



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

(11) 공개번호 10-2021-0049946  
(43) 공개일자 2021년05월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/67017 (2013.01)  
H01L 21/02271 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-7012076  
(22) 출원일자(국제) 2019년08월20일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2021년04월22일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/047189  
(87) 국제공개번호 WO 2020/068299  
국제공개일자 2020년04월02일  
(30) 우선권주장  
62/736,882 2018년09월26일 미국(US)

(71) 출원인  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애  
브뉴 3050  
(72) 발명자  
대쉬, 프리앙카  
미국 94025 캘리포니아 멘로 파크 노엘 드라이브  
1041 아파트먼트 5  
지양, 치준  
미국 94087 캘리포니아 서니베일 사우스 울프 로  
드 1331 아파트먼트 34  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 남앤남

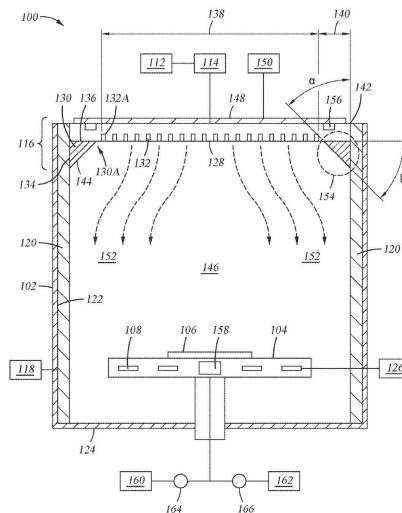
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **가스 분배 조립체들 및 그 동작**

**(57) 요약**

부스러진 스케일에 기인한 기관 결함들의 심각성 및 발생을 감소시키는 프로세스 챔버를 위한 시스템들 및 방법들이 본원에서 논의된다. 가스 분배 조립체가 프로세스 챔버에 배치되고, 가스 분배 조립체는 페이스플레이트-페이스플레이트는, 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 가짐-, 및 제2 부재를 포함한다. 페이스플레이트는 제2 부재에 커플링되고, 제2 부재는, 프로세스 챔버 내로의 가스의 방출 동안 페이스플레이트의 노출된 영역을 감소시키고 재료 빌드업에 이용가능한 영역을 최소화하기 위해, 페이스플레이트에 커플링되도록 구성된다. 제2 부재는 추가로, 프로세스 챔버 내로의 전구체들의 글로(glow)를 개선시키도록 구성된다. 가스 분배 조립체는 프로세스 챔버 동작들 전에 그리고 프로세스 챔버 동작들 동안에 가열될 수 있으며, 프로세스 챔버 동작들 사이에 가열된 상태로 계속 있을 수 있다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*H01L 21/67098* (2013.01)

*H01L 21/67248* (2013.01)

*H01L 21/67253* (2013.01)

*H01L 21/67276* (2013.01)

(72) 발명자

**발라수브라마니안, 가네쉬**

미국 94539 캘리포니아 프리몬트 엘스워스 스트리트 43692

**마, 치양**

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 테리 웨이 10282 #2

**고시, 칼얀지트**

미국 94566 캘리포니아 플레젠튼 팔로미노 드라이브 648

**알라야발리, 카우시크**

미국 94087 캘리포니아 서니베일 닥터서 웨이 778

**장, 유성**

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 비스타 클럽 서클 1573 #302

**황, 다니엘**

미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 그레그 드라이브 215

**자파리, 쇼은**

미국 94086 캘리포니아 서니베일 텍사스 오크 테라스 480

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로세스 챔버로서,

상기 프로세스 챔버에 배치된 가스 분배 조립체

를 포함하고,

상기 가스 분배 조립체는,

페이스플레이트(faceplate) -상기 페이스플레이트는, 상기 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하는 제1 부분, 및 상기 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 부분은 평면 표면을 포함함-

상기 페이스플레이트에 내장된 적어도 하나의 가열 엘리먼트; 및

상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분에 커플링된 부재

를 포함하며,

상기 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 제2 부재가 위치되고, 상기 제2 부재는 상기 복수의 애퍼처들을 둘러싸는,

프로세스 챔버.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 부재는 링이고, 상기 부재의 내부 직경은 상기 부재의 하단부에 비해 상기 부재의 상단부에서 더 큰,

프로세스 챔버.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분 및 상기 부재에 인접하게 배치된 라이너를 더 포함하고, 상기 부재의 제1 외부 표면은 상기 라이너와 접촉하고, 상기 부재의 제2 외부 표면은 상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분과 접촉하며, 상기 부재의 내부 표면은 상기 제1 외부 표면을 상기 제2 외부 표면에 연결하는,

프로세스 챔버.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 부재의 상기 제1 외부 표면은 상기 부재의 상기 내부 표면에 대해 약 1 도 내지 약 89 도의 제1 각도로 배치되고, 상기 부재의 상기 제2 외부 표면은 상기 부재의 상기 내부 표면에 대해 약 90 도에서 상기 제1 각도를 뺀 제2 각도로 배치되는,

프로세스 챔버.

#### 청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 각도는 상기 제2 각도보다 더 작은,

프로세스 챔버.

#### 청구항 6

제4 항에 있어서,  
상기 제1 각도와 상기 제2 각도는 실질적으로 동일한,  
프로세스 챔버.

#### 청구항 7

제3 항에 있어서,  
상기 내부 표면은 오목한,  
프로세스 챔버.

#### 청구항 8

제1 항에 있어서,  
상기 제1 부분은 상기 페이스플레이트의 직경 미만의 직경을 갖는,  
프로세스 챔버.

#### 청구항 9

프로세스 챔버를 사용하는 방법으로서,

기관 지지부에 대향하게 프로세스 챔버에 배치된 가스 분배 조립체의 페이스플레이트를 제1 온도로 가열하는 단계 -상기 페이스플레이트는, 상기 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하고, 상기 페이스플레이트에 부재가 커플링되며, 상기 부재는 상기 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 위치되고 상기 복수의 애퍼처들을 둘러쌈-;

상기 프로세스 챔버에 배치된 상기 기관 지지부를 제2 온도로 가열하는 단계;

상기 페이스플레이트의 상기 복수의 애퍼처들을 통해, 상기 프로세스 챔버에 제1 가스를 제공하는 단계 -상기 제공하는 단계 동안, 상기 페이스플레이트에 커플링된 상기 부재는 상기 페이스플레이트의 주변부로부터 멀어지게 상기 제1 가스를 지향시킴-; 및

상기 프로세스 챔버에 상기 제1 가스를 제공하는 단계에 대한 응답으로,

기관 상에 제1 필름을 형성하는 단계; 또는

상기 기관 상에 이전에 형성된 필름의 적어도 일부분을 제거하는 단계 중 적어도 하나의 단계를 포함하는,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 페이스플레이트는, 상기 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 갖는 제1 부분, 및 상기 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 부분은 평면 표면을 포함하는,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 프로세스 챔버는 상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분 및 상기 부재에 인접하게 배치된 라이너를 더 포함하고, 상기 부재의 제1 외부 표면은 상기 라이너와 접촉하고, 상기 부재의 제2 외부 표면은 상기 페이스플레이

트의 상기 제2 부분과 접촉하며, 상기 부재의 내부 표면은 상기 제1 외부 표면을 상기 제2 외부 표면에 연결하는,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 부재의 상기 제1 외부 표면은 상기 부재의 상기 내부 표면에 대해 약 1 도 내지 약 89 도의 제1 각도로 배치되고, 상기 부재의 상기 제2 외부 표면은 상기 부재의 상기 내부 표면에 대해 약 90 도에서 상기 제1 각도를 뺀 제2 각도로 배치되는,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제1 각도는 상기 제2 각도보다 더 작은,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 제1 각도와 상기 제2 각도는 실질적으로 동일한,

프로세스 챔버를 사용하는 방법.

