



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0136048
(43) 공개일자 2020년12월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/515 (2006.01) C23C 16/24 (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01) C23C 16/40 (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/515 (2013.01)
C23C 16/24 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7033826
- (22) 출원일자(국제) 2019년03월27일
심사청구일자 2020년11월24일
- (85) 번역문제출일자 2020년11월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/024430
- (87) 국제공개번호 WO 2019/209453
국제공개일자 2019년10월31일
- (30) 우선권주장
15/965,621 2018년04월27일 미국(US)

- (71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
- (72) 발명자
찬, 켈빈
미국 94582 캘리포니아주 샌 라몬 블레이크슬러
드라이브 1740
교, 트래비스
미국 94085 캘리포니아주 서니베일 웨스트 이글우
드 애비뉴 311
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 백만기

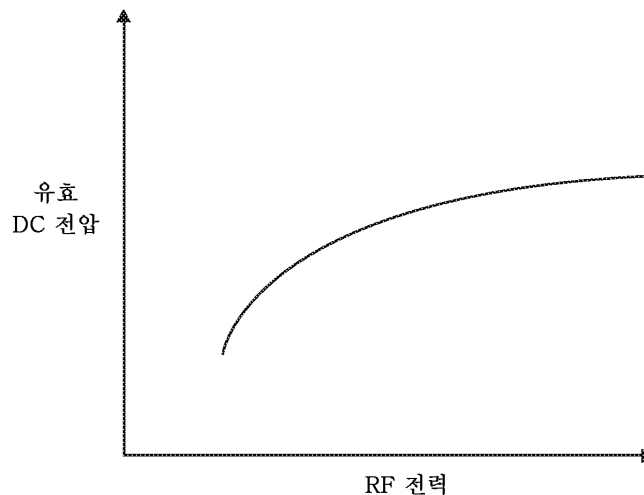
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 주기적인 교전압 바이어스를 갖는 플라즈마 강화 CVD

(57) 요약

실시예들은 기관을 처리하는 방법을 포함한다. 실시예에서, 방법은 하나 이상의 공급원 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계, 및 제1 모드로 작동되는 플라즈마 공급원을 이용하여 공급원 가스들로부터 플라즈마를 유도하는 단계를 포함한다. 실시예에서, 방법은 제2 모드로 작동되는 DC 전원을 이용하여 기관을 바이어싱하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시예에서, 방법은 기관 상에 막을 증착시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 16/345 (2013.01)

C23C 16/401 (2013.01)

H01L 21/02274 (2013.01)

(72) 발명자

후양, 시몬

미국 95008 캘리포니아주 캠벨 나딘 드라이브 1175

크라우스, 필립, 알란

미국 95125 캘리포니아주 산 호세 브로드웨이 애비
뉴 1006

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 처리하는 방법으로서,

하나 이상의 공급원 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계;

제1 모드로 작동되는 플라즈마 공급원을 이용하여 상기 공급원 가스들로부터 플라즈마를 유도하는 단계;

제2 모드로 작동되는 DC 전원을 이용하여 상기 기관을 바이어싱하는 단계; 및 상기 기관 상에 막을 증착시키는 단계를 포함하는, 기관을 처리하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 모드는 연속적으로 켜진 상태 모드인, 기관을 처리하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 모드는 제1 주파수 및 제1 듀티 사이클을 포함하고, 상기 제2 모드는 제2 주파수 및 제2 듀티 사이클을 포함하는 펄스식 모드인, 기관을 처리하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 주파수는 상기 제2 주파수와 동일한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 듀티 사이클은 상기 제2 듀티 사이클과 동일한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 듀티 사이클은 상기 제2 듀티 사이클과 상이한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1 주파수는 상기 제2 주파수와 상이한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 듀티 사이클은 상기 제2 듀티 사이클과 동일한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 듀티 사이클은 상기 제2 듀티 사이클과 상이한, 기관을 처리하는 방법.

청구항 10

제3항에 있어서,
상기 제2 듀티 사이클은 1% 내지 99%인, 기관을 처리하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 제2 모드는 제1 전압 및 제2 전압을 포함하는, 기관을 처리하는 방법.

청구항 12

기관을 처리하는 방법으로서,
하나 이상의 공급원 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계;
플라즈마 공급원을 이용하여 상기 공급원 가스들로부터 플라즈마를 유도하는 단계;
펄스식 DC 전원을 이용하여 상기 기관을 바이어싱하는 단계 - 상기 펄스식 DC 전원은 적어도 제1 전압 및 제2 전압의 펄스들을 제공함 -; 및
상기 기관 상에 막을 증착시키는 단계를 포함하는, 기관을 처리하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 하나 이상의 공급원 가스는 아세틸렌, 메탄, 프로필렌, 에틸렌, 시클로프로판, 에탄, 프로판, 및 임의의 다른 CxHy 가스 중 하나 이상을 포함하고, 탄소 막은 상기 기관 상에 증착되는, 기관을 처리하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,
상기 하나 이상의 공급원 가스는 실란, 디실란, 트리실란, 테트라실란, 테트라에틸 오르토실리케이트(TEOS), N2O, O2, 및 H2 중 하나 이상, 및 하나 이상의 불활성 가스를 포함하고, 규소 막 또는 산화규소 막이 상기 기관 상에 증착되는, 기관을 처리하는 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,
상기 하나 이상의 공급원 가스는 실란, NH3, N2, 및 H2 중 하나 이상, 및 하나 이상의 불활성 가스를 포함하고, 질화규소 막이 상기 기관 상에 증착되는, 기관을 처리하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 2018년 4월 27일자로 출원된 미국 특허 정식 출원 번호 15/965,621에 대한 우선권을 주장하며, 이로써 상기 출원의 전체 내용들은 참조로 본원에 포함된다.

배경 기술

[0002] 실시예들은 반도체 처리 장비 분야에 관한 것이고, 특정 실시예에서, 기관에 인가되는 펄스식 고전압 바이어스를 갖는 플라즈마 강화 화학 기상 증착을 위한 처리 툴에 관한 것이다.

[0003] 탄소 막들은 전형적으로, 플라즈마 강화 화학 기상 증착(CVD) 프로세스들로 형성된다. 플라즈마 강화 CVD 프로세스들에서 생성되는 플라즈마는 용량성 결합된 플라즈마(CCP), 유도성 결합된 플라즈마(ICP), 마이크로파 플라즈마 동일 수 있다. 그러나, 이와 같은 플라즈마 공급원들을 사용하는 플라즈마 강화 CVD 프로세스들은 여러 결점들을 갖는다. 하나의 결점은, 플라즈마 강화 CVD가 전형적으로, 고품질 막들을 형성하기 위해 높은 기관

온도들에서 구현될 필요가 있다는 점이다. 예를 들어, 기판 온도는 전형적으로, 500 °C 초과이다.

[0004] 기존의 플라즈마 강화 CVD 프로세스들의 다른 결점은, 플라즈마의 밀도 및 플라즈마의 최대 이온 에너지 양쪽 모두가, 플라즈마 전력을 증가시킴에 따라 증가한다는 점이다.

