



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월26일

(11) 등록번호 10-2735182

(24) 등록일자 2024년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/033 (2006.01) C23C 16/02 (2006.01)
C23C 16/06 (2006.01) C23C 16/30 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) H01L 21/3213 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 21/0332 (2013.01)
C23C 16/0281 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7028384(분할)

(22) 출원일자(국제) 2018년05월11일
심사청구일자 2023년08월21일

(85) 번역문제출일자 2023년08월21일

(65) 공개번호 10-2023-0127369

(43) 공개일자 2023년08월31일

(62) 원출원 특허 10-2019-7036223

원출원일자(국제) 2018년05월11일

심사청구일자 2021년05월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/032267

(87) 국제공개번호 WO 2018/209200

국제공개일자 2018년11월15일

(30) 우선권주장
62/505,672 2017년05월12일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020160070683 A*
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 25 항

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050

(72) 발명자
쿨쉬레쉬타, 프라샨트 쿠마르
미국 95134 캘리포니아 새너제이 잔커 로드 3200
유닛 2202
왕, 자루이
미국 95050 캘리포니아 산타클라라 먼로 스트리트
2250 유닛 135
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

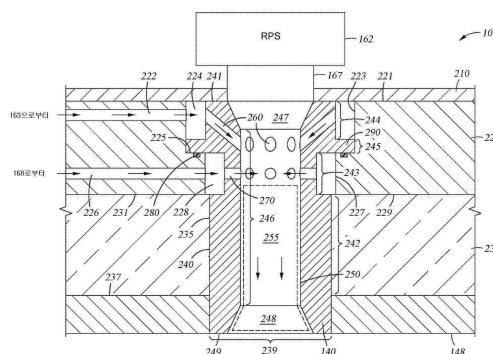
심사관 : 김대선

(54) 발명의 명칭 기판들 및 챔버 컴포넌트들 상에서의 금속 실리사이드 층들의 증착

(57) 요약

본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 기판들 및 챔버 컴포넌트들 상에 금속 실리사이드 층들을 증착하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 일 실시예에서, 하드마스크를 형성하는 방법은, 타겟 층을 갖는 기판을 프로세싱 챔버 내에 포지셔닝하는 단계, 금속 실리사이드를 포함하는 시드 층을 타겟 층 상에 형성하는 단계 및 텅스텐 (뒷면에 계속)

대표도



계 벌크 층을 시드 층 상에 증착하는 단계를 포함하며, 금속 실리사이드 층 및 텅스텐계 벌크 층은 하드마스크를 형성한다. 다른 실시예에서, 플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트들을 컨디셔닝하는 방법은, 아르곤 또는 헬륨을 포함하는 불활성 가스를 가스 애플리케이션으로부터 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유동시키는 단계, 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 플라즈마에 기관 지지부를 노출시키는 단계 및 금속 실리사이드를 포함하는 시즈닝 층을 기관 지지부의 알루미늄계 표면 상에 형성하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

C23C 16/06 (2013.01)
C23C 16/30 (2013.01)
C23C 16/4404 (2013.01)
C23C 16/45565 (2013.01)
H01L 21/0337 (2013.01)
H01L 21/31144 (2013.01)
H01L 21/32139 (2013.01)

(72) 발명자

리, 광덕 더글라스

미국 94065 캘리포니아 레드우드 시티 군터 레인 384

가드레, 밀런드

미국 95051 캘리포니아 산타클라라 그라나다 애비뉴 3500 아파트먼트 305

민, 샤오관

미국 94043 캘리포니아 마운틴뷰 웨스트 미들필드 로드 905 아파트먼트 944

코너스, 폴

미국 94403 캘리포니아 샌마테오 31 애비뉴 705

(56) 선행기술조사문헌

JP2006339523 A
 KR100240532 B1*
 KR1020080101745 A*
 KR1020160114514 A
 JP2006339523
 US20100112819 A1*
 JP2006339523*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

가스 애플리케이터(gas applicator)로서,

관형 바디;

상기 관형 바디를 통해 형성되는 통로;

상기 관형 바디를 통해 형성되고 그리고 제1 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제1 크로스-홀; 및

상기 관형 바디를 통해 형성되고, 상기 관형 바디의 중심선에 대해 상기 제1 크로스-홀 아래에서 축방향으로 이격되고 그리고 상기 제1 가스와 상이한 제2 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제2 크로스-홀을 포함하는,

가스 애플리케이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 크로스-홀은 상기 가스 애플리케이터의 최하부 표면에 대하여 반경방향 내향 및 하향 각도(radially inward and downward angle)로 형성되는,

가스 애플리케이터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 크로스-홀은 원형의 단면 형상을 갖는,

가스 애플리케이터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 크로스-홀은 원형의 단면 형상을 갖는,

가스 애플리케이터.

청구항 5

제1항에 있어서,

하나 이상의 추가적인 크로스-홀을 더 포함하는,

가스 애플리케이터.

청구항 6

프로세싱 챔버로서,

내부에 챔버 볼륨이 정의된 챔버 바디;

상기 챔버 볼륨 내에 배치된 기관 지지부;

상기 챔버 바디에 커플링된 덮개; 및

상기 덮개를 관통해 상기 챔버 볼륨에 유체 연결되는 가스 애플리케이터를 포함하고,

상기 가스 애플리케이션터는,

관형 바디;

상기 관형 바디를 통해 형성되는 통로 — 상기 통로는 상기 챔버 볼륨에 유체 연결됨 —;

상기 관형 바디를 통해 형성되고 그리고 제1 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제1 크로스-홀; 및

상기 관형 바디를 통해 형성되고, 상기 관형 바디의 중심선에 대해 상기 제1 크로스-홀 아래에서 축방향으로 이격되고 그리고 상기 제1 가스와 상이한 제2 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제2 크로스-홀을 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 챔버 바디의 하나 이상의 측벽에 형성되는 원주형 펌핑 채널을 더 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 하나 이상의 측벽 중 적어도 하나의 측벽의 상부 표면 위의 세라믹 챔버 라이너를 더 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 원주형 펌핑 채널은 펌핑 시스템에 커플링되는,

프로세싱 챔버.

청구항 10

제6항에 있어서,

RF 전력 소스를 더 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 RF 전력 소스는,

13.56 MHz에서 동작하도록 구성되는 고주파 라디오 주파수(HFRF, high frequency radio frequency) 전력 소스; 및

300 kHz에서 동작하도록 구성되는 저주파 라디오 주파수(LFRF, low frequency radio frequency) 전력 소스를 더 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 가스 애플리케이션터에 커플링되는 출력 매니폴드(manifold)를 더 포함하는,

프로세싱 챔버.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 출력 매니폴드는 통로를 포함하고, 그리고
상기 가스 애플리케이션터는 상기 통로에 배치되는,
프로세싱 챔버.

청구항 14

제6항에 있어서,
상기 가스 애플리케이션터는 원통형-형상인,
프로세싱 챔버.

청구항 15

제6항에 있어서,
상기 가스 애플리케이션터에 유동적으로 연결되는 원격 플라즈마 소스를 더 포함하는,
프로세싱 챔버.

청구항 16

가스 분배 시스템으로서,
덮개;
상기 덮개 아래에 배치되는 출력 매니폴드;
상기 출력 매니폴드 아래에 배치되는 절연체; 및
상기 출력 매니폴드 내에 배치되는 가스 애플리케이션터를 포함하고,
상기 가스 애플리케이션터는,
관형 바디;
상기 관형 바디를 통해 형성되는 통로;
상기 관형 바디를 통해 형성되고 그리고 제1 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제1 크로스-홀; 및
상기 관형 바디를 통해 형성되고, 상기 관형 바디의 중심선에 대해 상기 제1 크로스-홀 아래에서 축방향으로 이격되고 그리고 상기 제1 가스와 상이한 제2 가스를 상기 통로 내로 전달하도록 구성되는 제2 크로스-홀을 포함하는,
가스 분배 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 출력 매니폴드의 최하부 표면은 베이스 플레이트에 커플링되는,
가스 분배 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 가스 애플리케이션터는 하나 이상의 추가적인 크로스-홀을 더 포함하는,
가스 분배 시스템.

청구항 19

제16항에 있어서,
상기 출력 매니폴드는 상부 플레넘(plenum) 및 하부 플레넘을 포함하는,
가스 분배 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,
상기 제1 크로스-홀은, 상기 상부 플레넘, 및 상기 관형 바디를 통해 형성되는 통로에 유동적으로 연결되는,
가스 분배 시스템.

