



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0138792
(43) 공개일자 2021년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/505 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/505 (2013.01)
C23C 16/4408 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7036632
(22) 출원일자(국제) 2020년03월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2021년11월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/024633
(87) 국제공개번호 WO 2020/210031
국제공개일자 2020년10월15일
(30) 우선권주장
62/832,571 2019년04월11일 미국(US)

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
권, 병석
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라
이드 머티어리얼스 인코포레이티드 (내)
이, 동형
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라
이드 머티어리얼스 인코포레이티드 (내)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

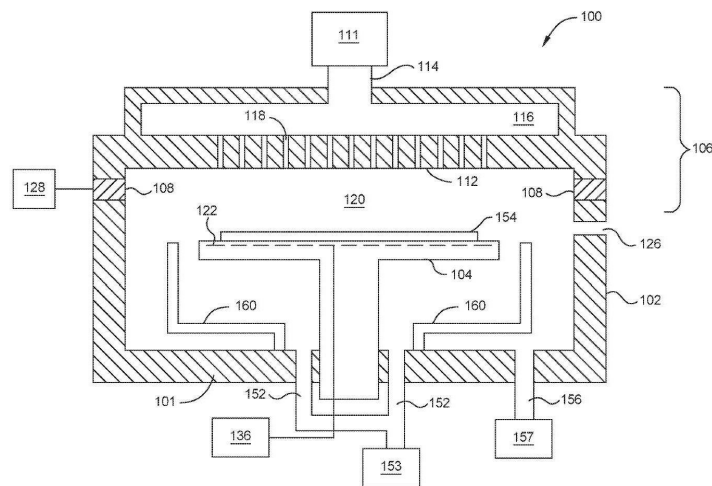
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 프로세싱 챔버 내의 플라즈마 고밀도화

(57) 요약

막을 형성하기 위한 시스템 및 방법은 기판 상에 막을 형성하기 위해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨에서 플라즈마를 생성하는 것을 포함한다. 프로세싱 챔버는 프로세싱 볼륨에서 플라즈마를 생성하도록 구성된 가스 분배기를 포함할 수 있다. 추가로, 프로세싱 볼륨에 위치한 플라즈마 주위에 가스 커튼을 형성하기 위해 배리어 가스가 프로세싱 볼륨 내로 제공된다. 배리어 가스는 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치된 유입 포트를 통해 가스 공급 소스에 의해 공급된다. 추가로, 배기 포트가 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치되고, 플라즈마 및 배리어 가스는 배기 포트를 통해 퍼진다.

대표도



(52) CPC특허분류

C23C 16/45519 (2013.01)

C23C 16/45565 (2013.01)

H01J 37/32651 (2013.01)

(72) 발명자

쿨슈레슈타, 프라샨트 쿠마르

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

이, 광덕 더글라스

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

림돌파이분, 랫서미

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

자밀, 이르판

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

로, 평윤

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

마, 준

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

반살, 아밋 쿠마르

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

응우옌, 투안 안

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

로차-알바레스, 주안 카를로스

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 로우 디파트먼트 어플라이드
머티어리얼스 인코포레이티드 (내)

명세서

청구범위

청구항 1

막을 형성하기 위한 방법으로서,

기관 상에 상기 막을 형성하기 위해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨에서 플라즈마를 생성하는 단계;

상기 프로세싱 챔버의 제1 측으로부터 유입 포트를 통해, 상기 프로세싱 볼륨에서 플라즈마를 생성하는 것과 중첩되는 기간 동안 상기 기관의 하나 이상의 예지들을 따라 가스 커튼(gas curtain)을 생성하기 위해 상기 프로세싱 챔버의 상기 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스(barrier gas)를 도입하는 단계; 및

상기 프로세싱 챔버의 배기 포트를 통해, 상기 플라즈마 및 상기 배리어 가스를 퍼징(purge)하는 단계를 포함하는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플라즈마를 생성하는 단계는 상기 프로세싱 챔버의 가스 분배기를 통해 유동되는 프로세싱 가스를 이온화시키는 단계를 포함하는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 기관은 상기 프로세싱 챔버의 기관 지지부 상에 배치되며,

상기 기관은 상기 가스 분배기와 상기 제1 측 사이에 포지셔닝되는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 배리어 가스의 유량은 상기 프로세싱 가스의 유량, 상기 배리어 가스의 타입, 및 상기 프로세싱 가스의 타입 중 적어도 하나에 기반하는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 배리어 가스는 헬륨, 수소, 질소, 아르곤, 산소, 또는 질소 산화물 중 하나인, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 배리어 가스는 비활성 가스인, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기관의 하나 이상의 예지들을 따라 상기 가스 커튼을 생성하는 것은 상기 기관에 걸쳐 상기 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시키는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기관에 걸쳐 상기 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시키는 것은 상기 기관 상에 형성된 상기 막의 두께의

균일성을 증가시키는, 막을 형성하기 위한 방법.