[0005] 특히, 플라즈마 밀도 및 최대 이온 에너지는 독립적이지 않고, 최대 이온 에너지는 크지 않다. 예를 들어, 그러한 플라즈마 강화 CVD 프로세스들에서의 전형적인 이온 에너지는 전형적으로, 1,000 eV 이하이다. 추가적으로, 플라즈마 강화 CVD는 진동 RF 시스템 전위로 인해 넓은 이온 에너지 분포를 갖는다. 이에 따라, 주어진 이온 에너지에서의 이온들의 집단의 제어에 의한 증착 프로세스의 최적화가 가능하지 않다. 이온 에너지들의 넓은 분포는 프로세스 결과들을 예측하는 것을 어렵게 만든다. 이에 따라, 원하는 고품질 막 특성들을 제공하기 위해 플라즈마 강화 CVD 프로세스를 조정하기가 어렵다.

발명의 내용

[0006] 실시예들은 기판을 처리하는 방법을 포함한다. 실시예에서, 방법은 하나 이상의 공급원 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계, 및 제1 모드로 작동되는 플라즈마 공급원을 이용하여 공급원 가스들로부터 플라즈마를 유도하는 단계를 포함한다. 실시예에서, 방법은 제2 모드로 작동되는 DC 전원을 이용하여 기판을 바이어싱하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시예에서, 방법은 기판 상에 막을 증착시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0007] 실시예들은 또한, 하나 이상의 공급원 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계 및 플라즈마 공급원을 이용하여 공급원 가스들로부터 플라즈마를 유도하는 단계를 포함하는, 기판을 처리하는 방법을 포함할 수 있다. 실시예에서, 방법은 또한, 펄스식 DC 전원을 이용하여 기판을 바이어싱하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 펄스식 DC 전원은 적어도 제1 전압 및 제2 전압의 펄스들을 제공한다. 실시예에서, 방법은 기판 상에 막을 증착시키는 단계를 더 포함한다.

[0008] 실시예들은 또한, 작업물 상에 막을 증착시키기 위한 처리 툴을 포함할 수 있다. 실시예에서, 처리 툴은 챔버 몸체를 포함한다. 실시예에서, 처리 툴은 플라즈마 공급원을 더 포함한다. 실시예에서, 플라즈마 공급원은 제1 모드로 작동되고, 플라즈마 공급원은 챔버 몸체 내로 유동되는 하나 이상의 처리 가스로부터 플라즈마를 유도한다. 실시예에서, 처리 툴은 작업물을 지지하기 위해 챔버 몸체에 척을 더 포함한다. 실시예에서, 척은 DC 전원에 전기적으로 결합되고, DC 전원은 제2 모드로 작동된다. 실시예에서, 막은 오직 하나 이상의 처리 가스만의 구성성분들을 포함한다.

[0009] 상기 요약은 모든 실시예들의 포괄적 목록을 포함하지 않는다. 위에서 요약된 다양한 실시예들의 모든 적합한 조합들로부터 실시될 수 있는 모든 시스템들 및 방법들뿐만 아니라, 아래의 상세한 설명에 개시되고, 본 출원과 함께 출원된 청구항들에서 구체적으로 언급된 것들도 포함되는 것이 고려된다. 그러한 조합들은 상기 요약에서 구체적으로 언급되지 않은 특정 장점들을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 실시예에 따른, RF 전력 및 유효 DC 전압의 그래프이다.
- 도 2는 실시예에 따른, 2개의 상이한 전압들에서의 막 밀도 및 막 응력의 그래프이다.
- 도 3은 실시예에 따른, DC 공급원에 전기적으로 결합된 척을 포함하는 처리 툴의 단면도이다.
- 도 4a는 실시예에 따른, 기판의 후면측 표면과 접촉하기 위한 핀들을 포함하는 척의 단면도이며, 여기서 핀들은 DC 공급원에 전기적으로 결합된다.
- 도 4b는 실시예에 따른, DC 공급원에 전기적으로 결합된 내장된 전도성 메쉬를 포함하는 척의 단면도이다.
- 도 4c는 실시예에 따른, DC 공급원에 전기적으로 결합된 전도성 코팅을 포함하는 척의 단면도이다.
- 도 5는 실시예에 따른, DC 바이어싱된 척을 사용하는 기판 처리 레시피의 프로세스 흐름도이다.
- 도 6은 실시예에 따른, 하나 초과의 전압에서 DC 바이어싱된 척을 사용하는 기판 처리 레시피의 프로세스 흐름도이다.
- 도 7은 실시예에 따른, DC 바이어싱된 척을 포함하는 처리 툴과 함께 사용될 수 있는 예시적인 컴퓨터 시스템의 블록도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본원에 설명된 실시예들에 따른 디바이스들은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(CVD) 처리 툴을 포함한다. 특정 실시예에서, 플라즈마 강화 CVD 처리 툴의 척은 펄스식 고전압 DC 공급원을 이용하여 바이어싱된다. 이하의 설명에서, 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정한 세부 사항들이 열거된다. 실시예들이 이러한 특정한 세부 사항들 없이 실시될 수 있다는 점이 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 실시예들을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해, 잘 알려진 양상들은 상세하게 설명되지 않는다. 또한, 첨부 도면들에 도시된 다양한 실시예들은 예시적인 표현들이며, 반드시 실적으로 도시되지는 않는다는 점을 이해해야 한다.
- [0012] 위에서 언급된 바와 같이, 전통적인 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 프로세스들은 고품질 막 특성들을 제공하기 위해 프로세스를 조정하는 능력을 제공하지 않는다. 고품질 막 특성들은 고밀도, 높은 굴절률, 및 낮은 막 응력을 지칭할 수 있다. 이에 따라, 본원에 설명된 실시예들은 처리 중인 기판에 인가되는 펄스식 DC 바이어스를 더 포함하는 PECVD 처리 툴을 포함할 수 있다. 펄스식 DC 바이어스의 사용은 개선된 막 특성들을 허용한다. 예를 들어, 본원에 설명된 프로세스들을 이용하여 형성된 탄소 막은 2.0 g/cm^3 이상의 밀도, 2.0 이상의 굴절률, 및 500 MPa 미만의 막 응력 크기를 가질 수 있다. 그러한 막 특성들은 또한, 저온 처리, 예컨대, 대략 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 미만의 처리에 의해 획득될 수 있다.
- [0013] 기판 위의 플라즈마 시스에 걸쳐 주기적 전압을 인가하는 펄스식 DC 바이어스는 플라즈마로부터의 이온들이 높은 에너지들(예를 들어, 최대 20 keV)로 기판으로 가속되는 것을 허용한다. 이는, 막 밀도의 증가를 초래하는 인-시튜 주입 효과를 제공한다.
- [0014] 게다가, 플라즈마 시스의 펄스식 DC 바이어스가, 기판에 충돌하는 이온들의 실질적으로 전부가 동일한 에너지에 있는 것을 보장할 수 있다는 점을 인식해야 한다. 이는, 위에서 설명된 바와 같이, 이온 에너지들의 분포를 초래하는 진동 RF 시스 전위에 비해 상당한 개선이다. 이에 따라, 이온 에너지 분포는 단일 에너지(예를 들어, 대략 1 keV 내지 20 keV)로 조정될 수 있다. 예를 들어, 6 kV의 펄스 전압은 기판으로의 주로 6 keV 이온들의 플럭스를 초래할 수 있다. 일부 실시예들에서, 펄스 전압들은 막 특성들에 특정 결과를 제공하기 위해 제1 전압과 제2 전압 사이에서 교번될 수 있다. 예를 들어, 원하는 막 특성들을 획득하기 위해, 2 kV의 제1 펄스 전압 및 8 kV의 제2 펄스 전압이 교번될 수 있다.
- [0015] (즉, 기판 상에 유효 DC 바이어스를 제공하기 위해) RF 공급원을 이용하여 기판에 바이어스가 인가될 수 있지만, 펄스식 DC 전원, 예컨대, 본원에 설명된 것들이, 개선된 막 특성들을 제공한다고 밝혀졌다. 특히, 기판을 바이어싱하기 위한 RF 공급원의 사용은 원하는 유효 DC 바이어스를 획득하는 데 훨씬 많은 전력을 필요로 한다. 도 1에 예시된 바와 같이, RF 전력이 증가함에 따라, 유효 DC 전압이 편평해진다. 이에 따라, 본원에 개시되는 높은 DC 전압들(예를 들어, 1kV 초과)을 획득하기 위해 상당히 더 많은 RF 전력이 필요하다. 그러한 높은 전력들에서 프로세스를 실행하는 비용에 추가적으로, 전력의 대부분은 결국엔 기판을 가열하게 된다. 이로써, 저온 PECVD 프로세스들, 예컨대, 본원에 개시된 것들은 실현가능하지 않게 된다.
- [0016] PECVD에 의해 생성된 막들에서, 막 품질과 막 응력 간에 상충관계가 존재한다. 관계의 예가 도 2에 도시된다. 예시된 바와 같이, 막(p)의 밀도가 증가함에 따라, 막의 응력(τ)도 증가한다. 이에 따라, 고품질 막들(즉, 높은 밀도(p)를 갖는 막들)을 얻기 위해서는 상충관계가 존재하는데, 이는 막 응력(x)이 또한 증가하기 때문이다. 그러나, 막 응력(x)의 크기는 기판에 DC 전압을 인가함으로써 감소될 수 있다. 예를 들어, V_2 를 나타내는 선은 V_1 를 나타내는 선보다, 주어진 막 밀도(p)에 대해 더 낮은 크기의 막 응력(x)을 가지며, 여기서 V_2 는 V_1 보다 크다.
- [0017] 이제 도 3을 참조하면, 실시예에 따른 처리 툴(300)의 단면도가 도시된다. 실시예에서, 처리 툴(300)은 챔버 몸체(380)를 포함할 수 있다. 챔버 몸체(380)는 하나 이상의 기판(350)의 처리를 수용하기 위한 임의의 크기의 임의의 적합한 진공 챔버일 수 있다. 실시예에서, 챔버 몸체(380)는 덮개(341)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 덮개(341)는 가스 분배 플레이트(340), 예컨대, 샤워헤드를 지지할 수 있다. 실시예에서, 가스 분배 플레이트(340)는 RF 공급원(365)에 전기적으로 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 공급원(365)은 가스 분배 플레이트(340)로부터 분리된 전극에 전기적으로 결합될 수 있다. 예시되지는 않았지만, 하나 이상의 배기 포트가 또한, 챔버 몸체(380)를 통해 형성될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 실시예에서, 챔버 몸체(380) 내의 압력은, 구현 중인 프로세스에 따라, 대략 1 mTorr 내지 500 mTorr에서 유지될 수 있다.

