



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0001203
(43) 공개일자 2014년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/40 (2006.01) C23C 14/02 (2006.01)
C23C 14/58 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7009682
(22) 출원일자(국제) 2011년09월06일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년04월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/050507
(87) 국제공개번호 WO 2012/036936
국제공개일자 2012년03월22일
(30) 우선권주장
13/223,788 2011년09월01일 미국(US)
61/384,028 2010년09월17일 미국(US)

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
브라운, 칼
미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 린다 애비뉴
15730
리치, 앨런
미국 94025 캘리포니아 멘로 파크 오크우드 플레
이스 323
(73) 권리자
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

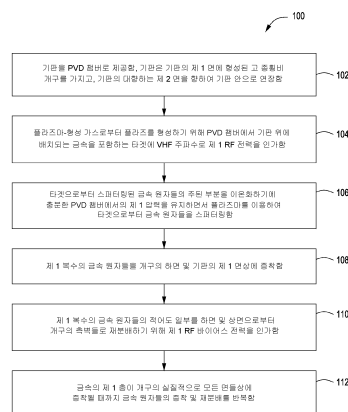
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 고 중형비 피쳐들 내에 금속을 증착하기 위한 방법들

(57) 요약

고 중형비 피쳐들로 금속을 증착하는 방법이 본 명세서에 제공된다. 일부 실시예들에서, 기판을 처리하는 방법
은 플라즈마-형성 가스로부터 플라즈마를 형성하기 위해 PVD 챔버에서 기판 위에 배치되는 금속을 포함하는 타겟
에 VHF 주파수로 RF 전력을 인가하는 단계, 스퍼터링된 금속 원자들의 주된(predominant) 부분을 이온화하기에
충분한 PVD 챔버에서의 제 1 압력을 유지하면서 플라즈마를 이용하여 타겟으로부터 금속 원자들을 스퍼터링하는
단계, 이온화된 금속 원자들을 개구의 하면 및 기판의 제 1 면 상에 증착하는 단계, 증착된 금속 원자들의 적어
도 일부를 하면 및 상면으로부터 개구의 측벽들로 재분배하기 위해 제 1 RF 전력을 인가하는 단계, 및 금속의 제
1 층이 개구의 실질적으로 모든 면들 상에 증착될 때까지, 증착 및 재분배 공정들을 반복하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

피피톤, 존

미국 94550 캘리포니아 리버모어 렉싱턴 플레이스
2447

루이, 잉

미국 94086 캘리포니아 썬니베일 콜리지 애비뉴
896

호프만, 다니엘 제이.

미국 95070 캘리포니아 사라토가 아로요 데 아르케
요 12343

특허청구의 범위

청구항 1

물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법으로서,

상기 기판은 상기 기판의 제 1 면에 형성되고 상기 기판의 대향하는 제 2 면을 향하여 상기 기판 내로 연장하는 개구를 갖고, 상기 개구는 적어도 5:1의 높이 대 폭의 종횡비를 가지며,

상기 방법은,

플라즈마-형성 가스로부터 플라즈마를 형성하기 위해 상기 PVD 챔버에서 상기 기판 위에 배치되는 금속을 포함하는 타겟에 VHF 주파수로 RF 전력을 인가하는 단계;

상기 플라즈마를 이용하여 상기 타겟으로부터 금속 원자들을 스퍼터링하면서, 스퍼터링된 금속 원자들의 주된(predominant) 부분을 이온화하기에 충분한 제 1 압력을 상기 PVD 챔버에서 유지하는 단계;

상기 이온화된 금속 원자들을 상기 개구의 하면 상에 그리고 상기 기판의 상기 제 1 면 상에 증착하는 단계;

상기 증착된 금속 원자들의 적어도 일부를 상기 하면 및 상면으로부터 상기 개구의 측벽들로 재분배하기 위해 제 1 RF 전력을 상기 기판 아래에 배치된 제 1 전극에 인가하는 단계; 및

상기 금속의 제 1 층이 상기 개구의 실질적으로 모든 면들 상에 증착될 때까지, 상기 이온화된 금속 원자들의 상기 증착 및 증착된 금속 원자들의 상기 재분배를 반복하는 단계를 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이온화된 금속 원자들을 증착하는 단계는, 상기 이온화된 스퍼터링된 타겟 물질을 상기 개구의 상기 하면을 향하여 지향시키기 위해 약 50 와트까지의 제 2 RF 전력을 상기 전극에 인가하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마를 상기 타겟을 향하여 지향시키기 위해 DC 전력을 상기 타겟에 인가하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 증착된 금속 원자들의 적어도 일부를 재분배하기 위해 상기 제 1 RF 전력을 인가하는 단계는, 상기 증착된 금속 원자들의 적어도 일부를 상기 측벽들로 재분배하면서, 상기 플라즈마를 이용하여 상기 타겟으로부터의 금속 원자들의 스퍼터링을 방지하기 위해 상기 DC 전력을 감소시키거나 턴오프하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 증착된 금속 원자들의 적어도 일부를 재분배하기 위해 상기 제 1 RF 전력을 인가하는 단계는, 상기 제 1 RF 바이어스 전력과 동시에 제 2 RF 바이어스 전력을 상기 전극에 인가하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 RF 전력은 상기 기판에 근접한 플라즈마 에너지를 제어하고, 상기 제 2 RF 바이어스 전력은 상기 기판에 근접한 상기 플라즈마 에너지의 분배를 제어하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 RF 전력은 제 1 주파수로 인가되고, 상기 제 2 RF 바이어스 전력은 상기 제 1 주파수보다 큰 제 3 주파수로 인가되는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 이온화된 금속 원자들은, 상기 증착된 금속 원자들이 재분배되는 제 2 시간 기간보다 약 4 내지 약 5배 긴 제 1 시간 기간 동안 증착되는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

펄스의 주파수는 약 100Hz 내지 약 10kHz의 범위이고, 상기 펄스는 상기 제 1 RF 전력을 상기 제 2 시간 기간 동안 인가하는 것을 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 기판에 상기 개구를 형성하기 위해 상기 기판을 식각하는 단계;

상기 기판의 상기 상면 상에 그리고 상기 개구의 상기 측벽들 및 상기 하면을 따라 산화물 층을 형성하는 단계; 및

스퍼터링된 타겟 물질을 증착하는 단계 이전에, 상기 산화물 층 위에 배리어 층을 형성하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

전기도금 공정에 의해 상기 개구를 충전(fill)하기 위해 상기 제 1 층 위에 물질을 증착하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기판은 제 1 기판이고,

상기 방법은,

상기 제 1 기판의 상기 제 2 면 근처에 배치된 제 2 기판을 제공하는 단계를 더 포함하고,

상기 개구는 상기 제 1 기판을 완전하게 관통하여 연장하며, 상기 제 2 기판의 상면은 상기 개구의 하부를 형성하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 층 또는 상기 증착된 물질 중 적어도 하나를 노출시키기 위해 상기 개구의 상기 하면을 제거하는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기판을 처리하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 개구의 상기 하면을 제거하는 단계는, 상기 개구의 상기 하면을 제거하기 위해 화학적 기계적 연마에 의해 상기 기관의 상기 제 2 면을 적어도 부분적으로 제거하는 단계를 더 포함하고,

상기 방법은,

상기 기관의 상기 제 2 면을 제 2 기관의 상면에 결합하는 단계, 그리고, 선택적으로,

상기 개구를 상기 제 2 기관의 상기 상면에 배치된 대응하는 디바이스와 정렬시키는 단계를 더 포함하는, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기관을 처리하는 방법.