청구항 21

플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝(conditioning)하는 방법으로서,
불활성 가스를 제1항에 따른 가스 애플리케이션터로부터 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유동시키는 단계 —
상기 유동시키는 단계는, 제1 시간 구간동안 상기 가스 애플리케이션터로부터 상기 제1 크로스-홀을 통해 상기 플
라즈마 프로세싱 챔버 내로 아르곤을 유동시키는 단계, 및 제3 시간 구간동안 상기 가스 애플리케이션터로부터 상
기 제2 크로스-홀을 통해 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 헬륨을 유동시키는 단계를 포함함 —;
상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 플라즈마에 기판 지지부를 노출시키는 단계; 및
금속 실리사이드를 포함하는 시즈닝 층을 상기 컴포넌트의 알루미늄계 표면 상에 형성하는 단계를 포함하는,
플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,
상기 시즈닝 층의 두께는 10 nm 내지 10000 nm인,
플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝하는 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,
상기 금속 실리사이드를 포함하는 시즈닝 층을 형성하는 단계는,
(A) 상기 제1 시간 구간 동안, 아르곤과 혼합된 금속 헥사플루오라이드를 상기 가스 애플리케이션터로부
터 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유동시키는 단계;
(B) 제2 시간 구간 동안, 상기 아르곤과 혼합된 금속 헥사플루오라이드를 상기 플라즈마 프로세싱 챔버
로부터 제거하는 단계;
(C) 상기 제3 시간 구간 동안, 헬륨과 혼합된 실란을 상기 가스 애플리케이션터로부터 상기 플라즈마 프
로세싱 챔버 내로 유동시키는 단계;
(D) 제4 시간 구간 동안, 상기 헬륨과 혼합된 실란을 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 제거하는 단
계 — 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 시간 구간들은 시간 사이클을 구성함 —; 및
(E) 상기 (A), (B), (C) 및 (D)를 반복하는 단계를 포함하는,
플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝하는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 제1 시간 구간, 상기 제2 시간 구간, 상기 제3 시간 구간, 및 상기 제4 시간 구간 각각은 0.1 초 내지 100 초인,

플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝하는 방법.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 제1 시간 구간 및 상기 제3 시간 구간은 반복할 때마다 증가하는,

플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트를 컨디셔닝하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 집적 회로들의 제조에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본원에서 설명되는 실시예들은 기판들 및 챔버 컴포넌트들 상에 금속 실리사이드 층들을 증착하기 위한 기법들을 제공한다.

배경 기술

[0002] 하드마스크들은 포토리소그래피를 위해 패턴들을 전사하는 데 사용된다. 기판 상에 하드마스크를 형성하는 방법들은 당해 기술분야에 잘 알려져 있다. 차세대 디바이스들이 수직 스택 방식들을 활용하여 더 높은 디바이스 밀도 및 더 낮은 비용을 달성하는 것을 가능하게 하는, 고종횡비, 비-붕괴 에칭-선택적 구조들을 전달할 수 있는 하드마스크들이 계속해서 필요하다. 텅스텐계 하드마스크들은, 높은 탄성 계수, 높은 밀도, 우수한 에칭-선택성, 및 스트리핑의 용이함으로 인해 이러한 필요성을 충족시킬 가능성을 보여주었다. 예컨대, 비정질 텅스텐 하드마스크들은, 종래의 비정질 카본계 막들과 비교할 때, 2배 넘게 더 높은 에칭 선택성 및 기계적 안정성을 보인다. 그러나, 두꺼운 텅스텐계 층들로부터의 플루오린은 종종 기관과 벌크 막의 계면으로 열적으로 빠르게 확산되어, 두꺼운 층들을 통상적으로 증착하는 것을 실행불가능하게 만든다. 또한, 텅스텐계 막들은, 일반적으로 기판들 상에 증착되는 실리콘 옥사이드, 실리콘 나이트라이드, 비정질 실리콘, 및 폴리실리콘으로 만들어진 막들에 대해 불충분한 접착력을 갖는다. 따라서, 텅스텐계 막들의 증착은 현재, 고종횡비 애플리케이션들을 위한 갭-필(gap-fill)로서 전형적으로 사용되는 얇은 층들로 제한된다.

[0003] 추가적으로, 컴포넌트들 상에 증착된 텅스텐 막들을 갖는 챔버들이 플루오린계 세정제들의 플라즈마를 사용하여 증착 후에 세정될 때, 플루오라이드 이온들은 챔버 내의 알루미늄, 예컨대 히터들을 제조하는 데 사용된 알루미늄 나이트라이드(AlN)와 반응한다. 그 반응들은 알루미늄 플루오라이드(AlF_x)를 형성하며, 알루미늄 플루오라이드(AlF_x)는 기판들 상에서 입자 생성 및 프로세스 드리프트들을 야기한다. 기판들 상의 AlF_x는 챔버 내의 샤워헤드 또는 벽으로의 승화로 인해 기판들을 결함이 있게 만들고 기관의 세정 효과를 떨어뜨린다. 따라서, AlF_x 오염 및 플레이킹(flaking)은 일반적으로 바람직하지 않다.

[0004] 따라서, 기판들 상에 두꺼운 텅스텐계 하드마스크들을 형성하고 그리고 챔버 컴포넌트들을 오염시키는 AlF_x로부터의 결함들을 방지하기 위한 개선된 방법들 및 장치가 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 기판들 및 챔버 컴포넌트들 상에 금속 실리사이드 층들(예컨대, 텅스텐 실리사이드)을 증착하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 일 실시예에서, 금속 실리사이드 층을 기판 상에 증착함으로써 하드마스크를 형성하는 방법이 개시된다. 방법은, 타겟 층을 갖는 기관을 프로세싱 챔버 내에 포지셔닝하는 단계, 금속 실리사이드의 시드 층을 타겟 층 상에 형성하는 단계 및 텅스텐계 벌크 층을 시드 층 상에 증착하는 단계를 포함하며, 금속 실리사이드 층 및 텅스텐계 벌크 층은 하드마스크를 형성한다.

[0006] [0007] 다른 실시예에서, 금속 실리사이드 층을 챔버 컴포넌트들 상에 증착함으로써 플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트들을 컨디셔닝(conditioning)하는 방법이 개시된다. 방법은, 불활성 가스를 가스 애플리케이터(gas applicator)로부터 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유동시키는 단계, 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 플라즈마에 기관 지지부를 노출시키는 단계 및 금속 실리사이드의 시즈닝 층을 기관 지지부의 알루미늄계 표면 상에 형성하는 단계를 포함한다. 불활성 가스는 아르곤 또는 헬륨을 포함한다.

[0007] [0008] 또 다른 실시예에서, 프로세싱 챔버가 개시된다. 프로세싱 챔버는, 내부에 챔버 볼륨이 정의된 챔버 바디, 챔버 볼륨 내에 배치된 기관 지지부, 챔버 바디에 커플링된 덮개, 및 덮개를 관통해 챔버 볼륨에 유동적으로 연결된 가스 애플리케이터를 포함한다. 가스 애플리케이터는 관형 바디, 관형 바디를 통해 형성되고 그리고 챔버 볼륨에 유동적으로 커플링된 통로, 관형 바디를 통해 형성된 제1 크로스-홀 및 제2 크로스-홀을 포함한다. 제1 크로스-홀은 제1 가스를 통로 내로 전달하도록 구성된다. 제2 크로스-홀은 관형 바디의 중심선에 대해 제1 크로스-홀 아래에서 축방향으로 이격되고, 제2 가스를 통로 내로 전달하도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0008] [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 예시하는 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 실시예들을 실시하는 데 사용될 수 있는 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD; plasma enhanced chemical vapor deposition) 챔버의 간략화된 전면 단면도를 도시한다.

[0011] 도 2는 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 도 1의 챔버의 가스 애플리케이터의 부분 단면도를 도시한다.

[0012] 도 3은 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 도 1의 챔버 내에 배치된 기관 상에 하드마스크를 형성하기 위한 방법의 블록도이다.

[0013] 도 4a-도 4g는 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 하드마스크를 사용하여 기관 상에 타겟 층을 패터닝하는 다양한 스테이지들을 도시한다.

[0014] 도 5는 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트들을 컨디셔닝하기 위한 방법의 블록도이다.

[0015] 도 6a-도 6b는 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트들을 컨디셔닝하는 2개의 스테이지들을 도시한다.

[0016] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통적인 동일한 엘리먼트들을 가리키기 위해 가능한 경우 동일한 도면부호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들이 추가의 언급없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있음이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] [0017] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 기관들 및 챔버 컴포넌트들 상에 금속 실리사이드 층들을 증착하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다.

[0010] [0018] 본원에서 설명되는 실시예들은, 임의의 적절한 박막 증착 시스템을 사용하여 수행될 수 있는 PECVD 프로세스를 참조하여 아래에서 설명될 것이다. 적절한 시스템들의 예들은, DXZ[®] 프로세싱 챔버를 사용할 수 있는 CENTURA[®] 시스템들, PRODUCER[®] 시스템들, PRODUCER[®] GT 시스템들, PRODUCER[®] XP Precision[™] 시스템들 및 PRODUCER[®] SE[™] 시스템들을 포함하며, 이들은 캘리포니아 산타클라라의 Applied Materials, Inc.로부터 상업적으로 입수가 가능하다. PECVD 프로세스들을 수행할 수 있는 다른 툴들은 또한, 본원에서 설명되는 실시예들로부터 이익을 얻도록 적용될 수 있다. 본원에서 설명되는 장치는 예시적인 것이며, 본원에서 설명되는 실시예들의 범위를 제한하는 것으로 이해되거나 해석되어서는 안된다.

