기(20)에서, 제어 명령(30)은 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체(27) 상에서 구현될 수 있다. 제어 기구의 예는 "펌프에서 압력 보상을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 8,029,247; "침지 리소그래피 시스템에서 유체 유량 제어를 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 7,443,483; "모터를 사용하여 압력 변화를 수정하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 8,172,546; "유체 압력을 제어하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 7,850,431; "펌프의 작동을 모니터링하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 7,878,765; 및 "펌프 제어기에 접속하기 위한 I/O 시스템, 방법 및 장치"라는 명칭의 미국 특허 번호 7,940,664에서 발견되고, 이들 각각은 원용에 의해 본 명세서에 완전히 포함된다.

[0027] 도 2a는 다단 펌프(100)의 개략도를 도시한다. 본 실시예에서, 다단 펌프(100)는 공급 스테이지 부분(105) 및 별개의 분배 스테이지 부분(110)을 포함한다. 공정 유체로부터 불순물을 여과하거나 아니면 제거하기 위한 필터(120)는 유체 유량의 관점으로부터 공급 스테이지 부분(105)과 분배 스테이지 부분(110) 사이에 위치되어 있다.

[0028] 공급 스테이지 부분(105) 및 분배 스테이지 부분(110)은 공정 유체가 유체 공급원(예를 들면, 도 1에 도시된 유체 공급원(15))으로부터 공급 스테이지(105), 필터(120), 분배 스테이지(110), 분배 또는 사용의 지점으로 유동하도록 안내하기 위한 펌프(150, 180)를 포함할 수 있다. 유체 유동을 제어하기 위해, 다단 펌프(100)는, 예를 들면, 유입 밸브(125), 격리 밸브(130), 배리어 밸브(135), 퍼지 밸브(140), 통기 밸브(145) 및 유출 밸브(147)를 포함하는 다수의 밸브를 포함한다. 이들 밸브는 다단 펌프(100)의 다양한 부분으로의 유체 유동을 허용하거나 제한하기 위해 개방되거나 폐쇄된다. 예를 들면, 이들 밸브는 압력이 작용되는지 또는 진공이 작용되는지에 따라 개방 또는 폐쇄되는 공압 작동식(즉, 기체 구동식) 다이어프램 밸브일 수 있다. 그러나, 임의의 적절한 밸브가 사용될 수 있다.

[0029] 도 2a의 실시예에서, 공급-스테이지 펌프(150)("공급 펌프(150)")는 유체를 수집하기 위한 공급 챔버(155), 공급 챔버(155) 내에서 이동하여 유체를 변위시키기 위한 공급 스테이지 다이어프램(160), 공급 스테이지 다이어프램(160)을 이동시키기 위한 피스톤(165), 피스톤(165)에 연결되는 리드 스크루 또는 볼 스크루(170), 및 리드

스크루 또는 볼 스크루(170)와 이에 따라 피스톤(165)을 구동시키기 위한 공급 모터(175)(예를 들면, 스테퍼 모터)를 포함한다. 일 예로서, 리드 스크루 또는 볼 스크루(170)는 모터(175)로부터 리드 스크루 또는 볼 스크루(170)로 에너지를 전달하기 위한 너트, 기어 또는 기타 메커니즘을 통해 모터(175)에 결합될 수 있다. 특히, 모터(175)는 너트를 회전시키도록 작동가능하고, 그러면 너트는 리드 스크루 또는 볼 스크루(170)에 선운동을 전달하여 피스톤(165)을 작동시키도록 한다.

[0030] 유사하게, 도 2a의 실시예에서, 분배-스테이지 펌프(180)("분배 펌프(180)")는 분배 챔버(185), 분배 스테이지 다이어프램(190), 피스톤(192), 리드 스크루(195), 및 분배 모터(200)를 포함한다. 본 기술분야의 당업자는 다양한 펌프가 공급 스테이지(105) 및 분배 스테이지(110)에서 사용될 수 있고, 공급 펌프(150) 및 분배 펌프(180)는 롤링 다이어프램 펌프에 한정될 필요가 없다는 것을 이해할 것이다.

[0031] 마찬가지로, 공급 모터(175) 및 분배 모터(200)는 임의의 적절한 모터일 수 있다. 일 예로서, 분배 모터(200)는 영구-자석-동기 모터("PMSM")일 수 있다. 이 PMSM은 현장 중시 제어("FOC") 또는 분배 모터(200), 제어기 내장형 다단 펌프(100) 또는 별개의 펌프 제어기(예를 들면, 도 1에 도시된 펌프 제어기(20))에서의 기타 유형의 속도/위치 제어를 사용하는 디지털 신호 프로세서("DSP")에 의해 제어될 수 있다. PMSM을 실행하는 분배 모터(200)는 모터 위치의 실시간 피드백을 위한 인코더(예를 들면, 미세선 회전(fine line rotary) 위치 인코더)를 더 포함할 수 있다. 위치 센서를 사용하면 모터 위치 및 이에 따라 피스톤(192)의 위치의 정확하고 반복가능한 제어가 가능하고, 그 결과 분배 챔버(185) 내의 유체 이동에 대한 정확하고 반복가능한 제어가 가능하다. 예를 들면, DSP에 모터 회전 당 8000 카운트를 제공하는 2000 개의 라인 인코더를 사용하는 경우, 모터의 0.045도의 회전까지 정확하게 측정 및 제어하는 것이 가능하다. 또한, PMSM은 약간의 진동 또는 무진동으로 저속으로 가동될 수 있고, 이것은 분배 작업에서 바람직하다. 공급 모터(175)는 또한 PMSM 또는 스테퍼 모터일 수 있다.

[0032] 본 기술분야의 당업자는 도 2a에 도시된 다단 펌프(100)가 다단 펌프의 비제한적 실시예라는 것과, 기타 유형의 다단 펌프가 본 명세서에 개시된 본 발명의 범위 및 사상으로부터 벗어나지 않는 범위에서 본 명세서에 개시된 실시형태를 구현할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 예로서, 도 2b는 하나의 실시형태에 따른 다른 예시적 다단 펌프의 개략도를 도시한다.

[0033] 도 2b에서, 다단 펌프(100)는 도 2a를 참조하여 위에서 예시 및 설명된 것과 유사한 다양한 밸브(125, 130, 135, 140, 145, 147), 필터(120), 압력 센서(112, 114), 및 분배 스테이지(110)를 포함하는 복수의 부품을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 공급 스테이지(105)는 유체 공급원(15)(도 1에 도시됨) 및 필터(120)와 유체 연통되는 가압형 병 또는 리저버 탱크(118)를 포함한다. 특히, 리저버 탱크(118)는 유체 공급원(15)으로부터 하류에 그리고 필터(120)로부터 상류에 위치된다. 공정 유체는 유입 밸브(125) 및/또는 격리 밸브(130)를 제어함으로써 리저버 탱크(118)로부터 필터(120)로 안내될 수 있다. 리저버 탱크(118) 내의 압력은 압력 센서(114)에 의해 측정될 수 있다. 이것에 의해 다단 펌프(100)의 제어 로직(예를 들면, 도 1에 도시된 펌프 제어기(20))은, 이하에서 설명되는 바와 같이, 실시간으로 충전측(예를 들면, 공급 스테이지(105))에서의 공정 유체의 압력에 관한 정보를 획득할 수 있다.

[0034] 도 2b에서, 압력 센서(114)는 리저버 탱크(118) 내의 유체 압력을 검출하기 위해 리저버 탱크(118)의 측벽 상에 결합되거나 장착된다. 이러한 측벽 위치로 인해 압력 센서(114)가 공기를 포획할 가능성이 방지되거나 최소화될 수 있고, 따라서 리저버 탱크(118) 내에 수용되어 있는 공정 유체에 대한 교란이 방지되거나 최소화될 수 있다. 바람직하게는, 압력 센서(114)는 기포가 더 용이하게 표면에 도달되어 리저버 탱크(118)로부터 누출(예를 들면, 통기 밸브(143)가 개방된 경우)될 수 있도록 리저버 탱크(118)의 측벽 상에 장착된다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서(114)는 리저버 탱크(118)의 측벽과 동일면을 이루도록 또는 이 측벽 상에 일정한 각도로 장착될 수 있다. 이 각도는 공기의 포획을 방지하기 위해 측벽에 대해 가능한 급경사를 이루도록, 예를 들면, 약 5 - 10 도, 최대 45 도를 이룰 수 있다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 일부의 실시형태에서, 압력 센서(114)는 리저버 탱크(118)의 1/2의 높이에 또는 그 부근에 장착될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서(114)는 리저버 탱크(118)의 저면에 또는 그 부근에 장착될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 압력 센서(114)는 이 압력 센서(114)의 감지 부분이 상방을 향하도록 임의의 증가된 각도로 측벽 상에 장착될 수 있다.

[0035] 작동 시, 다단 펌프(100)는 준비 세그먼트, 분배 세그먼트, 충전 세그먼트, 사전-여과 세그먼트, 여과 세그먼트, 통기 세그먼트, 퍼지 세그먼트, 및 정적(static) 퍼지 세그먼트를 포함하는 다수의 세그먼트를 포함할 수 있으나, 이것에 한정되지 않는다. 세그먼트와 관련된 밸브 및 모터 타이밍의 예는 "펌프의 작동을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 WO 2008/066589 A2; "펌프의 밸브 시퀀싱을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 8,025,486; "유체 내에서 공기를 검출하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 WO2013/028542

A2; 및 "펌프의 프라임링을 위한 방법 및 장치"라는 명칭의 WO 2012/054706 A2에서 발견될 수 있고, 이들 각각은 원용에 의해 그 전체가 본 명세서에 포함된다.

[0036] 예로서, 도 2a를 참조하면, 충전 세그먼트(이것은 공급 세그먼트로 지칭될 수도 있음) 중에, 유입 밸브(125)는 개방되고, 공급 스테이지 펌프(150)는 공급 스테이지 다이어프램(160)을 이동(예를 들면, 당김)시켜 공급 챔버(155) 내로 유체를 흡입시킨다. 충분한 양의 유체가 공급 챔버(155) 내로 유입된 후, 유입 밸브(125)는 폐쇄된다. 여과 세그먼트 중에, 공급-스테이지 펌프(150)는 공급 스테이지 다이어프램(160)을 이동시켜 공급 챔버(155)로부터 유체를 변위시킨다. 격리 밸브(130) 배리어 밸브(135)는 유체가 필터(120)로부터 분배 챔버(185)로 유동할 수 있도록 개방된다. 먼저 필터(120) 내에 압력이 축적될 수 있도록 격리 밸브(130)가 (예를 들면, "사전-여과 세그먼트"에서) 개방되고, 다음에 분배 챔버(185) 내로 유체 유동을 허용하도록 배리어 밸브(135)가 개방된다. 여과 세그먼트 중에, 분배 펌프(180)는 자신의 정위치(home position)로 이동될 수 있고, 이것은 일부의 경우 가변의 정위치일 수 있다.

[0037] 가변의 정위치 분배 시스템의 예는 "가변의 정위치 분배 시스템을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 미국 특허 번호 8,292,598 및 "가변의 정위치 분배 시스템을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 WO 2006/057957 A2에서 발견될 수 있고, 이들 각각은 원용에 의해 본 명세서에 그 전체가 포함된다. 일 예로서, 분배 펌프(180)에서의 분배 챔버(185)가 분배 펌프(180) 내의 정체 체적을 최소화하면서 분배 사이클의 다양한 단계를 수행하기 위해 충분한 양의 유체(이것은 분배 챔버(185)의 최대 용량 미만일 수 있음)를 수용하도록, 분배 스테이지 다이어프램(190)을 위한 정위치는 분배 사이클을 위한 다양한 파라미터에 기초하여 선택될 수 있다. 유사하게 공급 펌프(150)도 자신의 최대 용량보다 작은 유체의 양에 대한 체적을 한정하는 정위치로 이동될 수 있다.