- [0018] 실시예에서, 챔버 몸체(380)의 기관들(350)은 척(352)에 의해 지지될 수 있다. 일부 실시예들에서 척(352)은 정전 척일 수 있다. 실시예에서, 척(352)은 처리 동안 원하는 기관 온도를 제공하기 위한 가열 및/또는 냉각 시스템들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가열 및/또는 냉각 시스템은 800 °C 미만인 기관 온도를 유지할 수 있다. 일부 실시예들에서, 기관 온도는 200 °C 미만으로 유지될 수 있다. 실시예들은 대략 -250 °C 내지 800 °C 의 기관 온도를 포함할 수 있다. 프로세스 키트(330)는 기관(350)의 외측 에지 주위에서 척(352)에 결합될 수 있다. 실시예에서, 척(352)은 챔버 몸체(380) 밖으로의 포트를 포함하는 페디스털(354)에 결합될 수 있다.
- [0019] 실시예에서, 척(352)은 DC 전원(360)에 전기적으로 결합될 수 있다. 실시예에서, DC 전원(360)은 펄스식 DC 전원일 수 있다. 실시예들은 대략 1 kHz 내지 100 kHz의 펄스 주파수를 갖는 펄스식 DC 전원(360)을 포함할 수 있다. 실시예에서, DC 전원(360)은 -20 kV 내지 20 kV일 수 있다. 실시예들은 또한, 대략 -20 kV 내지 20 kV 의 상이한 전압들로 조정가능한 DC 전원(360)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 복수의 펄스식 DC 전원들(360)은 척(352)에 전기적으로 결합될 수 있다. 실시예에서, 펄스식 DC 전원은 1% 내지 100%의 듀티 사이클을 가질 수 있다. 예를 들어, 1 kHz 주파수에 대한 1% 듀티 사이클에서, DC 전력은 0.01 초 동안 켜진 상태이고, DC 전력은 0.99 초 동안 꺼진 상태이다. 일부 실시예들에서, DC 전력은 항상 켜진 상태일 수 있다.
- [0020] 실시예에서, 전원(360)으로부터의 DC 전압은 전기적 접촉 핀들, 접촉 메쉬, 척(352)의 바이어싱된 표면과의 직접 접촉을 통해 기관에 결합될 수 있거나 척(352)을 통해 용량성 결합될 수 있다. 다양한 결합 실시예들의 더 상세한 설명들은 도 4a-4c와 관련하여 아래에서 설명된다.
- [0021] 위에서 설명된 처리 툴(300)은 전적으로 예시적인 것이며, 많은 상이한 처리 툴 구성들이, 본원에 설명된 실시예들과 함께 사용될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 처리 툴(300)은 용량성 결합된 플라즈마(CCP) 공급원, 유도성 결합된 플라즈마(ICP) 공급원, 또는 마이크로파 플라즈마 공급원을 포함할 수 있다. 실시예들은 또한, 플라즈마가 최상부에서 발생되거나, 바닥에서 발생되거나, 양쪽 모두인 처리 툴 구성들을 포함한다.
- [0022] 실시예에서, 펄스식 DC 전원(360)에 의한 플라즈마 시스의 DC 바이어싱은, 연속과 모드 중이거나, DC 바이어스 펄싱과 동기화되는 중이거나, DC 바이어스 펄싱과 비동기화되는 중이거나, DC 바이어싱이 항상 켜진 상태인 것을 유지하면서 펄스식 모드 중인 공급원 플라즈마를 이용하여 구현될 수 있다. 실시예에서, DC 바이어스의 듀티 사이클은 플라즈마 공급원의 듀티 사이클과 일치된다. 실시예에서, 플라즈마 공급원의 듀티 사이클은 DC 바이어스의 듀티 사이클과 상이하다. 예를 들어, DC 바이어스 및 공급원 플라즈마는 동시에 켜진 상태일 수 있고, DC 바이어스 또는 공급원 플라즈마 중 하나는 다른 것 이전에 꺼질 수 있다. 실시예에서, 공급원 플라즈마 및 펄스식 DC 바이어스는 상이한 주파수들 및 동일한 듀티 사이클을 가질 수 있다. 실시예에서, 공급원 플라즈마 및 펄스식 DC 바이어스는 상이한 주파수들 및 상이한 듀티 사이클들을 가질 수 있다.
- [0023] 이제 도 4a를 참조하면, 실시예에 따른, 기관(150)을 지지 중인 척(452)의 단면도가 도시된다. 예시된 실시예에서, 척(452)은 펄스식 DC 전원(460)에 전기적으로 결합될 수 있다. 특정 실시예에서, 척(452)은 복수의 전도성 핀들(461)을 포함할 수 있다. 복수의 전도성 핀들(461)은 DC 전원(460)에 전기적으로 결합될 수 있다. 실시예에서, 전도성 핀들(461)은 기관(450)의 후면측 표면과 직접 접촉할 수 있다.
- [0024] 이에 따라, DC 바이어스 펄싱은 기관(450)에 직접 결합될 수 있다. 실시예에서, 핀들(461)은 임의의 적합한 전도성 물질로 형성될 수 있다. 실시예에서, 핀들은 알루미늄일 수 있다. 실시예들은 또한, 복수의 물질 층들을 포함하는 전도성 핀들(461)을 포함할 수 있다.
- [0025] 예시된 실시예에서, 전도성 핀들(461)은 척(452)의 최상부 표면 위로 연장되는 것으로 도시된다. 그러한 실시예에서, 기관(450)은 전도성 핀들(452)에 의해 완전히 지지될 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 전도성 핀들(461)의 최상부 표면은 척(452)의 최상부 표면과 실질적으로 동일 평면 상에 있을 수 있다. 그러한 실시예들에서, 기관(450)은 전도성 핀들(461) 및 척(452)에 의해 지지될 수 있다.
- [0026] 전도성 핀들(461)은 직사각형 단면들을 갖는 것으로 예시되지만, 실시예들은 임의의 형상을 갖는 전도성 핀들을 포함할 수 있다는 점을 인식해야 한다. 일부 실시예들에서, 전도성 핀들(461)은 실질적으로 평탄할 수 있다. 그러한 실시예들은 핀들보다는 전도성 패드들로 간주될 수 있다. 게다가, 실시예들은 DC 전원(460)에 전기적으로 결합된 척(452)의 표면 위에 형성되는 복수의 전도성 트레이스들을 포함할 수 있다.
- [0027] 이제 도 4b를 참조하면, 실시예에 따른, 기관(150)을 지지 중인 척(452)의 단면도가 도시된다. 예시된 실시예에서, 척(452) 내에 내장된 전도성 메쉬(462)는 DC 전원(460)에 전기적으로 결합될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 전도성 메쉬(462)는 척(452)에 의해 지지되는 기관(450)에 전기적으로 결합될 수 있다. 전도성 메쉬(462)를 내장하는 것은, 다른 실시예들에 비해 장점들을 제공할 수 있는데, 이는, 전도성 메쉬가 처리 환경으로