#### 청구항 15

프로세스 챔버로서,

상기 프로세스 챔버의 벽을 따라 배치된 라이너;

가스 분배 조립체 -상기 가스 분배 조립체는,

페이스플레이트 -상기 페이스플레이트는, 상기 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하는 제1 부분, 및 상기 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 부분은 평면 표면을 포함함-;

상기 페이스플레이트에 내장된 적어도 하나의 가열 엘리먼트; 및

상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분에 커플링된 부재를 포함하고, 상기 부재는 상기 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 위치되고, 상기 부재의 제1 외부 표면은 상기 라이너와 접촉하고, 상기 부재의 제2 외부 표면은 상기 페이스플레이트의 상기 제2 부분과 접촉하며, 상기 부재의 내부 표면은 상기 제1 외부 표면을 상기 제2 외부 표면에 연결함-;

상기 가스 분배 조립체에 대향하게 배치된 기관 지지부; 및

상기 가스 분배 조립체 내의 상기 적어도 하나의 가열 엘리먼트 및 상기 기관 지지부에 커플링된 전력 공급부를 포함하는,

프로세스 챔버.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] [0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 반도체 디바이스 제조에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체 제조는 다양한 조성(composition)들 및 두께들의 필름들의 형성 및/또는 패턴링과 같은 많은 동작들을 포함한다. 필름 형성은 각각, 하나 이상의 가스들을 프로세스 챔버에 전달함으로써 수행될 수 있다. 가스들이 프로세스 챔버에 도입될 때, 가스들의 유입 지점으로부터 프로세스 챔버 내로 가스 유동 경로가 생성된다. 가스들은 데드 존(dead zone)들에 포획되고, 따라서 데드 존 영역들의 챔버 표면들 상에 스케일(scale)을 빌드 업(build up)할 수 있다. 스케일은 데드 존 영역들의 챔버 표면들로부터 부스러지고(loosen) 박편화되며 박리되어서, 기관들 및 프로세스 챔버 컴포넌트들 상에 내려앉을 수 있다. 기관들은 부스러진 스케일로 인한 결함들을 가질 수 있으며, 이는 하류 동작들에 영향을 미칠 수 있다. 반도체 디바이스 제조 동안 기관 상에 두께가 증가한 필름들이 형성됨에 따라, 필름 형성 시간은 증가한다. 증가된 형성 시간은 데드 존들의 챔버 표면들 상에 증가된 스케일 빌드업(increased buildup of scale) 및 기관들 상에 결함들의 증가된 빈도 및 심각성을 야기한다.

[0003] 따라서, 가스들을 프로세스 챔버들에 제공하기 위한 개선된 시스템 및 가스들을 프로세스 챔버들에 제공하는 개선된 방법에 대한 필요성이 남아 있다.

**발명의 내용**

[0004] 실시예에서, 프로세스 챔버가 제공되고, 프로세스 챔버는, 프로세스 챔버에 배치된 가스 분배 조립체를 포함하고, 가스 분배 조립체는, 페이스플레이트(faceplate) - 페이스플레이트는, 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하는 제1 부분, 및 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된 제2 부분을 포함하고, 제2 부분은 평면 표면을 포함하며, 적어도 하나의 가열 엘리먼트가 페이스플레이트에 내장됨-, 및 페이스플레이트의 제2 부분에 커플링된 부재를 포함하며, 부재는 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 위치되고 복수의 애퍼처들을 둘러싼다.

[0005] 실시예에서, 프로세스 챔버를 사용하는 방법이 제공되고, 방법은, 기관 지지부에 대향하게 프로세스 챔버에 배치된 가스 분배 조립체의 페이스플레이트를 제1 온도로 가열하는 단계 - 페이스플레이트는, 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하고, 부재가 페이스플레이트에 커플링되며, 부재는 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 위치되고 복수의 애퍼처들을 둘러쌈-; 및 프로세스 챔버에 배치된 기관 지지부를 제2 온도로 가열하는 단계를 포함한다. 추가로, 실시예에서, 방법은, 기관이 기관 지지부 상에 배치되어 있는 동안, 페이스플레이트의 복수의 애퍼처들을 통해, 가스 분배 조립체가 제2 온도 이상일 때 제1 조성의 제1 가스를 프로세스 챔버에 제공하는 단계를 포함한다. 더욱이, 실시예에서, 방법은, 제1 가스를 프로세스 챔버에 제공하는 단계에 대한 응답으로, 기관 상에 제1 필름을 형성하는 단계; 또는 기관 상에 이전에 형성된 필름의 적어도 일부분을 제거하는 단계 중 적어도 하나의 단계를 포함한다.

[0006] 실시예에서, 프로세스 챔버는 프로세스 챔버의 벽을 따라 배치된 라이너; 및 가스 분배 조립체를 포함한다. 가스 분배 조립체는 페이스플레이트 - 페이스플레이트는, 페이스플레이트를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들을 포함하는 제1 부분, 및 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된 제2 부분을 포함하고, 제2 부분은 평면 표면을 포함함-; 페이스플레이트에 내장된 적어도 하나의 가열 엘리먼트; 및 페이스플레이트의 제2 부분에 커플링된 부재를 포함하고, 부재는 페이스플레이트의 프로세스 구역 측에 위치되고, 부재의 제1 외부 표면은 라이너와 접촉하고, 부재의 제2 외부 표면은 페이스플레이트의 제2 부분과 접촉하며, 부재의 내부 표면은 제1 외부 표면을 제2 외부 표면에 연결한다. 프로세스 챔버는, 가스 분배 조립체에 대향하게 배치된 기관 지지부; 및 가스 분배 조립체 내의 적어도 하나의 가열 엘리먼트 및 기관 지지부에 커플링된 전력 공급부를 더 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 위에서 간략히 요약된 본 개시내용의 더욱 상세한 설명이 실시예들을 참조함으로써 이루어질 수 있으며, 이 실시예들 중 일부는 첨부된 도면들에서 예시된다. 그러나, 첨부된 도면들이 단지 예시적인 실시예들만을 예시하고 이에 따라 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하며, 다른 동일하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있다는 것이 주목되어야 한다.

[0008] 도 1은 본 개시내용의 실시예들에 따른 시스템을 포함하는 기관 프로세싱 시스템의 개략적인 예시이다.

[0009] 도 2a는 본 개시내용의 실시예들에 따른 가스 분배 조립체의 페이스플레이트의 저면도의 개략적인 예시

이다.

[0010] 도 2b는 본 개시내용의 실시예들에 따른 가스 분배 조립체의 제2 부재의 저면도의 개략적인 예시이다.

[0011] 도 3은 본 개시내용의 실시예들에 따른 가스 분배 조립체의 저면도의 개략적인 예시이다.

[0012] 도 4a - 도 4e는 본 개시내용의 다양한 실시예들에 따른 가스 분배 조립체들의 내부 표면들의 개략적인 부분 단면도들이다.

[0013] 도 5는 본 개시내용의 실시예들에 따른, 프로세스 챔버를 사용하는 방법이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] [0014] 반도체 디바이스 제조는 기판 상의 하나 이상의 필름들 또는 필름 스택들의 형성을 포함한다. 옥사이드들, 나이트라이드들, 옥시나이트라이드들, 금속성 재료들 및 이들의 조합들을 포함할 수 있는 필름들이 형성되거나, 패터닝되거나, 캡핑되거나, 어닐링되거나 또는 다른 동작들을 거쳐, 다양한 반도체 디바이스들이 형성될 수 있다. 일부 반도체 디바이스 제조 동작들은 하나 이상의 가스들을 프로세스 챔버에 도입하는 동작을 포함한다. 가스들은, 에피층들을 갖는 가스 분배 조립체의 표면들을 포함하여, 프로세스 챔버의 표면들 상에 빌드업될 수 있고, 에피층들은, 가스 분배 조립체를 관통하여 형성되며 프로세스 챔버 내에서 가스(들)를 분배하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 빌드업이 발생하는, 프로세스 챔버의 가스 분배 조립체 또는 다른 부품들의 영역들은 데드 존들로 지칭될 수 있다. 본원에서 논의되는 "데드 존"은, 가스성 전구체들을 포함하는 가스들이 가스 유동 경로를 벗어나는, 가스 분배 조립체 상의 영역을 비롯하여 프로세스 챔버 내의 영역을 지칭한다. 따라서, 가스 유동 경로를 벗어나는 가스들은 챔버 표면들 상에 원치 않는 재료 빌드업을 유발할 수 있는데, 그 이유는 가스(들)의 이 부분이 기판을 향해 지향되지 않기 때문이다.