[0038] 유체가 펌프 내의 챔버 내로 유입됨에 따라 유체의 압력은 증가된다. 도 2a의 실시예에서, 공급 펌프(150)는 공급 스테이지(105)에서 유체의 압력을 측정하기 위해 공급 챔버(155)에 결합되는 압력 센서(114)를 포함한다. 마찬가지로, 도 2b의 실시예에서, 공급 스테이지(105)는 공급 스테이지(105)에서 유체의 압력을 측정하기 위해 리저버 탱크(118)에 결합되는 압력 센서(114)를 포함한다. 또한, 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 분배 펌프(180)는 분배 스테이지(110)에서 유체의 압력을 측정하기 위해 분배 챔버(185)에 결합되는 압력 센서(112)를 포함한다. 이 압력 센서는 위에서 설명한 제어 로직(예를 들면, 펌프 제어기(20))과 통신될 수 있다. 압력 센서(112) 및 압력 센서(114)에 의해 측정된 압력은 다양한 펌프의 속도를 제어하기 위해, 그리고 분배가 양호한 분배였는지의 여부를 결정하기 위해 제어 로직에 의해 사용될 수 있다. 이들 압력 센서는 압력 하에서 그리고 진공 중에서 작동되도록 구성되고, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)계 재료(예를 들면, DuPont Co의 테플론(Teflon))와 같은 불활성 폴리머로 코팅될 수 있다. 적절한 압력 센서(이것은 압력 트랜스듀서라고도 지칭될 수 있음)의 예는 메탈룩스 아게(Metallux AG)(독일의 Nellmersbach에 소재함)에 의해 제조되는 세라믹 및 폴리머 압력 센서를 포함하는 압전저항식(압전전기식) 및 용량성 압력 센서를 포함할 수 있으나, 이것에 한정되지 않는다. 용도에 따라, 충전측 및/또는 분배측에서 압력 센서에 더하여 또는 압력 센서를 대신하여 기타 유형의 센서가 사용될 수도 있다. 예를 들면, 흐름과 유량계와 같은 유량 센서가 압력 센서에 더하여 또는 압력 센서를 대신하여 사용될 수 있다.

[0039] 실시형태는 센서(112, 114)로부터 수신된 측정치에 적어도 부분적으로 기초하여 공급 스테이지(105) 및 분배 스테이지(110)의 양자 모두에서 유체 압력을 조절 및 제어할 수 있다. 예를 들면, 분배 챔버(185) 내의 유체 압력이 여과 세그먼트 중에 사전정의된 압력 설정점(예를 들면, 압력 센서(112)에 의해 측정된 바와 같음)에 도달된 경우, 분배 펌프(180)는 분배 스테이지 다이어프램(190)을 후퇴시키기 시작할 수 있다. 다시 말하면, 분배 펌프(180)는 분배 챔버(185) 내로의 유체의 유입을 허용하기 위해 분배 챔버(185)의 가용 체적을 증가시키도록 제어된다. 이것은, 예를 들면, 분배 모터(200)를 사전정의된 속도로 역전시켜 분배 챔버(185) 내의 압력이 감소되도록 함으로써 실시될 수 있다.

[0040] 분배 챔버(185) 내의 유체 압력이 (시스템의 허용범위 내에서) 설정점 미만으로 강하되는 경우, 공급 모터(175)의 모터 속도는 증가되어 분배 챔버(185) 내의 압력을 상승시켜 설정점에 도달하도록 할 수 있다. 분배 챔버(185) 내의 유체 압력이 (시스템의 허용범위 내에서) 설정점을 초과하는 경우, 공급 모터(175)의 모터 속도는 감소되어 분배 챔버(185)의 하류에서 압력을 감소시킬 수 있다. 공급 모터(175)의 속도를 증가 및 감소시키는 공정은 분배 펌프(180)가 정위치에 도달할 때까지 반복될 수 있고, 이 정위치에서 양자 모두의 모터는 정지될 수 있다.

[0041] 위에서 원용된 "펌프의 작동을 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 WO 2008/066589 A2에서, 압력 측정치는 분배측의 압력 센서에 의해 취해진다("분배 압력"). 본 명세서에 개시된 실시형태는 공급(충전)측에서 유체 압력("

충전 압력")을 감지하기 위한 압력 센서를 더 포함한다. 충전측에서 충전 압력 및 이 충전 압력의 변화를 검출하는 능력은 유익할 수 있다. 예를 들면, 이것에 의해 본 시스템은 분배 스테이지 전에 문제점 또는 논점(예를 들면, 충전 라인 또는 필터에서의 공기)을 검출할 수 있고, 이 문제점 또는 논점에 바로 대처하거나 이 문제점 또는 논점을 해결하기 위해 조기 경고를 제공하거나 및/또는 적절한 행동을 취할 수 있다.

[0042] 일 예로서, 도 2의 다단 펌프(100)의 다양한 작동 세그먼트에 대한 밸브 및 분배 모터 타이밍을 도시하는 도 3a를 참조하면, 통기 세그먼트의 개시 시에 격리 밸브(130)가 개방되고, 통기 밸브(145)가 개방된다. 공급 펌프(150)는 개방된 통기 밸브(145)를 통해 필터(120)로부터 기포를 제거하기 위해 유체에 압력을 가하도록 제어된다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 배리어 밸브(135)는 통기 세그먼트 중에 개방된 상태로 유지될 수 있고, 통기 세그먼트의 말기에 폐쇄될 수 있다. 그렇다면, 압력 센서(112)에 의해 측정될 수 있는 분배 챔버(185) 내의 압력이 필터(120) 내의 압력에 의해 영향을 받을 수 있으므로 필터(120) 내의 압력이 (예를 들면, 위에서 설명한 펌프 제어기(20)와 같은 제어기에 의해) 검출될 수 있다. 배리어 밸브(135)가 폐쇄된 경우, 압력 센서(114)에 의해 측정될 수 있는 공급 챔버(155) 내의 압력이 필터(120) 내의 압력에 의해 영향을 받을 수 있으므로 필터(120) 내의 압력이 여전히 검출될 수 있다.

[0043] 도 3a에서 수 개의 밸브가 세그먼트의 변화 중에 동시에 폐쇄되는 것으로 도시되어 있으나, 밸브의 폐쇄는 압력의 급상승을 감소시키기 위해 약간 시차(예를 들면, 100 밀리초)를 둘 수 있다. 예를 들면, 세그먼트와 퍼지 세그먼트 사이에서, 격리 밸브(130)는 통기 밸브(145)가 개방되기 직전에 폐쇄될 수 있다. 그러나, 다양한 실시형태에서 다른 밸브 타이밍이 사용될 수 있다는 것에 주의해야 한다. 또한, 수 개의 세그먼트가 함께 수행될 수 있다(예를 들면, 충전/분배 스테이지는 동시에 수행될 수 있고, 이 경우 분배/충전 세그먼트에서 유입 밸브 및 유출 밸브의 양자 모두는 개방될 수 있음). 특징의 세그먼트는 각각의 사이클에 대해 반복될 필요가 없다는 것에 또한 주의해야 한다. 예를 들면, 퍼지 및 정적 퍼지 세그먼트는 모든 사이클에서 수행되지 않을 수 있다. 유사하게, 통기 세그먼트는 도 3b에 예시된 바와 같이 모든 사이클에서 수행되지 않을 수 있다. 더욱이, 임의의 적절한 밸브 및 모터 타이밍이 사용될 수 있다.

[0044] 더 긴 통기 시간 및 더 낮은 통기 속도를 가능하게 함으로써 통기 낭비의 양의 정확한 제어를 가능하게 하도록 공급 펌프(150)는 사전정의된 속도로 통기가 실행되도록 제어될 수 있다. 공급 펌프(150)가 공압식 펌프인 경우, 유체 유동 제한부가 통기 유체 경로 내에 설치될 수 있고, 공급 펌프(150)에 가해지는 (그리고 압력 센서(114)에 의해 측정된) 공기 압력은 "통기" 설정점 압력을 유지하기 위해 증가되거나 감소될 수 있으므로, 비제어식 방법 중에 일부의 제어를 제공한다.

[0045] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 어떤 세그먼트 중(예를 들면, 이하에서 설명되는 바와 같은 퍼지 세그먼트의 개시 시에)에 공기 검출 시험이 수행될 수 있다. 예를 들면, 분배측 상에 공기 검출 시험을 수행하기 위해, 분배 챔버(185)를 격리시키기 위해 배리어 밸브(135), 퍼지 밸브(140), 유출 밸브(147)가 폐쇄될 수 있다. 분배 모터(200)가 제어되어 분배 챔버(185)에 원하는 압력(예를 들면, 5 파운드/평방 인치(psi))을 제공한다. 다음에 분배 모터(200)는 일정한 거리만큼 이동되고, 분배 배열체(58) 내의 압력(P)의 변화(Δ)가 결정된다. "유체 내의 공기를 검출하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 위에서 인용된 WO 2013/028542 A2에서 설명된 바와 같이, 격리된 분배 챔버(185)(또는 펌핑 시스템의 다른 격리된 부분)의 일정한 체적 변화에 대한 압력 변화(ΔP)를 결정하기 위해, 분배 챔버(185)(또는 출력 밸브(147)이르거나 노즐 전의 기타 밸브에 이르는 배관(tubing)을 포함하는 펌핑 시스템의 격리된 부분) 내의 공기의 양이 결정될 수 있다.

[0046] 충전측 상의 압력 센서(114)를 이용하여 충전측 상의 공기 검출 시험을 수행하는 것도 가능하다. 일부의 실시형태에서, 유입 밸브(125) 및 격리 밸브(130)는 공급 챔버(155)(이것은 "격리된 부분"이라고 지칭될 수 있음)를 격리시키기 위해 폐쇄될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 유입 밸브(125), 통기 밸브(145), 및 배리어 밸브(135)는 공급 챔버(155) 및 필터(120)(이들 모두는 격리 부분이라고 지칭될 수 있음)를 격리시키기 위해 폐쇄될 수 있다. 충전 모터(175)는 격리된 부분에 원하는 압력(예를 들면, 5 psi)을 제공하기 위해 제어될 수 있다. 다음에 충전 모터(175)는 일정한 거리만큼 이동되고, 격리된 부분 내의 압력(P)의 변화(Δ)가 결정된다. 격리된 부분의 일정한 체적 변화에 대한 압력 변화(ΔP)를 결정함으로써, 공급 챔버(155)(또는 공급 챔버(155) 및 필터(120)) 내의 공기의 양이 결정될 수 있다.

[0047] 일부의 실시형태에서, 분배 모터(200)는 (예를 들면, 펌핑 시스템에의 인터페이스를 통해 사용자가 결정한) 사전정의된 압력 변화를 유지하도록 제어될 수 있다. 사전정의된 압력 변화를 달성하기 위해, 제어기는 이에 따라 피스톤(192)을 이동시키기 위한 분배 챔버(185) 및 제어 분배 모터(200)의 적절한 가용 체적의 변화를 결정할 수 있다. 마찬가지로, 이러한 측정은 "유체 내의 공기를 검출하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 위에서

원용된 WO 2013/028542 A2에서 설명된 바와 같이, 격리된 분배 챔버(185) 또는 출력 밸브(147)에 이르거나 노즐 전의 다른 밸브에 이르는 배관을 포함하는 펌핑 시스템의 격리된 부분 내의 공기의 양을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 일부의 경우에, 만일 검출된 공기의 측정치가 한계치 미만인 경우, 퍼지 및/또는 정적 퍼지 세그먼트가 생략되어 사이클 시간을 단축시킬 수 있다. 만일 검출된 공기의 양이 한계치를 초과하는 경우, 경고 또는 수정 동작이 취해질 수 있다.

[0048] 일부의 경우에, 퍼지 세그먼트 중에, 격리 밸브(130)가 폐쇄되고, 배리어 밸브(135)가 폐쇄되고, 통기 밸브(145)가 폐쇄되고, 퍼지 밸브(140)가 개방되고, 그리고 유출 밸브(147)가 폐쇄된다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 분배 챔버(185)가 격리되어 있는 퍼지 밸브(140) 개방 전에 지연이 존재할 수 있다. 분배 펌프(180)는 공기 검출 시험이 수행될 수 있도록 분배 챔버(185) 내의 유체에 압력을 가할 수 있다.

[0049] 퍼지 세그먼트 중에, 퍼지 밸브(140)가 개방되어 있는 경우, 분배 펌프(180)는 퍼지 밸브(140)를 통해 기포를 통기시키도록 분배 챔버(185) 내의 유체에 압력을 가한다. 정적 퍼지 세그먼트 중에, 분배 펌프(180)는 정지되지만, 퍼지 밸브(140)는 공기를 계속적으로 통기시키기 위해 개방 상태를 유지한다. 퍼지 또는 정적 퍼지 세그먼트 중에 제거된 임의의 과잉의 유체는 다단 펌프(100)로부터 배출(예를 들면, 유체 공급원(15), 리저버 탱크(118)로 복귀되거나 폐기처분됨)되거나 공급 스테이지(105)로 재순환될 수 있다.

