(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월18일
(11) 등록번호 10-0768598
(24) 등록일자 2007년10월12일

(51) Int. Cl.
H01L 21/324(2006.01)
(21) 출원번호 10-2000-0054263
(22) 출원일자 2000년09월15일
심사청구일자 2005년06월03일
(65) 공개번호 10-2001-0030404
공개일자 2001년04월16일
(30) 우선권주장
09/396,007 1999년09월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP11008175A

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자
모라드,라트손
미국94306캘리포니아팔로알토솔라나드라이브4157
신,호선
미국94040캘리포니아마운틴뷰휫츠로드105
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
남상선

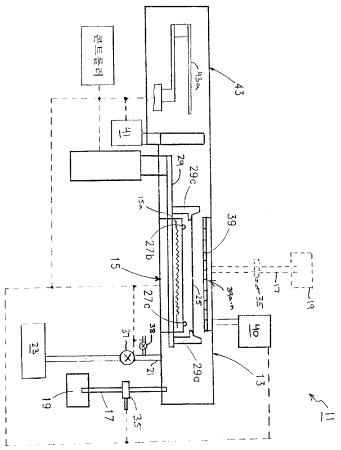
전체 청구항 수 : 총 38 항 심사관 : 김희주

(54) 기판을 가열 및 냉각하는 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 기판을 가열 및 냉각하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 가열 장치에 근접하여 위치하는 기판을 가열하기 위한 가열 장치, 냉각 장치에 근접하여 위치하는 기판을 냉각시키는 냉각 장치 및 기판을 가열 장치에 근접하는 위치와 냉각 장치에 근접하는 위치 사이로 이동시키는 이동 장치를 포함하는 챔버가 제공된다. 가열 장치는 바람직하게는 기판을 지지하는 가열된 기판 지지부를 구비하고, 냉각 장치는 바람직하게는 냉각판을 구비한다. 이동 장치는 예를 들면, 기판을 지지하는 다수의 핑거를 가진 웨이퍼 리프트 후프 또는 다수의 웨이퍼 리프트 핀을 포함한다. 건조 가스 소소가 챔버에 결합하고 그곳에 건조 가스를 공급한다. 챔버는 바람직하게는 적어도 냉각 동안 예정된 압력으로 챔버를 진공화하는 펌프를 구비한다. 기판을 가열 및 냉각하는 방법 또한 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

청,로빈

미국95014

캘리포니아쿠퍼티노크르찌히플래이스21428

코간,이고르

미국94121캘리포니아샌프란시스코기리블러바드7144

특허청구의 범위

청구항 1

기판을 가열하고 및 냉각하는 챔버로서,

가열 장치 - 상기 가열 장치는 상기 가열 장치 부근에 배치된 기판을 가열함 -;

상기 가열 장치로부터 이격된 냉각 장치 - 상기 냉각 장치는 상기 냉각 장치 부근에 배치된 기판을 냉각시킴 -;

상기 가열 장치 부근의 위치와 상기 냉각 장치 부근의 위치 사이에서 상기 기판을 이송하는 이송 장치 ; 및

상기 챔버에 결합되어 건조 가스를 공급하는 건조 가스 소스

를 포함하는, 챔버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가열 장치는 가열된 기판 지지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 가열된 기판 지지부는 상기 기판을 지지하며 지지된 상기 기판을 예정된 온도로 가열하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가열 장치와 상기 냉각 장치는 약 1 내지 5 인치 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 장치는 냉각판을 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 냉각판은 수냉(water cooled) 냉각판 및 냉각제 냉각(refrigerant cooled) 냉각판으로 이루어진 그룹에서 선택되는 냉각판을 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 냉각판은 가스가 냉각되도록, 상기 냉각판을 통해 가스가 흐르도록 구성된 다수의 홀을 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 냉각판은 약 5 내지 25℃로 냉각되는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 이송 장치는 다수의 웨이퍼 리프트 핀을 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 이송 장치는 상기 가열 장치 부근에 배치된 기판을 상기 냉각 장치로부터 약 0.02 인치 미만의 위치로 이동시키는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 건조 가스는 약 100% N_2, 및 약 4% 이하의 H_2를 가진 약 96% 이상의 N_2로 이루어진 그룹에서 선택된 건조 가스를 포함하며, 상기 가스들은 약 5ppm(parts per million)의 Q를 갖는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 장치는 가스가 냉각되도록, 상기 냉각 장치를 통해 가스가 흐를 수 있도록 구성된 다수의 홀을 포함하며, 상기 건조 가스 소스는 상기 냉각 장치에 결합되며 상기 냉각 장치의 상기 다수의 홀을 통해 건조 가스가 공급되도록 구성되는 것을 특징으로 챔버.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 챔버는 매니폴드를 더 포함하며, 상기 매니폴드는 가스가 확산되도록, 상기 매니폴드를 통해 가스가 흐를 수 있도록 구성된 다수의 홀 포함하며, 상기 건조 가스 소스는 상기 매니폴드에 결합되며 상기 매니폴드를 통해 건조 가스가 공급되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 챔버는 상기 챔버에 결합되며 예정된 압력으로 상기 챔버를 배기시키는 펌프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 챔버는 상기 챔버에 결합된 제어기를 가지며, 상기 제어기는 상기 냉각 장치를 이용해 상기 기판을 냉각시키는 동안 상기 펌프가 예정된 압력으로 상기 챔버를 배기시키도록 프로그래밍되는 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 예정된 압력은 약 20 내지 200 Torr인 것을 특징으로 하는 챔버.

청구항 18

적어도 하나의 로드 록(load lock);

상기 적어도 하나의 로드 록에 결합되는 이송 챔버;

상기 이송 챔버에 결합된 적어도 하나의 공정 챔버;

상기 이송 챔버에 결합된 제 1항에 따른 챔버; 및

상기 이송 챔버내에 배치되며 상기 적어도 하나의 로드 록, 상기 적어도 하나의 공정 챔버 및 제 1항에 따른 상기 챔버 사이에서 기판을 이송하는 웨이퍼 핸들러를 포함하는, 제조 장치.

청구항 19

기판을 가열하고 및 냉각하는 방법으로서,

가열 장치 및 냉각 장치를 갖는 챔버를 제공하는 단계 - 상기 가열 장치는 상기 냉각 장치의 맞은편에 배치됨 - ;

상기 챔버에 기판을 장착하는 단계;

상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치에 배치하는 단계;

상기 가열 장치로 상기 기판을 가열하는 단계;

상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치로부터 상기 냉각 장치 부근의 위치로 이동하는 단계;

상기 냉각 장치로 상기 기판을 냉각하는 단계; 및

상기 기판을 가열하는 단계 및 상기 기판을 냉각하는 단계 중 적어도 하나의 단계 동안 상기 챔버로 건조 가스를 유입하는 단계

를 포함하는, 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치에 배치하는 단계는 가열된 기판 지지부상에 상기 기판을 위치시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 냉각 장치는 냉각판을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치로부터 상기 냉각 장치 부근의 위치로 이동하는 단계는, 상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치로부터 상기 냉각 장치로부터 약 0.02 인치 미만의의 위치로 이동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 냉각 장치로 상기 기판을 냉각하는 단계는 상기 기판을 약 5 내지 25℃의 온도를 가진 상기 냉각 장치로 냉각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 24

삭제

청구항 25

제 19 항에 있어서,

상기 방법은 상기 기판을 냉각하는 동안 상기 냉각 장치내의 다수의 홀을 통해 건조 가스를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 26

제 19 항에 있어서,

상기 방법은 상기 기판을 냉각하는 동안 예정된 압력으로 상기 챔버를 배기시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 기판을 냉각하는 동안 예정된 압력으로 상기 챔버를 배기시키는 단계는 상기 기판을 냉각하는 동안 약 20 내지 200 Torr로 상기 챔버를 배기시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 28

제 19 항에 있어서,

상기 가열 장치로 상기 기판을 가열하는 단계는 상기 기판을 어닐링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 29

제 19 항에 있어서,

상기 가열 장치로 상기 기판을 가열하는 단계는 상기 기판을 탈가스화하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 30

제 19 항에 있어서,

상기 냉각 장치로 상기 기판을 냉각하는 단계는 상기 기판을 가열한 직후 약 30초 이내에 상기 냉각 장치를 이용하여 상기 기판을 약 50℃ 내지 100℃로 냉각시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 및 냉각 방법.

