



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월29일
(11) 등록번호 10-2641211
(24) 등록일자 2024년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/52 (2018.01) C23C 16/40 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/505 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/52 (2018.01)
C23C 16/402 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7014074
(22) 출원일자(국제) 2021년11월17일
심사청구일자 2023년04월25일
(85) 번역문제출일자 2023년04월25일
(65) 공개번호 10-2023-0074564
(43) 공개일자 2023년05월30일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2021/131150
(87) 국제공개번호 WO 2022/105778
국제공개일자 2022년05월27일
(30) 우선권주장
202011296600.9 2020년11월18일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100048521 A*
KR1020140136154 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
베이징 나우라 마이크로일렉트로닉스 이큅먼트 씨
오., 엘티디.
중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8
(72) 발명자
친, 하이평
중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8
란, 원평
중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8
(뒤편에 계속)
(74) 대리인
김진환, 박지하, 김민철

전체 청구항 수 : 총 12 항

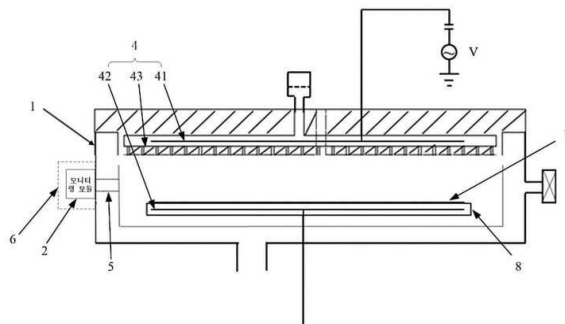
심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 반도체 공정 디바이스 및 이의 반응 챔버와 박막층 증착 방법

(57) 요약

반도체 공정 디바이스의 반응 챔버, 반도체 공정 디바이스 및 박막층 증착 방법에 있어서, 반응 챔버는 챔버 본체(1), 모니터링 모듈(2), 증착 모듈(4) 및 제어 모듈(3)을 포함한다. 여기에서 증착 모듈(4)은 챔버 본체(1)에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행하는 데 사용된다. 모니터링 모듈(2)은 챔버 본체(1)와 연결되며, 증착 모듈(4)이 증착 단계를 매회 실행할 때, 챔버 본체(1) 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성하는 데 사용된다. 제어 모듈(3)은 모니터링 모듈(2)과 연결되며, 적어도 1회의 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 여러 회의 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단하고, 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다. 상기 방법은 목표 박막층의 두께와 목표 두께에 편차가 발생하는 문제를 개선하는 데 도움이 된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 16/45529 (2013.01)

C23C 16/45536 (2013.01)

C23C 16/45544 (2013.01)

C23C 16/505 (2013.01)

Y02P 70/50 (2020.08)

(72) 발명자

스, 수아이타오

중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8

왕, 후안위

중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8

장, 팡

중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8

장, 원치양

중국 베이징 100176 베이징 경제기술개발구 윈창
애비뉴 넘버 8

명세서

청구범위

청구항 1

반도체 공정 디바이스의 반응 챔버에 있어서,

챔버 본체, 모니터링 모듈, 증착 모듈 및 제어 모듈을 포함하고,

상기 증착 모듈은 상기 챔버 본체에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행하고,

상기 모니터링 모듈은 상기 챔버 본체와 연결되며, 상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 매회 실행할 때, 상기 챔버 본체 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 상기 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성하고,

상기 제어 모듈은 상기 모니터링 모듈과 연결되며, 적어도 1회의 상기 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호에 따라, 상기 증착 단계에서 발생하는 플라즈마 글로우가 비정상인지 판단하고, 비정상이면, 여러 회의 상기 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고, 비정상 처리 프로세스를 실행하고,

상기 비정상 처리 프로세스는, 상기 증착 모듈을 제어하여 상기 증착 단계를 적어도 1회 추가로 실행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비정상 처리 프로세스는, 상기 제어 모듈에서 비정상 경고 신호를 발하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어 모듈은 처리 서브 모듈 및 제어 서브 모듈을 포함하고, 상기 모니터링 모듈과 상기 제어 서브 모듈은 모두 상기 처리 서브 모듈과 연결되고,

상기 처리 서브 모듈은 매회 상기 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호가 소정 범위를 초과하는지 판단하고, 초과하면 해당 회차의 상기 증착 단계에 대응하는 제2 신호를 생성하고,

상기 제어 서브 모듈은 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성하는 상기 제2 신호의 횟수를 통계하여, 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성하는 상기 제2 신호의 횟수가 0보다 크면, 상기 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고, 상기 비정상 처리 프로세스를 실행하는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 비정상 처리 프로세스는,

상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에 생성하는 상기 제2 신호의 횟수에 따라, 상기 제어 서브 모듈에서 상기 증착 모듈을 제어하여 상기 증착 단계를 적어도 1회 추가로 실행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 보완 실행하는 횟수는 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성

하는 상기 제2 신호의 횡수와 동일한 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 모니터링 모듈은 포토레지스터 또는 포토다이오드를 포함하고, 상기 제1 신호는 상기 플라즈마 광원의 밝기와 음의 상관관계가 있는 전압 신호인 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 챔버 본체의 측벽 상에는 모니터링 포트가 설치되고, 상기 모니터링 모듈은 상기 챔버 본체 밖에 위치하고, 상기 모니터링 모듈은 상기 모니터링 포트를 통해 상기 챔버 본체 중 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 모니터링 모듈과 상기 제어 모듈 중 적어도 하나는 인쇄회로판 상에 집적되고, 상기 인쇄회로판은 상기 챔버 본체 상에 장착되며, 상기 챔버 본체 밖에 위치하고,

상기 반응 챔버는 보호 하우징을 더 포함하고, 상기 보호 하우징은 상기 인쇄회로판의 주위를 덮도록 설치되어, 상기 인쇄회로판을 외부와 격리시키는 데 사용되고, 상기 보호 하우징 상에는 신호를 전송하기 위한 포트가 설치되는 것을 특징으로 하는 반응 챔버.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 반응 챔버를 포함하는 반도체 공정 디바이스에 있어서,

상기 증착 모듈은 흡기 장치 및 상부 전극 장치를 포함하고, 여기에서 상기 챔버 본체에는 웨이퍼를 운반하기 위한 베이스가 설치되고, 상기 흡기 장치는 상기 챔버 본체 내에 전구체를 주입하는 데 사용되고, 상기 상부 전극 장치는 상기 전구체를 여기시켜 플라즈마를 형성하는 데 사용되는 것을 특징으로 하는 반도체 공정 디바이스.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 반도체 공정 디바이스는 플라즈마 강화 원자층 증착 디바이스에 적용되는 것을 특징으로 하는 반도체 공정 디바이스.

청구항 11

박막층 증착 방법에 있어서,

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버에 적용되며, 상기 박막층 증착 방법은,

상기 증착 모듈이 상기 챔버 본체에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행하는 단계;

상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 매회 실행할 때, 상기 챔버 본체 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 상기 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성하는 단계; 및

적어도 1회의 상기 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 상기 증착 단계에서 발생하는 플라즈마 글로우가 비정상인지 판단하고, 비정상이면, 여러 회의 상기 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고, 비정상 처리 프로세스를 실행하는 단계를 포함하고,

상기 비정상 처리 프로세스는, 상기 증착 모듈을 제어하여 상기 반응 챔버가 상기 증착 단계를 적어도 1회 추가로 실행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막층 증착 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 비정상 처리 프로세스는, 비정상 경보 신호를 발하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막층 증착 방법.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 가공 기술 분야에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버, 반도체 공정 디바이스 및 박막층 적층 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이산화규소(SiO₂) 박막은 반도체 공정 상에서 가장 일반적으로 사용되는 박막 중 하나이다. 산화 공정과 같은 종래의 SiO₂ 박막을 증착하는 방법은 고온 환경에서 수행해야 하며, 온도는 통상적으로 1000℃를 초과한다. 고온 환경은 불량 부산물을 생성할 수 있으며, 나아가 박막 커버리지에 영향을 미칠 수 있다.