청구항 9

프로세싱 챔버로서,

프로세싱 가스를 이온화시킴으로써 프로세싱 볼륨 내에서 플라즈마를 생성하도록 구성된 가스 분배기;

상기 프로세싱 볼륨 내에서 기관을 지지하도록 구성된 기관 지지부;

상기 프로세싱 챔버의 제1 벽을 따라 배치된 가스 유입 포트; 및

상기 가스 유입 포트에 커플링되며, 상기 프로세싱 볼륨 내에서 상기 플라즈마를 생성하는 것과 중첩되는 기간 동안 상기 기관의 하나 이상의 예지들을 따라 가스 커튼을 생성하기 위해 상기 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스를 도입하도록 구성된 가스 공급 소스를 포함하는, 프로세싱 챔버.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버의 제1 벽은 상기 가스 분배기 반대편에 있는, 프로세싱 챔버.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 가스 공급 소스는 상기 프로세싱 가스의 유량, 상기 배리어 가스의 타입 및 상기 프로세싱 가스의 타입 중 적어도 하나에 기반한 유량으로 상기 배리어 가스를 공급하도록 구성되는, 프로세싱 챔버.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 배리어 가스는 헬륨, 수소, 질소, 아르곤, 산소, 또는 질소 산화물 중 하나인, 프로세싱 챔버.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 기관의 하나 이상의 예지들을 따라 상기 가스 커튼을 생성하는 것은 상기 기관에 걸쳐 상기 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시키는, 프로세싱 챔버.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 프로세싱 볼륨 내에 배치되고 상기 기관 지지부를 둘러싸는 차폐부 — 상기 차폐부는 상기 배리어 가스의 유동을 제어하도록 구성됨 —; 및

상기 프로세싱 챔버의 제1 벽을 따라 배치된 배기 포트를 더 포함하는, 프로세싱 챔버.

청구항 15

프로세싱 챔버로서,

플라즈마를 생성하기 위해 프로세싱 가스를 프로세싱 볼륨 내로 제공하도록 구성된 가스 분배기;

상기 프로세싱 볼륨 내에서 기관을 지지하도록 구성된 기관 지지부;

상기 프로세싱 챔버의 제1 벽을 따라 배치된 가스 유입 포트;

상기 프로세싱 볼륨 내에서 상기 플라즈마를 생성하는 것과 중첩되는 기간 동안 상기 기관의 하나 이상의 예지들을 따라 가스 커튼을 생성하기 위해 상기 프로세싱 챔버의 상기 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스를 도입하도록 구성된 가스 공급 소스;

상기 프로세싱 볼륨 내에 배치되고 상기 기관 지지부를 둘러싸는 차폐부 — 상기 차폐부는 상기 가스 커튼을 형

성하기 위해 상기 배리어 가스의 유동을 제어하도록 구성됨 -; 및
상기 프로세싱 챔버의 제1 벽을 따라 배치된 배기 포트를 포함하는, 프로세싱 챔버.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 반도체 기판들 상의 박막들의 증착에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라즈마-강화 화학 기상 증착(PECVD)은 반도체 디바이스 제조를 위해 기판 상에 하나 이상의 막들을 형성하는 데 사용될 수 있다. 많은 예시들에서, PECVD를 수행하는 동안, 기판 상에 막 또는 막들을 형성하기 위해 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마가 생성된다. 추가로, 막들의 하나 이상의 파라미터들의 균일성은 플라즈마의 밀도의 균일성에 대응한다. 따라서, 플라즈마 밀도의 임의의 차이들은 막 또는 막들의 하나 이상의 파라미터들의 변동을 야기할 수 있다. 일 예시에서, 불균일한 플라즈마 밀도는 불균일한 에지-에지 두께를 갖는 막을 생성할 수 있으며, 이는 프로세싱된 기판이 반도체 디바이스 제조에 사용하기에 부적합하게 할 수 있다. 따라서, 생산 수율들이 감소될 수 있고 제조 비용들이 증가될 수 있다.

[0003] 따라서, 반도체 기판들 및 하드웨어 컴포넌트들 상에 박막들을 형성하는 개선된 방법에 대한 필요성이 당업계에 여전히 남아있다.

발명의 내용

[0004] 일 실시예에서, 막을 형성하기 위한 방법은, 기판 상에 막을 형성하기 위해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내에서 플라즈마를 생성하는 단계, 기판의 하나 이상의 에지들을 따라 가스 커튼(gas curtain)을 생성하기 위해 프로세싱 챔버의 제1 측으로부터 유입 포트를 통해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스(barrier gas)를 도입하는 단계, 및 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배기 포트를 통해 플라즈마 및 배리어 가스를 퍼징(purge)하는 단계를 포함한다.

[0005] 일 실시예에서, 프로세싱 챔버는, 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내에서 기판을 지지하도록 구성된 기판 지지부, 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치된 가스 유입 포트, 및 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치된 배기 포트를 포함한다. 가스 유입 포트는, 기판의 하나 이상의 에지들을 따라 가스 커튼을 생성하기 위해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스를 도입하도록 구성된 가스 공급 소스에 커플링되도록 구성된다.

[0006] 일 실시예에서, 프로세싱 챔버는 가스 분배기, 기판 지지부, 가스 유입구, 가스 공급 소스, 및 배기 포트를 포함한다. 가스 분배기는 프로세싱 가스를 이온화시킴으로써 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내에서 플라즈마를 생성하도록 구성된다. 기판 지지부는 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내에서 기판을 지지하도록 구성된다. 가스 유입 포트는 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치된다. 가스 공급 소스는 가스 유입 포트에 커플링되며, 기판의 하나 이상의 에지들을 따라 가스 커튼을 생성하기 위해 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스를 도입하도록 구성된다. 배기 포트는 프로세싱 챔버의 제1 측을 따라 배치된다.

도면의 간단한 설명

[0007] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 위에서 간략하게 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들 중 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들이 예시적인 실시예들만을 예시하는 것이므로, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하며, 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있다는 것을 유의해야 한다.