[0009] [0015] 예컨대, 하나 이상의 전구체 가스들이 프로세스 챔버 내로 도입되어 기판 상에 필름을 형성할 때, 데드 존에 재료의 빌드업이 있을 수 있다. 데드 존은, 에피층들이 존재하지 않는 하나 이상의 표면들 상에, 가스 분배 조립체의 주변부를 향해 위치될 수 있다. 본원에서 스케일 및/또는 빌드업으로 지칭되는, 데드 존에 형성된 재료는, 챔버 표면들로부터 부스러질 수 있는데, 예컨대, 박편화되거나, 박리되거나 또는 다른 방식으로 분리될 수 있으며, 챔버 내의 플라즈마에 현탁될 수 있다. 프로세스 챔버 내에서의 후속하는 플라즈마 피지 동작 동안, 재료는 더 이상 플라즈마에 현탁되지 않고 이에 따라 기판에 떨어져서, 디바이스 제조에 악영향을 미칠 수 있는 기판 결함들을 유발한다. 데드 존에서의 빌드업은 또한, 프로세스 챔버 표면들의 일부 또는 전부를 세정하지 않고, 프로세스 챔버에서 다수의 필름 증착들을 수행하거나 또는 다수의 기판들을 순차적으로 프로세싱하는 능력에 악영향을 미칠 수 있다.

[0010] [0016] 본원에서 논의되는 시스템들 및 방법들을 사용하여, 프로세스 챔버들에서의 데드 존 빌드업(dead zone build up)에 의해 유발되는 기판 결함들이 감소되거나 또는 없어진다. 본원에서 논의되는 프로세스 챔버들은 CVD(chemical vapor deposition) 프로세스 챔버 또는 하나 이상의 가스 분배 조립체들을 통해 프로세스 볼륨에 하나 이상의 가스들을 도입하도록 구성된 다른 챔버들을 포함할 수 있다. 가스 분배 조립체는, 가스에 노출되는 가스 영역을 최소화함으로써 그리고 가스 분배 조립체를 최대 약 350 °C의 온도로 가열함으로써, 데드 존들에서의 빌드업의 가능성 및/또는 심각성을 감소시키도록 구성된다.

[0011] [0017] 도 1은 본 개시내용의 실시예들에 따른 시스템(100)을 포함하는 기판 프로세싱 시스템의 개략적인 예시이다. 시스템(100)은 프로세스 챔버(102)를 포함하고, 프로세스 챔버(102)는, 프로세스 챔버(102)의 프로세스 볼륨(146) 내에 배치된 기판 지지부(104)를 갖는다. 일부 예에서, 기판 지지부(104)는 기판 지지 페데스털로서 구성될 수 있다. 프로세스 볼륨(146)이 예컨대 기판 지지부(104)와 가스 분배 조립체(116) 사이에 정의될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판 지지부(104)는 기판 지지부(104)의 최상부 표면 상에 기판(106)을 유지하거나 또는 지지하는 메커니즘을 포함할 수 있다. 예시적인 유지 메커니즘들은 정전 척, 진공 척, 기판 유지 클램프 등을 포함할 수 있다. 기판 지지부(104)는, 기판 표면에 근접한 종 플럭스(species flux) 및/또는 이온 에너지를 제어하기 위한 메커니즘, 및/또는 기판 온도를 제어하기 위한 메커니즘(이를테면, 가열 및/또는 냉각 디바이스들)을 포함할 수 있다. 일 예에서, 기판 지지부(104)는 내부에 배치된 하나 이상의 기판 지지부 가열 엘리먼트들(108)을 가질 수 있거나 또는 그렇지 않으면 기판 지지부(104)에 열적으로 커플링될 수 있다. 대안적인 예들에서, 프로세스 챔버(102)는 기판(106) 및/또는 기판 지지부(104)를 조명하도록 포지셔닝된 하나 이상의 복사 열 램프(radiant heat lamp)들을 가질 수 있다. 하나 이상의 전력원들(126)은 기판 지지부(104)를 미리 결정된 온도, 예컨대, 약 250 °C 내지 약 350 °C로 가열하도록 구성될 수 있다. 실시예에서, 전력원(126)은 적어도 5

kW의 에너지를 제공하도록 구성된다.

