



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0020962
(43) 공개일자 2020년02월26일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>H01J 37/34</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
<i>H01J 37/3497</i> (2013.01)
<i>H01J 37/3408</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7004188</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2018년07월16일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년02월12일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2018/042280</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2019/018283
국제공개일자 2019년01월24일</p> <p>(30) 우선권주장
15/651,791 2017년07월17일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
위석, 이레나 에이치.
미국 95135 캘리포니아 새너제이 로얄 미도우 레인 3327
사반다이하, 키란쿠마르
인도 560072 방갈로르 카르나타카 나가라바아비블럭 2 스테이지 2 엔디 쥐 메인 로드 11 #185
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 남앤남</p> |
|--|--|

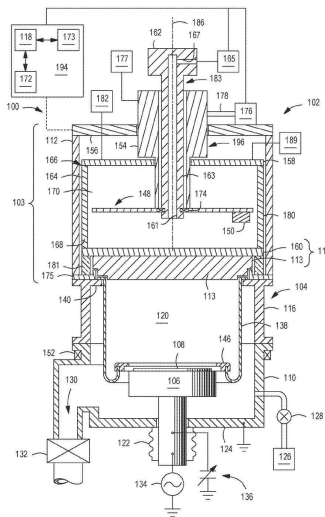
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 듀얼 포지션 마그네트론 및 중앙에서 공급되는 냉각제를 갖는 캐소드 조립체

(57) 요약

마그네트론 조립체, 및 그 마그네트론 조립체를 포함하는 프로세싱 시스템의 실시예들이 본원에서 제공된다. 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체는, 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 바디; 냉각제 피드 구조 - 냉각제 피드 구조는, 중심 축을 따라 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 중심 축을 따라 바디를 통해 연장됨 -; 및 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체를 포함한다. 일부 실시예들에서, 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 37/3435 (2013.01)

(72) 발명자

치-텅 찬, 앤서니

미국 94087 캘리포니아 서니베일 반프 드라이브
1732

송, 지아오

싱가포르 117684 싱가포르 더 알파 #01-01비 사이
언스 파크 로드 10 사이언스 파크 2

프라부, 프라샨트

인도 581301 카르와르 카주바 제우 밀 로드 구나프
라즌야 아파트먼트 #620/에이9

명세서

청구범위

청구항 1

마그네트론 조립체로서,

상기 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 바디(body);

냉각제 피드 구조(coolant feed structure) - 상기 냉각제 피드 구조는, 상기 중심 축을 따라 상기 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 상기 중심 축을 따라 상기 바디를 통해 연장됨 -; 및

상기 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체

를 포함하며,

상기 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성되는,

마그네트론 조립체.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 회전가능 자석 조립체는, 상기 중심 축으로부터의 제1 거리 및 상기 중심 축으로부터의 제2 거리에서, 상기 중심 축을 중심으로 회전하도록 구성되는,

마그네트론 조립체.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 회전가능 자석 조립체가 상기 제1 거리에서 회전하고 있을 때를 검출하도록 구성된 제1 센서; 및

상기 회전가능 자석 조립체가 상기 제2 거리에서 회전하고 있을 때를 검출하도록 구성된 제2 센서

를 더 포함하는,

마그네트론 조립체.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 회전가능 자석 조립체는,

상기 복수의 자석들이 상기 제1 거리에서 회전되고 있는지 또는 상기 제2 거리에서 회전되고 있는지를 결정하기 위해, 상기 제1 센서 및 상기 제2 센서에 의해 검출가능한 표시 엘리먼트를 더 포함하는,

마그네트론 조립체.

청구항 5

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전가능 자석 조립체가 회전하고 있는지를 결정하고, 상기 회전가능 자석 조립체의 수직 포지션을 결정하도록 구성된 제3 센서를 더 포함하는,

마그네트론 조립체.

청구항 6

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 복수의 자석들은 상기 복수의 자석들의 중앙을 통과하는 자석 축을 중심으로 회전하도록 구성되는,
 마그네트론 조립체.

청구항 7

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 회전가능 자석 조립체의 수직 포지션을 제어하기 위해 상기 바디에 커플링된 모터를 더 포함하는,
 마그네트론 조립체.

청구항 8

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 바디는 텔레스코핑 바디(telescoping body)인,
 마그네트론 조립체.

청구항 9

기관 프로세싱 시스템으로서,
 챔버;
 상기 챔버의 최상부에 제거가능하게 배치된 덮개;
 상기 덮개에 커플링된 타겟 조립체 - 상기 타겟 조립체는 상기 타겟 조립체로부터 스퍼터링되어 기관 상에 증착될 타겟 재료를 포함함 -;
 프로세싱 동안 기관을 지지하기 위해 상기 챔버 내에 배치된 기관 지지부;
 냉각제 공급부; 및
 상기 타겟 조립체 근방에서 상기 기관 지지부와 대향하는 측에 배치된, 제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 기재된 마그네트론 조립체
 를 포함하며,
 상기 냉각제 피드 구조는, 상기 타겟 조립체를 냉각시키기 위해, 상기 냉각제 공급부로부터 상기 중심 축을 따라 상기 타겟 조립체 위의 공동으로 상기 냉각제를 제공하도록 구성되고,
 상기 회전가능 자석 조립체는 상기 공동에 배치되는,
 기관 프로세싱 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,
 상기 바디 및 상기 회전가능 자석 조립체를 회전시키기 위해, 커플링 조립체를 통해 상기 바디에 커플링된 제1 모터; 및
 상기 공동 내에서 상기 회전가능 자석 조립체를 수직으로 이동시키기 위해, 상기 바디에 커플링된 제2 모터를 더 포함하는,
 기관 프로세싱 시스템.