청구항 15

실행되는 경우, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버가 기관을 처리하는 방법을 수행하게 하는 명령들이 저장된 컴퓨터 판독가능한 매체로서,

상기 기관은 상기 기관의 제 1 면에 형성되고 상기 기관의 대향하는 제 2 면을 향하여 상기 기관 내로 연장하는 개구를 갖고, 상기 개구는 적어도 5:1의 높이 대 폭의 종횡비를 가지며,

상기 방법은 제 1 항 내지 제 14 항에 설명된 방법들 중 임의의 방법을 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 매체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 기관 상에 형성되는 고 종횡비 피쳐들에 금속을 증착하는 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 관통 실리콘 비아(through silicon via; TSV) 또는 유사한 기술들은 기관 상의 고 종횡비 피쳐 내에 증착될 연속적인 금속-함유 층을 필요로 한다. 예를 들면, 증착될 금속-함유 층은 피쳐로부터 기관 안으로의 물질들의 확산을 방지하기 위한 배리어 층, 또는 전기도금 또는 다른 적합한 기법들에 의해 피쳐를 충전하기 위한 템플릿(template)으로 사용될 수 있는 시드 층일 수 있다. 고 종횡비 피쳐들은, 예를 들면, 약 5:1 이상의 종횡비를 갖는 피쳐들을 포함할 수 있다.

[0003] 본 발명자들은 고 종횡비 피쳐들에 연속적인 금속-함유 층들을 증착하기 위한 개선된 기법들을 개발해 왔다.

발명의 내용

[0004] 고 종횡비 피쳐들에 금속을 증착하는 방법이 본 명세서에 제공된다. 일부 실시예들에서, 물리적 기상 증착(PVD) 챔버에서 기관을 처리하는 방법 - 상기 기관이 상기 기관의 제 1 면에 형성된 개구를 갖고, 상기 기관의 대향하는 제 2 면을 향하여 상기 기관 안으로 연장하며, 상기 개구가 적어도 5:1의 폭에 대한 높이의 종횡비를 가짐 - 으로서, 상기 방법은 플라즈마-형성 가스로부터 플라즈마를 형성하기 위해 상기 PVD 챔버에서 상기 기관 위에 배치되는 금속을 포함하는 타겟에 VHF 주파수로 RF 전력을 인가하는 단계, 스퍼터링된 금속 원자들의 주된(predominant) 부분을 이온화하기에 충분한 상기 PVD 챔버에서의 제 1 압력을 유지하면서 상기 플라즈마를 이용하여 상기 타겟으로부터 금속 원자들을 스퍼터링하는 단계, 상기 이온화된 금속 원자들을 상기 개구의 하면 및 상기 기관의 상기 제 1 면 상에 증착하는 단계, 상기 증착된 금속 원자들의 적어도 일부를 상기 하면 및 상면으로부터 상기 개구의 측벽들로 재분배하기 위해 제 1 RF 전력을 인가하는 단계, 및 상기 금속의 제 1 층이 상기 개구의 실질적으로 모든 면들 상에 증착될 때까지, 상기 이온화된 금속 원자들의 상기 증착 및 증착된 금속 원자들의 상기 재분배를 반복하는 단계를 포함한다. 본 발명의 다른 및 추가 실시예들은 아래에 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0005] 위에서 간략히 요약되고 아래에 더 상세하게 논의되는 본 발명의 실시예들은 첨부된 도면들에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예들을 참조하여 이해될 수 있다. 그러나, 본 발명이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 인정할

수 있기 때문에, 첨부된 도면들은 단지 본 발명의 전형적인 실시예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위의 제한으로서 고려되지 않음을 유의해야 한다.

도 1은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 기판을 처리하기 위한 방법의 흐름도를 도시한다.

도 2a 내지 도 2g는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 고 종횡비 개구를 충전하는 단계들을 도시한다.

도 3은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 물리적 기상 증착(PVD) 챔버의 개략적 단면도를 도시한다.

이해를 돕기 위해, 동일 참조 부호들이 가능하면 도면들에 공정한 동일 부재들을 표기하기 위해 사용되었다. 도면들은 축적으로 도시되지 않고, 명확성을 위해 간략화될 수 있다. 일 실시예들의 부재들 및 피처들은 추가 설명 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있음이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] 본 발명자들은 DC 물리적 기상 증착(DC PVD) 챔버에서 수행되는 바와 같은 종래의 직류(DC) 스퍼터링이 고 종횡비 피처의 수직한 측면들 상의 금속의 증착을 제한할 수 있는 좁은 각 분포를 가짐을 발견하였다. 본 발명자들은 DC PVD 공정들에 전형적으로 필요한 높은 바이어스 전력이 증착된 금속의 과도한 재스퍼터링(resputtering)을 초래할 수 있는데, 이는 바람직하지 않게 피처에 오버행(overhang) 또는 패싯(facet)을 생성할 수 있음을 더 발견하였다. 이러한 오버행들 또는 패싯들은 피처에 보이드 형성을 초래할 수 있다. 따라서, 본 발명자들은 기판들 상에 형성된 고 종횡비 피처들에 금속들을 증착하기 위한 방법들의 실시예들을 제공했다. 본 발명의 방법들의 실시예들은 고 종횡비 피처들에 보이드 형성을 초래할 수 있는 오버행들 또는 패싯들을 감소시키면서 고 종횡비 피처의 표면들의 연속적인 커버리지에 금속을 유리하게 제공한다. 본 발명의 방법들의 실시예들은, 예를 들면, 제조의 비아 퍼스트(via first) 또는 비아 라스트(via last) 중 어느 하나의 방법들을 위한 관통 실리콘 비아(TSV) 애플리케이션들뿐만 아니라, 연속적인 금속 층을 증착하는 것이 유리할 수 있는 다른 적합한 애플리케이션들로 이용될 수 있다.
- [0007] 도 1은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 기판을 처리하기 위한 방법(100)의 흐름도를 도시한다. 방법(100)은 도 2에 도시된 바와 같이 고 종횡비 피처를 충전하는 단계들에 대하여 아래에 설명된다. 방법(100)은 DC 및 무선 주파수(RF) 전력원들 모두를 갖는 임의의 적합한 PVD 공정 챔버, 예를 들면, 아래에 설명되고 도 3에 도시된 공정 챔버(300)에서 수행될 수 있다.
- [0008] 방법(100)은 102에서 기판(200)을 PVD 챔버, 예를 들면, 공정 챔버(300)에 제공함으로써 시작된다. 기판(200)은 기판(200)의 제 1 면(204)에 형성되고, 기판(200)의 대향하는 제 2 면(206)을 향하여 기판(200) 안으로 연장하는 고 종횡비 개구(202)를 포함한다. 기판(200)은 그 위에 형성된 고 종횡비 개구를 갖는 임의의 적합한 기판일 수 있다. 예를 들면, 기판(200)은 실리콘(Si), (SiO₂), (SiN) 중 하나 또는 둘 이상, 또는 다른 유전 물질들을 포함할 수 있다. 게다가, 기판(200)은 추가 층들의 물질들을 포함할 수 있거나, 그 안에 또는 그 위에 형성된 하나 또는 둘 이상의 완전한 또는 부분적으로 완전한 구조들을 가질 수 있다.
- [0009] 개구는 비아, 트렌치, 이중 다마신 구조 등을 형성하기 위해 사용되는 바와 같은 고 종횡비를 갖는 임의의 개구일 수 있다. 일부 실시예들에서, 개구(202)는 적어도 약 5:1(예를 들면, 고 종횡비)의 폭에 대한 높이의 종횡비를 가질 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 종횡비는 약 10:1 이상, 예를 들면, 약 15:1 이상일 수 있다. 개구(202)는 임의의 적합한 식각 공정을 이용하여 기판을 식각함으로써 형성될 수 있다. 개구(202)는 도시된 바와 같이 하면(208) 및 측면들(210)을 포함한다.
- [0010] 일부 실시예들에서, 하면(208) 및 측면들(210)은 아래에 설명된 바와 같이 금속 원자들을 증착하기 이전에 하나 또는 둘 이상 층들로 덮여질 수 있다. 예를 들면, 그리고 도 2a에 점선들에 의해 도시된 바와 같이, 개구(202)의 하면 및 측면들 및 기판(200)의 제 1 면은 실리콘 산화물(SiO₂), (Si), (SiN), 또는 다른 유전 물질들과 같은 산화물 층(212)에 의해 덮여질 수 있다. 산화물 층은 기판(200)을 PVD 챔버에 제공하기 이전에, 예를 들면, 화학적 기상 증착(CVD) 챔버 또는 산화 챔버에서 증착되거나 성장될 수 있다. 산화물 층(212)은 기판과 개구에서 나중에 증착될 금속-함유 층 사이에 전기적 및/또는 물리적 배리어로서 기능할 수 있고, 및/또는 기판의 원래 표면보다 아래에 설명된 증착 공정 동안 부착을 위해 더 우수한 표면으로서 기능할 수 있다.
- [0011] 일부 실시예들에서, 배리어 층(214)은 산화물 층(212) 위에(도시된 바와 같이), 또는 개구의 하면 및 측면들 및 산화물 층이 존재하지 않는 경우 기판의 제 1 면 위에 증착될 수 있다. 배리어 층(214)은 위에서 설명된 산화물 층(212)과 유사한 목적을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 배리어 층(214)은 티타늄(Ti), 티타늄 질화

