



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0044432
(43) 공개일자 2018년05월02일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 21/02274 (2013.01)
H01L 21/0217 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-7010873</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2016년09월09일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2018년04월17일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2016/050922</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2017/048596
국제공개일자 2017년03월23일</p> <p>(30) 우선권주장
62/220,422 2015년09월18일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
바맨, 수멘드라 나라얀
미국 95122 캘리포니아 새너제이 인디안 썸머 코
트 1115
첸, 지안 제이.
미국 94539 캘리포니아 프리몬트 카르멘 스트리트
41267
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 남앤드남</p> |
|--|---|

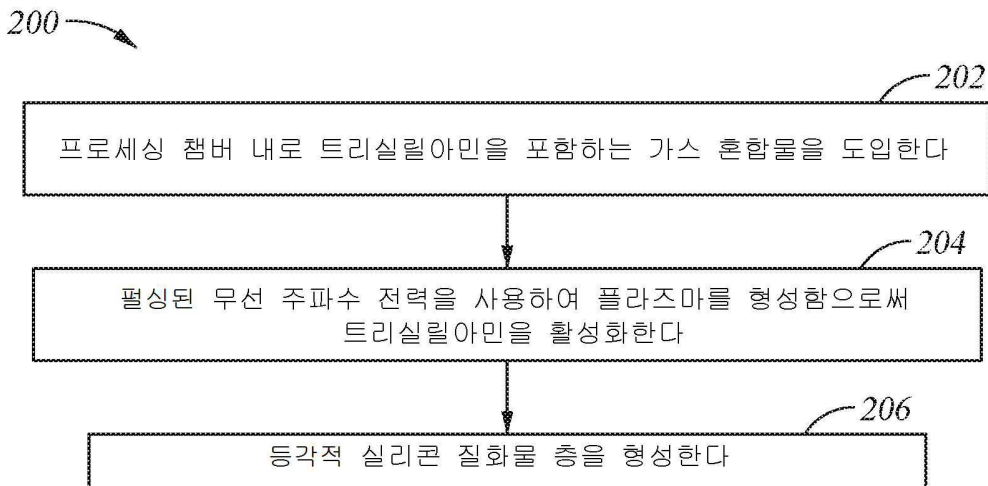
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 고 증황비 구조들 상의 실리콘 질화물의 저온 등각적 증착

(57) 요약

본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 낮은 온도들에서 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법들에 관한 것이다. 등각적 실리콘 질화물 층은, 트리실릴아민을 포함하는 가스 혼합물이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 프로세싱 챔버 내로 무선 주파수(RF) 전력을 펄싱함으로써 형성될 수 있다. 펄싱된 RF 전력은 중성 대 이온 종의 비율을 증가시키고, 트리실릴아민의 활성화된 종은 낮은 점착 계수들 및 더 큰 표면 이동을 갖는다. 결과로서, 증착된 실리콘 질화물 층의 등각성이 개선된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 21/02208 (2013.01)

H01L 21/205 (2013.01)

H05H 1/46 (2013.01)

(72) 발명자

자, 프라켓 피.

미국 95129 캘리포니아 새너제이 노워크 드라이브
4241 아파트먼트 제트-209

김, 복현

미국 95120 캘리포니아 새너제이 스틸링 게이트 드
라이브 1116

평, 미구엘 에스.

미국 94086 캘리포니아 쉐니베일 파시토 테라스
130 아파트먼트 422

명세서

청구범위

청구항 1

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법으로서,

프로세싱 챔버 내로 트리실릴아민을 유동시키는 단계;

상기 트리실릴아민이 상기 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에 플라즈마를 형성함으로써 상기 트리실릴아민을 활성화하는 단계 - 상기 플라즈마는 무선 주파수 전력(radio frequency power)을 펄싱(pulsing)함으로써 형성됨 -; 및