청구항 31

기판을 어닐링하는 방법으로서,

냉각 장치에 의하여 냉각가능한 냉각 가능 부재 및 가열 장치를 갖는 어닐링 챔버를 제공하는 단계;

상기 어닐링 챔버 내부에 기판을 장착하는 단계;

상기 가열 장치를 약 150℃ 내지 600℃의 온도로 유지하면서 상기 기판을 약 15초 내지 180초 동안 상기 가열 장치 부근에 배치함으로써 상기 기판을 어닐링하는 단계;

상기 기판을 상기 가열 장치 부근의 위치로부터 상기 냉각가능 부재 부근의 위치로 이동하는 단계; 및

상기 냉각가능 부재로 상기 기판을 냉각하는 단계

를 포함하는, 기판 어닐링 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 방법은 상기 기판을 어닐링하는 동안 상기 어닐링 챔버 내부를 불활성 분위기(inert atmosphere)로 유지하는 단계를 더 포함하며, 상기 불활성 분위기는 약 10ppm 미만의 산소 농도를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 어닐링 방법.

청구항 33

제 31 항에 있어서,

상기 냉각가능 부재로 상기 기판을 냉각하는 단계는 상기 냉각 부재를 약 5℃ 내지 25℃의 온도로 유지하면서 상기 냉각 부재 부근에 상기 기판을 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 어닐링 방법.

청구항 34

제 31 항에 있어서,

상기 냉각가능 부재로 상기 기판을 냉각하는 단계는 상기 기판을 어닐링한 직후 약 30초 이내에 상기 냉각가능 부재를 이용하여 상기 기판을 약 50℃ 내지 100℃로 냉각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 어닐링 방법.

청구항 35

제 31 항에 있어서,

상기 냉각가능 부재로 상기 기판을 냉각하는 단계는 약 5초 내지 20초 이내에 상기 냉각가능 부재를 이용하여 상기 기판을 약 50℃ 내지 100℃로 냉각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 어닐링 방법.

청구항 36

제 31 항에 있어서,

상기 가열 장치는 약 200℃ 내지 400℃의 온도로 유지되는 것을 특징으로 하는 기판 어닐링 방법.

청구항 37

(a) 기판 상에서 증착 공정이 수행되도록 구성된 공정 챔버; 및

가열 장치 - 상기 가열 장치는 상기 가열 장치 부근에 배치된 기판을 가열함 - ;

상기 가열 장치로부터 이격된 냉각가능 부재 - 상기 냉각가능 부재는 상기 냉각가능 부재 부근에 배치된 기판을 냉각시키며, 냉각 장치에 의해 냉각가능함 - ;

상기 가열 장치 부근의 위치와 상기 냉각가능 부재 부근의 위치 사이에서 상기 기판을 이송하는 이송 장치를 갖춘, 가열 및 냉각 챔버

를 포함하는 제조 장치를 제공하는 단계 ;

(b) 상기 공정 챔버 내부에 있는 기판 상에서 증착 공정을 수행하는 단계;

(c) 상기 공정 챔버로부터 상기 가열 및 냉각 챔버로 상기 기판을 이송하는 단계; 및

(d) 약 150℃ 내지 600℃의 온도로 상기 가열 장치를 가열하는 단계, 및 약 15초 내지 180초 동안 상기 가열 장치 부근에 상기 기판을 배치하는 단계에 의해, 상기 가열 및 냉각 챔버 내에 있는 상기 기판 사에서 어닐링 공정을 수행하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 방법은 상기 기판을 어닐링한 직후 약 30초 이내에 상기 냉각가능 부재를 이용하여 상기 기판을 약 50℃ 내지 100℃로 냉각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 39

제 37 항에 있어서,

상기 방법은 약 5초 내지 20초 이내에 상기 냉각가능 부재를 이용하여 상기 기판을 약 50℃ 내지 100℃로 냉각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 40

제 37 항에 있어서,

상기 가열 장치를 가열하는 단계는 약 200℃ 내지 400℃의 온도로 상기 가열 장치를 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<11> 본 발명은 반도체 디바이스 제조에 관한 것으로, 특히 기판을 가열하고 냉각하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<12> 반도체 웨이퍼, 평면 디스플레이 및 이와 유사한 기판 상에는 일반적으로 디바이스 제조 중에 수많은 물질층이 증착된다. 일부 공통적으로 증착되는 층(예를 들어, 스핀 온 글라스(SOG) 막)은 오염, 결함 또는 원치 않는 미세구조를 포함할 수 있는데, 이것들은 적당한 시간 동안 적당한 온도에서 기판을 가열 또는 "어닐링"함으로써 감소되거나 또는 모두 제거될 수 있다. 다른 증착층(예를 들어, 구리 막)은 시간 또는 "자기-어닐링(self-anneal)"에 대하여 원치 않게 변화되는 특성들을 가져서, 예측할 수 없는 증착층의 성질(예를 들어, 예측할 수 없는 저항력, 스트레스, 입자 사이즈, 경도 등)을 야기할 수 있다. 오염, 결함 및 원치 않은 미세구조 때문에, 증착층 성질은 때때로 제어된 어닐링 단계(예를 들어, 구리 막에 대하여, N_2 또는 약 96% N_2, 4%H_2와 같은 가스에서 200-400℃, 15초 - 3분 어닐링)에 의하여 안정화될 수 있다. 어닐링 단계 다음에, 기판은 바람직하게 급속 냉각되어 다른 프로세스가 지연되지 않고(즉, 수율을 향상시키기 위하여) 기판에 수행될 수 있도록 한다.

<13> 통상적인 어닐링은 원하는 어닐링 온도로 미리 천천히 가열되어야 하는 석영 로(quartz furnace) 또는 원하는 어닐링 온도로 급속하게 가열될 수 있는 급속 열적 처리(RTP) 시스템 내에서 수행된다. 다음에, 어닐링된 기판은 별도의 냉각 모듈로 이동되는데, 상기 냉각 모듈은 통상적으로 냉각된 기판 지지부를 이용하며 열 전도성을 향상시키기 위하여 아르곤과 같은 가스로 약간 다시 채워진다. 별도의 냉각 모듈은 장치 비용, 복잡성 및 공간을 증가시키고 가열 및 냉각 시스템 사이에서 기판 이송 시간을 요구하기 때문에 기판 수율을 감소시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<14> 따라서, 본 발명의 목적은 종래 기판 가열 및 냉각 시스템에 비하여 값싸고, 단순하고 공간을 적게 차지하고 수율을 증가시키는 기판 가열 및 냉각 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<15> 종래 기술의 문제점을 극복하기 위하여, 본 발명은 단일 챔버내에서 기판을 급속 가열 및 냉각하는 것이 가능한 챔버를 제공한다. 별도의 냉각 모듈로 이송하는 시간이 필요 없기 때문에, 본 발명은 장치 비용, 복잡성 및 공간을 감소시키고 기판 수율을 증가시킨다. 특히, 본 발명의 챔버는 가열 장치, 냉각 장치 및 이송 장치를 포함하며, 상기 가열 장치는 상기 가열 장치 부근에 배치되는 기판을 가열하도록 구성되며, 상기 냉각 장치는 상기 가열 장치와 이격되며 상기 냉각 장치 부근에 배치되는 기판을 가열하도록 구성되며, 상기 이송 장치는 상기 가열 장치 부근의 위치와 상기 냉각 장치 부근의 위치 사이에서 기판을 이송하도록 구성된다. 여기서 "부근"라는 용어는 기판의 가열 또는 냉각을 위해 충분한 열적 에너지에 영향을 미칠만큼 충분할 가까운 것을 의미한다. 가열 장치 및 냉각 장치는 바람직하게 약 1 내지 5인치 이격되어 있다.

<16> 가열 장치는 바람직하게 기판을 지지하고 지지된 기판을 소정 온도로 가열하는 가열된 기판 지지부를 포함하며, 냉각 장치는 바람직하게 냉각 플레이트(예를 들어, 수냉식 냉각 플레이트 또는 냉각제 냉각식 냉각 플레이트)를 포함한다. 다수의 홀이 냉각 플레이트에 제공되어 가스가 냉각 플레이트 부근에 배치된 기판에 부딪히기 전에 (가스가 냉각되도록) 가스가 냉각 플레이트를 통과할 수 있다.

