



등록특허 10-2697917



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월21일
(11) 등록번호 10-2697917
(24) 등록일자 2024년08월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *C23C 16/44* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/67017 (2013.01)
C23C 16/44 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7005044
- (22) 출원일자(국제) 2018년08월10일
심사청구일자 2021년07월20일
- (85) 번역문제출일자 2020년02월20일
- (65) 공개번호 10-2020-0030591
- (43) 공개일자 2020년03월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/046344
- (87) 국제공개번호 WO 2019/033052
국제공개일자 2019년02월14일

(30) 우선권주장
62/544,507 2017년08월11일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP08239295 A*

(뒷면에 계속)

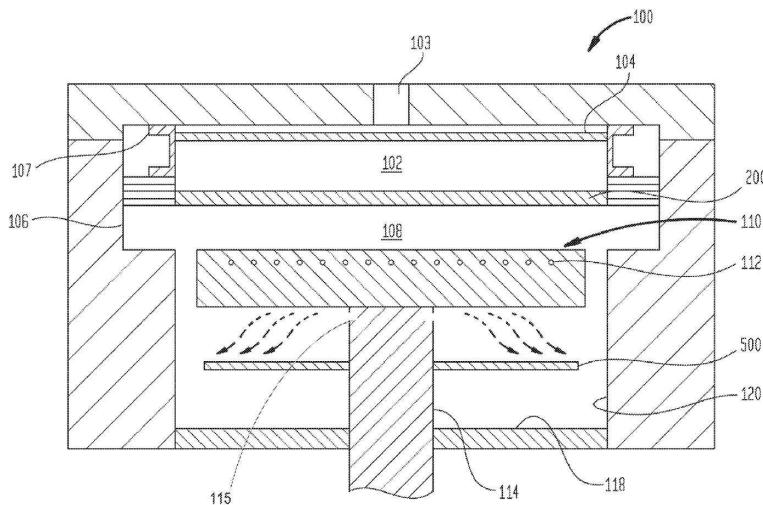
전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 김종윤

(54) 발명의 명칭 열화학 기상 증착(CVD) 균일성을 개선하기 위한 장치 및 방법들

(57) 요 약

이 양상에서, 장치는, 챔버 바디, 프로세스 가스들을 가스 혼합 볼륨 내로 전달하기 위한 블로커 플레이트, 및 홀들을 갖는 페이스 플레이트를 포함하며, 혼합된 가스는 그 홀들을 통해 기판에 분배된다. 다른 양상에서, 페이스 플레이트는 제2 구역에 비해 오목부를 갖는 제1 구역을 포함할 수 있다. 다른 양상에서, 블로커 플레이트는 복수의 구역들을 포함할 수 있고, 그 각각의 구역은 상이한 홀 패턴들/기하학적 구조들 및/또는 유동 프로파일들을 갖는다. 다른 양상에서, 장치는 기판 지지부의 최하부 아래에 배치된 방사 실드를 포함할 수 있다. 기판 지지부의 샤프트 또는 스템은 기판 지지부에 가까운, 샤프트 또는 스템의 상부 단부에 홀들을 포함한다.

대 표 도 - 도3

(52) CPC특허분류

H01L 21/0262 (2013.01)

H01L 21/683 (2013.01)

(56) 선행기술조사문현

JP11279778 A*

JP2012142329 A*

KR1020030093283 A*

KR1020110028377 A*

KR1020120074878 A*

KR1020150049180 A*

KR1020170063943 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치로서,

페이스 플레이트; 및

방사 실드를 포함하고,

상기 페이스 플레이트는,

제1 표면 구역 및 상기 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 갖는 바디 – 상기 제1 표면 구역은 상기 제2 표면 구역 내에서 얇은 실린더 형상 오목부를 가지며, 상기 제1 표면 구역은 제1 방사율을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 제2 방사율을 갖고, 상기 제2 방사율은 상기 제1 방사율과 상이함 –;

상기 제1 표면 구역에서 상기 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 제1 복수의 홀들; 및

상기 제2 표면 구역에서 상기 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 제2 복수의 홀들을 포함하고,

상기 방사 실드는 상기 방사 실드를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖고, 상기 방사 실드는 상기 페이스 플레이트 아래에 배치되고,

상기 방사 실드의 복수의 홀들은, 상기 방사 실드의 공통 축 둘레에 각각 형성되는 복수의 원주형 패턴들로 배열되고,

상기 복수의 원주형 패턴들은 제1 원주형 패턴 및 제2 원주형 패턴을 포함하고, 상기 제1 원주형 패턴은 제1 밀도의 홀들을 갖고 그리고 상기 제2 원주형 패턴은 상기 제1 밀도와 상이한 제2 밀도의 홀들을 갖는,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 표면 구역은 제1 두께를 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 상기 제1 두께와 상이한 제2 두께를 갖는,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 복수의 홀들은 제1 밀도로 상기 제1 표면 구역에 배치되고, 그리고 상기 제2 복수의 홀들은 제2 밀도로 상기 제2 표면 구역에 배치되고, 상기 제2 밀도는 상기 제1 밀도와 상이한,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제1 복수의 홀들은 제1 직경을 갖고 그리고 상기 제2 복수의 홀들은 제2 직경을 갖고, 상기 제2 직경은 상기 제1 직경과 상이한,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 6

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치로서,

페이스 플레이트; 및

상기 페이스 플레이트에 인접하게 배치되는 블로커 플레이트; 및

방사 실드를 포함하며,

상기 페이스 플레이트는,

제1 표면 구역 및 상기 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 갖는 바디 – 상기 제1 표면 구역은 상기 제2 표면 구역 내에서 얇은 실린더 형상 오목부를 가지며, 상기 제1 표면 구역은 제1 방사율을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 제2 방사율을 갖고, 상기 제2 방사율은 상기 제1 방사율과 상이함 –;

상기 제1 표면 구역에서 상기 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 제1 복수의 홀들; 및

상기 제2 표면 구역에서 상기 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 제2 복수의 홀들을 포함하고,

상기 블로커 플레이트는,

제1 표면 구역 및 상기 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 갖는 바디 – 상기 제1 표면 구역은 제1 방사율을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 제2 방사율을 갖고, 상기 제2 방사율은 상기 제1 방사율과 상이함 –; 및

상기 제1 표면 구역 및 상기 제2 표면 구역에서 상기 블로커 플레이트를 관통하여 형성된 복수의 가스 분배 홀들을 포함하며,

상기 제1 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 밀도를 갖고, 상기 제2 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제2 밀도를 갖고, 상기 제2 밀도는 상기 제1 밀도와 상이하고, 상기 제1 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 유동 프로파일을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제2 유동 프로파일을 갖고, 상기 제2 유동 프로파일은 상기 제1 유동 프로파일과 상이하며,

상기 방사 실드는 상기 방사 실드를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖고, 상기 방사 실드는, 상기 페이스 플레이트가 상기 블로커 플레이트와 상기 방사 실드 사이에 있도록, 상기 블로커 플레이트 반대편에 배치되고,

상기 방사 실드의 복수의 홀들은, 상기 방사 실드의 공통 축 둘레에 각각 형성되는 복수의 원주형 패턴들로 배열되고,

상기 복수의 원주형 패턴들은 제1 원주형 패턴 및 제2 원주형 패턴을 포함하고, 상기 제1 원주형 패턴은 제1 밀도의 홀들을 갖고 그리고 상기 제2 원주형 패턴은 상기 제1 밀도와 상이한 제2 밀도의 홀들을 갖는,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제1 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 직경을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제2 직경을 갖고, 상기 제2 직경은 상기 제1 직경과 상이하고, 그리고 상기 제1 표면 구역은 상기 제2 표면 구역에 비해 오목한,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 블로커 플레이트의 제1 표면 구역은 제1 두께를 갖고, 그리고 상기 블로커 플레이트의 제2 표면 구역은 제2 두께를 갖고, 상기 제2 두께는 상기 제1 두께와 상이한,

