



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0029772
(43) 공개일자 2010년03월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7026567

(22) 출원일자 2008년06월18일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2009년12월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/067344

(87) 국제공개번호 WO 2008/157605

국제공개일자 2008년12월24일

(30) 우선권주장

11/965,506 2007년12월27일 미국(US)

60/944,910 2007년06월19일 미국(US)

(71) 출원인

엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 임크.

미합중국 미주리 (우:63376-5000) 세인트 피터스
피.오.박스 8 펄 드라이브 501

(72) 별명자

하마노, 마나부

일본 321-0912 도찌기 프리펙처 우쓰노미야시티
이시이-타운 문힐스 3246-3

콤무, 스리칸쓰

미국 63303 미주리주 세인트 찰스 올데 코트 로드
505

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 정은진, 백만기

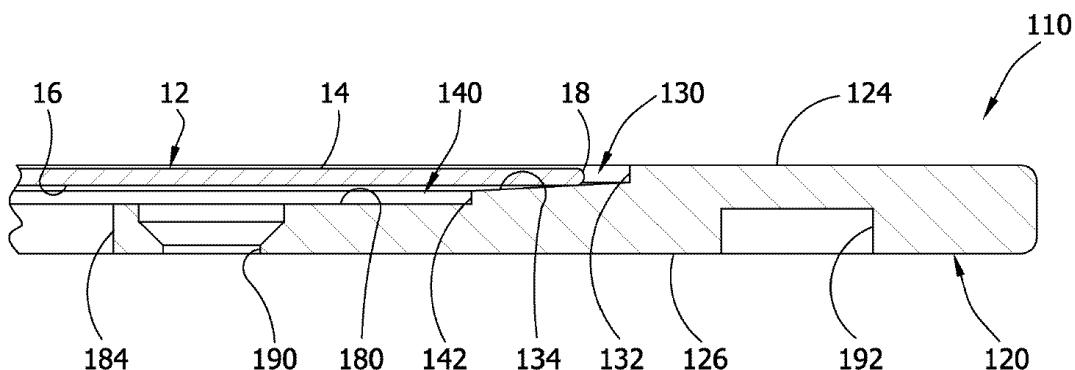
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 수율을 향상시키고 웨이퍼 손실을 감소시키기 위한 서셉터

(57) 요 약

본 발명은 내부 공간을 가지는 가열된 챔버 내에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터에 관한 것이다. 서셉터는 상부면 및 상부면의 반대편에 있는 하부면을 가지는 몸체를 포함한다. 서셉터는 또한 가상의 중앙축을 따라 상부면으로부터 몸체 양쪽 하부 방향으로 연장되는 함몰부를 가진다. 함몰부는 그 내에 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 함몰부로부터 하부면으로 몸체를 통해 연장되는 복수의 리프트 핀 개구를 포함한다. 각각의 리프트 핀 개구들은 함몰부에 대해 웨이퍼를 선택적으로 상승시키고 하강시킬 수 있는 리프트 핀을 위한 크기를 가진다. 서셉터는 중앙축을 따라 함몰부로부터 하부면으로 몸체를 통해 연장되는 중앙 개구를 가진다.

대 표 도



(72) 발명자

피트니, 존 에이.

미국 63376 미주리주 세인트 피터스 로즈레이크 씨
클 2162

토랙, 토마스 에이.

미국 63122 미주리주 세인트 루이스 이스트 매디슨
애비뉴 730

헬위그, 랜스 지.

미국 63031 미주리주 플로리산트 스플렌더 2060

특허청구의 범위

청구항 1

내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터(susceptor)로서, 상기 웨이퍼는 전면, 상기 전면의 반대편에 있는 후면 및 상기 전면과 상기 후면 둘레로 연장되어 있는 원주방향 측면을 가지고, 상기 서셉터는 상기 챔버의 내부 공간 내로 수용되고 상기 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가지며, 상기 서셉터는

상부면 및 상기 상부면의 반대편에 있는 하부면을 가지는 몸체(body);

가상의 중앙축을 따라 상기 상부면으로부터 상기 몸체 안쪽 하부 방향으로 연장되고, 그 안으로 상기 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 크기 및 형태를 가지는 함몰부(recess);

상기 함몰부로부터 상기 하부면으로 상기 몸체를 통해 연장되고, 각각 상기 함몰부에 대해 상기 웨이퍼를 선택적으로 상승시키고 하강시킬 수 있는 리프트 핀들(lift pins)을 위한 크기를 가지는 복수의 리프트 핀 개구; 및

상기 중앙축을 따라 상기 함몰부로부터 상기 하부면으로 상기 몸체를 통해 연장되는 중앙 개구

를 포함하는 서셉터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 함몰부는 상기 몸체의 상부면을 대체로 대면하는 인접면을 포함하는, 서셉터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 인접면은 바깥쪽 마진으로부터 안쪽 마진으로 하부 방향으로 기울어지는, 서셉터.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 인접면은 오목한, 서셉터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 함몰부는 원형인, 서셉터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 개구는 원형인, 서셉터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 서셉터의 몸체의 하부면은 서셉터 지지부들을 수용하기 위한 크기와 위치를 가지는 복수의 개구를 포함하는, 서셉터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 함몰부는 약 0.027인치의 깊이를 가지는, 서셉터.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 함몰부의 인접면은 약 6mm의 폭을 가지는, 서셉터.

청구항 10

내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터로서, 상기 웨이퍼는 전면, 상기 전면의 반대편에 있는 후면 및 상기 전면과 상기 후면 둘레로 연장되어 있는 원주방향 측면을 가지고, 상기 서셉터는 상기 챔버의 내부 공간 내로 수용되고 상기 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가지며, 상기 서셉터는

상부면 및 상기 상부면의 반대편에 있는 하부면을 가지는 몸체;

가상의 중앙축을 따라 상기 상부면으로부터 상기 몸체 한쪽 하부 방향으로 연장되고, 그 위로 상기 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 크기 및 형태를 가지는 웨이퍼-결합 인접면(wafer-engaging face) - 상기 웨이퍼-결합 인접면은 바깥쪽 마진으로부터 한쪽 마진으로 하부 방향으로 기울어짐 - 을 포함하는 함몰부; 및

상기 중앙축을 따라 상기 함몰부로부터 상기 하부면으로 상기 몸체를 통해 연장되는 중앙 개구를 포함하는, 서셉터.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 웨이퍼-결합 인접면은 오목한, 서셉터.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 함몰부는 원형인, 서셉터.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 개구는 원형인, 서셉터.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 개구는 약 8.66인치의 직경을 가지는, 서셉터.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 서셉터의 몸체는 상기 몸체를 통해 연장되고, 각각 상기 함몰부에 대해 상기 웨이퍼를 선택적으로 상승시키고 하강시킬 수 있는 리프트 핀들을 위한 크기를 가지는 복수의 리프트 핀 개구를 포함하는, 서셉터.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 서셉터의 몸체의 하부면은 서셉터 지지부들을 수용하기 위한 크기와 위치를 가지는 복수의 개구를 포함하는, 서셉터.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 함몰부는 약 0.027인치의 깊이를 가지는, 서셉터.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 함몰부의 인접면은 약 6mm의 폭을 가지는, 서셉터.