<17> 이송 장치는 기판을 가열 장치 부근의 위치에서 냉각 장치 부근의 위치로 이송하고, 바람직하게 단지 하나의 축만을 이용한 선형 이동으로 장치의 복잡성 및 비용을 보다 감소시킬 수 있다. 이송 장치는 예를 들어 기판을 지지하는 다수의 핑거를 가진 웨이퍼 리프트 후프(hoop) 또는 다수의 웨이퍼 리프트 핀을 포함할 수 있다. 건조 가스가 공급되도록 건조 가스 소스가 챔버에 결합될 수 있다. 챔버는 냉각 중에 예정된 압력(예를 들어, 약 20 및 200 토르)으로 챔버를 배기시키는 펌프를 포함하는데, 본 발명의 발명자들은 감소된 챔버 압력은 (냉각

장치 부근에 배치된 기판이 냉각되도록) 짧은 거리에 대하여는 양호한 열전도성을 제공하지만 냉각 장치 부근에 배치됨으로써 냉각된 기판은 멀리 위치된 가열 장치에 의하여 가열되지 않도록) 긴 거리에 대하여는 우수하지 못한 열전도성을 제공한다는 것을 발견했다.

<18> 상기 설명으로부터 명백한 것처럼, 본 발명은 단일 챔버내에서 기판을 효율적으로 가열(예를 들어 어닐링, 탈가스화(degassing) 등) 및 냉각하는 방법을 제공한다. 웨이퍼 이송 시간이 감소되고, 공간이 감소하며 간단한 웨이퍼 이동이 이용된다.

<19> 본 발명의 그 외의 목적, 특징 및 장점은 이하의 첨부된 도면을 참조로 설명되는 바람직한 실시예의 설명을 통하여 명백해질 것이다.

<20> 도 1은 본 발명에 따라 구성된 가열 및 냉각 장치(11)의 측면도이다. 본 발명의 장치(11)를 용이하게 설명하기 위하여, 상기 장치의 부품은 가열 및 냉각될 대상물을 기초로 설명된다. 그러나 대상물 자체는 장치의 부품이 아님이 이해될 것이다.

<21> 도 1에 도시된 바와 같이, 가열 및 냉각 장치(11)는 가열된 기판 지지부(15)(예를 들어, 내부에 저항성 가열 엘리먼트(15a)를 가진 기판 지지부)를 포함하는 챔버(13)를 포함한다. 챔버(13)는 바람직하게 약 5-20리터의 작은 부피를 가지고 있어 챔버의 급속한 진공화 및 처리 가스의 소모 감소를 가능하도록 한다. 가열된 기판 지지부(15)는 수행될 공정에 충분한 온도 범위(일반적으로 대부분의 어닐링 이용을 위하여 약 150-600℃)를 가지는 통상적인 가열된 기판 지지부(예를 들어, 스테인리스 기판 지지부)를 포함할 수 있다. 가스 인입구(17)는 챔버에 건조 가스 소스(19)(예를 들어, 불활성 가스 또는 질소, 바람직하게 수 ppm 미만의 O_2를 가진 100% N_2, 또는 N_2에 희석된 4% 이하의 H_2 및 수 ppm 미만의 O_2를 가진 질소)를 결합시킨다. 건조 가스 소스(19)에 의하여 방출되는 가스는 가스 인입구(17)내의 게터(getter) 또는 콜드 트랩(cold trap; 미도시)을 경유하여 추가로 건조될 수 있다. 가스 인출구(21)는 동작시 챔버(13)로부터 가스를 펌핑하는 진공 펌프(23)와 챔버(13)를 연결한다.

<22> 반도체 웨이퍼(25)는 가열된 기판 지지부(15) 바로 위에 배치될 수 있다. 또는 선택적으로 기판 지지부(15)로부터 연장된 다수의 핀(27)(바람직하게 3-6개의 핀, 더욱 바람직하게 도 1 및 2에 도시된 바와 같이 3개의 핀(27a-c))이 웨이퍼(25)를 지지하여 웨이퍼(25)의 후면을 따른 가스 흐름을 용이하게 하고 웨이퍼(25)와 기판 지지부(15) 사이의 접촉을 감소(따라서 이러한 접촉에 의한 입자 발생이 감소)시킬 수 있다. 짧은 핀 높이는 기판 지지부(15)에서 웨이퍼(25)로의 열 이동을 용이하게 하며; 바람직하게 핀(27a-c)은 그 높이가 0.005 - 0.2인치 사이이다. 다수의 핀(27)의 위치 설정은 상부 평면도로서 가열된 기판 지지부(15)를 도시하는 도 2를 참조할 수 있다. 가열 중에 기판 온도 균일성을 향상시키기 위하여, 가열된 기판 지지부(15)의 직경은 바람직하게 가열되는 기판의 직경보다 크다(예를 들어, 9인치 기판 지지부가 8인치 기판을 가열하기에 바람직함). 가열된 기판 지지부(15)는 전도(예를 들어, 기판이 가열된 기판 지지부(15)를 접촉할 경우 직접 접촉 전도 또는 기판이 핀(27) 상에 안착될 경우 기판 지지부(15)와 기판 사이에 주입된 질소와 같은 건조 가스를 통한 전도)에 의하여 일차적으로 웨이퍼(25)를 가열한다. 또한, 가열처리 동안 웨이퍼(25) 이면을 따라 가스가 흐르는 경우 대류 가열 성분이 사용될 수 있다. 그러나 이면의 가스 흐름과 같은 대류 가열 성분의 추가로 기판을 가열처리 동안 전형적으로 사용되는 가열처리 시간이 짧아지고(예를 들어, 약 15초 내지 수 분) 웨이퍼(25) 및 가열된 기판 지지부(15) 사이의 작은 갭(예를 들어, 0.005-0.02인치)이 가열 시간에 미소한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 또한, 이면의 가스 흐름의 사용은 가스 흐름에 기인한 웨이퍼 이동을 방지하기 위해(예를 들어, 부분/전체 클램프 링을 통해 또는 기술상 공지된 것처럼 정전기 척을 통해) 웨이퍼 클램핑을 필요로 할 수 있다.

<23> 가열된 기판 지지부(15) 상에 웨이퍼를 위치시키고 지지부(15)로부터 웨이퍼 제거를 용이하게 하기 위해서, 종래에는 3-6 핑거 웨이퍼 리프트 후프(29)(동작은 기술상 공지되어 있다) 또는 그와 같은 것이 사용되었다. 웨이퍼 리프트 후프(29)는 기판 지지부(15)로부터 연장되고 수축되며(예를 들어, 서보 또는 스텝퍼 모터를 통해) 3개 이상의 핑거를 갖는 형태로(참조 부호 29a-c에 표시됨), 웨이퍼(25)의 엣지 아래로 연장된다. 따라서, 웨이퍼의 상승 및 하강 작업 동안, 웨이퍼 콘택은 3핑거(29a-c) 상부 영역으로 제한되어, 보다 적은 수의 입자가 발생한다. 핑거(29a-c)의 바람직한 구성에 관한 상세한 설명은 1997년 7월 10일 출원된 미국 특허 출원 번호 08/891,048호에 개시되어 있다. 또 다른 핀(27a-c)이 기판 지지부(15)로부터 연장 및 수축되도록 가동될 수 있다. 바람직하게 웨이퍼 리프팅 장치(예를 들어, 리프트 후프(29) 또는 핀(27))는 기판 지지부(15) 부근의 위치와 냉각판(39) 부근의 위치 사이에서 연장되고 수축된다.