[0050] 일부의 경우에, 도 3a 및 도 3b에 예시된 바와 같이, 준비 세그먼트 중에 모든 밸브가 폐쇄될 수 있다. 일부의 경우에, 공급 펌프(150)가 유체 공급원(예를 들면, 공급병 또는 리저버 탱크)의 주위 압력에 도달할 수 있도록 격리 밸브(130) 및 배리어 밸브(135)는 개방될 수 있고, 퍼지 밸브(140)는 폐쇄될 수 있다.

[0051] 분배 세그먼트 중에, 유출 밸브(147)는 개방되고, 분배 펌프(180)는 분배 챔버(185) 내의 유체에 압력을 가한다. 유출 밸브(147)는 분배 펌프(180)보다 더 느리게 제어에 반응할 수 있으므로 유출 밸브(147)가 먼저 개방될 수 있고, 사전결정된 시간 후에 분배 모터(200)가 시동된다. 이것은 분배 펌프(180)가 부분적으로 개방된 유출 밸브(147)를 통해 유체를 밀어내는 것을 방지한다. 더욱이, 이것은 모터의 작용에 의해 유발되는 유체의 전진 운동에 의한 밸브 개방에 의해 유체가 분배 노즐까지 상승하는 것을 방지한다. 일부의 경우에, 유출 밸브(147)는 개방될 수 있고, 동시에 분배 펌프(180)는 분배를 개시할 수 있다.

[0052] 기타 세그먼트도 또한 수행될 수 있다. 예를 들면, 분배 노즐 내의 과잉 유체를 제거하기 위해 서크백(suckback) 세그먼트가 수행될 수 있다. 서크백 세그먼트 중, 유출 밸브(147)는 폐쇄될 수 있고, 유출 노즐로부터 과잉 유체를 흡인하기 위해 2차 모터 또는 진공이 사용될 수 있다. 대안적으로, 유출 밸브(147)는 개방된 상태로 유지될 수 있고, 분배 모터(200)는 분배 챔버(185) 내로 유체를 흡인하기 위해 역전될 수 있다. 서크백 세그먼트는 웨이퍼(25) 상에 과잉 유체가 점적(dripping)되는 것을 방지하도록 도와줄 수 있다.

[0053] 다양한 밸브의 개폐는 유체 내에서 압력 급상승을 초래할 수 있다. 예를 들면, 정적 퍼지 세그먼트의 말기에 퍼지 밸브(140)를 폐쇄시키면 분배 챔버(185) 내에서 압력 증가가 유발될 수 있다. 이것은 각각의 밸브가 폐쇄되는 경우에 작은 체적의 유체를 배출시킬 수 있기 때문에 유발될 수 있다. 예를 들면, 퍼지 밸브(140)는 이것이 폐쇄됨에 따라 분배 챔버(185) 내로 작은 체적의 유체를 배출시킬 수 있다. 퍼지 밸브(140)의 폐쇄에 기인하여 압력 증가가 발생하는 경우 유출 밸브(147)가 폐쇄되므로, 압력이 감소되지 않으면 후속되는 분배 세그먼트 중에 웨이퍼 상으로 유체의 "스피팅(spitting)"이 발생할 수 있다. 정적 퍼지 세그먼트 또는 추가의 세그먼트 중에 이러한 압력을 해제시키기 위해, 분배 모터(200)는 배리어 밸브(135) 및/또는 퍼지 밸브(140)의 폐쇄에 의해 초래되는 임의의 압력 증가를 보상하기 위해 피스톤(192)을 사전결정된 거리만큼 후진시키도록 역전될 수 있다.

[0054] 준비 세그먼트 중에 분배 챔버(185) 내의 압력은 다이어그램의 특성, 온도 또는 기타 요인에 기초하여 변화될 수 있다. 분배 모터(200)는 이러한 압력 변동을 보상하도록 제어될 수 있다.

[0055] 분배 펌프의 압력 센서 및 공급 펌프의 압력 센서로부터의 실시간 피드백에 기초하여 분배측에서의 펌프 작동 및 충전측에서의 펌프 작동을 제어함으로써, 본 명세서에 개시된 다단 펌프의 실시형태는 완전한 유체 취급 특성을 제공할 수 있고, 잠재적으로 손상을 입힐 수 있는 압력 급상승을 방지할 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 다양한 펌프 제어 메커니즘 및 밸브 타이밍은 또한 공정 유체에 가해지는 압력의 유해한 효과를 감소시키도록 도와 줄 수 있다. 예를 들면, 밸브 타이밍 및 모터 타이밍은 봉쇄된 공간 상에서의 밸브의 폐쇄를 감소시키도록 선택될 수 있다.

[0056] 도 4는 준비 세그먼트, 분배 세그먼트, 여과 세그먼트, 통기 세그먼트, 퍼지 세그먼트, 공기 검출 세그먼트, 및 충전 세그먼트를 포함하는 분배 사이클 중에 수집된 (예를 들면, 도 1을 참조하여 위에서 설명한 펌핑 시스템(10)과 같은 펌핑 시스템의 제어 로직에 의해 모니터링된) 일련의 모니터링된 데이터를 디스플레이하는 그래픽

사용자 인터페이스(GUI)(400)의 개략도이다. 이 모니터링된 데이터는 분배 사이클 전, 분배 사이클 중, 및/또는 분배 사이클이 완료된 후에 실시간으로 디스플레이될 수 있다. GUI(400)는 펌프 제어기(예를 들면, 도 1을 참조하여 위에서 설명한 펌프 제어기(20))에 의해, 또는 이 펌프 제어기로부터 수신된 데이터에 기초하여 기타 컴퓨팅 디바이스에 의해 제공될 수 있다. 예시된 실시형태에서, 모니터링된 데이터는 분배 압력(410)(예를 들면, 도 2a 또는 도 2b의 압력 센서(112)로부터 결정된 것), 충전 압력(420)(예를 들면, 도 2a 또는 도 2b의 압력 센서(114)에 의해 결정된 것), 분배 모터 위치(430)(이것은 도 4에서 분배 위치로 지칭되고, 밀리리터의 변위 체적으로 표현됨) 및 공급 모터 위치(440)(이것은 도 4에서 충전 위치로 지칭되고, 밀리리터의 변위 체적으로 표현됨)를 포함한다. 펌프의 작동을 제어하고, 에러를 결정하고, 분배가 "양호한" 분배였는지를 결정하는 등등을 위해 하나 이상의 데이터 세트가 기준치(기준 사이클)와 비교될 수 있다.

[0057] 더 구체적으로, 하나 이상의 파라미터를 위한 기준치 프로파일이 성립될 수 있다. 일 예로서, 도 1을 참조하면, 펌프(100)의 작동 중에, 각각의 파라미터를 위한 작동 프로파일을 생성하기 위해 이들 파라미터가 측정될 수 있다. 다음에 각각의 파라미터를 위한 기준치 프로파일이 하나 이상의 파라미터를 위한 하나 이상의 대응하는 점 또는 부분에서 이 작동 프로파일과 비교될 수 있다. 만일 작동 프로파일이 특정의 허용범위를 초과하는 만큼 기준치 프로파일과 다른 경우, 경보 조건이 존재할 수 있다. 그렇지 않으면, 펌프(100)는 작동을 계속할 수 있다.

[0058] 특정의 파라미터에 관하여 기준치 프로파일을 성립시키기 위해, 기준치(reference) 가동 중에 또는 "고품질(golden)의" 가동 중에 파라미터가 측정될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 펌프(100)의 조작자 또는 사용자는 펌프(100)의 정상 사용 또는 정상 작동 중에 펌프(100)를 사용하는 조건 및 설비와 실질적으로 유사하거나 동일한 액체, 조건 및 설비를 사용하는 자신의 사양에 맞추어 펌프(100)를 설정할 수 있다. 그러면 펌프(100)는 사용자의 레시피에 따라 유체를 분배하도록 분배 사이클을 위해 작동될 수 있다. 이러한 분배 사이클 중에, 파라미터는 그 파라미터를 위한 작동 프로파일을 생성하도록 실질적으로 연속적으로, 또는 일련의 점에서 측정될 수 있다. 하나의 특정의 실시형태에서, 파라미터의 샘플링은 약 1 밀리초 내지 10 밀리초의 구간 사이에서 발생할 수 있다.

[0059] 사용자는 이러한 분배 사이클 중에 GUI(400)를 통해 펌프(100)의 작동 파라미터를 볼 수 있다. 이러한 분배 사이클 중에 펌프(100)에 의해 생성되는 분배는 결함 없는 웨이퍼 또는 생산품을 제조할 수 있도록 허용범위 또는 사양 내의 분배이어야 한다. 만일 사용자가 펌프 작동 및 분배 품질의 양자 모두에 만족한 경우, 사용자는 작동 프로파일(예를 들면, 분배 사이클 중에 취해진 파라미터를 위한 측정치)이 저장되고, 펌프(100)에 의한 후속되는 분배 작동을 위한 파라미터를 위한 기준치 프로파일로서 사용되는 것이 바람직하다는 것을 펌프 제어기(20)를 통해 지시할 수 있다. 이러한 방식으로, 하나 이상 펌프 작동 파라미터를 위한 기준치 프로파일이 펌프(100)를 위해 설정될 수 있다.

[0060] 펌프(100)의 작동 중에 발생할 수 있는 다양한 문제를 검출하기 위해, 펌프(100)의 작동 중에 생성된 파라미터를 위한 작동 프로파일은 그 파라미터에 대응되는 기준치 프로파일과 비교될 수 있다. 이러한 비교는 펌프 제어기(20), 펌프 제어기(20)와 통신되는 관리 스테이션 또는 기타 컴퓨팅 디바이스에 의해 실시되고, 다양한 형태를 취할 수 있다. 예를 들면, 기준치 프로파일의 하나 이상의 점에서의 파라미터의 값은 작동 프로파일에서 실질적으로 등가의 점에서의 파라미터의 값과 비교될 수 있고, 기준치 프로파일의 평균 값은 작동 프로파일의 평균 값과 비교될 수 있고, 기준치 프로파일의 일부 중에 파라미터의 평균 값은 작동 프로파일 내의 실질적으로 동일한 부분 중에 파라미터의 평균 값과 비교될 수 있는 등등이다.

[0061] 설명된 비교의 유형은 예시에 불과하고, 기준치 프로파일과 작동 프로파일 사이의 임의의 적절한 비교가 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 실제로, 많은 경우, 특정의 문제 또는 조건이 발생했는지의 여부를 결정하기 위해 하나 이상의 비교 또는 비교의 유형이 사용될 수 있다. 사용되는 비교의 유형(들)은 검출되도록 시도되는 조건에 적어도 부분적으로 의존될 수 있다는 것이 또한 이해될 것이다. 유사하게, 비교되는 작동 프로파일 및 기준치 프로파일의 점(들) 또는 부분은, 다른 요인들 중에서도, 검출되도록 시도되는 조건에 의존될 수도 있다. 또한, 사용되는 비교는 특정의 분배 사이클 중에 펌프의 작동 중에 또는 특정의 분배 사이클의 완료 후에 실질적으로 실시간으로 실시될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0062] 만일 비교 결과 특정한 허용 범위를 벗어나는 차이가 얻어지는 경우, 펌프 제어기(20)에 경보가 등록될 수 있다. 이러한 경보는 펌프 제어기(20)에 의해 지시될 수 있고, 또는 이 경보는 펌프 제어기(20)와 접속되는 통제 제어기(예를 들면, 펌프 트랙)로 전송될 수 있다. 위에서 설명한 비교의 유형과 같이, 소정의 비교에서 사용되는 특정의 허용범위는 광범위한 요인, 예를 들면, 비교가 실시되는 프로파일의 점(들) 또는 부분들, 펌프(100)의 사용자가 사용하는 공정 또는 레시피, 펌프(100)에 의해 분배되는 유체의 유형, 사용되는 파라미터(들), 검

출되기를 원하는 조건 또는 문제, 허용범위의 사용자의 희망 또는 사용자의 동조(tuning) 등에 의존될 수 있다. 예를 들면, 허용범위는 기준치 프로파일의 비교점에서 파라미터의 값의 백분율 또는 설정된 수일 수 있고, 허용범위는 기준치 프로파일을 작동 프로파일과 비교하는 경우 비교의 점(또는 부분)에 따라 상이할 수 있고, 비교점에서의 작동 프로파일의 값이 이 값을 초과한 경우보다 기준치 프로파일의 비교점에서의 파라미터의 값보다 낮은 경우에 상이한 허용범위가 존재할 수 있는 등등이다.