청구항 19

제10항에 있어서,

상기 서셉터는, 800°C의 초기 온도를 가질 때 약 1150°C의 온도를 가지는 챔버에 위치한 후 15초 이내로 안정적인 상태의 온도에 도달하는, 서셉터.

청구항 20

내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터로서, 상기 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가지고, 상기 서셉터는 상기 챔버의 내부 공간 내에서 상기 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가지고, 상기 서셉터는

상부면;

제1 함몰부로서, 상기 상부면으로부터 하부 방향으로 연장되고, 상기 반도체 웨이퍼를 수용하도록 구성되며, 대체로 환형인 제1 측벽 및 상기 제1 측벽으로부터 상기 함몰부의 중앙으로 연장되는 제1 렛지(ledge) - 상기 제1 렛지는 바깥쪽 둘레 및 안쪽 둘레를 가지고, 상기 웨이퍼를 지지하는 것을 용이하게 하기 위해 상기 바깥쪽 둘레로부터 상기 안쪽 둘레로 하부 방향의 기울기를 가짐 - 를 포함하는 제1 함몰부;

상기 제1 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되고, 대체로 환형인 제2 측벽 및 상기 제2 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 제2 렛지를 포함하는 제2 함몰부; 및

상기 제2 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되고, 대체로 환형인 제3 측벽 및 상기 제3 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 바닥을 포함하는 제3 함몰부

를 포함하고,

상기 제1, 제2 및 제3 함몰부들은 공통적인 중앙축을 가지는, 서셉터.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 웨이퍼의 후면과 상기 제3 함몰부의 바닥 간의 거리는 약 0.005인치와 약 0.030인치 사이인, 서셉터.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 웨이퍼의 후면과 상기 제3 함몰부의 바닥 간의 거리는 약 0.008인치와 약 0.030인치 사이인, 서셉터.

청구항 23

제20항에 있어서,

상기 웨이퍼의 후면과 상기 제3 함몰부의 바닥 간의 거리는 약 0.010인치와 약 0.030인치 사이인, 서셉터.

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 함몰부들의 어떤 부분도 상기 서셉터를 통해 상기 서셉터의 하부면으로 연장되지 않는, 서셉터.

청구항 25

제20항에 있어서,

상기 제2 함몰부의 렛지는 대체로 경사지거나 또는 오목한 형태를 가지고, 상기 대체로 환형인 제2 측벽의 하부와 상기 대체로 환형인 제3 측벽의 상부 간의 수직 거리는 약 0.010인치를 초과하지 않는, 서셉터.

청구항 26

제20항에 있어서,

상기 웨이퍼는 상기 원주방향 모서리 또는 상기 모서리에 인접한 상기 후면의 영역이 상기 제1 렛지와 접촉하도록 상기 서셉터 상에 위치하는, 서셉터.

청구항 27

제20항에 있어서,

상기 함몰부들은 대체로 원형인, 서셉터.

청구항 28

내부 공간을 가지는 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터로서, 상기 챔버는 공정 가스가 상기 챔버의 내부 공간 내로 유동하도록 유도하기 위한 가스 인입구 및 공정 가스가 상기 챔버의 내부 공간으로부터 배출되는 가스 분출구를 가지고, 상기 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가지며, 상기 서셉터는 상기 챔버의 내부 공간 내에서 상기 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가지고, 상기 서셉터는

상부면;

제1 함몰부로서, 상기 상부면으로부터 하부 방향으로 연장되고, 상기 반도체 웨이퍼를 수용하도록 구성되며, 대체로 환형인 제1 측벽 및 상기 제1 측벽으로부터 상기 함몰부의 중심으로 연장되는 제1 렛지(ledge) - 상기 제1 렛지는 바깥쪽 둘레 및 안쪽 둘레를 가짐 - 를 포함하는 제1 함몰부;

상기 제1 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되고, 대체로 환형인 제2 측벽 및 상기 제2 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 제2 렛지를 포함하는 제2 함몰부; 및

상기 제2 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되고, 대체로 환형인 제3 측벽 및 상기 제3 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 바닥을 포함하는 제3 함몰부

를 포함하고,

가열하는 동안 상기 웨이퍼가 구부러지기 때문에 상기 웨이퍼의 모서리의 인접부를 제외한 상기 웨이퍼와 상기 서셉터 간의 접촉을 방지하기 위해 상기 웨이퍼의 후면과 상기 제3 함몰부의 바닥 간의 거리가 약 0.005인치와 약 0.030인치 사이인, 서셉터.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 제1 및 제2 함몰부들의 표면적 대 상기 제3 함몰부의 바닥의 표면적의 비율은 슬립을 최소화하기 위해 적어도 약 13 대 1인, 서셉터.

청구항 30

제28항에 있어서,

상기 제1 렛지는 상기 웨이퍼를 지지하는 것을 용이하게 하기 위해 상기 바깥쪽 둘레로부터 상기 안쪽 둘레로 하부 방향의 기울기를 가지는, 서셉터.

청구항 31

내부 공간을 가지는 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터로서, 상기 챔버는 공정 가스가 상기 챔버의 내부 공간 내로 유동하도록 유도하기 위한 가스 인입구 및 공정 가스가 상기 챔버의 내부 공간으로부터 배출되는 가스 분출구를 가지고, 상기 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가지며, 상기 서셉터는 상기 챔버

의 내부 공간 내에서 상기 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가지고, 상기 서셉터는 상부면;