상기 프로세싱 챔버에 배치된 기판 상에 상기 실리콘 질화물 층을 형성하는 단계

를 포함하는,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버 내로 상기 트리실릴아민을 유동시키는 동안에, 상기 프로세싱 챔버 내로 제2 질소-함유 전구체를 동시에 유동시키는 단계를 더 포함하는,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제2 질소-함유 전구체는 질소 가스, 암모니아, 또는 히드라진인,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버 내로의 트리실릴아민의 유동은 제1 유량을 갖고, 상기 프로세싱 챔버 내로의 상기 제2 질소-함유 전구체의 유동은 제2 유량을 가지며, 상기 제2 유량은 상기 제1 유량보다 더 큰,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 5

제2 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버 내로 캐리어 가스를 유동시키는 단계를 더 포함하며,

상기 제2 질소-함유 전구체, 상기 트리실릴아민, 및 상기 캐리어 가스는 상기 프로세싱 챔버 내로 동시에 유동하는,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 무선 주파수 전력의 주파수는 약 1 Hz 내지 약 100,000 Hz의 범위에 있는,

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,
상기 무선 주파수 전력의 주파수는 약 1,000 Hz인,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 8

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법으로서,
프로세싱 챔버 내로 가스 혼합물을 유동시키는 단계 - 상기 가스 혼합물은 트리실릴아민 및 상이한 질소-함유 전구체를 포함함 -;
상기 트리실릴아민이 상기 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에 플라즈마를 형성함으로써 상기 가스 혼합물을 활성화하는 단계 - 상기 플라즈마는 무선 주파수 전력을 펄싱함으로써 형성됨 -; 및
상기 프로세싱 챔버에 배치된 기판 상에 상기 실리콘 질화물 층을 형성하는 단계를 포함하는,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,
상기 상이한 질소-함유 전구체는 질소 가스, 암모니아, 또는 히드라진인,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서,
상기 가스 혼합물은 캐리어 가스를 더 포함하는,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 11

제8 항에 있어서,
상기 무선 주파수 전력의 주파수는 약 1 Hz 내지 약 100,000 Hz의 범위에 있는,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 12

제8 항에 있어서,
상기 무선 주파수 전력의 전력은 약 100 W인,
실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 13

실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법으로서,
프로세싱 챔버 내로 가스 혼합물을 유동시키는 단계 - 상기 가스 혼합물은 트리실릴아민 및 제2 질소-함유 전구체를 포함함 -;
상기 트리실릴아민이 상기 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 상기 프로세싱 챔버 내로 무선 주파수 전

력을 펼침으로써, 상기 트리실릴아민 및 상기 제2 질소-함유 전구체의 활성화된 층을 형성하는 단계; 및
 상기 프로세싱 챔버에 배치된 기판 상에 반응 생성물을 형성하기 위해, 상기 트리실릴아민 및 상기 제2 질소-함유 전구체의 활성화된 층을 반응시키는 단계
 를 포함하는,
 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,
 상기 제2 질소-함유 전구체는 질소 가스, 암모니아, 또는 히드라진을 포함하는,
 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서,
 상기 반응 생성물은 실리콘 질화물인,
 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 낮은 온도들에서 등각적(conformal) 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스 산업 및 반도체 산업은, 표면적들이 점차적으로 더 커지고 있는 기판들 상에 증착되는 층들의 균일성을 증가시키면서 생산 수율들을 더 증가시키기 위해 계속 노력하고 있다. 새로운 재료들과 조합하여 이들 동일한 요인들은 또한, 기판 상의 단위 면적당 회로들의 더 높은 집적을 제공한다. 회로 집적이 증가됨에 따라, 층 특성들에 관한 프로세스 제어 및 더 큰 균일성에 대한 필요성이 증가하고 있다.