부터 완전히 보호되기 때문이다. 추가적으로, 전도성 메쉬(462)를 내장하는 것은 기판(450)과 척(452) 사이에 어떠한 다른 구성요소들 없이 기판(450)이 척(452)에 의해 완전히 지지되는 것을 허용한다.

- [0028] 실시예에서, 전도성 메쉬(462)는 임의의 적합한 전도성 물질 또는 전도성 물질들을 포함할 수 있다. 실시예에서, 전도성 메쉬는 구리, 알루미늄 등일 수 있다. 실시예에서, 전도성 메쉬(462)는 임의의 원하는 밀도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 전도성 메쉬(462)는 선택적으로, 전도성 플레이트 및/또는 척(452) 내에 내장된 전도성 트레이스들의 망일 수 있다.
- [0029] 이제 도 4c를 참조하면, 실시예에 따른, 기판(150)을 지지 중인 척(452)의 단면도가 도시된다. 예시된 실시예에서, 전도성 코팅(463)이 척(452)의 표면 위에 형성된다. 전도성 코팅(463)은 DC 전원(460)에 전기적으로 결합될 수 있다. 실시예에서, 전도성 코팅(463)은 임의의 적합한 전도성 물질, 또는 전도성 물질들의 층들일 수 있다. 실시예에서, 전도성 코팅(463)은 알루미늄을 포함할 수 있다.
- [0030] 예시된 실시예에서, 전도성 코팅(463)은 척(452)의 모든 표면들 위에 형성된다. 그러나, 전도성 코팅(463)이 척(452)의 표면들 중 일부 위에 형성될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 전도성 코팅(463)은 척(452)의 최상부 표면 위에만 선택적으로 형성될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 기판(450)은 완전히 전도성 코팅(463) 상에 놓일 수 있다. 전도성 코팅(463)은 DC 전원(460)을 기판(450)에 전기적으로 결합시킬 수 있다.
- [0031] 추가적인 실시예들에서, 전도성 코팅은 척이 전도성 물질을 포함할 때 생략될 수 있다. 예를 들어, 척(452)의 전도성 물질이 DC 전원(460)에 전기적으로 결합될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 척(452) 자체가 DC 전원(460)을 기판(450)에 전기적으로 결합시킬 수 있다.
- [0032] 이제 도 5를 참조하면, 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 프로세스(590)에 대한 프로세스 흐름도가 실시예에 따라 도시된다. 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 기판을 바이어싱하기 위한 펄스식 DC 전원을 포함하는 처리 톨을 이용하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 위에서 설명된 처리 톨(300)은 PECVD 프로세스(590)를 구현하는 데 사용될 수 있다.
- [0033] 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 처리 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계를 포함하는 작동(591)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 처리 가스가, 특정 막을 형성하기 위해 원하는 공급원료를 제공하기 위해서 처리 챔버 내로 유동될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 탄소 막을 형성하기 위한 PECVD 프로세스(590)에서, 처리 가스들은 아세틸렌, 메탄, 프로필렌, 에틸렌, 시클로프로판, 에탄, 프로판, 화학식 C_xH_y 를 갖는 가스들, 및 다른 탄소 함유 공급원 가스들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 규소 막이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 실란, 디실란, 트리실란, 테트라실란, 수소 및 임의의 불활성 가스 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 산화규소 막이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 실란, 테트라에틸 오르토실리케이트 (TEOS) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 질화물 막이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 실란, NH_3 , N_2 , 및 임의의 불활성 가스 중 하나 이상을 포함할 수 있다. CH_xF_y 막이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 (CH_xF_y 막들을 형성하기 위해) 하나 이상의 플루오로탄소를 포함할 수 있다. 금속 또는 금속 산화물 막이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 하나 이상의 유기금속 화합물을 포함할 수 있다. 실시예들은 또한, 반응들을 가능하게 하기 위해 필요한 다른 공급원 가스들, 예컨대, 산소 함유 공급원 가스들, 및/또는 불활성 가스들을 포함할 수 있다. 실시예에서, 기판 상에 증착된 막은 하나 이상의 공급원 가스로부터의 구성성분들만을 포함할 수 있다. 예를 들어, 형성된 막은 기판 위에 증착된 별개의 막이고, 단순히 기판 상의 기존의 막 또는 물질의 표면 개질이 아니다.
- [0034] 이제 작동(592)을 참조하면, PECVD 프로세스(590)는 플라즈마 공급원을 이용하여 처리 챔버에 플라즈마를 여기시키는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 플라즈마 공급원은 CCP 공급원, ICP 공급원, 마이크로파 플라즈마 공급원, 또는 임의의 다른 공급원일 수 있다. 실시예에서, 공급원 플라즈마 주파수는 100 kHz 내지 100 GHz일 수 있다. 실시예에서, 플라즈마 공급원은 최상부에서 발생되거나, 바닥에서 발생되거나, 양쪽 모두일 수 있다. 아래에서 설명될 바와 같이, 플라즈마 공급원은 펄스식 모드로 작동될 수 있다. 펄스식 모드로 작동할 때, 펄싱의 주파수는 방출되고 있는 전자기 방사선의 주파수와 상이한 주파수라는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 펄싱 주파수는 1 kHz 내지 100 kHz일 수 있고, 공급원 플라즈마에 의해 방출되는 전자기 방사선은 대략 100 kHz 내지 100 GHz일 수 있다.
- [0035] 이제 작동(593)을 참조하면, PECVD 프로세스(590)는 펄스식 DC 바이어스를 이용하여 기판을 바이어싱하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 펄스식 DC 바이어스는 대략 1 kV 내지 20 kV일 수 있다. 실시예에서, 펄싱의 주파수는 1 kHz 내지 100 kHz일 수 있다. 펄스식 DC 바이어스는 이온 에너지들이 특정 수준으로 조정되는 것을

