



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월10일
(11) 등록번호 10-2819046
(24) 등록일자 2025년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3105 (2006.01) H01L 21/033 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/3105 (2013.01)
H01L 21/0337 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7042197
(22) 출원일자(국제) 2020년06월09일
심사청구일자 2023년04월10일
(85) 번역문제출일자 2021년12월23일
(65) 공개번호 10-2022-0020834
(43) 공개일자 2022년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/036778
(87) 국제공개번호 WO 2020/251927
국제공개일자 2020년12월17일
(30) 우선권주장
62/860,359 2019년06월12일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006186332 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시기가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
번스 라이언
미국 텍사스주 78741 오스틴 그로브 블러바드 2400
서머벨 마크
미국 오리건주 97124 힐스버러 노스이스트 엘로클렉 드라이브 3188
렘리 코리
미국 뉴욕주 12203 올버니 폴러 로드 255 사우스 나노랩 300 스위트 214
(74) 대리인
김태홍, 김진희

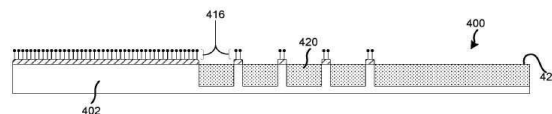
심사관 : 김학규

(54) 발명의 명칭 반도체 디바이스의 평탄화

(57) 요약

특정한 실시형태에서, 기판을 처리하기 위한 방법은 기판의 선택된 표면에 표면 처리부를 적용하는 단계를 포함한다. 기판은 함몰부를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형을 갖는다. 방법은 스핀-온 증착에 의해 기판 상에 충전 물질을 증착하는 단계를 더 포함한다. 표면 처리부는 충전 물질을 함몰부로 그리고 선택된 표면으로부터 멀리 향하게 하여 선택된 표면에 부착되는 일 없이 충전 물질로 함몰부를 충전한다. 방법은 기판의 선택된 표면으로부터 표면 처리부를 제거하는 단계 및 스핀-온 증착에 의해 기판 상에 평탄화 막을 증착하는 단계를 더 포함한다. 평탄화 막은 선택된 표면 및 충전 물질의 상단면 상에 증착된다.

대표도 - 도4c



(52) CPC특허분류

H01L 21/306 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20040183220 A1

US20120223418 A1

US20190019720 A1

US04576834 A

KR1020190029739 A

W02018182637 A1

US20180047584 A1

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피 공정으로 패터닝하기 위해 기판을 평탄화하기 위한 방법으로서,

함몰부(recesses)를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형(non-planar topography)을 가진 기판을 수용하는 단계로서, 상기 기판은 하드마스크를 포함하는, 상기 수용하는 단계;

상기 기판의 상기 구조체의 상단면 아래에 위치된 표면 상에 자기-조립 단분자층(self-assembled monolayer)을 증착하는 일 없이, 상기 기판의 상기 구조체의 상기 상단면 상에 상기 자기-조립 단분자층을 증착하는 단계로서, 상기 자기-조립 단분자층은 탈습윤 표면 조건(dewetting surface condition)을, 특정한 충전 물질에 제공하고, 상기 특정한 충전 물질은 포토레지스트, 규소-함유 반사 방지 코팅, 또는 스핀-온 유기 탄소인, 상기 자기-조립 단분자층을 증착하는 단계;

상기 특정한 충전 물질이 상기 자기-조립 단분자층에 부착되는 일 없이 상기 함몰부를 충전하도록 스핀-온 증착에 의해 상기 기판 상에 상기 특정한 충전 물질을 증착하는 단계;

상기 자기-조립 단분자층을 제거하는 단계;

상기 하드마스크를 제거하는 단계;

상기 하드마스크를 제거하는 단계 후, 평탄화 막을 포함하는 평면 층을 형성하는 단계로서, 상기 형성하는 단계는 상기 구조체의 상기 상단면 그리고 상기 특정한 충전 물질의 상단면 위에, 스핀-온 증착에 의해, 상기 평탄화 막을 증착하는 것을 포함하고, 상기 평면 층은 평면 표면을 갖는, 상기 형성하는 단계

를 포함하는, 기판을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판의 상기 구조체의 상기 상단면이 상기 하드마스크이고, 상기 자기-조립 단분자층이 상기 하드마스크 상에 증착되는, 기판을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 평탄화 막은 상기 특정한 충전 물질과 동일한 물질인, 기판을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 하드마스크는 스핀-온 탄소 하드마스크인, 기판을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 기판의 상기 구조체의 상기 상단면 상에 상기 자기-조립 단분자층을 증착하는 단계 전에, 상기 기판 상에 상기 하드마스크를 증착하는 단계; 및

상기 하드마스크를 에칭하여, 상기 구조체의 상기 상단면 위에서 그리고 상기 함몰부의 일부분으로부터 상기 하드마스크를 제거하는 단계로서, 상기 하드마스크의 일부분이 상기 함몰부에 남아있는, 상기 하드마스크를 제거하는 단계

를 더 포함하는, 기판을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 특정한 충전 물질이 상기 자기-조립 단분자층에 부착되는 일 없이 상기 함몰부를 충전하도록 스핀-온 증착에 의해 상기 기판 상에 상기 특정한 충전 물질을 증착하는 단계는, 상기 하드마스크의 일부분이 제거된 후에 상기 함몰부에 남아있는 상기 하드마스크 상에 상기 특정한 충전 물질을 증착하는 것을 포함

하는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 자기-조립 단분자층은,

상기 기관에 결합된 헤드기(head group);

작용기(functional group); 및

상기 헤드기가 상기 작용기로부터 이격되도록 상기 헤드기를 상기 작용기에 결합시키는, 유기 물질인 테일기(tail group)

를 포함하는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 자기-조립 단분자층은 티올(thiol) 또는 규소를 포함하는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 함몰부는 상기 기관의 상기 비평면 지형의 상기 구조체에 의해 획정되는 트렌치 또는 구멍 중 적어도 하나를 포함하는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 자기-조립 단분자층을 증착하는 단계는 스핀-온 공정에 의해 수행되는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 자기-조립 단분자층을 제거하는 단계는 상기 구조체의 상기 상단면을 노출시키고, 상기 평탄화 막은 상기 구조체의 상기 노출된 상단면과 물리적으로 접촉하는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 자기-조립 단분자층을 증착하는 단계는 저온 화학적 기상 증착 공정에 의해 수행되는, 기관을 평탄화하기 위한 방법.

청구항 13

기관을 처리하기 위한 방법으로서,

상기 기관 상에 하드마스크를 증착하는 단계로서, 상기 기관은 함몰부를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형을 가진 상단면을 갖는, 상기 하드마스크를 증착하는 단계;

상기 하드마스크를 에칭하여, 상기 기관의 상기 상단면 그리고 상기 함몰부로부터 상기 하드마스크를 제거하는 단계로서, 상기 하드마스크의 일부분은 상기 에칭 후에 상기 함몰부에 남아있는, 상기 하드마스크를 제거하는 단계;

상기 상단면에 표면 처리부(surface treatment)를 적용하는 단계;

스핀-온 증착에 의해 상기 기관 상에 충전 물질을 증착하는 단계로서, 상기 표면 처리부는 상기 충전 물질이 상기 상단면에 부착되는 일 없이 상기 함몰부가 상기 충전 물질로 충전되게 하는, 상기 충전 물질을 증착하는 단계;

상기 상단면으로부터 상기 표면 처리부를 제거하는 단계; 및

스핀-온 증착에 의해 상기 상단면 및 상기 충전 물질의 상단면 상에 증착되는 평탄화 막을 상기 기관 상에 증착하는 단계

를 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 함몰부는 상기 기관의 상기 비평면 지형의 상기 구조체에 의해 확정되는 트렌치 또는 구멍 중 적어도 하나를 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 스핀-온 증착에 의해 상기 기관 상에 상기 충전 물질을 증착하는 단계는, 상기 에칭 후에 상기 함몰부에 남아있는 상기 하드마스크 상에 상기 충전 물질을 증착하는 것을 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 표면 처리부를 적용하는 단계는 상기 기관의 상기 상단면 상에 자기-조립 단분자층을 증착하는 것을 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 17