[0008] 도 1 및 도 2는 하나 이상의 실시예들에 따른 기판 프로세싱 시스템의 개략적인 단면도들이다.

[0009] 도 3은 하나 이상의 실시예들에 따른 기판 및 가스 커튼의 평면도를 예시한다.

[0010] 도 4는 하나 이상의 실시예들에 따른, 막을 형성하는 방법의 흐름도를 예시한다.

[0011] 이해를 용이하게 하기 위하여, 도면들에 공통적인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들이 추가적인 인용 없이 다른 실시예들에 유익

하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] [0012] 반도체 디바이스들은 기판 상에 하나 이상의 막들을 형성함으로써 생성될 수 있고, 그 중에서도, 실리콘-함유, 질화물-함유, 및 산화물-함유 막들을 포함할 수 있다. 기판들을 프로세싱하기 위한 프로세싱 챔버들은, 플라즈마-강화 CVD(PECVD)를 포함하는 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마-강화 원자 층 증착(PEALD), 또는 물리 기상 증착(PVD)을 포함하는 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다. 기판들 상의 막들의 품질은 프로세싱 챔버 내의 기판에 걸친 플라즈마의 플라즈마 밀도의 차이 또는 불균일성에 기반하여 부정적인 영향을 받을 수 있다. 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마 밀도의 차이는 기판 상에 형성된 막들의 에지-에지 균일성에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 추가로, 막들의 임의의 불균일성은 생산 수율의 저하를 초래하여, 반도체 디바이스들의 제조 비용들을 증가시킬 수 있다.
- [0009] [0013] 본 명세서에서 논의된 시스템들 및 방법들을 사용하여, 프로세싱 볼륨 내의, 특히 기판에 걸쳐 플라즈마의 밀도의 균일성이 상당히 개선될 수 있다. 예컨대, 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마의 분산을 감소시키는 가스 커튼을 생성하기 위해 프로세싱 볼륨 내로 배리어 가스를 도입함으로써, 특정한 프로세스에 대해 균일성이 개선될 수 있다. 프로세싱 볼륨들 내의 플라즈마의 감소된 분산은 기판에 걸쳐 플라즈마의 균일성을 증가시킨다. 다양한 실시예들에서, 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마의 감소된 분산(예컨대, 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마의 증가된 고밀도화)은, 플라즈마의 분산을 감소시키기 위한 기법들을 포함하지 않는 프로세싱 시스템들과 비교하여 증착 레이트를 약 20 퍼센트 만큼 증가시킨다. 추가로, 플라즈마의 분산을 감소시키는 것은, 부분적으로는, 형성된 막의 증가된 증착 균일성으로 인해 굴절률(n), 응력, 및 흡광 계수(k)와 같은 막 속성들을 긍정적으로 조정할 수 있다.
- [0010] [0014] 도 1은 본 명세서에 설명되는 일 구현에 따른 프로세싱 챔버(100)의 개략적인 단면도를 예시한다. 프로세싱 챔버(100)는 PECVD 챔버이지만, 또한 다른 플라즈마 강화 프로세싱 챔버일 수 있다. 프로세싱 챔버(100)는 챔버 바디(chamber body)(102), 챔버 바디(102) 내부에 배치된 기판 지지부(104), 및 챔버 바디(102)에 커플링되고 프로세싱 볼륨(120)에서 기판 지지부(104)를 둘러싸는 덮개 조립체(lid assembly)(106)를 특징으로 한다. 기판 지지부(104)는 프로세싱 동안 상부에 기판(154)을 지지하도록 구성된다. 기판(154)은 개구(126)를 통해 프로세싱 볼륨(120)에 제공된다. 도 1의 실시예가 PECVD 챔버에 관한 것이지만, 도 1의 덮개 조립체(106) 및 기판 지지부(104)는 프로세싱 볼륨(120)에서 생성된 플라즈마를 이용하는 다른 프로세싱 챔버와 함께 사용될 수 있다.
- [0011] [0015] 가스 공급 소스(111)는 하나 이상의 가스 소스들을 포함한다. 가스 공급 소스(111)는 하나 이상의 가스 소스들로부터 프로세싱 볼륨(120)으로 하나 이상의 가스들을 전달하도록 구성된다. 하나 이상의 가스 소스들 각각은 플라즈마 형성을 위해 이온화될 수 있는 프로세싱 가스(이들테면, 아르곤, 수소 또는 헬륨)를 제공한다. 예컨대, 캐리어 가스 및 이온화가능 가스 중 하나 이상이 하나 이상의 전구체들과 함께 프로세싱 볼륨(120) 내로 제공될 수 있다. 300 mm 기판을 프로세싱할 때, 프로세싱 가스들은 약 6500 sccm 내지 약 8000 sccm, 약 100 sccm 내지 약 10,000 sccm, 또는 약 100 sccm 내지 약 1000 sccm의 유량으로 프로세싱 챔버(100)에 도입된다. 대안적으로, 다른 유량들이 이용될 수 있다. 일부 예들에서, 원격 플라즈마 소스가 프로세싱 챔버(100)에 플라즈마를 전달하기 위해 사용될 수 있고, 가스 공급 소스(111)에 커플링될 수 있다.
- [0012] [0016] 가스 분배기(112)는 가스 공급 소스(111)로부터 프로세싱 볼륨(120) 내로의 프로세싱 가스 또는 가스들의 입장을 허가하기 위한 개구들(118)을 특징으로 한다. 프로세싱 가스들은 도관(114)을 통해 프로세싱 챔버(100)에 공급되고, 프로세스 가스들은 개구들(118)을 통해 유동하기 전에 가스 혼합 구역(116)에 진입한다.
- [0013] [0017] 전극(108)은 챔버 바디(102)에 인접하게 배치되고, 덮개 조립체(106)의 다른 컴포넌트들로부터 챔버 바디(102)를 분리시킨다. 전극(108)은 덮개 조립체(106)의 일부이지만, 별개의 측벽 전극일 수 있다. 전극(108)은 환형 또는 링형 부재일 수 있고, 링 전극일 수 있다. 전극(108)은 프로세싱 볼륨(120)을 둘러싸는 프로세싱 챔버(100)의 원주 주위의 연속적인 루프일 수 있거나, 또는 선택된 위치들에서 불연속적일 수 있다. 전극(108)은 또한, 천공된 링 또는 메시 전극과 같은 천공된 전극일 수 있다. 전극(108)은 또한 플레이트 전극, 예컨대 2차 가스 분배기일 수 있다.
- [0014] [0018] 전극(108)은 전력 소스(128)에 커플링된다. 전력 소스(128)는 전극(108)에 전기적으로 커플링된 RF(radio frequency) 전력 소스이다. 추가로, 전력 소스(128)는 약 50 kHz 내지 약 13.6 MHz의 주파수에서 약 100 와트 내지 약 3,000 와트를 제공한다. 선택적으로, 전원(128)은 다양한 동작들 동안 펄싱될 수 있다. 전