상기 상부면으로부터 하부 방향으로 연장되고, 상기 웨이퍼를 지지하기 위한 렛지를 포함하는 웨이퍼-수용 함몰부; 및

상기 웨이퍼-수용 함몰부와 동일한 축을 가지고 상기 웨이퍼-수용 함몰부보다 상기 서셉터 내로 더 깊이 연장되는 중앙 함몰부

를 포함하고,

상기 웨이퍼-수용 함몰부의 표면적 대 상기 중앙 함몰부의 표면적의 비율이 슬립을 최소화하기 위해 적어도 약 13 대 1인, 서셉터.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 화학 기상 성막 공정(chemical vapor deposition process)에서의 사용을 위한 서셉터(susceptor)에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 화학 기상 성막 공정 동안 단일 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 웨이퍼는 웨이퍼의 전면에 실리콘 박막을 성장시키는 에피택셜 성막 공정(epitaxial deposition process)과 같은 화학 기상 성막 공정을 받을 수 있다. 이 공정에 의해 장치들이 고품질의 에피택셜 층에 직접적으로 제조될 수 있다. 종래의 에피택셜 성막 공정들이 미국특허 제5,904,769호 및 제5,769,942호에 개시되어 있으며, 전문이 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0003] 에피택셜 성막 공정 이전에, 반도체 웨이퍼는 성막 챔버 상으로 적재되어 서셉터 상으로 하강한다. 에피택셜 성막 공정은 웨이퍼가 서셉터 위로 하강한 후 수소 또는 수소와 염화 수소산(hydrochloric acid)의 혼합물과 같은 세정 가스(cleaning gas)를 웨이퍼의 전면(예컨대, 서셉터로부터 떨어져 대면하는 표면)으로 주입하여 웨이퍼의 전면을 예열하고 세정하는 것으로 개시된다. 세정 가스가 전면으로부터 자연 산화막(native oxide)을 제거하여, 에피택셜 실리콘 층이 성막 공정의 후속 단계 동안 표면 상에 연속적이고 평坦하게 성장할 수 있다. 에피택셜 성막 공정은 시레인(silane) 또는 클로리네이티드 시레인(chlorinated silane)과 같은 기상 실리콘 소스 가스를 웨이퍼의 전면으로 주입하여 전면 상에 실리콘의 에피택셜 층을 성막하고 성장시키는 것으로 이어진다. 동시에 서셉터의 전면의 반대편에 있는 후면에는 수소 가스를 가할 수 있다. 에피택셜 성막 공정 동안 성막 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하는 서셉터는 에피택셜 층이 평坦하게 성장하는 것을 보장하기 위해 공정 동안 회전한다. 에피택셜 성장 공정에서 이용되는 종래의 서셉터들이 미국특허 제6,652,650호 및 제6,596,095호에 설명되어 있으며, 이들은 전문이 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0004] 통상의 서셉터 설계는 오목한 바닥(concave floor)을 가지는 함몰부(recess)를 가지는 디스크를 포함한다. 이러한 형태에 의해, 웨이퍼는 웨이퍼의 모서리가 서셉터와 접촉하는 반면, 웨이퍼의 잔여 부분은 서셉터와 접촉하지 않는다. 반도체 웨이퍼가 웨이퍼의 모서리 이외의 지점에서 서셉터와 접촉하는 경우, 웨이퍼가 서셉터 상의 실리콘 카바이드 코팅(silicon carbide coating) 위에 놓여져 있으면 결함들(defects)이 이러한 접촉 지점에서 발생할 수 있다. 이러한 결함들은 전면 전위들(front surface dislocations) 및 슬립(slip)을 야기할 수 있으며, 장치를 고장나게 할 가능성이 있다.

[0005] 출원인은 웨이퍼 모서리 이외의 부분들이 웨이퍼가 서셉터 상으로 적재된 직후 서셉터와 접촉할 수 있다는 것을 발견하였다. 반도체 웨이퍼는 통상적으로 서셉터 상에 적재될 때 주위 온도에 가깝다. 반면, 서셉터는 웨이퍼가 서셉터 상에 적재될 때 약 500°C와 약 1000°C 사이에 있다. 웨이퍼와 서셉터 간의 온도 차이로 인해 웨이퍼가 빠르게 가열되고, 구부러진다. 이러한 구부러짐에 의해 웨이퍼의 후면이 서셉터와 접촉하게 되고, 그로 인해 결함들이 접촉 지점들, 특히 웨이퍼 중앙 근처의 접촉 지점들에서 발생한다.

[0006] 웨이퍼 후면 손상을 방지하기 위한 한 가지 접근 방식은 보다 오목한 바닥을 가지는 서셉터를 이용하는 것이다. 이러한 형태는 웨이퍼의 후면과 서셉터 간의 거리를 증가시킨다. 그러나 바닥의 오목함을 증가시키는 것은 웨이퍼 모서리에서 웨이퍼 슬립 전위들을 증가시킨다는 것이 발견되었다. 서셉터의 질량이 반도체 웨이퍼의 질량

보다 현저히 크기 때문에, 일반적으로 웨이퍼 온도는 서셉터 상에 적재될 때 웨이퍼에 걸쳐 균일하게 증가한다. 그러나 함몰부 중앙의 두께가 함몰부 모서리 부근의 두께보다 현저히 큰 경우, 방사 온도 구배(radial temperature gradients)가 웨이퍼에 걸쳐 형성될 수 있다. 이러한 온도 구배는 웨이퍼, 특히 웨이퍼 모서리에서 슬립과 전위들을 야기할 수 있다.

[0007] 통상의 서셉터들에 의해 발생하는 또 다른 문제점은 서셉터를 가열하고 냉각시키는데 시간이 오래 걸리고 그로 인해 공정시간이 증가한다는 것이다. 또한, 통상의 서셉터들은 웨이퍼 전체 밑에서 자리잡고 있기 때문에 수소가 자연 산화막을 제거하기 위해 웨이퍼 후면에 도달하는 것을 차단하고, 웨이퍼 후면으로부터 초과 확산된 도편트(outdiffused dopant)가 이탈하는 것을 차단한다.

[0008] 따라서, 웨이퍼 후면 결합을 감소시키거나 제거하고 웨이퍼에서의 슬립 전위들의 발생을 최소화하는 서셉터에 대한 필요가 존재한다. 또한, 서셉터를 보다 신속히 가열하고 냉각할 수 있게 함으로써 공정 시간을 감소시키고, 수소가 웨이퍼 후면에 도달할 수 있으며, 초과 확산된 도편트가 웨이퍼의 후면으로부터 이탈할 수 있게 하는 서셉터에 대한 필요가 존재한다.

발명의 상세한 설명

[0009] 본 발명의 일 태양은 내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터에 관한 것이다. 웨이퍼는 전면, 전면의 반대편에 있는 후면 및 전면과 후면 둘레로 연장되어 있는 원주방향 측면을 가진다. 서셉터는 챔버의 내부 공간 내로 수용되고 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 상부면 및 상부면의 반대편에 있는 하부면을 가지는 몸체를 포함한다. 또한, 서셉터는 가상의 중앙축을 따라 상부면으로부터 몸체 안쪽 하부 방향으로 연장되고, 그 안으로 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 크기 및 형태를 가지는 함몰부를 포함한다. 추가적으로, 서셉터는 함몰부로부터 하부면으로 몸체를 통해 연장되고, 각각 함몰부에 대해 웨이퍼를 선택적으로 상승시키고 하강시킬 수 있는 리프트 펀들(lift pins)을 위한 크기를 가지는 복수의 리프트 펀 개구를 포함한다. 또한, 서셉터는 중앙축을 따라 함몰부로부터 하부면으로 몸체를 통해 연장되는 중앙 개구를 포함한다.

[0010] 본 발명의 또 다른 태양은 내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터에 관한 것이다. 웨이퍼는 전면, 전면의 반대편에 있는 후면 및 전면과 후면 둘레로 연장되어 있는 원주방향 측면을 가진다. 서셉터는 챔버의 내부 공간 내로 수용되고 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 상부면 및 상부면의 반대편에 있는 하부면을 가지는 몸체를 포함한다. 또한, 서셉터는 가상의 중앙축을 따라 상부면으로부터 몸체 안쪽 하부 방향으로 연장되고, 그 위로 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 크기 및 형태를 가지는 웨이퍼-결합 인접면(wafer-engaging face)을 포함하는 함몰부를 포함한다. 서셉터는 또한 중앙축을 따라 함몰부로부터 하부면으로 몸체를 통해 연장되는 중앙 개구를 포함한다.