기관을 처리하기 위한 방법으로서,

상승된 구역 및 함몰된 구역을 포함하는 비평면 지형을 가진 기관을 수용하는 단계;

상기 기관 상에 하드마스크를 증착하는 단계;

상기 하드마스크를 에칭하여, 상기 상승된 구역의 상단면 위에서 그리고 상기 함몰된 구역의 표면으로부터 상기 하드마스크를 제거하는 단계로서, 상기 함몰된 구역의 표면은 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 상기 하드마스크의 일부분은 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제1 부분 상에 남아있는, 상기 하드마스크를 제거하는 단계;

탈습윤 표면 조건을 충전 물질에 제공하는 표면 처리부를 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제1 부분 상에 남아있는 상기 하드마스크에 적용하는 일 없이, 상기 상승된 구역의 상기 상단면 및 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제2 부분에 상기 표면 처리부를 적용하는 단계;

상기 충전 물질이 상기 표면 처리부에 부착되는 일 없이 상기 상승된 구역과 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제2 부분에 적용된 상기 표면 처리부 사이의 상기 함몰된 구역을 충전하도록 스핀-온 증착에 의해 상기 기관 상에 상기 충전 물질을 증착하는 단계;

상기 표면 처리부를 제거하는 단계; 및

상기 상승된 구역의 상기 상단면 상에 그리고 상기 충전 물질의 상단면 상에 증착되는 평탄화 막을 스핀-온 증착에 의해 상기 기관 상에 증착하는 단계

를 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 하드마스크는 스핀-온 탄소 하드마스크인, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 스핀-온 증착에 의해 상기 기관 상에 상기 충전 물질을 증착하는 단계는, 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제1 부분 상에 남아있는 상기 하드마스크의 상기 일부분 상에 상기 충전 물질을 증착하는 것을 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 21

제17항에 있어서, 상기 상승된 구역의 상기 상단면 및 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제2 부분에 상기 표면 처리부를 적용하는 단계는, 상기 탈습윤 표면 조건을 상기 충전 물질에 제공하는 자기-조립 단분자층을 상

기 상승된 구역의 상기 상단면 상에 그리고 상기 함몰된 구역의 상기 표면의 상기 제2 부분 상에 증착하는 것을 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은 미국 가출원 제62/860,359호(출원일: 2019년 6월 12)의 이득을 주장하고, 상기 기초출원은 참조에 의해 인용된다.

배경 기술

[0003] 본 개시내용은 일반적으로 미세 가공, 그리고 특정한 실시형태에서, 반도체 디바이스의 평탄화에 관한 것이다.

[0004] 미세 가공은 웨이퍼로부터 물질을 증착, 패터닝, 수정, 제거하는 다양한 단계를 포함한다. 집적 회로를 구축하기 위한 처리는 패터닝된 지형 상에 증착된 다수의 막 코팅을 수반하지만 평면의 상단면을 제공하는 것을 목표로 한다. 패터닝된 지형을 가진 표면 상에 막을 증착하는 것은 후속 공정에 도움이 된다. 예를 들어, 포토레지스트층에서 포토리소그래피 패턴을 노출시키는 것은 평면의 포토레지스트층 또는 평면의 하부층, 예컨대, 반사 방지 코팅(anti-reflective coating: ARC)에 노출될 때 더 성공적이다.

발명의 내용

[0005] 특정한 실시형태에서, 기관을 처리하기 위한 방법은 함몰부를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형을 가진 기관을 수용하는 단계를 포함한다. 방법은 기관의 구조체의 상단면 아래에 위치된 표면 상에 자기-조립 단분자층(self-assembled monolayer: SAM)을 증착하는 일 없이, 기관의 구조체의 상단면 상에 SAM을 증착하는 단계를 더 포함한다. SAM은 탈습윤 표면 조건을 특정한 충전 물질에 제공한다. 방법은 특정한 충전 물질이 SAM에 부착되는 일 없이 함몰부를 충전하도록 스핀-온 증착에 의해 기관 상에 특정한 충전 물질을 증착하는 단계를 더 포함한다. 방법은 SAM을 제거하는 단계 및 스핀-온 증착에 의해 기관 상에 평탄화 막을 증착하는 단계를 더 포함한다. 평탄화 막은 구조체의 상단면 상에 그리고 함몰부를 충전하는 특정한 충전 물질의 상단면 상에 증착된다.

도면의 간단한 설명

[0006] 본 개시내용과 이의 이점을 더 완전하게 이해하기 위해, 이제 첨부 도면과 함께 취해진 다음 설명을 참조한다:

도 1a 및 도 1b는 불완전한 평탄화가 발생하는 반도체 디바이스 상에 평탄화 막을 증착하는 예시적인 과정의 단면도를 예시한다;

도 2a 및 도 2b는 불완전한 평탄화가 발생하는 반도체 디바이스 상에 평탄화 막을 증착하는 예시적인 과정의 단면도를 예시한다;

도 3a 내지 도 3e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스의 단면도를 예시한다;

도 4a 내지 도 4e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스의 단면도를 예시한다;

도 5a 내지 도 5e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스의 단면도를 예시한다;

도 6a 및 도 6b는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 예시적인 자기-조립 단분자층의 예시적인 상세사항을 예시한다;

도 7은 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법을 예시한다;

