(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월17일
(11) 등록번호 10-2589733
(24) 등록일자 2023년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *H01L 21/324* (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67109 (2013.01)
H01L 21/324 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7034114
(22) 출원일자(국제) 2016년04월29일
심사청구일자 2021년04월12일
(85) 번역문제출일자 2017년11월24일
(65) 공개번호 10-2018-0002714
(43) 공개일자 2018년01월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/030079
(87) 국제공개번호 WO 2016/176566
국제공개일자 2016년11월03일
(30) 우선권주장
1190/DEL/2015 2015년04월29일 인도(IN)
15/142,220 2016년04월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2015035584 A
JP61089694 A*
KR101553075 B1
KR1020110025185 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자
류, 젠 선
싱가포르 730582 싱가포르 우드랜즈 드라이브 16 블록 582 넘버11-468
코, 틱 풍
싱가포르 940523 싱가포르 주롱 웨스트 스트리트 52 넘버 06-237 블록 523
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기, 권성락, 양승호

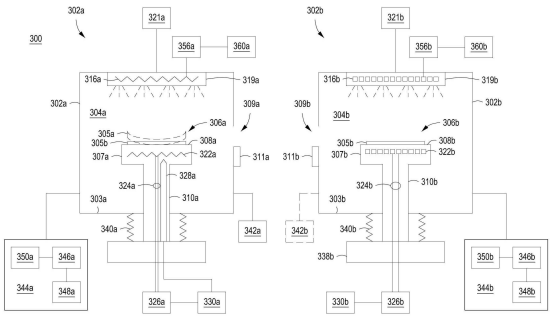
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 민지현

(54) 발명의 명칭 **기판 기형을 정정하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 명세서에서는 기판 기형을 정정하기 위한 방법 및 장치의 실시예들이 제공된다. 일부 실시예들에서, 기판 평판화 시스템은 제1 기판 지지체 및 제1 샤워헤드를 갖는 제1 프로세스 챔버 - 제1 기판 지지체는 척킹 메커니즘을 포함하지 않음 - ; 제1 기판 지지체의 제1 지지 표면 상에 배치된 기판을 가열하기 위해 제1 기판 지지체 내에 배치된 제1 가열기; 제1 샤워헤드를 통해 제1 프로세스 챔버의 제1 처리 용적 내로 유동되는 프로세스 가스를 가열하도록 구성된 제2 가열기; 및 제2 기판 지지체를 갖는 제2 프로세스 챔버 - 제2 기판 지지체는 가열되지 않고, 제1 프로세스 챔버 및 냉각 챔버는 둘 다 비-진공 챔버들임 - 를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 21/67017 (2013.01)
H01L 21/67248 (2013.01)
(72) 발명자
디루나부카라수, 스리스칸다라자흐
싱가포르 768440 싱가포르 유닛 07-25 캔버라 드라이브 54
엘루말라이, 카르디크
인도 560010 방갈로르 만주나다나가르 3번 페이즈 1번 스테이지 4번 메인 넘버325/에이
페, 응 성
싱가포르 640436 싱가포르 넘버08-454 주롱 웨스트 애비뉴 1 블록 436
수, 준-리앙
싱가포르 506906에이 싱가포르 어플라이드 머티어리얼스 빌딩 어퍼 창이 로드 노스 8

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 평판화 시스템(substrate flattening system)으로서,

제1 기판 지지체 및 제1 샤워헤드를 갖는 제1 프로세스 챔버 - 상기 제1 기판 지지체는 척킹 메커니즘을 포함하지 않음 - ;

상기 제1 기판 지지체의 제1 지지 표면 상에 배치된 기판을 가열하기 위해 상기 제1 프로세스 챔버 내의 상기 제1 기판 지지체 내에 배치된 제1 가열기;

상기 제1 샤워헤드를 통해 상기 제1 프로세스 챔버의 제1 처리 용적 내로 유동되는 프로세스 가스를 가열하도록 구성된 제2 가열기; 및

제2 기판 지지체를 갖는 제2 프로세스 챔버 - 상기 제2 기판 지지체는 냉각제를 유동시키도록 구성된 제1의 복수의 냉각제 채널을 포함하고, 상기 제1 프로세스 챔버 및 상기 제2 프로세스 챔버는 둘 다 비-진공 챔버들(non-vacuum chambers)임 -

를 포함하는 기판 평판화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 프로세스 챔버는,

상기 제1 가열기에 전기적으로 결합된 제1 전력 공급부;

상기 제1 전력 공급부를 제어하기 위해 상기 제1 전력 공급부에 결합된 제1 온도 제어기;

상기 제2 가열기에 전기적으로 결합된 제2 전력 공급부; 및

상기 제2 전력 공급부를 제어하기 위해 상기 제2 전력 공급부에 결합된 제2 온도 제어기

를 더 포함하는, 기판 평판화 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 프로세스 챔버는,

상기 제1 지지 표면의 온도를 측정하기 위해, 상기 제1 기판 지지체의 제1 샤프트를 통해 상기 제1 기판 지지체의 제1 지지 표면에 근접하게 배치된 열전쌍

을 더 포함하고, 상기 열전쌍은 상기 제1 및 제2 온도 제어기에 동작상 결합되는, 기판 평판화 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 프로세스 챔버는,

상기 제1 샤워헤드에 상기 프로세스 가스를 공급하기 위해 상기 제1 샤워헤드에 유체 결합되는(fluidly coupled) 제1 가스 패널

을 더 포함하는, 기판 평판화 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 가열기는 상기 제1 샤워헤드 내에 배치되는, 기판 평판화 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 프로세스 챔버는, 제2 샤워헤드를 더 포함하고, 상기 제2 샤워헤드는 냉각제를 유동시키도록 구성된 제2의 복수의 냉각제 채널을 포함하는, 기판 평판화 시스템.