청구항 11

제10 항에 있어서,
 상기 제2 모터는, 상기 복수의 자석들의 제1 최하측 표면과 상기 타겟 조립체의 제2 최하측 표면 사이의 수직

거리가 실질적으로 일정하게 유지되도록, 상기 회전가능 자석 조립체를 수직으로 이동시키도록 구성되는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 12

제9 항에 있어서,
상기 냉각제 피드 구조는 상기 타겟 조립체를 약 200 °C 미만의 온도로 유지하도록 구성되는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 13

제9 항에 있어서,
상기 타겟 조립체에 커플링된 DC 전력 소스; 및
상기 타겟 조립체에 커플링된 RF 전력 소스
를 더 포함하는,
기판 프로세싱 시스템.

청구항 14

제9 항에 있어서,
상기 타겟 재료는, 티타늄, 탄탈럼, 또는 텅스텐 중 하나를 포함하는,
기판 프로세싱 시스템.

청구항 15

제9 항에 있어서,
상기 바디는 텔레스코핑 바디인,
기판 프로세싱 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 기판 프로세싱을 위해 물리 기상 증착 챔버들에서 사용하기 위한 마그네트론들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] [0002] 대안적으로 물리 기상 증착(PVD)이라고 지칭되는 스퍼터링은 반도체 집적 회로들의 제작에서 금속들 및 관련 재료들을 증착하는 데 오랫동안 사용되어 왔다. PVD의 사용은 고 중형비 홀들, 이를테면 비아들 또는 다른 수직 상호연결 구조들의 측벽들 상에 금속 층들을 증착하는 것으로 확장되었다. 현재, 진보된 스퍼터링 애플리케이션들은 그러한 비아들 내에 고 응력 및 고 이온 밀도를 갖는 재료들을 증착하는 것을 포함한다.

[0003] [0003] 예컨대, TSV(through silicon via) 애플리케이션들에서 티타늄, 탄탈럼 등이 사용되어 왔다. 본 발명자들은, 고 응력 타겟 재료 그리고 그에 따른 고 전력이 활용되는 그러한 애플리케이션들에서, 높은 타겟 온도들 및 불충분한 냉각으로 인해, 타겟이 균열되고 휘어지기 시작하는 것을 관찰하였다. 타겟 조립체의 배면을 냉각시키기 위해 냉각제가 사용되었지만, 마그네트론은 대개, 주어진 시간에 자석들이 위에 배치되는 타겟의 부분들에 냉각제가 도달하는 것을 방해한다.

[0004] [0004] 본 발명자들은 또한, 그러한 애플리케이션들에서의 증착 레이트가 타겟 수명에 걸쳐 감소되고, 그에 따라 챔버의 처리량이 또한 감소되는 것을 관찰하였다. 예컨대, 티타늄 타겟을 사용하는 TSV 애플리케이션들에서, 증착 레이트는 타겟 수명에 걸쳐 초당 18 옹스트롬(A/s)로부터 12 A/s까지 감소된다. 증착 레이트 감소를 해소하는 종래의 방법들은 증착 레이트 감소를 보상하기 위해 전력을 변화시키는 것을 포함한다.

다. 그러나, 전력을 변화시키는 것은 어렵고, 챔버의 증착 레이트의 지속적인 모니터링을 요구한다.

[0005] [0005] 따라서, 본 발명자들은 위에서 설명된 문제들을 해소하는 마그네트론을 갖는 개선된 캐소드 조립체를 제공하였다.

발명의 내용

[0006] [0006] 마그네트론 조립체, 및 그 마그네트론 조립체를 포함하는 프로세싱 시스템의 실시예들이 본원에서 제공된다. 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체는, 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 바디(body); 냉각제 피드 구조(coolant feed structure) - 냉각제 피드 구조는, 중심 축을 따라 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 중심 축을 따라 바디를 통해 연장됨 -; 및 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체를 포함한다. 일부 실시예들에서, 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성된다.

[0007] [0007] 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체는, 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 바디; 냉각제 피드 구조 - 냉각제 피드 구조는, 중심 축을 따라 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 중심 축을 따라 바디를 통해 연장됨 -; 및 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체를 포함하며, 여기서, 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성된다.

[0008] [0008] 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체는, 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 바디; 냉각제 피드 구조 - 냉각제 피드 구조는, 중심 축을 따라 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 중심 축을 따라 바디를 통해 연장됨 -; 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체 - 회전가능 자석 조립체는, 중심 축으로부터의 제1 거리 및 중심 축으로부터의 제2 거리에서, 중심 축을 중심으로 회전하도록 구성되고, 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성됨 -; 회전가능 자석 조립체가 제1 거리에서 회전하고 있을 때를 검출하도록 구성된 제1 센서; 및 회전가능 자석 조립체가 제2 거리에서 회전하고 있을 때를 검출하도록 구성된 제2 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성된다.

[0009] [0009] 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체는, 마그네트론 조립체의 중심 축을 따라 연장되는 텔레스코핑 바디(telescoping body); 냉각제 피드 구조 - 냉각제 피드 구조는, 중심 축을 따라 냉각제 피드 구조 아래의 영역에 냉각제를 제공하기 위해, 중심 축을 따라 텔레스코핑 바디를 통해 연장됨 -; 텔레스코핑 바디의 최하부에 커플링되고, 복수의 자석들을 갖는 회전가능 자석 조립체 - 회전가능 자석 조립체는 수직으로 이동하도록 구성되고, 회전가능 자석 조립체는, 중심 축으로부터의 제1 거리 및 중심 축으로부터의 제2 거리에서, 중심 축을 중심으로 회전하도록 구성됨 -; 및 회전가능 자석 조립체의 수직 위치를 제어하기 위해, 텔레스코핑 바디에 커플링된 모터를 포함한다.