[0011] [0019] 원자 층 증착(ALD; atomic layer deposition)을 통해 증착된 시드 층들(예컨대, TiN, WSi, WB, WN 막들)은 실리콘 옥사이드 및 실리콘 나이트라이드에 대한 우수한 접착력을 보였지만, 두꺼운 텅스텐계 막들을 기

판들에 충분히 접촉시키지는 않는다. 본원에서 설명되는 실시예들은 기관들에 양호하게 접촉되는 두꺼운 텅스텐계 막들의 형성을 가능하게 한다. 종래의 ALD 막들과 비교하여, 본원에서 설명되는 방법들 및 장치는 단위 두께 당 더 많은 플루오린 트랩들을 도입하며, 이는 기관들에 대한 텅스텐계 막들의 접착력을 향상시키는 얇은 시드 층들의 증착을 가능하게 한다. 방법들은 교번적인 가스 유동 펄스들을 사용하여 막의 그레인 사이즈 및 거칠기를 감소시키고 막 접착력을 개선한다. 하나 이상의 가스들(예컨대, H_2 , He , B_2H_6 , 하이드로카본들, N_2 , N_2O , NO_2 , N_2O_4 , NH_3 , NF_3 , SiH_4 , Si_2H_6 , CH_4 , C_2H_2 , C_3H_6 , C_4H_8 , C_5H_{10} , O_2 , O_3 , H_2O , Ar , WF_6 , WCl_6 , $W(CO)_6$, 및 텅스텐의 유기금속성 화합물들)의 가스 유동은 교번될 수 있다. 각각의 가스 유동 펄스에 대한 시간 구간들은 예컨대 0.1 내지 100 초의 범위에서 동일하거나 상이할 수 있다. 각각의 가스 유동 펄스의 지속기간은 다수의 펄스 사이클들에 걸쳐 점진적으로 감소하거나 또는 다수의 펄스 사이클들에 걸쳐 점진적으로 증가할 수 있다. 증착 프로세스 동안의 상이한 가스들의 교번적인 가스 유동 펄스들은 등방성 성장을 가능하게 하고 플루오린을 트래핑(trap)하는 결함들을 생성하는 결정화를 방해한다. 계면들에서의 그리고 증착된 막들 내에서의 더 작은 그레인 사이즈 및 더 양호한 화학적 본딩으로 인해, 증착된 막들의 접착력 및 모폴로지가 개선된다.

[0012] [0020] 본원에서 개시된 방법들 및 장치는, 챔버 컴포넌트들 상의 시즈닝 층의 예들로서의 텅스텐 실리사이드 층 및 기관들 상의 텅스텐계 벌크 층들의 증착을 위한 시드 층의 형성을 설명한다. 그러나, 본원에서 개시된 방법들 및 장치는, 다른 금속 실리사이드 층들, 이를테면, 몰리브덴 실리사이드, 티타늄 실리사이드 등(그러나 이에 제한되지 않음)의 형성에 동일하게 적용가능하다는 것이 주목되어야 한다.

[0013] [0021] 도 1은 개시된 기술이 실시될 수 있는 PECVD 챔버(100)의 간략화된 전면 단면도의 일 예를 도시한다. 챔버(100)는 일반적으로, 챔버 덮개(104)를 지지하는 챔버 바디(102)를 포함한다. 챔버 덮개(104)는 힌지(도시되지 않음)에 의해 챔버 바디(102)에 부착된다. 챔버 바디(102)는 측벽들(112) 및 최하부 벽(116)을 포함하며, 이들은 챔버 덮개(104)와 함께 내부 챔버 볼륨(120)의 경계를 정한다. 챔버 덮개(104)는, 반응물 및/또는 세정 가스들을 챔버 볼륨(120) 내로 전달하기 위한 가스 분배 시스템(108)과 인터페이스된다. 원주형 펌핑 채널(125)이 측벽들(112)에 형성되고, 펌핑 시스템(164)에 커플링된다. 펌핑 시스템(164)은, 챔버 볼륨(120)으로부터 가스들을 배기시키고 그리고 챔버 볼륨(120) 내의 압력을 제어하도록 구성된다. 기관 지지부(128)는 챔버 볼륨(120) 내에 배치된다. 기관 지지부(128)는 최하부 벽(116)을 관통해 형성된 통로(122)를 통과하는 스텝(126)을 갖는다. 기관 리프트 핀들(161)을 작동시키도록 구성된 로드(rod)(130)는 최하부 벽(116)을 관통해 형성된 다른 통로(124)를 통과한다. 로드(130)는 액추에이터(107)에 커플링된다.

[0014] [0022] 기관 지지부(128)는 챔버 볼륨(120) 내에 배치되고, 프로세싱 동안 기관(121)을 지지하고 홀딩하도록 구성된다. 챔버 볼륨(120) 내에서 기관 지지부(128)를 하강 또는 상승시키기 위해, 구동 시스템(103)이 기관 지지부(128)에 커플링된다. 챔버 볼륨(120) 내에서 기관 지지부(128)를 하강 또는 상승시키기 위해, 구동 시스템(103)이 기관 지지부(128)에 커플링된다.

[0015] [0023] 일 실시예에서, 기관 지지부(128)는 정전 척이다. 기관 지지부(128)는, 기관(121)을 기관 지지부(128) 상에 정전기적으로 고정시키기 위해 전압이 인가되는 적어도 하나의 척킹 전극(123)을 포함한다. 전극(123)은, 저역 통과 필터(177)를 통해 전극(123)에 연결된 직류(DC) 전력 공급부(176)에 의해 전력을 공급받는다. 기관 지지부(128)의 전극(123)은 단극형, 양극형, 삼극형, 깎지형(interdigitated), 구역형(zonal) 등일 수 있다. 다른 실시예에서, 기관 지지부(128)는 정전 척을 포함하지 않는다.

[0016] [0024] 일부 실시예들에서, 기관 지지부(128)는, 기관 지지부(128) 상에 포지셔닝된 기관(121)을 원하는 프로세스 온도까지 가열하기 위해, 하나 이상의 가열 엘리먼트들(605)(도 6a-도 6b에 도시됨), 이를테면, 저항성 엘리먼트들을 포함한다. 대안적으로, 기관 지지부(128)는 외부 가열 엘리먼트, 이를테면, 램프 어셈블리에 의해 가열된다. 가열 엘리먼트들(605)은 또한, 기관 지지부(128)가 정전 척으로서 구성되는 실시예들에서 사용될 수 있다.

[0017] [0025] 원격 플라즈마 소스(162)는 가스 분배 시스템(108)의 가스 애플리케이터(140)를 통해 챔버 볼륨(120)에 유동적으로 연결되고, 프로세싱 동안에 이온화된 라디칼들을 생성하도록 동작된다. 이온화된 라디칼들은 가스 유입 통로(167)를 통해 원격 플라즈마 소스(162)로부터 가스 분배 시스템(108) 내로 유동한다. 원격 플라즈마 소스(162)는 가스 소스(169)에 연결되며, 가스 소스(169)는 가스, 이를테면, 세정 가스를 원격 플라즈마 소스(162) 내로 공급한다.

[0018] [0026] 적어도 2개의 별개의 가스 소스들(163, 168)이 가스 분배 시스템(108)에 커플링된다. 가스 소스들(163, 168)은 가스 애플리케이터(140)를 통해 챔버 볼륨(120) 내로 전달될 수 있는 상이한 가스들을 제공한다.