청구항 8

기판 기형(substrate deformity)을 정정하기 위한 방법으로서,

제1 프로세스 챔버 내의 제1 기판 지지체 상에 왜곡된 기판(warped substrate)을 배치하는 단계; 및

상기 왜곡된 기판을 제1의 미리 결정된 온도로 가열하는 단계;

상기 왜곡된 기판을 평탄화된 기판(planarized substrate)으로 변형하기 위해, 상기 왜곡된 기판을 제1 기간 동안 상기 제1의 미리 결정된 온도로 유지하는 단계;

상기 평탄화된 기판을 상기 제1의 미리 결정된 온도보다 낮은 제2의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계;

상기 평탄화된 기판을 제2 프로세스 챔버의 제2 기판 지지체 상에 배치하는 단계; 및

상기 평탄화된 기판을 상기 제2의 미리 결정된 온도보다 낮은 제3의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 왜곡된 기판을 상기 제1의 미리 결정된 온도로 가열하는 단계는,

상기 제1 기판 지지체 내에 배치된 가열기를 이용하여, 상기 제1 기판 지지체의 제1 지지 표면을 가열하는 단계; 및

프로세스 가스를 제4의 미리 결정된 온도에서 상기 제1 프로세스 챔버 내의 제1 샤워헤드를 통해 유동시키는 단계 - 상기 프로세스 가스는 불활성 가스임 -

를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 평탄화된 기판을 제2의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계는,

상기 프로세스 가스의 온도를 상기 제4의 미리 결정된 온도보다 낮은 제5의 미리 결정된 온도로 감소시키는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1의 미리 결정된 온도는 약 150℃ 내지 약 160℃이고,

상기 제1 기간은 약 10초 내지 약 2분이고,

상기 제2의 미리 결정된 온도는 약 130℃ 이하이고,

상기 제3의 미리 결정된 온도는 대략 실온이고,

상기 제4의 미리 결정된 온도는 약 160℃ 내지 약 210℃이고,

상기 제5의 미리 결정된 온도는 약 25℃ 내지 130℃인, 방법.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 평탄화된 기판을 제3의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계는,

상기 제2 기판 지지체 내에 배치된 제1의 복수의 냉각제 채널을 통해 제1 냉각제를 유동시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 평탄화된 기판을 제3의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계는,

프로세스 가스를 상기 제2 프로세스 챔버 내에 배치된 제2 샤워헤드를 통해 유동시키는 단계 - 상기 프로세스 가스는 불활성 가스임 - ; 및

상기 프로세스 가스를 냉각하기 위해, 제2 냉각제를 상기 제2 샤워헤드 내에 배치된 제2의 복수의 냉각제 채널을 통해 유동시키는 단계

를 더 포함하는, 방법.

청구항 14

기판 기형을 정정하기 위한 방법으로서,

왜곡된 기판을 약 150℃ 내지 약 220℃의 제1의 미리 결정된 온도로 가열하는 단계;

상기 기판을 제1 기간 동안 상기 제1의 미리 결정된 온도로 유지하는 단계;

상기 기판을 상기 제1의 미리 결정된 온도보다 낮은 제2의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계; 및

상기 기판을 평판화하기 위해, 기판 지지체 내의 복수의 열 전달 채널을 통해 냉각제를 유동시킴으로써, 상기 기판을 상기 제2의 미리 결정된 온도보다 낮은 제3의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1의 미리 결정된 온도는 약 150℃ 내지 약 160℃이고, 상기 제1 기간은 약 30초 내지 약 120초인, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 기판 내의 변형들을 정정하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기판 패키징 내에서 다이들을 캡슐화하기 위해, 에폭시 몰드 화합물들(epoxy mold compounds)이 이용된다. 이러한 화합물들은 불균질한 가열 및 냉각으로 인해 열 프로세스들 이후에 휘어지고 왜곡되어, 현재의 프로세스 장비 내에서 불균일한 팽창/수축률들을 야기한다. 종래의 열 프로세스들은 복사, 대류, 또는 전도 열 프로세스들을 통한 방향성 열 전달을 이용한다. 방향성은 이방성 팽창 및 수축률들을 야기한다. 열가소성 레짐(thermoplastic regime) 부근에서 작동될 때, 불균일한 냉각, 및 그에 후속하는 수축률들은 왜곡된 기판을 발생시킨다. 그러한 왜곡 및 휘어짐 효과들은 빈번하게 관찰되고, 기판이 기판의 열가소성 레짐에 가깝게 처리되고 있어서, 허용가능한 수준을 넘어서는 왜곡을 발생시키고 있음을 암시한다.

[0003] 그러므로, 본 발명자들은 기판 기형을 정정하기 위한 방법 및 장치의 실시예들을 제공한다.

발명의 내용

[0004] 본 명세서에서는 기판 기형(substrate deformity)을 정정하기 위한 방법 및 장치의 실시예들이 제공된다. 일부 실시예들에서, 기판 평판화 시스템(substrate flattening system)은 제1 기판 지지체 및 제1 샤워헤드를 갖는 제1 프로세스 챔버 - 제1 기판 지지체는 척킹 메커니즘을 포함하지 않음 - ; 제1 기판 지지체의 제1 지지 표면 상에 배치된 기판을 가열하기 위해 제1 기판 지지체 내에 배치된 제1 가열기; 제1 샤워헤드를 통해 제1 프로세스 챔버의 제1 처리 용적 내로 유동되는 프로세스 가스를 가열하도록 구성된 제2 가열기; 및 제2 기판 지지체를 갖는 제2 프로세스 챔버 - 제2 기판 지지체는 가열되지 않고, 제1 프로세스 챔버 및 냉각 챔버는 둘 다 비-진공

챔버들(non-vacuum chambers)임 - 를 포함한다.

[0005] 기판 기형을 정정하기 위한 방법은 왜곡된 기판을 약 150℃ 내지 약 220℃의 제1의 미리 결정된 온도로 가열하는 단계; 기판을 제1 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 유지하는 단계; 및 기판을 평판화하기 위해, 기판 지지체 내의 복수의 열 전달 채널을 통해 냉각제를 유동시킴으로써, 기판을 제1의 미리 결정된 온도보다 낮은 제2의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계를 포함한다.

[0006] 일부 실시예들에서, 기판 기형을 정정하기 위한 방법은 제1 프로세스 챔버 내의 제1 기판 지지체 상에 왜곡된 기판(warped substrate)을 배치하는 단계; 왜곡된 기판을 제1의 미리 결정된 온도로 가열하는 단계; 왜곡된 기판을 평탄화된 기판(planarized substrate)으로 변형하기 위해, 왜곡된 기판을 제1 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 유지하는 단계; 평탄화된 기판을 제1의 미리 결정된 온도보다 낮은 제2의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계; 평탄화된 기판을 제2 프로세스 챔버의 제2 기판 지지체 상에 배치하는 단계; 및 평탄화된 기판을 제2의 미리 결정된 온도보다 낮은 제3의 미리 결정된 온도로 냉각하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 개시내용의 다른 실시예들 및 추가의 실시예들이 이하에 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 위에서 간략하게 요약하고 이하에 더 상세하게 논의되는 본 개시내용의 실시예들은 첨부 도면들에 도시된 본 개시내용의 예시적인 실시예들을 참조하여 이해될 수 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 도시하며, 따라서 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다.

도 1은 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 기판 처리 시스템의 블록도를 도시한다.

도 2는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따라 기판 기형을 정정하기 위한 방법을 도시하는 흐름도를 보여준다.

도 3은 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 기판 처리 시스템의 블록도를 도시한다.