도 8은 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법을 예시한다; 그리고

도 9는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 비평면 표면은 반도체 제조 공정의 후속 단계에서 수율 문제를 유발할 수 있다. 단 하나의 예로서, 리소그래피 이미징은 일반적으로 제조 동안 반도체 디바이스의 표면을 패터닝하는 공정의 일부로 사용된다. 리소그래피는 하부층에서 원하는 패턴을 생성하기 위해 사용되고, 포토리소그래피, 전자 빔 리소그래피, 극자외선 리소그래피 및 다른 유형의 리소그래피를 포함할 수 있다. 그러나, 레지스트 이미지가 비평면 층(예를 들어, 비평면 층의 아래에 있는 층의 다양한 지형에 기인하여 잠재적으로 비평면)의 상단부에 있을 때, 레지스트가 증착되는 표면의 기복 때문에 패턴은 레지스트 이미지의 두께의 변동에 기인하여 현상 후 뒤틀릴 수 있다. 이러한 뒤틀림은 임계 치수 및 제조의 다른 양상에 영향을 줄 수 있다.
- [0008] 막이 다양한 지형을 가진 표면 위에 증착될 때 평탄화 막을 달성하여, 다양한 지형 자체를 가진 막을 발생시키는 것은 어렵다. 반도체 디바이스가 줄어들면서, 평탄화는 적어도 부분적으로는 제조를 겪는 웨이퍼의 더 작은 영역 내 수반되는 증가된 지형 변동에 기인하여 훨씬 더 어려워졌다. 예를 들어, 기술 노드를 5nm 노드 이상까지 감소시키면 평탄화 문제가 계속 악화된다. 게다가, 스핀-온-탄소, 스핀-온-유전체, 금속 산화물, 하단 반사 방지 코팅의 장거리 평탄화(예를 들어, 5 μ m 초과 영역에 걸친 평탄화)는 다양한 지형에 걸쳐 불완전한 평탄화를 빈번하게 겪고, 허용 가능한 수준을 초과하는 막 두께 바이어스를 발생시킨다.
- [0009] 지형을 평탄화하는 하나의 종래의 기법은 화학 기계 연마(chemical-mechanical polishing: CMP)를 사용하는 것이다. CMP가 미세 가공의 일부 단계에서 유용할 수 있지만, 다른 단계에서, CMP는 강한 성질 또는 상대적으로 높은 비용으로 인해 특정한 문제를 제기할 수 있다.
- [0010] 스핀-온 코팅으로서 또한 알려진 스핀-온 증착에 의한 평탄화는 미세 가공의 일부 단계에서 바람직할 수 있다. 그러나, 스핀-온 코팅에 의한 평탄화는 특히 특정한 적용에서 매우 어려울 수 있다. 지형 위에 증착된 스핀-온 막에 대한 막 두께의 편차는 막의 평탄화를 제어하는 작동을 필요하게 만드는 적절한 사양을 넘은 하류 처리를 종종 유도한다.
- [0011] 막 두께 높이의 편차로 인해 오류가 발생하는 단위 작동은 예를 들어, 반사율, 리소그래피 초점 제어, 에칭 깊이 및 후속 증착 공정으로 인한 리소그래피 임계 치수 변화를 포함한다. 부가적으로, 패턴 반전 및 스페이서 공정 후 물질 발굴과 같은 새로운 3차원 적용과 공정은 지형에 걸친 엄격한 수준의 막 두께 제어를 요구할 수 있다.
- [0012] 따라서, 적절한 경우에, 반도체 제조 공정은 종종 반도체 제조 공정의 하나 이상의 단계에서 반도체의 하나 이상의 표면을 원하는 범위로 또는 가능한 한 많이 평탄화하도록 설계된 단계를 포함한다.
- [0013] 본 개시내용의 실시형태는 다양한 지형을 가진 기판 위에 증착된 막을 평탄화하기 위한 개선된 기법을 제공한다. 본 개시내용의 실시형태는 다양한 지형(함몰부를 획정하는 구조체를 포함함)을 가진 기판의 선택된 표면에 표면 처리부(예를 들어, 자기-조립 단분자층)를 적용하는 것을 포함한다. 예를 들어, 표면 처리부는 함몰부 내 기판의 표면이 아닌 기판의 상단면에 적용될 수 있다. 표면 처리부는 특정한 충전 물질이 표면 처리부를 포함하는 기판의 선택된 표면(예를 들어, 기판의 상단면) 상에 형성될 가능성이 적고(또는 형성되지 않고) 표면 처리부가 적용되지 않은 기판의 다른 표면(예를 들어, 함몰부 내 표면)으로 향하고 이것 위에 증착되는 표면 조건을 생성한다. 예로서, 표면 처리부는 특정한 충전 물질에 비해 "습윤"되는, 함몰부로 특정한 충전 물질을 향하게 하기 위해 기판의 상단면 상에 탈습윤 표면 조건을 생성하는 것으로서 설명될 수 있다.
- [0014] 이어서 특정한 충전 물질이 증착되고 기판 내 함몰부를 충전하여, 평탄화 막의 후속 증착 전에 함몰부를 "사전 충전"한다. 특정한 충전 물질은 함몰부 내 증착된 특정한 충전 물질 및 기판의 상단면이 실질적으로 평면의 표면을 제공하도록 증착될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부 및 임의의 다른 적합한 층(예를 들어, 하드마스크)을 제거한 후에, 평탄화 막은 함몰부에 특정한 충전 물질을 증착하는 것으로부터 발생하는 기판의 실질적으로 평면의 표면 상에 증착되고(예를 들어, 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된 유기막), 이는 종래의 기법을 사용하여 증착된 막에 비해 개선된 평탄화를 갖는다.
- [0015] 본 개시내용의 실시형태는 표면 선택적인 단분자층의 사용을 포함하는 스핀-온 평탄화 방법을 포함한다. 스핀-온 표면 선택적인 단분자층은 표면 선택적인 단분자층이 적용되지 않은 표면에 대해 막 탈습윤을 제어하는 능력 및 타당한 처리 시간을 가질 수 있다. 본 개시내용의 실시형태는 스핀-온 막을 주어진 기판 지형의 함몰부, 예컨대, 트렌치 영역으로 가이드하기 위해 하드마스크 표면에 표면 선택적인 단분자층(들)을 부착하는 것을 포함한다. 처음의 스핀-온 막은 기판의 상단면까지 지형을 충전할 수 있다. 이어서 제2 스핀-온 막은 기판의 평탄화를 완성하기 위해 증착된다. 다수의 상이한 물질이 본 개시내용의 실시형태에서 사용될 수 있다. 이러한 기법은

스핀-온 증착에 의한 평탄화를 개선시킬 수 있고 처리 비용을 감소시킬 수 있고 수율을 증가시킬 수 있다.

- [0016] 도 1a 및 도 1b는 불완전한 평탄화가 발생하는 반도체 디바이스(100) 상에 평탄화 막을 증착하는 예시적인 과정의 단면도를 예시한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 반도체 디바이스(100)는 미세 가공을 겪는 더 큰 디바이스의 기관(예를 들어, 웨이퍼 또는 반도체 웨이퍼)의 일부일 수 있는 기관(102)을 포함한다.
- [0017] 기관(102)은 함몰부(106)를 획정하는 구조체(104)를 포함하는 비평면 지형을 갖는다. 특정한 수의 구조체(104) 및 함몰부(106)가 예시되지만, 본 개시내용은 임의의 적합한 수의 구조체(104) 및 함몰부(106)를 포함하는 기관(102)과 비슷한 기관을 고려한다. 본 개시내용 전반에 걸쳐, 기관의 구조체(예를 들어, 구조체(104) 및 다른 도면을 참조하여 아래에서 설명되는 구조체)는 또한 상승된 구역으로서 지칭될 수 있다. 본 개시내용이 주로 "함몰부"를 설명하지만, 본 개시내용의 실시형태를 사용하여, ("함몰부"를 고려하든 고려 안하든) 라인, 구멍, 개방된 영역, 트렌치, 비아 및/또는 다른 적합한 구조체를 포함하는, 다른 적합한 특징부가 반도체 층에 형성될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 함몰부(예를 들어, 함몰부(106) 또는 본 개시내용의 다른 함몰부)는 예를 들어, 하부층 상에 구조체(예를 들어, 구조체(104) 또는 본 개시내용의 다른 구조체)를 구축함으로써 그리고/또는 하나 이상의 층으로부터 물질을 에칭함으로써 형성될 수 있다.
- [0018] 기관(102)은 기관(102)의 구조체(104)의 상단면(108)으로서 또한 지칭될 수 있는 상단면(108)을 포함할 수 있다. 함몰부(106)는 표면(110), 예컨대, 측벽 표면(110a) 및 하단면(110b)을 포함할 수 있다. 함몰부(106)의 표면(110)은 기관(102)의 구조체(104)의 상단면(108) 아래에 위치되는 것으로 간주될 수 있다.
- [0019] 기관(102)의 구조체(104)를 포함하는 기관(102)은 임의의 적합한 물질, 예컨대, 유기 하드마스크, 산화물, 질화물, 유전체, 배리어 물질 또는 전도성 물질일 수 있다. 특정한 예에서, 기관(102)은 이산화규소를 포함한다.
- [0020] 도 1b는 평탄화 막(112)이 기관(102) 상에 증착된 후 반도체 디바이스(100)의 단면도를 예시한다. 하나의 예에서, 평탄화 막(112)이 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착되지만; 본 개시내용은 평탄화 막(112)이 임의의 적합한 방식으로 증착되는 것을 고려한다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(112)이 유기 물질, 예컨대, 스핀-온 탄소 포함하지만; 본 개시내용은 평탄화 막(112)이 임의의 적합한 물질을 포함하는 것을 고려한다.
- [0021] 스핀-온 평탄화를 사용하여, 특정한 물질(예를 들어, 평탄화 막(112)의 물질)이 기관(예를 들어, 기관(102)) 상에 증착된다. 이어서 기관이 비교적 고속으로 회전되어(가능하게는 비교적 저속으로 이미 회전되지 않는다면) 원심력은 증착된 물질로 하여금 기관의 에지를 향하여 이동하게 하여, 기관을 코팅한다. 과도한 물질은 일반적으로 기관에서 떨어져 나간다.
- [0022] 주어진 토폴로지 또는 양각 패턴(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 좌측에서, 제1 4개의 함몰부(106))이 뺄뺄이 배열된 구조체의 구역을 가질 때, 이 밀도는 증착 물질을 상향으로 밀어낼 수 있고 얼마나 많은 물질이 함몰부로 갈 수 있는지의 질량 분율을 조작할 수 있다. 성기게 배열되거나 또는 밀집된 특징부(예를 들어, 인근에 다른 특징부 없이 외떨어진 라인이 있는 경우)(예를 들어, 도 1a 및 도 1b에서 최우측 함몰부(106))의 구역에서, 증착된 물질이 이 더 큰 포켓에 정착할 수 있어서 최종의 증착된 z-높이가 퍼센트 개방 구역과 함께 추적될 것이다. 이 문제가 다양한 크기의 기술 노드에서 존재할 수 있지만, 이 문제는 기술 노드가 계속해서 줄어들며 따라 악화될 수 있고, 함몰부(106)의 폭이 훨씬 더 작아지고 특징부가 더 뺄뺄이 패킹되어, 훨씬 더 뺄뺄한 공간에 증가된 지형 변동을 생성한다.
- [0023] 도 1b는 기관(102)의 지형의 영역에 걸친 막 z-높이 변동과 함께, 평탄화 막(112)의 스핀-온 증착의 예시적인 결과를 예시한다. 예를 들어, 평탄화 막(112)의 상단면(114)은 비평면이다. 도 1b에 도시된 바와 같은 평탄화 막(112)의 변화된 지형이 단지 예이고, 지형의 실제 변화가 증착으로부터 증착으로 변경될 수 있고, 심지어 기관이 기관(102)의 지형과 유사한 지형을 갖는다는 것이 이해되어야 한다.
- [0024] 도 2a 및 도 2b는 불완전한 평탄화가 발생하는 반도체 디바이스(200) 상에 평탄화 막을 증착하는 예시적인 과정의 단면도를 예시한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 반도체 디바이스(200)는 미세 가공을 겪는 더 큰 디바이스의 기관(예를 들어, 웨이퍼 또는 반도체 웨이퍼)의 일부일 수 있는 기관(202)을 포함한다.
- [0025] 기관(202)은 함몰부(206)를 획정하는 구조체(204)를 포함하는 비평면 지형을 갖는다. 특정한 수의 구조체(204) 및 함몰부(206)가 예시되지만, 본 개시내용은 임의의 적합한 수의 구조체(204) 및 함몰부(206)를 포함하는 기관(202)과 비슷한 기관을 고려한다. 본 개시내용 전반에 걸쳐, 구조체(204)는 또한 상승된 구역으로서 지칭될 수 있다.
- [0026] 기관(202)의 구조체(204) 및 함몰부(206)는 3차원 특징부(예를 들어, 3차원 트렌치)로 간주될 수 있는 것을 형