- [0012] [0018] 일부 예들에서, 기관 지지부(104)는 전극(158) 및 하나 이상의 전력원들, 이를테면, 제1 바이어스 전력원(160) 및 제2 바이어스 전력원(162)을 포함할 수 있다. 각각의 바이어스 전력원(160, 162)은, 각각, 제1 매칭 네트워크(164) 및 제2 매칭 네트워크(166)를 통해 전극(158)에 커플링된다. 예컨대, 기관 지지부(104)는 제1 매칭 네트워크(164)를 통해 제1 바이어스 전력원(160)에 커플링된 캐소드로서 구성될 수 있다. 위에서 설명된 바이어스 전력원들(160, 162)은 약 2 MHz 또는 약 13.56 MHz 또는 약 60 Mhz의 주파수에서 최대 12,000 W의 에너지를 생산할 수 있을 수 있다. 적어도 하나의 바이어스 전력원(160, 162)은 연속형 또는 펄스형(pulsed) 전력을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 바이어스 전력원(160, 162)은 대안적으로, DC 또는 펄스형 DC 소스일 수 있다.
- [0013] [0019] 가스 분배 조립체(116)는 기관 지지부(104)에 대향하게 프로세스 챔버(102)에 배치된다. 가스 분배 조립체(116)는 페이스플레이트(128), 또는 페이스플레이트(128)의 프로세스 측 구역 상의 제2 부재(130)에 커플링된 제1 부재를 포함한다. 페이스플레이트(128)는 알루미늄 또는 스테인리스 스틸과 같은 금속으로 형성될 수 있으며, 하나 이상의 전력원들(126)에 커플링되는 복수의 가열 엘리먼트들(156)을 포함한다. 페이스플레이트(128)는 필름 증착 동작과 같은, 프로세스 챔버(102) 내에서의 하나 이상의 동작들 전에 그리고/또는 이러한 하나 이상의 동작들 동안에 약 270 °C 내지 약 350 °C로 가열될 수 있다. 일부 예들에서, 페이스플레이트(128)는 프로세스 챔버(102)에서 제1 동작 동안 약 270 °C 내지 약 350 °C의 온도로 홀딩되고, 프로세스 챔버에서 후속하는 제2 동작 동안 제1 동작의 증착 온도 이상으로 유지된다. 일 예에서, 제2 동작은 제1 동작과 동일한 기관에 대해 실행될 수 있다. 다른 예에서, 제2 동작은 아래에서 상세히 논의되는 바와 같이 상이한 제2 기관에 대해 실행될 수 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 조립체(116)는 프로세스 챔버(102) 내에서의 동작들 전에, 이러한 동작들 동안에 및/또는 이러한 동작들 후에 가스 분배 조립체에 전력을 제공하도록 구성된 RF 소스(미도시)에 커플링된다.
- [0014] [0020] 실시예에서, 페이스플레이트(128)는 알루미늄으로 제조될 수 있고, 알루미늄 옥사이드( $Al_2O_3$ )와 같은 옥사이드에 의해 코팅될 수 있다. 제2 부재(130)는  $Al_2O_3$ 로 제조될 수 있다. 페이스플레이트(128)는 페이스플레이트(128)를 관통하여 형성된 복수의 애퍼처들(132)을 더 포함하며, 따라서 가스 매니폴드(114)로부터 프로세스 챔버(102) 내로 도입된 가스는 복수의 애퍼처들(132)을 통해 프로세스 볼륨(146)에 도입된다. 복수의 애퍼처들(132)은 페이스플레이트(128)의 제1 부분(138)에 형성된다. 제1 부분의 반경방향 외측에 배치된, 페이스플레이트(128)의 제2 부분(140)은 애퍼처들을 포함하지 않는다. 페이스플레이트(128)의 제2 부분(140)은 페이스플레이트(128)의 주변 부분으로 지칭될 수 있다. 제2 부분(140)은 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)로부터 복수의 애퍼처들(132)까지 연장된다. 그러한 예에서, 제2 부분(140)은 제1 부분(138) 주위에 동심으로 배치된다. 복수의 애퍼처들(132)은, 실시예에 따라 동심 링들, 링 클러스터들, 무작위로 포지셔닝된 클러스터들, 또는 다른 기하학적 형상들로서 배열되는 것을 포함하여, 페이스플레이트(128)의 표면에 걸쳐 다양한 구성들로 배열될 수 있다. 일부 예들에서, 페이스플레이트(128)는, 하나 이상의 가열 엘리먼트들(156)이 페이스플레이트(128)에 걸쳐 다양한 온도들의 존들을 생성하기 위해 개별적으로 또는 그룹들로 제어될 수 있도록, 존 가열을 포함한다.
- [0015] [0021] 제2 부재(130)는 프로세스 챔버(102)의 페이스플레이트(128) 및 라이너(120)에 인접하게 그리고/또는 이러한 페이스플레이트(128) 및 라이너(120)와 접촉하게 포지셔닝된 원형 부재이다. 제2 부재(130)는 제1 외부 표면(134), 제2 외부 표면(136), 그리고 제1 외부 표면(134)과 제2 외부 표면(136) 사이에서 연장되는 전이 표면인 내부 표면(144)에 의해 부분적으로 정의된다. 따라서, 제2 부재(130)의 제1 외부 표면(134)이 라이너(120)에 근접하게 포지셔닝되어서, 라이너(120)는 제1 외부 표면(134)과 동일 평면 상에 있다(라이너(120)는 이들 사이에 배치된 접촉제와 직접 접촉함). 제2 외부 표면(136)은 페이스플레이트(128)의 하부 표면에 커플링된다. 일 예에서, 제2 외부 표면(136)은 페이스플레이트(128)의 인접한 제2 부분(140) 이하의 길이를 갖는다. 내부 표면(144)은 1 도 내지 89 도, 이를테면, 10 도 내지 70 도, 또는 20 도 내지 60 도, 또는 30 도 내지 60 도, 이를테면, 40 도 내지 50 도, 예컨대, 약 45 도의 각도( $\alpha$ )로 있을 수 있다. 각도( $\beta$ )는 90 도에서  $\alpha$ 를 뺀 것과 동일하다. 그러한 예에서, 제2 부재(130)는 직각 삼각형을 형성하는 단면을 갖는다. 그러나, 일부 예들에서, 제2 부재(130)의 단면은 직각 삼각형이 아닐 수 있고, 각도( $\beta$ )는 90 도에서 각도( $\alpha$ )를 뺀 것과 동일하지 않을 수 있다는 것이 고려된다.
- [0016] [0022] 가스 분배 조립체(116)의 온도는, 프로세스 챔버(102)에 기관(106)을 포지셔닝하기 전에 설정될 수 있다. 가스 분배 조립체(116)의 온도는, 프로세스 챔버(102) 내에서의 하나 이상의 필름들의 형성 동안, 미리 결정된 온도 범위 내에서 홀딩되거나 또는 수정될 수 있다. 가스 분배 조립체(116)의 상승된(elevated)

온도는, 부분적으로 가스 분배 조립체(116)와 기관 지지부(104) -기관 지지부(104) 상에 기관(106)이 포지셔닝됨 - 사이의 온도 차이(differential)를 감소시킴으로써 프로세스 챔버(102) 내로의 가스 유동을 촉진한다. 감소된 온도 차이는 뜨거운 영역들로부터 차가운 영역들로의 종의 확산 및/또는 질량 확산을 덜 유발한다. 개선된 가스 유동은 빌드업의 발생 및 심각성을 줄일 수 있는데, 그 이유는 가스 유동의 외측에 포획된 가스과 달리, 유동(이동) 가스는 빌드 업을 유발할 가능성이 적기 때문이다. 가스 분배 조립체(116)의 상승된 온도는 또한, 가스 분배 조립체(116) 상의 빌드업의 발생 및/또는 심각성을 감소시킨다.

[0017] [0023] 부가적으로 또는 대안적으로, 가스 분배 조립체(116)의 상승된 온도는, 발생하는 빌드업이 취성을 덜 갖게 하고 이에 따라 부서러져서 결함들을 유발할 가능성이 적어지게 한다. 일 예에서, 가스 분배 조립체(116)의 온도는, 하나 이상의 가열 엘리먼트들(156)에 전력을 인가함으로써 제어될 수 있다. 일 예에서, 가스 분배 조립체(116)는, 페이스플레이트에 걸쳐 온도 존들 및/또는 온도 구배를 생성하도록 구성된, 내부에 배치된 복수의 가열 엘리먼트들(156)을 가질 수 있다. 복수의 가열 엘리먼트들(156)은 가스 분배 조립체(116)의 일부인 페이스플레이트(128)의 온도를 상승시키거나, 하강시키거나 또는 유지하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 본원에서 논의되는 가스 분배 조립체(116)의 온도는 페이스플레이트(128)의 온도로서 측정될 수 있다.

[0018] [0024] 일 예에서, 가스 분배 조립체(116)는 추가로, 칠러(chiller) 플레이트(148)에 커플링될 수 있다. 일 예에서, 칠러 플레이트(148)가 가스 분배 조립체(116)에 커플링된 경우, 칠러 플레이트(148)는 예컨대 기관(106) 상의 하나 이상의 필름들의 증착 동안 페이스플레이트(128)에 걸쳐 온도 또는 온도 구배에 대한 제어를 가능하게 한다. 일부 실시예들에서, 칠러 플레이트(148)는 칠러 플레이트(148)에 형성된 복수의 채널들(미도시)을 포함한다. 복수의 채널들은, 온도 제어 유체 공급부(칠러)(150)에 의해 제공되는 온도 제어 유체가, 페이스플레이트(128)의 온도에 대한 제어를 가능하게 하기 위해 칠러 플레이트(148)를 통해 유동할 수 있게 한다.

[0019] [0025] 여기서 묘사되지 않은 일부 예들에서, 원격 플라즈마 소스가 플라즈마를 프로세스 챔버(102)에 전달하기 위해 사용될 수 있고, 가스 분배 조립체(116)에 커플링될 수 있다. 하나 이상의 가스 소스들(112)이 가스 매니폴드(114)를 통해 프로세스 챔버(102)에 커플링된다. 가스 매니폴드(114)는 하나 이상의 가스 소스들(112)로부터 프로세스 볼륨(146)으로 하나 이상의 가스들을 전달하도록 구성된 가스 분배 조립체(116)에 커플링된다. 하나 이상의 가스 소스들(112) 각각은 필름 형성에 대한 전구체, 캐리어 가스를 포함할 수 있다. 실시예에서, 라이너(120)가 프로세스 볼륨(146)의 측벽(122)을 따라 배치된다. 여기서 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 라이너(120)는 추가로, 프로세스 챔버(102)의 최하부 표면(124)을 따라 배치될 수 있다.