[0003] 플라즈마 강화 원자층 증착(Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition, PEALD로 약칭) 방법은 저온 환경에서의 SiO₂ 박막 증착을 구현할 수 있으며, 온도는 일반적으로 70℃ 내지 300℃이다. 산화 공정에 비해, PEALD 방법은 박막 커버리지가 더욱 우수하며, 박막 두께에 대한 제어가 더욱 정확하다.

[0004] 현재 PEALD 방법을 통한 SiO₂ 박막 증착은 통상적으로 비스(디에틸아미노)실란(bis(diethylamino)silane, SAM24)과 산소(O₂)를 전구체로 사용한다. 도 1은 종래의 PEALD 방법으로 SiO₂ 박막을 증착하는 흐름도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 증착 과정은, SAM24 전구체를 반응 챔버에 넣고 웨이퍼 표면에 흡착시키는 S1' 단계; 및 O₂ 전구체를 반응 챔버에 넣고, 반응 챔버에 RF(radio frequency) 전기장을 인가하여, SAM24의 대부분자를 소분자로 분해하고, 산소 분자가 여기되어 활성 산소 원자와 산소 자유라디칼 등 다양한 활성기를 형성하며, SAM24의 분해된 소분자와 산소의 활성기가 반응을 일으켜 SiO₂ 박막을 형성하는 단계 S2'를 포함한다. 상기 과정은 1회 순환이며, 실제 공정에서는 형성된 SiO₂ 박막 두께가 실제 수요를 충족하도록, 통상적으로 여러 회의 순환을 반복해야 한다.

[0005] 그러나 반응 챔버에 RF 전기장을 인가하면, 글로우 지연이 일어날 수 있으며, 심지어 글로우 실패 등 비정상적인 상황이 발생할 수 있다. 여러 회의 순환에서 1회 순환에서만 비정상적인 상황이 발생하더라도, 생성된 SiO₂ 박막 두께와 목표 두께에 편차가 발생할 수 있다. 이는 웨이퍼 간 두께 일관성을 떨어뜨려 제품 품질에 영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 목적은 종래 기술에 존재하는 기술적 문제 중 적어도 하나를 해결하기 위해, 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버, 반도체 공정 디바이스와 박막층 증착 방법을 제공하는 데에 있다.

[0007] 상술한 목적을 구현하기 위해, 본 발명은 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버를 제공한다. 여기에는 챔버 본체, 모니터링 모듈, 증착 모듈 및 제어 모듈이 포함된다.

[0008] 여기에서 상기 증착 모듈은 상기 챔버 본체에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행하는 데 사용된다.

[0009] 상기 모니터링 모듈은 상기 챔버 본체와 연결된다. 이는 상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 매회 실행할 때, 상기 챔버 본체 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 상기 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성하는 데 사용된다.

- [0010] 상기 제어 모듈은 상기 모니터링 모듈과 연결된다. 이는 적어도 1회의 상기 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호에 따라, 여러 회의 상기 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단하고, 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다.
- [0011] 선택적으로, 상기 비정상 처리 프로세스는, 구체적으로 하기 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 제어 모듈에서 비정상 경보 신호를 발하는 단계 및/또는 상기 증착 모듈이 적어도 1회의 상기 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다.
- [0013] 선택적으로, 상기 제어 모듈은 구체적으로 하기와 같이 사용된다.
- [0014] 적어도 1회의 상기 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호에 따라, 상기 증착 단계에서 발생하는 플라즈마 글로우가 비정상인지 판단한다. 그러하면, 상기 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고, 상기 비정상 처리 프로세스를 실행한다.
- [0015] 선택적으로, 상기 제어 모듈은 처리 서브 모듈 및 제어 서브 모듈을 포함한다. 상기 모니터링 모듈과 상기 제어 서브 모듈은 모두 상기 처리 서브 모듈과 연결된다.
- [0016] 여기에서 상기 처리 서브 모듈은 매회 상기 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호가 소정 범위를 초과하는지 판단하고, 그러하면 해당 회차의 상기 증착 단계에 대응하는 제2 신호를 생성하는 데 사용된다.
- [0017] 상기 제어 서브 모듈은 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성하는 상기 제2 신호의 횟수를 통계하여, 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성하는 상기 제2 신호의 횟수가 0보다 크면, 상기 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고, 상기 비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다.
- [0018] 선택적으로, 상기 비정상 처리 프로세스는, 구체적으로 하기 단계를 포함한다.
- [0019] 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에 생성하는 상기 제2 신호의 횟수에 따라, 상기 제어 서브 모듈에서 상기 증착 모듈이 적어도 1회의 상기 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다.
- [0020] 선택적으로, 상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 보완 실행하는 횟수는 상기 처리 서브 모듈이 상기 증착 주기 내에서 생성하는 상기 제2 신호의 횟수와 동일하다.
- [0021] 선택적으로, 상기 모니터링 모듈은 포토레지스터 또는 포토다이오드를 포함한다. 상기 제1 신호는 상기 플라즈마 광원의 밝기와 음의 상관관계가 있는 전압 신호이다.
- [0022] 선택적으로, 상기 챔버 본체의 측벽 상에는 모니터링 포트가 설치된다. 상기 모니터링 모듈은 상기 챔버 본체 밖에 위치한다. 상기 모니터링 모듈은 상기 모니터링 포트를 통해 상기 챔버 본체 중 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링한다.
- [0023] 선택적으로, 상기 모니터링 모듈과 상기 제어 모듈 중 적어도 하나는 인쇄회로판 상에 집적된다. 상기 인쇄회로판은 상기 챔버 본체 상에 장착되며, 상기 챔버 본체 밖에 위치한다.
- [0024] 상기 반응 챔버는 보호 하우징을 더 포함한다. 상기 보호 하우징은 상기 인쇄회로판의 주위를 덮도록 설치되어, 상기 인쇄회로판을 외부와 격리시키는 데 사용된다. 또한 상기 보호 하우징 상에는 신호를 전송하기 위한 포트가 설치된다.
- [0025] 본 발명은 상술한 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버를 포함하는 반도체 공정 디바이스를 더 제공한다. 여기에서, 상기 증착 모듈은 흡기 장치 및 상부 전극 장치를 포함한다. 여기에서 상기 챔버 본체에는 웨이퍼를 운반하기 위한 베이스가 설치된다. 상기 흡기 장치는 상기 챔버 본체 내에 전구체를 주입하는 데 사용된다. 상기 상부 전극 장치는 상기 전구체를 여기서시켜 플라즈마를 형성하는 데 사용된다.
- [0026] 선택적으로, 상기 반도체 공정 디바이스는 플라즈마 강화 원자층 증착 디바이스에 적용된다.
- [0027] 본 발명은 상술한 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버에 적용되는 박막층 증착 방법을 더 제공한다. 상기 박막층 증착 방법은 하기 단계를 포함한다.
- [0028] 상기 증착 모듈이 상기 챔버 본체에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행한다.
- [0029] 상기 증착 모듈이 상기 증착 단계를 매회 실행할 때, 상기 챔버 본체 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 상기 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성한다.