성한다. 최소 처리 단계로 이러한 구조체를 동시에 충전하고 평탄화하는 것은 어려울 수 있다. 이러한 구조체는 적용에 따라 달라지지만 가능하게는 대략 마이크로 너비 또는 깊이로 고려 가능한 크기 변동을 가질 수 있다.

- [0027] 기판(202)은 기판(202)의 구조체(204)의 상단면(208)으로서 또한 지칭될 수 있는 상단면(208)을 포함할 수 있다. 함몰부(206)는 표면(210), 예컨대, 측벽 표면(210a) 및 하단면(210b)을 포함할 수 있다. 예시된 예에서, 측벽 표면(210a)은 함몰부(206)의 하단부로부터 함몰부(206)의 상단부로 이동되면서 함몰부(106)의 폭을 점진적으로 증가시키는, 함몰부(206)의 단차형 측벽을 생성한다. 함몰부(206)의 표면(210)은 기판(202)의 구조체(204)의 상단면(208) 아래에 위치되는 것으로 간주될 수 있다.
- [0028] 기판(202)의 구조체(204)를 포함하는 기판(202)은 기판(102)과 유사한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0029] 도 2b는 평탄화 막(212)이 기판(202) 상에 증착된 후 반도체 디바이스(200)의 단면도를 예시한다. 하나의 예에서, 평탄화 막(212)이 도 1a 및 도 1b를 참조하여 위에서 설명된 스핀-온 공정과 유사한 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착되지만; 본 개시내용은 평탄화 막(212)이 임의의 적합한 방식으로 증착되는 것을 고려한다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(212)이 유기 물질, 예컨대, 스핀-온 탄소를 포함하지만; 본 개시내용은 평탄화 막(212)이 임의의 적합한 물질을 포함하는 것을 고려한다.
- [0030] 도 2b는 지형의 영역에 걸친 막 z-높이 변동과 함께 스핀-온 증착 코팅의 예시적인 결과를 예시한다. 예를 들어, 평탄화 막(212)의 상단면(214)은 비평면이다. 도 2b에 도시된 바와 같은 평탄화 막(212)의 변화된 지형이 단지 예이고, 지형의 실제 변화가 증착으로부터 증착으로 변경될 수 있고, 심지어 기판이 기판(202)의 지형과 유사한 지형을 갖는다는 것이 이해되어야 한다. 이 문제가 다양한 크기의 기술 노드에서 존재할 수 있지만, 이 문제는 노드가 10nm 노드 크기 미만으로(예를 들어, 현재 가능하게는 5nm 노드 크기까지) 계속해서 줄어들며 따라 악화될 수 있고, 함몰부(106)의 폭이 훨씬 더 작아지고 특징부가 더 뾰뾰이 패킹되어, 훨씬 더 뾰뾰한 공간에 증가된 지형 변동을 생성한다.
- [0031] 도 1a 및 도 1b와 도 2a 및 도 2b에서 알 수 있는 바와 같이, 단지 다양한 지형을 가진 기판 상에 평탄화 막을 증착하는 것은 불완전한 평탄화를 가진 막을 초래할 수 있고, 이는 제조 공정의 후속 단계에 부정적으로 영향을 줄 수 있다.
- [0032] 도 3a 내지 도 3e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스(300)의 단면도를 예시한다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 도 3a 내지 도 3e의 예시적인 과정은 반도체 디바이스(300)의 기판의 선택된 표면에 표면 처리부를 적용하는 것 및 다수의 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하는 것을 포함한다.
- [0033] 도 3a에 도시된 바와 같은, 반도체 디바이스(300)는 도 1a의 반도체 디바이스(100)와 대체로 유사하고 미세 가공을 겪는 더 큰 디바이스의 기판(예를 들어, 웨이퍼 또는 반도체 웨이퍼)의 일부일 수 있는 기판(302)을 포함한다. 기판(302), 구조체(304), 함몰부(306), 상단면(308), 표면(310)은 기판(202), 구조체(204), 함몰부(206), 상단면(208) 및 표면(210)과 대체로 유사하고, 이의 설명은 반복되는 일 없이 참조에 의해 인용된다.
- [0034] 도 3b 및 도 3c는 표면 처리부가 기판(302)의 선택된 표면에 적용되고 기판(302)의 함몰부(306)가 충전 물질로 (부분적으로 또는 완전히) 충전되는, 기판(302) 상에 평탄화 막을 증착하는 과정의 단계를 예시한다. 즉, (도 1a 및 도 1b의 기판(102)에 대한 경우와 같이) 기판(302) 상에 평탄화 막을 증착하는 것을 진행하는 대신에, 표면 처리부가 먼저 기판(302)의 선택된 표면에 적용되고, 기판(302)의 함몰부(306)가 충전 물질로 (부분적으로 또는 완전히) 충전되어 도 3a 및 도 3b에 예시된 지형보다 더 평면인 하부 지형을 제공한다.
- [0035] 예시된 예에서, 도 3b에 도시된 바와 같이, 표면 조건(316)이 기판(302)의 상단면(308)에 존재하고, 표면 조건(318)이 함몰부(306)의 표면(310)에 존재한다.
- [0036] 표면 조건(316)을 가진 표면(예시된 예에서 기판(302)의 상단면(308))은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 3c에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(316)을 가진 표면으로부터 멀리 격퇴시키거나 또는 다른 방식으로 향하게 하는 경향이 있다. 표면 조건(316)은 또한 탈습윤 상태 또는 탈습윤 표면 조건으로서 지칭될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 표면 조건(316)은 특정한 충전 물질을 표면 조건(316)을 가진 표면으로부터 멀리 향하게 하는 높은 소수성 메커니즘을 제공한다. 탈습윤 상태에서, 표면 접촉각은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 3c에서 증착될 충전 물질을 위한 최적의 용질/용매 탈습윤을 위해 매칭될 수 있다.
- [0037] 표면 조건(318)을 가진 표면(예시된 예에서 함몰부(306)의 표면(310))은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 3c에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(318)을 가진 표면에 결합하거나 또는 심지어 끌어당기게 하는 경향이 있

다. 표면 조건(318)은 또한 습윤 상태로서 지칭될 수 있다. 습윤 상태에서, 표면 접촉각은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 3c에서 증착될 충전 물질을 위한 최적의 용질/용매 습윤성을 위해 매칭될 수 있다.