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 9

기판 상에 막을 증착하기 위한 장치로서,
 내부에 프로세스 볼륨을 정의하는, 챔버 바디 및 챔버 덮개;
 상기 프로세스 볼륨 내에 배치된 기판 지지부;
 상기 프로세스 볼륨 내에서 상기 기판 지지부 반대편에 배치된 블로커 플레이트 – 상기 블로커 플레이트는 상기 블로커 플레이트를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 가짐 –;
 페이스 플레이트; 및
 방사 실드를 포함하며,
 상기 페이스 플레이트는 상기 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖고, 상기 페이스 플레이트는 상기 프로세스 볼륨 내에서 상기 블로커 플레이트와 상기 기판 지지부 사이에 배치되고, 상기 페이스 플레이트는 상기 페이스 플레이트와 상기 블로커 플레이트 사이에 볼륨을 적어도 부분적으로 정의하고, 상기 페이스 플레이트는 제1 표면 구역 및 상기 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 갖고, 상기 제1 표면 구역은 제1 방사율을 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 제2 방사율을 갖고, 상기 제2 방사율은 상기 제1 방사율과 상이하고, 상기 제1 표면 구역은 상기 제2 표면 구역에 비해 오목하고,
 상기 방사 실드는 상기 방사 실드를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖고, 상기 방사 실드는, 상기 기판 지지부가 상기 페이스 플레이트와 상기 방사 실드 사이에 있도록, 상기 프로세스 볼륨 내에서 상기 페이스 플레이트 반대편에 배치되고,
 상기 방사 실드의 복수의 홀들은, 상기 방사 실드의 공통 축 둘레에 각각 형성되는 복수의 원주형 패턴들로 배열되고,
 상기 복수의 원주형 패턴들은 제1 원주형 패턴 및 제2 원주형 패턴을 포함하고, 상기 제1 원주형 패턴은 제1 밀도의 홀들을 갖고 그리고 상기 제2 원주형 패턴은 상기 제1 밀도와 상이한 제2 밀도의 홀들을 갖는,
 기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9 항에 있어서,
 상기 제1 표면 구역은 제1 두께를 갖고 그리고 상기 제2 표면 구역은 제2 두께를 갖고, 상기 제2 두께는 상기 제1 두께와 상이한,
 기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 12

제9 항에 있어서,
 상기 페이스 플레이트는,
 상기 제1 표면 구역을 관통하여 형성된 제1 복수의 가스 분배 홀들 – 상기 제1 복수의 가스 분배 홀들은 제1 밀도를 갖고, 상기 제1 복수의 가스 분배 홀들 각각은 제1 직경을 가짐 –; 및
 상기 제2 표면 구역을 관통하여 형성된 제2 복수의 가스 분배 홀들을 더 포함하며,
 상기 제2 복수의 가스 분배 홀들은 제2 밀도를 갖고, 상기 제2 밀도는 상기 제1 밀도와 상이하고, 상기 제2 복수의 가스 분배 홀들 각각은 제2 직경을 갖고, 상기 제2 직경은 상기 제1 직경과 상이한,
 기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 13

제9 항에 있어서,
상기 방사 실드는 상기 기판 지지부의 샤프트 둘레에 배치되는,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 14

제9 항에 있어서,
상기 복수의 원주형 패턴들은 제3 원주형 패턴을 더 포함하고,
상기 제1 원주형 패턴 및 제3 원주형 패턴은 제1 밀도의 홀들을 갖고 그리고 상기 제2 원주형 패턴은 제2 밀도의 홀들을 갖는,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 15

제13 항에 있어서,
상기 샤프트는, 가스가 반경 방향으로 유동하게 하기 위해, 상기 기판 지지부에 인접한, 상기 샤프트의 상부 단부에서 상기 샤프트를 통해 형성된 복수의 홀들을 포함하는,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 16

제1 항에 있어서,
상기 제1 방사율은 상기 제2 방사율보다 높은,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 17

제4 항에 있어서,
상기 제1 밀도는 상기 제2 밀도보다 높은,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 18

제4 항에 있어서,
상기 제1 밀도는 상기 제2 밀도보다 낮은,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 19

제6 항에 있어서,
상기 제1 방사율은 상기 제2 방사율보다 높은,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

청구항 20

제9 항에 있어서,
상기 제1 방사율은 상기 제2 방사율보다 높은,
기판 상에 막을 증착하기 위한 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용의 양상들 일반적으로, 열화학 기상 증착(CVD) 프로세스들에서의 증착의 균일성을 개선하기 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 특히, 본 개시내용은, 페이스 플레이트, 블로커 플레이트, 방사 실드, 및 기판 지지 어셈블리, 및 이들을 사용하는 방법들을 제공한다.

배경 기술

[0002] 집적 회로들은 다양한 기법들에 의해 증착되는 재료들의 다수의 층들을 포함하며, 그 다양한 기법들 중 하나는 화학 기상 증착(CVD)이다. CVD를 통해 기판 상에 증착되는 재료들의 불균일성들은 디바이스 성능에 영향을 미칠 수 있고, 완성된 집적 회로의 고장의 가능성을 감소시키기 위해서는 추가의 프로세싱 전에 평탄화를 겪을 필요가 있을 수 있다. 증착된 재료의 불균일성들은 기판에 걸친 열적 차이들로부터 초래될 수 있다.

[0003] 도 1은 프로세싱 챔버 내에서의 유체 유동의 개략도이다. 이러한 유체 유동 도면은 원래 Prasad N. Gadgil의, "Single Wafer Processing in Stagnation Point Flow CVD Reactor: Prospects, Constraints and Reactor Design"이라는 명칭으로 Journal of Electronic Materials, Vol. 22, No. 2, 1993에 개시되었다. 도면에 도시된 바와 같이, 가스 유동 패턴은 기판의 표면에 걸쳐 축방향으로 균일한 경계 층을 전개하며, 유동의 중심에 정체점이 있다. 기판 지지부 – 기판 지지부 상에 기판이 포지셔닝됨 – 는 기판의 온도를 조절하기 위한 히터를 구비한다.

$$\delta_T$$

[0004] 도 1에서, δ_T 는 기판 위의 열적 경계 층(thermal boundary layer)의 두께를 표시한다. 가스가 유동

$$\delta_T$$

함에 따라, 기판 상에서 증착 층이 성장한다. 증착 층의 성장 레이트는 열적 경계 층의 두께(δ_T)에 비례한다.

$$\delta$$

[0005] 속도 경계 층(velocity boundary layer)의 두께(δ)는, 다음의 수학식에 의해 보여지는 바와 같이, 유입 속도, 페이스 플레이트와 기판 사이의 갭, 운동학적 점도(가스 특성들 및 온도의 함수)에 따라 좌우되며:

$$\delta \approx 3 \sqrt{\nu \frac{H_c}{v_{in}} \pi r^2}$$

[0006]

$$\nu$$

$$H_c$$

$$v_{in}$$

[0007] 여기서, ν 는 운동학적 점도를 표시하고, H_c 는 갭을 표시하고, v_{in} 은 유입 속도를 표시한다.

$$\delta_T$$

[0008] 열적 경계 층의 두께(δ_T)는, 다음의 수학식에 의해 보여지는 바와 같이, 프란틀 수(Prandtl

$$\delta$$

Number)(Pr)(대부분의 가스들에 대해 0.7)를 갖는 속도 경계 층의 두께(δ)에 비례한다:

$$\frac{\delta}{\delta_T} = Pr^{1/3}$$

[0009]

[0010] 이상적인 정체점 유동(stagnation point flow)에서, 경계 층은 기판/기판 지지 표면에 걸쳐 균일하다. 그러나, 기판/히터의 온도 프로파일의 불균일성은 박막 증착 두께의 불균일성을 야기할 것이다. 따라서, 기판 및/또는 기판 지지부의 온도 프로파일의 균일성을 향상시키기 위한 개선된 장치가 필요하다.

발명의 내용

[0011]

[0008] 일 양상에서, 바디를 포함하는 페이스 플레이트가 제공된다. 바디는 제1 표면 구역 및 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 포함한다. 제1 표면 구역은 제2 표면 구역에 비해 오목하다. 제1 복수의 홀들이 제1 표면 구역에서 페이스 플레이트를 관통하여 형성된다. 제2 복수의 홀들이 제2 표면 구역에서 페이스 플레이트를 관통하여 형성된다.