- [0030] 적어도 1회의 상기 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 여러 회의 상기 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단하고, 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행한다.
- [0031] 선택적으로, 상기 비정상 처리 프로세스는, 구체적으로 하기 단계를 포함한다.
- [0032] 비정상 경고 신호를 발하는 단계 및/또는 상기 반응 챔버가 적어도 1회의 상기 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다.
- [0033] 본 발명의 유익한 효과는 하기와 같다.
- [0034] 본 발명에서 제공하는 반도체 공정 디바이스 및 이의 반응 챔버와 박막층 증착 방법의 기술적 방안이 있어서, 모니터링 모듈은 증착 모듈이 증착 단계를 매회 실행할 때, 챔버 본체 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성한다. 제어 모듈은 적어도 1회의 증착 단계에 대응하는 상기 제1 신호에 따라, 여러 회의 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단하고, 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행한다. 이를 통해 목표 박막층의 두께에 비정상적인 상황이 발생하면 즉시 비정상 처리를 수행하고, 나아가 목표 박막층의 두께와 목표 두께에 편차가 발생하는 문제를 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 첨부 도면은 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기 위한 것으로 명세서의 일부분을 구성한다. 이하의 구체적인 실시방식을 함께 참조하여 본 발명을 해석하나 이는 본 발명을 제한하지 않는다. 첨부 도면은 하기와 같다.
 - 도 1은 종래의 PEALD로 SiO₂ 박막을 증착하는 흐름도이다.
 - 도 2는 본 발명의 실시예에서 제공하는 반도체 반응 챔버의 구조도 1이다.
 - 도 3은 본 발명의 실시예에서 제공하는 반도체 반응 챔버의 구조도 2이다.
 - 도 4는 본 발명의 실시예에서 제공하는 모니터링 모듈의 회로 구조도이다.
 - 도 5는 본 발명의 실시예에서 제공하는 모니터링 과정의 개략도이다.
 - 도 6은 본 발명의 실시예에서 제공하는 박막층 적층 방법의 흐름도 1이다.
 - 도 7은 본 발명의 실시예에서 제공하는 박막층 적층 방법의 흐름도 2이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하에서는 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시방식을 상세하게 설명한다. 본원에 설명된 구체적인 실시방식은 본 발명을 설명하고 해석하기 위한 것으로, 본 발명을 제한하지 않음에 유의한다.
- [0037] 본 발명은 반도체 공정 디바이스의 반응 챔버를 제공한다. 도 2는 본 발명의 실시예에서 제공하는 반응 챔버의 구조도 1이다. 도 3은 본 발명의 실시예에서 제공하는 반응 챔버의 구조도 2이다. 도 2 및 도 3을 함께 참조하면, 반응 챔버는 챔버 본체(1), 모니터링 모듈(2), 제어 모듈(3) 및 증착 모듈(4)을 포함한다. 여기에서 증착 모듈(4)은 챔버 본체(1)에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행하는 데 사용된다. 구체적으로, 챔버 본체(1)에는 웨이퍼(7)를 운반하기 위한 베이스(8)가 설치된다. 증착 모듈(4)은 예를 들어 흡기 장치(43) 및 상부 전극 장치를 포함한다. 매회 증착 단계는 모두 예를 들어 다음 단계를 포함한다. 즉, 흡기 장치(43)는 챔버 본체(1)에 전구체를 주입하는 데 사용된다. 상부 전극 장치는 챔버 본체(1)에 RF 전기장을 인가하여, 챔버 본체(1) 중의 전구체를 여기시켜 플라즈마를 형성할 수 있다. 이를 통해 웨이퍼(7) 상에 목표 박막층을 증착할 수 있다. 모니터링 모듈(2)은 챔버 본체(1)와 연결된다. 이는 증착 모듈(4)이 증착 단계를 매회 실행할 때, 챔버 본체(1) 내부에 발생하는 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링하고, 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성하는 데 사용된다. 선택적으로, 모니터링 모듈(2)은 플라즈마 광원의 밝기를 실시간으로 모니터링하거나, 플라즈마 광원의 밝기를 일정한 시간 간격으로 모니터링할 수 있다. 제어 모듈(3)은 여러 회의 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 여러 회의 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단하고, 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다.
- [0038] 일부 선택적 실시예에 있어서, 상기 반응 챔버는 SiO₂ 박막 증착 공정에 적용될 수 있다. 여기에는 플라즈마 강화 원자층 증착(Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition, PEALD) 고정기 포함되나 이에 한정되지 않는다. 전

구체는 소스 가스(예를 들어 비스(디에틸아미노)실란(SAM24))와 반응 가스(예를 들어 산소(O₂))를 포함할 수 있다. 증착 모듈(4) 중의 상부 전극 장치가 RF 전기장을 인가할 때, 전구체 중 소스 가스는 RF 전기장에서 플라즈마를 여기하여 발광함으로써, 플라즈마 광원을 생성한다. 상부 전극 장치가 RF 전기장을 인가할 때 발생하는 글로우가 비정상적이면(예를 들어 글로우 실패), 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기는 정상적으로 글로우될 때의 플라즈마 광원의 밝기와 다르다. 모니터링 모듈(2)은 플라즈마 광원의 밝기에 따라 그와 관련된 제1 신호를 발한다. 예를 들어, 제1 신호는 전압 신호일 수 있으며, 제1 신호의 크기는 플라즈마 광원의 밝기와 연관된다.

[0039] 본 발명의 실시예에 있어서, 모니터링 모듈(2)은 매회 증착 단계에서 모두 제1 신호를 생성한다. 제어 모듈(3)은 적어도 1회의 증착 단계에서 생성되는 제1 신호의 크기에 따라 반응 챔버 중 플라즈마 광원의 밝기가 비정상인지(예를 들어 밝기가 너무 낮음) 판단할 수 있다. 그러하면, 증착의 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인할 수 있다.

[0040] 본 발명 실시예의 반응 챔버를 채택하면, 플라즈마 광원의 밝기를 통해 증착된 목표 박막층의 두께가 비정상적인지 판단할 수 있다. 또한 목표 박막층의 두께가 비정상인 경우 즉시 비정상 처리를 수행하여, 증착된 목표 박막층의 두께와 목표 두께에 편차가 발생하는 문제를 개선할 수 있다.

[0041] 일부 선택적 실시예에 있어서, 상기 비정상 처리 프로세스는 구체적으로 하기 단계를 포함한다.

[0042] 제어 모듈(3)에서 비정상 경고 신호를 발하는 단계 및/또는 증착 모듈(4)이 적어도 1회의 상기 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다.

[0043] 증착 모듈(4)이 적어도 1회의 상기 증착 단계를 보완 실행하도록 제어함으로써, 목표 박막층의 두께를 증가시켜, 증착된 목표 박막층의 두께와 목표 두께 사이의 편차를 감소시킬 수 있다.

[0044] 발명인은 연구를 통해, PEALD 증착 공정에서 목표 박막층 두께 이상을 유발하는 주요 요인은 증착 모듈(4) 글로우의 정상 여부임을 발견하였다. 증착 모듈(4) 글로우가 정상이면, 반응 챔버 중의 전구체 중의 SAM24가 소분자로 분해될 수 있으며, 산소 분자는 여기되어 활성 원자와 산소 자유라디칼 등 다양한 활성기를 형성할 수 있다. SAM24 소분자와 활성기가 반응한 후 목표 박막층이 형성된다. 반면 증착 모듈(4) 글로우가 비정상이면, 목표 박막층 증착이 실패할 수 있으며, 이는 목표 박막층의 두께 이상을 유발한다.