<24> 챔버 속으로 흐르는 가스의 유량은 가스 입구(17)를 따라 움직일 수 있게 연결된 니들 밸브 또는 흐름 제어기(35)로 제어된다. 바람직하게, 진공 펌프(23)는 챔버(13)의 신속한 배기를 위해 약 1-50 리터/초 사이의 펌핑

속도를 갖는 건조 펌프와 같은 러프-펌프(rough-pump)를 포함한다. 가스 출구(21)는 챔버(13)로부터 가스 유량을 제어하도록 진공 펌프(23)에 동작가능하게 연결된, 뉴매틱 러프 포트 밸브(pneumatic roughing port valve)와 같은 절연 밸브(37) 및 바람직하게 챔버를 정화하는 동안 사용하기 위한 챔버 배기 밸브(38)를 포함한다. 러프 펌프는 수 밀리토르 또는 그 이상의 압력으로 챔버를 진공화시킬 수 있기 때문에, 응용을 위해 러프 펌프만이 사용될 수 있으며 여기서 가열 및 냉각 장치(11)는 수 밀리토르 압력 이하로 진공화되지 않는다(예를 들어, 가열 및 냉각 장치(11)가 기판을 장치내에 장착시키기 전에 질소와 같은 비산화 가스를 사용하여 대기압으로 방출되는 독립형 모듈로서 사용되는 경우 또는 가열 및 냉각 장치(11)와 다른 공정 챔버 사이로 기판을 직접 이송되는 경우 수 밀리토르 이상의 압력이 사용된다). 그러나 응용을 위해서는 수 밀리 이하의 압력이(예를 들어, 러프 펌프만으로는 얻을 수 없는 압력) 요구되며, 저압 펌프와 같은 고진공 펌프(도시되지 않음)가 고진공 환경 및 챔버(13) 사이로 기판을 이송하도록 사용될 수 있다(예를 들어, 도 5를 참조로 이하 설명되는 것처럼 제조 공구를 갖는 가열 및 냉각 장치(11)를 사용하는 경우 또는 그렇지 않으면 가열 및 냉각 장치(11)와 다른 공정 챔버 사이로 기판을 직접 이송하는 경우 수 밀리토르 이하의 압력이 사용된다).

<25> 챔버(13) 내에서 웨이퍼(26)의 신속한 냉각에 이어 웨이퍼를 가열하는데 악영향을 미치는, 물 또는 냉각제로 냉각된 냉각판(39)(예를 들어, 알루미늄 냉각판은 냉각 유체 소스(40)으로부터 공급된 냉각 유체에 의해 약 5 내지 25℃로 냉각될 수 있다)은 가열된 기판 지지부(15)와 떨어져 있는(예를 들어, 바람직하게는 지지부로부터 약 1-5인치) 가열 및 냉각 장치(11) 내에 배치된다. 기판은 약 30초 이내에 약 50℃ 내지 100℃, 바람직하게는 약 20 초 이내에 약 50℃ 내지 100℃로 냉각될 수 있다. 기판 지지부(15) 및 냉각판(39)은 서로 마주하게 배치되는 것이 바람직하기 때문에, 단일 축만으로의 선형 이동(예를 들어, 다중축 이동보다 덜 복잡하고 덜 비싼)으로 그 사이로 기판을 이송하는 것이 요구된다. 사실, 웨이퍼 리프트 장치(예를 들어, 웨이퍼 리프트 후프(29) 또는 핀(27))는 기판 지지부(15) 부근의 위치와 냉각판(39) 사이로 웨이퍼를 이송하도록 구성될 수 있다.

<26> 바람직하게 냉각판(39)은 그 안에 10,000개의 0.02-0.1인치 직경의 홀을 갖는(도 1에서 참조 번호 39a-n으로 표시됨), 기술상 공지된 것과 같은 확산기 또는 샤워 헤드를 사용한다. 홀(39a-n)은 냉각판(39)을 통해(예를 들어, 건조 가스 소스(19)로부터) 가스가 흐르게 하여 이하 설명되는 것처럼 웨이퍼(25)의 냉각을 향상시키도록 냉각판(39)에 의해 냉각된다. 바람직하게 챔버(13) 벽은 물 또는 냉각제(예를 들어, 50% 탈이온수/ 순수한 물의 빙점 이하의 50% 글리콜액)로 냉각되며 또한 기판 냉각을 향상시킨다.

<27> 도 1에 도시된 것처럼, 가스 입구(17)는 가열된 기판 지지부(15) 부근에 위치된다. 그러나 가스 입구(17)는 냉각판(39)의 홀(39a-n)로 건조 가스를 공급하기 위해 챔버(13)의 상부 부분에(외견상 도시됨) 연결될 수 있고/또는 가스 입구(17)로부터 챔버(13) 속으로 방출된 가스를 확산시키는 다수의 개구부를 갖는 매니폴드(미도시)에 연결될 수 있어 웨이퍼(25')의 정면측 위로 본질적으로 일정한 건조 가스의 흐름을 야기한다. 상기 매니폴드의 설계는 CVD 반응기 설계 분야에 기술상 통상의 지식을 가진자에게 공지되어 있다. "Inlet Manifold and Method for Increasing Gas Dissociation and for PECVD of Dielectric Films"란 제목의 미국 특허 제 4,854,263호를 본 명세서에서 참조로 하며, 이는 특정 입구 매니폴드를 나타낸다.

<28> 주목할 것은 발명의 가열 및 냉각 장치(11)는 단일 챔버만을 사용하며 상대적으로 값이 싼 부품(예를 들어, 가열된 기판 지지부(15), 물로 냉각된 냉각판(39), 바람직하게 단일축, 그사이에서 기판을 이송하기 위한 선형 이동 등)을 사용하기 때문에, 분리 냉각 모듈로 기판을 이송하는데 걸리는 시간을 줄임으로써 움직임을 줄이고 생산량을 증가시켜 경제성 있게 가열 및 냉각처리가 행해진다는 것이다. 제어기(C)는 다양한 챔버 부품(예를 들어, 가열된 기판 지지부(15), 웨이퍼 리프트 장치(27, 29), 흐름 제어기(35), 절연 밸브(37), 챔버 배기 밸브(38), 냉각 유체 소스(40), 챔버 절연 슬릿 밸브(41) 및 이송 스테이션 웨이퍼 핸들러(43a))에 연결되며 이하 설명되는 발명의 방법을 수행하기 위한 발명의 방법을 위해 프로그램처리된다.

<29> 동작시에, 챔버(13) 내에 웨이퍼(25)를 위치시키기 전에, 챔버(13)를 미리 조절한다. 예를 들어, 기판 지지부(15)는 원하는 가열 온도로(예를 들어, 어닐링 또는 탈가스화를 위해) 예비가열될 수 있고 냉각판(39)은 원하는 냉각 온도로 예비냉각될 수 있다. 추가로, 예정된 오염 레벨로 챔버(13)를 조절하기 위해(예를 들어, 10ppm(parts per million) 미만의 O_2가 챔버(13)에 남도록), 챔버(13)는 챔버 배기 밸브(38) 개방으로 건조 가스 소스(19)로부터의 건조 가스를 챔버(13) 속으로 흘려보냄으로써 대기압으로 정화되거나, (접속되는 절연 밸브(37)의 개방에 의해) 러프 펌프(23)를 통해 원하는 진공 레벨로 챔버(13)를 배기시킨된 다음 건조 가스 소스(19)로부터의 건조 가스로 챔버(13)를 다시 채움으로써 단일-배기로 정화되거나, 또는 원하는 진공 레벨로 챔버(13)를 반복적으로 배기시킨 다음 대기압 또는 단일 배기 정화에 의해 달성될 수 있는 것보다 오염물 레벨을 보다더 감소시키기 위해 건식 가스 소스(19)로부터의 건식 가스로 챔버를 다시 채움으로써 주기적으로 정화될 수

있다.

<30> 예를 들어, 챔버(13)내에서의 구리 어닐링을 위해, 기판 지지부는 약 150 - 600℃, 더욱 바람직하게는 약 200 - 400℃ 사이로 가열되며, 냉각 플레이트는 약 5 내지 25℃ 사이로 냉각된다. 구리 막들은 특히 어닐링 동안 사용되는 높은 온도에서 쉽게 산화되며, 막 저항성을 저하시키고 제작된 상호접속부의 접촉 저항을 증가시키는 바람직하지 않은 구리 산화물 영역을 형성한다. 따라서, 챔버(13)의 환경은 바람직하게는 10ppm 미만의 산소를 함유하도록 미리 조절된다. 예를 들어, 수 ppm의 산소만을 가지는 N_2 및 더욱 바람직하게는 적은 양의 H_2가 산화물 형성을 억제하도록, 수 ppm의 산소를 갖는 4%의 H_2와 약 96% N_2를 포함하는 건조 가스 소스(19)로부터의 건조 가스로 챔버가 정화된다.