[0012]

[0009] 다른 실시예에서, 바디를 포함하는 블로커 플레이트가 제공된다. 바디는 제1 표면 구역 및 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 포함한다. 제1 표면 구역은 제1 방사율을 갖고, 제2 표면 구역은 제2 방사율을 갖는다. 제2 방사율은 제1 방사율과 상이하다. 제1 표면 구역 및 제2 표면 구역에서 블로커 플레이트를 관통하여 복수의 가스 분배 홀들이 형성된다. 제1 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 밀도를 갖는다. 제2 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 밀도와 상이한 제2 밀도를 갖는다. 제1 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제1 유동 프로파일을 갖고, 제2 표면 구역의 가스 분배 홀들은 제2 유동 프로파일을 갖는다. 제2 유동 프로파일은 제1 유동 프로파일과 상이하다.

[0013]

[0010] 또 다른 실시예에서, 기판 상에 막을 증착하기 위한 장치가 제공된다. 장치는, 내부에 프로세스 볼륨을 정의하는, 챔버 바디 및 챔버 덮개를 포함한다. 기판 지지부가 프로세스 볼륨 내에 배치된다. 블로커 플레이트가 프로세스 볼륨 내에서 기판 지지부 반대편에 배치되며, 블로커 플레이트는 블로커 플레이트를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖는다. 페이스 플레이트가 프로세스 볼륨 내에서 블로커 플레이트와 기판 지지부 사이에 배치되며, 페이스 플레이트는 페이스 플레이트를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖는다. 페이스 플레이트와 블로커 플레이트 사이의 볼륨은 페이스 플레이트에 의해 적어도 부분적으로 정의된다. 페이스 플레이트는 제1 표면 구역 및 제1 표면 구역을 둘러싸는 제2 표면 구역을 갖는다. 제1 표면 구역은 제2 표면 구역에 비해 오목하다.

도면의 간단한 설명

[0014]

[0011] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 양상들을 참조로 하여 제공될 것인데, 이러한 양상들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 예시적인 양상들을 예시하는 것으로 개시되고 청구되는 청구 대상의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하며, 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 양상들을 허용할 수 있다는 것이 주목되어야 한다.

[0012] 도 1은 프로세싱 챔버 내의 유체 유동의 개략도이다.

[0013] 도 2는 기판 지지 표면의 예시적인 히터 적외선(IR) 맵들을 예시한다.

[0014] 도 3은 본 개시내용에 따른 가스 분배 어셈블리 및 기판 지지 어셈블리를 포함하는 CVD 프로세싱 챔버의 일 실시예의 단면도이다.

[0015] 도 4a는 본 개시내용의 실시예에 따른 페이스 플레이트의 일 예를 예시한다.

[0016] 도 4b는 종래의 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일(diameter scan profile)의 일 예를 예시한다.

[0017] 도 4c는 본 개시내용의 양상들에 따른 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다.

[0018] 도 5a는 본 개시내용의 양상들에 따른 페이스 플레이트의 다른 예를 예시한다.

[0019] 도 5b는 종래의 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다.

[0020] 도 5c는 본 개시내용의 양상들에 따른 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다.

[0021] 도 6a는 본 개시내용의 양상들에 따른 블로커 플레이트를 예시한다.

[0022] 도 6b는 증착 층의 2개의 예시적인 직경 스캔 프로파일들을 예시하며, 하나는 종래의 블로커 플레이트를 사용하여 형성되었고 다른 하나는 본 개시내용의 양상들에 따른 블로커 플레이트를 사용하여 형성되었다.

[0023] 도 7은 본 개시내용의 양상들에 따른 방사 실드를 예시한다.

[0024] 이해를 촉진시키기 위해, 도면들에 대해 공통적인 동일한 엘리먼트들을 가리키기 위해 가능한 경우 동일한 도면부호들이 사용되었다. 일 양상의 엘리먼트들 및 특징들이 추가의 언급없이 다른 양상들 유리하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] [0025] 본 개시내용은, 프로세스 가스들의 균일한 분포 및 균일한 열적 프로파일들을 제공하는, 프로세스 챔버, 프로세스 챔버 컴포넌트들, 및 프로세스들에 관한 것이다. 본 개시내용의 양상들은 기판들 상에서의 더 균일한 증착 프로파일들을 용이하게 한다.
- [0016] [0026] 도 2는 기판 지지 표면의 예시적인 히터 적외선(IR) 맵들을 예시한다. 도면들에 도시된 IR 맵들은, 기판 지지 표면이, 그 표면에 걸쳐 균일한 온도 프로파일을 갖기 보다는 그 표면에 걸쳐 다양한 위치들에서 온도 변동들을 갖는다는 것을 표시한다. 그러한 온도 변동들은 히터들의 성능 변동들에 의해 야기될 수 있다. CVD 프로세스는 프로세싱 온도들에 민감할 수 있다. 추가적으로, 기판 지지 표면에 걸친 온도 불규칙성은 열적 CVD 프로세스의 불균일성들을 야기하여서, 예컨대 증착 불균일성들을 초래할 수 있다.
- [0017] [0027] 본 개시내용은 기판의 표면 및 기판 지지 표면에 걸쳐 온도 분포를 더 균일하게 만들기 위한 장치를 제공한다.
- [0018] [0028] 도 3은 가스 분배 어셈블리 및 기판 지지 어셈블리를 포함하는 프로세싱 챔버(100)의 실시예의 단면도이다. 프로세싱 챔버(100)는 유입구(103)를 포함하며, 액체 및/또는 가스상 형태로 프로세스 화학물질들을 저장하는 가스 패널(도시되지 않음)로부터의 프로세스 가스들이 유입구(103)를 통해 프로세싱 챔버(100)에 진입할 수 있다. 프로세싱 챔버(100)의 벽들(106)은 실질적으로 원통형이며, 챔버 내부를 정의한다. 그러나, 다른 형상들이 또한 고려된다. 프로세싱 챔버(100)는, 챔버(100) 내에 배치된 블로커 플레이트(104), 페이스 플레이트(200), 및 기판 지지부(110)를 더 포함한다.
- [0019] [0029] 블로커 플레이트(104)는, 혼합된 가스를 형성하기 위해 프로세스 가스들이 서로 혼합되는 가스 혼합 볼륨(102) 내로 프로세스 가스들을 전달하기 위한 복수의 홀들을 갖는다. 일부 실시예들에서, 프로세싱 챔버(100)는 2개의 블로커 플레이트들을 포함하며, 그 2개의 블로커 플레이트들은 자신들 사이에 혼합 볼륨을 정의한다. 블로커 플레이트(104)는 블로커 플레이트(104)의 반경방향 외부쪽 에지들에서 어댑터 링(107)에 의해 구조적으로 지지된다. 가스 혼합 볼륨(102)은, 프로세스 가스들이 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)에 진입하기 전에 혼합될 공간을 제공한다.
- [0020] [0030] 페이스 플레이트(200)는 페이스 플레이트(200)를 관통하여 형성된 복수의 홀들을 갖는다. 가스 혼합 볼륨(102)으로부터의 혼합된 가스는, 기판 지지부(110)에 의해 지지되는 기판의 최상부 표면 상에서의 재료 증착을 용이하게 하기 위해, 페이스 플레이트(200)에 형성된 복수의 홀들을 통해 메인 프로세싱 챔버(108)에 분배된다. 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)은 페이스 플레이트(200)의 최하부 측과 기판 지지부(110)의 최상부 표면(예컨대, 기판 지지 표면) 사이에 포지셔닝된다. 페이스 플레이트(200)를 관통하여 형성된 복수의 홀들은, 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)에 대해 균일한 가스 유입구 분포를 생성한다.
- [0021] [0031] 기판을 지지하기 위한 기판 지지부(110)는 샤프트(114)를 포함한다. 베이스 플레이트(118)는 샤프트(114)를 둘러싸고, 하부 챔버 벽(120)의 개구를 밀봉한다. 기판 지지부(110)는 기판의 온도를 조절하는 히터(112)를 구비한다. 일 실시예에서, 히터(112)는 프로세싱 챔버(100) 내의 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)의 온도를 조절한다.
- [0022] [0032] 일 실시예에서, 프로세싱 챔버(100)는 다수의 히터들을 포함하며, 다수의 히터들 각각은, 온도, 가스 유동, 또는 증착 균일성 중 하나 이상을 개선하기 위해, 아래에서 설명되는 바와 같이, 상이한 페이스 플레이트 프로파일들 및 패턴들 및 블로커 플레이트 프로파일들 및 패턴들을 갖는다.
- [0023] [0033] 다른 실시예에서, 프로세싱 챔버(100)는, 온도 프로파일들에 기반하여 그룹화된 다수의 히터들을 포함한다. 각각의 히터 그룹은, 본 개시내용에서 설명되는 바와 같이, 방사율 패턴들, 페이스 플레이트 프로파일들 및 패턴들, 및 블로커 플레이트 프로파일들 및 패턴들을 이용하여 온도 프로파일을 보상한다.
- [0024] [0034] 프로세스 가스들은 유입구(103)를 통해 프로세싱 챔버(100)에 진입한다. 프로세스 가스들은 제1 블로커 플레이트(104)의 복수의 홀들을 통해 가스 혼합 볼륨(102) 내로 전달된다. 프로세스 가스들은 실리콘 전구체(들) 및/또는 질소 전구체(들)를 포함할 수 있다. 실리콘 전구체들은, 디클로로실란(DCS), 헥사클로로디실란