[0045] 따라서 일부 구체적인 실시예에 있어서, 증착 모듈(4) 글로우가 비정상이면, 목표 박막층의 두께가 비정상적인 것으로 확인할 수 있다. 구체적으로, 제어 모듈(3)은 구체적으로 적어도 1회의 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 증착 단계에서 플라즈마 글로우 이상이 있는지 판단하고, 그러하면 목표 박막층의 두께가 비정상적인 것으로 확인하고 비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다.

[0046] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 제1 신호는 반응 챔버 중 플라즈마 광원의 밝기와 음의 상관관계가 있는 전압 신호이다. 도 4는 본 발명의 실시예에서 제공하는 모니터링 모듈(2)의 회로 구조도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 모니터링 모듈(2)은 강압 회로(21), 포터레지스터(Rm, 포토다이오드) 및 신호 생성 회로(22)를 포함한다. 여기에서 강압 회로(21)는 제1 전압 단자(V1)에서 공급하는 24V 전압을 강하시켜, 신호 생성 회로(22)가 사용하도록 제공하는 데 사용된다. 포터레지스터(Rm)의 저항값은 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기에 따라 변한다. 신호 생성 회로(22)는 강압 회로(21)에서 생성된 전압 신호와 포터레지스터(Rm)의 저항값에 따라 제1 신호를 생성하는 데 사용된다. 본 발명의 실시예에 있어서, 제1 신호는 아날로그량 신호일 수 있다. 물론, 신호를 출력하여 다양한 수요를 충족시킬 수 있도록, 신호 생성 회로(22)는 아날로그량 신호 외에도, 펄스 신호를 출력할 수도 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 구체적으로 하기와 같다.

[0047] 본 발명의 실시예에 있어서, 강압 회로(21)는 제1 비교기(M1), 다이오드(D), 인덕터(T), 제1 커패시터(C1), 제2 커패시터(C2), 제3 커패시터(C3), 제1 발광 다이오드(L1) 및 제1 레지스터(R1)를 포함한다. 여기에서, 제1 비교기(M1)의 제1단은 제1 전압 단자(V1)와 연결된다. 제1 비교기(M1)의 제2단은 제2 전압 단자(V2)와 연결된다. 제1 비교기(M1)의 제3단은 인덕터(T)의 제2단, 제1 커패시터(C1)의 제2단, 제2 커패시터(C2)의 제2단, 제3 커패시터(C3)의 제2단 및 제1 발광 다이오드(L1)의 제1단과 연결된다. 제1 비교기(M1)의 제4단은 제2 전압 단자(V2)와 연결된다. 제1 비교기(M1)의 출력단은 인덕터(T)의 제1단 및 다이오드(D)의 제2단과 연결된다. 다이오드(D)의 제1단, 제1 커패시터(C1)의 제1단 및 제2 커패시터(C2)의 제1단은 모두 제2 전압 단자(V2)와 연결된다. 제3 커패시터(C3)의 제1단, 제1 레지스터(R1)의 제1단은 모두 접지단과 연결된다. 제1 발광 다이오드(L1)의 제2단은 제1 레지스터(R1)의 제2단과 연결된다.

- [0048] 신호 생성 회로(22)는 슬라이드 저항기(R'), 제2 레지스터(R2), 제3 레지스터(R3), 제4 레지스터(R4), 제4 커패시터(C4), 제2 비교기(M2) 및 제2 발광 다이오드(L2)를 포함한다. 제2 비교기(M2)의 제1단은 제2 레지스터(R2)의 제1단, 포터레지스터(Rm)의 제2단, 제4 커패시터(C4)의 제2단 및 제1 출력단(A0)과 연결된다. 제2 비교기(M2)의 제2단은 슬라이드 저항기(R')의 제3단과 연결된다. 제2 비교기(M2)의 제3단은 슬라이드 저항기(R')의 제2단, 제2 레지스터(R2)의 제2단, 제3 레지스터(R3)의 제2단 및 제2 발광 다이오드(L2)의 제1단과 연결된다. 제2 비교기(M2)의 제4단은 슬라이드 저항기(R')의 제1단, 포터레지스터(Rm)의 제1단 및 제4 커패시터(C4)의 제1단과 연결된다. 제2 비교기(M2)의 출력단은 제3 레지스터(R3)의 제1단, 제4 레지스터(R4)의 제1단 및 제2 출력단(D0)과 연결된다.
- [0049] 본 발명의 실시예에 있어서, 제1 출력단(A0)에서 출력된 전압 신호가 바로 제1 신호이다. 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 높으면, 포터레지스터(Rm)의 저항값이 비교적 낮고, 포터레지스터(Rm)의 분압 전압도 비교적 낮다. 따라서 제1 출력단(A0)에서 하나의 비교적 낮은 아날로그량 신호를 출력한다. 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 낮으면, 포터레지스터(Rm)의 저항값이 비교적 높고, 포터레지스터(Rm)의 분압 전압도 비교적 높다. 따라서 제1 출력단(A0)에서 하나의 비교적 높은 아날로그량 신호를 출력한다.
- [0050] 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 높으면, 포터레지스터(Rm)의 저항값이 비교적 낮고, 포터레지스터(Rm)의 분압 전압도 비교적 낮으며, 제2 비교기(M2)의 제1단이 수신한 전압이 비교적 낮다. 제2단이 수신한 전압보다 낮으면, 제2 비교기(M2)는 로우 레벨을 출력하는데, 이는 플라즈마 광원의 밝기가 정상임을 나타낸다. 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 낮으면, 포터레지스터(Rm)의 저항값이 비교적 높고, 포터레지스터(Rm)의 분압 전압도 비교적 높으며, 제2 비교기(M2)의 제1단이 수신한 전압이 비교적 높다. 제2단이 수신한 전압보다 높으면, 제2 비교기(M2)는 하이 레벨을 출력하는데, 이는 플라즈마 광원의 밝기가 비정상임을 나타낸다.
- [0051] 여기에서, 제2 비교기(M2)가 로우 레벨을 출력하면, 제2 발광 다이오드(L2)가 발광할 수 있다. 제2 비교기(M2)가 하이 레벨을 출력하면, 멸등되어, 알람을 수행할 수 있다.
- [0052] 상기 예시에서 제2 비교기(M2)가 NPN형인 경우를 예로 들어 설명하였다. 그러나 이는 본 발명에서 제2 비교기(M2) 모델을 나타낸 것이 아니며, 실제 제품에서 제2 비교기(M2)는 다른 모델을 사용할 수도 있음에 유의한다. 본원에서는 이를 한정하지 않는다.
- [0053] 본 발명의 실시예에 있어서, 슬라이드 저항기(R')의 저항값은 조절할 수 있으므로, 모니터링의 감도는 조절할 수 있다.
- [0054] 도 2 및 도 3을 함께 참조하면, 일부 구체적인 실시예에 있어서, 제어 모듈(3)은 처리 서브 모듈(31) 및 제어 서브 모듈(32)을 포함한다. 모니터링 모듈(2)과 제어 서브 모듈(32)은 모두 처리 서브 모듈(31)과 연결된다.
- [0055] 본 발명의 실시예에 있어서, 모니터링 모듈(2)과 처리 서브 모듈(31) 중 적어도 하나는 모두 인쇄회로판(Printed Circuit Board, PCB)(A) 상에 집적될 수 있다. 또한 챔버 본체(1) 상에 장착되고 챔버 본체(1) 밖에 위치한다. 제어 서브 모듈(32)은 프로그램 가능 논리 컨트롤러(Programmable Logic Controller, PLC)(B)에 집적될 수 있다. 인쇄회로판(A)의 중형비는 5/3으로 설정된다.
- [0056] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 반응 챔버는 보호 하우징(6)을 더 포함할 수 있다. 상기 보호 하우징(6)은 인쇄회로판(A)의 주위를 덮도록 설치되어, 인쇄회로판(A)을 외부와 이격시킨다. 이를 통해 인쇄회로판(A)을 보호한다. 인쇄회로판(A)은 신호선을 통해 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)와 연결될 수 있다. 예를 들어, 보호 하우징(6) 상에는 신호를 전송하기 위한 포트가 설치된다. 인쇄회로판(A)은 상기 포트와 연결된다. 신호선은 플러그(C)를 포함한다. 신호선은 플러그(C)를 통해 보호 하우징(6) 상에 설치된 포트와 연결된다. 따라서 인쇄회로판(A)과 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)의 연결을 구현한다. 여기에서, 신호선의 플러그(C)는 4핀 플러그를 채택할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 실시예에 있어서, 모니터링 모듈(2)과 처리 서브 모듈(31) 중 적어도 하나를 인쇄회로판(A) 상에 집적함으로써, 생산 비용을 절감하고 설치 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 있어서, 처리 서브 모듈(31)은 매회 증착 단계에 대응하는 제1 신호가 소정 범위를 초과하는지 판단하고, 그러하면 해당 회차의 증착 단계에 대응하는 제2 신호를 생성하는 데 사용된다. 제어 서브 모듈(32)은 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에서 생성하는 제2 신호의 횟수를 통계하여, 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에서 생성하는 제2 신호의 횟수가 0보다 크면, 목표 박막층의 두께가 비정상인 것으로 확인하고,