극(108) 및 전력 소스(128)는 프로세싱 볼륨(120) 내에서 형성된 플라즈마의 부가적인 제어를 용이하게 한다.

- [0015] [0019] 기관 지지부(104)는 하나 이상의 금속성 또는 세라믹 재료들을 포함하거나 또는 그들로 형성된다. 예시적인 금속성 또는 세라믹 재료들은 하나 이상의 금속들, 금속 산화물들, 금속 질화물들, 금속 산질화물들, 또는 이들의 임의의 조합을 포함한다. 예컨대, 기관 지지부(104)는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 알루미늄 산질화물, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하거나 또는 그들로 형성될 수 있다.
- [0016] [0020] 전극(122)은 기관 지지부(104) 내에 매립되지만, 대안적으로 기관 지지부(104)의 표면에 커플링될 수 있다. 전극(122)은 전력 소스(136)에 커플링된다. 전력 소스(136)는 DC 전력, 펄스형 DC 전력, RF(radio frequency) 전력, 펄스형 RF 전력, 또는 이들의 임의의 조합이다. 전력 소스(136)는 프로세싱 볼륨(120) 내에서 플라즈마를 생성하기 위해 구동 신호를 이용하여 전극(122)을 구동시키도록 구성된다. 구동 신호는 DC 신호 및 가변 전압 신호(예컨대, RF 신호) 중 하나일 수 있다. 추가로, 전극(122)은 대안적으로, 전력 소스(136) 대신에 전력 소스(128)에 커플링될 수 있고, 전력 소스(136)는 생략될 수 있다.
- [0017] [0021] 플라즈마는 전력 소스(128) 및 전력 소스(136)를 통해 프로세싱 볼륨(120)에서 생성된다. 프로세싱 볼륨(120) 내의 용량성 플라즈마의 형성을 용이하게 하기 위해, 구동 신호들을 이용하여 전극(108) 및 전극(122) 중 적어도 하나를 구동시킴으로써 RF 필드가 생성된다. 플라즈마의 존재는 기관(154)의 프로세싱, 예컨대 기관(154)의 표면 상으로의 막의 증착을 용이하게 한다.
- [0018] [0022] 하나 이상의 가스 유입 포트들(152)은 가스 공급 소스(153)에 커플링되고, 기관 지지부(104) 아래의 프로세싱 챔버(100)의 최하부 챔버 벽(101) 내에 배치된다. 가스 공급 소스(153)는 가스 유입 포트(152)를 통해 프로세싱 볼륨(120) 내로 하나 이상의 가스들을 제공한다. 예컨대, 가스 공급 소스(153)는 프로세싱 볼륨(120) 내로 배리어 가스를 제공한다. 배리어 가스는, 플라즈마와 상당히 상호작용(예컨대, 혼합)되지 않고, 기관(154) 주위에 가스 커튼을 생성하여, 프로세싱 볼륨(120) 내의 플라즈마의 분산을 늦출 수 있는 임의의 가스이다. 예컨대, 플라즈마와 상당히 상호작용되지 않는 가스는 프로세싱 볼륨(120) 내의 플라즈마의 분산을 적어도 부분적으로 늦추는 임의의 가스일 수 있다. 추가로, 배리어 가스는 기생 플라즈마의 형성을 감소시키는 임의의 가스일 수 있다. 부가적으로, 배리어 가스는 비활성 가스일 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 배리어 가스는 그 중에서도, 헬륨, 수소, 질소, 아르곤, 산소, 또는 질소 산화물(NO_x) 중 임의의 하나일 수 있다. 가스 공급 소스(153)는 배리어 가스의 타입 및 프로세싱 볼륨(120) 내로의 배리어 가스의 유량을 제어하여, 배리어 가스에 의해 생성되는 가스 커튼의 하나 이상의 파라미터들을 제어한다. 부가적으로, 배리어 가스는 프로세싱 볼륨(120)으로부터 가스들, 플라즈마, 또는 프로세싱 부산물들의 제거를 용이하게 하기 위한 퍼지 가스로서 기능할 수 있다.
- [0019] [0023] 차폐부(또는 링)(160)는 기관 지지부(104)의 둘레 및 기관(154)의 둘레를 따라 유동하도록 배리어 가스를 지향시킨다. 예컨대, 차폐부(160)는, 배리어 가스가 프로세싱 볼륨(120) 내에 분산되기 전에 기관 지지부(104)의 둘레 및 기관(154)의 둘레를 따라 유동하도록, 배리어 가스의 유동을 제어할 수 있다. 차폐부(160)는 챔버 벽(101)에 커플링된다. 대안적으로, 차폐부(160)는 프로세싱 챔버(100)의 다른 챔버 벽에 커플링될 수 있다. 예시된 바와 같이, 차폐부(160)는 기관 지지부(104)를 에워싼다.
- [0020] [0024] 배기 포트(156)는 진공 펌프(157)에 커플링되며, 가스 유입 포트(152)와 동일한, 프로세싱 챔버(100)의 벽, 예컨대 챔버 벽(101)을 따라 배치된다. 대안적으로, 배기 포트(156)는, 기관(154)의 둘레를 따르는 배리어 가스의 유동이 부정적인 영향을 받지 않는 한, 프로세싱 챔버(100)의 다른 벽을 따라 포지셔닝되어, 도 2의 가스 커튼(214)이 형성되는 것을 방지할 수 있다. 진공 펌프(157)는 배기 포트(156)를 통해 프로세싱 동안 그리고/또는 그 이후 프로세싱 볼륨(120)으로부터 과도한 프로세스 가스들 또는 부산물들을 제거한다.
- [0021] [0025] 도 2는 하나 이상의 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버(100)의 개략적인 단면도 뿐만 아니라 프로세싱 챔버(100) 내에서 가스들이 어떻게 유동하는지 및 프로세싱 챔버(100) 내의 가스 커튼의 생성을 예시한다. 하나 이상의 프로세싱 가스들은 기관(154)의 프로세싱을 용이하게 하기 위해 가스 공급 소스(111)로부터 경로(210)를 따라 그리고 가스 분배기(112)를 통해 유동된다. 프로세싱 가스들은 도 1의 프로세싱 볼륨(120) 내의 기관(154)에 걸친 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마로 변환된다. 배리어 가스는, 배기 포트(156)를 통해 프로세싱 동안 그리고/또는 그 이후 프로세싱 볼륨(120)으로부터 과도한 프로세싱 가스들 또는 부산물들의 제거를 보조하는 퍼지 가스로서 기능하기 위해 그리고 또한 가스 커튼(214)을 생성하기 위해 가스 유입 포트(152)를 통해 제공된다. 배리어 가스는 경로(212)(예컨대, 경로들(212a 및 212b))를 따라 유동된다. 배리어 가스가 감소됨에 따라, 프로세싱 챔버 전반에 걸친 플라즈마의 분산이 달성된다. 예컨대, 배리어 가스는, 배리어 가스와 프로세싱 가스들 사이의 전기음성도의 차이로 인해 상호작용(예컨대, 혼합)되지 않을 수 있다. 추가로, 프로세싱 챔