- [0019] [0027] RF 전력 소스(165)는 임피던스 매칭 회로(173)를 통해 덮개(104) 아래의 샤워헤드 어셈블리(142)에 커플링된다. 샤워헤드 어셈블리(142)는, 환형 베이스 플레이트(148)와 페이스플레이트(146) 사이에 블로커 플레이트(144)가 배치되어 있는 것으로 구성된다. 커패시터(178)와 같은 고역 통과 필터를 통해 접지되는 전극(123) 및 샤워헤드 어셈블리(142)의 페이스플레이트(146)는 용량성 플라즈마 생성기를 형성한다. RF 전력 소스(165)는, 샤워헤드 어셈블리(142)의 페이스플레이트(146)와 기판 지지부(128) 사이의 용량성 플라즈마의 발생을 가능하게 하기 위해 샤워헤드 어셈블리(142)에 RF 에너지를 제공한다. 따라서, 전극(123)은, 기판 지지부(128)에 대한 기판(121)의 정전 클램핑을 가능하게 하기 위해 DC 전력 공급부(176)로부터의 전기적 바이어스 및 RF 전력 소스(165)에 대한 접지 경로 둘 모두를 제공한다.
- [0020] [0028] RF 전력 소스(165)는 고주파 라디오 주파수(HFRF; high frequency radio frequency) 전력 소스, 예컨대 13.56 MHz RF 생성기, 및/또는 저주파 라디오 주파수(LFRF; low frequency radio frequency) 전력 소스, 예컨대 300 kHz RF 생성기를 포함한다. LFRF 전력 소스는 저주파 생성 및 고정 매칭 엘리먼트들 둘 모두를 제공한다. HFRF 전력 소스는 고정 매칭과 함께 사용하기 위해 설계되며, 부하(load)에 전달되는 전력을 조절하여, 순방향 및 반사 전력에 관한 우려들을 제거한다.
- [0021] [0029] 부식성 프로세싱 환경으로부터 측벽들(112)을 보호하기 위해 세라믹 또는 다른 적합한 재료로 제조된 챔버 라이너(127)가 챔버 볼륨(120)에 배치된다. 챔버 라이너(127)는 측벽들(112)에 형성된 레지(129)에 의해 지지된다. 복수의 배기 포트들(131)이 챔버 라이너(127) 상에 형성된다. 배기 포트들(131)은 챔버 볼륨(120)을 펌핑 채널(125)에 유동적으로 연결하도록 구성된다.
- [0022] [0030] 도 2는 반응물 및 세정 가스들을 챔버 볼륨(120) 내로 전달하기 위한, 챔버 덮개(104)를 관통해 배치된 가스 분배 시스템(108)의 부분 단면도를 도시한다. 가스 분배 시스템(108)은 덮개(210), 출력 매니폴드(220), 절연체(230) 및 가스 애플리케이션이터(140)를 포함한다.
- [0023] [0031] 출력 매니폴드(220) 및 절연체(230)는 하나가 다른 하나의 최상부 상에 놓이는 식으로 스택되고, 그들을 관통하는 통로(239)를 갖는다. 가스 애플리케이션이터(140)는, 가스 애플리케이션이터(140)의 길이방향 축이 통로(239)의 길이방향 축과 동일 선상(co-linear)에 정렬되도록, 통로(239) 내에 배치된다. 통로(239)의 최상부 단부는 가스 유입 통로(167)에 연결된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 통로(239)의 최하부 단부는 챔버 볼륨(120)에 연결되고, 샤워헤드 어셈블리(142)와 대면한다. 출력 매니폴드(220)는 최상부 표면(221) 및 최하부 표면(229)을 갖는다. 최상부 표면(221)은 덮개(210)에 커플링된다. 최하부 표면(229)은 절연체(230)의 최상부 표면(231)에 커플링된다. 출력 매니폴드(220)는 제1 도관(222) 및 제2 도관(226)을 가지며, 제1 도관(222) 및 제2 도관(226)은 별개의 가스 소스들(163, 168)에 커플링된다. 덮개(210)는 최상부 단부에서 출력 매니폴드(220) 및 가스 애플리케이션이터(140)를 커버한다. 덮개(210)는 통로(239) 내에 가스 애플리케이션이터(140)를 유지하기 위해 통로(239)의 일부를 커버할 수 있다.
- [0024] [0032] 절연체(230)는 최상부 표면(231) 및 최하부 표면(237)을 갖는다. 최상부 표면(231)은 출력 매니폴드(220)의 최하부 표면(229)에 커플링된다. 최하부 표면(237)은 베이스 플레이트(148)에 커플링된다. 절연체(230)는 통로(239)의 일부를 정의하는 내측 벽(235)을 갖는다. 내측 벽(235)은 가스 애플리케이션이터(140)를 통로(239) 내에 수용하도록 구성된다. 절연체(230)는 가스 애플리케이션이터(140)에 열 절연 및 전기 절연을 제공하도록 구성된다.
- [0025] [0033] 가스 애플리케이션이터(140)는 통로(239) 내에 배치된다. 가스 애플리케이션이터(140)는 가스를 챔버 볼륨(120) 내로 전달하도록 구성된 중앙 통로(255)를 갖는다. 일 실시예에서, 가스 애플리케이션이터(140)는 원통형-형상이지만, 다른 실시예들에서, 가스 애플리케이션이터(140)는 상이한 형상들의 다른 단면을 가질 수 있다. 가스 애플리케이션이터(140)는, 중앙 통로(255)가 챔버 볼륨(120)에 유동적으로 연결되는 것을 가능하게 하도록 베이스 플레이트(148)를 통과한다. 가스 애플리케이션이터(140)는 외측 벽(240) 및 내측 벽(250)을 갖는다. 내측 벽(250)과 외측 벽(240)은 가스 애플리케이션이터(140)의 최상부 표면(241)에서 만난다. 내측 벽(250)과 외측 벽(240)은 또한, 가스 애플리케이션이터(140)의 최하부 표면(249)에서 만난다. 내측 벽(250)은 가스 애플리케이션이터(140)를 통과하는 중앙 통로(255)의 범위를 정한다. 내측 벽(250)은 중앙 부분(246), 제1 테이퍼형 부분(247) 및 제2 테이퍼형 부분(248)을 갖는다. 내측 벽(250)은 제1 테이퍼형 부분(247)을 통해 중앙 통로(255)의 최상부 단부에서 가스 유입구 매니폴드(167)에 연결된다. 내측 벽(250)은 제2 테이퍼형 부분(248)을 통해 중앙 통로(255)의 최하부 단부에서 베이스 플레이트(148)에 연결된다.
- [0026] [0034] 외측 벽(240)은 출력 매니폴드(220)를 관통해 이어지는 통로(239)의 일부를 정의하고, 절연체(230)는 출력 매니폴드(220) 아래에 배치된다. 외측 벽(240)은 제1 부분(242), 제2 부분(243), 제3 부분(245), 및 제4

부분(244)을 갖는다. 제1 부분(242)은 절연체(230)의 내측 벽(235)을 포함한다. 제2 부분(243)은 출력 매니폴드(220)에 형성되고, 제1 부분(242)에 연결된다. 제3 부분(245)은 제2 부분(243)에 연결된다. 제4 부분(244)은 제3 부분(245)에 연결된다. 제3 부분(245)은 외측으로 연장되고, 제1 부분(242)의 직경보다 더 큰 직경을 갖는다. 제2 부분(243) 및 제4 부분(244)은 제1 부분(242)보다 더 작은 직경들을 갖는다. 제2 부분(243) 및 제4 부분(244)은 출력 매니폴드(220)의 계단형 홀과 인터페이싱한다. 계단형 홀은 계단(225)에 의해 제2 내측 벽(227)에 연결되는 제1 내측 벽(223)을 포함한다. 제3 부분(245)에 의해 윤곽이 드러난 플랜지(290)가 계단(225) 상에 놓인다. 밀봉부(280), 이를테면, O-링(그러나 이에 제한되지 않음)은 플랜지(290) 주위의 가스 누설을 방지하기 위해 가스 애플리케이션(140)과 출력 매니폴드(220) 사이에 밀봉을 제공한다. 따라서, 하부 플레넘(228)은 출력 매니폴드(220)의 내측 벽(227)과 제2 부분(243) 사이에서 플랜지(290) 아래에 형성된다. 유사하게, 상부 플레넘(224)은 출력 매니폴드(220)의 내측 벽(223)과 제4 부분(244) 사이에서 플랜지(290) 위에 형성된다. 상부 플레넘(224)은 도관(222)에 의해 가스 소스(163)에 유동적으로 연결된다. 하부 플레넘(228)은 도관(226)에 의해 가스 소스(168)에 유동적으로 연결된다.

[0027] [0035] 가스 애플리케이션(140)은, 상부 플레넘(224)을 중앙 통로(255)와 유동적으로 연결하도록 구성된 제1 크로스-홀(260)을 갖는다. 가스 애플리케이션(140)은 선택적으로, 임의의 적합한 수의 제1 크로스-홀들(260)을 가질 수 있다. 제1 크로스-홀(260)은, 제1 크로스-홀(260)이 유체를 효과적으로 중앙 통로(255) 내로 전달할 수 있도록, 원형, 정사각형 또는 다른 적합한 기하학적 구조의 단면 형상을 가질 수 있다. 추가적으로, 제1 크로스-홀(260)은 반경방향 내향 및 하향 각도(radially inward and downward angle)로 (최하부 표면(249)을 향해) 형성될 수 있다. 제1 크로스-홀(260)의 내향 및 하향 각도는, 제1 크로스-홀(260)에서 나가서 중앙 통로(255) 내로의 유체 유동에, 챔버 볼륨(120)을 향하는 그리고 RPS(162)로부터 멀어지는 방향으로 운동량(momentum)을 제공한다. 따라서, 제1 크로스-홀(260)의 각도는 원격 플라즈마 소스(162)에 연결된 가스 유입 통로(167) 내로의 가스들의 역류를 방지하여서, 잠재적인 원하지 않는 침착물 및 오염을 감소시킨다. 가스 애플리케이션(140)은, 하부 플레넘(228)을 제1 크로스-홀(260) 아래에서 중앙 통로(255)와 유동적으로 연결하도록 구성된 제2 크로스-홀(270)을 갖는다. 가스 애플리케이션(140)은 선택적으로, 임의의 적합한 수의 제2 크로스-홀들(270)을 가질 수 있다. 제2 크로스-홀(270)은, 제2 크로스-홀(270)이 유체를 중앙 통로(255) 내로 전달할 수 있도록, 원형, 정사각형 또는 다른 기하학적 구조의 단면 형상을 가질 수 있다.

[0028] [0036] 도 1을 다시 참조하면, 동작 동안 베이스 플레이트(148)를 냉각시키기 위해 가스 분배 시스템(108)의 베이스 플레이트(148)에 냉각 채널(147)이 커플링된다. 냉각 유입구(145)는 냉각제 유체, 이를테면, 물 등을 냉각 채널(147) 내로 전달한다. 냉각제 유체는 냉각제 배출구(149)를 통해 냉각 채널(147)에서 나간다.