비정상 처리 프로세스를 실행하는 데 사용된다.

- [0059] 선택적으로, 매회 증착 단계에 대응하는 제1 신호가 소정 범위를 초과하지 않으면, 해당 회차의 증착 단계에 대응하는 제3 신호를 생성한다.
- [0060] 본 발명의 실시예에 있어서, 처리 서브 모듈(31)은 여과 회로를 포함할 수 있다. 소정 범위는 증착 모듈(4)이 정상 글로우일 때, 챔버 본체(1) 중 플라스마 광원의 밝기에 대응하는 전압 신호의 범위일 수 있다. 제2 신호와 제3 신호는 디지털 신호일 수 있다. 예를 들어, 제2 신호가 디지털 신호 "1"이고, 제3 신호가 디지털 신호 "0"이다. 제어 서브 모듈(32)이 제2 신호를 수신하면, 제어 서브 모듈(32)이 누계 계수를 수행할 수 있으며, 제2 신호를 매회 수신한 후, 현재의 누계값+1을 한다. 이러한 방식으로, 제어 서브 모듈(32)이 수신한 제2 신호의 횟수(즉 누계값)가 0보다 크면, 증착 주기 내에서, 적어도 1회 증착 단계에서 챔버 본체(1) 중의 플라스마 광원의 밝기가 비정상적인 밝기임을 나타낸다. 이때 제어 서브 모듈(32)은 목표 박막층의 두께가 비정상적임을 확인하고, 비정상 처리 프로세스를 실행한다.
- [0061] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 증착 모듈(4)은 제어 서브 모듈(32)과 연결된다. 상기 비정상 처리 프로세스는 구체적으로 다음 단계를 포함한다. 즉, 제어 서브 모듈(32)은 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에서 생성한 제2 신호의 횟수에 따라, 증착 모듈(4)이 적어도 1회의 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다. 구체적으로 다음 단계를 포함할 수 있다. 즉, 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에 생성한 제2 신호의 횟수가 0보다 크면, 제어 서브 모듈(32)은 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에서 생성한 제2 신호의 횟수에 따라, 증착 모듈(4)이 적어도 1회의 증착 단계를 보완 실행하도록 제어한다.
- [0062] 본 발명의 실시예에 있어서, 목표 박막층이 SiO₂ 박막층이고, 목표 두께가 13Å인 경우를 예로 들면, 하나의 증착 주기 내에서, 매회 증착 단계를 거칠 때마다 웨이퍼(7) 상에 일정 두께(예를 들어 1Å)의 SiO₂ 박막층이 형성된다. 하나의 증착 주기 내에서, 소정 횟수(예를 들어 13회)의 증착 단계를 실행함으로써, 웨이퍼(7) 상에 목표 두께의 SiO₂ 박막층을 형성할 수 있다. 하나의 증착 주기 내에서, 처리 서브 모듈(31)이 1회 제2 신호를 생성할 때마다, 이는 증착 모듈(4)이 RF 전기장을 인가할 때 글로우 이상이 발생하였음을 의미한다. 증착 모듈(4)의 글로우 이상은 이번 회차 증착 단계에서 웨이퍼(7) 상에 형성된 SiO₂의 두께가 1Å보다 작게 만든다. 이는 최종 형성된 SiO₂ 박막층의 두께가 목표 두께에 못 미치도록 만든다. 즉, 목표 박막층의 두께가 비정상적으로 형성된다. 따라서 본 발명의 실시예에 있어서, 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에 제2 신호를 생성하면, 제어 서브 모듈(32)은 증착 모듈(4)이 1회의 증착 단계를 적어도 보완 실행하도록 제어한다. 이를 통해 증착 모듈(4) 글로우 실패로 인해 SiO₂ 박막층이 목표 박막층보다 작아지는 문제를 보상한다.
- [0063] 본 발명의 실시예에 있어서, 보완 실행하는 증착 단계는 증착 주기 내에서 일반적으로 실행하는 증착 단계와 동일하다. 이는 모두 챔버 본체(1)에 전구체 가스를 주입하고 RF 전기장을 인가하는 단계를 포함한다. 제어 서브 모듈(32)이 증착 모듈(4)을 제어하여 구체적으로 증착 단계를 보완 실행하는 횟수는 실제 수요에 따라 결정할 수 있다. 예를 들어, 일부 구체적인 실시예에 있어서, 증착 모듈(4)이 증착 단계를 보완 실행하는 횟수는 처리 서브 모듈(31)이 증착 주기 내에서 생성하는 제2 신호의 횟수와 동일하다. 따라서 증착 모듈(4)이 증착 단계를 보완 실행하는 횟수를 증착 모듈(4)이 증착 주기 내에서 글로우 이상을 일으키는 횟수와 동일하게 하여, SiO₂ 박막층 두께 부족 문제를 최대한 보상할 수 있다.
- [0064] 본 발명의 실시예에 있어서, 반응 챔버는 증착 과정을 모니터링하고, 증착 모듈(4)이 글로우 이상을 일으킬 때 자동으로 보상을 할 수 있다. 따라서 증착 모듈(4) 글로우 이상으로 인한 목표 박막층의 두께와 목표 두께 사이에 편차가 발생하는 문제를 개선할 수 있다. 나아가 공정 결과의 안정성을 향상시킬 수 있으며, 이는 웨이퍼 간 두께 일관성을 향상시키는 데 도움이 된다.
- [0065] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 챔버 본체(1)의 측벽 상에는 모니터링 포트(5)가 설치된다. 모니터링 모듈(2)은 챔버 본체(1) 밖에 위치한다. 모니터링 모듈(2)은 모니터링 포트(5)를 통해 챔버 본체(1) 중 플라스마 광원의 밝기를 모니터링한다.
- [0066] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 모니터링 모듈(2)은 모니터링 포트(5)를 덮도록 설치될 수 있다. 따라서 모니터링 포트(5)의 적어도 일부분을 차폐하여, 외부 환경이 모니터링 모듈(2)에 간섭을 일으키는 것을 방지한다.
- [0067] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 반응 챔버에는 웨이퍼(7)를 운반하기 위한 베이스(8)가 설치된다. 증착 모듈(4) 중의 상부 전극 장치는 챔버 본체(1) 꼭대기부에 설치된 상부 전극(41) 및 이와 전기적으로 연결된 상부 RF

전원(V)을 포함한다. 여기에서 상부 RF 전원(V)은 상부 전극(41)을 통해 챔버 본체(1)의 내부에 RF 전기장을 인가한다.