허용한다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 펄스식 DC 바이어스의 사용은, 모두가, 실질적으로 동일한 이온 에너지를 갖는 이온들의, 기관을 향한 플럭스를 초래할 것이다. 게다가, 높은 이온 에너지들(예를 들어, 최대 대략 20 keV)로 인해 이온 충격 효과가 획득된다. 이온 충격 효과는 더 높은 밀도들, 더 양호한 광학 특성들, 및 비교적 더 낮은 막 응력을 갖는 막들을 초래한다. 추가적으로, PECVD 프로세스(590)는 이온 에너지 및 플라즈마 밀도의 독립적 제어를 허용하는데 이는 이온 에너지가 주로 DC 바이어싱으로부터 유도되기 때문이다.

[0036] 실시예에서, 플라즈마 공급원은 제1 모드로 작동될 수 있고, DC 전원은 제2 모드로 작동될 수 있다. 실시예에서, 제1 모드는 제1 주파수 및 제1 듀티 사이클을 포함하고, 제2 모드는 제2 주파수 및 제2 듀티 사이클을 포함하는 펄스식 모드이다. 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 제2 주파수와 동일한 제1 주파수, 및 제2 듀티 사이클과 동일한 제1 듀티 사이클을 포함할 수 있다. 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 제2 주파수와 동일한 제1 주파수, 및 제2 듀티 사이클과 상이한 제1 듀티 사이클을 포함할 수 있다. 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 제2 주파수와 상이한 제1 주파수, 및 제2 듀티 사이클과 동일한 제1 듀티 사이클을 포함할 수 있다. 실시예에서, PECVD 프로세스(590)는 제2 주파수와 상이한 제1 주파수, 및 제2 듀티 사이클과 상이한 제1 듀티 사이클을 포함할 수 있다. 실시예에서, 제1 및 제2 듀티 사이클은 1% 내지 99%일 수 있다.

[0037] 실시예에서, DC 바이어스는 펄싱을 포함하는 제2 모드로 작동될 수 있고 공급원 플라즈마는 연속과 모드를 포함하는 제1 모드로 작동될 수 있다. 실시예에서, DC 바이어스 펄싱은 공급원 플라즈마가 항상 켜진 상태 중인 조건에서 작동될 수 있다. 실시예에서, DC 바이어스 펄싱은 공급원 플라즈마가 DC 바이어스 펄싱과 비동기화 중인 조건에서 작동될 수 있다. 실시예에서, DC 바이어스 펄싱은, DC 바이어싱이 항상 켜진 상태인 것을 유지하면서 공급원 플라즈마가 펄스식 모드 중인 조건에서 작동될 수 있다.

[0038] 실시예에 따르면, PECVD 프로세스(590)는 낮은 기관 온도들로 구현될 수 있다. 예를 들어, PECVD 프로세스(590)는 대략 -250 °C 내지 800 °C인 기관 온도로 구현될 수 있다. 특정 실시예에서, 기관 온도는 200 °C 미만일 수 있다. RF 전용 플라즈마 시스템을 이용한 그러한 저온 프로세스들은 본원에 설명된 실시예들에 의해 가능하게 되는 것들에 필적하는 고품질 막들을 형성할 수 없다는 점을 주목한다. 예를 들어, 최대 이온 에너지를 증가시킴으로써 RF CCP 막의 품질을 개선하기 위해, 도 1에 예시된 바와 같이, RF 전력의 큰 증가가 필요하다. 예를 들어, 7.5 kV의 유효 DC 바이어스를 달성하기 위해, 대략 17 kW RF 전력을 요구할 수 있다. 플라즈마에 인가되는 전력의 공급원이 기관을 가열할 것이기 때문에, 그러한 저온 프로세스들은 기존의 RF 전용 PECVD 프로세스들로는 현재 달성가능하지 않다.

[0039] PECVD 프로세스(590)에 따라 형성된 막들은, DC 바이어스를 이용하여 펄싱되는 기관의 사용 없이, 유사한 PECVD 프로세스들에 비해 우수한 막 품질들을 입증했다. 예를 들어, 펄스식 DC 전원으로부터의 1 kV 기관 바이어스가 있고 없는 100 W 내지 1,000 W(162 MHz로 최상부에서 발생된 CCP)의 전력을 갖는 공급원을 사용하여 2 mTorr 내지 15 mTorr의 플라즈마를 형성하기 위한 아세틸렌 또는 메탄의 공급원 가스는, PECVD 프로세스(590)에 따라 형성된 막들의 우수한 막 품질을 입증하는 데 사용되었다. DC 바이어스가 없는 막에서, 굴절률은 1.9였고, 밀도는 1.5 g/cm³였고, 응력은 -300 MPa였다. PECVD 프로세스(590)에 따라 형성된 막에서, 굴절률은 2.5였고, 밀도는 2.0 g/cm³였고, 막 응력의 크기는 대략 500 MPa였다. 특히, 개선된 막 품질은, 기관의 표면에서의 이온 충격을 초래하는 단일의 높은 이온 에너지의 이온들의 큰 플럭스에 적어도 부분적으로 기인한다는 점을 주목한다.