[0029] [0037] 도 1에 도시된 바와 같이, PECVD 시스템(100)은 시스템 제어기(175)를 더 포함하며, 시스템 제어기(175)는 원격 플라즈마 소스(162), RF 전력 소스(165) 및 DC 전력 공급부(176)의 동작을 제어한다. 시스템 제어기(175)는 또한, 펌핑 시스템(164), 구동 시스템(103), 액추에이터(107), 및 가스 소스들(163, 168 및 169)의 동작을 제어한다. 시스템 제어기(175)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU), 메모리, 및 지원 회로를 포함한다. CPU는 산업 현장에서 사용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서일 수 있다. 소프트웨어 루틴들은 메모리, 이를테면, 랜덤 액세스 메모리, 판독 전용 메모리, 플래시, 또는 하드 디스크 드라이브, 또는 다른 형태의 디지털 저장소에 저장될 수 있다. 지원 회로는 통상적으로 CPU에 커플링되며, 캐시, 클럭 회로들, 입력/출력 시스템들, 전력 공급부들 등을 포함할 수 있다.

[0030] [0038] 가스 애플리케이션(140)을 포함하는 챔버(100)는, 챔버(100)의 챔버 볼륨(120) 내에 금속 실리사이드 층들을 형성하는 데 유리하게 사용된다. 일 실시예에서, 텅스텐 실리사이드의 시즈닝 층이 챔버(100)의 컴포넌트, 이를테면, 기관 지지부(128)(그러나 이에 제한되지 않음) 상에 형성된다. 동작 시에, 기관 지지부(128) 내의 전극(123)은 DC 전력 공급부(176)에 의해 전력을 공급받는다. 기관 지지부(128) 내의 가열 엘리먼트(605)(도 6a-도 6b에 도시됨)는 기관(121)의 온도를 제어하기 위해 턴 온 된다. 불활성 가스, 이를테면, 아르곤은 도관(222) 및 가스 애플리케이션(140)의 중앙 통로(255)를 통해 챔버 볼륨(120) 내로 공급된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 불활성 가스, 이를테면, 헬륨은 도관(226) 및 가스 애플리케이션(140)의 중앙 통로(255)를 통해 챔버 볼륨(120) 내로 공급될 수 있다. 불활성 가스들은 지속적으로 챔버 볼륨(120)에 공급되고, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 플라즈마(도시되지 않음)는, RF 전력 소스(165)를 파워 온 함으로써 챔버 볼륨(120)에서 생성된다. 기관 지지부(128)를 포함한 챔버(100)의 컴포넌트들은 플라즈마에 노출된다.

[0031] [0039] 일 예에서, 텅스텐 헥사플루오라이드는 미리 결정된 시간 구간 동안 가스 애플리케이션(140)을 통해 챔버 볼륨(120) 내로 유동된다. 후속적으로, 텅스텐 헥사플루오라이드는, 챔버 볼륨(120) 내로의 불활성 퍼지 가

스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 그런 다음, 실란은 미리 결정된 시간 구간 동안 가스 애플리케이션(140)을 통해 챔버 볼륨(120) 내로 유동된다. 후속적으로, 실란은, 챔버 볼륨(120) 내로의 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 텅스텐 헥사플루오라이드 및 실란의 도입 및 제거의 시퀀스는, 텅스텐 실리사이드의 균일한 층이 기판 지지부(128) 및 챔버의 다른 컴포넌트들 상에 증착될 때까지, 한번 이상 반복된다.

[0032] [0040] 다른 실시예에서, 텅스텐 실리사이드의 시드 층은 기판 지지부(128) 상에 배치된 기판(121) 상에 형성된다. 기판(121)은 기판(121) 상에 배치된 타겟 층을 갖는다. 타겟 층은 기판(121) 상에 형성되는 집적 회로 디바이스의 일부를 형성하기 위해 나중에 에칭될 재료 층이다. 일부 실시예들에서, 타겟 층은, 타겟 층이 기판 지지부(128) 상에 배치되기 전에, 실란에 노출된다. 기판 지지부(128) 내의 전극(123)은 DC 전력 공급부(176)에 의해 전력을 공급받는다. 가열 엘리먼트(605)는 프로세싱 동안 기판 지지부(128)를 가열한다. 불활성 가스, 이를테면, 아르곤은 도관(222) 및 가스 애플리케이션(140)의 중앙 통로(255)를 통해 챔버 볼륨(120) 내로 공급된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 불활성 가스, 이를테면, 헬륨은 도관(226) 및 가스 애플리케이션(140)의 중앙 통로(255)를 통해 챔버 볼륨(120) 내로 공급된다. 불활성 가스들은 지속적으로 챔버 볼륨(120)에 공급되고, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 선택적으로, 플라스마(도시되지 않음)는, RF 전력 소스(165)를 파워 온 함으로써 챔버 볼륨(120)에서 생성된다. 그 경우, 타겟 층을 갖는 기판(121)은 플라스마에 노출된다.

[0033] [0041] 일 예에서, 텅스텐 헥사플루오라이드는 미리 결정된 시간 구간 동안 가스 애플리케이션(140)을 통해 챔버 볼륨(120) 내로 유동된다. 플라스마가 사용되는 경우, 텅스텐 헥사플루오라이드는 아르곤과 혼합된다. 후속적으로, 텅스텐 헥사플루오라이드 및 아르곤(아르곤이 사용되는 경우)은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 그런 다음, 실란은 다른 미리 결정된 시간 구간 동안 가스 애플리케이션(140)을 통해 챔버 볼륨(120) 내로 유동된다. 플라스마가 사용되는 경우, 실란은 헬륨과 혼합된다. 후속적으로, 실란 및 헬륨(헬륨이 사용되는 경우)은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 펌핑 시스템(164)에 의해 챔버 볼륨(120)으로부터 제거된다. 텅스텐 헥사플루오라이드 및 실란의 도입 및 제거의 시퀀스는, 텅스텐 실리사이드의 균일한 층이 시드 층으로서 타겟 층 위에 증착될 때까지, 한번 이상 반복된다. 플라스마는 텅스텐 실리사이드 층의 형성을 향상시킨다. 시드 층은, 실란으로부터의 더 높은 비율(51-99%)의 실리콘과 텅스텐 헥사플루오라이드로부터의 더 낮은 비율(1-49%)의 텅스텐을 반응시킴으로써 실리콘 함량이 풍부해진다. 그런 다음, 텅스텐계 벌크 층이 시드 층 상에 증착되어 하드마스크를 형성한다. 텅스텐계 벌크 층은 선택적으로, 보론, 카본, 질트로젠 및/또는 실리콘으로 도핑될 수 있다. 하드마스크는 기판(121) 상에 패턴을 전개하는 데 사용된다.

[0034] [0042] 도 3은 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 기판 상에 하드마스크를 형성하는 방법(300)의 블록도이다. 방법(300)은 블록(310)에서, 타겟 층을 갖는 기판을 프로세싱 챔버 내에 포지셔닝함으로써 시작된다. 타겟 층은, 실리콘 옥사이드, 실리콘 나이트라이드, 비정질 실리콘, 폴리실리콘, 또는 후속적인 에칭 프로세스의 타겟이 될 다른 유전체 층일 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판은 기판 지지부 상에, 이를테면, 챔버 내에 배치된 정전 척에(그러나 이에 제한되지 않음) 포지셔닝된다. 일부 다른 실시예들에서, 기판은 플라스마 프로세싱 챔버 내에 포지셔닝된다. 그러한 실시예들에서, 아르곤 또는 헬륨을 포함하는 불활성 가스는 가스 애플리케이션을 통해 플라스마 프로세싱 챔버의 챔버 볼륨 내로 유동된다. 후속적으로, 플라스마는 프로세싱 챔버 내에서 에너지화된다(energized). 도 4a에 도시된 바와 같이, 타겟 층(410)을 갖는 기판(400)이 프로세싱 챔버, 이를테면, 위에서 설명된 프로세싱 챔버(100) 내부에 배치된다.

[0035] [0043] 블록(320)에서, 시드 층이 타겟 층 상에 형성된다. 시드 층은 금속 실리사이드, 이를테면, 텅스텐 실리사이드, 티타늄 실리사이드, 또는 몰리브덴 실리사이드(그러나 이에 제한되지 않음)를 포함한다. 본 개시내용에서, 텅스텐 실리사이드가 일 예로서 사용된다. 일부 실시예들에서, 시드 층을 형성하기 전에 타겟 층이 실란에 노출된다. 추가적으로, 일부 실시예들에서, 플라스마의 존재 하에서, 텅스텐 실리사이드를 포함하는 시드 층이 타겟 층 상에 형성된다. 텅스텐 실리사이드 층의 형성은 몇몇 동작들을 수반한다. 제1 동작에서, 제1 시간 구간 동안 텅스텐 헥사플루오라이드는 가스 애플리케이션으로부터 프로세싱 챔버의 챔버 볼륨 내로 유동된다. 플라스마가 사용되는 실시예들에서, 텅스텐 헥사플루오라이드는 아르곤과 혼합된다. 제2 동작에서, 제2 시간 구간 동안 텅스텐 헥사플루오라이드 및 아르곤(아르곤이 사용되는 경우)은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 프로세싱 챔버로부터 제거된다. 제3 동작에서, 제3 시간 구간 동안 실란은 가스 애플리케이션으로부터 프로세싱 챔버의 챔버 볼륨 내로 유동된다. 플라스마가 사용되는 실시예들에서, 실란

은 헬륨과 혼합된다. 그런 다음, 제4 동작에서, 제4 시간 구간 동안 실란 및 헬륨(헬륨이 사용되는 경우)은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 프로세싱 챔버로부터 제거된다.

