



등록특허 10-2478222



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월15일
(11) 등록번호 10-2478222
(24) 등록일자 2022년12월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/033* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/02205 (2013.01)
H01L 21/02109 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0012762
- (22) 출원일자 2016년02월02일
심사청구일자 2021년02월01일
- (65) 공개번호 10-2016-0095633
- (43) 공개일자 2016년08월11일
- (30) 우선권주장
14/612,814 2015년02월03일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP62279521 A*

KR1020070004009 A*

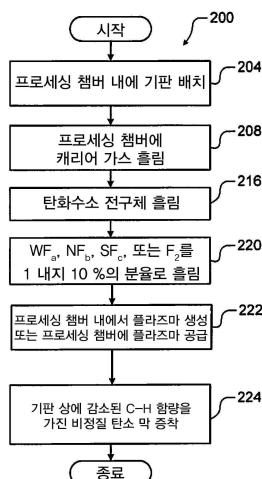
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 양진석

(54) 발명의 명칭 **비정질 탄소 하드마스크 막들의 탄소-수소 함량을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들****(57) 요 약**

비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 시스템들 및 방법들은 프로세싱 챔버 내에 기판을 배치하는 단계; 프로세싱 챔버에 캐리어 가스를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 탄화수소 전구체를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 WF_a , NF_b , SF_c , 및 F_2 로 구성된 그룹으로부터의 불소 전구체를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하는 단계 또는 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 단계 중 하나; 및 기판 상에 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하는 단계를 포함하고, a, b 및 c는 0보다 큰 정수들이고, 불소 전구체로부터의 불소는 가스 상 반응들에서 수소 전구체로부터의 수소와 결합한다.

대 표 도 - 도2

(52) CPC특허분류

H01L 21/0226 (2013.01)

H01L 21/02274 (2013.01)

H01L 21/02315 (2013.01)

H01L 21/0332 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법에 있어서,

프로세싱 챔버 내에 기판을 배치하는 단계;

상기 프로세싱 챔버에 캐리어 가스를 공급하는 단계;

상기 프로세싱 챔버에 탄화수소 전구체를 공급하는 단계;

상기 프로세싱 챔버에 WF_a , NF_b , SF_c , 및 F_2 (a , b 및 c 는 0보다 큰 정수들)로 구성된 그룹으로부터의 불소 전구체를 공급하는 단계로서, 상기 불소 전구체는 상기 프로세싱 챔버 내의 프로세스 가스의 전체 유량 대비 1% 내지 10%의 분율로 공급되는, 상기 불소 전구체를 공급하는 단계;

상기 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하는 단계 또는 상기 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 단계 중 하나; 및

상기 기판 상에 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하는 단계를 포함하고,

상기 캐리어 가스, 상기 탄화수소 전구체 및 상기 불소 전구체는 상기 불소 전구체로부터의 불소가 상기 탄화수소 전구체로부터의 수소를 제거하기 위해 상기 탄화수소 전구체로부터의 수소와 함께 소비되는 가스 상 반응들이 생기도록 상기 프로세싱 챔버 내에 존재하여, 상기 기판 상에 증착된 상기 비정질 탄소 하드마스크막의 불소의 함량이 본질적으로 0이 되도록 하는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버는 PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) 프로세싱 챔버를 포함하는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x 는 2 내지 10의 정수이고 y 는 2 내지 24의 정수인, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 탄화수소 전구체는 상기 프로세스 가스의 전체 유량 대비 10 % 내지 30 %의 분율로 공급되고 상기 캐리어 가스는 상기 프로세스 가스의 전체 유량 대비 60 % 내지 89 %의 분율로 공급되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법.