[0040] 본원에 설명된 실시예들은 이온 에너지들을 정밀하게 조정하는 능력을 포함하는 PECVD 프로세스들을 포함한다. 이에 따라, 본원에 설명된 실시예들에 따른 PECVD 프로세스는, 막들이, 교번하는 이온 에너지들의 이온 플럭스들에 의해 형성되는 것을 허용한다. 그러한 PECVD 프로세스(690)의 예는 도 6의 흐름도와 관련하여 설명된다. 실시예에서, PECVD 프로세스(690)는 처리 가스를 처리 챔버 내로 유동시키는 단계를 포함하는 작동(691)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 처리 가스가, 특정 막을 형성하기 위해 원하는 공급원료를 제공하기 위해서 처리 챔버 내로 유동될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 탄소 막을 형성하기 위한 PECVD 프로세스(690)에서, 처리 가스들은 아세틸렌, 메탄, 또는 다른 탄소 함유 공급원 가스들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 막들이 요망되는 실시예들에서, 처리 가스들은 (규소 또는 산화규소 막을 형성하기 위해) 테트라에틸 오르토실리케이트(TEOS), (SiN 막들을 형성하기 위해) 실란 및 질소, (CH_xF_y 막들을 형성하기 위해) 플루오로탄소들, 또는 (금속 또는 금속 산화물 막들을 형성하기 위해) 유기금속 화합물들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 실시예들은 또한, 반응들을 가능하게 하기 위해 필요한 다른 공급원 가스들, 예컨대, 산소 함유 공급원 가스들, 및/또는 불활성 가스들을 포함할 수 있다.

[0041] 이제 작동(692)을 참조하면, PECVD 프로세스(690)는 플라즈마 공급원을 이용하여 처리 챔버에 플라즈마를 여기

시키는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 플라즈마 공급원은 CCP 공급원, ICP 공급원, 마이크로파 플라즈마 공급원, 또는 임의의 다른 공급원일 수 있다. 실시예에서, 공급원 플라즈마 주파수는 100 kHz 내지 100 GHz일 수 있다. 실시예에서, 플라즈마 공급원은 최상부에서 발생되거나, 바닥에서 발생되거나, 양쪽 모두일 수 있다.

[0042] 이제 작동(693)을 참조하면, PECVD 프로세스(690)는 제1 전압의 펄스식 DC 바이어스를 이용하여 기판을 바이어싱하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 제1 펄스식 DC 바이어스는 대략 -20 kV 내지 20 kV일 수 있다. 실시예에서, 펄싱의 주파수는 1 kHz 내지 100 kHz일 수 있다. 펄스식 DC 바이어스는 이온 에너지들이 특정 수준으로 조정되는 것을 허용한다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 펄스식 DC 바이어스의 사용은, 모두가, 실질적으로 동일한 제1 이온 에너지를 갖는 이온들의, 기판을 향한 플럭스를 초래할 것이다.

[0043] 이제 작동(694)을 참조하면, PECVD 프로세스(690)는 제2 전압의 펄스식 DC 바이어스를 이용하여 기판을 바이어싱하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예에서, 제2 펄스식 DC 바이어스는 대략 -20 kV 내지 20 kV일 수 있다. 실시예에서, 펄싱의 주파수는 1 kHz 내지 100 kHz일 수 있다. 펄스식 DC 바이어스는 이온 에너지들이 특정 수준으로 조정되는 것을 허용한다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 펄스식 DC 바이어스의 사용은, 모두가, 실질적으로 동일한 제2 이온 에너지를 갖는 이온들의, 기판을 향한 플럭스를 초래할 것이다. 실시예에서, 제2 전압은 제1 전압과 상이할 수 있다. 실시예에서, 제1 전압은 2 kV일 수 있고 제2 전압은 8 kV일 수 있다.

[0044] 실시예에서, 제1 펄스식 DC 전압은 제1 기간 동안 펄싱될 수 있고, 제2 펄스식 DC 전압은 제2 기간 동안 펄싱될 수 있다. 일부 실시예들에서, PECVD 프로세스(690)는 제1 펄스식 DC 전압을 반복하지 않고 제2 기간 후에 종료될 수 있다. 다른 실시예들에서, 펄스식 DC 전압은 제1 펄스식 DC 전압과 제2 펄스식 DC 전압 사이에서 임의의 횟수로 교번될 수 있다. 실시예에서, 2개 초과 펄스식 DC 전압들이 PECVD 프로세스(690)에 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 펄스식 DC 전압, 제2 펄스식 DC 전압, 및 제3 펄스식 DC 전압이 PECVD 프로세스(690) 동안 기판을 바이어싱하는 데 사용될 수 있다. 실시예들은 또한, 0 V인, 제1 전압, 제2 전압, 제3 전압 등을 포함할 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 제1 전압은 -20 kV 내지 20 kV일 수 있고, 제2 전압은 0 V일 수 있다.

[0045] 본원의 실시예들에서 설명된 PECVD 프로세스들은 임의의 순서로 작동될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, PECVD 프로세스(590)는 3개의 별개의 처리 작동들(591, 592, 및 593)을 포함하고, PECVD 프로세스(690)는 4개의 별개의 처리 작동들(691, 692, 693, 및 694)을 포함한다. 그러나, 처리 작동들은 임의의 순서로 구현될 수 있고, 순차적으로 구현될 필요가 없다는 점을 인식해야 한다. 예를 들어, 처리 작동들 중 2개 이상은 동시에, 또는 적어도 부분적으로 동시에 구현될 수 있다.

[0046] 이제 도 7을 참조하면, 실시예에 따라, 처리 톨의 예시적인 컴퓨터 시스템(760)의 블록도가 예시된다. 실시예에서, 컴퓨터 시스템(760)은 처리 톨에 결합되고 처리 톨에서의 처리를 제어한다. 컴퓨터 시스템(760)은 근거리 통신망(LAN), 인트라넷, 엑스트라넷, 또는 인터넷의 다른 기계들에 연결(예를 들어, 네트워킹)될 수 있다. 컴퓨터 시스템(760)은 클라이언트-서버 네트워크 환경에서 서버 또는 클라이언트 기계로서, 또는 피어-투-피어(또는 분산형) 네트워크 환경에서 피어 기계로서 작동할 수 있다. 컴퓨터 시스템(760)은 개인용 컴퓨터(PC), 태블릿 PC, 셋톱 박스(STB), 휴대 정보 단말기(PDA), 셀룰러 전화기, 웹 기기, 서버, 네트워크 라우터, 스위치 또는 브리지, 또는 기계에 의해 취해질 작동들을 명시하는 (순차적 또는 다른 방식의) 명령어들의 세트를 실행할 수 있는 임의의 기계일 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템(760)에 대해 단일 기계만이 예시되어 있지만, "기계"라는 용어는 또한, 본원에 설명된 방법론들 중 임의의 하나 이상을 수행하도록 명령어들의 세트(또는 복수의 세트들)를 개별적으로 또는 공동으로 실행하는 기계들(예를 들어, 컴퓨터들)의 임의의 집합을 포함하는 것으로 간주되어야 한다.