[0011] 또 다른 태양에서, 본 발명은 내부 공간을 가지는 가열된 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터를 포함한다. 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가지고, 서셉터는 챔버의 내부 공간 내에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 상부면 및 상부면으로부터 하부 방향으로 연장된 제1 함몰부를 포함한다. 제1 함몰부는 반도체 웨이퍼를 수용하도록 구성된다. 제1 함몰부는 대체로 환형인 제1 측벽 및 제1 측벽으로부터 함몰부의 중앙으로 연장되는 제1 렛지(1edge)를 포함한다. 제1 렛지는 바깥쪽 둘레 및 안쪽 둘레를 가진다. 제1 렛지는 웨이퍼를 지지하는 것을 용이하게 하기 위해 바깥쪽 둘레로부터 안쪽 둘레로 하부 방향의 기울기를 가진다. 서셉터는 제1 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되는 제2 함몰부를 포함한다. 제2 함몰부는 대체로 환형인 제2 측벽 및 제2 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 제2 렛지를 포함한다. 또한, 서셉터는 제2 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되는 제3 함몰부를 포함한다. 제3 함몰부는 대체로 환형인 제3 측벽 및 제3 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 바닥을 포함한다. 제1, 제2 및 제3 함몰부들은 공통적인 중앙축을 가진다.

[0012] 본 발명의 또 다른 태양은 내부 공간을 가지는 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터를 포함한다. 챔버는 공정 가스가 챔버의 내부 공간 내로 유동하도록 유도하기 위한 가스 인입구 및 공정 가스가 챔버의 내부 공간으로부터 배출되는 가스 분출구를 가진다. 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가진다. 서셉터는 챔버의 내부 공간 내에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 상부면 및 상부면으로부터 하부 방향으로 연장되는 제1 함몰부를 포함한다. 제1 함몰부는 반도체 웨이퍼를 수용하도록 구성된다. 또한, 제1 함몰부는 대체로 환형인 제1 측벽 및 제1 측벽으로부터 함몰부의 중심으로 연장되는 제1 렛지를 포함한다. 제1 렛지는 바깥쪽 둘레 및 안쪽 둘레를 가진다. 또한, 서셉터는 제1 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되는 제2 함몰부를 포함한다. 제2 함몰부는 대체로 환형인 제2 측벽 및 제2 측벽으로부터 내부 방

향으로 연장되는 제2 렛지를 포함한다. 또한, 서셉터는 제2 함몰부로부터 하부 방향으로 연장되는 제3 함몰부를 포함한다. 제3 함몰부는 대체로 환형인 제3 측벽 및 제3 측벽으로부터 내부 방향으로 연장되는 바닥을 포함한다. 가열하는 동안 웨이퍼가 구부러지기 때문에 웨이퍼의 모서리의 인접부를 제외한 웨이퍼와 서셉터 간의 접촉을 방지하기 위해 웨이퍼의 후면과 제3 함몰부의 바닥 간의 거리가 약 0.005인치와 약 0.030인치 사이이다.

[0013] 본 발명은 또한 내부 공간을 가지는 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 서셉터를 포함한다. 챔버는 공정 가스가 챔버의 내부 공간 내로 유동하도록 유도하기 위한 가스 입구 및 공정 가스가 챔버의 내부 공간으로부터 배출되는 가스 분출구를 가진다. 웨이퍼는 전면, 후면 및 원주방향 모서리를 가진다. 서셉터는 챔버의 내부 공간 내에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터는 상부면 및 상부면으로부터 하부 방향으로 연장되는 웨이퍼-수용 함몰부를 포함한다. 웨이퍼-수용 함몰부는 웨이퍼를 지지하기 위한 렛지를 포함한다. 또한, 서셉터는 웨이퍼-수용 함몰부와 동일한 축을 가지고 웨이퍼-수용 함몰부보다 서셉터 내로 더 깊이 연장되는 중앙 함몰부를 포함한다. 웨이퍼-수용 함몰부의 표면적 대 중앙 함몰부의 표면적의 비율은 슬립을 최소화하기 위해 적어도 약 13 대 1이다.

[0014] 본 발명의 상술한 태양과 관련하여 기술된 특징들에 대한 다양한 개량이 존재한다. 또한, 추가적인 특징들이 본 발명의 상술한 태양에 또한 포함될 수 있다. 상기 개량 및 추가적인 특징은 개별적으로 존재하거나 임의의 결합 형태로 존재할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 예시적인 실시예 중 임의의 것과 관련하여 후술할 다양한 특징들은 본 발명의 상술한 태양 중 하나 또는 임의의 결합에 포함될 수 있다.

실시예

[0024] 도면 중 특히 도 1을 참고하면, 서셉터는 본 명세서 전체에서 일반적으로 도면부호 10으로 표시된다. 서셉터(10)는 일반적으로 도면부호 12로 표시된 반도체 웨이퍼를 지지한다. 웨이퍼(12)는 전면(14) 및 전면의 반대편에 있는 후면(16)을 가진다. 웨이퍼(12)는 또한 전면(14) 및 후면(16) 둘레로 연장되는 원주방향 측면(18)을 가진다. 도 1에 도시된 원주방향 측면(18)이 대체로 둥근 형태이지만, 측벽은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 직선 형태(straight)일 수 있다.

[0025] 서셉터(10)는 일반적으로 도면부호 20으로 표시된 몸체를 포함하고, 몸체는 가상 중앙축(22)을 둘러싼 원 형태를 가진다. 또한, 몸체(20)는 상부면(24) 및 하부면(26)을 포함한다. 일반적으로 도면부호 30으로 표시되는 제1, 즉 바깥쪽 함몰부가 상부면(24)으로부터 몸체(20) 안쪽 하부 방향으로 연장된다. 제1 함몰부(30)는 대체로 원통형인 측벽(32) 및 측벽(32)의 하단으로부터 내부 방향으로 연장되는 인접면(34)을 포함한다. 인접면(34)은 또한 몸체(20)의 중앙축(22)을 향해 측벽(32)으로부터 하부 방향으로 기울어진다. 인접면(34)은 웨이퍼(12)를 지지한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 인접면(34)의 하부 방향의 기울기로 인해 웨이퍼(12)와 인접면 간의 접촉이 좁은 선으로 이루어진다. 인접면(34)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 폭을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 인접면은 약 6mm의 폭을 가진다. 본 실시예에서, 웨이퍼(12)는 웨이퍼의 후면(16) 부근에서 원주방향 측면(18)을 따라 인접면(34)과 접촉한다.

[0026] 도 1에 더 도시된 바와 같이, 서셉터(10)는 또한 제1 함몰부(30)로부터 몸체(20) 안쪽 하부 방향으로 연장되는 제2, 즉 중간 함몰부(40)를 포함한다. 제2 함몰부(40)는 대체로 원통형인 측벽(42) 및 측벽(42)의 하단으로부터 중앙축(22)을 향해 내부 방향으로 연장되는 인접면(44)을 포함한다. 제2 인접면(44)이 선형으로 기울어지는 것으로 도시되어 있지만, 제2 렛지(ledge)는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 대체로 오목한 형태일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 측벽(42)의 높이는 약 0.002인치(0.05mm)와 약 0.003인치(0.08mm) 사이이다.

[0027] 제3, 즉 안쪽 함몰부(50)는 제2 함몰부(40)로부터 몸체(10) 안쪽 하부 방향으로 연장된다. 제3 함몰부(50)는 측벽으로부터 원통형 측벽(52) 및 중앙축(22)으로 내부 방향으로 연장되는 바닥(54)을 포함한다. 일 실시예에 따르면, 측벽(52)의 높이는 약 0.003인치(0.08mm)이다. 관련 기술 분야의 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 제3 함몰부(50)는 도 2에 도시된 바와 같이 열 구배로 인해 웨이퍼가 하부 방향으로 구부러질 때 웨이퍼의 중앙 부근의 웨이퍼(12)의 후면(16)이 서셉터(10)와 접촉하는 것을 방지한다. 바닥(54)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 형태를 가질 수 있지만, 일 실시예에서 바닥(54)은 대체로 평면이다.