청구항 11

비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템에 있어서,

기판을 지지하도록 구성된 기판 지지부를 포함하는 프로세싱 챔버;

상기 프로세싱 챔버에 프로세스 가스를 선택적으로 공급하도록 구성된 가스 공급 시스템;

상기 프로세싱 챔버 내에 플라즈마를 선택적으로 공급하도록 구성된 플라즈마 생성기;

상기 가스 공급 시스템 및 상기 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성된 제어기를 포함하고,

상기 제어기는,

상기 프로세싱 챔버에 캐리어 가스를 공급하고;

상기 프로세싱 챔버에 탄화수소 전구체를 공급하고;

상기 프로세싱 챔버에 WF_a , NF_b , SF_c , 및 F_2 (a , b 및 c 는 0보다 큰 정수들)로 구성된 그룹으로부터의 불소 전구체를 공급하고;

상기 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하거나 상기 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 것 중 하나를 실행하고; 그리고

상기 기판 상에 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하도록 구성되고,

상기 불소 전구체는 상기 프로세싱 챔버 내의 상기 프로세스 가스의 전체 유량 대비 1 % 내지 10 %의 분율로 공급되고,

상기 캐리어 가스, 상기 탄화수소 전구체 및 상기 불소 전구체는 상기 불소 전구체로부터의 불소가 상기 탄화수소 전구체로부터의 수소를 제거하기 위해 상기 탄화수소 전구체로부터의 수소와 함께 소비되는 가스 상 반응들이 생기도록 상기 프로세싱 챔버 내에 존재하여, 상기 기판 상에 증착된 상기 비정질 탄소 하드마스크막의 불소의 함량이 본질적으로 0이 되도록 하는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버는 PECVD 프로세싱 챔버를 포함하는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x는 2 내지 10의 정수이고 y는 2 내지 24의 정수인, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제 11 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 프로세스 가스의 전체 유량 대비 10 % 내지 30 %의 분율로 상기 탄화수소 전구체, 그리고 상기 프로세스 가스의 전체 유량 대비 60 % 내지 89 %의 분율로 상기 캐리어 가스를 공급하도록 구성되는, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 개시는 기판 프로세싱 시스템들 및 방법들, 보다 구체적으로 기판들 상에 감소된 탄소-수소 함량을 가진 하드마스크 막들을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

본 명세서에 제공된 배경 기술 설명은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제공하기 위한 것이다. 본 발명자들의 성과로서 본 배경 기술 섹션에 기술되는 정도의 성과뿐만 아니라 출원시 종래 기술로서 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003]

증착 및/또는 에칭을 수행하기 위한 기판 프로세싱 시스템들은 통상적으로 페데스탈을 가진 프로세싱 챔버를 포함한다. 반도체 웨이퍼와 같은 기판은 페데스탈 상에 배치될 수도 있다. 예를 들어 CVD (chemical vapor deposition) 프로세스에서, 하나 이상의 전구체들을 포함한 가스 혼합물은 기판 상에 막을 증착하거나 기판을 에칭하도록 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있다. 일부 기판 프로세싱 시스템들에서, 플라즈마는 화학 반응들을 활성화하도록 사용될 수도 있고 PECVD (plasma enhanced CVD)로서 본 명세서에 지칭된다.

[0004] 비정질 탄소 막은 반도체 프로세싱 동안 하드마스크 또는 에칭 정지 층으로서 사용될 수도 있다. 비정질 탄소 막은 비정질 탄소 막이 애싱 (ashing)에 의해 제거될 수도 있기 때문에 AHM (ashable hardmask) 막으로서 알려져 있다. 리소그래피에서 종횡비들이 증가함에 따라, AHM들은 보다 고 에칭 선택도를 요구한다. PECVD 프로세스들을 사용하여 매우 선택적인 AHM들을 형성하는 현재의 방법들은 가변하는 응력들 및 에칭 선택도를 가진 AHM들을 생산한다.