[0003] 고 종횡비 구조들 및/또는 삼차원(3D) 구조들 상의 유전체 층들의 저 패턴 로딩 효과(pattern loading effect)를 갖는 등각적 커버리지는, 디바이스 노드가 22 nm에 이르기까지 축소됨에 따라, 그리고 3D 트랜지스터들의 제조가 증가됨에 따라 중요한 요인이 되고 있다. 실리콘 질화물 층들은, 게이트 스페이서들, 라이너 층들, 희생 층들, 배리어 층들 등과 같은 집적 회로 형성의 전체에 걸쳐 사용될 수 있다. 열 프로세스들을 사용하여 형성된 실리콘 질화물 층들은 양호한 등각성을 제공한다. 그러나, 단점들은, 고온 요건(전형적으로, 400 °C 초과), 및 상이한 애플리케이션들에 대해 막 조성들 및 특성들을 엔지니어링(engineer)하는 능력들이 적다는 것을 포함한다. 대안적으로, 종래의 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 실리콘 질화물 층들은 라디칼들의 플럭스들의 방향성으로 인해 더 불량한 스텝 커버리지를 갖는다.

[0004] 따라서, 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 저온 프로세스가 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 낮은 온도들에서 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법들에 관한 것이다. 등각적 실리콘 질화물 층은, 트리실릴아민을 포함하는 가스 혼합물이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 프로세싱 챔버 내로 무선 주파수(RF) 전력을 펼침으로써 형성될 수 있다. 펼침된 RF 전력은 중성 대 이온 종의 비율을 증가시키고, 트리실릴아민의 활성화된 종은 낮은 집착 계수들 및 더 큰 표면 이동을 갖는다. 결과로서, 증착된 실리콘 질화물 층의 등각성이 개선된다.

[0006] 일 실시예에서, 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법은, 프로세싱 챔버 내로 트리실릴아민을 유동시키는 단계, 및 트리실릴아민이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에 플라즈마를 형성함으로써 트리실릴아민을 활성화하는 단계를 포함한다. 플라즈마는 RF 전력을 펼침으로써 형성된다. 방법은 프로세싱 챔버에 배

치된 기판 상에 실리콘 질화물 층을 형성하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 다른 실시예에서, 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법은 프로세싱 챔버 내로 가스 혼합물을 유동시키는 단계를 포함한다. 가스 혼합물은 트리실릴아민 및 상이한 질소-함유 전구체를 포함한다. 방법은, 트리실릴아민이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에 플라즈마를 형성함으로써 가스 혼합물을 활성화하는 단계를 더 포함한다. 플라즈마는 RF 전력을 필싱함으로써 형성된다. 방법은 프로세싱 챔버에 배치된 기판 상에 실리콘 질화물 층을 형성하는 단계를 더 포함한다.

[0008] 다른 실시예에서, 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법은 프로세싱 챔버 내로 가스 혼합물을 유동시키는 단계를 포함한다. 가스 혼합물은 트리실릴아민 및 제2 질소-함유 전구체를 포함한다. 방법은, 트리실릴아민이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 프로세싱 챔버 내로 RF 전력을 필싱함으로써, 트리실릴아민 및 제2 질소-함유 전구체의 활성화된 종을 형성하는 단계를 더 포함한다. 방법은, 프로세싱 챔버에 배치된 기판 상에 반응 생성물을 형성하기 위해, 트리실릴아민 및 제2 질소-함유 전구체의 활성화된 종을 반응시키는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시내용의 단지 전형적인 실시예들을 도시하는 것이므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0010] 도 1은 본원에서 설명되는 실시예들에 따른 플라즈마 프로세싱 챔버의 개략적인 단면도이다.

[0011] 도 2는 본원에서 설명되는 실시예들에 따른, 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법을 예시한다.

[0012] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우에 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예에서 개시되는 엘리먼트들이 구체적인 설명 없이 다른 실시예들에 대해 유익하게 활용될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 낮은 온도들에서 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법들에 관한 것이다. 등각적 실리콘 질화물 층은, 트리실릴아민을 포함하는 가스 혼합물이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 프로세싱 챔버 내로 무선 주파수(RF) 전력을 필싱함으로써 형성될 수 있다. 필싱된 RF 전력은 중성 대 이온 종의 비율을 증가시키고, 트리실릴아민의 활성화된 종은 낮은 집착 계수들 및 더 큰 표면 이동을 갖는다. 결과로서, 증착된 실리콘 질화물 층의 등각성이 개선된다.