<31> 챔버(13)가 미리조절된 후에, 챔버(13)(즉, 이송 스테이션(43))로부터 웨이퍼를 장착 및 해체하기 위한 스테이션에 챔버(13)를 결합하는 챔버 절연 슬릿 밸브(41)가 열리고 이송 스테이션 웨이퍼 핸들러(43a)가 연장되어 가열된 기판 지지부(15) 위의 위치로 웨이퍼(25)를 운반한다. 이송 스테이션(43)은 일반적으로 대기 압력(바람직하게는 질소 또는 아르곤 분위기와 같은 다른 비산화 분위기)하에 있으며 웨이퍼를 이송하는 동안 챔버(13)에 들어가는 산소의 농도를 감소시키기 위해 질소나 다른 비산화 가스로 지속적으로 정화될 수 있다. 선택적으로 이송 스테이션(43)은 바람직하게는 낮은 산소 부분압을 갖는 감소된 챔버 압력(예를 들어, 만약 가열 및 냉각 장치 및/또는 이송 스테이션(43)이 감소된 압력들을 사용하는 다른 공정 챔버들에 결합되면) 하에 있게 될 수 있다.

<32> 슬릿 밸브(41)의 개구부는 바람직하게는 챔버(13)의 안팎으로 웨이퍼(25) 및 웨이퍼 핸들러(43a)의 블레이드를 이동시키는데 요구되는 최소 영역보다 더 크진 않으며, 그로 인해 챔버(13)의 분위기와 이송 스테이션(43)의 분위기의 충돌을 최소화한다. 웨이퍼(25)가 이송되면서 오염물질(예를 들어 구리 막 어닐링 동안의 산소)이 챔버(13)로 진입하는 것을 방지하기 위해, 챔버(13)는 웨이퍼를 이송하는 동안 건조 가스 소스(19)(일반적으로 약 5-100 s.l.m.의 유량에서)로부터의 건조 가스로 정화될 수 있다. 이것은 이송 스테이션(43)의 분위기가 정화되지 않을 때(예를 들어, 챔버(13)내에서의 가열 또는 냉각 동안, 웨이퍼(25) 또는 웨이퍼 상에 형성된 막들에 영향을 미칠 수 있는 고농도 산소 또는 다른 고농도 고불순물을 가질 때) 특히 중요하다. 웨이퍼 리프트 후프(29)(세 개의 핑거(29a-c)를 경유)는 이송 스테이션 웨이퍼 핸들러(43a)로부터 웨이퍼(25)를 들어올리며, 이송 스테이션 웨이퍼 핸들러(43a)가 충분히 수축된 후에, 슬릿 밸브(41)는 닫히고 웨이퍼 리프트 후프(29)는 웨이퍼를 가열된 기판 지지부(15)로 낮춘다. 바람직하게 웨이퍼(25)는 기판 지지부(15)와의 열 이송을 최대화하고 웨이퍼 가열 시간을 최소화하도록 기판 지지부(15)와 직접 접촉한다. 챔버(13)내에서의 압력은 바람직하게는 질소와 같은 비산화 가스에서 대기압 정도로 유지되며, 이것은 러프 펌프(23)로부터 챔버(13)를 밀폐함으로써, 또는 러프 펌프(23)로 챔버(13)를 펌프하는 동안 챔버 배기 밸브(38)를 열어 건조 가스로 챔버(13)를 정화시킴으로써 이루어진다. 1997년 7월 10일에 출원된 미국 특허 출원 번호 08/891,048의 모 출원에 기술된 바와 같이 챔버(13)내에서 가스 압력은 가열된 기판 지지부(15)로부터 웨이퍼(25)로의 열전달을 보조한다. 수 토르 이하의 챔버 압력은 웨이퍼(25) 및 가열된 기판 지지부(15) 사이의 열 전도 경로를 악화시킨다. 따라서, 웨이퍼 이면 가스는 바람직하게 감소된 챔버 압력에 사용된다(예를 들어, 적절한 웨이퍼 클램핑과 함께 아르곤, 헬륨 또는 질소 이면 가스는 이면 가스에 의해 발생되는 웨이퍼 이동을 방지한다).

<33> 어닐링, 탈가스화 또는 다른 가열 공정은 기판 지지부(15)를 사용하는 웨이퍼(25) 상에 사용될 수 있다. 예를 들어, 구리 어닐링은 가열된 기판 지지부(15) 및 원하는 어닐링, 탈가스화 또는 다른 가열 공정 동안의 온도에 따라, 약 15초 내지 3분 동안 기판 지지부(15)와 웨이퍼(25)가 접촉하도록 유지함으로써 실행된다. 1997년 7월 10일자로 출원된 미국 특허 08/891,048에 개시된 발명의 탈가스화 공정과 같이 가열 및 냉각 장치(11)로 탈가스 공정을 수행하도록, 저온펌프 또는 다른 고진공 펌프가 요구되는 저압(예를 들어, 1×10^{-5} 토르)을 얻도록 러프 펌프(23)의 위치에 추가로 제공될 수 있다.

<34> 어닐링, 탈가스화 또는 다른 가열 공정을 수반하면서, 웨이퍼(25)를 냉각시키기 위하여, 웨이퍼 리프트 후프(29)는 냉각판(39)에 부근 위치로 가열된 기판 지지부(15) 상의 웨이퍼(25)를 상승시킨다. 하기 도 3에서 도시되는 바와 같이, 웨이퍼(25)의 냉각 속도를 최적화하기 위하여, 웨이퍼(25)의 상부면 및 냉각판(39)의 하부면 사이의 갭은 바람직하게는 약 0.02" 또는 약 0.5 ㎜ 미만이고, 챔버(13) 내부의 압력은 바람직하게는 냉각 동안 약 20-200 Torr 사이로 감소되며, 건조 가스 소스(19)로부터의 건조 가스는 웨이퍼(25)의 상부면에 충돌하는 냉각 건조 가스를 발생시키는 냉각판(39)(예를 들어, 홀(39a-n)을 통해서)을 흐를 수 있다(예를 들어, 약 100-150 s.l.m.의 속도로).

<35> 도 3은 웨이퍼 온도 대 표 1(아래)에서 기입된 여러 챔버(13) 냉각 조건에 대한 시간의 그래프이다. 이 그래프에서 도시된 데이터를 얻기 위하여, 기판 지지부(15)는 350℃의 온도로 가열되고(예를 들어, 냉각 공정 바로 전에 수행되는 가열 공정을 촉진하기 위하여), 냉각판(39)은 25℃의 온도로 냉각되며 기판 지지부(15) 및 냉각판(39) 사이의 거리는 약 40 mm이다. 웨이퍼는 핀(27a-c)을 사용하지 않고 가열된 기판 지지부(15)와 직접 접촉하여 배치된다.