[0005] 비정질 탄소 막은 통상적으로 탄화수소 또는 폴리머 함량을 갖는다. 탄소-수소 함량은 막을 유전체 에칭 화학 물질들에 덜 선택적이게 하는 동안 하드마스크를 개방하는 것을 용이하게 한다. 3-D 메모리 애플리케이션들에서, 하드마스크 막은 매우 선택적이어야 한다. 그 결과, 막의 탄소-수소 함량은 탄소-탄소 함량을 감소시키지 않고 감소되어야 한다. 이것은 하드마스크 개방 프로세스 동안 제거될 수 있는 것과 유전체 에칭 프로세스들 동안 충분히 선택적인 것 사이의 균형이 충돌하는 막 증착의 문제를 제기한다.

발명의 내용

[0006] 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법은 프로세싱 챔버 내에 기판을 배치하는 단계; 프로세싱 챔버에 캐리어 가스를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 탄화수소 전구체를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 WF_a , NF_b , SF_c , 및 F_2 (a, b 및 c는 0보다 큰 정수들)로 구성된 그룹으로부터의 불소 전구체를 공급하는 단계; 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하는 단계 또는 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 단계 중 하나; 및 기판 상에 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하는 단계를 포함하고, 불소 전구체로부터의 불소는 가스 상 반응들에서 탄화수소 전구체로부터의 수소와 결합한다.

[0007] 다른 특징들에서, 프로세싱 챔버는 PECVD 프로세싱 챔버를 포함한다. 기판 상에 증착된 비정질 탄소 하드마스크 막은 1 % 미만의 불소를 갖는다. 불소 전구체 내의 불소는 불소 전구체가 없는 막 증착과 비교할 때 기판 상에 증착된 비정질 탄소 하드마스크 막의 탄소-수소 함량을 감소시키도록 가스 상 반응들에서 수소를 감소시킨다. 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x는 2 내지 10의 정수이고 y는 2 내지 24의 정수이다. 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 불소 전구체는 1 % 내지 10 %의 분율로 챔버에 공급된다.

[0008] 다른 특징들에서, 불소 전구체는 1 내지 30 %의 분율을 갖고, 탄화수소 전구체는 10 % 내지 95 %의 분율을 갖고 캐리어 가스는 10 % 내지 89 %의 분율을 갖는다.

[0009] 다른 특징들에서, 불소 전구체는 1 내지 10 %의 분율을 갖고, 탄화수소 전구체는 10 % 내지 30 %의 분율을 갖고 캐리어 가스는 60 % 내지 89 %의 분율을 갖는다.

[0010] 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 시스템은 기판을 지지하도록 구성된 기판 지지부를 포함하는 프로세싱 챔버; 프로세싱 챔버에 프로세스 가스를 선택적으로 공급하도록 구성된 가스 공급 시스템; 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 선택적으로 생성하거나 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하도록 구성된 플라즈마 생성기; 가스 공급 시스템 및 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성된 제어기를 포함하고, 제어기는, 프로세싱 챔버에 캐리어 가스를 공급하고; 프로세싱 챔버에 탄화수소 전구체를 공급하고; 프로세싱 챔버에 WF_a , NF_b , SF_c , 및 F_2 (a, b 및 c는 0보다 큰 정수들)로 구성된 그룹으로부터의 불소 전구체를 공급하고; 프로세싱 챔버에 플라즈마를 공급하거나 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 것 중 하나를 실행하고; 그리고 기판 상에 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하도록 구성되고, 불소 전구체로부터의 불소는 가스 상 반응들에서 탄화수소 전구체로부터의 수소와 결합한다.

[0011] 다른 특징들에서, 프로세싱 챔버는 PECVD 프로세싱 챔버를 포함한다. 기판 상에 증착된 비정질 탄소 하드마스크 막은 1 % 미만의 불소를 갖는다. 불소 전구체 내의 불소는 불소 전구체가 없는 막 증착과 비교할 때 기판 상에 증착된 비정질 탄소 하드마스크 막의 탄소-수소 함량을 감소시키도록 가스 상 반응들에서 수소를 감소시킨다. 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x는 2 내지 10의 정수이고 y는 2 내지 24의 정수이다. 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 불소 전구체는 1 % 내지 10 %의 분율로 챔버에 공급된다.