[0011] 도 1은 본원에서 설명되는 실시예들에 따른 저온 등각적 실리콘 질화물 층 증착을 위해 사용될 수 있는 기판 프로세싱 시스템(100)의 개략적인 표현이다. 적합한 시스템들의 예들은, DxZ™ 프로세싱 챔버를 사용할 수 있는 CENTURA® 시스템들, PRECISION 5000® 시스템들, PRODUCER™ 시스템들, 이를테면 PRODUCER SE™ 프로세싱 챔버, 및 PRODUCER GT™ 프로세싱 챔버를 포함하며, 이들 모두는 캘리포니아, 산타클라라의 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드로부터 상업적으로 입수가 가능하다.

[0012] 시스템(100)은 프로세싱 챔버(125), 가스 패널(130), 제어 유닛(110), 및 다른 하드웨어 컴포넌트들, 이를테면 전력 공급부들 및 진공 펌프들을 포함한다. 프로세싱 챔버(125)는 일반적으로, 반도체 기판(190)과 같은 기판을 지지하기 위해 사용되는 기판 지지 페데스탈(150)을 포함한다. 기판 지지 페데스탈(150)은, 샤프트(160)에 커플링된 변위 메커니즘(미도시)을 사용하여, 프로세싱 챔버(125) 내부에서 수직 방향으로 이동할 수 있다. 프로세스에 따라, 반도체 기판(190)은, 프로세싱 전에, 미리 결정된 온도로 가열될 수 있다. 기판 지지 페데스탈(150)은 매립된 가열기 엘리먼트(170)에 의해 가열될 수 있다. 예컨대, 기판 지지 페데스탈(150)은, 전력 공급부(106)로부터 가열기 엘리먼트(170)로 전류를 인가함으로써, 저항성으로 가열될 수 있다. 차례로, 반도체 기판(190)이 기판 지지 페데스탈(150)에 의해 가열된다. 열전대와 같은 온도 센서(172)가 또한, 기판 지지 페데스탈(150)의 온도를 모니터링하기 위해 기판 지지 페데스탈(150)에 매립될 수 있다. 측정된 온도는

가열기 엘리먼트(170)에 대해 전력 공급부(106)를 제어하기 위해 피드백 루프에서 사용된다. 기관 온도는 특정한 프로세스 애플리케이션을 위해 선택된 온도로 유지될 수 있거나 또는 제어될 수 있다.