[0020] [0026] 하나 이상의 가스들이 복수의 애퍼처들(132)을 통해 도입될 때, 가스들은 복수의 가스 유동 경로들(152)을 통해 프로세스 볼륨(146) 내로 도입된다. 가스 유동 경로들(152)은 복수의 애퍼처들(132)로부터 연장된다. 제2 부재(130), 그리고 특히 제2 부재(130)의 내부 표면(144)의 형상은, 프로세스 볼륨(146) 내의 유동 경로들(152)에 영향을 미친다. 내부 표면(144)이 도 1에서 평탄한 표면으로서 도시되지만, 대안적인 실시예들에서, 내부 표면(144)은, 데드 존의 형성을 억제하기 위하여 라이너(120) 및/또는 기관(106)을 향한 가스 유동 경로의 형성을 촉진하도록 구성된 오목한 표면일 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 내부 표면(144)은 페이스플레이트(128)로부터 라이너(120)를 향해 외측으로 다른 방식으로 각이 져서 데드 존들을 감소시키거나 또는 없애고, 그 결과 데드 존들에서의 재료 빌드업에 의해 유발되는 기관 결함들을 감소시킨다. 일부 예들에서, 가스가 유동하지 않고, 가스 매니폴드(114)를 통한 하나 이상의 가스들의 도입 동안 스케일이 축적(accumulate)될 수 있는 데드 존(154)이 있다. 일 예에서, 데드 존(154)은 기관 지지부(104)의 반경방향 외측에 포지셔닝된다.

[0021] [0027] 실시예에서, 외부 애퍼처(132A)로부터 제2 부분(140)까지의 거리(140A)(도 3에서 아래에 도시됨)가 0 nm 만큼 작을 수 있어서, 외부 개구(132A)에서 제1 부분(138)이 끝나고 제2 부분(140)이 시작한다. 일 예에서, 제2 부분(140)은 복수의 애퍼처들(132) 중 어느 것도 포함하지 않는다. 일부 예들에서, 복수의 애퍼처들(132)이 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)를 향해 밀도가 증가하여서, 외부 애퍼처(132A)는 복수의 애퍼처들(132)의 서브세트와 연관되며, 이 서브세트는 이 서브세트의 외측의 애퍼처들의 포지션과 비교할 때 더 높은 밀도를 갖는다. 일 예에서, 복수의 애퍼처들(132)은 밀도 구배를 가지며, 여기서, 복수의 애퍼처들(132)의 밀도는 외부 에지(142)를 향해 증가한다. 다른 예에서, 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)에 가장 가까운 애퍼처들의 서브세트는, 복수의 애퍼처들(132)의 나머지보다 더 높은 밀도와 연관된다. 외부 애퍼처(132A)가 도 1에서 단일 애퍼처로서 도시되지만, 복수의 애퍼처들(132) 중, 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)에 가장 가까운 외측 에지를 갖는 하나 이상의 애퍼처일 수 있다.

[0022] [0028] 외부 애퍼처(132A)로부터 제2 부분(140)의 가장 안쪽 에지(130A)까지의 거리를 최소화함으로써, 종래의

가스 분배 조립체들과 비교할 때, 전구체 빌드업에 이용가능한 표면적이 감소된다. 빌드업에 이용가능한, 페이스플레이트(128) 상의 감소된 표면적은, 빌드업 영역으로부터 박편화되는 미립자들에 기인할 수 있는 기관 결합들의 발생 및/또는 심각성을 감소시킨다. 하나 이상의 배기 시스템들(118)이 프로세스 챔버(102)에 커플링될 수 있고, 프로세싱 동안 또는 하나 이상의 기관들 상의 후속하는 필름 증착들 사이에서, 프로세스 볼륨(146)으로부터 과잉 프로세스 가스들 또는 부산물들을 제거하기 위해 사용될 수 있다.

[0023] [0029] 도 2a는 본 개시내용의 실시예들에 따른 가스 분배 조립체의 페이스플레이트(128)의 저면도의 개략적인 예시이다. 도 2a는 제1 부분(138)에 형성된 복수의 애퍼처들(132)을 포함하는 페이스플레이트(128)를 도시한다. 도 2a는 또한, 외부 에지(142)로부터 외부 애퍼처(132A)까지 연장되는, 페이스플레이트(128)의 제2 부분(140)을 도시한다. 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)는 형상이 원형이며, 매끄러운 만곡형 표면을 갖는다. 대안적인 실시예들에서, 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142) 또는 다른 표면들 또는 에지들은, 제2 부재(130)로의 커플링을 가능하게 하기 위한, 또는 그렇지 않으면 도 1의 가스 분배 조립체(116)로 하여금 프로세스 챔버(102)의 동작 동안 가스 전달 기능들을 수행하게 하기 위한 베벨(bevel)들, 냉각 채널들, 정합 피쳐(mating feature)들 또는 다른 피쳐들을 더 포함할 수 있다. 페이스플레이트가 원형으로서 도시되지만, 타원형, 정사각형 또는 직사각형을 포함하는 다른 형상들 및 구성들이 고려된다.

[0024] [0030] 도 2b는 본 개시내용의 실시예들에 따른 가스 분배 조립체의 제2 부재(130)의 저면도의 개략적인 예시이다. 제2 부재(130)는 중심 개구를 갖는 링-형상 부재이다. 도 2b는 제1 외부 표면(134), 제2 외부 표면(136), 그리고 제1 외부 표면(134)과 제2 외부 표면(136) 사이의 전이 표면인 내부 표면(144)을 도시한다. 도 2b에서, 제1 외부 표면(134), 제2 외부 표면(136) 및 내부 표면(144)은 평탄한 및/또는 매끄러운 표면들로서 예시된다. 대안적인 실시예들에서, 제2 부재(130)에 포함된 베벨들, 냉각 채널들, 정합 피쳐들 또는 다른 피쳐들이 있을 수 있다. 제2 부재(130)가 중심 개구를 갖는 링-형상 부재로서 도시되지만, 제2 부재(130)는, 타원형, 정사각형 또는 직사각형을 포함하여, 중심 개구를 갖는 다른 형상들의 형태를 취할 수 있다는 것이 고려된다.

[0025] [0031] 도 3은 가스 분배 조립체(116), 이를테면, 도 1의 가스 분배 조립체(116)의 저면도의 개략적인 예시이다. 도 3에 도시된 가스 분배 조립체를 형성하기 위해, 페이스플레이트(128)는 제2 부재(130)에 커플링되는데, 일부 경우들에서, 영구적으로 커플링된다. 커플링 동안, 페이스플레이트(128)의 제2 부분(140)의 전체 또는 제2 부분(140)의 일부가 제2 부재(130)에 의해 커버된다. 커플링은 (도 1에 도시된) 프로세스 볼륨(146)에 노출된 제2 부분(140)의 표면적(거리(140A)에 의해 표시됨)을 감소시킨다. 감소된 표면적은 스케일이 형성될 수 있는 표면적을 최소화한다.

[0026] [0032] 도 3에 도시된 바와 같이, 거리(140A)는 외부 애퍼처(132A)로부터 제2 부분(140)의 가장 안쪽 에지(130A)까지 연장되고, 도 3에서 0 mm를 초과하는 것으로서 도시된다. 도 3의 예에서, 페이스플레이트(128)와 제2 부재(130)가 중첩되는 구역(140B)이 형성되고, 페이스플레이트(128)의 외측 에지(142)는 파선에 의해 도시된다. 도 1에는 도시되지만 도 3에는 도시되지 않은 다른 예에서, 페이스플레이트(128)의 외부 에지(142)는 제2 부재의 외부 에지(134)와 동일 평면 상에 있고, 따라서 구역(140B)은 제2 부재의 외부 에지(134)까지 연장될 것이다. 일부 예들에서, 거리(140A)가 0 mm일 수 있어서, 가장 안쪽 에지(130A)는 외부 애퍼처(132A)의 가장 바깥쪽 에지와 동일 평면 상에 있다. 페이스플레이트(128)와 제2 부재(130)의 커플링은 전구체 가스에 노출되는 페이스플레이트(128)의 영역을 감소시켜서, 종래의 챔버 구성들과 비교할 때, 프로세스 챔버 동작들 동안 스케일이 형성될 수 있는 데드 존의 사이즈를 감소시킨다.