물(TiN), 탄탈(Ta), 탄탈 질화물(TaN), 또는 다른 것들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 배리어 층(214)은 연속적인 배리어 층을 개구(202)에 형성하기 위해 아래에 설명되는 방법(100)을 이용하는 것을 포함하는 임의의 적합한 방법들에 의해, 예를 들면, CVD 또는 PVD에 의해 증착될 수 있다.

[0012] 일부 실시예들에서, 그리고 도 2a에 환영으로 도시된 바와 같이, 개구(202)는 기관(200)을 완전하게 관통하여 연장할 수 있고, 제 2 기관(218)의 표면(216)은 개구(202)의 하면(208)을 형성할 수 있다. 제 2 기관(218)은 기관(200)의 제 2 면(206) 근처에서 증착될 수 있다. 게다가(도 2f에 도시되고 아래에 설명된 바와 같이), 논리 디바이스 등과 같은 디바이스, 또는 게이트, 콘택 패드, 전도성 비아 등과 같은 전기적인 연결을 필요로 하는 디바이스의 일부는 제 2 기관(218)의 표면(216)에 배치되고 개구(202)와 정렬될 수 있다.

[0013] 104에서, RF 전력(아래에 설명되는 RF 전력원(318)으로부터와 같은)은 플라즈마-형성 가스로부터 플라즈마를 형성하기 위해 VHF 주파수로 기관(200) 위에 배치된 금속을 함유하는 타겟으로 인가된다. 예를 들면, 타겟은 아래에 설명되는 타겟(306)일 수 있다. 게다가, 타겟은 연속적인 배리어 층 또는 시드 층을 개구(202)의 표면들 및 기관(200)의 제 1 면(204) 상에 형성하는데 적합한 금속들, 금속 합금들 등 중 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있다. 예를 들면, 타겟은 티타늄(Ti), 탄탈(Ta), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등 중 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있다. 플라즈마-형성 가스는 희가스(noble gas)와 같은 불활성 가스, 또는 다른 불활성 가스를 포함할 수 있다. 예를 들면, 적합한 플라즈마-형성 가스들의 비제한적인 예시들은 아르곤(Ar), 헬륨(He), 크세논(Xe), 네온(Ne), 수소(H₂), 질소(N₂) 등을 포함할 수 있다.

[0014] RF 전력은 플라즈마-형성 가스로부터 플라즈마를 형성하는 단계 및 플라즈마에 의해 타겟으로부터 스퍼터링된 금속 원자들을 이온화하는 단계 중 하나 또는 둘 이상 동안 VHF 주파수로 인가될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, VHF 주파수는 약 27MHz 내지 약 100MHz의 범위의 주파수이다. 일부 실시예들에서, 인가되는 VHF 주파수는 약 60MHz이다. 예를 들면, VHF 주파수를 증가하는 것은 타겟으로부터 스퍼터링된 금속 원자들에서의 플라즈마 밀도 및/또는 이온화의 양을 증가시킬 수 있다.

[0015] DC 전력은, 예를 들면, 아래에 설명된 바와 같이, 타겟(306)에 결합된 DC 전력원(320)으로부터 타겟 쪽으로 플라즈마를 지향시키기 위해 인가될 수 있다. DC 전력은 약 1 내지 약 2 킬로와트(kV)의 범위일 수 있다. 일부 실시예들에서, DC 전력은 약 1-5kV, 또는 대략 2kV일 수 있다. DC 전력은 기관 상의 스퍼터링된 금속 원자들의 증착 속도를 제어하기 위해 조정될 수 있다. 예를 들면, DC 전력을 증가하는 것은 플라즈마와 타겟의 증가된 상호작용 및 타겟으로부터의 금속 원자들의 증가된 스퍼터링을 초래할 수 있다.

[0016] 106에서, 금속 원자들은 타겟으로부터 스퍼터링되고 있는 금속 원자들의 주된(predominant) 부분을 이온화하기에 충분한 PVD 챔버에서의 제 1 압력을 유지하면서 플라즈마를 이용하여 타겟으로부터 스퍼터링될 수 있다. 예를 들면, 금속 원자들의 주된 부분은 플라즈마에 의해 스퍼터링되고 있는 금속 원자들의 총수의 약 60 내지 약 90 퍼센트의 범위일 수 있다. 인가되는 제 1 RF 전력 및 DC 전력뿐만 아니라, 제 1 압력은 공정 챔버 기하형상(기관 크기, 타겟 대 기관 거리 등과 같은)에 의존할 수 있다. 예를 들면, 제 1 압력은 약 60 내지 90 밀리미터(mm)의 타겟 대 기관 갭으로 구성된 챔버에서 약 6 내지 약 140 밀리토르(mT)의 범위 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 압력은 약 100 mTorr이다. 챔버에서의 제 1 압력은 플라즈마-형성 가스의 유량 및/또는 플라즈마-형성 가스와 함께 유동될 수 있는 추가 가스, 예를 들면, 불활성 가스의 유량에 의해 유지될 수 있다. 제 1 압력은 타겟과 스퍼터링된 금속 원자들이 충돌하고 이온화될 수 있는 기관 사이에 고밀도의 가스 분자들을 제공할 수 있다. 압력은 타겟으로부터 스퍼터링된 금속 원자들의 이온화의 양을 제어하기 위해 추가적으로 활용될 수 있다. 예를 들면, 타겟 대 기관 갭에서 압력을 증가하는 것은 금속 원자들과의 충돌들의 수를 증가시킬 수 있고, 이온화된 금속 원자들의 양을 증가시킬 수 있다.