(HCD), 비스터셔리 부틸아미노실란(BTBAS), 실란(SiH₄), 디실란(Si₂H₆), 및 다른 많은 것들을 포함할 수 있다. 다른 프로세스 가스들 및 그들의 성분들이 또한 고려된다.

[0025] 그런 다음, 프로세스 가스들은, 제1 블로커 플레이트(104) 아래에 배치된 가스 혼합 볼륨(102)을 통해 이동한다. 제1 블로커 플레이트(104)는 어댑터 링(107)에 의해 구조적으로 지지될 수 있다. 가스 혼합 볼륨(102)은, 프로세스 가스들이 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)에 진입하기 전에 추가적으로 혼합될 공간을 제공한다.

[0026] 가스 혼합 볼륨(102)의 다운스트림에서, 가스들은 페이스 플레이트(200)를 통해 유동하여, 메인 프로세싱 볼륨(108)에 진입한다. 위에서 주목된 바와 같이, 메인 프로세싱 볼륨(108)은, 챔버 벽들(106), 페이스 플레이트(200), 및 기판 지지부(110)에 의해 정의된다. 메인 프로세싱 볼륨(108) 내에서, 프로세스 가스들은 열적으로 그리고/또는 화학적으로 분해되어, 기판의 표면 상에 재료를 증착시킨다. 반응하지 않은 프로세스 가스들 및 반응 부산물들은 배기 포트(도시되지 않음)를 통해 프로세싱 챔버(100)에서 나간다. 일부 실시예들에서, 프로세싱 챔버(100)는, 기판들의 프로세싱을 용이하게 하기 위해, 가스 공급 유입구들, 가스 혼합기, 플라즈마 소스, 및 하나 이상의 가스 분배 어셈블리들을 더 포함할 수 있다.

[0027] 도 4a는 본 개시내용의 양상들에 따른 페이스 플레이트(200)를 예시한다. 페이스 플레이트(200)는 바디(202)를 포함하며, 바디(202)는 바디(202)를 관통하여 형성된 복수의 가스 분배 홀들(201)을 갖는다. 가스 분배 홀들(201)은, 도 3에 예시된 혼합 볼륨(102)을 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108)에 유동적으로 커플링시킨다. 바디(202)가 원통형으로 예시되지만, 직사각형을 포함하는 다른 형상들이 고려된다. 바디(202)는, 석영, 실리콘 나이트라이드, 알루미늄, 알루미늄 나이트라이드, 및 스테인리스 강과 같은 하나 이상의 재료들로 형성될 수 있다.

[0028] 페이스 플레이트(200)는, 페이스 플레이트(200)의 최하부 표면 상에 다양한 방사율들을 갖는 다수의 구역들을 포함한다. 일 실시예에서, 페이스 플레이트(200)는 제1 구역(205) 및 제2 구역(210)을 포함한다. 제1 구역(205)은, 제1 방사율을 갖는, 페이스 플레이트(200)의 중심 구역이고, 제2 구역(210)은 제1 구역(205)을 둘러싸는 주변 구역이고, 제1 방사율과 상이한 제2 방사율을 갖는다. 예컨대, 제1 구역은 제2 구역의 반경의 대략 20% 내지 40%의 범위 내의 반경을 갖는다.

[0029] 페이스 플레이트의 방사율은, 열적 방사로서 에너지를 방출하는 데 있어서의 페이스 플레이트의 유효성을 지칭한다. 예컨대, 더 높은 방사율을 갖는 표면은 더 낮은 방사율을 갖는 다른 표면보다 더 많은 열을 반사한다. 일 실시예에서, 제1 구역과 제2 구역 사이의 방사율 차이는 대략 0.1% 내지 20%의 범위 내에 있다.

[0040] 상이한 방사율들을 획득하기 위해, 페이스 플레이트(200)의 표면은, 상이한 구역들에서 상이한 평활도들 또는 텍스처들로 마무리될(예컨대, 폴리싱될) 수 있다. 구역들의 상이한 표면 마무리들은 상이한 방사율들을 유발한다. 상이한 방사율들은 각각의 개개의 구역으로부터 기판의 표면을 향해 반사되는 열의 양의 상대적인 차이들을 유발한다. 상이한 방사율들을 갖는 다수의 구역들을 갖는 페이스 플레이트(200)는, 페이스 플레이트(200)의 각각의 구역의 크기, 위치, 및 방사율에 따라, 기판 상의 다양한 위치들에서의 기판 온도의 제어를 가능하게 한다. 페이스 플레이트(200) 상의 구역의 위치 및 크기, 및 그러한 구역의 방사율의 값은, 기판 및/또는 기판 지지부(110) 상의 온도 변동들을 감소시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 페이스 플레이트(200) 상에서 더 높은 방사율을 갖는 하나의 구역의 위치 및 크기는 기판 및/또는 기판 지지부(110) 상의 더 차가운 영역의 위치 및 크기에 대응하도록 구성될 수 있다. 더 높은 방사율 구역의 방사율 값은 기판 및/또는 기판 지지부(110) 상의 더 차가운 영역의 온도에 따라 그리고 그 더 차가운 영역의 온도에 대응하여 결정될 수 있다. 온도 균일성을, 기판 상에서의 재료의 증착 레이트와 관련되고 그에 영향을 미치기 때문에, 기판에 걸친 온도 균일성의 개선은 상응하게, 기판 상에서의 개선된 증착 균일성을 유발한다.

[0041] 도 4b는 종래의 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다. 도 4b에서, 수평 축은 페이스 플레이트의 중심으로부터의 반경 거리를 나타내고, 수직 축은 기판 상의 증착 층의 정규화된 두께를 표시한다. 종래의 페이스 플레이트를 사용한 직경 스캔 프로파일은, 증착 층의 정규화된 두께가 기판의 중심 구역(대략 0 mm~50 mm)에서 대략 0.87로부터 0.95로 변화하는 것을 보여준다.

[0042] 도 4c는 본 개시내용의 페이스 플레이트, 이를테면, 도 4a의 페이스 플레이트(200)를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 증착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다. 페이스 플레이트로부터 생성된 직경 스캔 프로파일은, 증착 층의 정규화된 두께가 기판의 중심 구역에서 0.98로부터 1로 변화하는 것을

보여준다.