도 4는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따라 기판 기형을 정정하기 위한 방법을 도시하는 흐름도를 보여준다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 도면들이 비례에 맞춰 그려지지는 않으며, 명확성을 위해 단순화될 수 있다. 일 실시예의 요소들 및 특징들은 추가 언급 없이도 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 명세서에서는 기판 기형을 정정하기 위한 방법 및 장치의 실시예들이 제공된다. 방법 및 장치는 특히 에폭시 코팅을 갖는 기판들에서, 이전의 처리 동안의 기판의 가열 및/또는 냉각으로 인해 휘어지거나 왜곡된 기판을 유리하게 평탄화할 수 있다.

[0010] 도 1은 본 개시내용의 실시예들에 따라 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 발명의 방법을 수행하는 데에 적합한 기판 처리 시스템(100)의 블록도를 도시한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 기판 처리 시스템(100)은 처리 용적(103)을 둘러싸는 챔버(102), 기판(106)을 지지하기 위한 지지체(104), 리프트 핀 어셈블리(107), 진공 소스(110), 열 전달 공급부(113), 복사 열원[램프 어레이(112)], 램프 드라이버(114), 제어기(116), 및 AC 전력 소스(118)를 포함한다. 하나 이상의 온도 센서 및 관련 하드웨어(도시되지 않음)는 처리 용적(103) 내의 온도를 제어하기 위해 제공될 수 있고 제어기에 결합될 수 있다. 기판(106)은 예를 들어 반도체 웨이퍼이다. 기판(106)은 그 위에 배치된 에폭시 코팅을 포함할 수 있다.

[0011] 리프트 핀 어셈블리(107)는 지지체(104) 내에 형성된 대응하는 복수의 리프트 핀 채널(105)을 통해 연장되는 복수의 리프트 핀(109)을 포함한다. 리프트 핀 어셈블리(107)는 지지체(104)의 지지 표면(117)에서 또는 상으로 기판(106)을 상승 및 하강시키기 위해 구동 메커니즘(108)(예컨대, 모터 또는 액츄에이터)에 의해 상승 및 하강될 수 있다. 챔버(102)는 개구(119)를 더 포함할 수 있고, 그러한 개구를 통해 로봇식 암(도시되지 않음)이 기판(106)을 복수의 리프트 핀(109) 상에 삽입하고/복수의 리프트 핀으로부터 제거하기 위해 연장된다. 리프트 핀 어셈블리(107)는 기판이 램프 어레이(112)에 근접하게 되는 제1 위치와 기판(106)이 지지 표면(117) 상에 놓이는 제2 위치 사이에서 이동가능하다. 일부 실시예들에서, 기판(106)은 제1 위치에서 제1의 미리 결정된 온도로 가열되고, 제2 위치에서 제2의 미리 결정된 온도로 냉각된다.

[0012] 일부 실시예들에서, 지지체(104)는 기판(106)을 지지 표면(117) 상에 척킹하기 위해 진공 소스(110)가 결합되는

진공 척이다. 일부 실시예들에서, 지지체(104)는 대안적으로는 정전 척일 수 있다. 지지체(104)는 열 전달 공급부(113)에 유체 결합되는 복수의 열 전달 채널(111)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 열 전달 공급부(113)는 지지체(104)의 지지 표면(117) 최상부에 배치된 기판(106)을 냉각하기 위해 냉각제를 열 전달 채널들(111)에 제공할 수 있다.

[0013] AC 전력 소스(118)는 램프 드라이버(114)에 AC 전력을 전달하고, 램프 드라이버의 동작은 제어기(116)에 의해 제어된다. 램프 드라이버(114)는 전력을 램프 어레이(112)에 분산시킨다. 다음으로, 램프 어레이(112)는 챔버(102) 내에서 기판(106)을 열적으로 트리트먼트하기 위한 열을 생성한다.

[0014] 일부 실시예들에서, 램프 어레이(112)는 하나 이상의 램프를 포함하고, 각각의 램프는 램프 드라이버(114)를 통해 제어기(116)에 의해 개별적으로 제어될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 3개의 램프(120, 122, 124)가 도시되어 있지만, 더 적은 개수 또는 더 많은 개수의 램프가 이용될 수 있다. 각각의 램프(120, 122, 124)는 대응하는 가열 구역들에 열을 제공하기 위해 제어기(116)에 의해 개별적으로 제어될 수 있다. 램프들은 개별적으로 제어될 수 있으므로, 가열 구역들 내의 온도도 또한 제어될 수 있다.

[0015] 도 2는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따라 기판 기형을 정정하기 위한 방법(200)을 도시하는 흐름도이다. 블록(205)에서, 변형된(즉, 왜곡된, 휘어진 등) 기판(106)은 리프트 핀 어셈블리(107)에 의해 램프 어레이(112) 부근의 제1 위치로 상승된다. 블록(210)에서, 기판(106)은 제1의 미리 결정된 기간 동안 미리 결정된 온도로 가열된다. (에폭시 코팅을 갖는 기판들에 대해) 미리 결정된 온도는 기판 상에 배치된 에폭시의 유리 전이 온도 이상일 수 있다. 예를 들어, 기판(106)은 약 30초 내지 60초의 지속기간 동안 약 180℃ 내지 약 220℃의 온도로 가열될 수 있다. 블록(215)에서, 기판(106)은 지지 표면(117) 상의 제2 위치로 하강된다. 블록(220)에서, 변형된 기판을 평탄화하기 위해 기판(106)이 지지 표면(117)에 척킹된다. 블록(225)에서, 기판(106)을 냉각하고 기판(106)의 평탄화된 형상을 보유하기 위해, 냉각제는 제2의 미리 결정된 기간 동안 열 전달 채널들(111)을 통해 유동된다. 기판(106)은 적어도, 기판 상의 에폭시 코팅에 대한 유리 전이 온도 미만의 온도로, 예컨대 약 130℃ 이하로 냉각된다. 일부 실시예들에서, 제2의 미리 결정된 기간은 약 30초 내지 약 60초이다.

[0016] 도 3은 본 개시내용의 실시예들에 따라 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 발명의 방법을 수행하는 데에 적합한 기판 처리 시스템(300)의 블록도를 도시한다. 예를 들어, 기판 처리 시스템(300)은 제1 처리 용적(304a)을 갖는 제1 프로세스 챔버(302a)(즉, 가열 챔버), 및 기판(305a, b)을 지지하기 위해 제1 처리 용적(304a) 내에 배치되는 제1 기판 지지체(306a)를 포함한다. 제1 프로세스 챔버(302a)는 대기 챔버(atmospheric chamber)이다(즉, 진공 챔버가 아님). 제1 프로세스 챔버(302a)를 대기 챔버로서 제공하면 시스템의 경비가 유리하게 감소되는데, 왜냐하면 비-진공 챔버들은 진공 챔버들에 비해 제조 및 유지보수에 비용이 덜 들기 때문이다.