버 전반에 걸쳐 플라즈마의 분산을 감소시키는 것은 기관에 걸쳐 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시킨다. 예컨대, 기관(154)의 에지를 따른 플라즈마의 밀도는 기관(154)의 중심 부근의 플라즈마의 밀도와 유사할 수 있다. 추가로, 더 균일한 밀도를 갖는 플라즈마로부터 형성된 막은 더 균일한 에지-에지 두께 또는 k 값을 가질 수 있다. 예컨대, 기관(154)의 에지를 따른 막의 두께 및/또는 막의 k 값은 기관(154)의 중심 부근의 막의 두께 및/또는 막의 k 값과 유사할 수 있다. 부가적으로, 더 균일한 밀도를 갖는 플라즈마로부터 형성된 막의 증착 레이트는, 유사한 막 품질을 유지하면서, 균일한 밀도를 갖지 않는 플라즈마로부터 형성된 막의 증착 레이트보다 약 20 퍼센트 더 높을 수 있다.

[0022] [0026] 가스 커튼(214)은 프로세싱 볼륨(120) 내의 플라즈마의 분산을 감소시켜, 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마를 고밀도화시키고, 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시키기 위한 초크(choke)로서 기능한다. 추가로, 가스 커튼은 기관(154)의 전체 둘레 주위에 생성될 수 있다. 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마의 분산을 감소시키는 것은 플라즈마를 포획하고 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마의 균일성을 증가시킨다. 따라서, 대응하는 막의 증착 균일성이 증가된다. 추가로, 플라즈마의 분산을 감소시키는 것은 기관 상에 형성된 막의 증착 레이트 및/또는 k 값을 증가시킴으로써 플라즈마의 품질을 증가시킨다. 부가적으로, 배리어 가스를 이용하는 프로세싱 챔버 내에서 기관 상에 형성된 막의 에지-에지 두께 프로파일의 단면 형상은, 배리어 가스를 이용하지 않는 프로세싱 챔버 내에서 기관 상에 형성된 막의 에지-에지 두께 프로파일의 단면 형상보다 더 평탄하다. 추가로, 배리어 가스를 이용하는 프로세싱 챔버 내에서 기관 상에 형성된 막의 k 값 프로파일은, 배리어 가스를 이용하지 않는 프로세싱 챔버 내에서 기관 상에 형성된 막의 k 값 프로파일보다 크다.