[0010] [0010] 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 아래에서 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0011] [0011] 앞서 간략히 요약되고 아래에서 더 상세히 논의되는 본 개시내용의 실시예들은 첨부된 도면들에 도시된 본 개시내용의 예시적인 실시예들을 참조하여 이해될 수 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시내용의 단지 전형적인 실시예들을 예시하는 것이므로 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0012] 도 1은 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 프로세스 챔버의 개략적인 단면도를 도시한다.

[0013] 도 2는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 마그네트론 조립체의 개략적인 단면도를 도시한다.

[0014] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 도면들은 실척대로 도시된 것이 아니고, 명확성을 위해 간략화될 수 있다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들은 추가적인 설명 없이 다른 실시예들에 유익하게 포함될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 개시내용은, 중앙에서 공급되는 냉각제를 사용하여 냉각을 유리하게 개선할 수 있고, 증착 프로세스들 동안, 마그네트론의 자석들의 최하측 표면과 스퍼터링 타겟의 최하측 표면 사이의 거리를 일정하게 유지함으로써 일정한 증착 레이트를 보장할 수 있는 듀얼 위치 마그네트론을 갖는 캐소드 조립체, 및 그러한 마그네트

론들을 포함하는 물리 기상 증착(PVD) 챔버들에 관한 것이다. 본 발명의 마그네트론은 유리하게, 과열로 인한 타겟의 균열 및/또는 휨, 및 타겟의 수명에 걸친 증착 레이트의 감소를 경감시킨다.

- [0013] [0016] 본원에서 개시되는 마그네트론의 실시예들은 2개의 포지션들(외측 반경방향 포지션 및 내측 반경방향 포지션)을 갖고, 그에 따라, 상이한 포지션들로의 자극들의 재구성에 의해 스퍼터링 타겟 표면에서 자기장의 변화를 가능하게 한다. 따라서, 타겟의 중앙과 주변부 둘 모두가 스퍼터링되기 때문에, 타겟 활용이 더 개선된다.
- [0014] [0017] 도 1은 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 기관 프로세싱 시스템(예컨대, 물리 기상 증착(PVD) 프로세싱 시스템(100))의 단순화된 단면도를 도시한다. 본원에서 제공되는 교시들에 따른 변형에 적합한 다른 PVD 챔버들의 예들은 VENTURA[®] 및 SIP ENCORE[®] PVD 프로세싱 챔버들을 포함하며, 이들 모두는 캘리포니아, 산타클라라의 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드로부터 상업적으로 입수가 가능하다. PVD 이외의 다른 타입들을 프로세싱을 위해 구성된 프로세싱 챔버들을 포함하는, 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 또는 다른 제조자들로부터의 다른 프로세싱 챔버들이 또한, 본원에서 개시되는 교시들에 따른 변형들로부터 이익을 얻을 수 있다.