【표 1】

<36>

곡선 #	냉각 조건
301	1. 냉각판 홀(39a-n)을 통한 150 s.l.m. N_2 정화 2. 약 760 Torr의 챔버 압력; 및 3. 3 mm의 웨이퍼-냉각판 거리
302	1. 냉각판 홀(39a-n)을 통한 150 s.l.m. N_2 정화 2. 약 80 Torr의 챔버 압력; 및 3. 3 mm의 웨이퍼-냉각판 거리
303	1. 냉각판 홀(39a-n)을 통한 150 s.l.m.N_2 정화 2. 웨이퍼 후면 상의 10 s.l.m. N_2 정화 3. 약 760 Torr의 챔버 압력; 및 4. 3 mm의 웨이퍼-냉각판 거리
304	1. N_2가 흐르지 않음 2. 760 Torr의 챔버 압력 3. 0.25 mm의 웨이퍼-냉각판 거리
305	1. N_2가 흐르지 않음 2. 47 Torr의 챔버 압력 3. 0.45 mm의 웨이퍼-냉각판 거리

<37> 도 3 및 표 1에서 보이는 바와 같이, 고정된 웨이퍼-냉각판 거리(예를 들어, 곡선들(301-303)에 대해 3mm)에 대해, 챔버(13)의 압력을 감소시키고 냉각판(39)의 홀(39a-n)을 통해서 웨이퍼의 후면으로 건조 가스(예를 들어, N_2)를 흐르게 하여, 웨이퍼(25)의 냉각 속도를 증가시킨다. 그러나 최적의 챔버 압력을 가지는 웨이퍼(25) 및 냉각판(39) 사이의 거리는, 냉각판 홀(39a-n)을 통한 N_2 정화가 없고, 0.25 mm의 웨이퍼-냉각판 거리, 및 760 Torr의 챔버 압력을 이용하여 달성되는 냉각을 나타내는 곡선(304); 및 냉각판 홀(39a-n)을 통한 N_2 정화가 없고, 0.45 mm의 웨이퍼-냉각판 거리, 및 47 Torr의 챔버 압력을 이용하여 달성되는 냉각을 나타내는 곡선(305)에 의해 도시된 것처럼, 냉각 건조 가스의 흐름보다는 웨이퍼 냉각에 보다 중요한 역할을 한다.

<38> 특히, 본 발명자는 감소된 압력은 웨이퍼(25)와 냉각판(39) 사이의 작은 거리(예를 들어, 0.5 mm 미만)에 대해 우수한 열 조건을 계속해서 제공하기 때문에, 냉각 동안 감소된 챔버 압력(예를 들어, 약 20-200 Torr)이 냉각 공정을 최적화하는 것을 발견하였다. 동시에, 감소된 챔버 압력은 가열된 기판 지지부(15)로부터 바람직하게는 약 25-125 mm(예를 들어, 기판 지지부(15) 및 냉각판(39) 사이의 약 25-125 mm) 만큼 이격된 웨이퍼(25)로의 열전달을 억제하는 것이 발견되었다. 도 3에서 도시된 바와 같이, 350℃에서부터의 냉각은 사용된 냉각 조건에 따라 약 20초 정도가 요구되지만, 최적의 냉각 조건(예를 들어, 47 Torr의 챔버 압력 및 0.45 mm의 웨이퍼-냉각판 거리)을 위해 약 5 초로 감소될 수 있다. 곡선(301 및 302) 사이의 거리에서 보이는 바와 같이, 냉각판 홀(39a-n)을 통한 가스의 흐름에 의한 부가적 대류 냉각 부품은 냉각 동안 가열된 기판 지지부(15) 및 웨이퍼(25) 사이의 열 전도를 감소시키기 보다는 냉각시 충격을 감소시킨다. 가열에 따라, 냉각은 주로 전도성 냉각이 우세하다.

<39> 냉각 공정 다음에, 챔버(13)는 약 760 Torr의 압력(1기압)으로 건조 가스 소스(19)로부터의 가스로 배기되거나 또는 제조 시스템으로의(아래의 도 5에서 도시된 바와 같이) 웨이퍼 이송에 요구되는 압력으로 배기된다. 챔버 절연 슬릿 밸브(41)가 개방되며 이송 스테이션 웨이퍼 핸들러(43a)가 챔버(13)내로 도달하여 웨이퍼(25) 아래로 연장된다. 그 후, 웨이퍼 리프트 후프(29)는 하강(웨이퍼(25)를 웨이퍼 핸들러(43a)로 이송)하며 웨이퍼 핸들러(43a)는 웨이퍼(25)를 이송 스테이션(43) 내로 운반하도록 수축된다. 웨이퍼(25)가 이송될 때 이송 스테이

션에서의 불순물이 챔버 내로 들어오는 것을 방지하기 위해, 슬릿 밸브(41)가 개방되어 있는 동안 챔버(13)는 건조 가스 소스(19)(통상적으로 약 5-100 s.l.m의 유량으로)로부터의 건조 가스로 계속해서 정화될 수도 있다. 웨이퍼 핸들러(43a)가 챔버(13)로부터 수축된 후, 슬릿 밸브(41)는 닫히며, 챔버의 정화는 (설사 있다해도)멈출 것이다.

<40> 도 4는 도 1의 가열 및 냉각 장치(11) 내에서 통상적인 어닐링 및 냉각 공정 동안의 시간에 대한 웨이퍼 온도의 그래프이다. 기판 지지부(15)는 340℃로 예비 가열되며, 냉각판(39)은 25℃로 예비 냉각되며 챔버(13)는 (예를 들어, 전술된 대로 챔버 정화 또는 주기적 정화에 의해) 10ppm 이하의 산소를 포함하도록 예비 설정된다. 바람직하게 챔버(13)는 약 760 Torr의 압력까지 질소와 같은 건조 가스로 다시 채워진다. 도 4를 참조하면, 시간 1에서, 웨이퍼(25)는 웨이퍼 리프트 후프(29)를 거쳐 직접 가열된 기판 지지부(15) 위에 (핀(27a-c)을 사용하지 않고) 위치되며, 시간 1과 2 사이에 (예를 들어, 약 760Torr의 챔버 압력으로) 어닐링이 행해진다. 시간 2에서, 웨이퍼(25)는 웨이퍼 리프트 후프(29)를 거쳐 가열된 기판 지지부(15)로부터 리프팅되며, 시간 3에서, 냉각판(39) 근처 위치(예를 들어, 냉각판에서 약 0.45㎜)에 도달하며, 기판 냉각 사이클을 시작한다. 시간 4에서, 러프 펌프(rough pump)는 챔버를 펌핑하기 시작한다. 펌핑은 챔버(13) 내에서의 압력이 약 47 Torr에 이르는 시간 5 까지 계속된다. 일단 챔버(13) 압력이 약 47 Torr에 도달하면, 웨이퍼(25)는 (시간 5 와 6 사이에서) 빠르게 냉각을 시작한다. 시간 6에서, 냉각 공정은 끝나며 챔버(13)는 건조 가스 소스(19)로부터의 건조 가스(예를 들어, 질소)로 대기압으로 배기된다(또는 도 5를 참조하여 이하에서 설명된 것처럼 유출된다). 시간 7에서, 챔버 절연 슬릿 밸브(41)는 개방되며 웨이퍼(25)는 전술한 대로 챔버(13)로부터 추출된다. 필요한 경우, 챔버(13)는 시간 4에 앞서 (예를 들어, 기판 지지부(15)로부터 냉각판(13)으로 웨이퍼를 이송하는 동안) 러프 펌프(23)로 펌핑될 수도 있다. 그러나 본 발명의 발명자는 챔버(13)의 펌핑은, 웨이퍼(25)가 냉각판(39)에 도달할 때까지 행해지지 않을 경우 냉각이 보다 효과적(예를 들어, 보다 신속함) 이라는 것을 알아냈다. 가열 및 냉각 장치(11)는 더할 나위 없는 가열 및 냉각 시스템으로 사용될 수도 있으며, 다중 공정 챔버를 결합한 제조장치로부터 분리되거나 또는 제조장치의 일부로 사용될 수도 있다. 예를 들어, 도 5는 도 1의 본 발명의 가열 및 냉각 장치를 사용하는 제조 장치(45)의 평면도이다. 제조 장치(45)는 적어도 제 1 로드 록(47), 적어도 하나의 공정 챔버(49), 적어도 하나의 웨이퍼 핸들러(51) 및 본 발명의 가열 및 냉각 장치(11)를 포함한다. 적어도 하나의 기판 핸들러(51)는 제 1 로드 록(47), 공정 챔버(49) 및 본 발명의 가열 및 냉각 장치(11)를 결합한 이송 챔버 내에 존재한다.