[0027] [0033] 도 4a - 도 4e는 본 개시내용의 다양한 실시예들에 따른 제2 부재들의 개략적인 부분 단면도들이다. 제2 부재들(430A-430E) 각각은, 도 1의 제2 부재(130) 대신에, 개별적으로 사용될 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 가스 분배 조립체들은, 전구체 재료가 기관들로 빌드업 및 박편화될 수 있는, 가스 분배 조립체 상의 또는 가스 분배 조립체 근처의 데드 존들의 형성을 감소시키거나 또는 제거하기 위해, 복수의 애퍼처들로부터의 가스 유동을 촉진하도록 구성된다.

[0028] [0034] 도 4a는 일 실시예에 따른 제2 부재(430A)의 부분 횡단면도를 예시한다. 제2 부재(430A)는 도 1의 제2 부재(130)와 실질적으로 유사하다. 제2 부재(430A)의 내부 표면(144A)은 1도 내지 89도, 이를테면, 10도 내지 70도, 또는 20도 내지 60도, 또는 30도 내지 60도, 이를테면, 40도 내지 50도, 예컨대, 약 45도의 각도( $\alpha$ )로 있을 수 있다. 일 실시예에서, 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ )와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0029] [0035] 도 4b는 다른 실시예에 따른 제2 부재(430B)의 부분 횡단면도를 예시한다. 제2 부재(430B)는 도 1의 제2 부재(130)와 실질적으로 유사하다. 제2 부재(430B)의 내부 표면(144B)은 1도 내지 89도, 이를테면, 10도 내지 70도, 또는 20도 내지 60도, 또는 30도 내지 60도, 이를테면, 40도 내지 50도, 예컨대, 약 45도

의 각도( $\alpha$ )로, 그리고 1 도 내지 89 도, 이를테면, 10 도 내지 70 도, 또는 20 도 내지 60 도, 또는 30 도 내지 60 도, 이를테면, 40 도 내지 50 도, 예컨대, 약 45 도의 각도( $\beta$ )로 있을 수 있다. 일 예에서, 도 4a의 각도( $\alpha$ )는 도 4b의 각도( $\alpha$ ) 미만일 수 있고, 도 4a의 각도( $\beta$ )는 도 4b의 각도( $\beta$ )와 실질적으로 동일할 수 있다. 다른 예에서, 도 4b에서 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ ) 미만일 수 있다. 일 예에서, 각도( $\alpha$ )는 90 도에서 각도( $\beta$ )를 뺀 것과 동일하다.

[0030] [0036] 도 4c는 또 다른 실시예에 따른 제2 부재(430C)의 부분 횡단면도를 예시한다. 제2 부재(430C)는 도 1의 제2 부재(130)와 실질적으로 유사하다. 제2 부재(430C)의 내부 표면(144C)은 제1 외부 표면(134)에 대해 1 도 내지 89 도, 이를테면, 약 1 도 내지 60 도, 이를테면, 약 1 도 내지 45 도, 이를테면, 약 1 도 내지 30 도, 이를테면, 약 45 도 내지 89 도의 각도( $\alpha$ )로, 그리고 180 도에서 각도( $\alpha$ )를 뺀 각도( $\beta$ )로 있을 수 있다. 일 예에서, 도 4a의 각도( $\alpha$ )는 도 4c의 각도( $\alpha$ )와 실질적으로 동일할 수 있고, 도 4a의 각도( $\beta$ )는 도 4c의 각도( $\beta$ )를 초과할 수 있다. 다시 말해서, 도 4c에서 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ )를 초과할 수 있다. 내부 표면들(144A-144C)이 평탄한 것으로서 예시되지만, 대안적인 실시예들에서, 표면들은 도 4d 및 도 4e에 도시된 바와 같이 오목할 수 있거나, 또는 그렇지 않으면 애퍼처들로부터 외측으로 가스 유동을 지향시키도록 구성될 수 있다.

[0031] [0037] 도 4d는 다른 실시예에 따른 제2 부재(430D)의 부분 횡단면도를 예시한다. 제2 부재(430D)는 도 1의 제2 부재(130)와 실질적으로 유사하다. 제2 부재(430D)의 내부 표면(144D)은 오목할 수 있으며, 1 도 내지 89 도, 이를테면, 약 1 도 내지 60 도, 이를테면, 약 1 도 내지 45 도, 이를테면, 약 1 도 내지 30 도의 각도( $\alpha$ )를 가질 수 있다. 각도( $\beta$ )는 약 1 도 내지 60 도, 이를테면, 약 1 도 내지 45 도, 이를테면, 약 1 도 내지 30 도일 수 있다. 일 실시예에서, 도 4d에서 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ )와 실질적으로 동일할 수 있다. 다른 실시예에서, 도 4d에서 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ ) 미만일 수 있다.

[0032] [0038] 도 4e는 또 다른 실시예에 따른 제2 부재(430E)의 부분 횡단면도를 예시한다. 제2 부재(430E)는 도 1의 제2 부재(130)와 실질적으로 유사하다. 제2 부재(430E)의 내부 표면(144E)은 약 1 도 내지 60 도, 이를테면, 약 1 도 내지 45 도, 이를테면, 약 1 도 내지 30 도의 각도( $\alpha$ )로 있을 수 있다. 각도( $\beta$ )는 약 1 도 내지 60 도, 이를테면, 약 1 도 내지 45 도, 이를테면, 약 1 도 내지 30 도일 수 있다. 일 예에서, 도 4d의 각도( $\alpha$ )는 도 4e의 각도( $\alpha$ )를 초과할 수 있고, 도 4d의 각도( $\beta$ )는 도 4e의 각도( $\beta$ )와 실질적으로 동일할 수 있다. 다시 말해서, 도 4e에서 각도( $\alpha$ )는 각도( $\beta$ ) 미만일 수 있다.

[0033] [0039] 도 5는 본 개시내용의 실시예들에 따른, 프로세스 챔버를 사용하는 방법(500)이다. 방법(500)에서, 동작(502)에서, 기판 상에 하나 이상의 필름들을 형성하기 위해 프로세스 챔버가 준비된다. 추가로, 동작(502) 동안, 가스 분배 조립체, 이를테면, 도 1의 가스 분배 조립체(116)는, 가스 분배 조립체에 배치되거나 또는 그렇지 않으면 커플링된 가열 엘리먼트들, 이를테면, 복수의 가열 엘리먼트들(156)을 통해 가열될 수 있다. 동작(502)에서, 가스 분배 조립체는 약 270 °C 내지 약 350 °C의 온도로 가열될 수 있다. 동작(502) 동안, 가스 분배 조립체와 기판 지지부는 동시에, 임의의 순서로 순차적으로, 또는 중첩 방식으로 가열될 수 있다.

[0034] [0040] 동작(504)에서, 제1 기판이 프로세스 챔버에서 기판 지지부 상에 포지셔닝된다. 제1 기판은 높은 중형 비 피쳐들, 이를테면, 피쳐의 깊이가 피쳐의 폭의 적어도 10 배(10X)인 홀들 또는 비아들을 포함할 수 있다. 동작(504)은 도 1의 기판 지지부(104)와 같은 기판 지지부를 가열하는 것을 더 포함할 수 있다. 동작(504)에서의 기판 지지부의 가열은, (도 1에 도시된) 하나 이상의 기판 지지부 가열 엘리먼트들(108)을 통해 또는 하나 이상의 복사열 램프들을 통해 수행될 수 있다. 동작(504) 동안, 기판 지지부는 약 250 °C 내지 약 350 °C로 가열될 수 있다. 다른 예들에서, 기판 지지부는 동작(504) 전에, 예컨대, 이전 챔버 동작들로부터 가열될 수 있고 그리고/또는 상이한 챔버 또는 시스템에서의 이전 동작에서 가열된 기판을 수용하기 위해 가열될 수 있다. 또 다른 예들에서, 기판 지지부는 동작(504)에 후속하여 가열될 수 있다. 가스 분배 조립체 및 기판 지지부 각각이 동작(502)에서 설정된 온도 이상에 있는 동안, 동작(504)에서 제1 기판이 프로세스 챔버에 포지셔닝된다. 제1 기판은 상부에 층들이 형성되지 않은 베어(bare) 기판일 수 있거나, 또는 제1 기판은 상부에 형성된 하나 이상의 필름들, 이를테면, 금속, 옥사이드, 나이트라이드 또는 이들의 조합들 중 하나 이상을 포함하는 필름들 또는 필름 스택들을 가질 수 있다. 기판들의 예들은 실리콘 기판들, 게르마늄 기판들 또는 실리콘-게르마늄 기판들을 포함한다.