[0047] 컴퓨터 시스템(760)은, 실시예들에 따라 프로세스를 수행하기 위해 컴퓨터 시스템(760)(또는 다른 전자 디바이스들)을 프로그래밍하는 데에 사용될 수 있는, 명령어들이 저장된 비일시적 기계 판독가능 매체를 갖는 컴퓨터 프로그램 제품, 또는 소프트웨어(722)를 포함할 수 있다. 기계 판독가능 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 판독가능한 형태로 정보를 저장 또는 송신하기 위한 임의의 메커니즘을 포함한다. 예를 들어, 기계 판독가능(예를 들어, 컴퓨터 판독가능) 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터) 판독가능 저장 매체(예를 들어, 판독 전용 메모리("ROM"), 랜덤 액세스 메모리("RAM"), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 디바이스 등), 기계(예를 들어, 컴퓨터) 판독가능 전송 매체(전기적, 광학적, 음향적 또는 다른 형태의 전파 신호들(예를 들어, 적외선 신호들, 디지털 신호들 등)) 등을 포함한다.

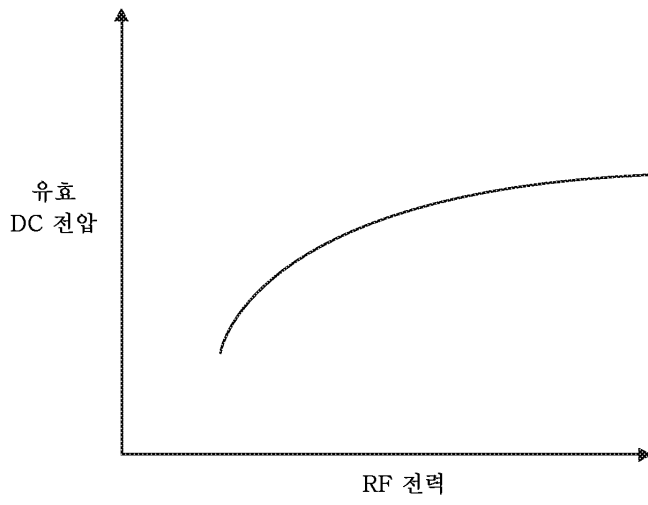
[0048] 실시예에서, 컴퓨터 시스템(760)은, 버스(730)를 통해 서로 통신하는, 시스템 프로세서(702), 주 메모리(704)(예를 들어, 판독 전용 메모리(ROM), 플래시 메모리, 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 예컨대, 동기식 DRAM(SDRAM) 또는 램버스 DRAM(RDRAM) 등), 정적 메모리(706)(예를 들어, 플래시 메모리, 정적 랜덤 액세스 메

모리(SRAM) 등) 및 이차 메모리(718)(예를 들어, 데이터 저장 디바이스)를 포함한다.

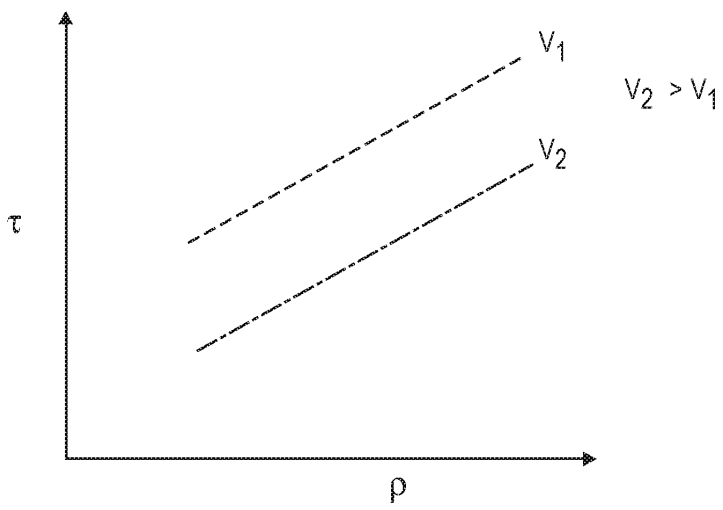
- [0049] 시스템 프로세서(702)는 하나 이상의 범용 처리 디바이스, 예컨대, 마이크로시스템 프로세서, 중앙 처리 유닛 등을 나타낸다. 더 구체적으로, 시스템 프로세서는 복합 명령어 세트 컴퓨팅(CISC) 마이크로시스템 프로세서, 축소 명령어 세트 컴퓨팅(RISC) 마이크로시스템 프로세서, 매우 긴 명령어(VLIW) 마이크로시스템 프로세서, 다른 명령어 세트들을 구현하는 시스템 프로세서, 또는 명령어 세트들의 조합을 구현하는 시스템 프로세서들일 수 있다. 시스템 프로세서(702)는 또한, 하나 이상의 특수 목적 처리 디바이스, 예컨대, 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA), 디지털 신호 시스템 프로세서(DSP), 네트워크 시스템 프로세서 등일 수 있다. 시스템 프로세서(702)는 본원에 설명된 작동들을 수행하기 위해 처리 로직(726)을 실행하도록 구성된다.
- [0050] 컴퓨터 시스템(760)은 다른 디바이스들 또는 기계들과 통신하기 위해 시스템 네트워크 인터페이스 디바이스(708)를 더 포함할 수 있다. 컴퓨터 시스템(760)은 또한, 비디오 디스플레이 유닛(710)(예를 들어, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드 디스플레이(LED) 또는 음극선관(CRT)), 문자숫자식 입력 디바이스(712)(예를 들어, 키보드), 커서 제어 디바이스(714)(예를 들어, 마우스) 및 신호 발생 디바이스(716)(예를 들어, 스피커)를 포함할 수 있다.
- [0051] 이차 메모리(718)는, 본원에 설명된 방법론들 또는 기능들 중 임의의 하나 이상을 구현하는 명령어들의 하나 이상의 세트(예를 들어, 소프트웨어(722))가 저장되어 있는 기계 액세스가능 저장 매체(731)(또는 더 구체적으로는 컴퓨터 판독가능 저장 매체)를 포함할 수 있다. 또한, 소프트웨어(722)는 컴퓨터 시스템(760)에 의한 소프트웨어의 실행 동안 완전하게 또는 적어도 부분적으로 주 메모리(704) 내에 그리고/또는 시스템 프로세서(702) 내에 상주할 수 있으며, 주 메모리(704) 및 시스템 프로세서(702)는 또한, 기계 판독가능 저장 매체를 구성한다. 소프트웨어(722)는 시스템 네트워크 인터페이스 디바이스(708)를 통해 네트워크(720)를 경유하여 추가로 송신 또는 수신될 수 있다.
- [0052] 예시적인 실시예에서 기계 액세스가능 저장 매체(731)가 단일 매체인 것으로 도시되어 있지만, "기계 판독가능 저장 매체"라는 용어는 명령어들의 하나 이상의 세트를 저장하는 단일 매체 또는 복수 매체들(예를 들어, 중앙 집중형 또는 분산형 데이터베이스 및/또는 연관된 캐시들 및 서버들)을 포함하는 것으로 간주되어야 한다. "기계 판독가능 저장 매체"라는 용어는 또한, 기계에 의한 실행을 위해 명령어들의 세트를 저장하거나 인코딩할 수 있으며 기계로 하여금 방법론들 중 임의의 하나 이상을 수행하게 하는 임의의 매체를 포함하는 것으로 간주되어야 한다. 이에 따라, "기계 판독가능 저장 매체"라는 용어는, 솔리드 스테이트 메모리들, 및 광학 및 자기 매체들(그러나 이에 제한되지는 않음)을 포함하는 것으로 간주되어야 한다.
- [0053] 전술한 명세서에서, 특정한 예시적인 실시예들이 설명되었다. 다음의 청구항들의 범위로부터 벗어나지 않고 그에 대해 다양한 수정들이 이루어질 수 있다는 것이 명백할 것이다. 이에 따라, 본 명세서 및 도면들은 제한적인 의미보다는 예시적인 의미로 간주되어야 한다.