- [0038] 표면 조건(316)과 표면 조건(318) 중 하나 또는 둘 다는 이 조건이 존재하는 기관(302)의 표면(들)에 표면 처리부를 적용함으로써 생성될 수 있다. 기관(302)의 표면의 표면 조건이 표면의 표면 에너지로서 지칭될 수 있어서, 표면의 표면 조건을 변화시키는 것은 표면의 표면 에너지를 변화시킨다.
- [0039] 예를 들어, 표면 조건(316)을 기관(302)의 선택된 표면(예를 들어, 상단면(308))에 제공하기 위해, 표면 처리부는 표면 조건(316)을 갖기 위해 타깃된 기관(302)의 표면에 적용될 수 있다. 표면 처리부가 특정한 충전 물질(도 3c에서 증착될 충전 물질)에 대한 탈습윤 표면 조건을 생성하고 기관(302)의 상단면(308) 상에 증착되어 충전 물질을 표면 처리부가 적용된 표면(기관(302)의 상단면(308))으로부터 멀리 향하게 할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 기관(302)의 상단면(308)에 표면 처리부를 적용하는 것은 기관(302)의 상단면(308) 상에 자기-조립 단분자층(SAM)을 증착하는 것을 포함한다. SAM은 아래에서 더 상세히 설명된다.
- [0040] 또 다른 예로서, 표면 조건(318)을 기관(302)의 선택된 표면(예를 들어, 표면(310))에 제공하기 위해, 선택된 표면의 표면 조건에 대한 변화는 적절할 수 있거나 또는 적절하지 않을 수 있다. 특정한 실시형태에서, 선택된 표면(예를 들어, 함몰부(306)의 표면(310))의 물질은 특정한 충전 물질(도 3c에서 증착될 충전 물질)에 비해 습윤 가능한 것으로 선택될 수 있거나 또는 선택된 표면(예를 들어, 함몰부(306)의 표면(310))의 물질이 기관(302)의 표면의 부가적인 처리 없이 이 특정한 충전 물질에 비해 습윤 가능하기 때문에 특정한 충전 물질(도 3c에서 증착될 충전 물질)이 선택될 수 있다. 그러나, 특정한 실시형태에서, 충전 물질의 증착이 목표되는 기관(302)의 표면은 이 표면에서의 충전 물질의 증착을 용이하게 하기 위해 처리될 수 있다.
- [0041] 도 3c에 도시된 바와 같이, 충전 물질(320)은 함몰부(306)의 표면(310)에 걸쳐 함몰부(306)에 증착되고, 표면은 표면 조건(318)을 갖는다. 충전 물질(320)이 증착될 때, 기관(302)의 상단면(308)의 표면 조건(316)이 충전 물질(320)을 함몰부(306)로 그리고 상단면(308)으로부터 멀리 향하게 하여 표면 조건(316)을 가진 표면(상단면(308))에 부착되는 일 없이 함몰부(306)를 충전 물질(320)로 충전한다. 특정한 실시형태에서, 기관(302)의 선택된 표면(예를 들어, 기관(302))의 상단면(308))의 표면 조건(316)과 기관(302)의 다른 표면(예를 들어, 기관(302))의 함몰부(306) 내 표면(310))의 표면 조건(318)의 조합은 기관(302)의 선택된 표면(예를 들어, 상단면(308)) 상에 충전 물질(320)을 증착하는 일 없이, 함몰부(306) 내 충전 물질(320)의 증착을 촉진한다.
- [0042] 본 개시내용 전반에 걸쳐, 함몰부 또는 함몰부들(예를 들어, 함몰부(306) 또는 아래의 다른 도면을 참조하여 설명된 다른 함몰부)을 충전하는 충전 물질(예를 들어, 충전 물질(320) 및 아래의 다른 도면을 참조하여 설명된 다른 충전 물질)을 참조한다. 본 개시내용은 충전 물질이 함몰부를 부분적으로 충전하고, 정확하게는 오버플로우 또는 언더플로우 없이 함몰부를 충전하거나 또는 함몰부를 과충전하는 것을 고려한다.
- [0043] 충전 물질(320)은 임의의 적합한 물질을 포함할 수 있고 특정한 용질/용매 조합을 사용하여 증착될 수 있다. 단 몇개의 예로서, 충전 물질(320)은 포토레지스트, 규소-함유 반사 방지 코팅, 스핀-온 유기 탄소 또는 스핀-온 유전체일 수 있다. 포토레지스트의 경우에, 포토레지스트는 폴리머 백본, 용매, 광산 발생제(photo acid generator: PAG) 및 염기 켄처를 포함하지만 이들로 제한되지 않는 수개의 성분을 포함할 수 있다. 예시적인 염기 폴리머는 노볼락 수지(Novolac Resin), 폴리 메틸 메타크릴레이트, 및 폴리(스티렌)-B-폴리(4-하이드록시스티렌)를 포함할 수 있다.
- [0044] 스핀-온 탄소 또는 유기 물질은 광반사, 평탄화 및/또는 에칭 저항을 최적화하기 위해 패터닝 공정에서 사용될 수 있다. 일반적인 화학식은 종종 고도로 방향족(aromatic: AR)이고 가교 성분을 함유한다. 폴리스티렌은 방향족인, 높은 탄소 함량의 스핀-온 폴리머의 예이다. 스핀-온 유전체의 예에서, 스핀-온 유전체는 기능성, 규소-함유, 무기 폴리머 물질일 수 있다. 특정한 예시적인 스핀-온 유전체는 폴리실라잔이다. 특정한 실시형태에서, 충전 물질(320)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된다. 단 하나의 예로서, 충전 물질(320)은 스핀-온 탄소와 같은, 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착되는 유기 물질일 수 있다.
- [0045] 도 3c에 도시된 바와 같이, 충전 물질(320)의 증착 후, 충전 물질(320)이 함몰부(306)를 상당히 충전할 수 있어서 기관(302)의 상단면(308)과 충전 물질(320)의 상단면(322)이 평탄화 막의 후속 증착을 위해 실질적으로 평면의 표면을 집합적으로 제공한다. 기관(302)의 상단면(308)에 대해 표면 조건(316)(예를 들어, 탈습윤 표면 조건)을 생성하는 표면 처리부(예를 들어, 증착된 SAM)는 기관(302)의 상단면(308) 상에 충전 물질(320)을 증착하는 일 없이 충전 물질(320)을 함몰부(306)로 향하게 한다. 충전 물질(320)을 함몰부(306)로 향하게 하는 것은 충전 물질(320)로 하여금 기관(302)에 존재하는 지형의 변동(예를 들어, 도 3a 및 도 3b에 도시된 지형의 변

동)의 적어도 일부를 감소시키고 잠재적으로 제거하게 한다. 합물부(306) 내 증착된 충전 물질(320)은 도 3a 및 도 3b에 도시된 기판(302)의 다양한 지형 상에 평탄화 막을 증착하는 대신에 후속 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하기 위해 개선된(그리고 잠재적으로 대체로 평평한) 표면을 제공한다.