- [0015] [0018] 예시를 위해, PVD 프로세싱 시스템(100)은 프로세스 챔버(104)의 최상부에 제거가능하게 배치된 챔버 덮개(102)를 포함한다. 챔버 덮개(102)는 타겟 조립체(114) 및 접지 조립체(103)를 포함할 수 있다. 프로세스 챔버(104)는 기관(108)을 상부에 수용하기 위한 기관 지지부(106)를 포함한다. 기관 지지부(106)는 프로세스 챔버(104)의 챔버 벽일 수 있는 하부 접지 인클로저 벽(110) 내에 위치될 수 있다. 하부 접지 인클로저 벽(110)은 챔버 덮개(102)의 접지 조립체(103)에 전기적으로 커플링될 수 있고, 그에 따라, 챔버 덮개(102) 위에 배치된 RF 전력 소스(182)에 RF 리턴 경로가 제공된다. RF 전력 소스(182)는 아래에서 논의되는 바와 같이 타겟 조립체(114)에 RF 에너지를 제공할 수 있다. 대안적으로 또는 조합으로, DC 전력 소스는 타겟 조립체(114)에 유사하게 커플링될 수 있다.
- [0016] [0019] PVD 프로세싱 시스템(100)은 소스 분배 플레이트(158)를 포함할 수 있으며, 소스 분배 플레이트(158)는 타겟 조립체(114)의 배면 반대편에 있고, 타겟 조립체(114)의 주변 에지를 따라 타겟 조립체(114)에 전기적으로 커플링된다. PVD 프로세싱 시스템(100)은 소스 분배 플레이트(158)와 타겟 조립체(114)의 배면 사이에 배치된 공동(170)을 포함할 수 있다. 공동(170)은 아래에서 논의되는 바와 같은 마그네트론 조립체(196)를 적어도 부분적으로 하우징할 수 있다. 공동(170)은 전도성 지지 링(164)의 내측 표면, 소스 분배 플레이트(158)의 타겟 대면 표면, 및 타겟 조립체(114)(또는 배킹 플레이트(160))의 소스 분배 플레이트 대면 표면(예컨대, 배면)에 의해 적어도 부분적으로 정의된다.
- [0017] [0020] PVD 프로세싱 시스템(100)은 마그네트론 조립체(196)를 더 포함한다. 마그네트론 조립체(196)는 프로세스 챔버(104) 내의 플라즈마 프로세싱을 보조하기 위해 타겟 근처에 회전 자기장을 제공한다. 마그네트론 조립체는 공동(170) 내에 배치된 회전가능 자석 조립체(148)를 포함한다. 회전가능 자석 조립체(148)는 프로세스 챔버(104)의 중심 축(186)을 중심으로 회전한다. 회전가능 자석 조립체(148)는 사용 동안 선택가능한 2개의 상이한 폐쇄 자기장 구성들을 제공한다. 일부 실시예들에서, 도 1 및 도 2에 대하여 아래에서 설명되는 바와 같이, 회전가능 자석 조립체(148)의 섹션을 회전시킴으로써, 구성이 선택될 수 있다.
- [0018] [0021] 마그네트론 조립체(196)는 바디(154), 제1 모터(176), 제1 모터(176) 및 바디(154)에 커플링된 커플링 조립체(178)(예컨대, 기어 조립체), 냉각제 피드 구조(183), 및 회전가능 자석 조립체(148)를 포함한다. 회전가능 자석 조립체(148)는 복수의 자석들(150)을 포함하고, 그리고, 아래에서 설명되는 바와 같이, 공동(170) 내에서 수직으로 자석 조립체(148)를 이동시킬 뿐만 아니라 중심 축(186) 및 자석 축(286)을 중심으로 복수의 자석들(150)을 회전시키도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체(196)는 바디(154)(예컨대, 바디(154)는 텔레스코핑 바디일 수 있음)의 수직 포지션을 제어하기 위해 바디(154)에 커플링된 제2 모터(177)를 더 포함한다. 제1 및 제2 모터들(176, 177)은 전기 모터들, 공압식 또는 유압식 드라이브들, 또는 요구되는 운동을 제공할 수 있는 임의의 다른 프로세스-양립가능 메커니즘일 수 있다. 회전가능 자석 조립체(148)가 어떻게 회전될 수 있는지를 예시하기 위해 본원에서 하나의 예시적인 실시예가 설명되지만, 다른 구성들이 또한 사용될 수 있다.
- [0019] [0022] 본 발명자들은, 타겟으로부터 재료가 스퍼터링됨에 따라 복수의 자석들로부터 타겟의 기관-대면 표면까지의 거리가 변화되기 때문에, 타겟의 증착 레이트가 타겟의 수명에 걸쳐 감소된다는 것을 발견하였다. 따라서, 일부 실시예들에서, 본 발명의 마그네트론 조립체(196)는 또한, 복수의 자석들(150)로부터 타겟 조립체(114)의 기관-대면 표면까지의 거리를 제어하기 위해 수직으로 이동할 수 있어서, 예컨대, 거리가 실질적으로