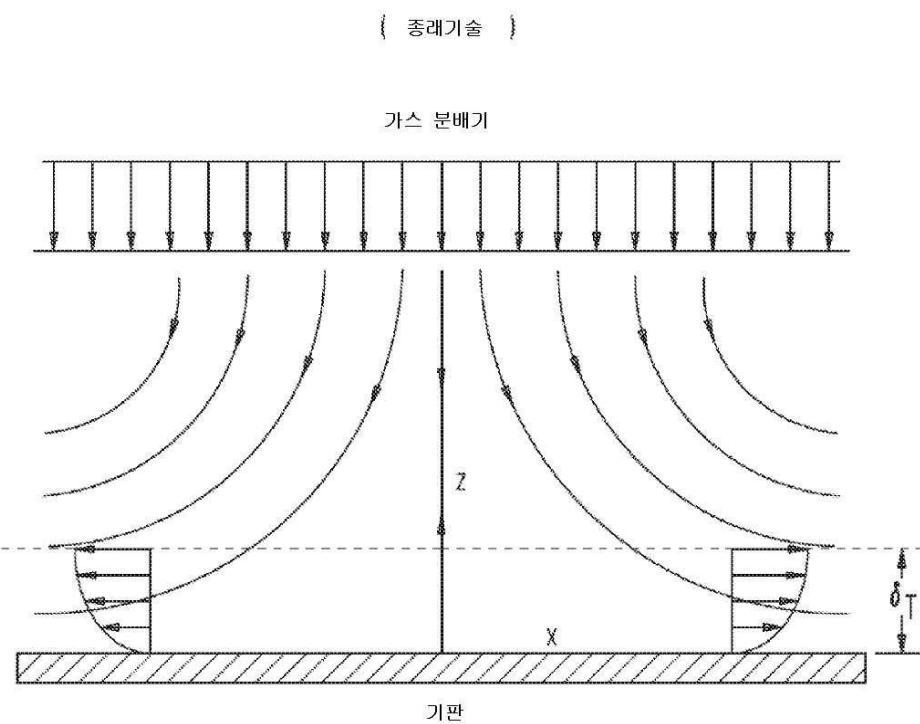
- [0033] [0043] 도 4b 및 도 4c의 2개의 스캔 프로파일들을 비교하면, 페이스 플레이트의 중심 구역의 방사율을 조정함으로써, 기판의 중심 구역의 막 중착 두께의 변화가 0.13(1-0.87)으로부터 대략 0.02(1-0.98)로 상당히 감소되어, 중착 층의 균일성이 대략 11%만큼 증가되었다는 것이 확인될 수 있다.
- [0034] [0044] 위에서 보여진 바와 같이, 페이스 플레이트의 상이한 구역들의 방사율은 기판 및/또는 기판 지지부의 열적 불균일성들을 보상 및 개선하도록 조정될 수 있다. 개선된 열적 균일성은 상응하게, 개선된 중착 균일성을 유발한다. 그러나, 본원의 양상들이 페이스 플레이트의 동심 구역들과 관련하여 설명되었지만, 다양한 방사율의 다양한 다른 패턴들 또는 구성들이 페이스 플레이트의 하부 표면 상에서 사용될 수 있는 것으로 고려된다 는 것이 주목되어야 한다.
- [0035] [0045] 도 5a는 본 개시내용의 양상들에 따른 페이스 플레이트(300)의 다른 예를 예시한다. 페이스 플레이트(300)는 바디(302)를 포함하고, 바디(302)는 바디(302)를 관통하여 형성된 복수의 가스 분배 홀들(301)을 갖고, 복수의 가스 분배 홀들(301)은, 도 3에 예시된 바와 같이, 가스 혼합 볼륨(102)을 메인 챔버 프로세싱 볼륨(108)에 유동적으로 커플링시킨다. 바디(302)가 원통형으로 예시되지만, 직사각형을 포함하는 다른 형상들이 고려된다. 바디(302)는, 석영, 실리콘 나이트라이드, 알루미늄, 알루미늄 나이트라이드, 및 스테인리스 강과 같은 하나 이상의 재료들로 형성될 수 있다.
- [0036] [0046] 일 실시예에서, 페이스 플레이트(300)는 제1 구역(305) 및 제2 구역(310)을 포함한다. 페이스 플레이트(300)는 다양한 두께 프로파일들을 갖는 다수의 구역들을 포함하여서, 페이스 플레이트(300)의 최하부 표면은 비-평면형이다. 예컨대, 제1 구역(305)의 두께와 제2 구역(310)의 두께 사이의 차이는 대략 5% 내지 45%의 범위 내에 있을 수 있다. 제1 구역(305)은, 제1 두께를 갖는, 페이스 플레이트(300)의 중심 구역이다. 제2 구역(310)은, 제1 구역(305)을 둘러싸고 그리고 제1 두께와 상이한 제2 두께를 갖는 주변 구역이다.
- [0037] [0047] 일 실시예에서, 제1 구역(305)의 두께는 제2 구역(310)의 두께 미만이다. 이러한 실시예에서, 제1 구역(305)은 제2 구역(310)에 비해 오목하다. 오목부는, 기판 및/또는 기판 지지부(110)를 향해 반사되는 열의 조정을 용이하게 하기 위해 얇은 실린더 또는 다른 적절한 형상을 포함하는 다양한 형상들을 가질 수 있다.
- [0038] [0048] 페이스 플레이트(300)의 상이한 두께는, 열을 소산하는 대신 페이스 플레이트(300) 아래의 열을 더 긴 시간 기간 동안 유지하는 공간(예컨대, 오목부)을 제공할 수 있다. 열의 유지는 인접하게-포지셔닝된 기판들의 온도 조정을 용이하게 하여서, 기판들의 개선된 온도 균일성을 가능하게 한다. 따라서, 다양한 두께들을 갖는 다수의 구역들을 갖는 페이스 플레이트(300)는 페이스 플레이트(300)의 표면 상에 형성된 구역들(예컨대, 오목부들)의 크기, 위치, 및 형상에 따라 특정 영역들에서의 기판 온도의 제어를 가능하게 한다.
- [0039] [0049] 일 실시예에서, 페이스 플레이트(300)는 페이스 플레이트(300)의 최하부 표면 상에서 다양한 방사율들을 갖는 다수의 구역들을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 구역(305)은 더 높은 방사율을 갖도록 표면 마무리된 오목부를 가질 수 있고, 제2 구역(310)은 더 낮은 방사율을 갖도록 표면 마무리될 수 있다. 이러한 실시예에서, 페이스 플레이트(300)는 비-평면형 표면 피처들 및 다양한 방사율들의 조합에 의해 기판 온도의 더 큰 제어를 제공할 수 있다.
- [0040] [0050] 도 5b는 종래의 페이스 플레이트를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 중착 층의 직경 스캔 프로파일의 일 예를 예시한다. 도 5b에서, 수평 축은 블로커 플레이트의 중심으로부터의 반경 거리를 나타내고, 수직 축은 기판 상의 중착 층의 정규화된 두께를 표시한다. 종래의 블로커 플레이트를 사용한 직경 스캔 프로파일은, 중착 층의 정규화된 두께가 기판의 중심 구역(대략 0 mm~50 mm)에서 대략 0.87로부터 0.95로 변화하는 것을 보여준다.
- [0041] [0051] 도 5c는 본 개시내용의 페이스 플레이트, 이를테면, 도 5a의 페이스 플레이트(300)를 사용하여 CVD 프로세스로부터 생성되는 중착 층의 예시적인 직경 스캔 프로파일을 예시한다. 페이스 플레이트(300)로부터 생성된 직경 스캔 프로파일은, 중착 층의 정규화된 두께가 기판의 중심 구역에서 0.97로부터 1로 변화하는 것을 보여준다.
- [0042] [0052] 도 5b 및 도 5c에 예시된 2개의 직경 스캔 프로파일들을 비교하면, 페이스 플레이트(300)의 중심 구역(305)의 방사율 및/또는 상대 포지션을 조정함으로써, 기판의 중심 구역의 막 중착 두께의 변화들이 0.13(1-0.87)으로부터 대략 0.03(1-0.97)으로 상당히 감소되어, 중착 층의 균일성이 대략 10%만큼 증가되었다는 것이 확인될 수 있다.