[0028] 제2 측벽(42)의 하부와 제3 측벽(52)의 상부 간의 수직 높이는 약 0.010인치(0.25mm)보다 큰 서셉터 상에 지지된 웨이퍼가 통상적으로 웨이퍼 모서리에서 용인될 수 없는 양의 웨이퍼 슬립 전위들을 가진다는 것이 발견되었다. 따라서, 일 실시예에 따르면, 제2 측벽(42)의 하부 및 제3 측벽(52)의 상부 간의 수직 길이는 약 0.007인치(0.18mm)보다 크지 않다. 또 다른 실시예에 따르면, 이 길이는 약 0.005인치(0.10mm)보다 크지 않다.

[0029] 추가 실시예에 따르면, 구부러지지 않은 웨이퍼(12)의 후면(16)과 제3 함몰부(50)의 바닥(54) 간의 거리는 약

0.005인치(0.13mm)와 약 0.030인치(0.76mm) 사이이다. 웨이퍼(12)와 바닥(54) 간의 거리가 적어도 약 0.005인치(0.13mm)일 경우, 웨이퍼가 웨이퍼 후면(16)의 중앙 부근의 표면 손상 없이 생산될 수 있다. 웨이퍼(12)와 바닥(54) 간의 거리가 약 0.030인치(0.76mm)보다 작을 경우, 웨이퍼가 현저한 수의 슬립 전위들 없이 생산될 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 구부러지지 않은 웨이퍼(12)의 후면(16)과 제3 함몰부(50)의 바닥(54) 간의 거리는 약 0.008인치(0.20mm)와 약 0.030인치(0.76mm) 사이이고, 또 다른 실시예에서 이 거리는 약 0.010인치(0.25mm)과 약 0.030인치(0.76mm) 사이이다.

[0030] 세 개의 함몰부들(30, 40, 50)은 도 3에 도시된 바와 같이 대체로 원형이고 가장 중앙축(22)을 중심으로 갖는다. 통상적으로, 함몰부들(30, 40, 50)은 서셉터(10)를 통해 서셉터의 하부면(26)으로 연장되지 않는다. 그러나 일 실시예에 따르면 제3 함몰부(50)는 서셉터(10)의 전체 두께를 통해 연장된다.

[0031] 중간 함몰부(40)는 반도체 웨이퍼를 가열하는 동안 웨이퍼(12)의 후면(16)과 서셉터(10) 간의 접촉을 방지하기에 충분할 정도로 커야 한다. 그러나 중간 함몰부(40)는 접촉을 방지하기에 필요한 것보다 더 많은 서셉터 질량이 제거될 정도로 크지는 않아야 한다. 서셉터에 의해 웨이퍼 온도는 웨이퍼(12)가 서셉터(10) 상에 적재될 때 균일하게 증가할 수 있다. 따라서, 일 실시예에 따르면, 웨이퍼 슬립을 최소화하기 위해 바깥쪽 함몰부(30)의 표면적 대 중간 함몰부(40)의 표면적의 비율이 적어도 약 13:1이다.

[0032] 서셉터(10)는 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 전체 직경(overall diameter)을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 서셉터는 약 14.7인치의 전체 직경과 약 0.15인치의 전체 두께를 가진다. 또한, 서셉터(10)는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 재료로 구성될 수 있지만, 일 실시예에서 서셉터는 SiC 코팅된 그래파이트(silicon carbide coated graphite)로 구성된다. 서셉터(10)는 미국특허 제6,652,650호 및 제6,444,027에 도시되고 설명된 바와 같이 상부면(14)으로부터 하부면(16)으로 연장된 복수의 구멍을 가질 수 있다.

[0033] 상술한 서셉터(10)는 에피택셜 성막 공정과 같은 화학 기상 성막 공정을 위한 장치의 부분으로 이용될 수 있다. 도 4를 참조하면, 화학 기상 성막 공정을 위한 장치는 일반적으로 도면부호 60으로 표시된다. 장치(60)는 내부 볼륨, 즉 공간(64)을 가지는 에피택셜 반응 챔버(62)를 포함한다. 상술한 서셉터는 챔버(62)의 내부 공간(64) 내로의 수용을 위한, 그리고 반도체 웨이퍼(12)를 지지하기 위한 크기 및 형태를 가진다. 서셉터(10)는 에피택셜 공정 동안 서셉터를 회전시키기 위해 통상의 회전 가능 지지부들(66)에 부착된다. 반응 챔버(62)는 또한 에피택셜 성막 공정 동안 웨이퍼(12)를 가열하기 위해 가열 소스, 예컨대 서셉터(10) 위 아래에 위치한 가열 램프 어레이(68)를 포함할 수 있다. 상부 가스 인입구(70) 및 하부 가스 인입구(72)에 의해 가스가 챔버(12)의 내부 공간(64) 내로 주입될 수 있다.

[0034] 에피택셜 성막 공정 동안, 에피택셜 실리콘 층은 반도체 웨이퍼(12)의 전면(14) 상에서 성장한다. 웨이퍼(12)는 챔버(62) 내로 반입되고 서셉터(10)의 인접면(34)의 중앙에 위치한다. 웨이퍼(12)는 서셉터(10)의 온도로 가열되는 동안 구부러진다. 우선, 장치는 예열 또는 세정 단계를 수행한다. 수소 또는 수소와 염화 수소산(hydrochloric acid)의 혼합물과 같은 세정 가스가 약 주위 압력, 약 1000°C와 약 1250°C 사이의 온도, 및 분당 약 5리터와 약 100리터 사이의 플로우 레이트(flow rate)로 챔버(62) 내로 주입된다. 자연 산화 층을 웨이퍼(12)의 전면 및 후면으로부터 제거하고 반응 챔버(62) 내의 온도를 약 1000°C과 약 1250°C 사이로 안정화시키기 위해 충분한 기간을 가진 후, 실리콘-포함 소스 가스, 예컨대 시레인 또는 클로리네이티드 시레인이 인입구(60)를 통해 웨이퍼(12)의 전면(14) 위로 분당 약 1리터와 약 50리터 사이의 플로우 레이트로 주입된다. 소스 가스 유동은 웨이퍼(12)의 전면(14)에 에피택셜 실리콘 층을 약 0.1 μm 와 약 200 μm 사이의 두께로 성장시키기에 충분한 기간 동안 계속된다. 소스 가스가 주입되는 것과 동시에, 퍼지 가스(purge gas), 예컨대 수소가 웨이퍼(12)의 후면(16) 아래로 인입구(72)를 통해 유동한다. 퍼지 가스 플로우 레이트는, 퍼지 가스가 반도체 웨이퍼(12)의 후면(16)과 접촉하고, 자연 산화막을 감소시키며, 초과 확산된 도편트 원소들을 후면으로부터 배기 분출구(74)로 운반할 수 있도록 분당 약 5리터와 약 100리터 사이의 플로우 레이트로 선택된다.