[0046] 도 3d에 도시된 바와 같이, 기판(302)의 상단면(308)과 충전 물질(320)의 상단면(322) 둘 다는 표면 조건(318)을 갖는다. 특정한 실시형태에서, 상단면(308)과 상단면(322) 둘 다가 표면 조건(318)(예를 들어, 증착될 평탄화 막에 대한 습윤 조건)을 갖는 것을 달성하기 위해, 도 3b에서 기판(302)의 선택된 표면(기판(302)의 상단면(308))에 적용되는 표면 처리부가 제거된다. 임의의 적합한 공정은 기판(302)의 선택된 표면으로부터 표면 처리부를 제거하기 위해 사용될 수 있다.

[0047] 도 3e에 도시된 바와 같이, 평탄화 막(324)이 기판(302) 상에 증착된다. 평탄화 막(324)은 임의의 적합한 물질을 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(324)의 물질이 충전 물질(320)의 물질과 동일한 물질이지만; 본 개시내용은 충전 물질(320)과 평탄화 막(324)이 상이한 물질을 포함하는 것을 고려한다. 충전 물질(320)이 도 3a에 도시된 기판(302)의 다양한 지형에 대해 증착된 후(예를 들어, 도 3c에 도시된 바와 같음) 기판(302)의 개선된 평면도에 적어도 부분적으로 기인하여, 평탄화 막(324)의 상단면(326)이 개선된 평면도를 갖는다. 예를 들어, 평탄화 막(324)의 상단면(326)은 도 1b의 평탄화 막(112)의 상단면(114)에 비해 개선된 평면도를 갖는다.

[0048] 평탄화 막(324)은 임의의 적합한 방식으로 증착될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(324)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된다. 예를 들어, 평탄화 막(324)은 유기 물질을 포함할 수 있다. 특정한 예로서, 평탄화 막(324)은 스핀-온 탄소일 수 있다. 평탄화 막(324)은 특정한 구현예를 위해 적절한 목표하는 두께로 증착될 수 있다.

[0049] 개선된 평면의 특성을 가진 평탄화 막(324)의 증착 후에, 반도체 디바이스(300)의 추가적인 특징부는 평탄화 막(324) 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막(324)의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 후속하여 패터닝된 특징부는 개선된 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 나타낸다.

[0050] 도 4a 내지 도 4e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스(400)의 단면도를 예시한다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 도 4a 내지 도 4e의 예시적인 과정은 반도체 디바이스(400)의 기판의 선택된 표면에 표면 처리부를 적용하는 것 및 다수의 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하는 것을 포함한다.

[0051] 도 4a에 예시된 바와 같은, 반도체 디바이스(400)는 도 3a에 예시된 바와 같은, 반도체 디바이스(300)와 유사하고 대체로 유사하지만; 반도체 디바이스(400)는 하드마스크(409)를 포함한다. 반도체 디바이스(400)는 기판(302)과 유사한 기판(402)을 포함하고 유사한 구조체와 물질을 포함할 수 있고, 이의 설명은 반복되지 않는다. 기판(402), 구조체(404), 합물부(406), 상단면(408), 표면(410)은 기판(302), 구조체(304), 합물부(306), 상단면(308) 및 표면(310)과 대체로 유사하고, 이의 설명은 반복되는 일 없이 참조에 의해 인용된다.

[0052] 반도체 디바이스(400)는 임의의 적합한 물질을 포함할 수 있는 하드마스크(409)를 포함하고, 합물부(406)를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예로서, 하드마스크(409)는 레지스트층, 스핀-온 탄소층, 비정질 탄소층(스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착되든 증착되지 않든), 질화규소층, 이산화규소층, 금속-함유 층 또는 임의의 다른 적합한 유형의 하드마스크를 포함할 수 있다. 하드마스크로서 설명되지만, 하드마스크(409)는 임의의 적합한 유형의 증착된 막, 예컨대, 레지스트층일 수 있다.

[0053] 특정한 실시형태에서, 하드마스크(409)는 하부층(예를 들어, 기판(402)의 하부 부분)에 비해 예를 들어, 2nm 내지 20nm와 같이, 비교적 얇다. 하드마스크(409)는 상단면(411)을 갖는다. 합물부(406)의 형성에 후속하여 그리고 도 4a에 도시된 바와 같이, 하드마스크(409)는 기판(402)의 상단면(408)으로서 또한 지칭될 수 있는, 기판(402)의 구조체(404)의 상단면(408)에 위치될 수 있다. 도 4에 별개의 층으로서 도시되지만, 하드마스크(409)가 기판(402)의 상단면(408) 상에 형성된 별개의 층일 수 있거나 또는 기판(402)에 포함될 수 있어서, 도 3a 내지 도 3e의 기판(302)이 상단층으로서 하드마스크를 포함할 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 목적을 위해, 하드마스크(409)의 상단면(411)은 또한 기판(402)의 상단면으로 간주될 수 있다.

[0054] 도 4b 및 도 4c는 표면 처리부가 기판(402)의 선택된 표면에 적용되고 기판(402)의 합물부(406)가 충전 물질로(부분적으로 또는 완전히) 충전되는, 기판(402) 상에 평탄화 막을 증착하는 과정의 단계를 예시한다. 즉, (도 1a 및 도 1b의 기판(102)에 대한 경우와 같이) 기판(402) 상에 평탄화 막을 증착하는 것을 진행하는 대신에, 표

면 처리부가 먼저 기관(402)의 선택된 표면에 적용되고, 기관(402)의 함몰부(406)가 충전 물질로 (부분적으로 또는 완전히) 충전되어 도 4a 및 도 4b에 예시된 지형보다 더 평면인 하부 지형을 제공한다.

[0055] 도 4b의 예시된 예에서, 표면 처리부(416)는 하드마스크(409)의 상단면(411)(기관(402)의 상단면으로 또한 간주될 수 있음)에 적용되고, 표면 처리부(416)는 기관(402)의 함몰부(406)의 표면(410)에 적용되지 않는다. 표면 처리부(416)는, 표면 조건(316)을 가진 표면(예를 들어, 예시된 예에서 하드마스크(409)의 상단면(411))이 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 4c에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(316)을 가진 표면으로부터 멀리 격퇴시키게 하는 경향이 있는 표면 조건(316)을 생성한다.

[0056] 기관(402)의 함몰부(406) 내 표면(410)은, 표면 조건(318)을 가진 표면이 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 4c에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(318)을 가진 표면에 결합하거나 또는 심지어 끌어당기게 하는 경향이 있는 표면 조건(318)과 유사한 표면 조건을 가질 수 있다.

[0057] 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(416)는 SAM이 증착되는 표면에 대한 표면 조건(316)을 생성하기 위해 증착된 SAM이다. 예를 들어, 표면 조건(316)(도 4c에서 증착될 충전 물질에 대한 탈습윤 상태)을 기관(402)의 선택된 표면(예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411))에 제공하기 위해, 표면 처리부(416)는 충전 물질을 표면 처리부(416)가 적용된 표면으로부터 멀리 향하게 하기 위한 표면 조건(316)을 갖도록 타깃된 기관(402)의 표면에 적용될 수 있다.

[0058] 특정한 실시형태에서, 하드마스크(409)의 상단면(411)에 표면 처리부(416)를 적용하는 것은 하드마스크(409)의 상단면(411) 상에 SAM을 증착하는 것을 포함한다. 특정한 예로서, SAM은 액상 자기-조립 단분자층일 수 있다. 단분자층으로서 설명되지만, 당업자라면 표면 처리부(416)의 완전한 커버리지가 달성될 수 있거나 또는 달성될 수 없고 본 개시내용의 양상이 여전히 달성될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 즉, 용질/용매 탈습윤이 완전한 단분자층 정렬 없이 발생할 수 있기 때문에, SAM(또는 다른 적합한 표면 처리부)의 완벽한 정렬이 필요하지 않다. 주어진 표면-선택적인 단분자층은 스핀 온된 물질의 탈습윤을 유발하도록 설계된 말단 분자 군을 갖는다.