[0035] [0041] 동작(506)에서, 제1 프로세스가 수행된다. 실시예에서, 동작(506)에서의 제1 프로세스는 가스 분배 조립체를 통해 적어도 하나의 가스를 프로세스 챔버에 도입하는 것을 포함한다. 동작(506) 동안, 동작(502)에서 이전에 설정된 가스 분배 조립체의 온도가 약 270 °C 내지 약 350 °C로 유지된다. 일 예에서, 동작(506)에서의 제1 프로세스는, 기판 상에 약 2 마이크로미터 내지 약 8 마이크로미터 두께의 필름을 형성하기 위해 하나 이상의 전구체 가

스들을 도입하는 것을 포함하며, 이러한 기관은, 이전에 형성된 그리고/또는 이전에 패터닝된 필름들을 이미 포함할 수도 또는 포함하지 않을 수도 있다. 일부 예들에서, 산소, 수소, 또는 질소와 같은 하나 이상의 캐리어 가스들이 또한, 동작(506) 동안 또는 동작(506) 전에 도입될 수 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 조립체의 온도는, 적어도, 본원에서 논의되는 동작들(502-508 및 512-516) 중에서 그리고 이들 사이에서, 약 270 °C 내지 약 350 °C의 범위 내에서 상승 및/또는 하강될 수 있다.

[0036] [0042] 다른 예에서, 동작(506)에서 프로세스 챔버의 동작 동안 플라즈마가 생성될 때, 플라즈마 퍼지가 동작(506)의 일부로서 발생할 수 있다. 동작(506)에서의 플라즈마 퍼지 동안 저압의 사용은, 플라즈마 생성 및/또는 제어를 가능하게 하는 저주파수 RF의 사용을 더 포함할 수 있다. 가스 분배 조립체의 이온 충격(bombardment)은 가스 유동을 제어함으로써 제어되고, 이는 데드 존들에서의 스케일 빌드업 및 부스러짐의 감소에 기여하며, 이는 종래의 동작들과 비교할 때 기관 결함들의 발생 및/또는 심각성을 적어도 50%만큼 감소시킨다. 부가적으로, 페이스플레이트의 외측을 향해 증가되는 홀 밀도는 빌드업, 및 빌드업 분리에 기인한 결함들을 감소시킨다.

[0037] [0043] 동작(506)에 후속하여, 동작(508)에서 필름 형성을 포함하는 하나 이상의 부가적인 프로세스들이 제1 기관에 대해 실행되거나, 또는 동작(510)에서 프로세스 챔버로부터 제1 기관이 제거된다. 제1 기관이 프로세스 챔버에 있는 동안 동작(508)에서 제2 프로세스가 실행되는 예에서, 가스 분배 조립체의 온도는 약 270 °C 내지 약 350 °C이다. 동작(508)에서의 가스 분배 조립체의 온도는 동작들(504 또는 506) 중 어느 하나 또는 둘 모두에서의 가스 분배 조립체의 온도를 초과하거나, 이 온도 미만이거나, 또는 이 온도와 동일할 수 있다. 일부 예들에서, 동작(508)에서, 가스 분배 조립체의 온도는 약 270 °C 내지 약 350 °C로 상승되거나, 하강되거나 또는 홀딩될 수 있다. 일 예에서, 동작(508)은 방법(500)에서 선택적이며, 생략될 수 있다.

[0038] [0044] 일 예에서는, 동작(504)과 동작(506) 사이에 세정 동작이 실행되지 않고, 다른 예에서는, 동작들(504 및 506) 사이에 하나 이상의 세정 동작들(도 5에 도시되지 않음)이 실행될 수 있다. 다른 예에서, 동작(510)에서 프로세스 챔버로부터 제1 기관이 제거된다. 동작(512)에서, 제1 기관의 제거에 후속하여, 가스 분배 조립체의 온도는 약 270 °C 내지 약 350 °C로 유지된다. 일부 실시예들에서, 동작(510)에서 제1 기관이 제거된 후에, 동작(512)에서, 기관 지지부는 약 250 °C 내지 약 350 °C로 유지될 수 있다.

[0039] [0045] 동작(514)에서, 제2 기관이 프로세스 챔버에서 기관 지지부 상에 포지셔닝된다. 제2 기관은 베어 기관일 수 있거나, 또는 제2 기관은 하나 이상의 이전에 형성된 그리고/또는 패터닝된 필름들을 포함할 수 있다. 동작(516)에서, 가스 분배 조립체 온도가 약 270 °C 내지 약 350 °C로 유지되는 동안, 하나 이상의 동작들이 제2 기관에 대해 실행된다. 동작(516)에서의 가스 분배 조립체의 온도는 동작들(504, 506, 508, 512 또는 514)의 일부 또는 전부에서의 가스 분배 조립체의 온도를 초과하거나 또는 이 온도 미만일 수 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 조립체의 평균 온도는 동작들(506, 508 및 516)의 일부 또는 전부 동안 기관 지지부의 온도의 ±20% 이내이다. 다른 예들에서, 가스 분배 조립체의 평균 온도는 동작들(506, 508 및 516)의 일부 또는 전부 동안 기관 지지부의 온도의 ±10% 이내이다.

[0040] [0046] 본원에서 논의된 시스템들 및 방법들을 사용하여 제조되는 반도체 디바이스들은, 메모리 셀들이 다층들로 수직으로 적층되는 3D NAND 메모리와 같은 메모리를 포함할 수 있다. 수직 적층은 본원에서 논의된 프로세스 챔버들에서 형성 및/또는 패터닝되는 필름들의 두께를 증가시킨다. 일 예에서, 본원에서 논의된 프로세스 챔버들은, 계단식 충전 애플리케이션(staircase fill application)들을 포함하는 애플리케이션들을 위해 TEOS(tetraethyl orthosilicate) 옥사이드들을 사용하도록 구성된다. 계단식 충전 애플리케이션들은, 낮은 수율 및 높은 제조 비용들로 이어질 수 있는 기관 결함들에 민감할 수 있다. 종래의 시스템들이 사용될 때, 3D NAND 메모리에 사용되는 수직 스택들이 높이가 증가함에 따라, 필름 형성에 사용되는 프로세스 시간 및 가스(들)의 양(amount)이 증가하여서, 빌드업 증가로 이어진다.

[0041] [0047] 그에 반해서, 본원에서 논의된 시스템들 및 방법들을 사용하여, TEOS를 사용하는 동작들을 포함하는 동작들이 실행될 수 있는 동시에, 결과적인 기관 결함들이 감소되어서 수율이 증가될 수 있다. 일 예에서, 본원에서 논의된 시스템들 및 방법들은, (종래의 가스 분배 조립체를 사용하여 제조된 제1 기관은 3000 개의 가산기(adder)들/50 nm를 가졌고, 본원에서 논의된 가스 분배 조립체를 사용하여 제조된 제2 기관은 약 30 개의 가산기들/50 nm를 가졌다는 것으로 인해) 기관 결함들을 92%를 초과하여 감소시켰다.