[0035] 도 5 및 6을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 서셉터는 일반적으로 도면부호 110으로 표시된다. 서셉터가 이전 실시예의 서셉터와 유사하기 때문에, 100만큼 충분된 도면부호는 그에 대응하는 구성 요소를 나타낸다. 서셉터(110)는 일반적으로 도면부호 120으로 표시되고, 가장 중앙축(122)을 둘러싼 원 형태를 가지는 환형(annual) 몸체를 포함한다. 또한, 몸체(120)는 상부면(124) 및 하부면(126)을 포함한다. 일반적으로 도면부호 130으로 표시되는 제1 함몰부는 상부면(124)으로부터 몸체(120) 안쪽 하부 방향으로 연장된다. 제1 함몰부(130)는 대체로 원통형인 측벽(132) 및 측벽(132)의 하단으로부터 내부 방향으로 연장되는 인접면(134)을 포함한다. 인접면(134)은 또한 몸체(120)의 중앙축(122)을 향해 측벽(132)으로부터 하부 방향으로 기울어진다. 인접면(134)은 웨이퍼(12; 도 6)를 지지한다. 인접면(134)이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 폭을 가

질 수 있지만, 일 실시예에서 인접면은 약 6mm의 폭을 가진다. 측벽(132)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 높이를 가질 수 있지만, 일 실시예에서 측벽은 약 0.027인치의 높이를 가진다. 서셉터(110)는 또한 인접면(134) 안쪽으로 오목한 표면(180)을 포함한다. 표면(180)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 폭을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 표면은 약 1.38인치의 폭을 가진다.

[0036] 도 5에 도시된 바와 같이, 서셉터(110)는 또한 몸체(20)를 통해 연장되는 개구(182)를 포함한다. 일 실시예에서, 개구는 원형 구멍으로 몸체(20)를 완전히 통해 연장된다. 관련 기술의 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 개구(182)는 웨이퍼가 열 구배(thermal gradients)로 인해 하부 방향으로 구부려질 때 웨이퍼(12)의 후면(16; 도 6)이 웨이퍼의 중앙 부근에서 서셉터(110)와 접촉하는 것을 방지한다. 개구(182)는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 직경을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 개구는 약 8.66인치의 직경을 가진다. 일 실시예에 따르면, 개구(182)는 약 0.10인치와 약 0.11인치 사이의 높이를 가지는 측벽(184)에 의해 정의된다. 본 실시예의 서셉터(110)의 다양한 특징들이 상술한 서셉터와 동일하기 때문에, 이에 대해서는 추가 설명을 하지 않는다.

[0037] 도 5 및 6에서 도시된 바와 같이, 세 개의 동일한 공간을 가진 구멍들(190)이 표면(180)에서 서셉터(110)를 통해 연장된다. 구멍들(190)은 통상의 리프트 핀들(미도시)을 수용하여 공정 동안 서셉터 위로 웨이퍼(12)를 상승시키고 서셉터 상으로 하강시킨다. 구멍들(190) 및 리프트 핀들은 통상의 것이기 때문에, 이들에 대한 보다 상세한 설명은 하지 않는다. 추가하여, 도 4와 연관해서 상술한 통상의 회전가능한 지지부들(66)의 상부단을 수용하기 위해, 세 개의 동일한 공간을 가지는 레이스-트랙(race-track) 형태의 개구들(192)이 하부면(126)으로부터 서셉터(110) 내로 연장된다. 공정이 진행되는 동안 지지부들(66)이 회전하기 때문에 개구들(192)은 지지부들(66)과 결합되어 서셉터(110)가 지지부들(66)에서 미끄러지는 것을 방지한다. 개구들(192)은 통상의 것이기 때문에, 보다 상세한 설명은 하지 않는다.

[0038] 통상의 서셉터들은 천천히 가열되고 냉각된다. 예를 들어, 통상의 서셉터가 약 700°C에서 약 1150°C로 가열될 때 안정된 상태의 온도에 도달하는데 25초 정도 소요된다. 또한, 통상의 서셉터에 걸친 온도 구배는 가열되는 동안 50°C 또는 그 이상을 초과할 수 있다. 반면, 본 명세서에 설명한 서셉터(110)는 보다 신속하게 가열되고 냉각된다. 예를 들어, 서셉터는 약 700°C에서 약 1150°C로 가열될 때 약 10초 내로 안정한 상태에 도달할 수 있고, 온도 구배는 가열하는 동안 20°C에 결코 도달하지 않을 수 있다.

[0039] 도 7 및 8을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 서셉터가 일반적으로 도면부호 210으로 표시된다. 서셉터가 도 5 및 6의 서셉터와 유사하기 때문에, 100만큼 충분된 도면부호는 그에 대응하는 구성 요소를 나타낸다. 서셉터(210)는 일반적으로 도면부호 220으로 표시되고, 가상 중앙축(222)을 둘러싼 원 형태를 가지는 환형 몸체를 포함한다. 또한, 몸체(220)는 상부면(224) 및 하부면(226)을 포함한다. 일반적으로 도면부호 230으로 표시되는 함몰부는 상부면(224)으로부터 몸체(220) 안쪽 하부 방향으로 연장된다. 함몰부(230)는 대체로 원통형인 측벽(232) 및 측벽(232)의 하단으로부터 내부 방향으로 연장되는 인접면(234)을 포함한다. 인접면(234)은 측벽(232)으로부터 몸체(220)의 중앙축(222)을 향해 하부 방향으로 기울어진다. 인접면(234)은 웨이퍼(12; 도 8)를 지지한다. 인접면(234)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 폭을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 인접면은 약 6.4mm의 폭을 가진다. 측벽(232)은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 높이를 가질 수 있지만, 일 실시예에서 측벽은 약 0.027인치의 높이를 가진다. 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 서셉터(210)는 또한 몸체(20)를 통해 연장되는 개구(282)를 포함한다. 일 실시예에서, 개구는 원형 구멍으로 몸체(20)를 통해 완전하게 연장된다. 관련 기술의 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 개구(282)는 웨이퍼가 열 구배로 인해 하부 방향으로 기울어질 때 웨이퍼(12)의 후면(16; 도 6)이 웨이퍼 중앙 부근에서 서셉터(110)와 접촉하는 것을 방지한다. 개구(282)는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 직경을 가질 수 있지만, 일 실시예에서 개구는 약 5.774인치의 직경을 가진다. 일 실시예에 따르면, 개구(282)는 약 0.111인치와 약 0.115인치 사이의 높이를 가지는 측벽(284)에 의해 정의된다. 본 실시예의 서셉터(210)의 다양한 특징들이 상술한 서셉터(110)와 동일하기 때문에, 이에 대한 자세한 설명은 하지 않는다. 도 7 및 8에 도시된 바와 같이, 세 개의 동일한 공간을 가지는 레이스-트랙 형태의 개구들(292)이 도 4와 관련하여 상술한 통상의 회전가능한 지지부들(66)의 상부단을 수용하기 위해 하부면(226)으로부터 서셉터(210) 내로 연장된다. 공정이 진행되는 동안 지지부들(66)이 회전하기 때문에, 개구들(292)은 지지부들(66)과 결합하여 서셉터(210)가 지지부들(66) 상에서 미끄러지는 것을 방지한다. 개구들(292)은 통상의 것이기 때문에, 이에 대한 자세한 설명은 하지 않는다.