[0023] [0027] 배리어 가스의 유량 및 타입은, 플라즈마가 프로세싱 볼륨(120) 내에서 분산되는 것이 방지되는 양, 및 플라즈마 밀도의 균일성에 대응할 수 있다. 예컨대, 더 높은 유량들은, 더 낮은 유량들과 비교하여, 플라즈마가 분산되는 양의 더 큰 감소, 및 플라즈마 밀도의 균일성에 대한 더 큰 증가들을 제공할 수 있다. 배리어 가스의 유량은 약 100 sccm 내지 약 5000 sccm의 범위에 있을 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서, 이용되는 프로세싱 가스의 타입에 의존하여, 프로세싱 가스의 유량이 약 3 리터일 때, 배리어 가스의 유량은 약 100 sccm 내지 약 1000 sccm의 범위에 있을 수 있다. 추가로, 배리어 가스의 유량은 프로세싱 가스의 유량보다 작을 수 있다. 예컨대, 배리어 가스의 유량은 프로세싱 가스의 유량의 백분율일 수 있다. 배리어 가스의 예시적인 유량은 프로세싱 가스의 약 10% 내지 약 80%의 범위에 있을 수 있다. 대안적으로, 10% 미만 및 80% 초과 백분율들이 이용될 수 있다.

[0024] [0028] 추가로, 상이한 타입들의 배리어 가스는 상이한 양들의 플라즈마가 분산되는 것을 방지하고, 프로세싱 볼륨(120) 내의 플라즈마 밀도의 균일성에 대한 더 큰 증가들을 제공할 수 있다. 추가로, 배리어 가스의 유량은 이용되는 배리어 가스의 타입, 플라즈마를 생성하는 데 사용되는 가스의 타입, 프로세싱 가스의 유량, 및 방지될 플라즈마 분산의 양 중 적어도 하나에 기반할 수 있다. 예컨대, 제1 프로세싱 가스에 대해 이용되는 제1 배리어 가스의 유량은 제2 프로세싱 가스에 대해 이용되는 제1 배리어 가스의 유량과 상이할 수 있다. 추가로, 제1 프로세싱 가스에 대해 이용되는 제1 배리어 가스의 유량은 제1 프로세싱 가스에 대해 이용되는 제2 배리어 가스의 유량과 상이할 수 있다. 배리어 가스의 타입은 프로세싱 가스 또는 가스들의 전기음성도에 기반하여 선택될 수 있다. 예컨대, 배리어 가스는 프로세싱 가스와 배리어 가스 사이의 전기음성도의 차이에 기반하여 선택될 수 있다. 부가적으로, 배리어 가스는 프로세싱 가스와 배리어 가스 사이의 전기음성도의 차이를 최대화하도록 선택될 수 있다. 추가로, 배리어 가스는 프로세싱 가스를 플라즈마로 변환하는 데 이용되는 구동 신호에 따라 선택될 수 있다. 예컨대, 배리어 가스는, 프로세싱 가스를 플라즈마로 변환하는 데 이용되는 구동 신호의 존재 시에 배리어 가스가 플라즈마로 이온화(예컨대, 점화)되지 않도록 선택될 수 있다.

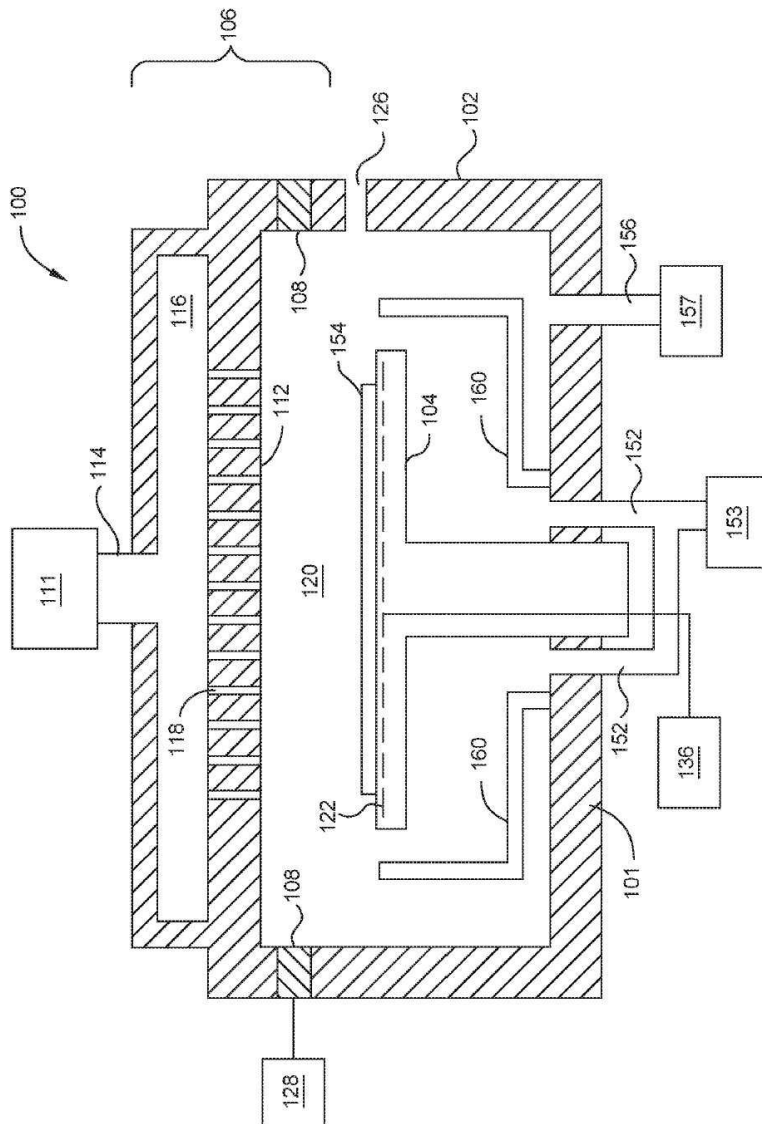
[0025] [0029] 도 3은 하나 이상의 실시예들에 따른 가스 커튼(214)의 평면도를 예시한다. 도 3에 의해 예시된 바와 같이, 기관(154)은 가스 커튼(214)에 의해 둘러싸인다. 대안적으로, 가스 커튼(214)은 기관(154)을 부분적으로 둘러쌀 수 있다. 추가로, 가스 커튼(214)의 두께는 실질적으로 균일하거나 또는 불균일할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 기관(154)과 가스 커튼(214) 사이의 거리는 실질적으로 균일하거나 또는 불균일할 수 있다.