- [0068] 선택적으로, 상기 베이스(8)에는 하부 전극(42)이 설치된다. 이는 예를 들어 접지될 수 있으며, 모니터링 포트(5)는 하부 전극(42)과 상부 전극(41) 사이에 위치한다.
- [0069] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 반응 챔버는 흡기 장치(43)를 더 포함한다. 흡기 장치(43)는 챔버 본체(1)에 전구체를 주입하는 데 사용된다. 상부 전극(41), 하부 전극(42) 및 흡기 장치(43)는 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)와 연결될 수 있다. 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)의 제어 하에서, 증착 단계를 실행한다.
- [0070] 본 발명 실시예의 반응 챔버를 채택하면, 그 증착에 의해 형성되는 박막층 두께 균일성은 <math><0.4\%</math>이고, 두께 편차는 <math><0.4\text{\AA}</math>이다. 따라서 비교적 우수한 막 형성 품질을 갖는다.
- [0071] 도 5는 본 발명의 실시예에서 제공하는 모니터링 과정의 개략도이다. 이하에서는 도 2 내지 도 5를 결합하여 본 발명 실시예에 따른 반응 챔버의 증착 과정을 설명한다.
- [0072] 증착 공정을 시작하기 전에, 호스트 컴퓨터는 공정 메뉴 및 공정 시작 명령을 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)에 전송한다. 공정 메뉴에는 목표 두께를 구현하기 위해 수행해야 하는 증착 단계의 횟수가 기재된다. 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)는 공정 메뉴에 따라 증착 모듈(4)이 증착 단계를 실행하도록 제어하며, 호스트 컴퓨터는 대기 상태로 진입한다.
- [0073] 증착 단계는 구체적으로 하기 단계를 포함할 수 있다.
- [0074] 제1 단계: 흡기 장치(43)는 챔버 본체(1)에 소스 가스(예를 들어 SAM24)를 주입한다. 소스 가스는 불활성 가스(예를 들어 아르곤(Ar))에 의해 운반되어 챔버 본체(1)로 유입되며 웨이퍼(7) 표면에 흡착된다. 이때 모니터링 모듈(2)은 모니터링을 시작할 수 있다.
- [0075] 제2 단계: 소스 가스가 충분히 흡착된 후 퍼지 가스로 챔버 본체(1)와 흡기 장치(43)를 퍼지하여, 소스 가스가 다른 위치에 잔류되는 것을 가능한 줄인다.
- [0076] 제3 단계: RF 전원(V)이 켜지며, 상부 전극(41)과 하부 전극(42) 사이에 RF 전기장이 인가된다. 도ით에 반응 가스(예를 들어 산소(O_2))를 주입한다. RF 전기장의 작용 하에서, 소스 가스의 대부분자가 소분자로 분해된다. 산소 분자가 여기되어 활성 산소 원자와 산소 자유라디칼 등 다양한 활성기가 형성된다. 소스 가스의 분해된 소분자와 산소의 활성기가 반응하여 웨이퍼(7) 상에 SiO_2 박막층을 형성한다.
- [0077] 본 단계에 있어서, 모니터링 모듈(2)은 플라즈마 광원의 밝기와 음의 상관관계에 있는 제1 신호를 출력할 수 있다. 제1 신호는 전압 신호일 수 있다. 예를 들어, 증착 모듈(4)에 글로우 이상이 발생하면, 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 낮고, 모니터링 모듈(2)은 비교적 큰 제1 신호를 생성한다. 증착 모듈(4)이 글로우 이상을 일으키지 않으면, 챔버 본체(1) 중 플라즈마 광원의 밝기가 비교적 높고, 모니터링 모듈(2)은 비교적 작은 제1 신호를 생성한다. 처리 서브 모듈(31)은 제1 신호를 필터링한 후, 비교적 큰 제1 신호를 제2 신호로 처리한다. 제2 신호는 디지털 신호 "1"일 수 있다.
- [0078] 제4 단계: 다시 챔버 본체(1)와 흡기 장치(43)를 퍼지한다. 이로써 하나의 완전한 증착 단계가 완료된다.
- [0079] 하나의 증착 단계가 완료된 후, 호스트 컴퓨터가 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)에 전송한 증착 단계의 횟수가 모두 운행이 완료될 때까지, 2차 순환이 수행된다. 여기까지가 하나의 증착 주기이다.
- [0080] 상기 증착 주기에 있어서, 제어 서브 모듈(32)은 처리 서브 모듈(31)이 제2 신호를 생성하는 횟수를 통계한다. 상기 증착 주기가 종료된 후, 제어 서브 모듈(32)이 통계한 처리 서브 모듈(31)이 제2 신호를 생성하는 횟수가 0보다 크면, 제어 서브 모듈(32)은 처리 서브 모듈(31)이 제2 신호를 생성한 횟수에 따라, 증착 모듈(4)이 상기 증착 단계를 보완 수행하도록 제어한다. 보완 횟수는 처리 서브 모듈(31)이 제2 신호를 생성한 횟수와 동일하다. 따라서 글로우 이상으로 인한 SiO_2 박막층의 두께와 목표 두께의 편차를 보정할 수 있다. 동시에, 제어 서브 모듈(32)은 호스트 컴퓨터에 글로우 이상 신호도 전송한다. 글로우 이상 신호에는 글로우 이상 횟수 및 증착 단계를 보완 수행하는 횟수가 포함될 수 있다. 호스트 컴퓨터는 글로우 이상 신호를 수신한 후, 계속해서 대기 상태를 유지하고, 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)에 새로운 명령을 전송하는 것을 정지할 수 있다.
- [0081] 증착 단계의 보완 실행을 완료한 후, 프로그램 가능 논리 컨트롤러(B)는 호스트 컴퓨터에 보완 완료 신호를 전송할 수 있다. 호스트 컴퓨터는 보완 완료 신호를 수신한 후, 대기 상태를 정지하고 새로운 명령을 전송하여 다

른 공정 단계를 수행한다.