<41> 작동시, 적어도 하나의 웨이퍼를 포함하는 웨이퍼 캐리어는 제 1 로드 록(47)에 장착되며, 제 1 로드 록(47)은 통상적으로 공정 챔버(49) 내에서 행해지는 공정에 의해 설정되는 소정의 진공 레벨(예를 들어, 낮은 k 유전체 증착 같은 대기압 이하의 CVD 공정에 비해 약간 낮은 대기압, PVD 공정에 비해 낮은 정도 등)로 펌핑된다. 만일 본 발명의 가열 및 냉각 챔버(11)가 단지 어닐링에만 사용되면, 웨이퍼 핸들러(51)는 제 1 로드 록(47)으로부터 제 1 웨이퍼를 추출하여 공정 챔버(49)로 제 1 웨이퍼를 운반한다. 어닐링 공정(예를 들어, 낮은 k 유전체 막 증착 등)은 웨이퍼 상에서 수행되고 상기 웨이퍼는 웨이퍼 핸들러(handler)를 통하여 본 발명의 가열 및 냉각 장치(11)로 이송된다. 챔버(13)상 슬릿 밸브(41)와 같은 밀봉부(도 1a)는 상기된 바와 같이 웨이퍼 핸들러(51)가 챔버(15)에 도달하고 가열된 기판 지지부(15)상의 제 1 웨이퍼가 증착을 행하도록 개방된다. 웨이퍼 핸들러(51)는 수축하고 슬릿 밸브(41)는 밀봉된다. 그 다음 웨이퍼는 도 1-4를 참조하여 기술된 바와 같이 본 발명에 따라 가열 및 냉각된다. 가열 및 냉각 후, 웨이퍼는 제 1 로드 록(47)으로 복귀된다. 웨이퍼 캐리어내의 각각의 웨이퍼가 처리 및 제 1 로드 록(47)으로 복귀될 때까지 계속 반복된다.

<42> 만약 본 발명의 가열 및 냉각 챔버(11)가 가스 배기를 위하여 사용되면, 상기 과정은 반대로 된다. 각각의 웨이퍼는 제 1 로드 록(47)으로부터 본 발명의 가열 및 냉각 장치(11)로 이동하고 그 속에서 가스가 배기된다. 그 후 각각의 웨이퍼는 본 발명의 가열 및 냉각 장치(11)로부터 가스 챔버(49)로 이동하고, 그 속에서 공정이 수행되고, 처리 챔버(49)로부터 제 1 로드 록(47)으로(가열 및 냉각 장치(11) 내에서 수행되는 냉각 단계 또는 어닐링 및 냉각 단계 직후) 이동한다. 가스 배기 단계를 요구하는 많은 공정이 고진공 레벨(예를 들어, PVD 공정)을 요구한다는 것이 주의 된다. 따라서, 가열 및 냉각 장치(11)는 제조 시스템(45)을 위하여 요구된 고진공 레벨(공정 챔버(49)에 의해 설정된 바와 같은)에 도달하기 위하여 러프(rough) 펌프 외에 저온 펌프를 요구할 수 있다.

<43> 다음 설명은 본 발명의 바람직한 실시예만을 개시하고, 본 발명의 범위 내에 속하는 상기된 장치 및 방법의 변형은 당업자에게 명확할 것이다. 예를 들어, 비록, 본 발명의 가열 및 냉각 장치 및 여기에 기술된 구조의 구성요소가 현재 바람직할지라도, 다수의 변형이 본 발명의 범위 내에서 발생 및 유지될 수 있다. 예를 들어, 가열 단계는 챔버(13)의 상부 또는 제 1 측부에서 수행되고 냉각은 챔버(13)의 하부 또는 제 2 측부에서

수행된다. 니들 밸브 또는 흐름 제어기 및 격리 밸브는 수동으로 조절될 수 있지만 바람직하게 컴퓨터 제어될 수 있다. 기판 지지부(15)는 저항 가열, 램프에 의한 가열(예를 들어, 챔버(13) 내측 또는 외측의 적외선 램프), 하부에서 또는 직접적으로 가열, 또는 다른 공지된 임의의 가열 장치를 통하여 가열될 수 있다.

<44> 기판은 기판 지지부(15)와 접촉하거나 단순히 기판 지지부(15) 부근에 유지됨으로써 가열될 수 있다. 유사하게, 기판은 냉각 플레이트(39)의 접촉에 의해, 또는 냉각 플레이트(39) 부근에 유지됨으로써 냉각될 수 있다. 냉각된 기판 지지부 또는 다른 냉각 장치는 냉각 플레이트(39)의 적소에서 사용될 수 있다. 가열 및/또는 냉각은 냉각 플레이트(39)를 통하여 흐르는 가스를 가지고 또는 가지지 않고 대기압 또는 그 이상의 챔버 압력에서 또는 감소된 챔버 압력에서 수행될 수 있다.

<45> 웨이퍼 리프트 장치는 자동화, 압축 공기화 또는 임의의 다른 공지된 리프팅 장치(예를 들어 웨이퍼 핸들러(43a) 같은 웨이퍼 핸들러)를 사용할 수 있다. 웨이퍼는 가열된 후 리프트 장치를 통하여 냉각 장치에 근접한 지지 장치 위치로 이송된다. 하나의 상기 지지 장치 및 이송 공정은 1997년 6월 4일 출원된 미국특허 출원 번호 08/869,111에 개시되고, 전체 개시 내용은 여기에 참조로써 통합된다. 게다가, 웨이퍼와 다른 다수의 물체는 본 발명의 공정 때문에 이익일 수 있다. 질소 외에, 아르곤, 헬륨 등 같은 다른 비산화 가스는 기판 가열, 냉각 및/또는 이송 또는 챔버 공정 동안 챔버(13) 분위기 모두 또는 일부를 형성할 수 있다.

<46> 따라서, 본 발명이 바람직한 실시예와 관련하여 개시되었지만, 다른 실시예가 다음 청구항에 의해 한정된 바와 같이 본 발명의 사상 및 범위에 속한다는 것이 이해되어야 한다.

발명의 효과

<47> 본 발명에 따르면, 종래 기판 가열 및 냉각 시스템에 비하여 값싸고, 간단하고 공간을 적게 차지하고 수율을 증가시키는 기판 가열 및 냉각 방법 및 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따라 구성된 가열 및 냉각 장치의 측면도이다.

<2> 도 2는 본 발명에 따라 구성된 가열 및 냉각 장치의 상부 평면도이다.

<3> 도 3은 도 1의 가열 및 냉각 장치 내의 여러 가지 냉각 조건에 대한 웨이퍼 온도 대 시간에 대한 그래프이다.

<4> 도 4는 도 1의 가열 및 냉각 장치 내의 전형적인 어닐링 및 냉각 처리 중에 웨이퍼 온도 대 시간에 대한 그래프이다.

<5> 도 5는 도 1의 가열 및 냉각 장치를 이용하는 조립 도구의 평면도이다.