[0036] [0044] 제1, 제2, 제3 및 제4 시간 구간들은 대략 0.1 초 내지 대략 100 초의 지속기간을 가질 수 있다. 결합되면, 제1, 제2, 제3 및 제4 시간 구간들은 시간 사이클을 정의한다. 일부 실시예들에서, 제1 시간 구간과 제3 시간 구간은 동일하거나, 상이하거나, 또는 각각의 시간 사이클마다 지속기간이 변화된다. 제1, 제2, 제3 및 제4 동작들을 포함하는 시간 사이클은, 텅스텐 실리사이드의 층이 기판의 타겟 층 상에 원하는 두께까지 증착될 때까지 복수 회 반복된다. 도 4b는, 텅스텐 실리사이드를 포함하는 시드 층(420)이 타겟 층(410) 상에 어떻게 형성되는지를 도시한다. 텅스텐 실리사이드를 포함하는 시드 층의 두께는 대략 1 nm 내지 대략 100 nm이다. 일부 실시예들에서, 형성된 금속 실리사이드 시드 층은, 실온에서 대략 1.8 g/cc 내지 대략 15 g/cc의 범위의 시드 층의 밀도로 실리콘 함량이 풍부하다. 텅스텐 실리사이드 시드 층의 밀도는 (실온에서의 텅스텐에 대한 대략 19.25 g/cc 및 비정질 실리콘에 대한 대략 2.3 g/cc와 비교하여) 실온에서 대략 4.5 g/cc 내지 대략 10.0 g/cc이다. 텅스텐의 밀도보다는 실리콘의 밀도를 향하는 텅스텐 실리사이드 밀도의 스큐(skew)는, 통상적으로 증착된 텅스텐 실리사이드와 비교하여, 텅스텐 실리사이드 시드 층에서 텅스텐보다 실리콘의 농도가 더 높음을 나타낸다.

[0037] [0045] 블록(330)에서, 텅스텐계 벌크 층이 시드 층 상에 증착된다. 텅스텐 실리사이드로 제조된 시드 층 및 텅스텐계 벌크 층은 함께 하드마스크를 형성하며, 하드마스크는 나중에 패터닝되어 타겟 층을 에칭하는 데 사용될 수 있다. 도 4c에 도시된 바와 같이, 텅스텐계 벌크 층(430)이 시드 층(420) 상에 증착된다. 시드 층(420)과 텅스텐계 벌크 층(430)은 함께 하드마스크(440)를 형성한다. 텅스텐계 벌크 층(430)은 텅스텐, 텅스텐 카바이드, 텅스텐 나이트라이드, 텅스텐 카보나이트라이드, 텅스텐 보론 카바이드, 및 텅스텐 보론 나이트라이드 중 하나 이상으로 제조될 수 있다. 텅스텐계 벌크 층(430)의 두께는 대략 10 nm 내지 대략 5 미크론(5000 nm)이다.

[0038] [0046] 위에서 설명된 방법에 의해 형성된 하드마스크는 기판 상에 배치된 타겟 층에 패턴을 전사하는 데 사용되며, 이는 도 4d-도 4g에 도시된 바와 같은 몇몇 동작들을 수반한다. 도 4d에서, 포토-레지스트 층(450)은 벌크 층(430) 상에 배치되는 바, 즉, 하드마스크(440) 상에 배치되고 하드마스크(440) 위에서 패터닝된다. 도 4e에서, 하드마스크(440)의 부분들은, 패터닝된 포토-레지스트 층(450)을 관통해 형성된 개구들을 통해 에칭하고 패턴을 타겟 층(410)에 전사함으로써 제거된다. 하드마스크(440)는 이제, 패터닝된 시드 층(420') 및 패터닝된 벌크 층(430')을 포함하는 패터닝된 하드마스크(440')로서 정의된다. 도 4f에서, 타겟 층(410)은 패터닝된 하드마스크(440')를 통해 에칭되어, 패터닝된 타겟 층(410')을 초래한다. 마지막으로 도 4g에서, 패터닝된 하드마스크(440')는 에치대 애싱(ashing)에 의해 제거되어, 패터닝된 타겟 층(410')을 완전히 노출시킨다.

[0039] [0047] 도 5는 플라즈마 프로세싱 챔버의 컴포넌트들, 이를테면, 위에서 설명된 프로세싱 챔버(100) 또는 다른 적합한 프로세싱 챔버의 기판 지지부(128)를 컨디셔닝하는 방법(500)의 블록도이다. 방법(500)은 블록(510)에서, 불활성 가스를 가스 애플리케이터로부터, 기판 지지부(128)가 내부에 배치된 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유동시킴으로써 시작된다. 불활성 가스는 헬륨 또는 아르곤일 수 있다. 추가적으로 도 6a를 참조하면, 기판 지지부(128)는 바디(600)를 갖는다. 바디(600)는, 상부에 기판(121)(도 1에 도시됨)을 지지하기 위한 최상부 표면(601)을 갖는다. 바디(600)는 바디(600) 내에 임베딩된 가열 엘리먼트(605)(도 6a-도 6b에 도시됨)를 갖는다.

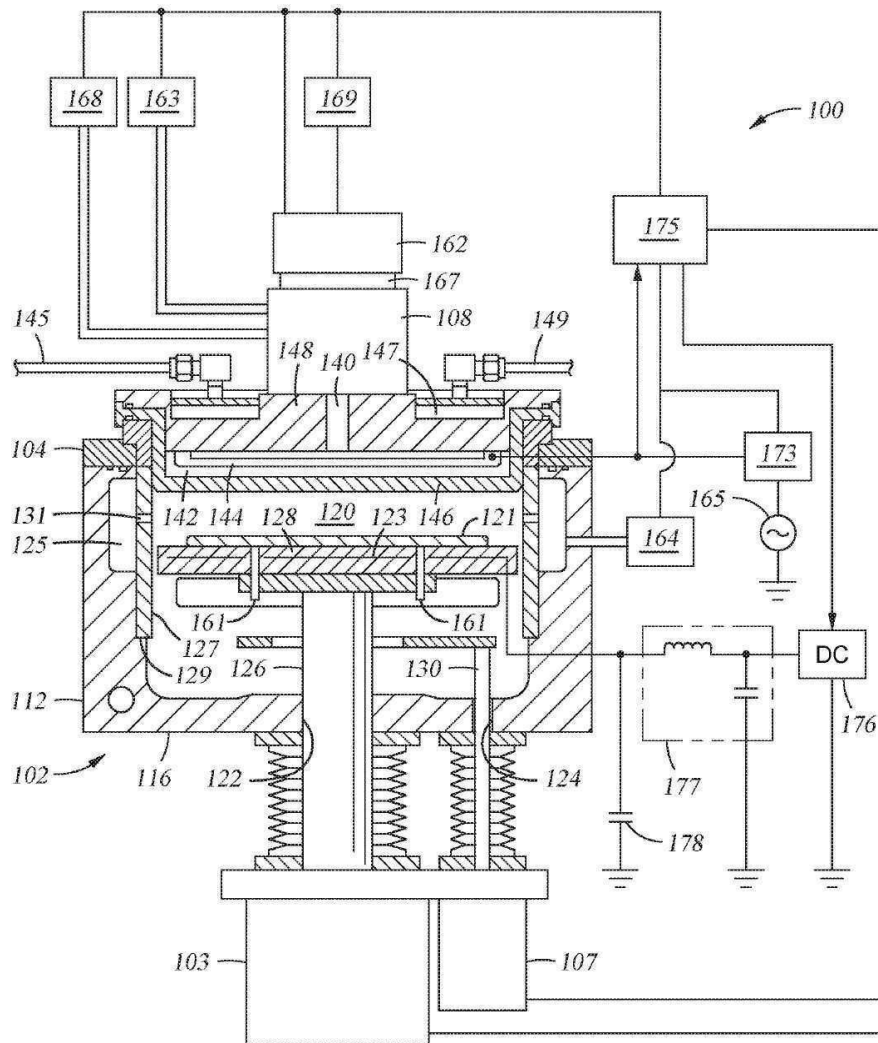
[0040] [0048] 블록(520)에서, 프로세싱 챔버 내에 배치된 기판 지지부(128)는 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마에 노출된다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 기판 지지부(128)는 플라즈마에 노출될 때, 상부에 어떤 기판도 배치되어 있지 않다.