[0040] 본 발명 또는 본 발명의 실시예의 다양한 태양의 요소를 소개할 때, 관사 "일", "본", "상기"는 하나 이상의 요소가 존재한다는 것을 의미하도록 의도된 것이다. 용어 "포함하는" 또는 "가지는"은 포괄적인 의미를 갖고, 언급된 요소 이외의 추가적인 요소가 존재할 수 있다는 것을 의미하도록 의도된 것이다. 또한, "상"과 "하",

"전"과 "후", "위"과 "아래", 이들의 변형어 및 방향에 관한 다른 용어의 사용은 편의를 위해 이루어진 것이며, 컴포넌트가 임의의 특정 방향만을 가질 것을 필요로 하지 않는다.

[0041] 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 본 구성, 방법 및 제품을 다양하게 변경할 수 있기 때문에, 지금까지의 설명에 포함되고 첨부된 도면에 도시된 모든 것들은 한정의 의미가 아닌 예시의 의미로 해석되어야 한다. 또한, 본 명세서에서의 치수에 관한 정보는 예시적이며 본 발명의 범위를 제한하지 않도록 의도된 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 반도체 웨이퍼를 지지하는 제1 실시예의 서셉터의 단면도.

[0016] 도 2는 구부러진 반도체 웨이퍼를 지지하는 도 1의 서셉터의 단면도.

[0017] 도 3은 도 1의 서셉터의 평면도.

[0018] 도 4는 챔버에서 반도체 웨이퍼를 지지하는 도 1의 서셉터의 도식적인 단면도.

[0019] 도 5는 제2 실시예의 서셉터의 평면도.

[0020] 도 6은 반도체 웨이퍼를 지지하는 도 5의 서셉터의 부분적인 단면도.

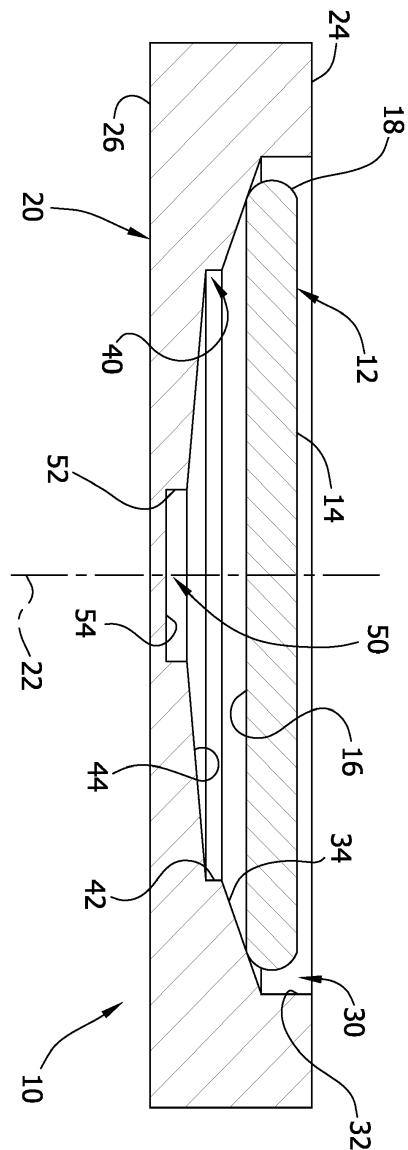
[0021] 도 7은 제3 실시예의 서셉터의 평면도.

[0022] 도 8은 반도체 웨이퍼를 지지하는 도 7의 서셉터의 부분적인 단면도.

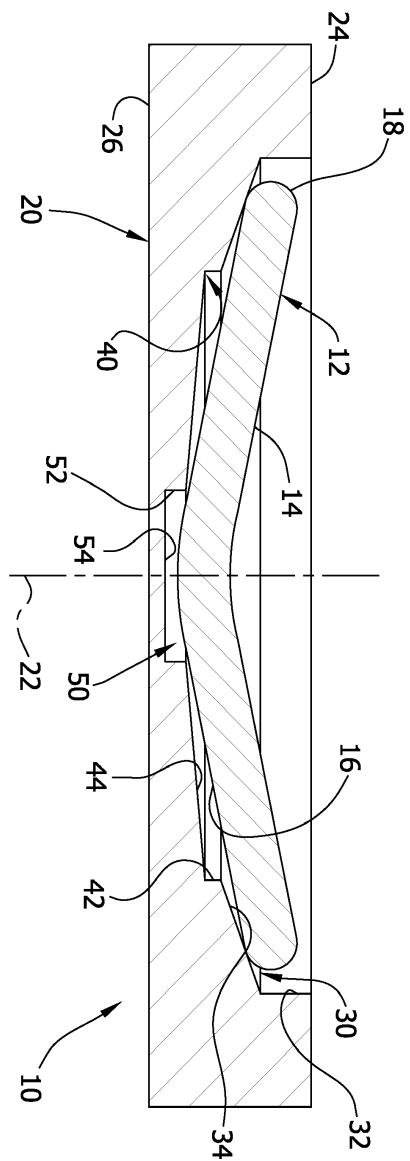
[0023] 도면번호는 전 도면에 걸쳐 그에 대응하는 구성 요소를 나타낸다.