도면

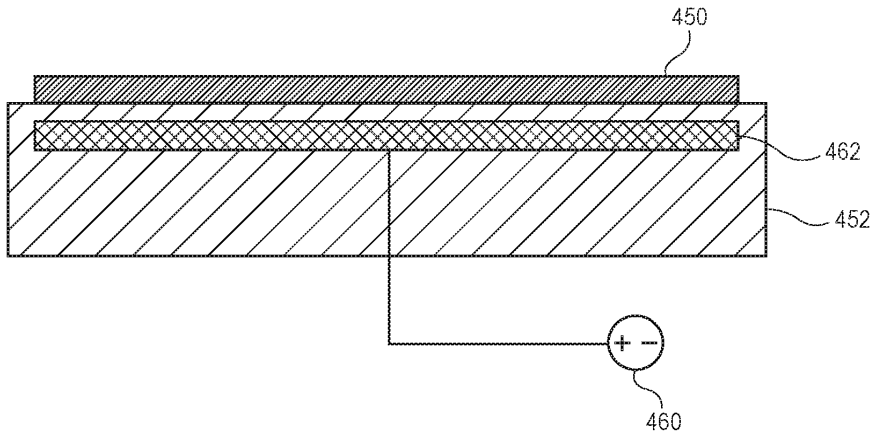
도면1



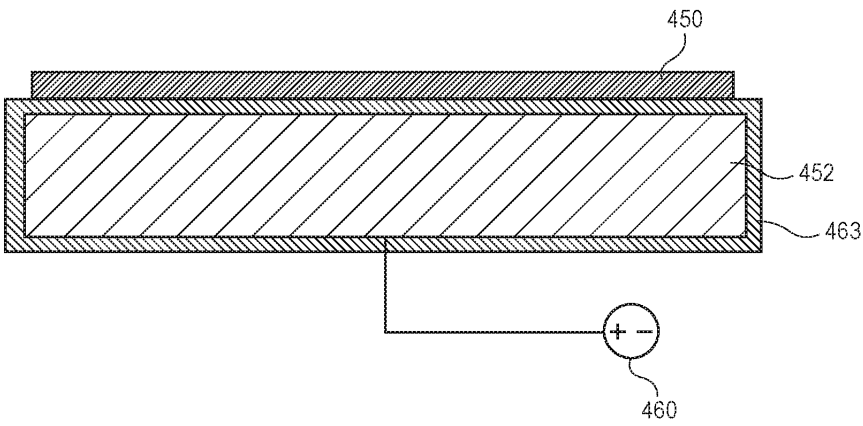
도면2



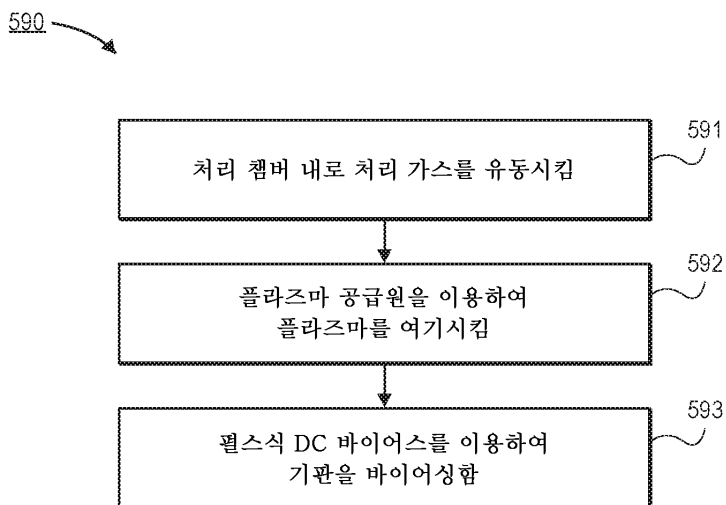
도면4b



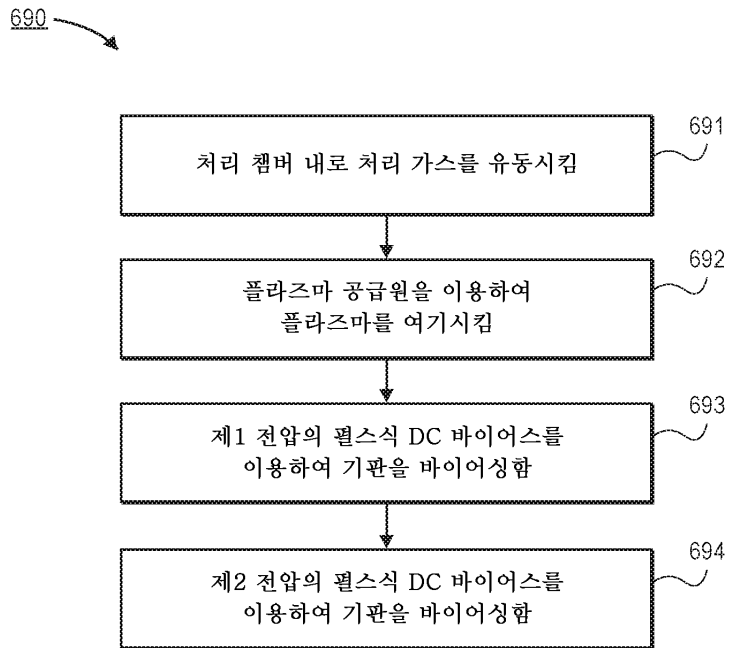
도면4c



도면5



도면6



도면7