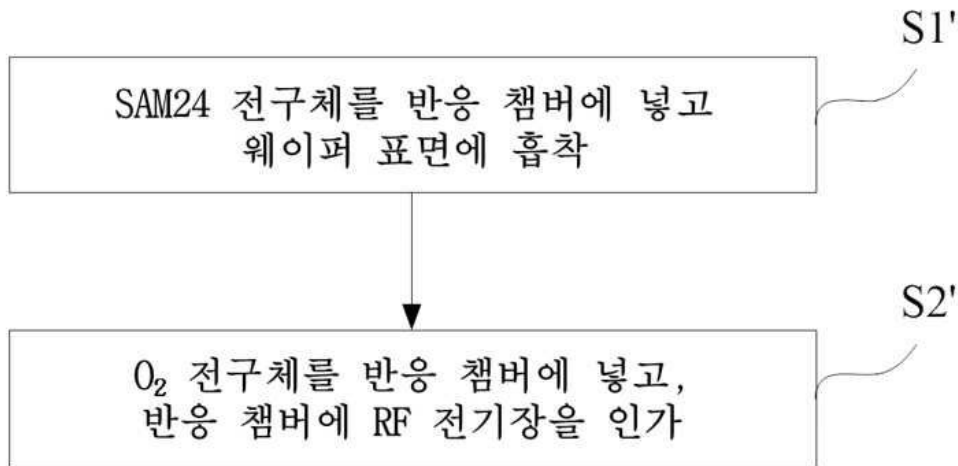
- [0082] 본 발명의 실시예는 박막층 증착 방법을 더 제공한다. 도 6은 본 발명의 실시예에서 제공하는 박막층 증착 방법의 흐름도 1이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 박막층 증착 방법은 하기 단계를 포함한다.
- [0083] S1: 증착 모듈(4)이 챔버 본체(1)에서 하나의 증착 주기 중의 여러 회 증착 단계를 실행한다.
- [0084] 구체적으로, 매회 증착 단계는 모두 다음 단계를 포함한다. 즉, 챔버 본체(1)에 전구체를 주입하고, 반응 챔버에 RF 전기장을 인가하여, 반응 챔버에 플라즈마 광원을 형성한다. 또한 플라즈마 광원을 통해 웨이퍼 상에 목표 박막층을 증착한다.
- [0085] 구체적으로, 전구체는 소스 가스와 반응 가스를 포함한다. 단계 S1에서 먼저 반응 챔버에 소스 가스를 주입할 수 있다. 소스 가스가 웨이퍼 표면에 충분히 흡착된 후, 반응 챔버에 RF 전기장을 인가하며, 동시에 반응 가스를 주입한다. 매회 증착 단계 실행을 완료한 후, 모두 완료된 증착 단계의 횟수가 목표 횟수에 도달했는지 판단한다. 그러하면 단계 S3을 실행하고, 그러하지 않으면 단계 S1을 계속해서 실행한다.
- [0086] S2: 매회 증착 단계를 실행할 때, 반응 챔버 중 플라즈마 광원의 밝기를 모니터링한다. 또한 플라즈마 광원의 밝기에 따라 제1 신호를 생성한다.
- [0087] S3: 적어도 1회의 증착 단계에 대응하는 제1 신호에 따라, 여러 회의 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께가 비정상인지 판단한다. 그러하면 비정상 처리 프로세스를 실행한다.
- [0088] 선택적으로, 여러 회의 증착 단계를 실행한 후 획득된 목표 박막층의 두께에 이상이 없으면, 증착 정상 신호를 발할 수 있다. 이를 통해 사용자 및/또는 시스템에 다음 공정 수행이 가능함을 고지한다.
- [0089] 본 발명 실시예의 박막층 증착 방법을 채택하면, 플라즈마 광원의 밝기를 통해 증착된 목표 박막층의 두께가 비정상적인지 판단할 수 있다. 또한 목표 박막층의 두께가 비정상인 경우 비정상 경고 신호를 발하여, 증착 단계를 보완하기가 용이하다. 따라서 증착 박막층의 두께와 목표 두께에 편차가 발생하는 문제를 개선할 수 있다.
- [0090] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 제1 신호는 반응 챔버 중 플라즈마 광원의 밝기와 음의 상관관계에 있는 전압 신호이다. 도 7은 본 발명의 실시예에서 제공하는 박막층 증착 방법의 흐름도 2이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 단계 S3은 하기 단계를 포함한다.
- [0091] S31: 제1 신호가 소정 범위를 초과하는지 판단한다. 그러하면 제2 신호를 생성한다. S32: 증착 주기 내에 생성된 제2 신호의 횟수를 통계한다.
- [0092] S33: 증착 주기 내 생성된 제2 신호의 횟수가 0보다 큰지 판단한다. 그러하면 목표 박막층의 두께가 비정상적인 것으로 확인하고, 비정상 처리 프로세스를 실행한다.
- [0093] 선택적으로, 단계 S31에서 제1 신호가 소정 범위를 초과하지 않으면 제3 신호를 생성한다. 예를 들어, 제2 신호와 제3 신호는 디지털 신호일 수 있다. 예를 들어, 제2 신호가 디지털 신호 "1"이고, 제3 신호가 디지털 신호 "0"이다.
- [0094] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 박막층 증착 방법은 하기 단계를 더 포함한다.
- [0095] S4: 증착 주기 내 생성된 제2 신호의 횟수가 0보다 크면, 증착 주기 내 생성된 제2 신호의 횟수에 따라, 적어도 1회의 증착 단계를 보완 실행한다.
- [0096] 증착 단계 보완 실행을 완료한 후, 보완 완료 신호를 전송하여, 기타 공정 단계 수행을 용이하게 할 수 있다.
- [0097] 일부 구체적인 실시예에 있어서, 증착 단계를 보완 실행하는 횟수는 증착 주기 내에 생성되는 제2 신호의 횟수와 동일하다.
- [0098] 본 발명의 실시예는 상술한 반응 챔버를 포함하는 반도체 가공 디바이스를 더 제공한다. 여기에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 증착 모듈(4)은 흡기 장치(43) 및 상부 전극 장치를 포함한다. 여기에서, 챔버 본체(1)에는 웨이퍼를 운반하기 위한 베이스(8)가 설치된다. 흡기 장치(43)는 챔버 본체(1) 내에 전구체를 주입하는 데 사용된다. 상부 전극 장치는 전구체를 여기서서 플라즈마를 형성하는 데 사용된다.
- [0099] 구체적으로, 상기 상부 전극 장치는 챔버 본체(1) 꼭대기부에 설치된 상부 전극(41) 및 이와 전기적으로 연결된 상부 RF 전원(V)을 포함할 수 있다. 여기에서, 상부 RF 전원(V)은 상부 전극(41)을 통해 챔버 본체(1)의 내부에 RF 전기장을 인가한다.

[0100] 선택적으로, 상기 베이스(8)에는 하부 전극(42)이 설치된다. 이는 예를 들어 접지될 수 있다.

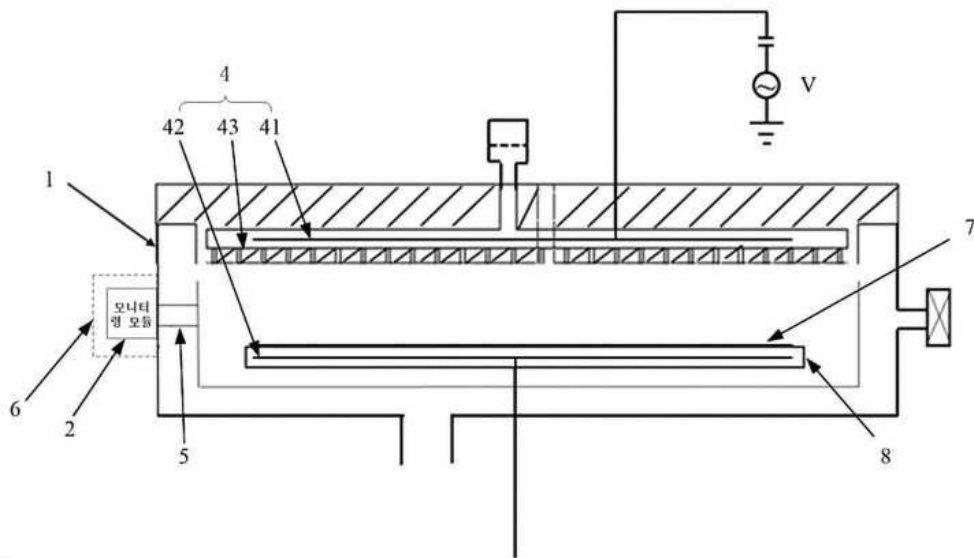
[0101] 상기 실시예는 본 발명의 원리를 설명하기 위해 사용된 예시적인 실시예일 뿐이며, 본 발명은 이에 한정되지 않음을 이해할 수 있다. 본 발명이 속한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 사상과 본질을 벗어나지 않고 다양한 수정 및 개선을 진행할 수 있다. 이러한 수정 및 개선은 본 발명의 보호 범위로 간주된다.