[0063] 기준치 프로파일을 위한 데이터는 기준치 프로파일을 설정하기 위해 사용된 펌프의 가동 중에 샘플링된 데이터의 전부 또는 일부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 만일 펌프가 밀리초마다 압력을 샘플링하는 경우, 기준치 프로파일은 저장 요건을 감소시키기 위해 20 밀리초마다 샘플링된 측정치를 포함할 수 있다. 펌프(100)의 작동 중, 파라미터를 위한 작동 프로파일을 생성하기 위해 이 파라미터가 측정될 수 있다. 마찬가지로, 작동 프로파일을 위한 데이터는 작동용 파라미터를 위한 모든 샘플링된 데이터 또는 이것의 일부의 서브세트(subset)(예를 들면, 5 밀리초마다 또는 기타 시간 간격으로 수집된 데이터)일 수 있다. 하나의 실시형태에 따르면, 분배 사이클, 특정의 세그먼트, 세그먼트의 조합, 또는 사이클 또는 세그먼트의 일부를 위한 적합도 측정은 기준치 프로파일을 사용하는 작동 프로파일을 위해 결정될 수 있다. 예를 들면, R-제곱 측정값(즉, 결정 계수, 이것은 작동 프로파일 데이터가 기준치 프로파일 데이터와 일치되는 정도를 나타내는 수임)은 대응되는 기준치 프로파일 데이터를 사용하여 5 밀리초마다 수집된 작동 프로파일 데이터를 위해 결정될 수 있다. 만일 적합도 측정치가 허용가능한 범위를 벗어나는 경우, 경고 조건이 존재할 수 있다.

[0064] 위의 실시예에서, 적합도를 시험하기 위해 5 밀리초마다 저장된 데이터가 사용되고, 펌프는 더 높은 레이트(rate)(예를 들면, 밀리초마다)로 파라미터를 샘플링할 수 있다. 상이한 레이트로, 즉 밀리초마다 또는 30 밀리초마다 저장된 데이터가 사용될 수 있으나, 저장된 샘플들 사이의 시간이 감소됨에 따라 메모리 사용이 상승하고, 시간이 증가됨에 따라 적합도 측정치의 정확도는 감소될 수 있다. 그러므로, 적합도 측정을 위한 데이터의 저장 빈도는 데이터의 저장 능력과 적합도 측정치의 정확도 사이의 균형을 유지하도록 선택될 수 있다. 더욱이, 위의 실시예에서 적합도 측정치로서 R-제곱 측정치가 사용되었으나, 다른 적합도 측정치가 사용될 수도 있다.

[0065] 도 5a 및 도 5b는 예시적인 일련의 모니터링된 데이터를 디스플레이하는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)(500)의 하나의 실시형태의 개략도를 도시한다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 펌프(예를 들면, 도 2a를 참조하여 위에서 설명한 다단 펌프(100))의 작동 사이클을 위한 데이터는 컬럼(510)에 디스플레이되고, 기준(기준치) 사이클을 위한 데이터는 컬럼(520)에 디스플레이된다. 시험 값(즉, 경고 또는 에러 한계에 대해 시험된 값)은 컬럼(530)에 제공된다. 또한, 사용자 지정형 경고 및 에러 한계는 컬럼(540, 550)에 디스플레이된다. 적용된 시험(초과, 미만 등)은 컬럼(545)에 디스플레이된다. 컬럼(560)에서, 사용자는 에러 시험의 시험 값이 불합격인 경우, 경고 유형을 선택할 수 있다. 일부의 실시형태에서, 4 가지 경고 유형이 있을 수 있다. 정보 경고, 경고 경고, 에러 경고(시스템이 현재의 사이클을 가능한 최상으로 완료하지만 다른 사이클의 출발은 허용하지 않도록 함), 임계 경고(시스템은 현재의 사이클을 중지하고 펌프를 중단시키도록 함).

[0066] 하나의 실시예에서, 경고는 경고 동작이 취해지는 것을 의미할 수 있고, 한편 에러는 에러 동작이 취해지는 것을 의미할 수 있다. 경고 동작 및 에러 동작은 일부의 실시형태에서 사용자가 구성할 수 있다. 예로서, 그러나 비제한적으로, 경고 동작은 정지 작동 없이 경고 조건이 발생되었다는 통지를 사용자에게 전송하는 것을 포함할 수 있고, 반면에 에러 동작은 통지를 전송하는 것과 추가의 작동을 방지하는 것(또는 펌프의 후속 사이클을 방지하는 것)을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 펌프 시스템은, 펌프 트랙이 불필요하게 처리를 위한 다른 웨이퍼를 이송하지 않도록, 적절한 빈도로 그리고 적절히 조기에 펌프 트랙과 작동 조건을 통신할 수 있다.

[0067] 예로서, 그러나 비제한적으로, 다음의 비교가 GUI(500)에 도시된다.

[0068] 준비 - 준비 압력(파운드/평방인치(PSI)): 분배 세그먼트 또는 공기 검출 시험의 개시 시에 챔버(예를 들면, 분배 챔버)를 가압하기 위한 시스템 설정. 이러한 펌프 작동 파라미터는 약 3 psi 이하(예를 들면, 약 1 psi)로 설정될 수 있다. 일부의 경우에, 준비 압력을 약 3 psi로 설정하면 분배 챔버에서 백래시(backlash)의 발생을 방지할 수 있다. 본 기술분야의 당업자는 준비 압력을 0 psi 또는 음의 압력으로 설정하면 일부의 용도에서 유리할 수 있다는 것도 이해할 것이다.

[0069] 분배 - 압력 프로파일 비교(%): 기준치 분배 압력 프로파일(예를 들면, 사이클(985))과 비교된 해당 사이클(예를 들면, 사이클(989))의 분배 세그먼트를 위한 분배 압력 프로파일의 적합도, "분배 확인"으로도 지칭됨. 위에서 설명한 바와 같이, 하나의 실시형태에서, 이것은 5 밀리초마다 수집된 작동 프로파일 데이터를 대응하는 기준치 프로파일 데이터와 비교함으로써 결정될 수 있는 R-제곱 측정값을 사용하여 실시될 수 있다. 이 적합도 값은 시험 값의 역할을 하고, 적합도 경고 또는 에러 한계치와 비교된다. 본 실시예에서, 만일 해당 사이클의 적

합도가 85 미만인 경우, 경고가 발생될 수 있고, 만일 이 적합도가 80 미만인 경우, 에러가 발생될 수 있다. 그러나, "경고"는 경보 유형 중에서 선택되므로, 경고는 적합도 값이 에러 한계치 미만으로 떨어진 경우에도 발생된다. 충전 압력, 모터 위치 또는 기타 파라미터의 적합도가 또한 평가될 수 있다. 파라미터의 적합도는 전체의 사이클, 다른 세그먼트, 세그먼트의 조합, 또는 사이클의 다른 부분에 대해 평가될 수 있다. 경고 또는 에러는 분배 챔버 내의 공기, 유출 밸브의 타이밍의 변화, 펌프와 관련된 기계적 문제, 또는 기타 문제점을 나타낼 수 있다.

[0070] 분배 - 최대 압력(PSI): 분배 세그먼트 중에 분배 챔버 내에 제공되는 최대 압력. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 최대 분배 압력의 차이 또는 비교값(comparison)일 수 있다. 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 분배 압력, 최소 분배 압력, 평균 분배 압력 등에 대해, 그리고 임의의 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 충전(상류) 압력, 최소 충전(상류) 압력, 평균 충전(상류) 압력 등에 대해 유사한 시험이 수행될 수 있다. 에러 또는 경고는 유출 밸브 타이밍의 변화, 유출 라인 내의 폐색, 분배 챔버 내의 공기, 유출 밸브의 개방 실패, 펌프와 관련된 기계적 문제, 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0071] 분배 - 평균 압력(PSI): 분배 사이클 중의 평균 압력. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 평균 분배 압력의 차이 또는 비교값(comparison)일 수 있다. 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 분배 압력, 최소 분배 압력, 평균 분배 압력 등에 대해, 그리고 임의의 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 충전 압력, 최소 충전 압력, 평균 충전 압력 등에 대해 유사한 시험이 수행될 수 있다. 에러 또는 경고는 공정 유체 점성도의 변화, 유출 밸브의 개방 실패, 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0072] 분배 - 차단 압력(PSI): 유체 흐름이 노즐에서 차단된 경우에 분배 챔버에서 측정된 압력. 일 예로서, 분배가 종료된 후 250 마이크로초(ms)에서, 차단 압력은 다음의 100 ms에 걸쳐 분배 챔버 내에서 측정된 평균 압력이다. 일반적으로, 차단 압력은, 유출 밸브가 폐쇄된 경우(예를 들면, 도 4 참조), 분배 압력의 작은 평형화(leveling off)로서 감지가능하다. 차단 압력은 밸브 타이밍 및 모터 타이밍의 약간의 타이밍에 의존하여 변화된다. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 차단 압력의 차이일 수 있다. 에러 또는 경고는 유출 밸브 폐쇄 타이밍의 변화, 펌프와 관련된 기계적 문제, 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0073] 분배 - 평균 모터 속도(밀리리터/초(mL/초)): 분배 세그먼트 중의 분배 모터의 평균 모터 속도. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 분배 세그먼트 중의 평균 모터 속도 사이의 차이 또는 비교값일 수 있다. 유사한 시험이 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 평균 분배 모터 속도, 최대 분배 모터 속도, 최소 분배 모터 속도 또는 기타 측정의 분배 모터 속도에 대해, 그리고 임의의 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 평균 공급 모터 속도, 최대 공급 모터 속도, 최소 공급 모터 속도 또는 기타 측정의 공급 모터 속도에 대해 수행될 수 있다. 에러 또는 경고는 레시피의 변화 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0074] 분배 - 총 모터 체적(밀리리터(mL)): 분배 세그먼트 중에 분배 모터의 이동의 양. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 분배 세그먼트 중에 분배 모터의 이동된 양 사이의 차이 또는 비교값일 수 있다. 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 분배 모터 이동에 대해, 그리고 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 공급 모터의 이동에 대해 유사한 시험이 수행될 수 있다. 에러 또는 경고는 레시피의 변화 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0075] 분배 - 공기 검출 체적(mL): 챔버(예를 들면, 분배측에서의 분배 챔버) 내의 사전결정된 압력 변화를 유발하기 위한 모터의 이동량을 결정한다. 위에서 인용된 "유체 내에서 공기를 검출하기 위한 시스템 및 방법"이라는 명칭의 WO 2013/028542 A2에서 설명한 바와 같이, 이러한 시험은 분배 챔버 내에 또는 분배 노즐에 연결되는 라인 내에 공기가 존재하는지의 여부를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클에 대한 공기 검출 시험 중에 검출된 공기의 양 사이의 차이 또는 비교값일 수 있다. 출력 밸브는 배관을 통해 펌프로부터 약간의 거리를 두고 위치될 수 있으므로, 공기 검출 시험은 분배 라인 내의 기포 또는 공기, 누출 또는 기타 문제를 확인하는 것을 도와줄 수 있다. 이와 같이, 공기 검출은 분배 확인으로부터 누락된 것을 검출할 수 있으므로 중요할 수 있다(예를 들면, 공기 검출은 공기 및/또는 R-제곱 측정 또는 적합도 측정이 검출할 수 없는 문제를 검출할 수 있다). 하나의 실시형태에서, 이러한 공기 검출 시험의 품질은 피스톤 상에 장착되는, 분배의 개시 시에 백래시를 제거하거나 감소시키는, 백래시 방지 메커니즘에 의해 더 증진될 수 있다. 적절한 백래시 방지 메커니즘은 위에서 인용한 2014년 5월 28일에 출원된 미국 가출원 번호 62/004,117, 및 "정밀 시스템 및 용도에서 모터 구동형 부품을 위한 백래시 방지 메커니즘"이라는 명칭으로 2015년 5월 28일에 출원된 국제 출원 번호 PCT/US2015/2XXXX에서 발견될 수 있고, 이 양자 모두의 전부는 원용에 의해 본원에 포함된다. 공기 검출이 피스톤의 이동에 의해 구동되므로, 피스톤의 이동에 의해 유발되는 백래시의 제거/감소는 이 시험값

이 일부의 백래시에 의해 영향을 받는 경우에 비해 검출된 공기의 양을 더 정확하게 반영함을 의미한다.