- [0043] [0053] 도 6a는 본 개시내용의 양상들에 따른 블로커 플레이트(400)를 예시한다. 블로커 플레이트(400)는 도 1에 도시된 프로세싱 챔버(100)의 블로커 플레이트(104) 대신에 사용될 수 있다.
- [0044] [0054] 본 개시내용의 양상들에 따른 블로커 플레이트(400)는 다양한 유동 프로파일들을 갖는 다수의 구역들을 갖는 바디(402)를 포함한다. 바디(402)가 원통형으로 예시되지만, 직사각형을 포함하는 다른 형상들이 고려된다. 바디(402)는, 석영, 실리콘 나이트라이드, 알루미늄, 알루미늄 나이트라이드, 및 스테인리스 강과 같은 하나 이상의 재료들로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 블로커 플레이트(400)는 제1 구역(405) 및 제2 구역(410)을 포함한다. 제1 구역(405)은, 제1 유동 프로파일을 갖는, 블로커 플레이트(400)의 중심 구역이고, 제2 구역(410)은, 제1 구역(405)을 둘러싸고 제1 유동 프로파일과 상이한 제2 유동 프로파일을 갖는 주변 구역이다.
- [0045] [0055] 상이한 유동 프로파일들을 획득하기 위해, 블로커 플레이트(400)의 각각의 구역은 블로커 플레이트(400)를 관통하여 형성된 상이한 밀도들 및 직경들의 홀들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 구역(405)은 더 높은 밀도의 홀들을 갖고, 제2 구역(410)은 더 낮은 밀도의 홀들을 갖는다. 대안적으로, 제1 구역(405)은 더 낮은 밀도의 홀들을 가질 수 있고, 제2 구역(410)은 더 높은 밀도의 홀들을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 구역(405)은 더 큰 직경의 홀들을 갖고, 제2 구역(410)은 더 작은 직경의 홀들을 갖는다. 대안적으로, 제1 구역(405)은 더 작은 직경의 홀들을 가질 수 있고, 제2 구역(410)은 더 큰 직경의 홀들을 가질 수 있다.
- [0046] [0056] 일반적으로, 블로커 플레이트의 더 높은 밀도의 또는 더 큰 직경의 홀들은 더 큰 유동 프로파일을 생성하고, 블로커 플레이트의 더 낮은 밀도의 또는 더 작은 직경의 홀들은 더 작은 유동 프로파일을 생성한다. 더 큰 직경의 홀들을 통한 또는 더 조밀하게-포지셔닝된 홀들을 통한 증가된 가스 유동은, 전구체 재료의 비교적 더 높은 가스 유량들을 받는 구역들에서 기관 상에 증가된 재료 증착을 유발한다. 따라서, 가스 유동 변조를 통해 증착 균일성이 개선될 수 있다. 마찬가지로, 블로커 플레이트의 구역들을 통한 증가된 가스 유동은 블로커 플레이트(400)(또는 블로커 플레이트(400)에 인접한 페이스 플레이트)의 국부적인 냉각을 유발하여, 증착 프로파일 변조를 더 용이하게 할 수 있다.
- [0047] [0057] 블로커 플레이트(400)는 또한, 상이한 홀 크기/밀도의 구역들에 추가하여, 상이한 상대 두께들 또는 상이한 방사율의 다수의 구역들을 포함할 수 있다는 것이 고려된다. 따라서, 블로커 플레이트 표면에 결친 다수의 변동들을 통해, 온도 및 증착 균일성이 추가로 조정될 수 있다.
- [0048] [0058] 다양한 유동 프로파일들을 갖는 다수의 구역들을 갖는 블로커 플레이트(400)는, 각각의 구역 내에 형성되는 홀들의 수, 크기, 및 위치에 따른 기관 온도의 제어를 가능하게 한다. 결과적으로, 제어된 기관 온도는 기관의 표면 상에서의 증착 균일성을 개선한다.
- [0049] [0059] 도 6b는 2개의 예시적인 직경 스캔 프로파일들을 예시하며, 그 중 하나는 종래의 블로커 플레이트(즉, 예전의 것)에 대한 증착 충에 대한 것이고 다른 하나는 본 개시내용에 따른 블로커 플레이트, 이를테면, 도 6a에 예시된 블로커 플레이트(400)에 대한 것이다. 2개의 직경 스캔 프로파일들의 비교는, 선택된 구역들에서의 블로커 플레이트의 표면에 걸쳐 블로커 플레이트의 유동 프로파일을 조정함으로써, 중심 구역과 주변 구역 사이의 막 증착 두께들을 조정하는 것이 가능하다는 것을 보여준다.
- [0050] [0060] 도 7은 본 개시내용의 실시예들에 따른 방사 실드(500)를 예시한다. 방사 실드(500)는, 동일한 또는 상이한 직경들을 갖는 복수의 홀들(501)을 갖는 바디(502)를 포함하며, 그 복수의 홀들(501)은 바디(502)를 관통하여 형성된다. 바디(502)가 원통형으로 예시되지만, 직사각형을 포함하는 다른 형상들이 고려된다. 바디(502)는, 석영, 실리콘 나이트라이드, 알루미늄, 알루미늄 나이트라이드, 및 스테인리스 강과 같은 하나 이상의 재료들로 형성될 수 있다. 복수의 홀들(501)은 공통 축 둘레에 원주방향으로 배열될 수 있다. 각각의 원주방향 패턴에서의 홀들(501)의 밀도 및 홀들(501)의 직경은 상이할 수 있다. 결과적으로, 인접한 홀들(501) 사이의 간격들은 상이하고, 홀들(501)의 유동 프로파일들은 홀들(501)의 위치 및 크기에 따라 상이하다.
- [0051] [0061] 일 실시예에서, 복수의 홀들(501)은, 공통 중심을 공유하는 3개의 원주방향 패턴들(505, 510, 및 515) 상에 배치된다. 원주방향 패턴들(505 및 515) 상의 홀들(501)의 밀도들은 원주방향 패턴(510) 상의 홀들(501)의 밀도보다 더 높다. 그러나, 본 개시내용의 범위는 그에 제한되지 않으며, 원주방향 패턴들(505, 510, 또는 515) 중 임의의 원주방향 패턴은 다른 원주방향 패턴들(505, 510, 및 515)보다 더 높은 밀도의 홀들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 원주방향 패턴(510) 상의 홀들(501)의 직경들은 원주방향 패턴들(505 및 515) 상의 홀들(501)의 직경보다 더 크다. 대안적으로, 임의의 원주방향 패턴(505, 510, 또는 515) 상의 홀들(501)의 직경은 다른 원주방향 패턴들(505, 510 및 515) 상의 홀들(501)의 직경보다 더 클 수 있다.

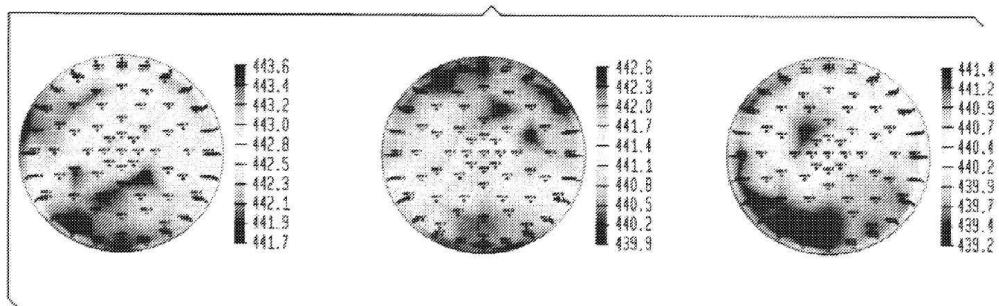
- [0052] [0062] 방사 실드(500)는, 홀들(501)의 크기들, 위치들, 및 수에 따라, 다양한 패턴들의 홀들(501)을 가질 수 있다. 방사 실드(500)는, 기판 지지부(110)의 최하부 표면 아래에 설치된다. 따라서, 방사 실드(500) 상에 상이한 패턴들의 홀들(501)을 제조함으로써, 기판 지지부(110)의 최하부 표면에서의 방사 열 손실은, 기판 지지부(110) 및 따라서 기판 지지부(110) 상에 포지셔닝된 기판의 임의의 온도 불균일성을 보상하도록 변조될 수 있다.
- [0053] [0063] 다른 실시예에서, 샤프트(114)는, 예컨대 기판 지지부(110)의 최하부 근처의, 샤프트(114)의 상부 단부에 복수의 홀들(115)(도 1에 도시됨)을 갖는다. 열 전도성 가스 또는 가스 혼합물들, 예컨대 He/H₂ 또는 Ar은 기판 지지부(110)의 샤프트의 복수의 홀들로부터 메인 프로세싱 챔버 볼륨(108) 내로 유동할 수 있다. 일부 실시예들에서, 열 전도성 가스는 외부 가스 소스(도시되지 않음)로부터 샤프트의 내부 파이프를 통해 공급된다. 상이한 유량들 및 상이한 가스 혼합물들을 이용하여, 기판 지지부(110)와 최하부 열 전도성 가스 사이의 대류 열 손실은 반경 방향에서 기판 지지부(110)의 온도 프로파일을 변조할 수 있다.
- [0054] [0064] 위에서 설명된 실시예들은, 페이스 플레이트 및 블로커 플레이트 특성들을 국부적으로 조정함으로써 박막 증착의 균일성을 개선하기 위해 독립적으로 또는 조합하여 사용될 수 있다. 더욱이, 본원의 실시예들이 일반적으로, 다양한 방사율, 상대 포지션, 또는 유동 밀도의 2개의 구역들을 이용하여 설명되지만, 본원에서 설명되는 페이스 플레이트들 및 블로커 플레이트들은 2개보다 더 많은 개개의 구역들을 포함할 수 있는 것으로 고려된다. 2개보다 많은 구역들을 포함하는 것은 균일성 및/또는 튜닝가능성을 추가로 향상시킨다.
- [0055] [0065] 전술한 내용이 본 개시내용의 양상들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 그리고 추가의 양상들이, 본 개시내용의 기본 범위를 벗어나지 않으면서 구상될 수 있고, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