[0017] 108에서, 제 1 복수의 금속 원자들(220)은 도 2b에 도시된 바와 같이, 기관(200)의 상면(204) 및 개구(202)의 하면(208) 상에 증착된다. 제 1 복수의 금속 원자들(220)은 제 1 압력, 제 1 RF 전력, DC 전력, 및/또는 VHF 주파수와 같은 위에서 설명된 처리 조건들을 이용하여 증착될 수 있다. 이러한 처리 조건들은 도 2b에 도시된 바와 같이, 기관(200)에 거의 수직인 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 방향을 가능하게 한다. 일부 실시예들에서, 선택적인 RF 전력은 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 증착 동안 기관(200)에(예를 들면, 기관 지지체 내와 같은 기관(200) 아래에 배치되는 전극에) 인가될 수 있다. RF 전력(또한 RF 바이어스 전력으로 지칭되는)은 범위가 약 2 내지 약 13.56MHz인 주파수 및 약 50 W까지의 전력으로 인가될 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 바이어스 전력의 주파수는 약 2MHz, 또는 약 13.56MHz일 수 있거나, 다른 RF 전력원이 PVD 챔버의 기관 지지체 페디스털(또는 그 안에 포함되는 전극)에 추가로 결합되는 경우, 이들 모두일 수 있다. 제 1 복수의 금속 원자들(220)을 증착하는 동안 제공되는 선택적인 RF 바이어스 전력은 금속 원자들의 증착의 에너지를 최소화하기

위해, 예를 들면, 개구(202)의 입구 위에 임의의 오버행(overhang) 형성을 최소화하기 위해 작을 수 있다.

[0018] 110에서, 제 1 RF 전력(또한 본 명세서에서 제 1 RF 바이어스 전력으로서 지칭됨)은, 도 2c에 도시된 바와 같이, 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부를 개구(202)의 하면(208)으로부터 개구(202)의 측벽들(210)로 재분배하기 위해 기관 아래 배치된 전극에 인가된다. 제 1 RF 바이어스 전력은 범위가 약 2 내지 약 13.56MHz인 주파수로 인가될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 제 1 RF 바이어스 전력의 주파수는 약 2 MHz, 또는 13.56MHz, 또는 선택적인 제 2 RF 바이어스 전력원(도 3에 도시된 제 2 RF 바이어스 전력원(363))이, 도 3에 도시되고 아래에 설명된 바와 같이, 기관 지지체 페디스틸(302)에 추가적으로 결합되는 경우 둘 모두일 수 있다. 제 1 RF 바이어스 전력은, 도 2c에 도시된 바와 같이, 이온 에너지 및/또는 기관(200) 상에 입사되는 이온들(224)의 입사의 각을 증가시키기 위해 활용될 수 있다. 예를 들면, 기관(200) 상에 입사하는 이온들은 이온화된 금속 원자들, 플라스마로부터 이온화된 엘리먼트들, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 제 1 RF 바이어스 전력은 이온 에너지를 증가시키기 위해, 예를 들면, 도 2b에 도시된 바와 같이, 개구(202)의 하면(208) 상에 증착된 금속 원자들 상의 이온들의 충돌을 증가시키기 위해 증가될 수 있다. 개구(202)의 하면(208) 상의 이온들의 증가된 충돌은, 도시된 바와 같은 측벽들(210)로의 금속 원자들의 제 1 복수의 금속 원자들(220) 중 적어도 일부의 재분배를 용이하게 할 수 있다. 제 1 RF 바이어스 전력은, 위에서 설명된 바와 같은 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 증착 동안 인가되는 선택적인 RF 바이어스 전력보다 실질적으로 클 수 있다. 예를 들면, 제 1 RF 바이어스 전력은 약 50W보다 클 수 있거나, 약 0 내지 약 200W의 범위일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 RF 바이어스 전력은 약 50W이다.

[0019] 제 1 RF 바이어스 전력 및 제 2 RF 바이어스 전력이 동시에 활용되는(위에서 설명된 바와 같이) 일부 실시예들에서, 제 1 RF 바이어스 전력은 기관(200)에 근접한 이온 에너지를 제어하기 위해 이용될 수 있고, 제 2 RF 바이어스 전력은 기관(200)에 근접한 이온 에너지에서의 분배를 제어하기 위해 이용될 수 있다.

[0020] 일부 실시예들에서, 그리고 도 2c에 도시된 실시예들에서, 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부는 기관(200)의 상면(204)으로부터 개구(202) 안으로 재분배될 수 있다. 예를 들면, 도 2c에 도시된 바와 같이, 인가되는 제 1 RF 바이어스 전력에 대한 적어도 일부에 의해 기관(200)에 대한 이온들(224)의 입사의 비-수직 각에 기인하여, 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부는 상면(204)으로부터 개구(202)의 측벽들(210)로 재분배될 수 있다.

[0021] 일부 실시예들에서, 108에서의 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 증착은 112에서의 재분배 동안 실질적으로 감소되거나 중단될 수 있다. 예를 들면, 그리고 일부 실시예들에서, 타겟에 인가되는 DC 전력은 타겟으로부터의 금속 원자들의 스퍼터링을 방지하기 위해 재분배 동안 감소되거나 턴오프될 수 있다. 이러한 실시예들은 재분배 동안 상면(204) 또는 하면(208) 상에 증착된 금속 원자들의 층 두께를 축소하기 위해 활용될 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 기관(200) 상에 입사하는 이온들(224)은 플라스마-형성 가스의 이온화된 엘리먼트들을 실질적으로 포함할 수 있다.

[0022] 대안적으로, 일부 실시예들에서, 112에서 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부를 측벽들(210)로 재분배하는 동안, DC 전력은 플라스마를 이용하여 타겟으로부터 금속 원자들을 스퍼터링하기 위해 지속하도록 유지될 수 있다. 대안적으로 또는 결합하여, 112에서 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부를 재분배하는 동안, 타겟에 인가되는 RF 소스 전력 또는 제 1 압력 중 적어도 하나는 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 증착을 지속하도록 유지될 수 있다. 일부 실시예들에서, 112에서 제 1 복수의 금속 원자들(220)의 적어도 일부의 재분배 동안, 제 1 압력은 기관(200) 상에 입사하는 이온화된 금속 원자들의 양을 감소시키기 위해 및/또는 타겟으로부터의 금속 원자들의 감소된 스퍼터를 초래하는 플라스마 밀도를 감소시키기 위해 제 2 압력으로 감소된다. 제 2 압력은 약 20 내지 약 80mTorr의 범위일 수 있다.

[0023] 112에서, 금속 원자들의 108에서의 증착 및 110에서의 재분배는, 도 2f에 도시된 바와 같이, 금속의 제 1 층(230)이 개구(202)의 실질적으로 모든 표면들 상에 증착될 때까지 반복될 수 있다. 예를 들면, 108에서의 증착의 제 2 반복에서, 제 2 복수의 금속 원자들(228)은, 도 2d에 도시된 바와 같이, 기관(200)의 상면(204) 및 개구(202)의 하면(208) 상에 제 1 복수의 금속 원자들(220) 위에 증착될 수 있다. 제 2 복수의 금속 원자들(228)은 제 1 복수의 금속 원자들(220)과 함께 사용하기 위해 위에서 설명된 처리 조건들 중 어느 것 또는 모두를 이용하여 증착될 수 있다. 제 2 복수의 금속 원자들(228)은 제 1 복수의 금속 원자들(220)에서의 동일한 처리 조건들을 이용하여 증착될 수 있거나, 대안적으로, 공정 조건들은 제 1 층의 원하는 두께 요건들 등에 따라 변경될 수 있다. 게다가, 제 2 복수의 금속 원자들(228)은 제 1 복수의 금속 원자들(220)과 동일한 금속이다.