- [0012] 다른 특징들에서, 제어기는 1 내지 30 %의 분율로 불소 전구체, 10 % 내지 95 %의 분율로 탄화수소 전구체, 그리고 10 % 내지 89 %의 분율로 캐리어 가스를 전달하도록 구성된다.
- [0013] 다른 특징들에서, 제어기는 1 내지 10 %의 분율로 불소 전구체, 10 % 내지 30 %의 분율로 탄화수소 전구체, 그리고 60 % 내지 89 %의 분율로 캐리어 가스를 전달하도록 구성된다.
- [0014] 본 개시의 적용 가능성의 추가의 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 분명해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 오직 예시의 목적들을 위해 의도된 것이고 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부한 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.
- 도 1은 본 개시에 따른, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 기판 프로세싱 챔버의 예를 예시하는 기능 블록도이다.
- 도 2는 본 개시에 따른, 비정질 탄소 하드마스크 막을 증착하기 위한 방법의 예를 예시하는 흐름도이다.
- 도 3은 종래 기술 및 본 발명에 따라 행해진 막들 내의 탄소-수소 억제 (suppression) 의 다양한 예들을 예시하는 그레프이다.
- 도면들에서, 참조 부호들은 유사하고 그리고/또는 동일한 엘리먼트들 (element) 을 식별하도록 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 비정질 탄소 막들은 고 종횡비 피처들을 예칭하기 위한 하드마스크들로서 사용될 수도 있다. 비정질 탄소 막들은 탄화수소 함량을 갖는다. 탄소-수소 함량은 막을 유전체 예칭 화학물질들에 덜 선택적이게 만드는 동안 하드마스크를 개방하는 것을 용이하게 한다. 3-D 메모리 애플리케이션들에서, 하드마스크 막은 매우 예칭 선택적이어야 한다. 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 탄소-탄소 함량을 감소시키지 않고 막의 탄소-수소 함량을 감소시킨다 (치밀화).
- [0017] 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 막을 치밀하게 하고 막을 유전체 예칭 화학물질들에 보다 선택적이게 만들도록 비정질 탄소 막의 탄소-수소 함량을 감소시킨다. 일부 예들에서, 수소 원자들은 PECVD 증착 동안 가스 화학물질에 제공된 불소 원자들에 의해 제거된다. 그 결과, 비정질 탄소 막은 증가된 탄소-탄소 함량 및 감소된 탄소-수소 함량을 갖는다.
- [0018] 캐리어 가스 및 탄화수소계 전구체 가스는 프로세싱 챔버에 공급된다. 일부 예들에서, 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x는 2 내지 10의 정수이고 y는 2 내지 24의 정수이다. 다른 예들에서, 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택된다.
- [0019] 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 또한 텅스텐 플루오라이드 (WF_a), 질소 플루오라이드 (NF_b), 황 플루오라이드 (SF_c) 또는 분자 플루오라이드 (F_2) 를 프로세싱 챔버에 공급하고, 여기서 a, b 또는 c는 0보다 큰 정수들이다. 일부 예들에서, WF_a , NF_b , SF_c 또는 F_2 는 1 내지 30 % 범위 내의 분율로 공급된다. 플라즈마는 프로세싱 챔버 내에서 스트라이킹되고 (strike) (또는 프로세싱 챔버에 공급됨) 비정질 탄소 막은 감소된 탄소-수소 함량을 갖고 증착된다.
- [0020] C_xF_y 가 플루오르화 탄소를 증착하도록 사용되는 동안, C-F의 결합 에너지는 PECVD 또는 RPCVD (remote plasma CVD) 가 C-F를 깨지 못하도록 상대적으로 높고 C-F는 막 내에 증착된다. 대조적으로, WF_a , NF_b , SF_c , 또는 F_2 는 불소가 가스 상 반응들에서 탄화수소 전구체 내의 수소와 함께 소비되도록 사용될 수 있다. 이것은 충분한 플라즈마를 사용하여 그리고 WF_a , NF_b , SF_c 또는 F_2 의 보다 낮은 분율들을 사용하여 성취될 수 있다. 그 결과, 증착된 비정질 탄소 막은 증가된 탄소-탄소 함량 및 감소된 탄소-수소 함량을 갖는다.