[0059] 표면 처리부(416)는 임의의 적합한 방식으로 적용될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)는 스핀-온 기법 또는 저온 화학적 기상 증착(chemical vapor deposition: CVD) 공정을 통해 증착된다. 예를 들어, 특정한 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)는 기관(402)의 선택된 표면(예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411)) 상에 증착될 수 있다. 적용된 표면 처리부(416)가 특정한 하부 물질에 대해 선택적일 수 있어서, 표면 처리부(416)가 특정한 표면에 적용되고 다른 것에 적용되지 않는다. 예를 들어, 표면 처리부(416)가 하드마스크(409)의 물질에 선택적일 수 있어서, 표면 처리부(416)가 하드마스크(409)의 상단면(411) 상에 증착되고 함몰부(406)의 표면(410) 상에 증착되지 않는다. 특정한 공정 단계 및 표면 처리부를 증착하기 위한 화학 반응은 표면 처리부, 표면 처리부가 적용되는 표면, 및 증착 기법에 따라 달라질 수 있다.

[0060] 자기-조립 단분자층(SAM)을 포함하는 표면 처리부는 순수한 다결정질 표면 및 다른 유형의 유기 물질 또는 액체에 적용될 수 있다. 표면 처리부(416)는 특정한 기관에 대한 부착을 위해 그리고 다양한 적용을 위해서 특정한 기능(예를 들어, 액체 탈습윤)을 제공하기 위해 조정될 수 있다. 액상 SAM은 단지 몇 가지 예를 들면, 금속(예를 들어 구리), 하드마스크, 산화물, 유기 표면, 및 다른 유전체와 같은 표면의 습윤 특성을 선택적으로 그리고 상당히 변화시킬 수 있다.

[0061] 도 4c에 도시된 바와 같이, 충전 물질(420)은 함몰부(406)의 표면(410)에 걸쳐 함몰부(406)에 증착되고, 표면은 표면 처리부(416)가 적용되지 않았고 일반적으로 표면 조건(318)과 유사한 표면 조건을 갖는다. 충전 물질(420)이 증착될 때, 하드마스크(409)의 상단면(411)의 표면 처리부(416)는 충전 물질(420)을 함몰부(406)로 그리고 상단면(411)으로부터 멀리 향하게 하여 표면 처리부(416)가 적용된 표면(예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411))에 부착되는 일 없이 충전 물질(420)로 함몰부(406)를 충전한다. 특정한 실시형태에서, 기관(402)의 선택된 표면(예를 들어, 상단면(411)) 상의 표면 처리부(416)와 다른 표면(예를 들어, 함몰부(406) 내 표면(410)) 상의 표면 처리부(416)의 부족의 조합은 기관(402)의 선택된 표면 상에 충전 물질(420)을 증착하는 일 없이, 함몰부(406) 내 충전 물질(420)의 증착을 촉진한다.

[0062] 충전 물질(420)은 충전 물질(320)과 대체로 유사하고, 이의 상세사항은 참조에 의해 원용된다.

[0063] 게다가, 특정한 실시형태에서, 예를 들어, 함몰부(406)의 깊이를 포함하여, 기관(402)의 지형 및 선택된 충전 물질(420) 및 연관된 증착 기법에 따라, 하나 또는 다수의 증착 단계는 목표하는 충전 수준에 도달할 때까지 실행될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 충전 물질(420)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된다. 단 하나의 예로서, 충전 물질(420)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된 유기 물질, 예컨대, 스핀-온 탄소일 수 있다.

- [0064] 도 4c에 도시된 바와 같이, 충전 물질(420)의 증착 후, 충전 물질(420)이 함몰부(406)를 상당히 충전할 수 있어서 기판(402)의 상단면(408)과 충전 물질(420)의 상단면(422)이 평탄화 막의 후속 증착을 위해 실질적으로 평면의 표면을 집합적으로 제공한다. 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(416)(예를 들어, 증착된 SAM)가 하드마스크(409)의 상단면(411)에 대한 표면 조건(316)을 생성하여, 하드마스크(409)의 상단면(411) 상에 충전 물질(420)을 증착하는 일 없이 충전 물질(420)을 함몰부(406)로 향하게 한다. 충전 물질(420)을 함몰부(406)로 향하게 하는 것은 충전 물질(420)이 기판(402)에 존재하는 지형의 변동(예를 들어, 도 4a 및 도 4b에 도시된 지형의 변동)의 적어도 일부를 감소시키고 잠재적으로 제거하게 한다. 함몰부(406) 내 증착된 충전 물질(420)은 도 4a 및 도 4b에 도시된 기판(402)의 다양한 지형 상에 평탄화 막을 증착하는 대신에 후속 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하기 위해 개선된(그리고 잠재적으로 대체로 평평한) 표면을 제공한다.
- [0065] 특정한 예에서, 기판(402)의 표면(예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411))에 결합된 SAM에 대해, 특정한 충전 물질(420) 용질/용매가 스핀-온 증착을 위해 사용될 수 있다. 스핀-온 증착 동안, 특정한 충전 물질(420)이 기판(402) 상에 증착될 수 있고, 이어서 기판(402)이 기판(402)의 표면에 걸쳐 특정한 충전 물질(420)을 잠재적으로 고르게 확산시키도록 회전될 수 있다. 하드마스크(409)의 상단면(411)에 부착된 SAM에 대해, 하드마스크(409)의 상단면(411)은 특정한 충전 물질(420)을 본질적으로 격퇴시키는 표면 에너지를 갖는다. 특정한 충전 물질(420)을 스핀-코팅한 후, 특정한 충전 물질(420)이 함몰부(406)를 충전하여, 하드마스크(409)의 상단면(411) 상에 증착되는 일 없이, 대략 평면의 표면을 생성한다. 특정한 충전 물질(420)(예를 들어, 특정한 폴리머)이 선택된 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)의 탈습윤 특성에 기초하여 선택될 수 있거나 또는 특정한 표면 처리부(416)(예를 들어, 특정한 SAM)가 목표하는 충전 물질(420)(예를 들어, 특정한 폴리머)에 기초하여 선택될 수 있다.
- [0066] 도 4d에 도시된 바와 같이, 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)는 반도체 디바이스(400)로부터 제거되었다. 특정한 실시형태에서, 하나 이상의 에칭 중단부에서, 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)는 습식 용매 스트림, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합에 의해 제거된다. 본 개시내용은 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)를 제거하기 위한 임의의 적합한 유형의 제거 공정을 고려한다.
- [0067] 도 4d는 충전 물질(420)의 증착 및 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)의 제거 후의 반도체 디바이스(400)를 도시한다. 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)를 제거하도록 사용되는 제거 공정은 기판(402)의 함몰부(406)에 충전 물질(420)을 남긴다. 표면 처리부(416)와 하드마스크(409)를 제거하기 위해 하나 이상의 에칭 단계에서 사용되는 에천트는 표면 처리부(416) 및/또는 하드마스크(409)에 대해 선택적이고, 충전 물질(420)을 에칭하지 않는다(충전 물질의 최소량만을 에칭한다). 결과적으로, 함몰부(406)가 충전 물질(420)로 충전되어, 기판(402)의 상단면(408)과 충전 물질(420)의 상단면(422)이 함께 본질적으로 평면의 표면을 형성한다.
- [0068] 특정한 실시형태에서, 함몰부(406)는 도 4c에서 충전 물질(420)을 증착하기 위해 사용되는 증착 공정의 결과로서, 다소 과충전된다. 이 과충전된 상태는 충전 물질(420)이 충전할 때 함몰부(406) 위의 상승부를 나타낼 수 있지만, 표면 처리부(416)를 가진 표면(예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411))으로부터 탈습윤된다. 이 작은 과충전된 구역은 후속 증착에 (예를 들어, 도 4e를 참조하여 아래에서 설명되는 바와 같이, 평탄화 막의 증착 동안) 몰두될 수 있거나 또는 원한다면 에칭 단계 또는 CMP에 의해 제거될 수 있다. 이 과도한 증착 및 제거 공정은 충전 물질(420)이 함몰부(406)를 완전히 충전하지 못하는 경우를 감소시키거나 또는 제거하도록 사용될 수 있다.
- [0069] 도 4d에서, 기판(402)의 상단면(408)과 충전 물질(420)의 상단면(422) 둘 다는 표면 조건(318)(예를 들어, 후속 단계에서 증착될 평탄화 막에 대한 습윤)과 유사한 표면 조건을 갖는다.
- [0070] 도 4e에 도시된 바와 같이, 평탄화 막(424)이 기판(402) 상에 증착된다. 도 4e는 도 3e와 대체로 유사하고, 유사한 구성요소의 다른 적합한 유사한 치환과 함께, 충전 물질(320), 평탄화 막(324), 상단면(326)에 대한 언급이 충전 물질(420), 평탄화 막(424), 상단면(426)에 대한 언급으로 각각 교체된다. 따라서, 도 3e 및 이의 연관된 이점의 위의 설명이 반복되는 참조로 인용된다.
- [0071] 기판(402)의 함몰부(406)가 충전 물질(420)로 이미 충전(또는 대부분 충전되거나 또는 약간 과충전)되어, 도 4a 및 도 4b에 존재하는 기판(402)의 다양한 지형이 감소되거나 또는 제거되고, 평탄화 막(424)을 증착하기 위한 제2 스핀-온 증착 단계가 최소의 z-높이 편차가 있기 때문에 위의 기판(402)을 목표하는 두께 수준으로 더 효과적으로 평탄화할 수 있다.
- [0072] 평탄화된 기판(402)에 대해, 부가적인 미세 가공 단계가 실행될 수 있다. 예를 들어, 개선된 평면의 특성을 가