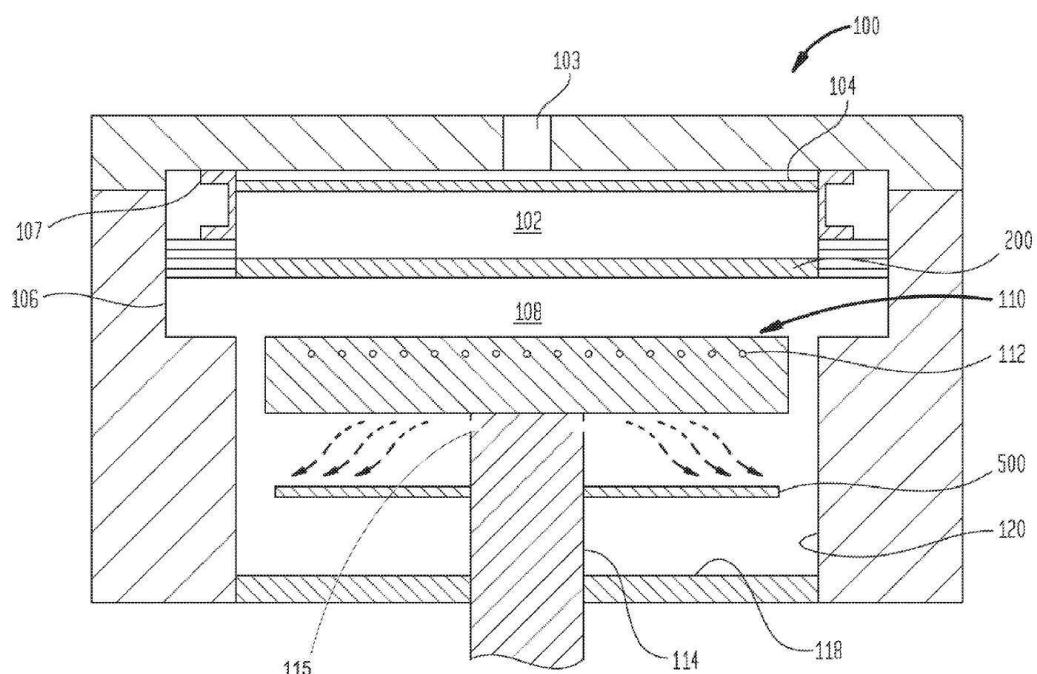
도면1



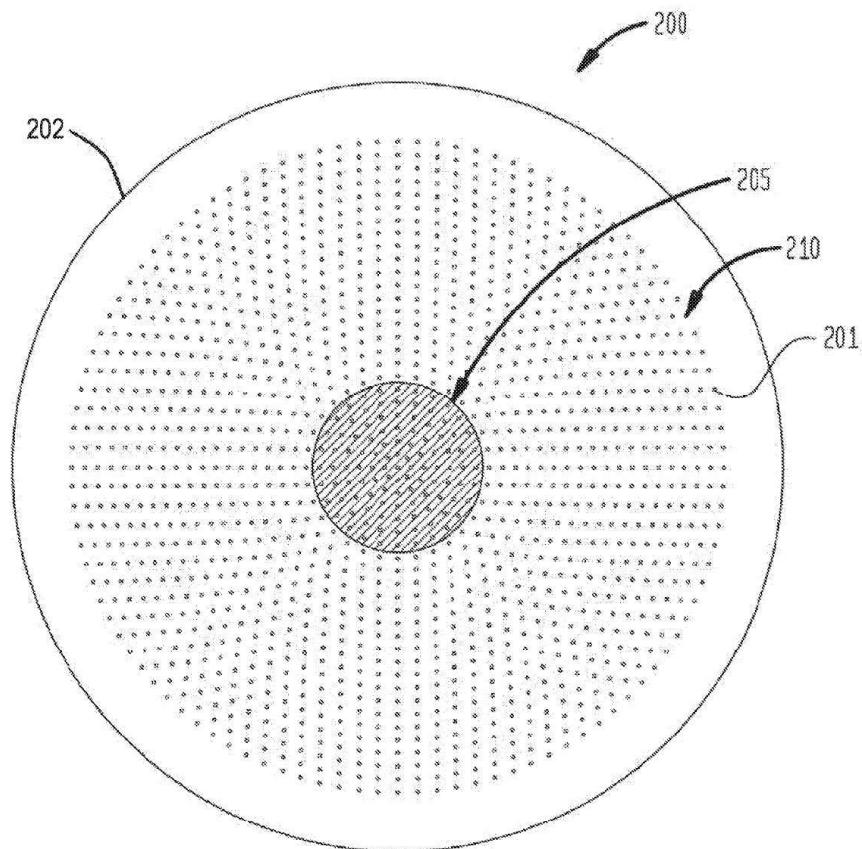
도면2



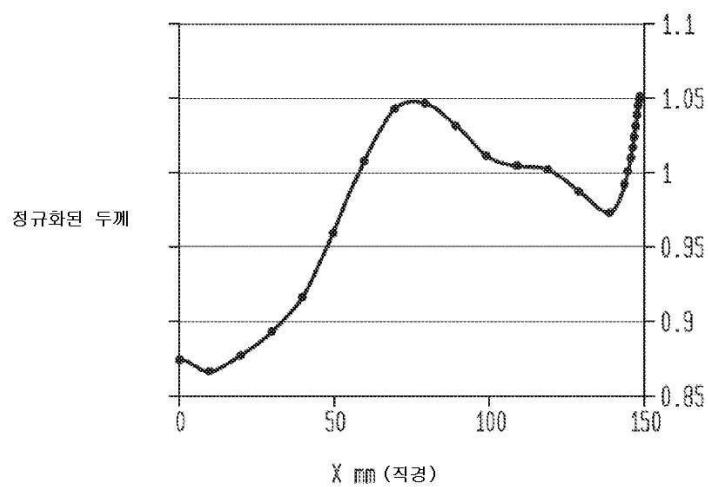
도면3



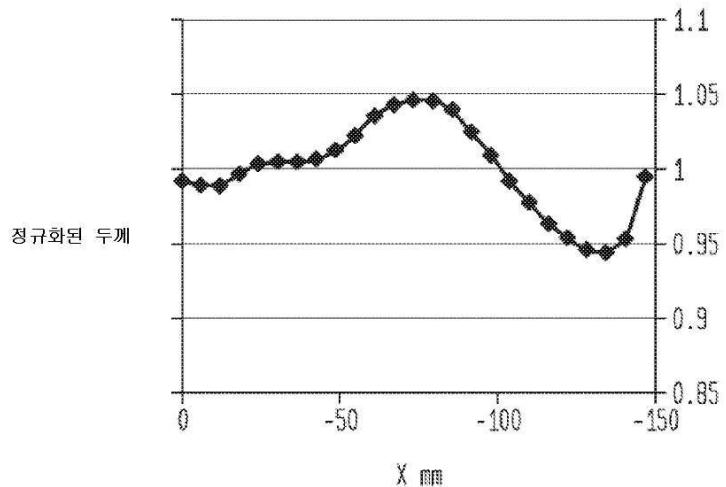
도면4a



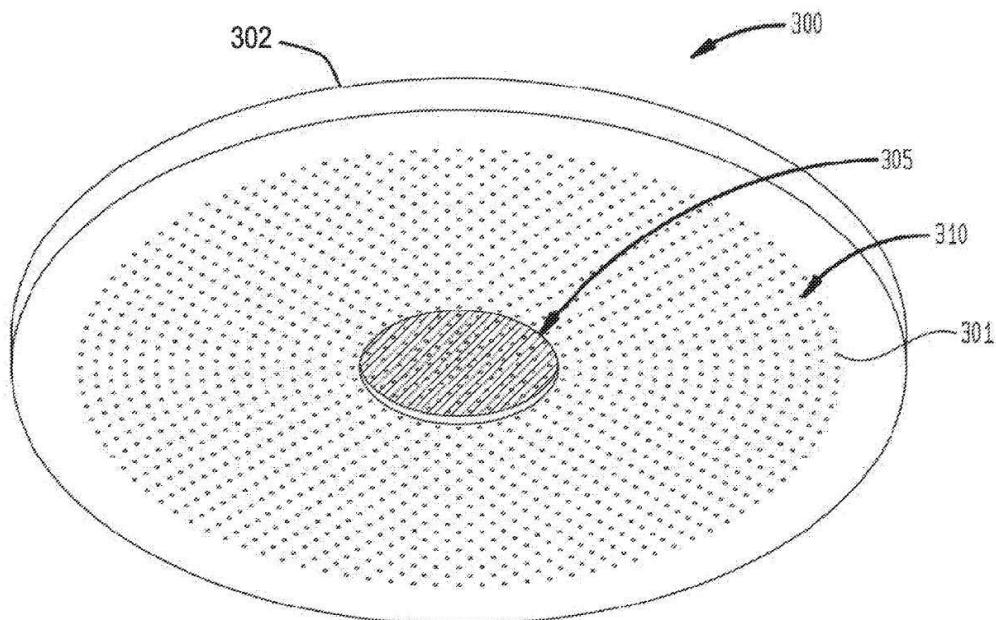