[0026] [0030] 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 막 증착 동작들은 기관 지지부(104) 상에 포지셔닝된 기관(154) 상의 하나 이상의 막들의 형성을 포함할 수 있다. 도 4는 하나 이상의 실시예들에 따른, 기관을 프로세싱하기 위한 방법(400)의 흐름도이다. 방법(400)은 기관(154) 상에 하나 이상의 막들을 형성하기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 기관(154)은 기관(154) 상에 하나 이상의 막들을 형성하기 위해 프로세싱 챔버(100) 내에 포지셔닝될 수 있다.

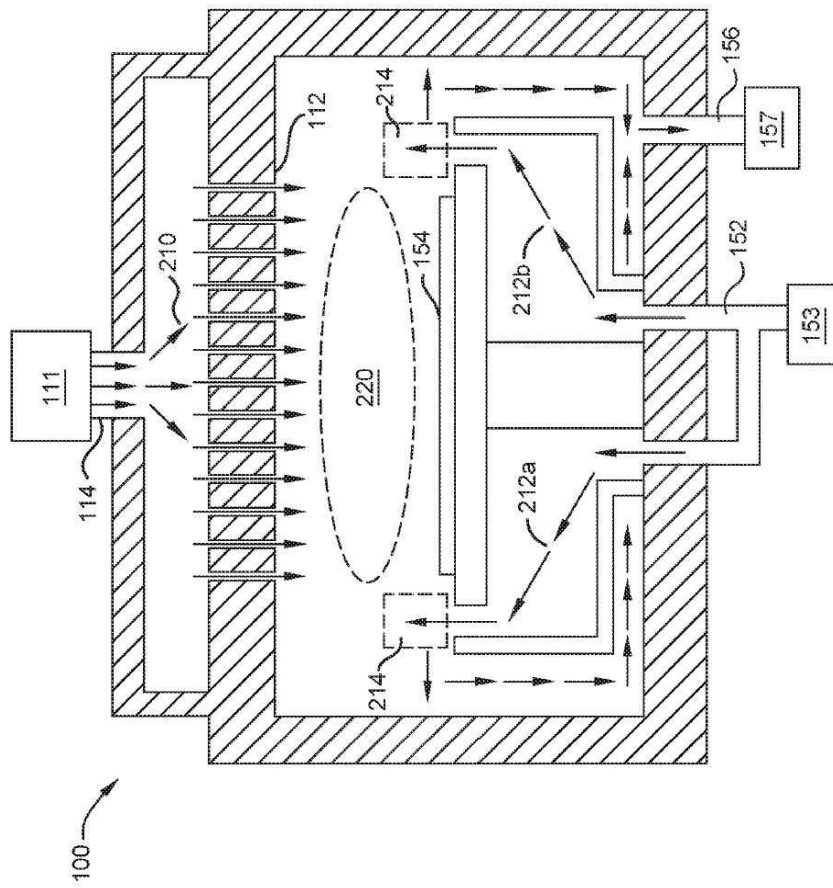
- [0027] [0031] 동작(410)에서, 프로세싱 챔버(100)의 프로세싱 볼륨(120)에서 플라즈마가 생성된다. 예컨대, 하나 이상의 프로세스 가스들이 가스 공급 소스(111)에 의해 프로세싱 챔버(100)에 도입될 수 있다. 프로세스 가스들은 적어도 하나의 전구체 가스, 이온화가능 가스 및 캐리어 가스를 포함할 수 있고, 프로세싱 가스들 중 하나 이상은 플라즈마를 형성하기 위해 이온화될 수 있다. 예컨대, 전극(122)은 프로세싱 가스 또는 가스들을 플라즈마로 이온화시키기 위해 전력 소스(136)에 의해 RF 신호로 구동될 수 있다. 추가로, 전구체 가스는 플라즈마의 존재 시에 기판 상에 막을 형성하는 데 이용될 수 있다. 예컨대, 전력 소스들(128 및 136)은, 프로세스 가스가 플라즈마를 생성하기 위해 프로세싱 챔버(100) 내로 도입되는 동안 구동될 수 있다.
- [0028] [0032] 동작(420)에서, 배리어 가스가 프로세싱 챔버(100)의 프로세싱 볼륨(120) 내로 도입된다. 예컨대, 배리어 가스는 가스 유입 포트(152)를 통해 가스 공급 소스(153)에 의해 프로세싱 챔버(100)의 프로세싱 볼륨(120) 내로 도입될 수 있다. 배리어 가스는 가스 커튼, 예컨대 가스 커튼(214)을 생성할 수 있으며, 이는 프로세싱 볼륨(120) 내의 플라즈마의 분산을 감소시켜, 기판(154)에 걸쳐 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시킨다. 예컨대, 가스 커튼(214)은 초크로서 기능하여, 기판(154)의 에지 부근에 형성되는 기생 플라즈마의 양을 감소시키고 플라즈마 구역(220) 내의 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시킬 수 있다. 따라서, 기판(154) 상에 형성된 막의 하나 이상의 파라미터들의 에지-에지 균일성이 또한 증가된다. 예컨대, 막의 두께의 에지-에지 균일성이 증가될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 막의 k 값의 에지-에지 균일성이 증가될 수 있다. 추가로, 밀도의 균일성의 증가는 국부화된 플라즈마 고밀도화를 생성할 수 있으며, 이는 플라즈마 품질을 향상시키고 대응하는 막의 증착 레이트를 증가시켜, 막의 하나 이상의 파라미터들을 개선시킬 수 있다.