- [0013] [0016] 진공 펌프(102)는 프로세싱 챔버(125)를 진공배기시키기 위해, 그리고 프로세싱 챔버(125) 내부에서 적절한 가스 유동들 및 압력을 유지하기 위해 사용된다. 프로세스 가스들의 가스 혼합물이 프로세스 챔버(125) 내로 도입하기 위해 통과하는 샤워헤드(120)가 기관 지지 페데스탈(150) 위에 위치되고, 프로세싱 챔버(125) 내로 가스 혼합물의 균일한 분배를 제공하도록 적응된다. 샤워헤드(120)는 가스 패널(130)에 연결될 수 있고, 그 가스 패널(130)은 프로세스 시퀀스의 상이한 단계들에서 사용되는 다양한 프로세스 가스들을 제어 및 공급한다. 프로세스 가스들은 상이한 유량들로 가스 패널(130) 내로 유동될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프로세스 가스들은 프로세싱 챔버 내로 개별적으로 그리고 동시에 유동될 수 있고, 프로세스 가스들의 유량들은 상이할 수 있다. 가스 혼합물의 프로세스 가스들은 트리실릴아민(TSA), 및 TSA 이외의 질소-함유 전구체 가스를 포함할 수 있고, 예시적인 증착 프로세스의 설명과 함께 아래에서 더 상세히 설명된다. 프로세스 가스들은 기화된 액체 전구체들일 수 있다. 도시되어 있지는 않지만, 액체 전구체 공급부로부터의 액체 전구체들은, 예컨대, 액체 주입 기화기에 의해 기화될 수 있고, 캐리어 가스의 존재 하에 프로세싱 챔버(125)로 전달될 수 있다. 캐리어 가스는 전형적으로, 비활성 가스, 이를테면 아르곤 또는 헬륨이다. 대안적으로, 액체 전구체는 열 및/또는 진공 강화 기화 프로세스에 의해 앰플로부터 기화될 수 있다.
- [0014] [0017] 샤워헤드(120) 및 기관 지지 페데스탈(150)은 또한, 이격된 전극들의 쌍을 형성할 수 있다. 이들 전극들 사이에 전기장이 생성되는 경우에, 챔버(125) 내로 도입되는 가스 혼합물이 플라즈마(192)로 점화된다. 전형적으로, 전기장은, 정합 네트워크(미도시)를 통해 단일-주파수 또는 이중-주파수 RF 전력의 소스(미도시)에 기관 지지 페데스탈(150)을 연결함으로써 생성된다. 대안적으로, RF 전력 소스 및 정합 네트워크는 샤워헤드(120)에 커플링될 수 있거나, 또는 샤워헤드(120)와 기관 지지 페데스탈(150) 둘 모두에 커플링될 수 있다. RF 전력은 기관(190) 상에 증착되는 실리콘 질화물 층의 등각성을 개선하기 위해 필싱될 수 있다.
- [0015] [0018] PECVD 기법들은 기관 표면 근처의 반응 구역에 전기장을 인가함으로써 프로세스 가스들의 여기 및/또는 해리를 촉진하여, 반응성 종의 플라즈마를 생성한다.
- [0016] [0019] 가스 패널(130)을 통하는 가스 유동들의 적절한 제어 및 조절은 질량 유동 제어기들(미도시) 및 제어 유닛(110), 이를테면 컴퓨터에 의해 수행된다. 샤워헤드(120)는 가스 패널(130)로부터의 프로세스 가스들이 프로세싱 챔버(125) 내로 균일하게 분배되고 도입될 수 있게 한다. 예시적으로, 제어 유닛(110)은 중앙 프로세싱 유닛(CPU)(112), 지원 회로(114), 및 연관된 제어 소프트웨어(116)를 포함하는 메모리들을 포함한다. 이러한 제어 유닛(110)은 기관 프로세싱의 다수의 단계들, 이를테면, 기관 운송, 가스 유동 제어, 액체 유동 제어, 온도 제어, 챔버 진공배기 등의 자동화된 제어를 담당한다. 가스 혼합물이 샤워헤드(120)에서 빠져나가는 경우에, 프로세스 가스들의 플라즈마 강화 활성화가 발생되어, 활성화된 종 사이의 반응 생성물이 형성된다. 그 후에, 반도체 기관(190)의 표면(195) 상에 반응 생성물이 증착된다. 기관(190)의 표면(195)은 5:1 내지 12:1과 같은 고 종횡비를 갖는 복수의 트렌치들을 포함할 수 있고, 트렌치들에 증착되는 반응 생성물은 등각적 실리콘 질화물 층일 수 있다. 등각적 성질은 막의 등각성에 의해 정의된다. 등각성은 트렌치의 상단 측면에서의 실리콘 질화물 층의 두께 대 트렌치의 하단에서의 실리콘 질화물 층의 두께의 비율을 지칭한다.
- [0017] [0020] 도 2는 본원에서 설명되는 실시예들에 따른, 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하기 위한 방법(200)을 예시한다. 먼저, 블록(202)에서, 가스 혼합물이 프로세싱 챔버 내로 도입된다. 가스 혼합물은 TSA를 포함하는 프로세스 가스들, 및 제2 질소-함유 전구체, 이를테면 질소 가스, 암모니아, 또는 히드라진을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 실란 또는 디실란이 TSA 대신에 사용될 수 있다. 가스 혼합물은 또한, 아르곤과 같은 캐리어 가스를 포함할 수 있다. 프로세싱 챔버는 도 1에서 설명된 프로세싱 챔버(125)일 수 있다. 도 1에서 도시된 기관(190)과 같은 기관이 프로세싱 챔버에 배치될 수 있다. 기관은 섭씨 300 도 미만의 온도, 이를테면 섭씨 약 280 도로 가열될 수 있다. TSA의 유량은 제2 질소-함유 전구체 및 캐리어 가스의 유량들보다 더 느릴 수 있고, 그에 따라, 낮은 농도의 TSA를 갖는 가스 혼합물을 발생시킬 수 있다. 낮은 농도의 TSA를 갖는 것은 등각성을 증가시키면서 증착 레이트를 감소시키는 것을 보조한다. 낮은 농도의 TSA는 반응성 종의 가스 상 재결합을 감소시키고, 그에 따라, 표면 상에 더 적은 흡착된 분자들을 발생시킨다. 이들 더 적은 흡착된 분자들은 더 낮은 점착 계수 및 더 큰 표면 이동도를 가질 수 있다.
- [0018] [0021] 다음으로, 블록(204)에서, 가스 혼합물의 프로세스 가스들은 프로세싱 챔버에서 플라즈마를 형성함으로써 활성화된다. 프로세스 가스들의 활성화는, 프로세스 가스들이 기관에 도달하기 전에, 덜 반응적인 프로세스 가스들로부터 반응성 종, 이를테면 라디칼들 및 이온들을 형성하는 것을 의미한다. 프로세스 가스들의 활성화