도면4b



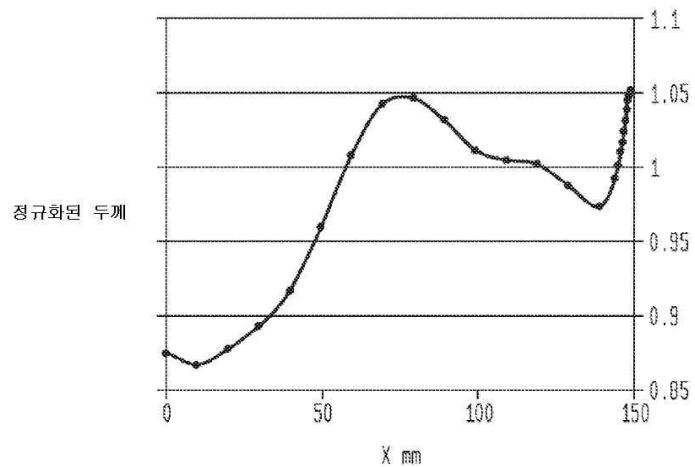
도면4c



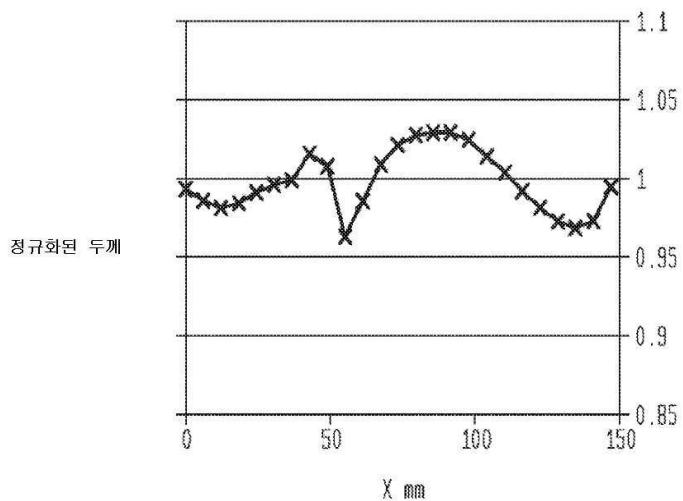
도면5a



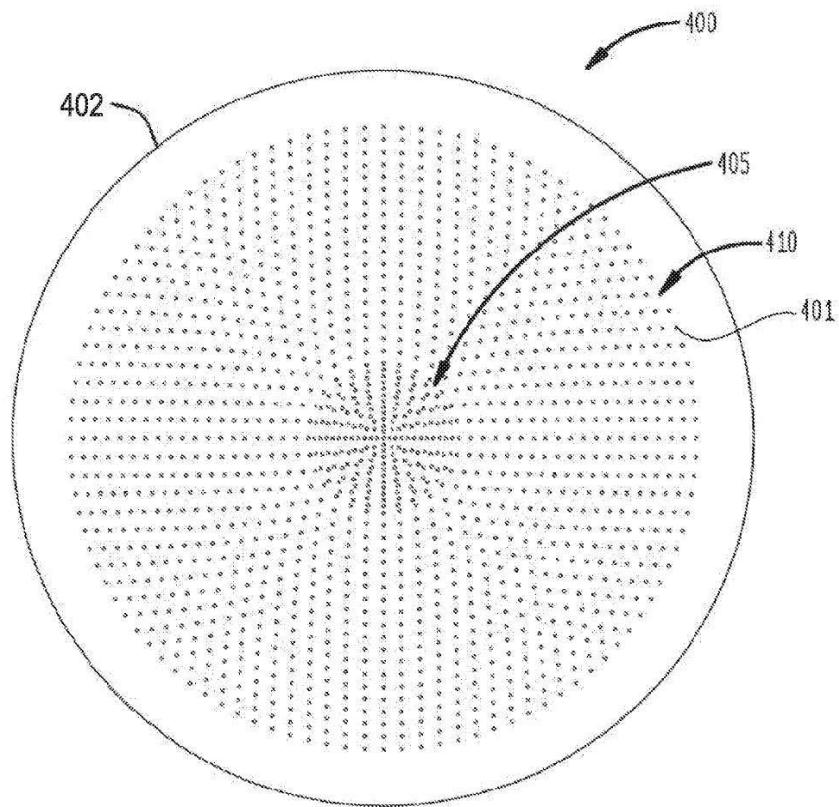
도면5b



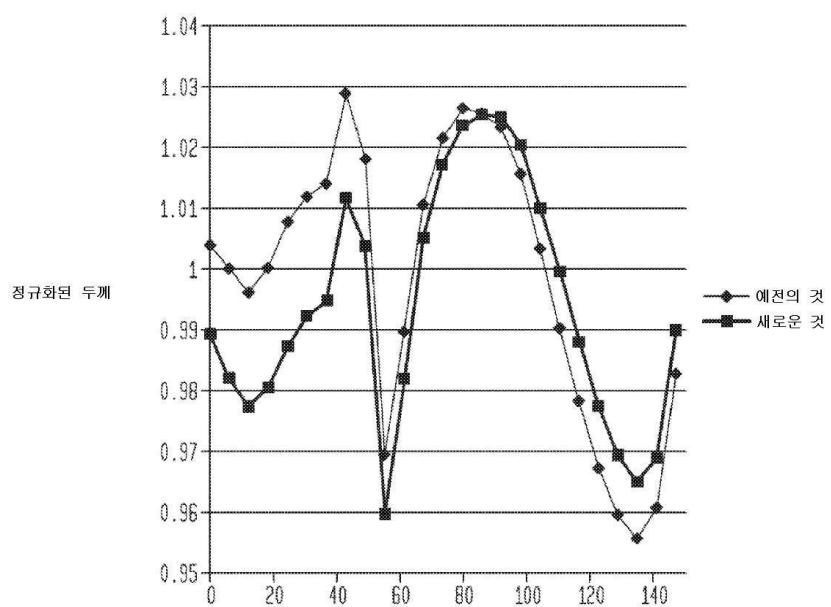
도면5c



도면6a



도면6b



도면7