- [0029] [0033] 배리어 가스의 유량은 프로세싱 가스의 타입, 배리어 가스의 타입, 및/또는 프로세싱 가스의 유량에 의존하여 선택될 수 있다. 배리어 가스의 유량은 프로세싱 가스의 유량보다 작을 수 있다. 추가로, 배리어 가스의 유량은 프로세싱 가스의 유량의 백분율일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 배리어 가스의 유량은 플라즈마가 기판(154)에 걸쳐 고밀도화되는 양에 대응할 수 있다. 예컨대, 배리어 가스의 유량은 기판(154)에 걸쳐 실질적으로 균일한 플라즈마 밀도를 유지하도록 조정될 수 있다. 예컨대, 배리어 가스의 유량은 최적의 균일성의 약 5% 이내인 플라즈마 밀도를 유지하도록 조정될 수 있다. 추가로, 배리어 가스의 유량은, 플라즈마 밀도의 균일성이 제1 임계치 값 미만일 때 증가될 수 있고, 플라즈마 밀도가 제2 임계치 값보다 클 때 증가될 수 있다. 2개의 임계치들이 논의되지만, 대안적으로, 2개 초과 임계치들 또는 2개 미만의 임계치들이 이용될 수 있다.
- [0030] [0034] 동작(430)에서, 플라즈마 및 배리어 가스가 프로세싱 챔버(100)로부터 퍼진다. 예컨대, 배기 포트(156)는 진공 펌프(157)에 커플링될 수 있으며, 진공 펌프(157)는 배기를 통해 프로세싱 동안 그리고/또는 그 이후 프로세싱 볼륨(120)으로부터 과도한 프로세스 가스들 또는 부산물들을 제거한다.
- [0031] [0035] 그러므로, 본 명세서에서 논의된 시스템들 및 방법들을 사용하여, 배리어 가스의 도입을 통해, 플라즈마의 밀도의 균일성이 프로세싱 챔버의 프로세싱 볼륨 내에서 증가되어, 기판 상에 생성되는 대응하는 막 또는 막들의 균일성을 증가시킬 수 있다. 추가로, 막들의 배치 레이트가 증가된다. 그러므로, 대응하는 반도체 디바이스들의 생산 수율이 증가될 수 있고, 제조 비용들이 감소될 수 있다. 배리어 가스는 프로세싱 볼륨 내의 플라즈마의 분산을 감소시키기 위해 가스 커튼 또는 초크를 생성하여, 기판에 걸쳐 플라즈마의 밀도의 균일성을 증가시킬 수 있다.
- [0032] [0036] 전술한 것이 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않으면서 안출될 수 있으며, 본 개시내용의 범위는 후속하는 청구항들에 의해 결정된다.

도면

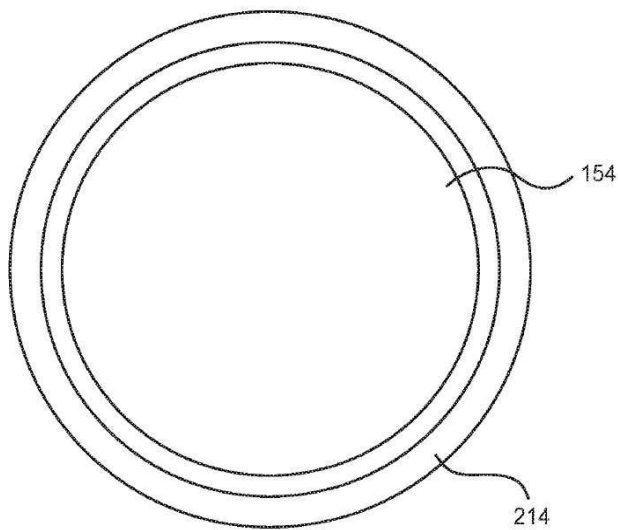
도면1



도면2



도면3



도면4