는 펄싱된 RF 전력으로 프로세싱 챔버에서 플라즈마를 형성함으로써 이루어질 수 있다. 펄싱된 RF 전력으로 형성된 플라즈마는 RF 플라즈마로부터 기인하는 중성 대 이온 종의 비율을 증가시킨다. 수명이 긴 중성 종의 증가는 나노미터 사이즈의 피처들 내로의 확산을 가능하게 하고, 전자 셰이딩 효과(electron shading effect)들을 방지하고, 표면 상의 흡착된 종의 이동을 증가시켜서, 등각성을 개선한다. TSA의 활성화된 종은 더 낮은 점착 계수들 및 더 큰 표면 이동을 갖는다. 부가하여, 프로세싱 챔버의 압력은 가스 분자 상호작용들 또는 재결합을 감소시키기 위해 낮을 수 있다. 압력은 약 1 mtorr 내지 약 15 mtorr의 범위에 있을 수 있다.

[0019] [0022] RF 전력은 펄싱될 수 있고, 약 1 Hz 내지 100,000 Hz 초과의 범위에 있는 주파수, 및 비교적 낮은 전력, 이를테면 약 25 W 내지 약 300 W를 가질 수 있다. 일 실시예에서, RF 전력은 약 100 W이고, 약 1,000 Hz의 주파수를 갖는다. RF 전력은, 실리콘 질화물 층의 미리 결정된 두께에 기초하여, 가스 혼합물이 프로세싱 챔버 내로 유동하고 있는 동안에, 시간 기간 동안 펄싱될 수 있다. 시간 기간은 약 5 초 내지 300 초 초과, 이를테면 약 15 초 내지 약 90 초의 범위에 있을 수 있다. 펄싱된 RF 전력의 듀티 사이클은 약 5 퍼센트 내지 약 95 퍼센트, 이를테면 약 5 퍼센트 내지 약 30 퍼센트의 범위에 있을 수 있다.