[0024] 유사하게, 110에서의 재분배의 제 2 반복에서, 제 1 RF 바이어스 전력은, 도 2e에 도시된 바와 같이, 제 2 복수

의 금속 원자들(228)의 적어도 일부를 개구(202)의 하면(208)으로부터 개구(202)의 측벽들(210)로 재분배하기 위해 인가된다. 제 2 복수의 금속 원자들(228)은 제 1 복수의 금속 원자들(220)과 함께 사용하기 위해 위에서 설명된 처리 조건들 중 어느 것 또는 모두를 이용하여 재분배될 수 있다. 예를 들면, 기관 상에 입사하는 이온들(229)은 위에서 설명된 이온들(224)과 실질적으로 유사할 수 있으며, 제 2 복수의 금속 원자들(228)의 적어도 일부를 개구(202)의 측벽들(210)로 재분배하기 위해 사용될 수 있다.

[0025] 108에서의 증착은 제 1 주기의 시간 동안 발생할 수 있고, 110에서의 재분배는 제 1 주기와 상이한 제 2 주기의 시간 동안 발생할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이온화된 금속 원자들은 증착된 금속 원자들이 재분배되는 동안의 제 2 주기의 시간보다 약 4 내지 약 5배 긴 제 1 주기의 시간 동안 증착된다. 예를 들면, 제 2 주기의 시간 동안 증착된 금속 원자들의 재분배(또는 제 2 주기의 시간 동안 제 1 RF 바이어스 전력의 인가)는 반복하는 RF 펄스 바이어스 공정의 단일 펄스와 동등할 수 있다. 예를 들면, 재분배의 제 1 반복은 제 1 펄스일 수 있고, 재분배의 제 2 반복은 제 2 펄스일 수 있다. 게다가, 제 1 층(230)이 원하는 두께로 증착되고, 및/또는 개구(202)의 실질적으로 모든 표면들을 충분히 덮을 때까지 제 3 반복 및 추가 반복들이 추가로 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 펄스의 주파수는, 여기서, 펄스는 제 2 주기의 시간 동안 제 1 RF 바이어스 전력을 인가하는 것을 포함하며, 약 100 헤르츠(Hz) 내지 약 10킬로헤르츠(kHz)의 범위일 수 있다.

[0026] 제 1 층(230)이 112에서 형성된 후, 방법(100)은 일반적으로 종료되고, 기관은 추가 처리를 위해, 예를 들면, 도 2g에 도시된 바와 같이, 개구(202)를 충전하기 위해 물질(232)을 제 1 층(230) 위에 증착함으로써 지속될 수 있다. 물질(232)은 임의의 적합한 기법에 의해, 예를 들면, 전기도금에 의해 증착될 수 있다. 예를 들면, 제 1 층(230)은 물질이 전기도금 공정에 의해 그 위에 도금되는 시트 층으로 기능할 수 있다. 물질(232)은 금속들, 금속 합금들 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 물질은 구리(Cu) 또는 텅스텐(W) 중 하나 또는 둘 이상을 포함한다. 일부 실시예들에서, 증착된 물질 및 제 1 층(230)의 금속은 동일 물질이다.

[0027] 일부 실시예들에서, 그리고 도 2a에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 제 2 기관(218)은 위에서 설명한 104-114를 수행하기 이전에 제공될 수 있다. 따라서, 도 2g에 도시된 바와 같이, 제 2 기관(218)은 기관(200)의 제 2 면(206) 근처에 배치될 수 있고, 여기서, 개구(202)는 기관(200)을 완전하게 관통하여 연장하며, 제 2 기관(218)의 표면(216)은 개구(202)의 하면을 형성한다. 게다가, 디바이스 또는 전도성 피쳐(234)는 제 2 기관에 배치될 수 있고, 표면(216)에서 노출될 수 있으며, 여기서, 디바이스 또는 전도성 피쳐(234)는 개구(202)와 정렬된다. 기관(200)의 제 1 면(204)은 증착된 금속 원자들을 제거하기 위해 더 처리될 수 있다. 예를 들면, 도 2g에 도시된 바와 같이, 화학적 기계적 연마 기법, 식각 등이 증착된 금속 원자들을 제 1 면(204)으로부터 제거하기 위해 사용될 수 있다.

[0028] 일부 실시예들에서, 물질(232)이 위에서 설명된 바와 같이 증착된 후, 물질은 적어도 하나의 제 1 층(230) 또는 증착된 물질(232)을 노출시키기 위해 기관(200)의 제 2 면(206)으로부터 제거될 수 있다(제 1 층(230)은 도 2g에서 노출되어 있는 것으로 도시된다). 제 2 면(206)로부터의 물질의 제거는 화학적 기계적 연마 또는 기관(200)의 제 1 면(204)로부터 증착된 금속의 제거를 위해 위에서 설명한 바와 같은 유사한 기법들에 의해 수행될 수 있다.

[0029] 적어도 하나의 제 1 층(230) 또는 증착된 물질(232)을 노출시키기 위해 제 2 면(206)으로부터 물질의 제거 후, 기관(200)의 제 2 면(206)은 제 2 기관(218)의 표면(216)에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 2 기관(218)의 표면(216)에서 노출된 디바이스 또는 전도성 피쳐(234)는 기관(200)에서 개구(202)와 정렬될 수 있다.

[0030] 도 3은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 물리적 기상 증착 챔버(공정 챔버(300))의 개략적 단면도를 도시한다. 적합한 PVD 챔버들의 예들은 ALPS[®] Plus 및 SIP ENCORE[®] PVD 공정 챔버들을 포함하며, 이 둘은 캘리포니아 산타 클라라 소재의 어플라이드 머티어리얼스 사로부터 상업적으로 구입할 수 있다. 어플라이드 머티어리얼스 사 또는 다른 제조사들로부터의 다른 공정 챔버들은 또한 본 명세서에서 개시된 본 발명의 장치들로부터 이익을 얻을 수 있다.

[0031] 공정 챔버(300)는 그 위에 기관(304)을 수용하기 위한 기관 지지체 페디스털(302), 및 타겟(306)과 같은 스퍼터링 소스를 포함한다. 기관 지지체 페디스털(302)은 그라운드된 인클로저 벽(308) 내에 위치될 수 있는데, 이는 챔버 벽(도시됨) 또는 그라운드된 실드일 수 있다(타겟(306) 위의 챔버(300)의 적어도 일부들을 덮는 그라운드 실드(340)가 도시된다. 일부 실시예들에서, 그라운드 실드(340)는 또한 페디스털(302)을 둘러싸기 위해 타겟 아래로 연장될 수 있다.).