도면

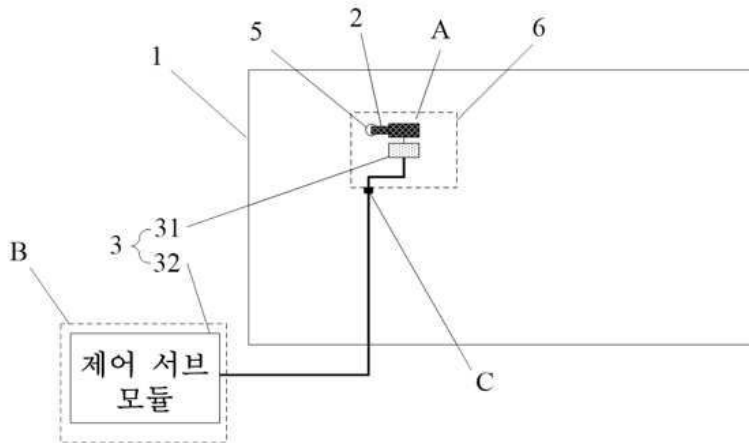
도면1



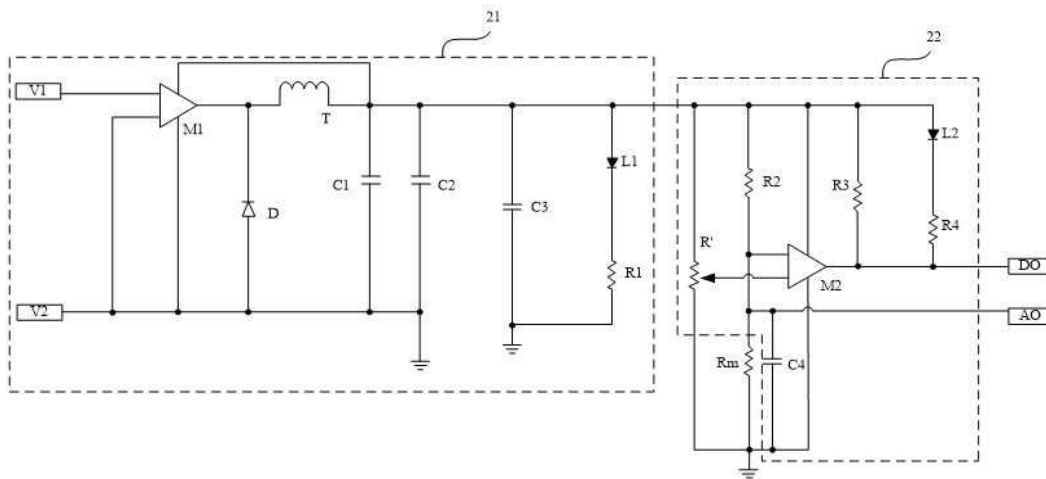
도면2



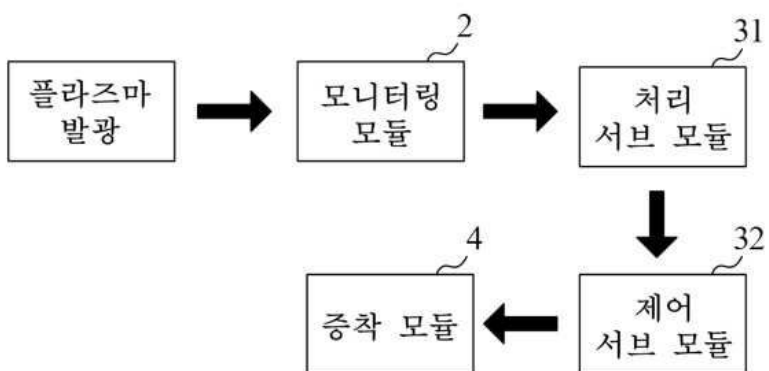
도면3



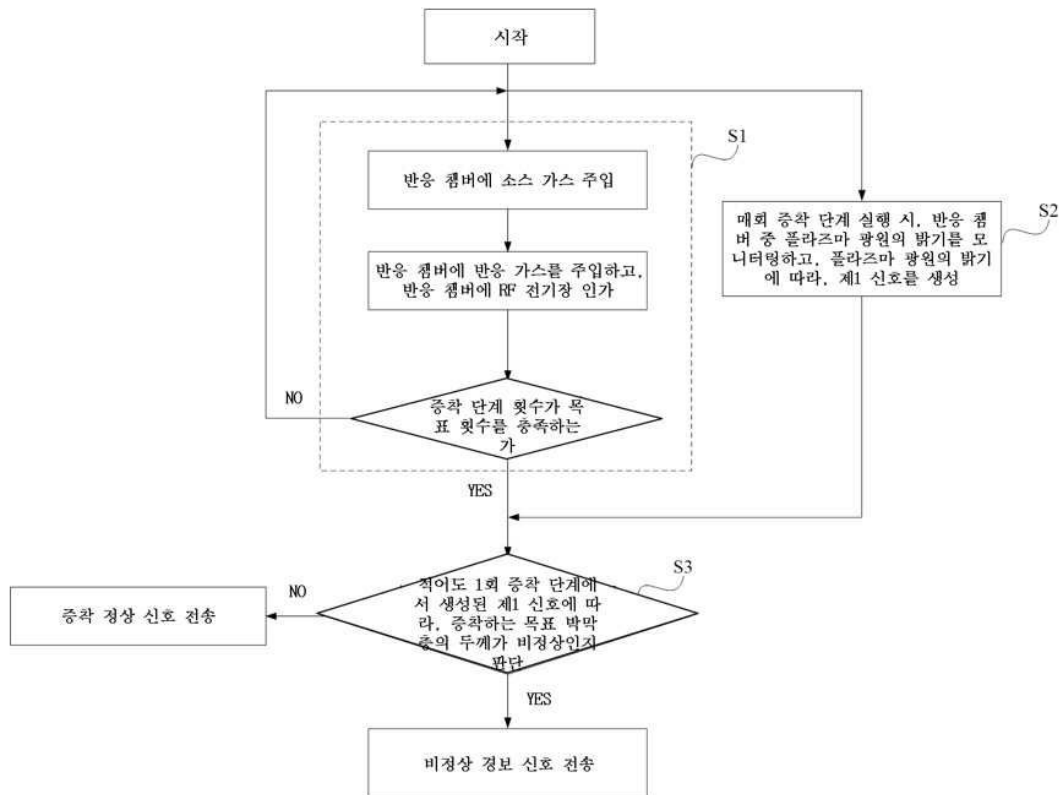
도면4



도면5



도면6



도면7