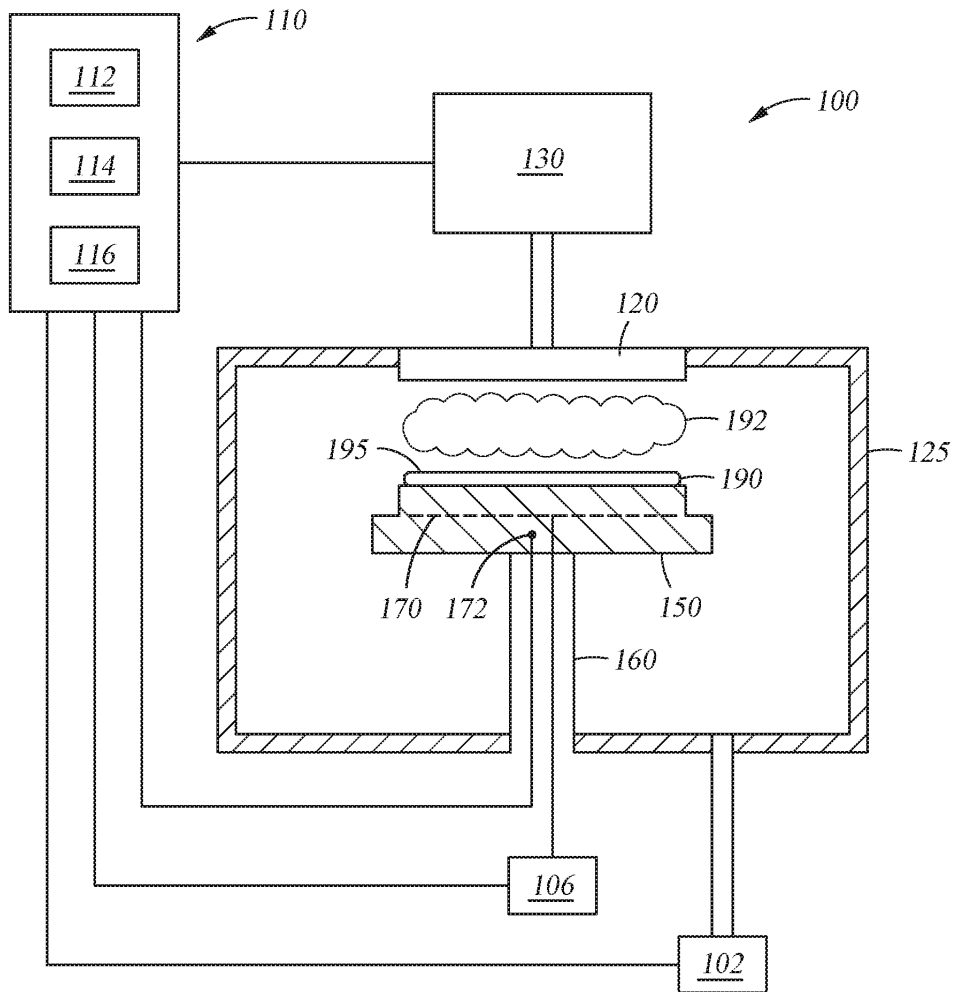
[0020] [0023] 다음으로, 블록(206)에서, 등각적 실리콘 질화물 층이 기판 상에 형성된다. 실리콘 질화물 층은 고 종횡비를 갖는 트렌치들에 등각적으로 형성될 수 있다. 등각적 실리콘 질화물 층은 활성화된 종의 반응 생성물일 수 있다. 활성화된 종은 먼저, 기판의 표면 상에 증착될 수 있고, 그 후에, 등각적 실리콘 질화물 층을 형성하도록 반응될 수 있다. 대안적으로 또는 부가하여, 활성화된 종은 기판의 표면에 도달하기 전에 반응될 수 있고, 반응 생성물이 기판의 표면 상에 증착된다.

[0021] [0024] 섭씨 300 도 미만과 같은 낮은 온도에서, 전구체로서 TSA를 사용하고, 펄싱된 RF 전력을 사용하여, 실리콘 질화물 층을 형성함으로써, 실리콘 질화물 층의 등각성이 개선된다. 부가하여, 층 품질, 이를테면 누설, 에칭 레이트, 및 밀도가 또한 개선된다.

[0022] [0025] 전술한 바가 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않으면서 고안될 수 있고, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

도면1



도면2