일정하게 유지되는 것을 보장할 수 있다.

- [0020] [0023] 사용 시, 마그네트론 조립체(196)는 공동(170) 내에서 회전가능 자석 조립체(148)를 회전시키고, 일부 실시예들에서는, 공동(170) 내에서 회전가능 자석 조립체(148)를 수직으로 이동시킨다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 제1 모터(176) 및 커플링 조립체(178)가 회전가능 자석 조립체(148)를 회전시키기 위해 제공될 수 있는 한편, 제2 모터(177)는 수직 방향으로 회전가능 자석 조립체(148)를 이동시킨다. 바디(154)는 회전가능 자석 조립체(148)에 고정적으로 커플링된다. 회전가능 자석 조립체(148)는 냉각제 피드 구조(183)에 회전가능하게 커플링되어, 냉각제 피드 구조가 정지된 상태로 유지되면서 회전가능 자석 조립체(148)가 회전할 수 있게 된다. 일부 실시예들에서, 회전가능 자석 조립체(148)는 베어링(174)을 통해 냉각제 피드 구조(183)의 최하부 부분에 커플링된다.
- [0021] [0024] 일부 실시예들에서, 커플링 조립체(178)는, 제1 모터(176)에 의해 제공되는 회전 운동을 회전가능 자석 조립체(148)에 전달하기 위해, 제1 모터(176) 및 바디(154)에 배치된 그루브(groove)들과 메이팅(mate)하는 리지(ridge)들을 포함하는 벨트일 수 있다. 아래에서 논의되는 바와 같이, 자석 축(286)을 중심으로 복수의 자석들(150)을 회전시키기 위해, 유사한 모터(미도시)가 복수의 자석들(150)에 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 커플링 조립체(178)는 대안적으로, 풀리(pulley)들, 기어들, 또는 제1 모터(176)에 의해 제공되는 회전 운동을 전달하는 다른 적합한 수단의 사용을 통해 회전가능 자석 조립체(148)에 커플링될 수 있다.
- [0022] [0025] 본 발명자들은 통상적으로 공급되는 냉각제 피드 구조들이 공동의 측면으로부터 냉각제를 공급한다는 것을 추가로 발견하였다. 그러나, 복수의 자석들 바로 아래에 있는 타겟 조립체의 부분으로 이동하는 냉각제가 자석들에 의해 방해받기 때문에, 복수의 자석들 바로 아래에 있는 타겟 조립체의 부분은 충분한 양의 냉각제를 수용하지 않게 된다. 결과로서, 회전가능 자석 조립체가 회전함에 따라, 복수의 자석들이 위에서 이동하는 영역은 온도가 과도하게 높아지게 되고, 때로는, 400 °C까지 도달하게 된다. 충분히 냉각된 타겟의 부분들과 충분히 냉각되지 않은 부분들 사이에, 결과적인 온도 기울기가 형성된다. 온도 기울기는 타겟 균열 및/또는 힘을 초래한다.
- [0023] [0026] 타겟 조립체(114)를 약 200 °C 미만의 온도로 유지하기 위해, 본 발명자들은 타겟 조립체(114)의 중앙에 (즉, 중심 축(186)을 따라) 냉각제를 공급하는 냉각제 피드 구조(183)를 개발하였다. 냉각제 피드 구조(183)는 중심 축(186)을 따라 바디(154)를 통해 연장된다. 냉각제 피드 구조(183)는 매니폴드 부분(162)으로부터 바디 부분(163)을 통해 중심 축(186)을 따라 연장되는 중앙 채널(161)을 포함한다. 냉각제 공급부(165)는, 냉각제 피드 구조(183)를 통해 그리고 공동(170) 내로 냉각제를 공급하기 위해, 매니폴드 부분(162)의 유입구(167)에 유동적으로 커플링된다.
- [0024] [0027] 도 2는 본 개시내용의 일부 실시예들에 따른 마그네트론 조립체(196)의 개략적인 단면도를 도시한다. 위에서 논의된 바와 같이, 회전가능 자석 조립체(148)는, 중심 축(186) 주위의 제1 거리(내측 반경방향 포지션), 및 제1 거리보다 더 멀리 있는, 중심 축(186)으로부터의 제2 거리(도 2에 도시된 바와 같은 외측 반경방향 포지션)에서, 중심 축(186)을 중심으로 (화살표(201)에 의해 표시된 바와 같이) 복수의 자석들(150)을 회전시킬 수 있다. 복수의 자석들(150)은 또한, 복수의 자석들(150)의 중앙을 통과하는 자석 축(286)을 중심으로 (화살표(203)에 의해 표시된 바와 같이) 회전하도록 구성된다. 외측 반경방향 포지션에서, 자석 축(286)은 중심 축(186)으로부터 제1 거리(202)만큼 이격된다. 내측 반경방향 포지션에서, 자석 축(286)은 중심 축(186)으로부터 제1 거리(202) 미만의 제2 거리만큼 이격된다. 일부 실시예들에서, 커버(226)는, 매니폴드 부분(162)만을 노출시키면서, 소스 분배 플레이트(158) 위로 연장되는, 마그네트론 조립체(196)의 부분 주위에서, 소스 분배 플레이트(158)의 최상부에 선택적으로 배치될 수 있다.
- [0025] [0028] 일부 실시예들에서, 마그네트론 조립체(196)는 2개 이상의 센서들(도 2에서 2개의 센서들(204a, 204b)이 도시됨)을 포함할 수 있으며, 그 2개 이상의 센서들은 복수의 자석들(150)이 외측 반경방향 포지션에서 회전하고 있는지 또는 내측 반경방향 포지션에서 회전하고 있는지를 결정하도록 구성된다. 2개의 센서들(204a, 204b)은 상이한 반경방향 포지션들에서 소스 분배 플레이트(158)의 최상부에 배치된다. 회전가능 자석 조립체(148)는 복수의 자석들(150)의 최상부에 배치된 표시 엘리먼트(206)를 포함한다. 2개의 센서들(204a, 204b)은, 제2 센서(204b)가 표시 엘리먼트(206)를 검출할 때, 복수의 자석들(150)이 외측 반경방향 포지션에서 중심 축(186)을 중심으로 회전되고 있고(도 2에 도시된 바와 같음), 제1 센서(204a)가 표시 엘리먼트(206)를 검출할 때, 복수의 자석들(150)이 내측 반경방향 포지션에서 중심 축(186)을 중심으로 회전되고 있는 방식으로 배열된다. 일부 실시예들에서, 복수의 자석들(150)의 이동을 검출하고, 회전가능 자석 조립체(148)의 수직 포지션을 검출하기 위해, 제3 센서(212)가 전도성 지지 링(164)을 통해 배치될 수 있다.