- [0021] 이제 도 1을 참조하면, PECVD 증착 또는 예칭을 수행하기 위한 기판 프로세싱 시스템 (100)의 예가 도시된다. 전술한 예는 PECVD 시스템들에 관한 것이지만, 다른 플라즈마-기반 프로세스들이 사용될 수도 있다. 단지 예를 들면, 펠링된 플라즈마, ALD (atomic layer deposition), 및/또는 리모트-보조된 플라즈마 CVD가 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템 (100)은 기판 프로세싱 시스템 (100)의 다른 컴포넌트들 (components)을 둘러싸고 RF 플라즈마를 포함하는 프로세싱 챔버 (102)를 포함한다. 기판 프로세싱 시스템 (100)은 상부 전극 (104) 및, 하부 전극 (107)을 포함하는 페데스탈 (106)을 포함한다. 기판 (108)은 상부 전극 (104)과 하부 전극 (107) 사이의 페데스탈 (106) 상에 배치된다.
- [0022] 단지 예를 들면, 상부 전극 (104)은 가스 분배 디바이스 (105)를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스 (105)는 프로세스 가스들을 도입하고 프로세스 가스들을 분배하는 샤퍼헤드 (109)를 포함한다. 대안적으로, 상부 전극 (104)은 도전 플레이트를 포함할 수도 있고 프로세스 가스들은 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다. 하부 전극 (107)은 비도전성 페데스탈 내에 배치될 수도 있다. 대안적으로, 페데스탈 (106)은 하부 전극 (107)의 역할을 하는 도전성 플레이트를 포함하는 정전 쳐를 포함할 수도 있다.
- [0023] 일부 예들에서, 직접적인 플라즈마가 사용된다. 이 예에서, RF 생성 시스템 (110)은 RF 전압을 생성하고 RF 전압을 상부 전극 및 하부 전극 중 하나에 출력한다. 상부 전극 및 하부 전극 중 다른 하나는 DC 접지되거나, AC 접지되거나 플로팅한다 (floating). 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (110)은 매칭 및 분배 네트워크 (112)에 의해 상부 전극 (104) 또는 하부 전극 (107)에 피드된 (feed) RF 전압을 생성하는 RF 전압 생성기 (111)를 포함할 수도 있다. 대안적으로, 플라즈마는 리모트 플라즈마 소스 (113)로부터 전달될 수도 있다.
- [0024] 가스 전달 시스템 (130)의 예는 도 1에 도시된다. 가스 전달 시스템 (130)은 하나 이상의 가스 소스들 (132-1, 132-2, ..., 및 132-N) (집합적으로 가스 소스들 (132))을 포함하고, 여기서 N은 0보다 큰 정수이다. 가스 소스들은 하나 이상의 전구체들 및 전구체들의 혼합물들을 공급한다. 기화된 전구체가 또한 사용될 수도 있다. 가스 소스들 (132)은 밸브들 (134-1, 134-2, ..., 및 134-N) (집합적으로 밸브들 (134)) 및 질량 유량 제어기들 (136-1, 136-2, ..., 및 136-N) (집합적으로 질량 유량 제어기들 (136))에 의해 매니폴드 (140)에 연결된다. 매니폴드 (140)의 출력은 프로세싱 챔버 (102)에 피드된다. 단지 예를 들면, 매니폴드 (140)의 출력은 샤퍼헤드 (109)에 피드된다.
- [0025] 히터 (142)는 페데스탈 (106)을 가열하도록 페데스탈 (106) 내에 배치된 히터 코일 (미도시)에 연결될 수도 있다. 히터 (142)는 페데스탈 (106) 및 기판 (108)의 온도를 제어하도록 사용될 수도 있다. 밸브 (150) 및 펌프 (152)는 프로세싱 챔버 (102)로부터 반응물질들을 배출하도록 사용될 수도 있다. 제어기 (160)는 기판 프로세싱 시스템 (100)의 컴포넌트들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 단지 예를 들면, 제어기 (160)는 프로세스 가스, 캐리어 가스 및 전구체 가스의 플로우, 온도, 압력, 전력, 등과 같은 프로세스 파라미터들의 모니터링, 플라즈마 스트라이킹 및 플라즈마 소화, 반응물질들의 제거, 등을 제어하도록 사용될 수도 있다.
- [0026] 이제 도 2를 참조하면, 본 개시에 따른, 감소된 탄소-수소를 가진 비정질 탄소 막을 증착하기 위한 방법 (200)이 도시된다. 204에서, 기판은 PECVD 프로세싱 챔버와 같은 프로세싱 챔버 내에 배치된다. 208에서, 캐리어 가스는 프로세싱 챔버에 공급된다. 일부 예들에서, 캐리어 가스는 아르곤 (Ar), 분자 질소 (N_2), 헬륨 (He), 및/또는 이들의 조합들을 포함한다.
- [0027] 216에서, 탄화수소 전구체는 프로세싱 챔버에 공급된다. 일부 예들에서, 탄화수소 전구체는 C_xH_y 를 포함하고, 여기서 x는 2 내지 10의 정수이고 y는 2 내지 24의 정수이다. 다른 예들에서, 탄화수소 전구체는 메탄, 아세틸렌, 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 사이클로헥산, 벤젠 및 톨루엔으로 구성된 그룹으로부터 선택된다.
- [0028] 220에서, WF_a , NF_b , SF_c , 또는 F_2 는 미리 결정된 분율로 프로세싱 챔버에 공급된다.
- [0029] 222에서, 플라즈마는 프로세싱 챔버 내에서 스트라이킹된다. 일부 예들에서, WF_a , NF_b , SF_c , 또는 F_2 로부터 공급된 플루오라이드는 가스 상 반응들에서 탄화수소 전구체 내의 수소와 함께 소비된다. 그 결과, 막은 증가된 탄소-탄소 함량 및 감소된 탄소-수소 함량을 갖는다.
- [0030] 224에서, 감소된 탄소-수소 함량을 가진 비정질 탄소 막은 기판 상에 증착된다.
- [0031] 발생한 비정질 탄소 막 내에는 플루오라이드 함량이 거의 없다 (예를 들어 < 1 %). 일부 예들에서, 플루오라이드 함량은 본질적으로 0이고 측정될 수 없다. 감소된 탄소-수소 함량을 가진 비정질 탄소 막은 기판 프로세싱 동안 하드마스크로서 사용될 수도 있다.