[0017] 제1 기판 지지체(306a)는 제1 지지 표면(308a)을 갖는 제1 바디(307a), 및 제1 바디(307a)를 지지하는 제1 샤프트(310a)를 포함할 수 있다. 도 1에서는 페디스털 타입의 설계로서 도시되어 있지만, 기판 지지체는 지지 표면, 및 제1 샤프트(310a) 또는 지지 표면을 지지하기 위한 임의의 다른 적절한 부재와 같은 부재를 갖는 임의의 적절한 기판 지지체일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 기판 지지체(306a)는 예를 들어 알루미늄 산화물(Al_2O_3) 또는 알루미늄 질화물(AlN)과 같은 세라믹 재료, 또는 예를 들어 알루미늄(Al)과 같은 금속 재료를 포함할 수 있다. 제1 기판 지지체(306a)는 예를 들어 진공 척, 정전 척, 클램프들, 또는 그와 유사한 것과 같은 척킹 메커니즘을 포함하지 않는다. 제1 기판 지지체(306a)는 또한 기판을 제1 지지 표면(308a) 상에 배치하거나 제1 지지 표면으로부터 제거하는 것을 용이하게 하기 위한 복수의 리프트 핀을 갖는 리프트 핀 메커니즘[도 1에 도시된 리프트 핀 어셈블리(107)의 구동 메커니즘(108)과 유사함]을 포함할 수 있다.

[0018] 제1 프로세스 챔버는 하나 이상의 프로세스 가스를 제1 처리 용적(304a)에 제공하기 위해 도 3에 도시된 것과 같이 제1 가스 패널(321a)에 결합된 제1 샤워헤드(319a)를 더 포함한다. 하나 이상의 프로세스 가스는 예를 들어 질소 또는 아르곤과 같은 하나 이상의 무독성 불활성 가스를 포함할 수 있다. 제1 샤워헤드(319a)는 하나 이상의 프로세스 가스를 제1 처리 용적(304a)에 전달하기 위한 하나의 예시적인 챔버 컴포넌트에 지나지 않는다. 대안적으로, 또는 그와 함께, 하나 이상의 프로세스 가스는 제1 프로세스 챔버(302a)의 벽들 주위에 배치된 측면 주입 포트들(도시되지 않음), 또는 프로세스 챔버의 다른 영역들 내에 배치된 가스 유입부들을 통해, 제1 처리 용적(304a)에 전달될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 샤워헤드(319a)는 샤워헤드를 통해 유동되는 하나 이상의 프로세스 가스를 가열하기 위해, 샤워헤드의 기판 대면 표면(substrate-facing surface) 부근에서 제1 샤워헤드(319a) 내에 배치되는 제2 가열기(316a)를 포함할 수 있다. 제2 가열기(316a)는 샤워헤드 내에서 이용되는 임의의 적절한 가열기, 예컨대 저항성 가열기 또는 그와 유사한 것일 수 있다. 제2 가열기

(316a)는 제1 프로세스 챔버(302a)의 외부에 배치된 제2 전력 공급부(356a)에 결합된다. 제2 전력 공급부(356a)는 교류 전류(AC) 전력 소스, 직류 전류(DC) 전력 소스, 또는 그와 유사한 것을 포함할 수 있다. 제2 전력 공급부(356a)는 제2 전력 공급부(356a)에 동작상 결합된 열전쌍(328a)에 의해 측정된 온도에 기초하여 제2 전력 공급부(356a)를 제어하기 위해 제2 온도 제어기(360a)에 결합될 수 있다. 대안적으로, 일부 실시예들에서, 하나 이상의 프로세스 가스는 제1 샤워헤드(319a)에 진입하기 전에 가열될 수 있다.

[0019] 제1 기판 지지체(306a)는 제1 지지 표면(308a) 상에 배치될 때 기판(305a, b)에 열을 제공하기 위해 제1 지지 표면(308a) 부근에서 제1 기판 지지체(306a) 내에 배치된 제1 가열기(322a)를 포함한다. 제1 가열기(322a)는 저항성 가열기 또는 그와 유사한 것과 같이, 기판 지지체 내에서 이용되는 임의의 적절한 가열기일 수 있다. 제1 가열기(322a)는 제1 가열기(322a)에 전력을 제공하기 위해 제1 샤프트(310a)를 통해 제1 가열기(322a)로부터 연장되는 하나 이상의 전도성 라인(324a)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 전도성 라인(324a)은 제1 가열기(322a)를 제1 프로세스 챔버(302a)의 외부에 배치된 제1 전력 공급부(326a)에 결합할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 전도성 라인(324a)은 제1 전력 공급부(326a)로부터의 전력을 제1 가열기(322a)에 제공하기 위한 제1 라인, 및 전력을 제1 전력 공급부(326a)에 복귀시키기 위한 제2 라인을 포함할 수 있다. 제1 전력 공급부(326a)는 교류 전류(AC) 전력 소스, 직류 전류(DC) 전력 소스, 또는 그와 유사한 것을 포함할 수 있다. 대안적으로(도시되지 않음), 하나 이상의 전도성 라인(324a)은 제1 전력 공급부(326a)로부터의 전력을 제1 가열기(322a)에 제공하는 단일 전도성 라인일 수 있다.

[0020] 제1 기판 지지체(306a)는 요구되는 온도, 예컨대 제1 기판 지지체(306a), 제1 지지 표면(308a)의 온도, 또는 제1 지지 표면(308a) 상에 배치될 때의 기판(305a, b)의 온도를 측정하기 위해 제1 기판 지지체(306a) 내에 배치된 열전쌍(328a)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 열전쌍(328a)은 열전쌍 프로브 또는 그와 유사한 것과 같은 임의의 적절한 열전쌍 설계일 수 있다. 열전쌍(328a)은 제거가능할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 열전쌍(328a)은 제1 기판 지지체(306a)의 제1 샤프트(310a)를 따라 제1 지지 표면(308a) 부근으로 연장될 수 있다. 도 3에 도시된 것과 같은 열전쌍(328a)은 예시일 뿐이고, 열전쌍의 첨단은 제1 가열기(322a) 부근으로(도 3에 도시됨), 또는 제1 가열기(322a) 위로, 그리고 제1 지지 표면(308a) 부근으로(도시되지 않음) 연장될 수 있다. 열전쌍(328a)의 첨단의 위치는 기판(305a, b), 또는 제1 지지 표면(308a)과 같은 소정의 다른 컴포넌트의 온도의 가장 정확한 측정값을 제공하기 위해 제1 지지 표면(308a)에 대해 조절될 수 있다. 열전쌍(328a)은 제1 온도 제어기(330a)에 동작상 결합될 수 있다. 예를 들어, 제1 온도 제어기(330a)는 열전쌍(328a)에 의해 측정된 온도에 기초하여 제1 전력 공급부(326a)를 제어할 수 있다. 대안적으로, 제1 온도 제어기(330a)는 제1 프로세스 챔버(302a)의 동작들을 제어할 수 있는 제1 제어기(344a)와 같은 시스템 제어기의 일부이거나 그에 결합될 수 있다.