- [0026] [0029] 제1 모터(176)는, 내측 반경방향 포지션에서 복수의 자석들(150)이 제1 속도로 회전하도록 제1 미리 결정된 속도로 회전가능 자석 조립체(148)를 회전시키고, 외측 반경방향 포지션에서 복수의 자석들(150)이 제2 미리 결정된 속도로 회전하도록 회전가능 자석 조립체(148)를 회전시키도록 구성된다. 복수의 자석들(150)의 정확한 반경방향 포지션을 보장하기 위해, 하나 이상의 스톱퍼(stopper)들(208) 및 카운터웨이트(counterweight)(210)가 활용될 수 있다.
- [0027] [0030] 위에서 기재된 바와 같이, 마그네트론 조립체(196)는, 복수의 자석들(150)의 제1 최하측 표면(214)과 타겟 조립체(114)의 제2 최하측 표면(216) 사이의 수직 거리(207)를 제어하기 위해, 화살표(205)에 의해 표시된 바와 같이, 회전가능 자석 조립체(148)를 수직 방향으로 이동시키도록 구성된다. 예컨대, 수직 거리(207)는 타겟의 수명에 걸쳐 수직 거리(207)를 실질적으로 일정하게 유지하도록 제어될 수 있다. 결과로서, 유리하게, 타겟의 증착 레이트의 감소가 실질적으로 줄어들거나 또는 제거된다. 제2 모터(177)의 운동을 회전가능 자석 조립체(148)에 전달하고, 회전가능 자석 조립체(148)를 수직으로 이동시키기 위해, 바디(154)가 회전가능 자석 조립체(148)에 직접적으로 커플링된다. 공동(170)이 주위 환경으로부터 밀봉되는 것을 보장하기 위해, 바디(154)는 벨로즈(218)를 통해 소스 분배 플레이트(158)에 커플링될 수 있다.
- [0028] [0031] 위에서 기재되고 도 2에 예시된 바와 같이, 냉각제 피드 구조(183)는, 타겟 조립체(114)의 중앙에서 공동에 냉각제를 공급하기 위해(유동 라인들(220)에 의해 도시된 바와 같음), 중심 축(186)을 따라 바디(154)를 통해 연장된다. 결과로서, 유리하게, 냉각제의 더 균일한 유동이 달성되고, 그에 따라, 타겟 조립체(114)에 걸친 온도 기울기가 실질적으로 감소되거나 또는 제거된다. 따라서, 타겟 조립체(114)의 소스 재료(113)의 균열 및 힘이 또한 실질적으로 감소되거나 또는 제거된다. 냉각제 피드 구조(183)를 통해 공동(170)에 진입한 후에, 냉각제는 후속하여, 소스 분배 플레이트(158)에 배치된 유출구(222)에 형성된 개구(224)를 통해 공동(170) 밖으로 유동한다. 냉각제가 공동(170)을 통해 유동한 후에, 냉각제를 수용하기 위해, 리턴 라인(미도시)이 유출구(222)에 커플링된다.
- [0029] [0032] 도 1로 돌아가면, 기관 지지부(106)는 타겟 조립체(114)의 주 표면과 대면하는 재료-수용 표면을 갖고, 그리고 타겟 조립체(114)의 주 표면과 대면하는 평면 포지션에서 스퍼터 코팅될 기관(108)을 지지한다. 기관 지지부(106)는 프로세스 챔버(104)의 중앙 구역(120)에서 기관(108)을 지지할 수 있다. 중앙 구역(120)은 프로세스 동안 기관 지지부(106) 위에 있는(예컨대, 프로세싱 포지션에 있을 때, 타겟 조립체(114)와 기관 지지부(106) 사이에 있는) 구역으로서 정의된다.
- [0030] [0033] 일부 실시예들에서, 기관 지지부(106)는, 기관(108)이 프로세스 챔버(104)의 하부 부분에서 로드 락 밸브(미도시)를 통해 기관 지지부(106) 상으로 이송될 수 있게 하고, 그 후, 증착 또는 프로세싱 포지션으로 상승될 수 있게 하기 위해, 수직으로 이동가능할 수 있다. 최하부 챔버 벽(124)에 연결된 벨로즈(122)는, 기관 지지부(106)의 수직 이동을 가능하게 하면서, 프로세스 챔버(104) 외부의 분위기로부터의 프로세스 챔버(104)의 내측 볼륨의 분리를 유지하기 위해 제공될 수 있다. 하나 이상의 가스들이 가스 소스(126)로부터 질량 유량 제어기(128)를 통해 프로세스 챔버(104)의 하부 부분 내로 공급될 수 있다. 프로세스 챔버(104)의 내부를 배기시키고, 프로세스 챔버(104) 내부에 원하는 압력을 유지하는 것을 가능하게 하기 위해, 배기 포트(130)가 밸브(132)를 통해 펌프(미도시)에 제공 및 커플링될 수 있다.
- [0031] [0034] RF 바이어스 전력 소스(134)는 기관(108) 상에 음의 DC 바이어스를 유도하기 위해 기관 지지부(106)에 커플링될 수 있다. 부가하여, 일부 실시예들에서, 음의 DC 셀프-바이어스가 프로세싱 동안 기관(108) 상에 형성될 수 있다. 예컨대, RF 바이어스 전력 소스(134)에 의해 공급되는 RF 에너지는 약 2 MHz 내지 약 60 MHz의 주파수 범위일 수 있고, 예컨대, 비-제한적인 주파수들, 이를테면 2 MHz, 13.56 MHz, 또는 60 MHz가 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 전력은 약 2 kW 내지 약 20 kW의 범위로 공급될 수 있다. 일부 실시예들에서, DC 전력은 약 2 kW 내지 약 40 kW의 범위로 공급될 수 있다. 다른 애플리케이션들에서, 기관 지지부(106)는 접지될 수 있거나 또는 전기적 플로팅(floating) 상태로 남겨질 수 있다. 대안적으로 또는 조합으로, RF 바이어스 전력이 요구되지 않을 수 있는 애플리케이션들의 경우, 기관(108) 상의 전압을 조정하기 위해, 커패시턴스 튜너(136)가 기관 지지부(106)에 커플링될 수 있다.
- [0032] [0035] 프로세스 챔버(104)는, 프로세스 챔버(104)의 프로세싱 볼륨 또는 중앙 구역을 둘러싸기 위해, 그리고 프로세싱으로부터의 손상 및/또는 오염으로부터 다른 챔버 컴포넌트들을 보호하기 위해, 프로세스 키트 차폐부, 또는 차폐부(138)를 더 포함한다. 일부 실시예들에서, 차폐부(138)는 프로세스 챔버(104)의 상부 접지 인클로저 벽(116)의 레지(ledge)(140)에 연결될 수 있다. 도 1에 예시된 바와 같이, 챔버 덮개(102)는 상부 접지 인클로저 벽(116)의 레지(140) 상에 놓일 수 있다. 하부 접지 인클로저 벽(110)과 유사하게, 상부 접지 인클로저