<6> *도면의 주요부분에 대한 부호 설명*

<7> 11: 냉각 장치 13: 챔버

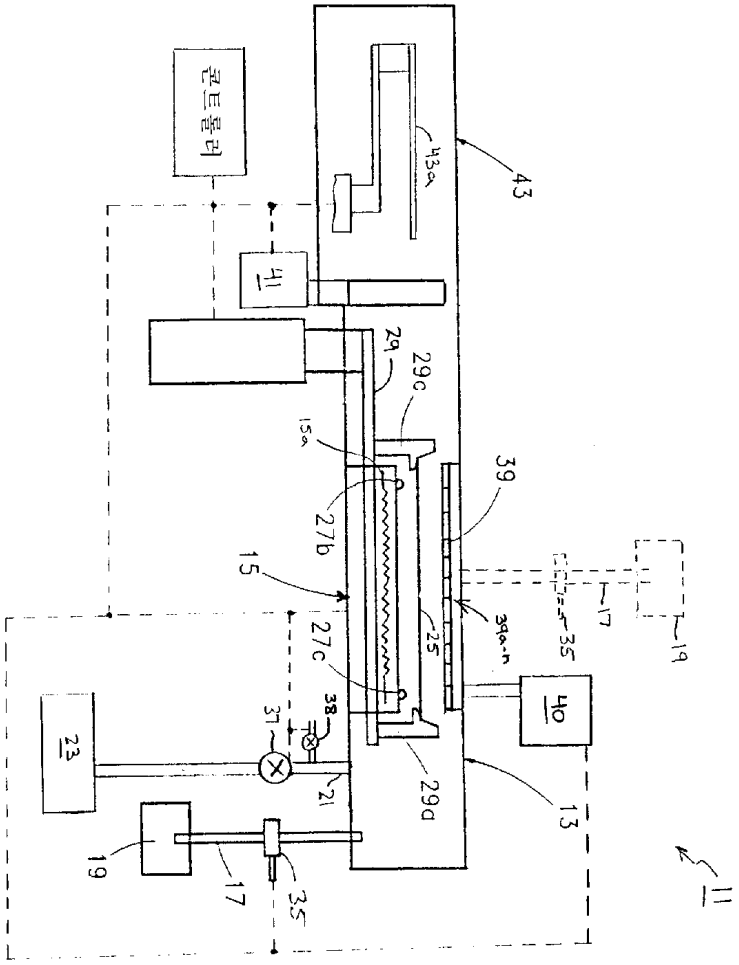
<8> 15: 기판 지지부 17: 가스 인입구

<9> 19: 건조 가스 소스 21: 가스 인출구

<10> 25: 반도체 웨이퍼

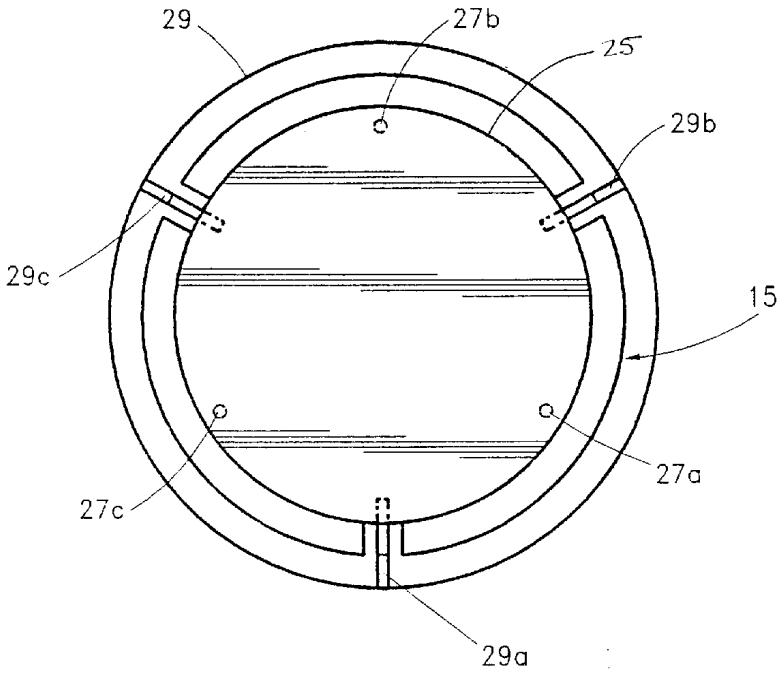
도면

도면1

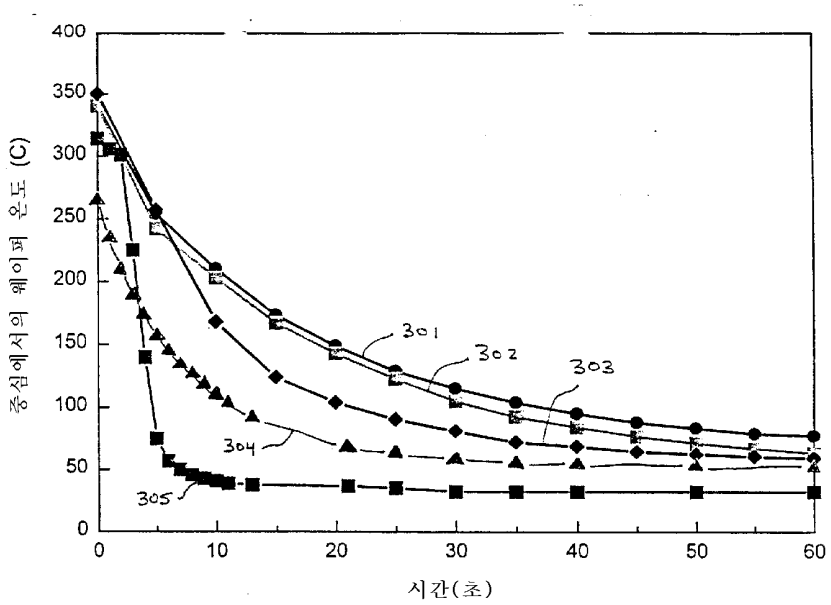


콘트롤러
43
43a
41
29
29c
15a
27b
15
39
39a-n
25
17
35
19
27c
38
37
23
21
29a
13
40
11

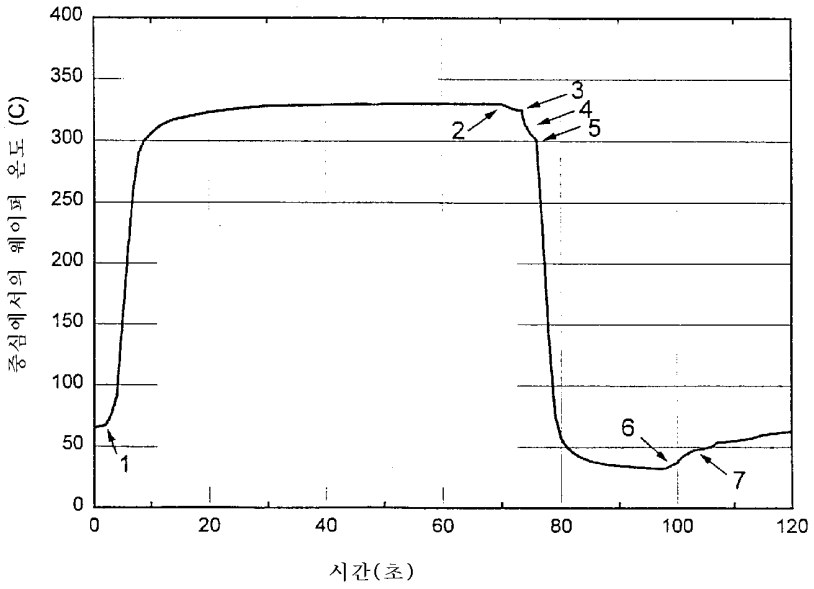
도면2


29
27b
25
29b
29c
15
27a
27c
29a

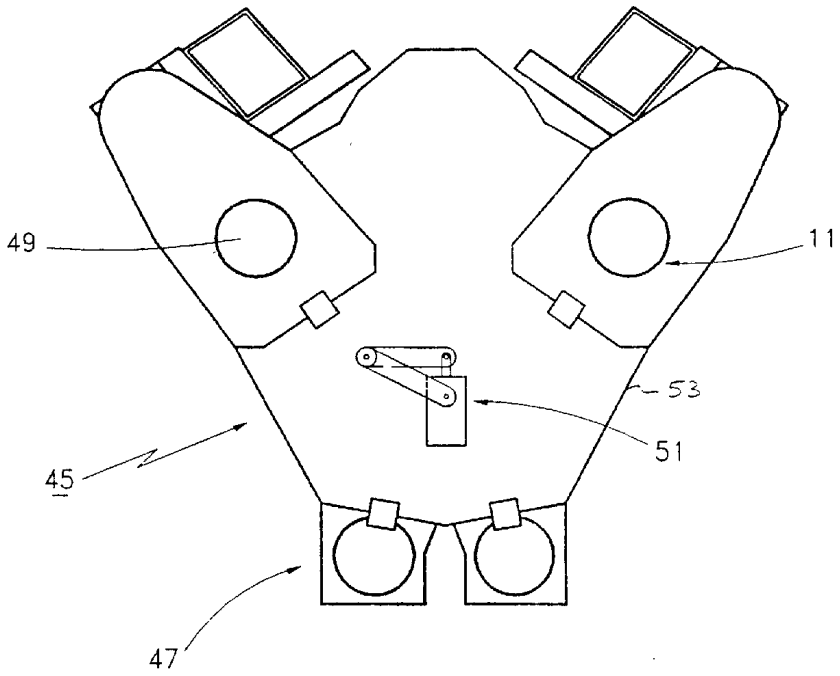
도면3


400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
중심에서의 웨이퍼 온도 (C)
시간(초)
301
302
303
304
305

도면4


400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
20
40
60
80
100
120
중심에서의 웨이퍼 온도 (C)
시간(초)
1
2
3
4
5
6
7

도면5


49
11
53
51
45
47