[0076] 충전 - 최소 충전 압력(PSI): 충전 세그먼트 중에 공급 챔버 내에 제공되는 최소 압력. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 충전 세그먼트의 최소 충전 압력 사이의 차이 또는 비교값일 수 있다. 해당 사이클과 기준 사이클 사이의 최소 충전 압력의 불일치 또는 차이는, 예를 들면, 유체를 흡인하기 위해 더 큰 진공(음의 압력)을 발휘하는 펌프에 의해 극복될 수 있는 라인 내의 폐색 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다. 불일치 또는 차이는 또한 펌프와 관련된 기계적 문제, 점성도 변화 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다. 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 충전 압력, 최소 충전 압력, 평균 충전 압력 등에 대해, 그리고 임의의 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 분배 압력, 최소 분배 압력, 평균 분배 압력 등에 대해 유사한 시험이 수행될 수 있다.

[0077] 여과 - 압력 프로파일 비교(%): 기준치 충전 압력 프로파일(예를 들면, 사이클(985))과 비교된 해당 사이클(예를 들면, 사이클(989))의 여과 세그먼트를 위한 충전 압력 프로파일의 적합도, "여과 확인"으로도 지칭됨. 이 적합도 값(예를 들면, R-제곱 측정값)은 시험 값의 역할을 하고, 적합도 경고 또는 에러 한계치와 비교된다. 본 실시예에서, 만일 해당 사이클의 적합도 측정치가 85% 미만(또는 어떤 다른 측정치)인 경우, 경고가 발생될 수 있고, 만일 이 적합도 측정치가 80% 미만인 경우, 에러가 발생될 수 있다. 그러나, "경고"는 정보 유형 중에서 선택되므로, 경고는 적합도 값이 에러 한계치 미만으로 떨어진 경우에도 발생된다. 충전 압력 프로파일은 다른 세그먼트, 세그먼트들의 조합, 또는 사이클 전체에 대해 유사하게 평가될 수 있다. 마찬가지로, 이제 공급 스테이지에서의 유체 압력이 (예를 들면, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 위에서 설명한 압력 센서(114)를 통해) 검출될 수 있으므로 이것이 가능하다. 에러 또는 경고는 충전 챔버 내의 공기, 분배 챔버 내의 공기, 유입 라인 내의 봉쇄, 점성도 변화, 펌프와 관련된 기계적 문제, 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0078] 여과 - 평균 델타 압력(PSI): 하류측(분배측)과 상류측(충전측) 사이의 압력의 차이. 본 기술분야의 당업자가 이해하는 바와 같이, 유체가 튜브를 통해 유동할 때의 유동 저항에 의해 유발되는 마찰력이 유체 상에 작용할 때, 압력 강하(즉, 유체 운반 네트워크의 2 개의 점들 사이의 압력의 차이)가 발생될 수 있다. 따라서, 만일 충전측의 압력 센서(예를 들면, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 위에서 설명한 압력 센서(114)에 의해 측정된 압력이 허용가능한 범위 또는 한계(예를 들면, 1 psi)를 벗어나도록 상승 또는 하강하는 경우, 이것은, 예를 들면, 공기의 새도, 통기되지 않은 필터 멤브레인 내측에 고정된 공기, 시간의 경과에 따라 축적된 입자에 기인된 필터의 폐색과 같은, 뭔가 잘못되었다는 표시일 수 있거나, 또는 필터 자체와 관련되어 뭔가 잘못되었다는 표시 또는 어떤 다른 사건(예를 들면, 필터의 변화, 찢어진 개구 또는 점진적 열화에 기인되는 필터 멤브레인의 누설 등)이 발생되었다는 표시일 수 있다.

[0079] 여과 - 최대 상류 압력(PSI): 여과 세그먼트 중에 공급 챔버에 제공되는 최대 압력. 이 시험 값은 해당 사이클과 기준 사이클의 여과 세그먼트의 최대 충전 압력 사이의 차이 또는 비교값일 수 있다. 임의의 다른 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 상류 압력, 최소 상류 압력, 평균 상류 압력 등에 대해, 그리고 임의의 세그먼트 또는 세그먼트들의 조합에서 최대 분배 압력, 최소 분배 압력, 평균 분배 압력 등에 대해 유사한 시험이 수행될 수 있다. 에러 또는 경고는 필터 폐색, 점성도 변화, 펌프와 관련된 기계적 문제 또는 기타 문제를 나타낼 수 있다.

[0080] 충전 - 평균 모터 속도(밀리리터/초(mL/초)): 충전 제어를 위해 사용자 구성가능 파라미터. 예를 들면, 사용자는 (예를 들면, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 설명한 압력 센서(114)에 의해 측정된) 충전 압력이 제한치 또는 한계치(즉, 최소 충전 압력) 미만으로 하강하면 안되도록 특정할 수 있다. 일 예로서, 만일 최소 충전 압력이 -4 psi로 설정되고, 충전 압력이 (예를 들면, 공정 하의 공정 유체의 점성도 변화로 인해) -4 psi에 도달하는 경우, 펌핑 시스템은 최소 충전 압력 이상으로 충전 압력을 유지하기 위해 평균 모터 속도를 변화시킬 수 있다. 이러한 파라미터로 인해 사용자는 펌핑 시스템이 모터 속도를 변화시킬 수 있는 한계를 특정할 수 있다. 예를 들면, 펌핑 시스템(10)이 1 mL/초로 모터를 시동하는 것을 가정하면, 충전 압력은 -2 psi로 설정되고, 충전 속도는 1 mL/초로 설정된다. 충전 세그먼트 중에 충전 압력을 -2 psi으로 유지하기 위해, 펌핑 시스템은 평균 모터 속도 한계를 검사하고, 작동 중지 없이 0.5 mL/초로 변화시킨다. 이 실시예가 설명하는 바와 같이, 펌핑 시스템은 (평균 모터 속도 한계에 의해 제한되도록) 모터 속도를 변화시킬 수 있고, 사이클이 여전히 가동 중인 상태에서 이 변화에 관한 경보를 송출할 수 있다. 이것에 의해 펌핑 시스템(10)은 모든 충전 문제를 조기에 검출할 수 있고, 이에 따라 (예를 들면, 모터 속도를 강하시킴으로써) 충전 압력을 제어할 수 있고, 적절한 경보를 송출할 수 있다. 이러한 경보에 따라, 조작자는 임의의 추가의 웨이퍼를 가동시키는 것을 중단하도록 결정하거나, 현재의 작동 프로파일을 용인하여 이것을 이용하여 가동하도록 결정할 수 있다. 본 기술분야의 당업자가 이해하는 바와 같이, 압력이 유지되는 경우, 점성도의 변화는 모터 속도에 의해 정확하게 반영될 수 있다. 따라

서, 조작자는 현재의 충전 압력 프로파일(예를 들면, -2 psi의 충전 압력)을 새로운 기준 프로파일로서 저장하고, 펌핑 시스템을 0.5 mL/초의 모터 속도에 유지할 수 있다.

- [0081] 충전 - 총 시간(초): 충전 세그먼트를 위한 총 시간. 이것은 평균 모터 속도에 반비례적으로 관계된다. 만일 모터 속도가 느려지면, 충전 세그먼트를 완료하기 위해 필요한 총 시간은 길어진다. 위에서 설명한 평균 모터 속도 파라미터와 유사하게, 이 파라미터는 충전 압력을 모니터링하기 위해 사용될 수 있다. 일부의 경우에, 충전 압력이 유지/제어되는 한, 펌핑 시스템은 계속적으로 작동될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 총 시간이 사전정의된 한계치를 초과하는 경우, 펌핑 시스템은 펌프 트랙에 경보를 전송할 수 있고, 작동을 정지시킬 수 있다.
- [0082] 사이클 - 총 시간(초): 분배 사이클을 위한 총 시간. 충전 세그먼트 및 여과 세그먼트를 위한 시간은 변화될 수 있고, 따라서 총 사이클을 위한 시간도 변화될 수 있다. 이러한 파라미터는 이것이 아니면 누락될 수 있는 문제를 검출하는 것에 도움이 될 수 있다. 예를 들면, 어떤 사이클 중의 각각의 개별 세그먼트는 허용가능한 허용범위 내에서 작동될 수 있다. 따라서, 경보가 발생되지 않는다. 그러나, 총 사이클 시간은 웨이퍼 처리 시간을 초과한다. 이것은 허용가능한 허용범위의 한계가 더 작아지도록 하나 이상의 세그먼트의 조절이 필요할 수 있다는 것을 나타낸다.
- [0083] 기타 시험이 수행될 수도 있다. 일례로서, 그러나 비제한적으로, 시험은 분배 확인을 위한 변수 또는 데이터 입력으로서 하류의 유량 센서로부터의 출력을 포함할 수 있다. 다양한 시험은 불량한 분배가 발생하기 전에 문제(예를 들면, 충전 중의 폐색, 여과 중의 필터의 폐색, 분배 라인 내의 공기)를 고객에게 통보하고, 불량한 분배가 발생한 경우에는 추가의 불량한 분배를 방지하도록 도움을 줄 수 있다.
- [0084] 부분(570)은 합격한 시험의 횟수, 색 식별 또는 사이클 양호한 분배 사이클로 간주되었는지의 여부의 다른 시각적 표시를 포함하는 분배 사이클의 전체 결과를 표시할 수 있다. 경우에 따라, 시각적 표시는 합격한 시험의 횟수, 시험이 실패한 양, 또는 기타 기준에 기초하여 분배 사이클이 양호한 분배 사이클이라는 확실성의 정도에 관련될 수 있다. 예를 들면, 초록색은 분배 사이클이 양호하다는 높은 확실성이 있는 경우에, 노란색은 확실성이 낮은 경우에, 적색은 분배 사이클이 불량할 가능성이 있는 경우에 사용될 수 있다.
- [0085] 다양한 시험을 실시하고, 만족스러운 분석을 수행하고, 실시간 결과(모니터링된 데이터)를 사용자 인터페이스를 통해 펌프 트랙 및/또는 조작자에게 제공하는 본 명세서에 개시된 펌핑 시스템을 위한 능력은 본 명세서에 개시된 실시형태에 의해 제공되는 많은 이익 중 하나이다. 특히, 공급 스테이지(105)에 위치된 압력 센서는 펌핑 시스템에 종래의 펌핑 시스템에서는 이용불가능한 추가의 압력 정보를 제공할 수 있다. 충전측의 압력 정보는 위에서 설명한 여과 확인을 포함하여 많은 용도에서 유용할 수 있다. 충전측의 압력 정보의 다른 유리한 용도는 음압 또는 감압으로 필터를 프라이밍(priming)하는 것이다.
- [0086] 원용에 의해 본원에 완전히 포함되는 "미세 기포를 감소시키기 위해 유체를 처리하기 위한 방법 및 장치"라는 명칭의 WO 2006/116385 A1에 설명되어 있는 바와 같이, 필터는 미세기포를 포획하거나 미세기포를 핵생성하는 필터 멤브레인 내의 기공 또는 간극(crevice)과 같은 표면 특징을 가질 수 있다. 이들 미세기포는, 공정 유체 내의 입자와 마찬가지로, 반도체 웨이퍼의 표면 상에 결함을 유발할 수 있다. 따라서, 먼저 필터는 감압으로 처리되어 필터의 핵생성 표면 특징으로부터 (미세기포 형태의) 기체를 제거한 후에 액체와 접촉될 수 있다. 이것이 펌프 필터를 프라이밍하는 하나의 실시예이다. "펌프 프라이밍을 위한 방법 및 시스템"이라는 명칭의 위에서 인용된 WO 2012/054706 A2에 설명되어 있는 바와 같이, 펌프 필터는 다양한 방법에 따라 프라이밍될 수 있다.
- [0087] 하나의 실시형태에 따르면, 필터 프라이밍 루틴(routine)은 음압 또는 감압 프라이밍 세그먼트를 포함할 수 있다. 감압 프라이밍 세그먼트에서, 음의 압력이 상류측(예를 들면, 공급 스테이지)으로부터 필터 상에 작용될 수 있다. 이러한 필터 프라이밍 루틴은 (비록 이것이 가능하더라도) 사이클마다 수행될 필요는 없다. 이것은 필터가 펌핑 시스템에 설치된 경우에 수행될 수 있다.
- [0088] 예로서, 그러나 비제한적으로, 도 2a를 참조하면, 유체는 공급 스테이지(105)로부터 필터(120)에 도입될 수 있다. 통기 밸브(145), 배리어 밸브(135), 및 유입 밸브(125)는 폐쇄될 수 있다. 필터(120) 및 공급 챔버(155)를 포함하는 제한된 공간을 형성하도록 공급 챔버(155)와 필터(120)가 유체 연통되도록 격리 밸브(130)는 개방될 수 있다. 공급 스테이지 모터(175)는, 예를 들면, 압력 센서(114)에 의해 검출된 원하는 음의 압력에 도달될 때까지 피스톤(165)의 공급 다이어프램(160)을 후퇴시키도록 제어될 수 있다.
- [0089] 더 구체적으로, 하나 이상의 기간 동안 상류의 음의 압력의 하나 이상의 수준이 감압(또한 "침지 압력"이라고도 지칭됨)의 유체로 필터를 침지하도록 가해질 수 있고, 이것은 필터 내의 유체로부터 기체 또는 기포를 탈기 또는 제거하는 작용을 한다. 일부의 실시형태에서, 감압 침지 세그먼트를 위한 타이밍("침지 시간"이라고도 지칭