[0042] [0048] 본원에서 논의된 시스템들 및 방법들을 사용하여, 데드 존들에서의 스케일의 해로운 빌드업 없이, 하나 이상의 동작들이 프로세스 챔버에서 실행될 수 있다. 가스 분배 조립체는, 제1 동작이 실행되는 동안 그리고 제1 동작이 실행된 후에 약 270 °C 내지 약 350 °C 범위 내의 온도로 홀딩되거나 또는 약 270 °C 내지 약 350

℃ 범위 내로 조정될 수 있다. 후속하여, 가스 분배 조립체가 상승된 온도에 있는 동안, 동일한 기관에 대한 또는 상이한 기관에 대한 제2 동작이 실행될 수 있다. 본원에서 논의된 가스 분배 조립체들은, 가스 분배 조립체가 프로세스 챔버에 커플링된 경우, 가스 분배 조립체로부터 멀어지는 가스 유동 경로를 조성하기 위해 (챔버 라이너 또는 측벽에 대해) 반경방향 내측으로 각진 표면을 포함하는 내측 예지를 포함한다. 이 가스 유동 경로는, 기관 결합들로 이어질 수 있는, 데드 존들 및 데드 존들에서의 결과적인 재료 빌드업을 감소시키거나 또는 없애도록 구성된다. 부가적으로, 가스 분배 조립체의 하나 이상의 부재들은 프로세스 챔버 내의 공통 데드 존들 내에 포지셔닝되어서, 데드 존들을 점유하여 없애서, 재료 빌드업을 또한 감소시킨다.

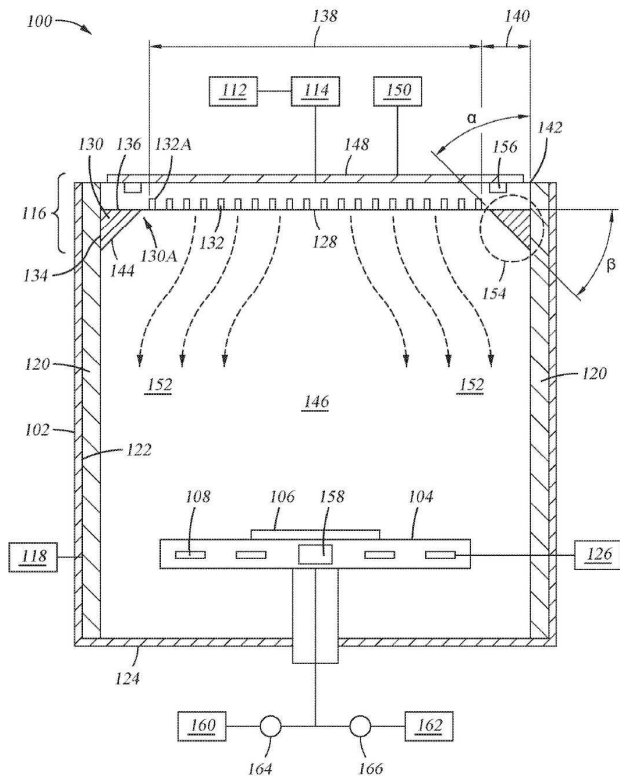
[0043] [0049] 더욱이, 본원에서 논의된 가열된 가스 분배 조립체들을 사용하여, 가스 분배 조립체가 세정되는 빈도가 감소되며, 그리고 조립체의 가열과 빌드업에 이용가능한 페이스플레이트의 감소된 영역의 조합 때문에, 세정 시간이 적어도 부분적으로 감소된다. 특히, 가스 분배 조립체의 온도를 증가시키는 것은 빌드업 두께를 감소시키고, 빌드업을 더욱 압축성이 되게 하며(예컨대, 빌드업은 재료가 빌드 업되는 영역들에 대해 더 나은 접착력을 가짐), 데드 존들에 증착되는 필름의 밀도 및 품질을 개선시킨다. 이는 가스 분배 조립체 상의 빌드업이 부스러질 가능성 및 빈도를 감소시키고, 그러므로 데드 존들에서의 빌드업 및 데드 존들로부터의 박편화와 관련된 기관 결합들의 발생 및 심각성을 감소시킨다.

[0044] [0050] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들이 추가적인 언급 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

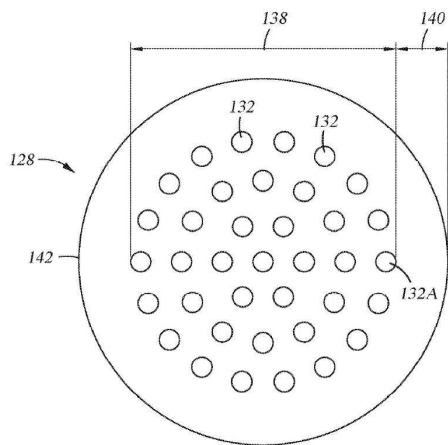
[0045] [0051] 전술된 내용이 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않고, 본 개시내용의 다른 그리고 추가적인 실시예들이 안출될 수 있으며, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

**도면**

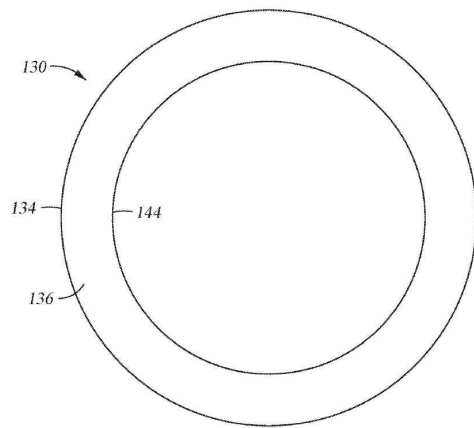
**도면1**



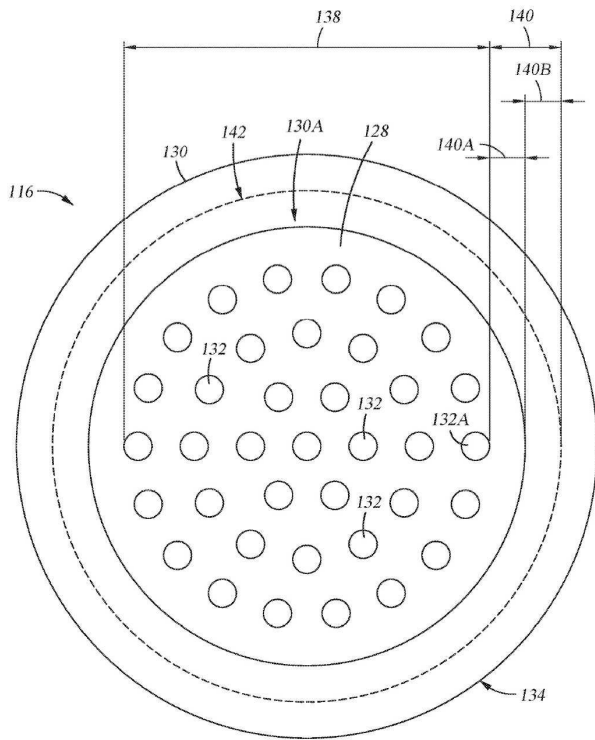
도면2a



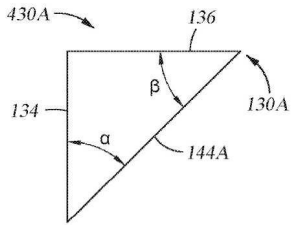
도면2b



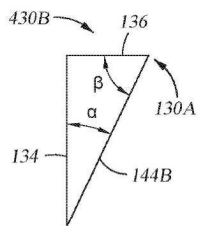
도면3



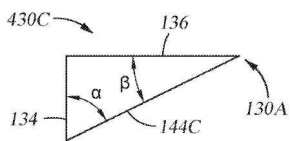
도면4a



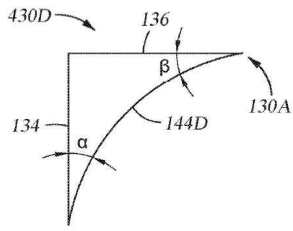
도면4b



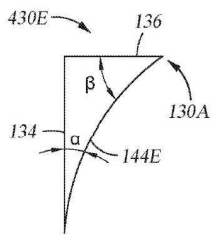
도면4c



도면4d



도면4e



도면5