벽(116)은 챔버 덮개(102)의 접지 조립체(103)와 하부 접지 인클로저 벽(116) 사이의 RF 리턴 경로의 일부를 제공할 수 있다. 그러나, 접지 차폐부(138)를 통하는 것과 같은 다른 RF 리턴 경로들이 가능하다.

- [0033] [0036] 차폐부(138)는 하방으로 연장되고, 그리고 중앙 구역(120)을 대체로 둘러싸는 대체로 일정한 직경을 갖는 대체로 튜브형인 부분을 포함할 수 있다. 차폐부(138)는 상부 접지 인클로저 벽(116) 및 하부 접지 인클로저 벽(110)의 벽들을 따라 하방으로 기관 지지부(106)의 최상부 표면 아래까지 연장되고, 그리고 기관 지지부(106)의 최상부 표면에 도달할 때까지 상방으로 리턴된다(예컨대, 차폐부(138)의 최하부에서 u-형상 부분을 형성함). 커버 링(146)은, 기관 지지부(106)가 하부 로딩 포지션에 있을 때, 차폐부(138)의 상방으로 연장된 내측 부분의 최상부 상에 놓이지만, 상부 증착 포지션에 있을 때, 기관 지지부(106)의 외측 주변부 상에 놓여서 스퍼터 증착으로부터 기관 지지부(106)를 보호한다. 기관(108)의 에지 주위의 증착으로부터 기관 지지부(106)의 에지들을 보호하기 위해, 부가적인 증착 링(미도시)이 사용될 수 있다.
- [0034] [0037] 일부 실시예들에서, 기관 지지부(106)와 타겟 조립체(114) 사이에 선택적으로 자기장을 제공하기 위해, 자석(152)이 프로세스 챔버(104) 주위에 배치될 수 있다. 예컨대, 도 1에 도시된 바와 같이, 자석(152)은, 프로세스 포지션에 있을 때, 인클로저 벽(110)의 외측 주위에서 기관 지지부(106) 바로 위의 구역에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 자석(152)은 부가적으로 또는 대안적으로, 다른 위치들, 이를테면 상부 접지 인클로저 벽(116) 근방에 배치될 수 있다. 자석(152)은 전자적일 수 있고, 그리고 전자석에 의해 생성되는 자기장의 크기를 제어하기 위한 전력 소스(미도시)에 커플링될 수 있다.
- [0035] [0038] 챔버 덮개(102)는 일반적으로, 타겟 조립체(114) 주위에 배치된 접지 조립체(103)를 포함한다. 접지 조립체(103)는 제1 표면(157)을 갖는 접지 플레이트(156)를 포함할 수 있으며, 제1 표면(157)은 타겟 조립체(114)의 배면에 대체로 평행할 수 있고, 타겟 조립체(114)의 배면과 대향할 수 있다. 접지 차폐부(112)가 접지 플레이트(156)의 제1 표면(157)으로부터 연장될 수 있고, 타겟 조립체(114)를 둘러쌀 수 있다. 접지 조립체(103)는 접지 조립체(103) 내에서 타겟 조립체(114)를 지지하기 위해 지지 부재(175)를 포함할 수 있다.
- [0036] [0039] 일부 실시예들에서, 지지 부재(175)는 지지 부재(175)의 외측 주변 에지 근처에서 접지 차폐부(112)의 하부 단부에 커플링될 수 있고, 그리고 밀봉 링(181) 및 타겟 조립체(114)를 지지하기 위해 반경방향 내측으로 연장된다. 밀봉 링(181)은 링일 수 있거나, 또는 원하는 단면을 갖는 다른 환상 형상일 수 있다. 밀봉 링(181)은, 밀봉 링(181)의 제1 측에서 타겟 조립체(114), 이를테면 배킹 플레이트(160)와 인터페이스하고 밀봉 링(181)의 제2 측에서 지지 부재(175)와 인터페이스하는 것을 가능하게 하기 위해, 2개의 대향하는 평면형이고 대체로 평행한 표면들을 포함할 수 있다. 밀봉 링(181)은 유전체 재료, 이를테면 세라믹으로 제조될 수 있다. 밀봉 링(181)은 접지 조립체(103)로부터 타겟 조립체(114)를 절연시킬 수 있다.
- [0037] [0040] 지지 부재(175)는 타겟 조립체(114)를 수용하기 위한 중앙 개구를 갖는 대체로 평면형인 부재일 수 있다. 일부 실시예들에서, 지지 부재(175)는 원형 또는 디스크-형 형상일 수 있지만, 형상은 챔버 덮개의 대응하는 형상 및/또는 PVD 프로세스 시스템(100)에서 프로세스될 기관의 형상에 따라 변화될 수 있다.
- [0038] [0041] 타겟 조립체(114)는 스퍼터링 동안 기관, 이를테면 기관(108) 상에 증착될 소스 재료(113), 이를테면 금속, 금속 산화물, 금속 합금 등을 포함한다. 일부 실시예들에서, 소스 재료(113)는 티타늄, 탄탈럼, 텅스텐 등일 수 있다. 본 개시내용에 따른 실시예들에서, 타겟 조립체(114)는 소스 재료(113)를 지지하기 위한 배킹 플레이트(160)를 포함한다. 도 1에 예시된 바와 같이, 소스 재료(113)는 배킹 플레이트 조립체(160)의 기관 지지부 대향 면 상에 배치될 수 있다. 배킹 플레이트(160)는 전도성 재료, 이를테면 구리-아연, 구리-크롬, 또는 타겟과 동일한 재료를 포함할 수 있고, 그에 따라, RF 및 DC 전력이 배킹 플레이트(160)를 통해 소스 재료(113)에 커플링될 수 있다. 대안적으로, 배킹 플레이트(160)는 비-전도성일 수 있고, 그리고 전도성 엘리먼트들(미도시), 이를테면 전기 피드스루(electrical feedthrough)들 등을 포함할 수 있다. 배킹 플레이트(160)는 디스크 형상, 직사각형, 정사각형, 또는 PVD 프로세스 시스템(100)에 의해 수용될 수 있는 임의의 다른 형상일 수 있다. 배킹 플레이트(160)는 소스 재료(113)의 전방 표면이 기관(108)(존재하는 경우)과 대향하게 소스 재료(113)를 지지하도록 구성된다. 소스 재료(113)는 임의의 적합한 방식으로 배킹 플레이트(160)에 커플링될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 소스 재료(113)는 배킹 플레이트(160)에 확산 본딩될 수 있다.
- [0039] [0042] 일부 실시예들에서, 전도성 지지 링(164)은, 소스 분배 플레이트로부터 타겟 조립체(114)의 주변 에지로 RF 에너지를 전파하기 위해, 소스 분배 플레이트(158)와 타겟 조립체(114)의 배면 사이에 배치될 수 있다. 전도성 지지 링(164)은, 제1 단부(166)가 소스 분배 플레이트(158)의 주변 에지 근처에서 소스 분배 플레이트(158)의 타겟-대면 표면에 커플링되고, 제2 단부(168)가 타겟 조립체(114)의 주변 에지 근처에서 타겟 조립체(114)의 소스 분배 플레이트-대면 표면에 커플링되어 있는 원통형일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 단부

(168)는 배킹 플레이트(160)의 주변 에지 근처에서 배킹 플레이트(160)의 소스 분배 플레이트 대면 표면에 커플링된다.