됨) 및 압력(들)은 사용자가 선택할 수 있다. 침지 압력 및 침지 시간을 설정하는 능력은 신규의 것이다. 다른 경우, 하나 이상의 수준의 양의 압력이 (예를 들면, 동일한 프라이밍 루틴 또는 상이한 프라이밍 루틴에서) 필터를 압력 침지하기 위해 가해질 수 있다.

[0090] 충전측 상에 압력 센서를 갖지 않은 펌핑 시스템에서, 가압은 분배측 상에서 수행된다. 그러나, 분배측 상에 가압을 적용하는 것은, 특히 음의 압력, 예를 들면, -10 psi를 가하는 경우에, 항상 실현가능한 것은 아니고, 또는 바람직한 것이 아니다. 하나의 이유는 분배 라인이 매우 길 수 있다는 것 및 이러한 라인 내에 큰 진공을 형성하면 유체가 미세기포로 오염될 수 있다는 것이다.

[0091] 본 명세서에 개시된 실시형태는 충전측의 압력 센서를 포함한다. 배리어 밸브(135)는 폐쇄될 수 있으므로 분배측 상의 유체는 침지 압력에 노출되지 않는다. 유체를 오염시키지 않고 필터 내의 유체로부터 기체를 제거하는 작용을 하는 침지 압력(예를 들면, -5 psi)이 필터 상에 가해질 수 있다. 낮은 압력의 이점은 이것에 의해 미세기포는 더 큰 부력을 갖는 더 큰 기포를 형성할 수 있다는 것이다. 다음의 세그먼트에서 압력이 가해지는 경우, 이러한 더 큰 기포는 유체 내로 복귀하지 않는 경향이 있고, 따라서 더 용이하게 배출될 수 있다.

[0092] 위에서 설명한 바와 같이, 분배 품질은 웨이퍼의 표면에 도포될 막의 두께 및 균일성에 영향을 줄 수 있다. 본 명세서에 개시된 펌핑 시스템의 정밀한 제어 및 과격하지 않은 취급 특성은 양호한 분배를 보장하도록 촉진할 수 있다. 충전측으로부터 가해지는 감압을 이용한 필터의 프라이밍은 양호한 분배의 경우에도 검출하기가 곤란할 수 있는 결함을 감소시키거나 제거함으로써 얻어지는 제품의 품질을 더 증진시킬 수 있다. 여과 세그먼트로부터 도입된 입자는 한동안 감지되지 않고, 최종적으로 웨이퍼의 결함률로서 나타나므로 종래의 시스템에서는 결함을 검출하는 것이 곤란할 수 있다. 본 명세서에 개시된 실시형태에서, 충전측 상의 압력 센서로부터의 정보는 여과가 "양호한 여과"인지의 여부를 추측 또는 아니면 결정하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 정보로 인해 임의의 문제(예를 들면, 충전 모터의 스톱)의 조기 검출이 가능하고, 제 1 스테이지의 여과 사이클에서 결함의 생성의 기회가 최소화(따라서 더 우수한 여과를 달성)될 수 있고, 제 2 스테이지에서 분배 품질이 향상(따라서 더 우수한 분배)될 수 있다.

[0093] 더욱이, 필터의 침지 및 프라이밍 시에 감소된 압력 또는 음의 압력을 제공하도록 모터를 제공함으로써, 실시형태는 유리하게도 외부의 진공 공급원, 이에 따라 유동 경로, 및 관련된 밸브의 필요성을 제거할 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 이 음압 또는 감압은 필터와 유체 연통되는 공급 챔버에 결합된 압력 센서에 의해 검출될 수 있다. 검출된 압력 정보는 펌핑 시스템 및/또는 펌프 트랙에 연결된 제어 로직에 제공될 수 있고, 이 제어 로직은 이 압력 정보를 해석할 수 있고, 이것을 이용하여 실시간으로 감압 프라이밍 세그먼트를 모니터링할 수 있다.

[0094] 진공 침지 세그먼트는 하나 이상의 다른 세그먼트를 가진 더 큰 프라이밍 라우팅(routing)의 일부일 수 있다는 것에 주목할 수 있다. 예를 들면, "침지" 사이클은 감압 침지 세그먼트 및 통기 세그먼트, 퍼지-통기, 여과, 퍼지-유입, 퍼지, 전진 압력, 전진 플러시, 후진 압력, 후진 플러시 또는 기타 세그먼트 중 하나 이상을 가질 수 있다. 침지 사이클의 하나의 실시형태는 격리 밸브(130) 및 개방된 통기 밸브(145)를 구비하는 통기 세그먼트, 다음에 폐쇄된 통기 밸브(145) 및 음의 압력을 작용하는 공급 펌프를 구비하는 감압 침지 세그먼트를 포함한다. 침지 사이클은 프라이밍 루틴을 형성하기 위해 다른 사이클과 조합될 수 있다. 주로 필터를 프라이밍하는 것에 관련하여 설명하였으나, 감압 침지 세그먼트는 분배 사이클의 일부로서도 구현될 수 있다.

[0095] 도 6은 필터가 음압 또는 감압(예를 들면, - 10 psi)에서 침지되는 침지 세그먼트를 포함하도록 사용자가 구성하는 하나의 실시형태의 침지 사이클을 도시하는 그래픽 사용자 인터페이스(600)이다. 일부의 경우에, 침지 세그먼트가 압력 침지 세그먼트이도록 양의 압력이 특정될 수 있다.

[0096] 이해되는 바와 같이, 본 명세서에서 설명되는 일부의 루틴, 방법, 단계, 작동 또는 부분은 컴퓨터 판독가능 매체, 하드웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 상에 저장된 컴퓨터 실행가능 명령을 포함하는 제어 로직을 통해 구현될 수 있다. 이 제어 로직은 다양한 실시형태에 개시된 일련의 단계를 수행하도록 정보 처리 장치를 디렉팅하도록 구성될 수 있다. 일부의 실시형태는 주문형 집적회로, 프로그래머블 로직 디바이스, 필드 프로그래머블 게이트 어레이, 광학적, 화학적, 생물학적, 양자역학적 또는 나노가공 시스템, 부품 및 메커니즘을 사용하여 하나 이상의 디지털 컴퓨터에서 소프트웨어 프로그래밍이나 코드를 이용하여 구현될 수 있다. 본 명세서에 제공된 개시 및 교시에 기초하여 본 기술분야의 당업자는 본 발명을 구현하기 위한 다른 방식 및/또는 방법을 이해할 것이다.

[0097] 본 발명의 임의의 특성의 단계, 작동, 방법, 루틴, 작동 또는 부분은 단일의 컴퓨터 프로세싱 장치 또는 다중의

컴퓨터 프로세싱 장치, 단일의 컴퓨터 프로세서 또는 다중의 컴퓨터 프로세서 상에서 실행될 수 있다. 데이터는 단일의 저장 매체 내에 저장될 수 있거나 또는 다중의 저장 매체를 통해 분배될 수 있고, 단일의 데이터베이스 또는 다중의 데이터베이스(또는 기타 데이터 스토리지) 내에 존재할 수 있다. 본 명세서에 설명된 작동의 시퀀스는 작동 시스템, 커널(kernel) 등과 같은 다른 공정에 의해 중단되거나, 정지되거나, 또는 아니면 제어될 수 있다. 이 루틴은 작동 시스템 환경에서 또는 독립실행형 루틴으로서 작동될 수 있다.

[0098] 본 발명의 루틴, 방법, 단계, 작동 또는 부분의 실시형태는 네트워크(예를 들면, 인터넷, 인트라넷, 인터넷, WAN, LAN, SAN 등) 또는 다른 컴퓨터에 통신가능하게 결합된 하나 이상의 컴퓨터에서, 또는 독립형 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 본 기술분야의 당업자에게 공지되어 있는 바와 같이, 컴퓨터는 CPU 또는 프로세서, 메모리(예를 들면, 1차 메모리 또는 2차 메모리(예를 들면, RAM, ROM, HD, 또는 명령 및 데이터를 영속적으로 또는 일시적으로 저장하기 위한 기타 컴퓨터 판독가능 매체), 및 하나 이상의 I/O 장치(들)을 포함할 수 있다. 이 he I/O 장치는 키보드, 모니터, 프린터, 전자 포인팅 디바이스(예를 들면, 마우스, 트랙볼, 스타일러스 등), 터치 스크린 등을 포함할 수 있다. 실시형태에서, 컴퓨터는 동일한 하드웨어 상이나 네트워크에 걸쳐 있는 적어도 하나의 데이터베이스에 접속된다.

[0099] 본 명세서에서 사용될 때, 용어 "포함하다", "포함하는", "갖다", "갖는", 또는 이들의 임의의 다른 변형어는 비배타적인 포함을 의미한다. 예를 들면, 요소들의 목록을 포함하는 공정, 제품, 또는 장치는 반드시 이들 요소에만 한정되지 않고, 이 목록에 명시적으로 표시되어 있지 않거나 이러한 공정, 제품, 또는 장치의 특유의 다른 요소를 포함할 수 있다.

[0100] 더욱이, "또는"은 명시적인 반대의 진술이 없는 한 포괄적이거나 비배타적인 "또는"을 말한다. 즉, 본 명세서에서 사용될 때 용어 "또는"은 다른 표시가 없는 한 "및/또는"을 의미하기 위한 것이다. 예를 들면, 조건 A 또는 B는 다음 중 임의의 하나에 의해 만족된다. A는 참(또는 존재)이고, B는 거짓(또는 비존재), A는 거짓(또는 비존재)이고, B는 참(또는 존재)이고, A 및 B의 양자 모두는 참(또는 존재)이다.

[0101] 본 명세서에서 사용될 때, "하나의(a 또는 an)"(및 이 "하나"라는 용어를 지칭하는 "상기")로 시작되는 용어는 분명한 반대의 뜻이 없는 한 이러한 용어의 단수 및 복수의 양자 모두를 포함한다. 또한, 본 명세서의 설명에서 사용될 때, "내에서(in)"는 분명한 반대의 뜻이 없는 한 "내에서" 및 "상에서(on)"를 포함한다.