[0041] [0049] 블록(530)에서, 도 6b에 예시된 바와 같이, 기판 지지부(128)의 알루미늄계 표면 상에 시즈닝 층(610)이 형성된다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 시즈닝 층은 기판 지지부(128) 아래에 그리고 측면들에 증착된다. 기판 지지부(128)는 시즈닝 층(610)에 의해 컨디셔닝되는 챔버(100)의 컴포넌트를 나타내지만, 챔버(100)의 다른 컴포넌트들이 또한 시즈닝 층(610)을 사용하여 컨디셔닝될 수 있다. 챔버(100)의 그러한 컴포넌트들은, 다른 것들 중에서도, 챔버 덮개(104), 측벽들(112), 최하부 벽(116), 로드(130), 리프트 핀들(161), 및 샤워헤드 어셈블리(142)를 포함할 수 있다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 시즈닝 층은 또한, 샤워헤드 어셈블리(142) 및 측벽들(112) 상에 증착된다. 시즈닝 층은 금속 실리사이드, 이를테면, 텅스텐 실리사이드, 티타늄 실리사이드 또는 몰리브덴 실리사이드(그러나 이에 제한되지 않음)를 포함한다. 본 개시내용에서, 텅스텐 실리사이드가 일 예로서 사용된다.

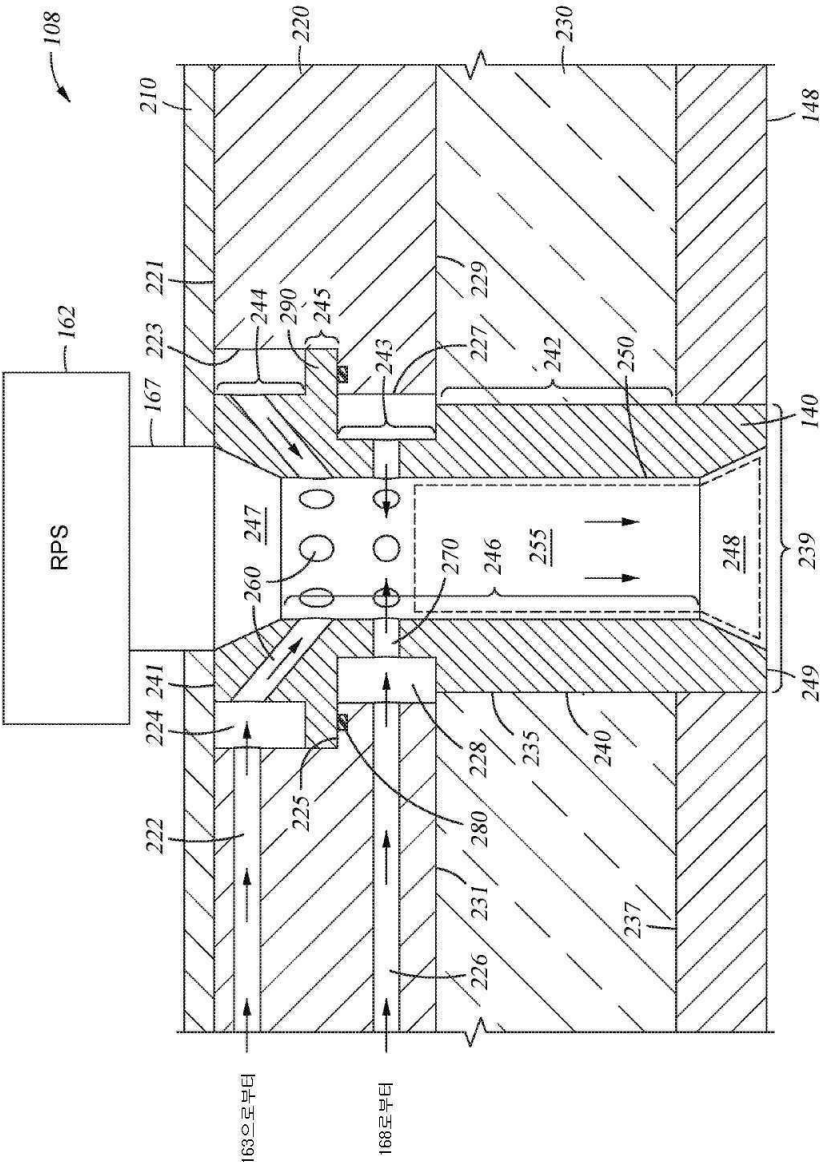
- [0042] [0050] 일부 실시예들에서, 텅스텐 실리사이드 층의 형성은 몇몇 동작들을 수반한다. 제1 동작에서, 제1 시간 구간 동안 텅스텐 헥사플루오라이드는 가스 애플리케이션이터로부터 플라즈마 프로세싱 챔버의 챔버 볼륨 내로 유동된다. 일부 실시예들에서, 텅스텐 헥사플루오라이드는 아르곤과 혼합된다. 제2 동작에서, 제2 시간 구간 동안 텅스텐 헥사플루오라이드 및 아르곤은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 제거된다. 제3 동작에서, 제3 시간 구간 동안 실란은 가스 애플리케이션이터로부터 플라즈마 프로세싱 챔버의 챔버 볼륨 내로 유동된다. 일부 실시예들에서, 실란은 헬륨과 혼합된다. 그런 다음, 제4 동작에서, 제4 시간 구간 동안 실란 및 헬륨은, 불활성 퍼지 가스의 도입과 함께 또는 불활성 퍼지 가스의 도입 없이, 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 제거된다. 제1, 제2, 제3, 및 제4 시간 구간들은 대략 0.1 초 내지 대략 100 초의 지속기간을 가질 수 있다. 결합되면, 제1, 제2, 제3, 및 제4 시간 구간들은 시간 사이클을 정의한다. 일부 실시예들에서, 제1 시간 구간과 제3 시간 구간은 동일하거나, 상이하거나, 또는 각각의 시간 사이클마다 지속기간이 변화된다. 제1, 제2, 제3, 및 제4 동작들을 포함하는 시간 사이클은, 텅스텐 실리사이드의 층이, 기판이 없는 기판 지지부, 및 챔버의 다른 컴포넌트들 상에 원하는 두께까지 증착될 때까지 복수 회 반복된다. 텅스텐 실리사이드의 시즈닝 층의 두께는 대략 10 nm 내지 대략 10 마이크론(10000 nm)이다.
- [0043] [0051] 본 개시내용은 기판 상에서의 두꺼운 텅스텐계 하드마스크 층들의 형성을 가능하게 하는 얇은 금속 실리사이드 층을 기판 상에 증착하기 위한 방법들 및 장치를 설명한다. 챔버 내로 도입된 플루오라이드 라디칼들은, 텅스텐계 하드마스크와 실리콘계 기판 사이의 접착력 및 응력 미스매치들로 인해, 텅스텐계 하드마스크 층들이 실리콘계 기판들로부터 박리되게 한다. 그러나, 두꺼운 텅스텐계 층의 증착 전에 실리콘계 기판 상에 증착된 얇은 금속 실리사이드 시드 층이 플루오라이드 라디칼들을 트래핑하여서, 플루오린이 시드 층 아래의 표면에 도달하는 것을 실질적으로 억제한다. 얇은 금속 실리사이드 시드 층은 또한, 텅스텐계 하드마스크 층과 실리콘계 기판 사이의 균질성으로 인해 충분한 응력 완화를 전달한다. 따라서, 다양한 양들의 보론, 카본, 니트로젠 및 실리콘으로 도핑된 다양한 두꺼운 텅스텐계 층들이 실리콘계 기판 상에 증착될 수 있다. 결과적으로, 텅스텐계 층은 얇은 금속 실리사이드 시드 층으로 인해 실리콘계 기판에 양호하게 접착되며, 이는 텅스텐계 층이 박리됨이 없이 후속적인 에칭 프로세스들이 수행되는 것을 가능하게 한다. 얇은 금속 실리사이드 시드 층은 또한, 후속적인 에칭 프로세스들과 호환적이지 않은 엘리먼트들을 제거한다.
- [0044] [0052] 본 개시내용은 추가로, 챔버 컴포넌트들 상에서의 AlF_x 의 형성을 방지하기 위해 챔버 컴포넌트들 상에 얇은 금속 실리사이드 시즈닝 층을 증착하기 위한 방법들 및 장치를 추가로 설명한다. AlF_x 는 기판들 상에서 입자 오염 및 프로세스 드리프트들을 야기하여서, 기판들의 세정 효과를 떨어뜨린다. 본원에서 설명된 가스 애플리케이션이터를 사용하여 증착된 얇은 금속 실리사이드 시즈닝 층은 입자들의 형성을 완화시키고 기판들의 오염을 방지한다. 동시에, 금속 실리사이드 시즈닝 층이 챔버 컴포넌트들의 알루미늄계 표면들에 양호하게 접착되기 때문에, 챔버 내로 후속적으로 도입되는 임의의 플루오라이드 이온들은 금속 실리사이드 시즈닝 층 내에 트래핑되며, 임의의 알루미늄계 표면과 반응하지 않아서 AlF_x 를 형성하지 않는다.
- [0045] [0053] 전술한 바가 본 개시내용의 특정 실시예들에 관한 것이지만, 이러한 실시예들은 단지 본 개시내용의 원리들 및 애플리케이션들을 예시하는 것일 뿐임이 이해되어야 한다. 따라서, 첨부된 청구항들에 의해 정의되는 바와 같은, 본 개시내용의 사상 및 범위로부터 벗어남이 없이, 다른 실시예들에 도달하기 위해, 예시적인 실시예들에 대한 다수의 변형들이 이루어질 수 있음이 이해되어야 한다.