- [0032] 전술한 내용은 본 개시에 따른, 감소된 탄소-수소 함량을 가진 비정질 탄소 하드마스크 막에 대한 프로세스 파라미터들에 대한 예시적인 범위들을 제시한다. 프로세싱 챔버 온도는 400 °C 내지 650 °C의 온도 범위로 설정될 수도 있고 압력은 0.2 Torr 내지 9 Torr로 설정될 수도 있다. 불소 전구체 WF_a, NF_b, SF_c, 또는 F₂는 1 내지 30 %의 분율로 공급된다. 탄화수소 전구체는 10 % 내지 95 %의 분율로 공급된다. 탄화수소 전구체는 CH₄를 포함할 수도 있다. 캐리어 가스는 10 % 내지 89 %의 분율로 공급된다. 고 주파수 전력은 100 W 내지 6000 W의 범위로 설정될 수도 있다. 저 주파수 전력은 100 W 내지 3000 W의 범위로 설정될 수도 있다.
- [0033] 다른 예들에서, 탄화수소 전구체는 10 % 내지 30 %의 분율로 공급된다. 탄화수소 전구체는 CH₄를 포함할 수도 있다. 캐리어 가스는 60 % 내지 89 %의 분율로 공급되고 He/Ar/N₂를 포함할 수도 있다. 불소 전구체는 1 % 내지 10 %의 분율로 공급된다. 불소 전구체는 WF_a를 포함할 수도 있다.
- [0034] 이제 도 3을 참조하면, 다양한 비정질 탄소 막들 내의 상대적인 탄소-수소 함량이 도시된다. 가장 높은 탄소-수소 함량은 종래의 CH₄-계 비정질 탄소 막에서 발견된다. CH₄/H₂-계 비정질 탄소 막은 보다 낮은 탄소-수소 함량을 갖는다. 플루오라이드/CH₄/H₂-계 비정질 탄소 막은 약간 보다 낮은 탄소-수소 함량을 갖는다. 플루오라이드/CH₄-계 비정질 탄소 막은 예들의 이 그룹에서 가장 낮은 탄소-수소 함량을 갖는다.
- [0035] 전술한 기술은 단순히 특성을 예시하는 것이고 어떠한 방식으로도 본 개시, 이의 애플리케이션, 또는 용도를 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시는 특별한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들을 연구함으로써 명백해질 것이기 때문에 그렇게 제한되지 않아야 한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 구 A, B, 및 C 중 적어도 하나는 비배타적인 논리 OR를 사용하여, 논리적으로 (A 또는 B 또는 C) 를 의미하는 것으로 해석되어야 하고, "적어도 하나의 A, 적어도 하나의 B, 및 적어도 하나의 C"를 의미하도록 해석되지 않아야 한다. 방법 내에서 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리를 변경하지 않고 다른 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0036] 일부 구현예들에서, 제어기는 상술한 설계들의 일부일 수 있는 시스템의 일부이다. 이러한 시스템들은, 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱용 플랫폼 또는 플랫폼들, 및/또는 특정 프로세싱 컴포넌트들 (웨이퍼 페테스탈, 가스 플로우 시스템, 등) 을 포함하는, 반도체 프로세싱 장비를 포함할 수 있다. 이러한 시스템들은 반도체 웨이퍼 또는 기판의 프로세싱 이전에, 프로세싱 동안에 그리고 프로세싱 이후에 그들의 동작을 제어하기 위한 전자장치에 통합될 수도 있다. 전자장치는 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부품들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 예를 들어 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 진공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴들 및 다른 전달 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 웨이퍼 전달들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스를 제어하도록 프로그램될 수도 있다.
- [0037] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고 인스트럭션들을 발행하고 동작을 제어하고 세정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는 등을 하는 다양한 접적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 접적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP), ASIC (application specific integrated circuit) 으로서 규정되는 칩들 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 실행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 산화물들, 실리콘, 이산화 실리콘, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.
- [0038] 제어기는, 일부 구현예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 이와 달리 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로 되는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클