[0021] 변형된 기판(305a)(팬텀으로 도시됨)은 제1 프로세스 챔버(302a)의 벽 내의 제1 개구(309a)를 통해 제1 프로세스 챔버(302a)에 진입할 수 있다. 제1 개구(309a)는 제1 슬릿 밸브(311a), 또는 개구를 통한 챔버의 내부로의 접근을 선택적으로 제공하기 위한 다른 메커니즘을 통해 선택적으로 밀봉될 수 있다. 제1 기판 지지체(306a)는 기판을 제1 개구(309a)를 통해 챔버의 안팎으로 이송하는 데에 적합한 하부 위치(도시되지 않음)와 처리에 적합한 선택가능한 상부 위치 사이에서 제1 기판 지지체(306a)의 위치를 제어할 수 있는 제1 리프트 메커니즘(338a)(예컨대, 모터 또는 액츄에이터)에 결합될 수 있다. 프로세스 위치는 기판에 걸친 온도 균일성을 최대화하도록 선택될 수 있다. 제1 리프트 메커니즘(338a)은 제1 기판 지지체(306a)가 이동될 때 제1 처리 용적(304a) 내에서 미리 결정된 압력 범위를 유지하기 위해, 제1 벨로우즈(340a) 또는 다른 가요성 진공 호스를 통해 제1 프로세스 챔버(302a)에 결합될 수 있다.

[0022] 제1 프로세스 챔버(302a)는 과잉의 프로세스 가스들을 제1 프로세스 챔버(302a)의 제1 처리 용적(304a)으로부터 제거하기 위한 제1 배기 시스템(342a)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 배기 시스템(342a)은 제1 프로세스 챔버(302a)로부터 배기 가스들을 펌프 아웃하기 위해 펌핑 포트를 통해 펌핑 플레넘에 결합된 진공 펌프, 또는 임의의 적합한 배기 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 진공 펌프는 배기물을 적합한 배기 핸들링 장비로 라우팅하기 위해 배기 유출부에 유체 결합될 수 있다. 밸브(예컨대, 게이트 밸브, z-모션 밸브, 또는 그와 유사한 것)는 진공 펌프의 동작과 결합하여 배기 가스들의 유량의 제어를 용이하게 하기 위해 펌핑 플레넘 내에 배치될 수 있다.

[0023] 제1 제어기(344a)는 위에서 설명된 것과 같은 제1 프로세스 챔버(302a)의 제어를 용이하게 하기 위해, 제1 중앙 처리 유닛(CPU)(346a), 제1 메모리(348a), 및 제1 CPU(346a)를 위한 제1 지원 회로들(350a)을 포함하고, 제1 프로세스 챔버(302a)의 컴포넌트들의 제어를 용이하게 한다. 제1 제어기(344a)는 다양한 챔버들 및 서브-프로세서들을 제어하기 위해 산업용 세팅에서 이용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서일 수 있다. 제1

CPU(346a)의 제1 메모리(348a) 또는 컴퓨터 판독가능한 매체는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 플로피 디스크, 하드 디스크, 또는 임의의 다른 형태의 로컬 또는 원격 디지털 저장소와 같은 쉽게 이용가능한 메모리 중 하나 이상일 수 있다. 제1 지원 회로들(350a)은 종래의 방식으로 프로세서를 지원하기 위해 제1 CPU(346a)에 결합된다. 이러한 회로들은 캐시, 전력 공급부, 클럭 회로, 입력/출력 회로망, 서브시스템, 및 그와 유사한 것을 포함한다. 제1 프로세스 챔버(302a) 내에서 수행되는 방법들, 또는 그 방법들의 적어도 일부는, 소프트웨어 루틴으로서 제1 메모리(348a) 내에 저장될 수 있다. 또한, 소프트웨어 루틴은 제1 CPU(346a)에 의해 제어되는 하드웨어로부터 원격 배치되어 있는 다른 CPU(도시되지 않음)에 의해 저장 및/또는 실행될 수 있다.

[0024] 기판 처리 시스템(300)은 제2 처리 용적(304b)을 갖는 제2 프로세스 챔버(302b)(즉, 냉각 챔버), 및 평탄화된 기판(305b)을 지지하기 위해 제2 처리 용적(304b) 내에 배치되는 제2 기판 지지체(306b)를 더 포함한다. 제2 프로세스 챔버(302b)는 또한 대기 챔버이다(즉, 진공 챔버가 아님). 제1 프로세스 챔버(302a)의 대응하는 컴포넌트들과 실질적으로 동일한 제2 프로세스 챔버(302b)의 컴포넌트들의 설명은 단순함을 위해 생략될 것이다. 제2 프로세스 챔버(302b)의 컴포넌트들만이 설명될 것이다.

[0025] 일부 실시예들에서, 제2 프로세스 챔버(302b)는 하나 이상의 프로세스 가스를 제2 처리 용적(304b)에 제공하기 위해 제2 가스 패널(321b)에 결합된 제2 샤워헤드(319b)를 선택적으로 포함할 수 있다. 하나 이상의 프로세스 가스는 예를 들어 질소 또는 아르곤과 같은 하나 이상의 무독성 불활성 가스를 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 그와 함께, 하나 이상의 프로세스 가스는 제2 프로세스 챔버(302b)의 벽들 주위에 배치된 측면 주입 포트들(도시되지 않음), 또는 프로세스 챔버의 다른 영역들 내에 배치된 가스 유입부들을 통해, 제2 처리 용적(304b)에 전달될 수 있다. 제2 샤워헤드(319b)는 제2 샤워헤드(319b)를 통과하는 하나 이상의 프로세스 가스를 냉각하도록 제1 냉각제 공급부(356b)로부터의 냉각제를 유동시키기 위해 제1의 복수의 냉각제 채널(316b)을 포함할 수 있다. 제1 냉각제 공급부(356b)는 제1 냉각제 공급부(356b)를 제어하기 위해 제3 온도 제어기(360b)에 결합될 수 있다.