- [0040] [0043] 소스 분배 플레이트(158), 전도성 지지 링(164) 및 타겟 조립체(114)의 외측 표면들과 접지 플레이트(156) 사이에 절연성 갭(180)이 제공된다. 절연성 갭(180)은 공기, 또는 일부 다른 적합한 유전체 재료, 이를테면 세라믹, 플라스틱 등으로 충전될 수 있다. 접지 플레이트(156)와 소스 분배 플레이트(158) 사이의 거리는 접지 플레이트(156)와 소스 분배 플레이트(158) 사이의 유전체 재료에 따라 좌우된다. 유전체 재료가 주로 공기인 경우, 접지 플레이트(156)와 소스 분배 플레이트(158) 사이의 거리는 약 15 mm 내지 약 40 mm일 수 있다.
- [0041] [0044] 접지 조립체(103)와 타겟 조립체(114)는, 접지 플레이트(156)의 제1 표면(157)과 타겟 조립체(114)의 배면, 예컨대 소스 분배 플레이트(158)의 비-타겟 대면 측 사이에 배치된 절연체들(미도시) 중 하나 이상, 및 밀봉 링(181)에 의해 전기적으로 분리될 수 있다.
- [0042] [0045] PVD 프로세싱 시스템(100)은 소스 분배 플레이트(158)에 연결된 RF 전력 소스(182)를 갖는다. RF 전력 소스(182)는 RF 생성기, 및 예컨대 동작 동안 RF 생성기로 다시 반사되는 반사 RF 에너지를 최소화하기 위한 정합 회로를 포함할 수 있다. 예컨대, RF 전력 소스(182)에 의해 공급되는 RF 에너지는 약 13.56 MHz 내지 약 162 MHz 이상의 주파수 범위일 수 있다. 예컨대, 비-제한적인 주파수들, 이를테면 13.56 MHz, 27.12 MHz, 40.68 MHz, 60 MHz, 또는 162 MHz가 사용될 수 있다.
- [0043] [0046] 일부 실시예들에서, PVD 프로세싱 시스템(100)은 프로세싱 동안 타겟 조립체(114)에 부가적인 에너지를 제공하기 위해 제2 에너지 소스(189)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 에너지 소스(189)는, 예컨대, 타겟 재료의 스퍼터링 레이트(그리고 그에 따른 기판 상의 증착 레이트)를 향상시키기 위해, DC 에너지를 제공하기 위한 DC 전력 소스일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 에너지 소스(189)는, 예컨대, RF 전력 소스(182)에 의해 제공되는 RF 에너지의 제1 주파수와 상이한 제2 주파수로 RF 에너지를 제공하기 위해, RF 전력 소스(182)와 유사한 제2 RF 전력 소스일 수 있다. 제2 에너지 소스(189)가 DC 전력 소스인 실시예들에서, 제2 에너지 소스는 타겟 조립체(114)에 DC 에너지를 전기적으로 커플링시키는 데 적합한 임의의 위치, 이를테면 소스 분배 플레이트(158) 또는 일부 다른 전도성 부재에서, 타겟 조립체(114)에 커플링될 수 있다.
- [0044] [0047] 제어기(194)가 제공될 수 있고, PVD 프로세싱 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들에 커플링되어 그 다양한 컴포넌트들의 동작을 제어할 수 있다. 제어기(194)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU)(118), 메모리(172), 및 지원 회로들(173)을 포함한다. 제어기(194)는 직접적으로, 또는 특정 프로세스 챔버 및/또는 지원 시스템 컴포넌트들과 연관된 컴퓨터들(또는 제어기들)을 통해, PVD 프로세싱 시스템(100)을 제어할 수 있다. 제어기(194)는 다양한 챔버들 및 서브-프로세서들을 제어하기 위해 산업 현장에서 사용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서 중 하나일 수 있다. 제어기(194)의 메모리 또는 컴퓨터 판독가능 매체(172)는, 쉽게 입수가 가능한 메모리, 이를테면 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 플로피 디스크, 하드 디스크, 광 저장 매체들(예컨대, 콤팩트 디스크 또는 디지털 비디오 디스크), 플래시 드라이브, 또는 로컬 또는 원격의 임의의 다른 형태의 디지털 저장소 중 하나 이상일 수 있다. 지원 회로들(173)은 통상적인 방식으로 프로세서를 지원하기 위해 CPU(118)에 커플링된다. 이들 회로들은 캐시, 전력 공급부들, 클럭 회로들, 입력/출력 회로망, 및 서브시스템들 등을 포함한다. 본 발명의 방법들은, 본원에서 설명되는 방식으로 PVD 프로세싱 시스템(100)의 동작을 제어하도록 실행 또는 인보크(invoked)될 수 있는 소프트웨어 루틴으로서 메모리(172)에 저장될 수 있다. 또한, 소프트웨어 루틴은 CPU(118)에 의해 제어되고 있는 하드웨어로부터 원격으로 위치된 제2 CPU(미도시)에 의해 저장 및/또는 실행될 수 있다.
- [0045] [0048] 전술한 바가 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않으면서 고안될 수 있다.

도면

도면1