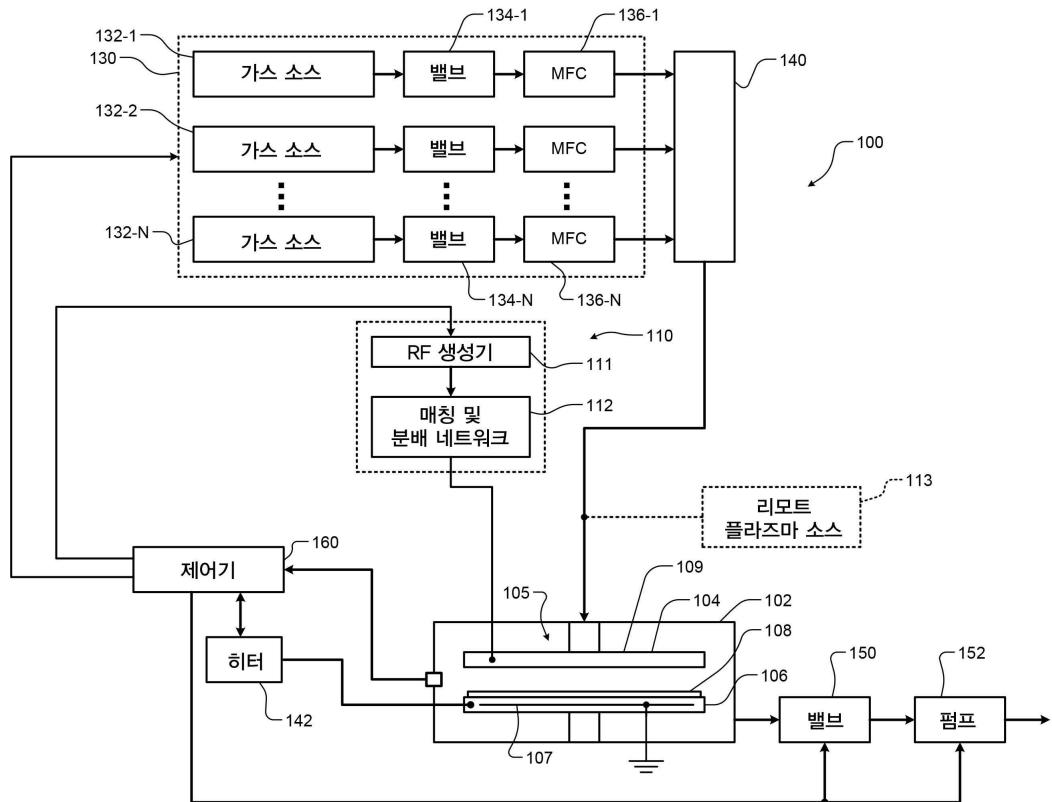
라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스를 시작하기 위해서 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버)는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해서 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정사항들의 입력 또는 프로그래밍을 가능하게 하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들 동안에 수행될 프로세스 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정한, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 이 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성된 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 상술한 바와 같이, 제어기는 예를 들어 서로 네트워킹되어서 함께 공통 목적을 위해서, 예를 들어 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들을 위해서 협력하는 하나 이상의 개별 제어 기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는, (예를 들어, 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 수 있다.