[0026] 제2 기판 지지체(306b)는 제2 지지 표면(308b) 상에 배치될 때 평탄화된 기판(305b)을 냉각하기 위해 제2 지지 표면(308b) 부근에서 제2 기판 지지체(306b) 내에 배치된 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)을 포함한다. 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)은 냉각제를 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)에 제공하기 위해 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)로부터 제2 샤프트(310b)를 통해 연장되는 공급 및 복귀 라인들(324b)을 포함할 수 있다. 공급 및 복귀 라인들(324b)은 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)을 제2 프로세스 챔버(302b) 외부에 배치된 제2 냉각제 공급부(326b)에 결합한다. 제4 온도 제어기(330b)는 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)에 냉각제를 선택적으로 공급하도록 제2 냉각제 공급부(326b)를 제어할 수 있다. 대안적으로, 제4 온도 제어기(330b)는 제2 프로세스 챔버(302b)의 동작들을 제어할 수 있는 제어기(344b)와 같은 시스템 제어기의 일부이거나 그에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 기판 지지체(306b)는 예를 들어 진공 또는 정전 척과 같은 척킹 메커니즘(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0027] 평탄화된 기판(305b)은 제2 프로세스 챔버(302b)의 벽 내의 제2 개구(309b)를 통해 제2 프로세스 챔버(302b)에 진입할 수 있다. 제2 개구(309b)는 제2 슬릿 밸브(311b), 또는 개구를 통한 챔버의 내부로의 접근을 선택적으로 제공하기 위한 다른 메커니즘을 통해, 선택적으로 밀봉될 수 있다. 제2 기판 지지체(306b)는 또한 기판을 제2 지지 표면(308b) 상에 배치하거나 제2 지지 표면으로부터 제거하는 것을 용이하게 하기 위한 복수의 리프트 핀을 갖는 리프트 핀 메커니즘(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0028] 왜곡된 기판(305a)을 평탄화하도록 제1 프로세스 챔버(302a)를 준비하기 위해, 프로세스 가스(예를 들어, 질소 또는 아르곤과 같은 하나 이상의 불활성 가스)는 제1 샤워헤드(319a)를 통해 제1 처리 용적(304a) 내로 유동된다. 후속하여, 제1 가열기(322a)는 제1 기판 지지체(306a)를 제1의 미리 결정된 온도로 가열하도록 작동되고, 제2 가열기(316a)는 프로세스 가스를 제2의 미리 결정된 온도로 가열하도록 작동된다. (에폭시 코팅을 갖는 기판들에 대해) 미리 결정된 온도는 기판 상에 배치된 에폭시의 유리 전이 온도 이상일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 제1의 미리 결정된 온도 및 제2의 미리 결정된 온도는 둘 다 약 150℃ 내지 약 220℃이다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2의 미리 결정된 온도는 둘 다 약 160℃ 내지 약 220℃이다. 대안적으로, (에폭시 코팅을 갖는 기판들에 대해) 미리 결정된 온도는 기판 상에 배치된 에폭시의 유리 전이 온도이거나 그보다 약간 더 높을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 제1 및 제2의 미리 결정된 온도는 둘 다 약 150℃ 내지 약 160℃이다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2의 미리 결정된 온도는 둘 다 약 160℃이다.

[0029] 제1 프로세스 챔버(302a)가 미리 결정된 동작 온도에 있게 된 후, 왜곡된 기판(305a)(예컨대, 에폭시 코팅을 갖

는 왜곡된 기판)은 제1 기판 지지체(306a)의 제1 지지 표면(308a) 상에 배치된다. 일부 실시예들에서, 왜곡된 기판(305a)은 초기에 실온(예를 들어, 약 21℃)에 있다. 왜곡된 기판(305a)은 제1 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 신속하게 가열된다. 제1의 미리 결정된 온도가 약 150℃ 내지 약 160℃, 또는 약 160℃인 실시예에서, 제1 기간은 약 5초 내지 약 10초이다. 다음으로, 왜곡된 기판(305a)을 평탄화된 기판(305b)으로 변형하고 평탄화하기 위해, 왜곡된 기판(305a)은 제2 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 유지된다. 제1의 미리 결정된 온도가 약 150℃ 내지 약 160℃, 또는 약 160℃인 실시예에서, 제2 기간은 약 10초 내지 약 2분이다. 후속하여, 프로세스 가스의 온도를 제3의 미리 결정된 온도로 감소시키기 위해, 제2 온도 제어기(360a)는 제2 전력 공급부(356a)에 의해 제2 가열기(316a)에 공급되는 전력을 변경한다. 일부 실시예들에서, 제3의 미리 결정된 온도는 약 25℃ 내지 약 130℃일 수 있다. 결과적으로, 평탄화된 기판(305b)의 온도는 제3 기간 동안 제1 냉각 속도로 제4의 미리 결정된 온도까지 점진적으로 감소된다. 일부 실시예들에서, 제4의 미리 결정된 온도는 기판 상에 배치된 에폭시 코팅에 대한 유리 전이 온도 미만이다. 일부 실시예들에서, 제4의 미리 결정된 온도는 약 130℃이고, 제3 기간은 약 30초 내지 약 2분이다.

[0030] 평탄화된 기판(305b)이 제4의 미리 결정된 온도에 도달한 후에, 평탄화된 기판을 제1 냉각 속도보다 큰 제2 냉각 속도로 신속하게(즉, 약 5초 내지 약 10초) 냉각하기 위해, 평탄화된 기판(305b)은 제1 프로세스 챔버(302a)로부터 제거되고, 제2 기판 지지체(306b)의 제2 지지 표면(308b) 상에 배치된다. 평탄화된 기판(305b)이 제2 프로세스 챔버(302b) 내에 배치될 때 신속하게 냉각되도록, 제2 처리 용적(304b)은 제5의 미리 결정된 온도로 유지된다. 일부 실시예들에서, 제5의 미리 결정된 온도는 약 5℃ 내지 약 21℃이다. 일부 실시예들에서, 평탄화된 기판(305b)을 더 신속하게 냉각하기 위해, 제1 냉각제가 제2의 복수의 냉각제 채널(322b)을 통해 유동될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1의 복수의 냉각제 채널(316b)을 통해 유동되는 제2 냉각제에 의해 냉각되는, 냉각된 프로세스 가스는 또한 제2 샤워헤드(319b)를 통해 제2 처리 용적(304b)에 선택적으로 제공될 수 있다. 제4 기간 후에, 평탄화된 기판(305b)은 제5의 미리 결정된 온도에 도달한다. 제5의 미리 결정된 온도가 약 21℃인 실시예에서, 제4 기간은 약 5초 내지 약 10초이다. 후속하여, 평탄화된 기판(305b)은 기판이 왜곡된 형상으로 다시 변형되지 않을 것을 보장하기 위해, 제5 기간 동안 제5의 미리 결정된 온도로 유지된다. 일부 실시예들에서, 제5 기간은 약 1분이다.