- [0032] 일부 실시예들에서, 공정 챔버는 RF 및 DC 에너지를 타겟(306)에 결합하기 위한 피드 구조를 포함한다. 피드 구조는 RF 및 DC 에너지를 타겟, 또는 예를 들면, 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 타겟을 포함하는 조립체에 결합하기 위한 장치이다. 피드 구조의 제 1 단부는 RF 및 DC 에너지를 타겟(306)에 공급하기 위해 각각 이용될 수 있는 RF 전력원(318) 및 DC 전력원(320)에 결합될 수 있다. 예를 들면, DC 전력원(320)은 음 전압, 또는 바이어스를 타겟(306)에 인가하기 위해 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 전력원(318)에 의해 공급되는 RF 에너지는 약 2MHz 내지 약 60MHz의 주파수 범위일 수 있거나, 예를 들면, 2MHz, 13.56MHz, 27.12MHz, 또는 60MHz와 같은 비-제한적인 주파수들이 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 복수의 RF 전력원들은(즉, 둘 이상) 복수의 위의 주파수들로 RF 에너지를 공급하기 위해 제공될 수 있다. 피드 구조는 RF 전력원(318) 및 DC 전력원(320)으로부터 RF 및 DC 에너지를 전도시키기 위한 적합한 전도성 물질들로 제조될 수 있다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 피드 구조는 피드 구조의 둘레에 대하여 각각의 RF 및 DC 에너지의 실질적으로 균일한 분포를 용이하게 하는 적합한 길이를 가질 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 피드 구조는 약 1 내지 약 12 인치 또는 약 4인치의 길이를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 바디는 적어도 약 1:1의 내경에 대한 길이 비율을 가질 수 있다. 적어도 1:1 또는 더 긴 비율을 제공하는 것은 피드 구조로부터의 보다 균일한 RF 전달을 제공한다(즉, RF 에너지는 RF 결합을 피드 구조의 실제 중심점에 가깝게 하기 위해 피드 구조에 대하여 보다 균일하게 분포된다. 피드 구조의 내경은 가능한 작을 수 있고, 예를 들면, 직경이 약 1 인치 내지 약 6인치, 또는 4인치일 수 있다. 더 작은 내경을 제공하는 것은 피드 구조의 길이를 증가시키지 않고 ID에 대한 길이 비율을 개선하는 것을 용이하게 한다.
- [0034] 피드 구조의 제 2 단부는 소스 분배 플레이트(322)에 결합될 수 있다. 소스 분배 플레이트는 소스 분배 플레이트(322)를 관통하여 배치되고 피드 구조의 중앙 개구와 정렬된 홀(324)을 포함한다. 소스 분배 플레이트(322)는 피드 구조로부터 RF 및 DC 에너지를 전도시키기 위한 적합한 전도성 물질들로 제조될 수 있다.
- [0035] 소스 분배 플레이트(322)는 전도성 부재(325)를 통하여 타겟(306)에 결합될 수 있다. 전도성 부재(125)는 소스 분배 플레이트(322)의 주변 모서리에 근접한 소스 분배 플레이트(322)의 타겟-대향 면(328)에 결합된 제 1 단부(326)를 갖는 판 부재일 수 있다. 전도성 부재(325)는 타겟의 주변 모서리에 근접한 타겟(306)의 소스 분배 플레이트-대향 면(332)(또는 타겟(306)의 배면 플레이트(346))에 결합된 제 2 단부(330)를 더 포함한다.
- [0036] 공동(334)은 전도성 부재(325)의 내부-대향 벽들, 소스 분배 플레이트(322)의 타겟-대향 면(332) 및 타겟(306)의 소스 분배 플레이트-대향 면(332)에 의해 한정될 수 있다. 공동(334)은 소스 분배 플레이트(322)의 홀(324)을 통하여 바디의 중앙 개구에 유동적으로 결합된다. 도 3에 도시되고 아래에 더 설명되는 바와 같이, 공동(334) 및 바디의 중앙 개구는 회전 가능한 마그네트론 조립체(336)의 하나 또는 둘 이상의 부분들을 적어도 부분적으로 하우징하기 위해 활용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 공동은 물(H₂O) 등과 같은 냉각 유체로 적어도 부분적으로 충전될 수 있다.
- [0037] 그라운드 실드(340)는 공정 챔버(300)의 덮개의 바깥 면들을 덮기 위해 제공될 수 있다. 그라운드 실드(340)는, 예를 들면, 챔버 바디의 그라운드 연결을 통하여 그라운드에 결합될 수 있다. 그라운드 실드(340)는 피드 구조가 소스 분배 플레이트(322)에 결합되게 하기 위해 그라운드 실드(340)를 통과하게 하도록 중앙 개구를 갖는다. 그라운드 실드(340)는 알루미늄, 구리 등과 같은 임의의 적합한 전도성 물질을 포함할 수 있다. 절연 겹(339)은 RF 및 DC 에너지가 그라운드로 직접 보내지는 것을 방지하기 위해 그라운드 실드(340)와 분배 플레이트(322)의 외면들, 전도성 부재(325), 및 타겟(306)(및/또는 후면 플레이트(346)) 사이에 제공된다. 절연 겹은 공기 또는 세라믹, 플라스틱 등과 같은 어떤 다른 적합한 유전 물질로 충전될 수 있다.
- [0038] 일부 실시예들에서, 그라운드 고리(collar)는 바디 및 피드 구조의 하부 부분 주위에 배치될 수 있다. 그라운드 고리는 그라운드 실드(340)에 결합되고, 그라운드 실드(340)의 통합 부품 또는 피드 구조의 그라운드를 제공하기 위해 그라운드 실드에 결합된 개별 부품일 수 있다. 그라운드 고리(340)는 알루미늄 또는 구리와 같은 적합한 전도성 물질로 이루어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 그라운드 고리의 내경과 피드 구조의 바디의 외경 사이에 배치된 겹은 최소로 유지될 수 있고, 전기적 절연을 제공하기에 꼭 충분할 수 있다. 겹은 플라스틱 또는 세라믹과 같은 절연 물질로 충전될 수 있거나 공극일 수 있다. 그라운드 고리는 RF 피드(예를 들면, 아래에 설명되는 전기적 피드(205))와 바디 사이의 누화를 방지하고, 그에 의해 플라스마 균일성, 및 처리 균일성을 개선한다.
- [0039] 절연체 플레이트(338)는 RF 및 DC 에너지가 그라운드로 직접 보내지는 것을 방지하기 위해 소스 분배 플레이트(322)와 그라운드 실드(340) 사이에 배치될 수 있다. 절연체 플레이트(338)는 피드 구조가 절연체 플레이트

(338)를 통과하게 하고 소스 분배 플레이트(322)에 결합되도록 하는 중앙 개구를 갖는다. 절연체 플레이트(338)는 세라믹, 플라스틱 등과 같은 적합한 유전 물질을 포함할 수 있다. 대안적으로, 공극이 절연체 플레이트(338) 대신에 제공될 수 있다. 공극이 절연체 플레이트 대신에 제공되는 일부 실시예들에서, 그라운드 실드(340)는 그라운드 실드(340) 상에 얹혀있는 임의의 컴포넌트들을 지지하기에 구조적으로 온전히 충분할 수 있다.

[0040] 타겟(306)은 유전 절연체(344)를 통하여 그라운드된 전도성 알루미늄 어댑터(342) 상에서 지지될 수 있다. 타겟(306)은 스퍼터링 동안 기관(304) 상에 증착될 물질, 예를 들면, 금속 또는 금속 산화물을 포함한다. 일부 실시예들에서, 후면 플레이트(346)는 타겟(306)의 소스 분배 플레이트-대향 면(332)에 결합될 수 있다. 후면 플레이트(346)는 구리-아연, 구리-크롬, 또는 타겟과 동일한 물질과 같은 전도성 물질을 포함할 수 있고, 그래서 RF 및 DC 전력은 후면 플레이트(346)를 통하여 타겟(306)에 결합될 수 있다. 대안적으로, 후면 플레이트(346)는 비-전도성일 수 있고, 타겟(306)의 소스 분배 플레이트-대향 면(332)을 전도성 부재(325)의 제 2 단부(330)에 결합하기 위한 전기적인 피드스루들 등과 같은 전도성 부재들(미도시)을 포함할 수 있다. 후면 플레이트(346)는, 예를 들면, 타겟(306)의 구조적 안정성을 향상시키기 위해 포함될 수 있다.