[0039] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 애칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스피-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 애칭 챔버 또는 모듈, PVD (physical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (chemical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, ALD (atomic layer deposition) 챔버 또는 모듈, ALE (atomic layer etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

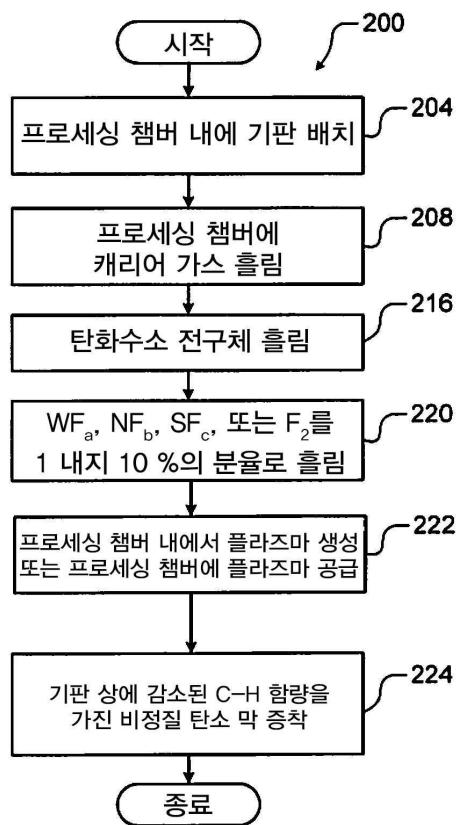
[0040] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제조 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 다른 제어기 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