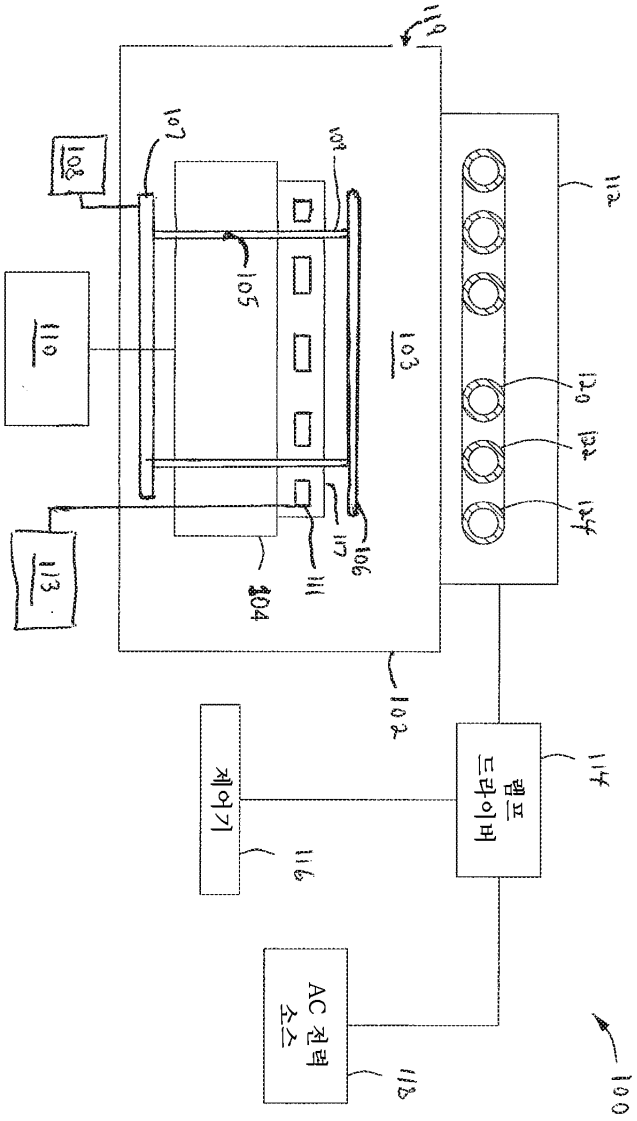
[0031] 도 4는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따라 기판 기형을 정정(즉, 기판을 평판화)하기 위한 방법(400)을 도시하는 흐름도이다. 동작(402)에서, 왜곡된 기판(305a)은 제1 기판 지지체 상에 배치된다. 동작(404)에서, 왜곡된 기판(305a)은 신속하게(즉, 약 5초 내지 약 10초 이내) 제1의 미리 결정된 온도로 가열된다. 일부 실시예들에서, 제1의 미리 결정된 온도가 약 150℃ 내지 약 220℃이다. 일부 실시예들에서, 제1의 미리 결정된 온도는 약 160℃ 내지 약 220℃이다. 일부 실시예들에서, 제1의 미리 결정된 온도는 약 150℃ 내지 약 160℃이다. 일부 실시예들에서, 제1의 미리 결정된 온도는 약 160℃이다. 동작(406)에서, 왜곡된 기판(305a)은 제1 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 유지되며, 그러한 기간 동안 기판이 변형되고 평탄화된다. 제1의 미리 결정된 온도는 약 150℃ 내지 약 160℃, 또는 약 160℃인 실시예에서, 제1 기간은 약 10초 내지 약 2분, 또는 약 2분이다.

[0032] 동작(408)에서, 제1 프로세스 챔버(302a)에 진입하는 처리 가스의 온도는 제2의 미리 결정된 온도로 감소된다. 일부 실시예들에서, 제2의 미리 결정된 온도는 약 25℃ 내지 약 130℃이다. 동작(410)에서, 평탄화된 기판(305b)은 프로세스 가스의 온도의 감소로 인해, 제1 냉각 속도로 제1의 미리 결정된 온도보다 낮은 제3의 미리 결정된 온도로 냉각된다. 일부 실시예들에서, 제3의 미리 결정된 온도는 약 130℃이다. 동작(412)에서, 평탄화된 기판(305b)은 제2 프로세스 챔버(302b)의 제2 기판 지지체(306b) 상에 배치된다. 동작(414)에서, 평탄화된 기판(305b)은 제1 냉각 속도보다 높은 제2 냉각 속도로 제3의 미리 결정된 온도보다 낮은 제4의 미리 결정된 온도로 냉각된다. 일부 실시예들에서, 제4의 미리 결정된 온도는 약 21℃이다.

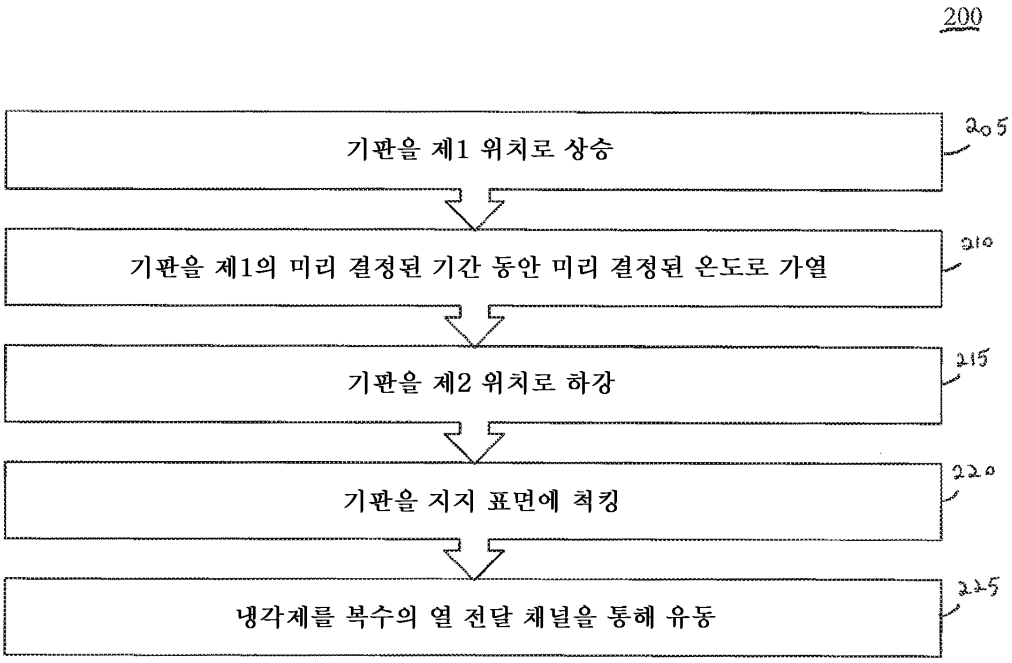
[0033] 상술한 것은 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 실시예들 및 추가의 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 만들어질 수 있다.