[0041] 기관 지지체 페디스털(302)은 타겟(306)의 주 면을 대향하는 물질-수용 면을 가지고, 타겟(306)의 주 면에 대향하는 평면 위치에 코팅된 스퍼터링될 기관(304)을 지지한다. 기관 지지체 페디스털(302)은 공정 챔버(300)의 중앙 영역(348)에서 기관(304)을 지지할 수 있다. 중앙 영역(348)은 처리 동안 기관 지지체 페디스털(302) 위의 영역으로 한정된다(예를 들면, 처리 위치에 있는 경우 타겟(306)과 기관 지지체 페디스털(302) 사이).

[0042] 일부 실시예들에서, 기관 지지체 페디스털(302)은 기관(304)이 챔버(300)를 처리하는 하부 부분에서 로드락 밸브(미도시)를 통하여 기관 지지체 페디스털(302) 상으로 이송되게 하고, 그 후에 증착, 또는 처리 위치로 상승되게 하도록 하부 챔버 벽(352)에 연결된 벨로우즈(350)를 통하여 수직으로 이동가능할 수 있다. 하나 또는 둘 이상의 처리 가스들은 가스 소스(354)로부터 질량 유량 제어기(356)를 통하여 챔버(300)의 하부 부분 안으로 공급될 수 있다. 배기 포트(358)가 제공될 수 있고, 공정 챔버(300)의 내부를 배기하고 공정 챔버(300) 내부의 원하는 압력의 유지를 용이하게 하기 위한 밸브(360)를 통하여 펌프(미도시)에 연결된다.

[0043] RF 바이어스 전력원(362)은 음 DC 바이어스를 기관(304) 상에 유도하기 위해 기관 지지체 페디스털(302)에 결합될 수 있다. 게다가, 일부 실시예들에서, 음 DC 셀프-바이어스(self-bias)는 처리 동안 기관(304) 상에 형성될 수 있다. 예를 들면, RF 바이어스 전력원(362)에 의해 공급된 RF 전력은 약 2MHz 내지 약 60MHz의 주파수의 범위일 수 있고, 예를 들면, 2MHz, 13.56MHz, 또는 60MHz와 같은 비-제한적인 주파수들이 사용될 수 있다. 게다가, 제 2 RF 바이어스 전력원(363)은 기관 지지체 페디스털(302)에 결합될 수 있고 RF 바이어스 전력원(362)과 함께 사용하기 위해 위에서 설명된 주파수들 중 무엇이든 제공할 수 있다. 다른 어플리케이션들에서, 기관 지지체 페디스털(302)은 그라운드되거나 전기적으로 부유로 남을 수 있다. 예를 들면, RF 바이어스 전력이 바람직하지 않을 수 있는 어플리케이션들에 대하여 기관(304) 상의 전압을 조정하기 위해, 정전용량 튜너(364)는 기관 지지체 페디스털에 결합될 수 있다.

[0044] 회전가능한 마그네트론 조립체(336)는 타겟(306)의 후면(예를 들면, 소스 분배 플레이트-대향 면(332))에 근접하게 위치될 수 있다. 회전가능한 마그네트론 조립체(336)는 베이스 플레이트(368)에 의해 지지된 복수의 자석들(366)을 포함한다. 베이스 플레이트(368)는 챔버(300) 및 기관(304)의 중심축과 일치하는 회전 샤프트(370)에 연결된다. 모터(372)는 마그네트론 조립체(336)의 회전을 구동하기 위해 회전 샤프트(370)의 상부 단부에 결합될 수 있다. 자석들(366)은 챔버(300) 내에 자기장을 생성하고, 전자들을 포획하여(trap) 국부 플라즈마 밀도를 증가시키고 결국 스퍼터링 속도를 향상시키기 위해 일반적으로 평행하고 타겟(306)의 표면에 근접한다. 자석들(366)은 챔버(300)의 상부 부근에서 전자기장을 생성하고, 자석들(366)은 타겟(306)을 보다 균일하게 스퍼터링하기 위해 공정의 플라즈마 밀도에 영향을 주는 전자기장을 회전시키기 위해 회전된다. 예를 들면, 회전 샤프트(370)는 분당 약 0 내지 약 150 회전할 수 있다.

[0045] 일부 실시예들에서, 챔버(300)는 어댑터(342)의 선반(376)에 연결되는 공정 키트 실드(374)를 더 포함할 수 있다. 어댑터(342)는 결국 밀봉되고 알루미늄 챔버 측벽(308)에 그라운드된다. 일반적으로, 공정 키트 실드(374)는 어댑터(342)의 벽들 및 챔버 벽(308)을 따라 아래로, 그리고 기관 지지체 페디스털(302)의 상부 면 아래까지 아래로 연장하고, 기관 지지체 페디스털(302)의 상부 면에 이를 때까지 위로 리턴한다(예를 들면, 하부에서 u-형상 부분(384)을 형성함). 대안적으로, 공정 키트 실드의 맨 아래 부분은 u-형상 부분(384)일 필요가 없고, 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다. 커버 링(386)은, 기관 지지체 페디스털(302)이 그것의 하부 로딩 위치에 있는 경우, 공정 키트 실드(374)의 위로 연장하는 가장자리(388)의 상부 상에 놓이지만, 그것이 그것의

상부 증착 위치에 있는 경우, 기판 지지체 페디스털(302)을 스퍼터링 증착으로부터 보호하기 위해 기판 지지체 페디스털(302)의 외부 주변부 상에 놓인다. 추가적인 증착 링(미도시)은 기판(304)의 주변부를 증착으로부터 실드시키기 위해 사용될 수 있다. 공정 키트 실드의 실시예들은 본 발명에 따라 아래에 설명된다.

[0046] 일부 실시예들에서, 기판 지지체 페디스털(302)과 타겟(306) 사이의 자기장을 선택적으로 제공하기 위해, 자석(390)은 챔버(200) 둘레에 배치될 수 있다. 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이, 자석(390)은 처리 위치에 있는 경우, 기판 지지체 페디스털(302) 바로 위의 영역에서 챔버 벽(308)의 외부 둘레에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 자석(390)은 어댑터(342) 근처와 같이 다른 위치들에서 추가적으로 또는 대안적으로 배치될 수 있다. 자석(390)은 전자석일 수 있고, 전자석에 의해 발생된 자기장의 크기를 제어하기 위한 전력원(미도시)에 연결될 수 있다.