[0102] 또한, 본 명세서에 제공된 임의의 실시예 또는 예시는 어떤 방식으로든 이들 실시예 또는 예시에서 사용되는 임의의 용어 또는 용어들의 제한, 한정, 또는 명확한 정의로서 간주되어서는 안 된다. 대신, 이들 실시예 또는 예시는 하나의 특징의 실시형태에 관한 설명으로서, 그리고 단지 예시적인 것으로 간주되어야 한다. 본 기술분야의 당업자는 이들 실시예 또는 예시가 사용하는 임의의 용어 또는 용어들은 본 명세서에 포함되거나 포함되지 않은 실시형태, 또는 본 명세서의 다른 부분의 실시형태를 포괄한다는 것을 이해할 것이고, 이러한 모든 실시형태는 그 용어 또는 용어들의 범위 내에 포함되도록 의도된다. 이러한 비제한적 실시예 및 예시를 나타내는 문언은 "예들 들면", "하나의 실시형태에서"를 포함하지만, 이것에 한정되지 않는다.

[0103] 본 명세서의 전체를 통해 언급되는 "하나의 실시형태", "일 실시형태", 또는 "특정의 실시형태" 또는 유사한 용어는 그 실시형태와 관련한 설명된 특징의 기구, 구조, 또는 특징이 적어도 하나의 실시형태에 포함되지만, 반드시 모든 실시형태에 제공될 필요는 없다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서의 전체를 통해 다양한 부분에서 나타나는 "하나의 실시형태에서" "일 실시형태에서" 또는 "특정의 실시형태에서" 또는 이와 유사한 어구는 반드시 동일한 실시형태를 지칭하지 않는다. 더욱이, 임의의 특징의 실시형태의 특징의 기구, 구조, 또는 특성은 하나 이상의 다른 실시형태와 임의의 적절한 방식으로 조합될 수 있다. 본 명세서의 교시에 비추어 본 명세서에서 설명되고 예시된 실시형태의 다른 변형 또는 개조가 가능하다는 것과 이것이 본 발명의 사상 및 범위의 일부로서 간주되어야 한다는 것이 이해될 것이다.

[0104] 비록 본 발명이 이것의 특징의 실시형태에 관하여 설명되었으나, 이들 실시형태는 단순히 예시적인 것에 불과하고, 본 발명을 제한하지는 않는다. 본 발명의 예시적 실시형태의 설명은 포괄적인 것이거나 본 명세서에 개시된 정확한 형태로 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다(특히, 임의의 특정한 실시형태의 포함내용, 기구 또는 기능은 본 발명의 범위를 이러한 실시형태, 기구 또는 기능으로 한정하기 위한 것이 아니다). 오히려, 설명은 본 발명을 임의의 구체적으로 설명된 실시형태, 기구 또는 기능에 한정함이 없이 본 기술 배경의 당업자에게 본 발명을 이해시키기 위해 예시적인 실시형태, 기구 및 기능을 설명하기 위한 것이다. 본 발명의 특징의 실시형태 및 실시예가 설명의 목적만을 위해 본 명세서에 기재되어 있으나, 관련된 기술분야의 당업자가 인지하고 이해하는 바와 같이, 다양한 등가의 개조가 본 발명의 사상 및 범위 내에서 가능하다. 이미 지정한 바와 같이, 이러한 개조는 본 발명의 예시적 실시형태의 전술한 설명에 비추어 본 발명으로 될 수 있고, 본 발명의 사상 및 범위

내에 포함되어야 한다. 따라서, 본 발명은 그 특정의 실시형태를 참조하여 본 명세서에서 설명되었으나, 전술한 개시 내에서 자유로운 개조, 다양한 변경 및 치환이 의도되고, 경우에 따라 본 발명의 실시형태의 일부의 기구는 설명된 바와 같은 본 발명의 범위 및 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 다른 기구의 대응하는 사용을 동반함이 없이 사용될 수 있다. 그러므로, 특정의 상황 또는 재료를 본 발명의 근본적인 범위 및 사상에 부합시키도록 많은 개조가 실시될 수 있다.

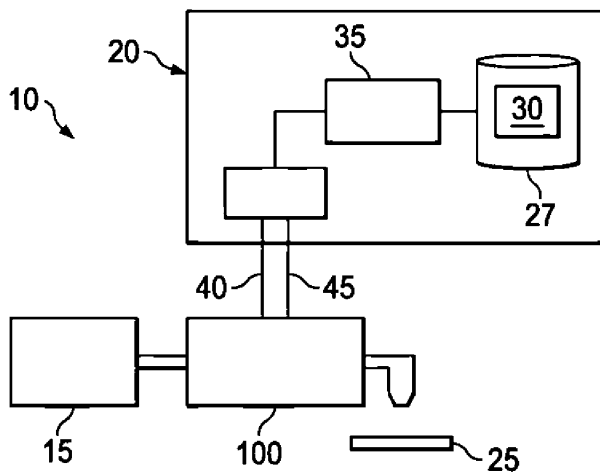
[0105] 본 명세서의 설명에서, 본 발명의 실시형태의 철저한 이해를 제공하기 위해 부품 및/또는 방법의 실시예와 같은 많은 구체적인 세부내용이 제공되었다. 그러나, 본 기술분야의 당업자는 구체적인 세부내용 중 하나 이상을 포함하여, 또는 다른 장치, 시스템, 조립체, 방법, 부품, 재료, 부품, 및/또는 그 유사물을 포함하여 실시형태가 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 다른 경우, 주지의 구조물, 부품, 시스템, 재료, 또는 작동은 본 발명의 실시형태의 양태를 모호하게 하지 않도록 구체적으로 도시하거나 설명하지 않았다. 본 발명은 특정의 실시형태를 사용하여 설명될 수 있으나, 이것이 임의의 특정의 실시형태에 본 발명을 한정하지 않고, 본 기술분야의 당업자는 추가의 실시형태가 용이하게 이해될 수 있고, 본 발명의 일부라는 것을 인식할 것이다.

[0106] 비록 단계, 작동, 또는 계산 특정의 순서로 제시될 수 있으나, 다른 실시형태에서 이 순서는 변경될 수 있다. 일부의 실시형태에서, 본 명세서에서 다중의 단계에 이르기까지 순차적으로 도시되어 있고, 대안적 실시형태에서 이러한 단계의 일부의 조합이 동시에 수행될 수 있다. 본 명세서에 설명된 작동의 시퀀스는 다른 공정에 의해 중단되거나, 정지되거나, 또는 아니면 제어될 수 있다.

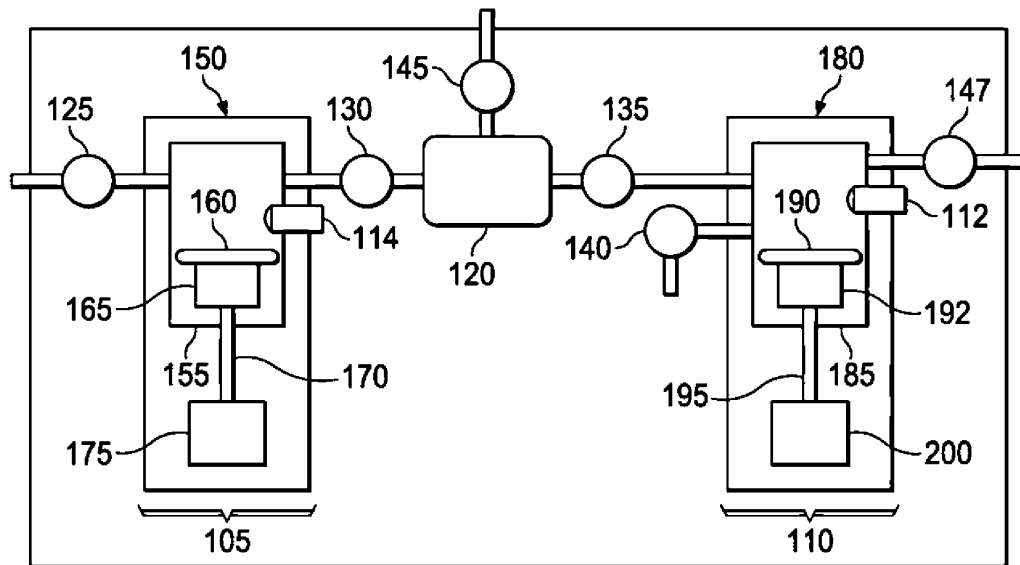
[0107] 도면에 도시된 요소 중 하나 이상은 별도로 구현되거나, 집합적으로 구현되거나, 심지어 제거되거나, 또는 특정의 용도에 따라 유용한 바와 같이 특정한 경우에는 작동불가능하도록 구현될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 또한, 도면 중의 임의의 신호 화살표는 다른 특별한 언급이 없는 한 예시적 및 비제한적으로 간주되어야 한다. 본 개시의 범위는 다음의 청구항 및 그 적절한 등가물에 의해 결정되어야 한다.