도면

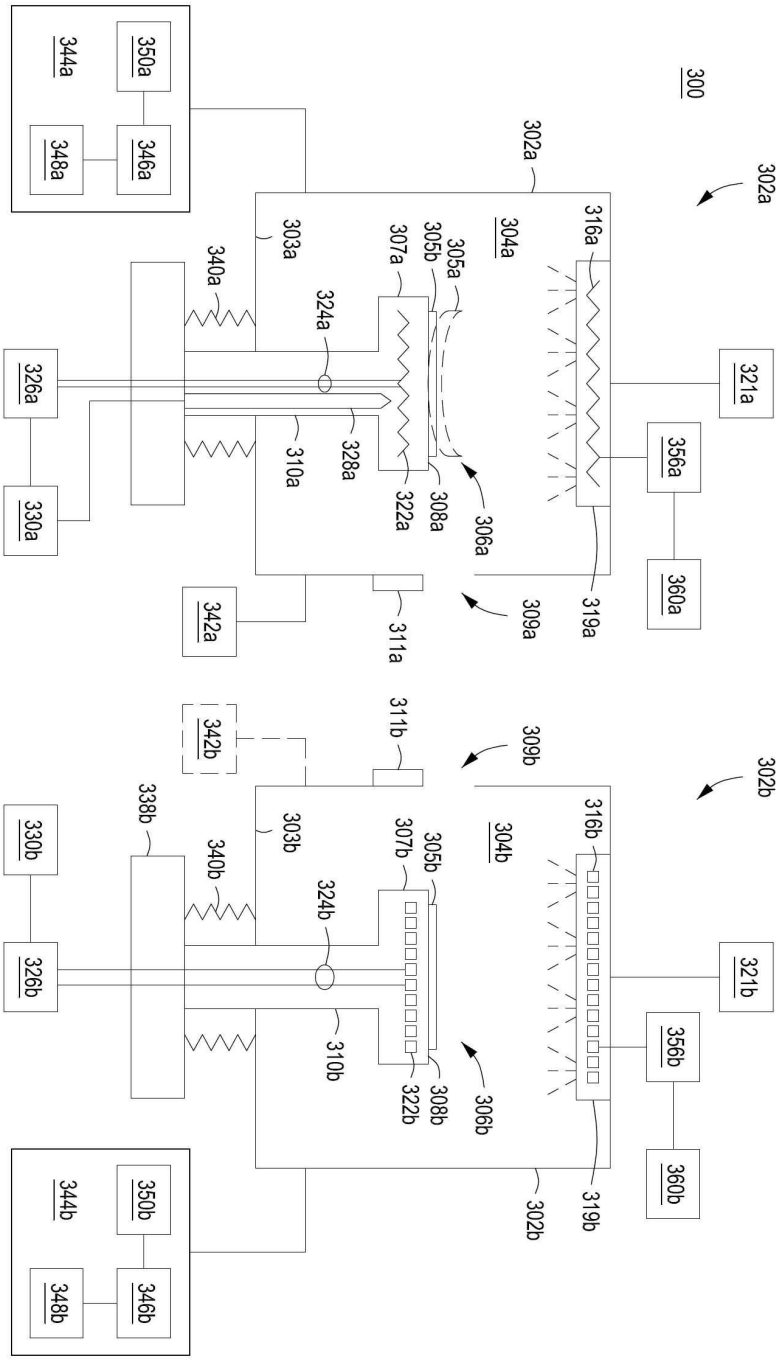
도면1


119
107
108
109
105
110
103
112
121
124
127
113
106
117
111
104
102
램프 드라이버
114
제어기
116
AC 전력 소스
118
100

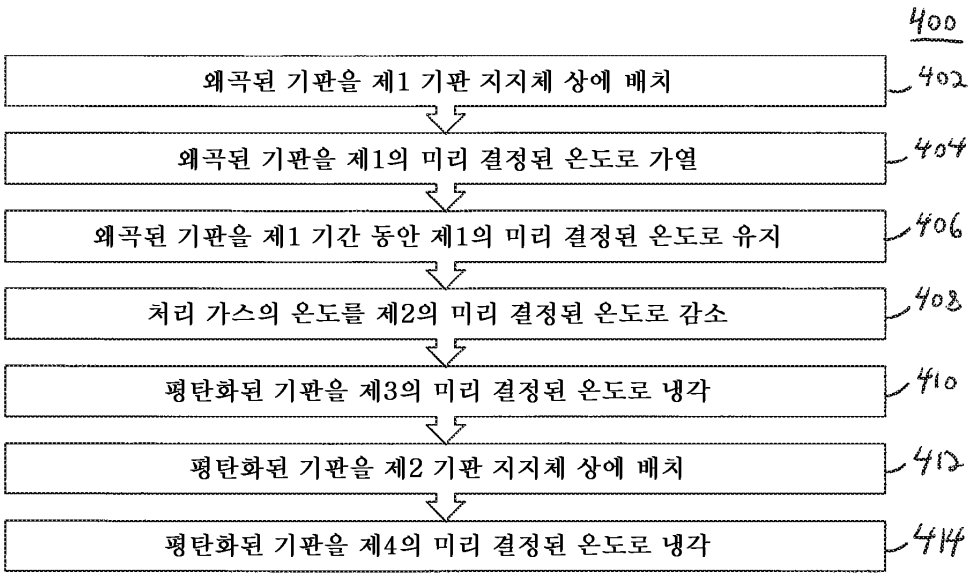
도면2


200
기판을 제1 위치로 상승
205
기판을 제1의 미리 결정된 기간 동안 미리 결정된 온도로 가열
210
기판을 제2 위치로 하강
215
기판을 지지 표면에 척킹
220
냉각제를 복수의 열 전달 채널을 통해 유동
225

도면3


300
302a
302b
303a
303b
304a
304b
305a
305b
306a
306b
307a
307b
308a
308b
309a
309b
310a
310b
311a
311b
316a
316b
319a
319b
321a
321b
322a
322b
324a
324b
326a
326b
328a
330a
330b
338b
340a
340b
342a
342b
344a
344b
346a
346b
348a
348b
350a
350b
356a
356b
360a
360b

도면4


400
왜곡된 기판을 제1 기판 지지체 상에 배치
402
왜곡된 기판을 제1의 미리 결정된 온도로 가열
404
왜곡된 기판을 제1 기간 동안 제1의 미리 결정된 온도로 유지
406
처리 가스의 온도를 제2의 미리 결정된 온도로 감소
408
평탄화된 기판을 제3의 미리 결정된 온도로 냉각
410
평탄화된 기판을 제2 기판 지지체 상에 배치
412
평탄화된 기판을 제4의 미리 결정된 온도로 냉각
414