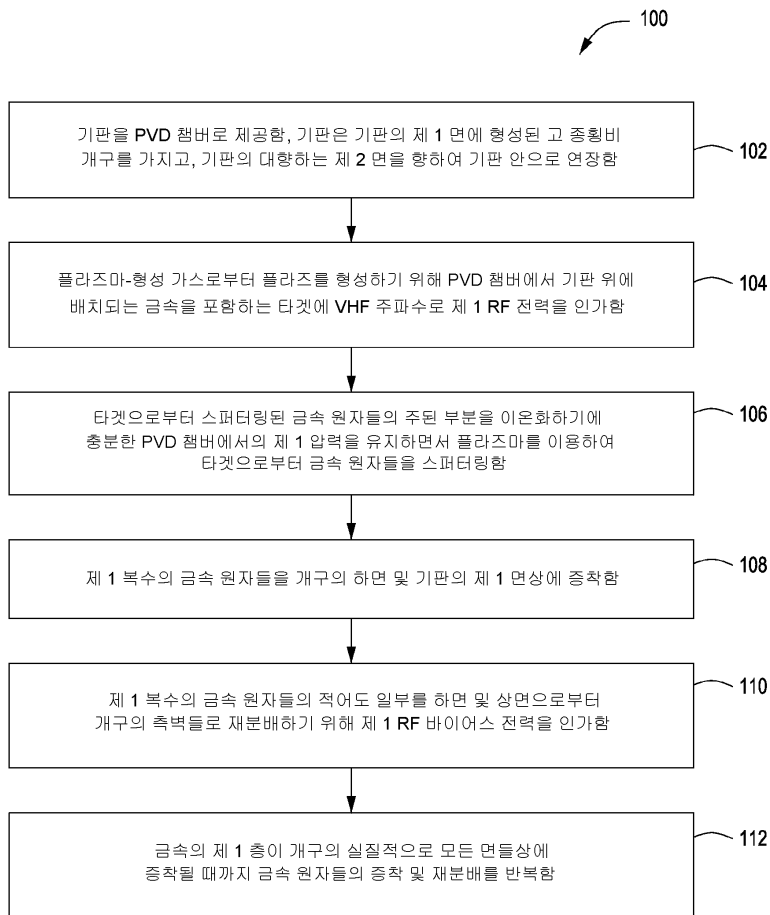
[0047] 제어기(310)는 공정 챔버(300)의 다양한 컴포넌트들의 동작을 제어하기 위해 그에 제공 및 결합될 수 있다. 제어기(310)는 중앙 처리 장치(CPU; 312), 메모리(314), 및 지원 회로들(316)을 포함한다. 제어기(310)는 직접적으로, 또는 특정 공정 챔버 및/또는 지원 시스템 컴포넌트들과 관련된 컴퓨터들(또는 제어기들)을 통하여 공정 챔버(300)를 제어할 수 있다. 제어기(310)는 다양한 챔버들 및 서브-프로세서들을 제어하기 위해 산업 현장에서 사용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서 중 하나일 수 있다. 메모리, 또는 컴퓨터 판독가능한 매체, 즉 제어기(310)의 434는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 플로피 디스크, 하드 디스크, 광학 저장 매체(예를 들면, 콤팩트 디스크 또는 디지털 비디오 디스크), 플래시 드라이브, 또는 국부 또는 원격의 디지털 스토리지의 임의의 다른 형태와 같은 쉽게 구입가능한 메모리 중 하나 또는 둘 이상일 수 있다. 지원 회로들(316)은 종래의 방식으로 프로세스를 지원하기 위해 CPU(312)에 결합된다. 이러한 회로들은 캐시, 전력원 공급부들, 클록 회로들, 입력/출력 회로망 및 서브시스템들 등을 포함한다. 본 명세서에서 설명된 바와 같은 본 발명의 방법들은 본 명세서에서 설명된 방식으로 공정 챔버(300)의 동작을 제어하기 위해 실행되거나 동작될 수 있는 소프트웨어 루틴으로서 메모리(314)에 저장될 수 있다. 소프트웨어 루틴은 또한 CPU(312)에 의해 제어되고 있는 하드웨어로부터 원격으로 위치된 제 2 CPU(미도시)에 의해 저장 및/또는 실행될 수 있다.

[0048] 이와 같이, 기판들 상에 형성된 고 종횡비 피쳐들에 금속들을 증착하기 위한 방법이 본 명세서에서 제공되었다. 본 발명의 방법들은 고 종횡비 피쳐들에 보이드 형성을 초래할 수 있는 오버행들 또는 패킷들을 감소시키면서 고 종횡비 피쳐의 표면들의 연속적인 커버리지에 금속을 유리하게 제공한다. 본 발명의 방법들은, 예를 들면, 제조의 비아 피스트 또는 비아 라스트 중 어느 하나의 방법들을 위한 관통 실리콘 비아(TSV) 애플리케이션들뿐만 아니라, 연속적인 금속 층을 증착하는 것이 유리할 수 있는 다른 적합한 애플리케이션들로 활용될 수 있다.

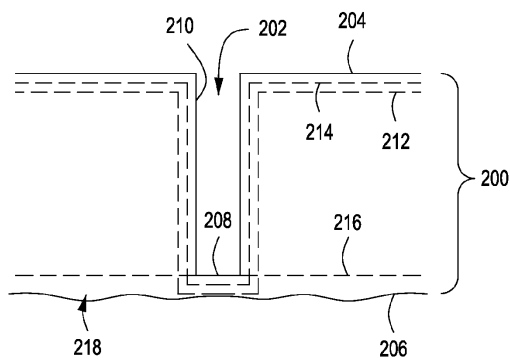
[0049] 앞서 설명한 것이 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 및 추가 실시예들은 그것의 기본 범위를 벗어남 없이 창안될 수 있다.

도면

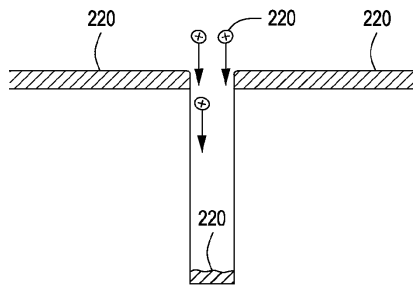
도면1



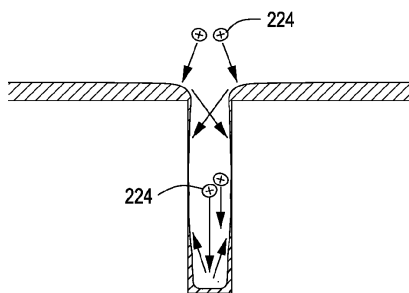
도면2a



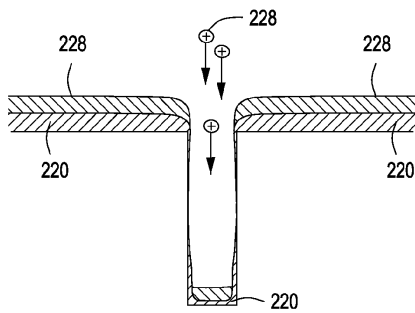
도면2b



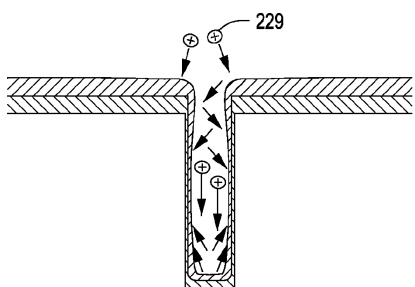
도면2c



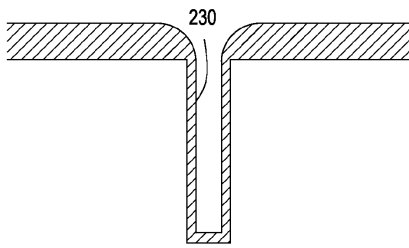
도면2d



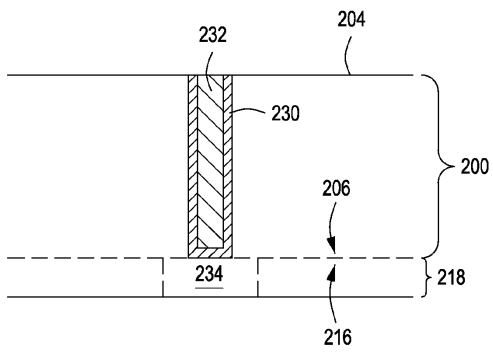
도면2e



도면2f



도면2g



도면3