도면

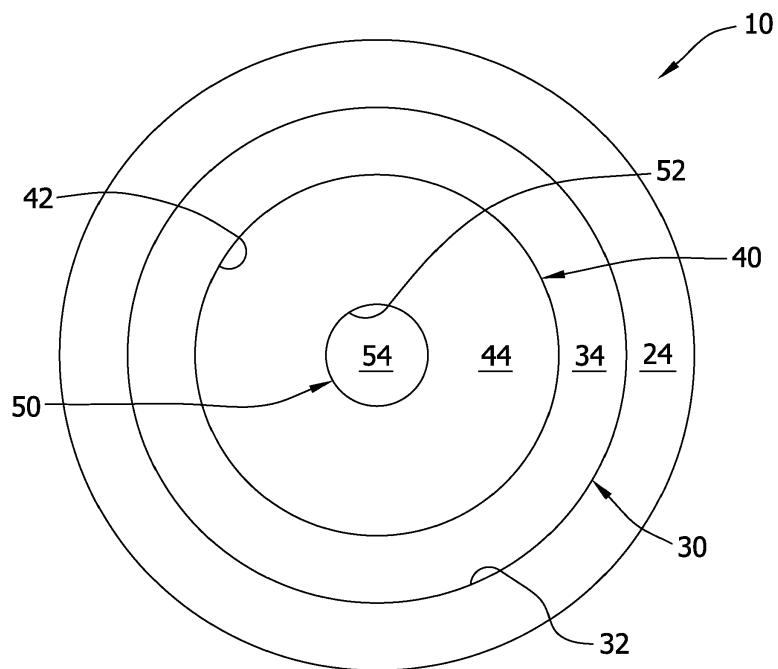
도면1



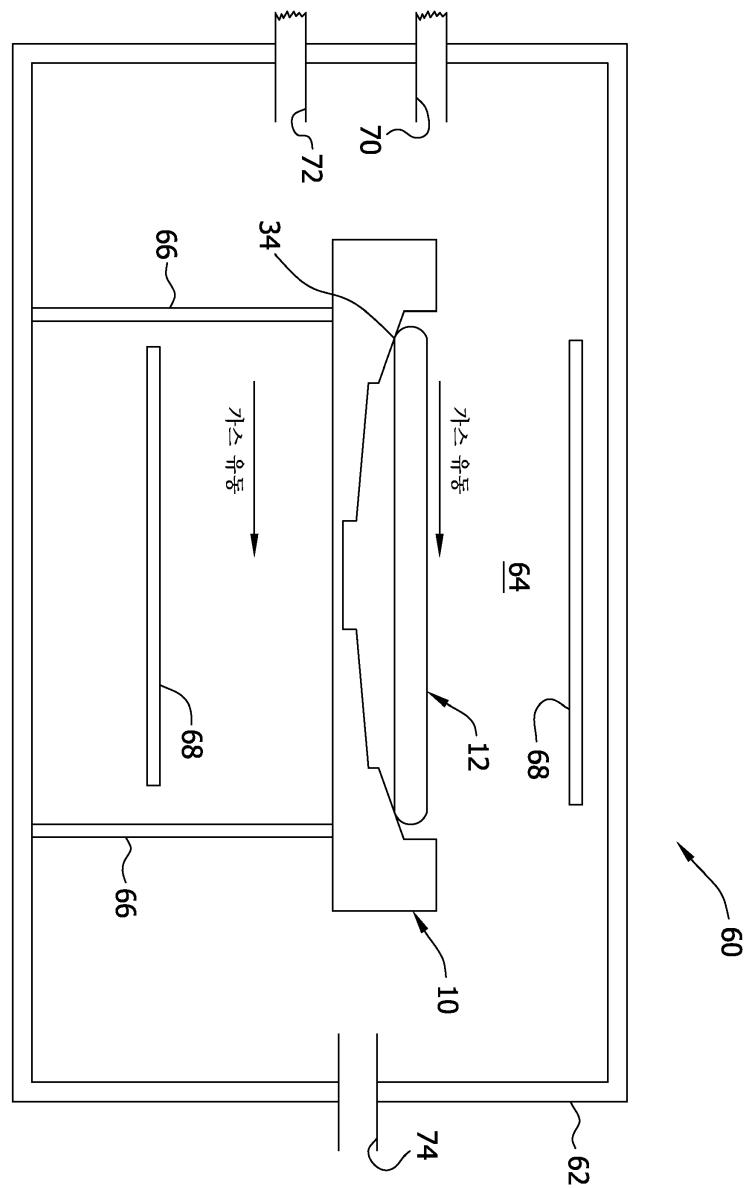
도면2



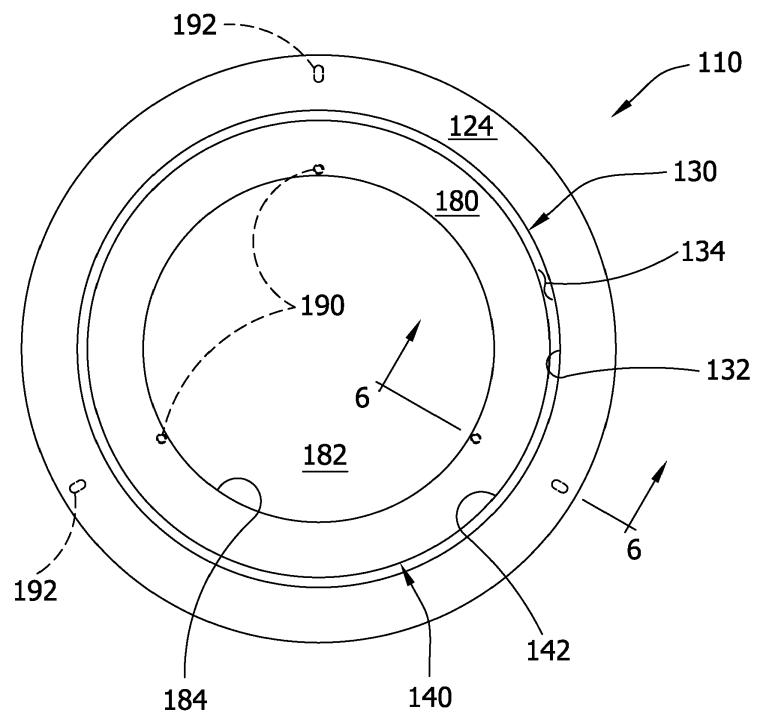
도면3



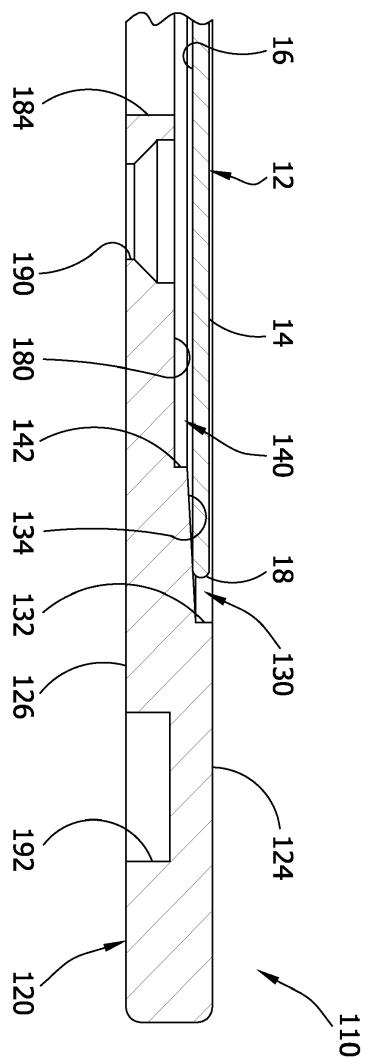
도면4



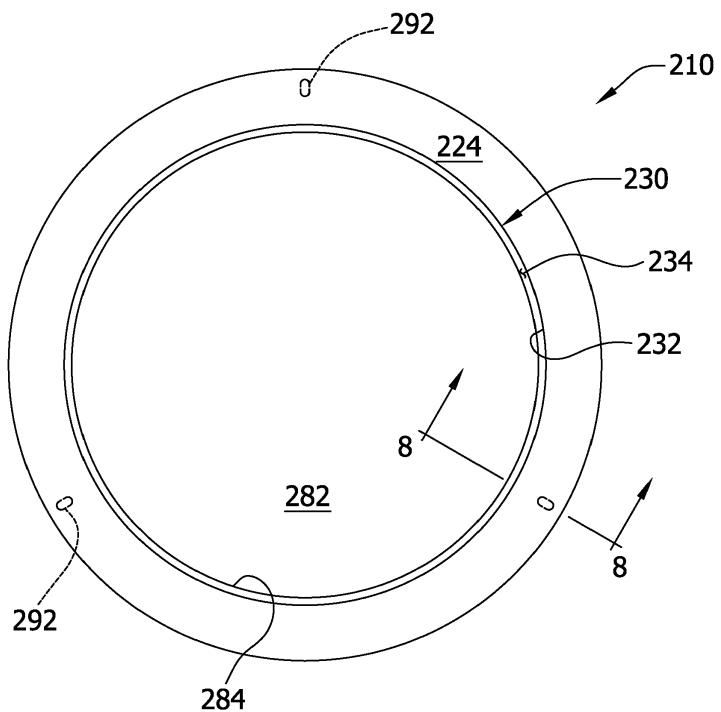
도면5



도면6



도면7



도면8