도면

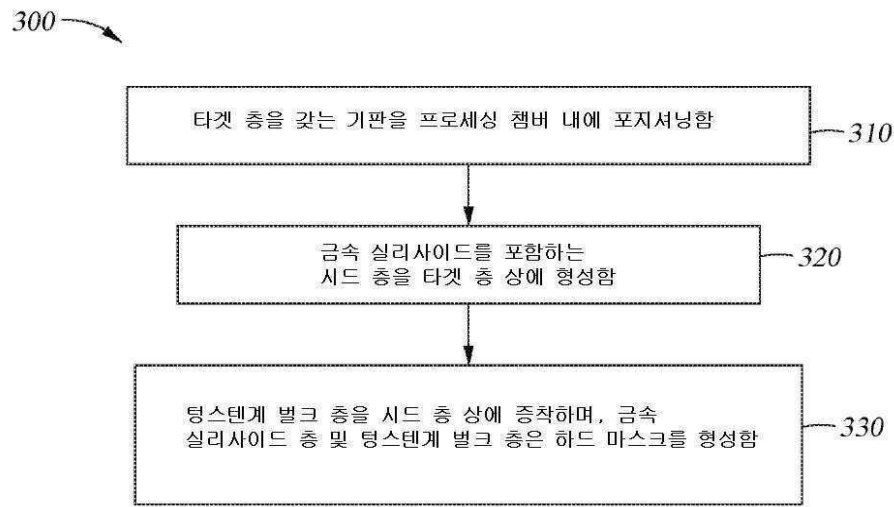
도면1



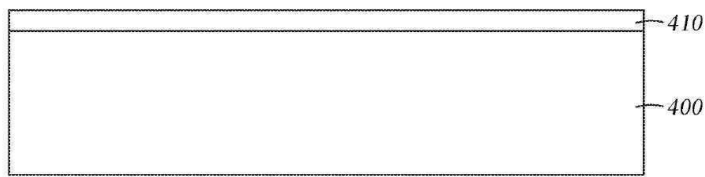
도면2



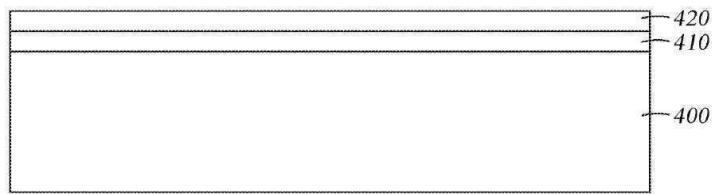
도면3



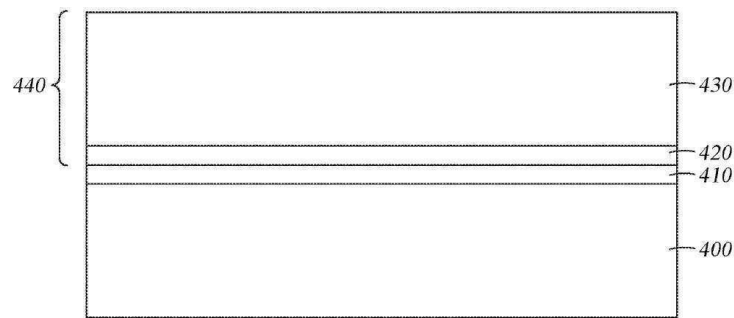
도면4a



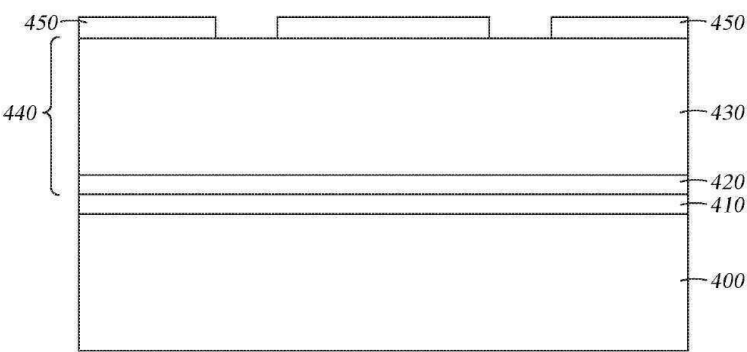
도면4b



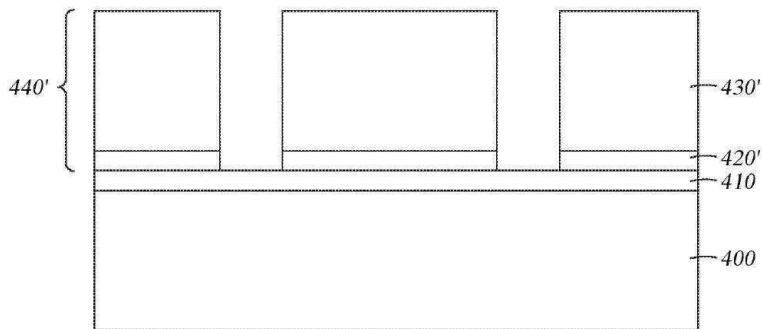
도면4c



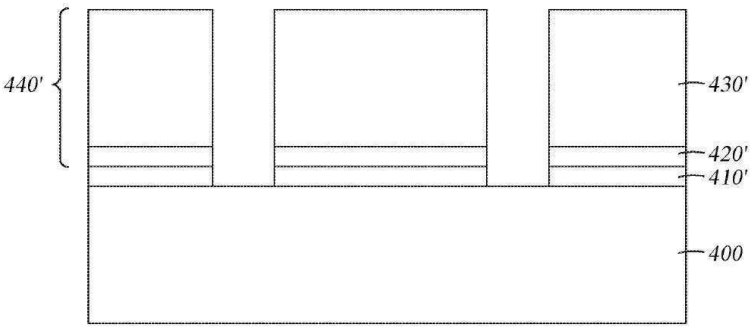
도면4d



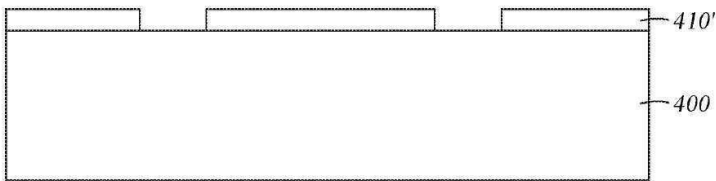
도면4e



도면4f

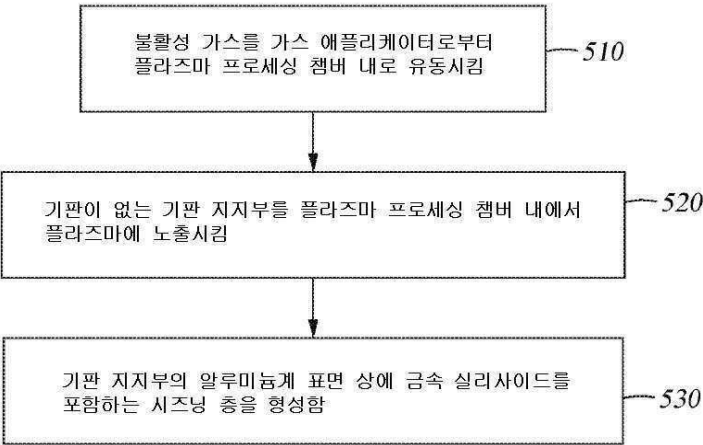


도면4g

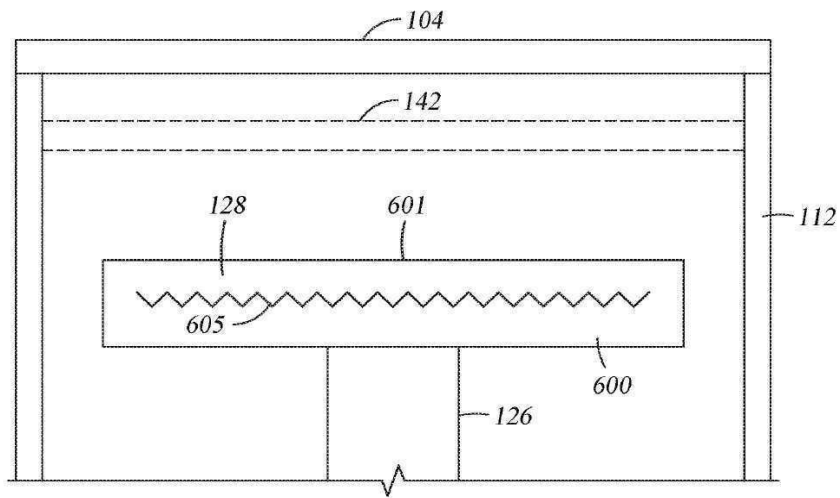


도면5

500 ↗



도면6a



도면6b