도면

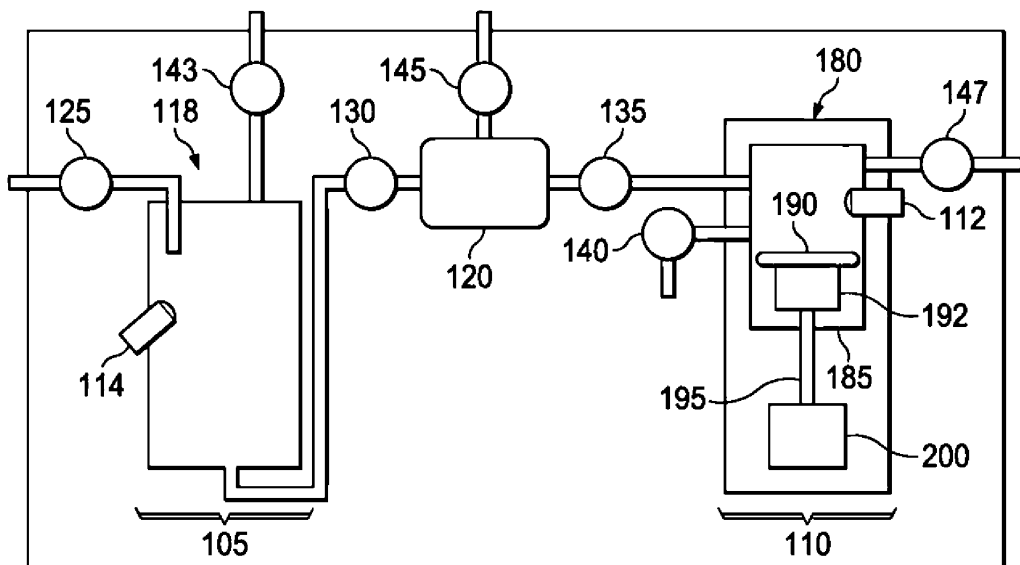
도면1



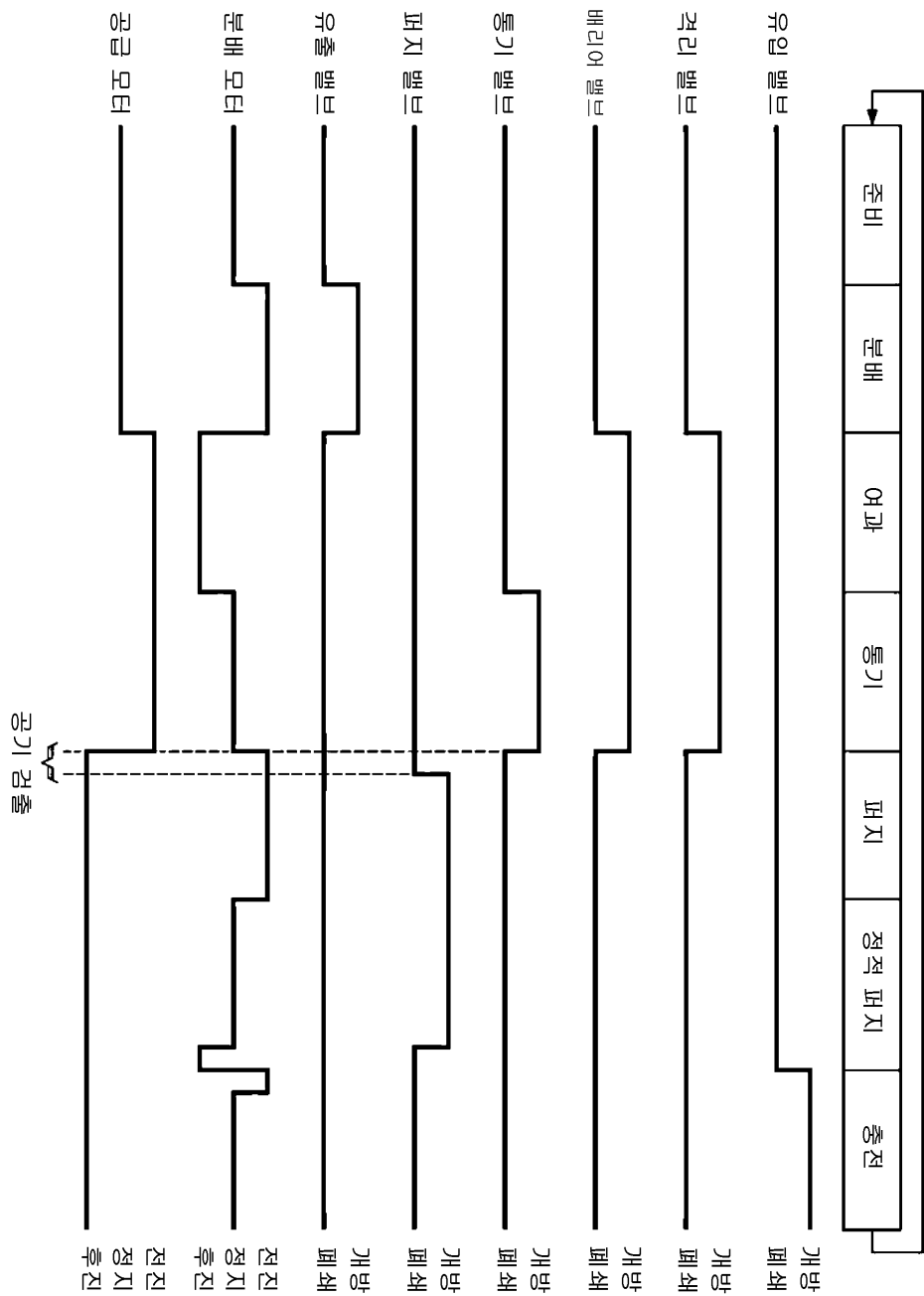
도면2a



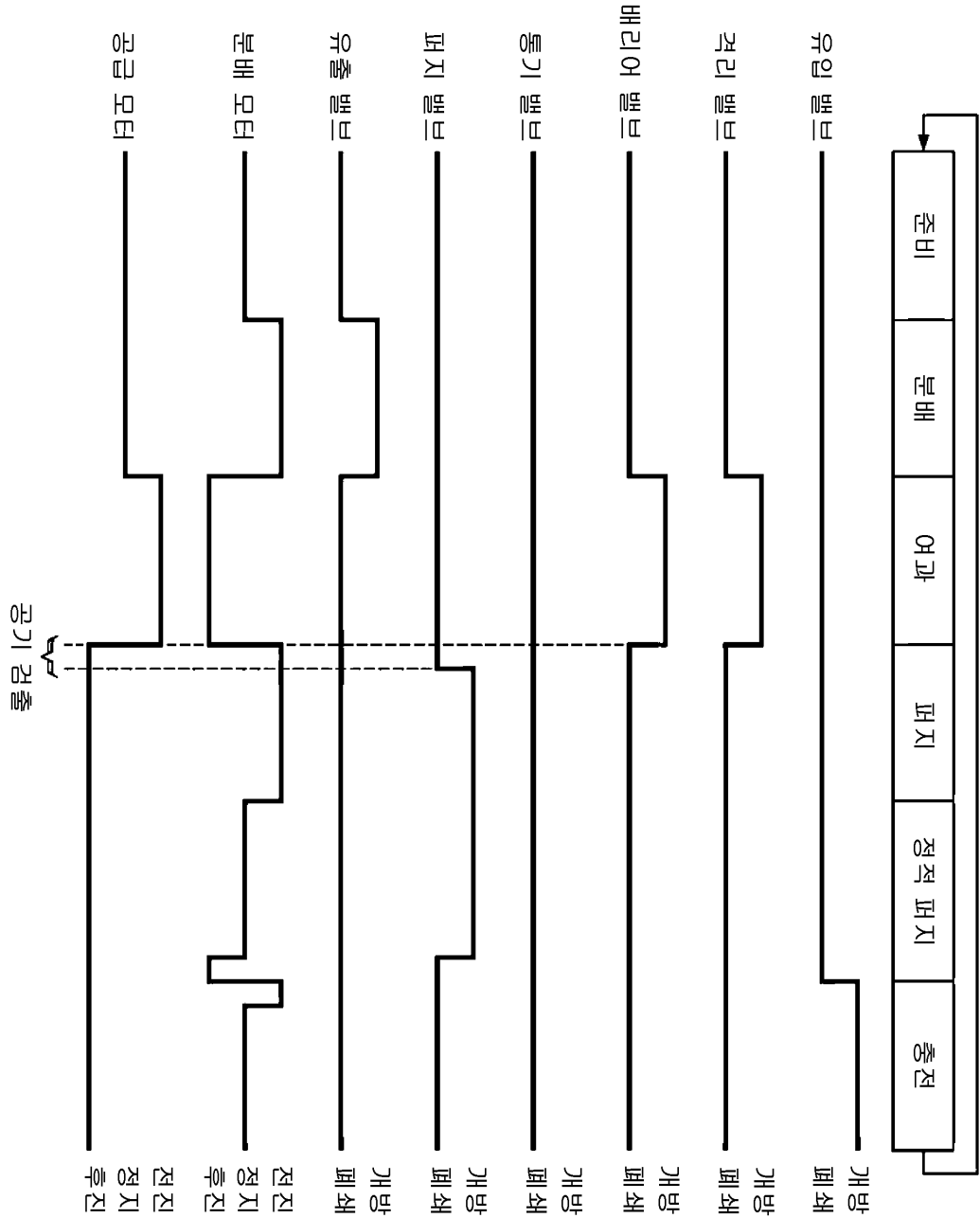
도면2b



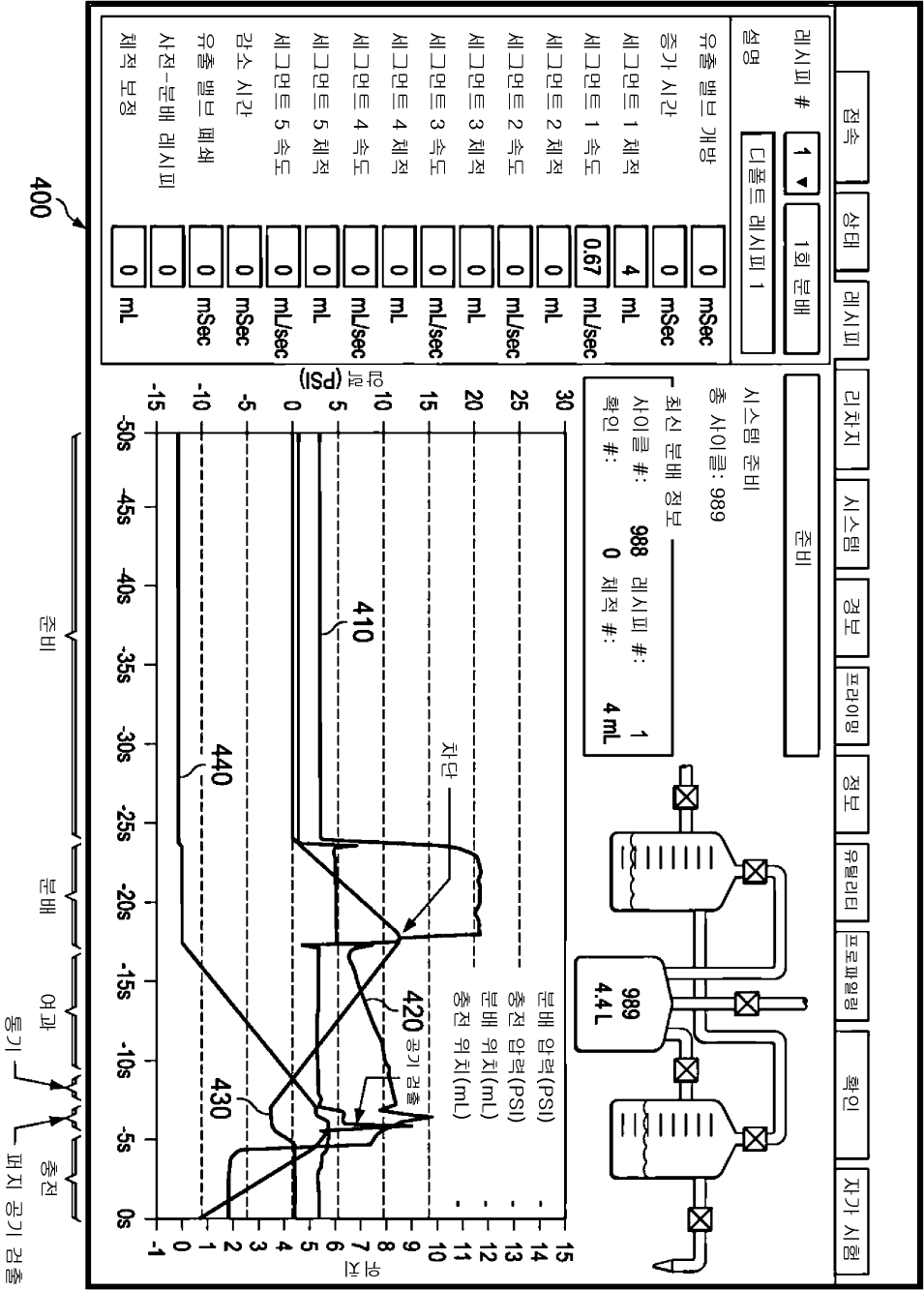
도면3a



도면3b



도면4



시스템 준비

총 사이클: 989

최신 분배 정보

사이클 #: 988

레이시피 #: 1

확인 #: 0

체적 #: 4 mL

분배 압력 (PSI)

총전 압력 (PSI)

분배 위치 (mL)

총전 위치 (mL)

차단

420 공기 검출

410

440

430

0s

-5s

-10s

-15s

-20s

-25s

-30s

-35s

-40s

-45s

-50s

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

-1

분배

여과

충전

통기

퍼지 공기 검출

400

도면5a

점속

상태

레시피

리치지

시스템

경보

프라이밍

정보

유틸리티

프로파일링

확인

자가 시험

기준에 따른 최신 분배

사이클

989

부하

기준

기준 선택

부하

레시피

1

기준에 저장

전체 확인 상태

9회 합격

570

레이피 #

1

설명

다플트 레시피 1

2014년4월24일, 화요일, 12:16:37 PM

모든 확인 정보

유효함

	사이클 # 989	기준 # 985	시험 값	경고 한계	에러 한계	경보 선택
준비 - 준비 압력(Psi)	2.95	2.96	0.01	1.00	1.50	경고 ▼
분배 - 압력 프로파일 비교(%)	100	100	100	85	80	경고 ▼
분배 - 최대 압력(Psi)	20.84	20.75	0.09	1	1.5	에러 ▼
분배 - 평균 압력(Psi)	19.58	19.38	0.2	0.5	1.5	경고 ▼
분배 - 차단 압력(Psi)	11.59	11.67	0.08	1	1.5	경고 ▼
분배 - 평균 모터 속도(mL/sec)	0.672	0.67	0.002	0.3	0.5	경고 ▼
분배 - 총 모터 체적(mL)	4.02	4.009	0.011	0.3	0.5	에러 ▼
분배 - 공기 검출 체적(mL)	0.104	0.097	0.104	0.4	0.5	에러 ▼
510 520 530 545 540 550 560						

500

[illegible]

도면6

600

점속

상태

레시피

리차지

시스템

경보

프라이밍

정보

유틸리티

프로파일링

확인

프라이밍 1 ▼

시작

정지

Est. Time (h:m:ss):00:03:19

준비

시스템 준비

통기 개방

분배 개방

모두 폐쇄

프라이밍 타이틀

디폴트 시퀀스 1

프라이밍 설명

사용자 시퀀스 설명

단계	유형	카운트	이동	유출 속도	통기 속도	퍼지 속도	충전 속도	여과 속도	여과 압력	침지 압력	침지 시간	
1	침지 ▼	1			0.5	0.5	0.5	0.5		3	-10	1
2	통기 ▼	1					0.5					
3	정지 ▼											