진 평탄화 막(424)의 증착 후, 반도체 디바이스(400)의 부가적인 특징부가 평탄화 막(424)의 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막(424)의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 후속하여 패터닝된 특징부는 개선된 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 갖는 경향이 있다.

[0073] 도 5a 내지 도 5e는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 다양한 단계에서 예시적인 반도체 디바이스(500)의 단면도를 예시한다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 도 5a 내지 도 5e의 예시적인 과정은 반도체 디바이스(500)의 기관의 선택된 표면에 표면 처리부를 적용하는 것 및 다수의 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하는 것을 포함한다. 기관의 하나 이상의 부분의 표면 조건을 변경하기 위한 표면 처리부의 사용을 포함하는, 도 5a 내지 도 5e의 예시적인 과정은 에칭백 과정의 부분으로서 확장된 함몰된 구역 위에 증착된 막(예를 들어, 스핀-온 탄소)을 평탄화하는 개선된 능력을 제공할 수 있다.

[0074] 도 5a에 도시된 바와 같이, 예시된 예에서, 반도체 디바이스(500)는 미세 가공을 겪는 더 큰 디바이스의 기관(예를 들어, 웨이퍼 또는 반도체 웨이퍼)의 일부일 수 있는 기관(502)을 포함한다. 기관(502)은 상승된 구역(504) 및 함몰부(506)를 가진 함몰된 구역(505)을 포함하는 비평면 지형을 갖는다. 특정한 수의 상승된 구역(504) 및 함몰된 구역(505)/함몰부(506)가 예시되지만, 본 개시내용은 임의의 적합한 수의 상승된 구역(504) 및 함몰된 구역(505)/함몰부(506)를 포함하는 기관(502)과 유사한 기관을 고려한다. 상승된 구역(504)은 또한 구조체로서 지칭될 수 있다.

[0075] 기관(502)은 기관(502)의 상승된 구역(504)의 상단면(508)으로서 또한 지칭될 수 있는 상단면(508)을 포함할 수 있다. 함몰된 구역(505)/함몰부(506)는 표면(510a 및 510b)을 포함할 수 있다. 예로서, 표면(510a)은 측벽 표면(도 5b에 도시된 바와 같음)으로 간주될 수 있고 표면(510b)은 하단면으로서 간주될 수 있다. 표면(510a 및 510b)은 기관(502)의 상단면(508) 아래에 위치되는 것으로 간주될 수 있다.

[0076] 기관(502)은 임의의 적합한 물질, 예컨대, 유기 하드마스크, 산화물, 질화물, 유전체, 배리어 물질 또는 전도성 물질일 수 있다. 특정한 예에서, 기관(302)은 규소, 이산화규소, 질화규소 및/또는 산질화규소를 포함한다.

[0077] 하드마스크(512)가 기관(502) 상에 증착되었다. 특정한 실시형태에서, 하드마스크(512)는 스핀-코팅 기법을 사용하여 증착되는 스핀-온 탄소 또는 다른 유기 물질이다. 예로서, 하드마스크(512)는 레지스트층, 스핀-온 탄소층, 비정질 탄소층(스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착되든 증착되지 않든), 질화규소층, 이산화규소층, 금속-함유 층 또는 임의의 다른 적합한 유형의 하드마스크를 포함할 수 있다. 본 개시내용이 주로 특정한 기법을 사용하여 증착되는 특정한 물질인 하드마스크(512)를 설명하지만, 본 개시내용은 임의의 적합한 물질을 포함하고 임의의 적합한 기법을 사용하여 증착되는 하드마스크(512)를 고려한다. 게다가, 하드마스크로서 설명되지만, 하드마스크(512)는 레지스트 또는 다른 적합한 유형의 층일 수 있다.

[0078] 도 5b에 도시된 바와 같이, 에칭백이 하드마스크(512) 상에서 수행되어, 기관(502)의 상승된 구역(504)의 상단면(508) 위의 하드마스크(512)를 함몰된 구역(505)의 표면(510a)의 부분으로부터 (하드마스크(512)의 적어도 일부가 상단면(508) 아래에 위치되도록) 그리고 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)으로부터 제거한다. 하드마스크(512)의 에칭백은 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합을 사용하여 수행된다.

[0079] 특정한 실시형태에서, 하드마스크(512)의 에칭백을 수행한 후, 반도체 디바이스(500)가 (예를 들어, 하드마스크(512)의 에칭백으로부터 발생하는 산화된 표면을 제거하기 위해 용매를 사용하여) 세척되어 에칭백으로부터 발생하는 특정한 표면 구성요소를 제거할 수 있다. 특정한 예에서, 반도체 디바이스(500)를 세척하도록 사용되는 용매가 N-부틸 아세테이트이지만; 본 개시내용은 임의의 적합한 유형의 용매를 사용하는 것을 고려한다.

[0080] 표시기(515)에서 보이는 바와 같이, 에칭백을 수행한 후, 하드마스크(512)의 하강부가 발생할 수 있고, 이는 하드마스크가 의도된 것보다 앞서 종결되고 더 이상 평면의(또는 대체로 평면의) 표면(513)을 갖지 않는 것을 의미하고, 이는 나중의 제조 단계에서 문제를 유발할 수 있다.

[0081] 도 5c 및 도 5d는 표면 처리부가 기관(502)의 선택된 표면에 적용되고 함몰된 구역(505)/함몰부(506)가 충전 물질로 (부분적으로 또는 완전히) 충전되는, 기관(502) 상에 평탄화 막을 증착하기 위한 과정의 단계를 예시한다. 즉, 기관(502) 상에 평탄화 막을 증착하는 것을 진행하는 대신에, 표면 처리부가 먼저 기관(502)의 선택된 표면에 적용되고 기관의 함몰된 구역(505)/함몰부(506) 그리고 이어서 함몰된 구역(505)/함몰부(506)가 충전 물질로 (부분적으로 또는 완전히) 충전되어 예를 들어, 도 5b에 예시된 지형보다 더 평면인 하부 지형을 제공한다.

- [0082] 예시된 예에서, 도 5c에 도시된 바와 같이, 표면 처리부(516)가 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분에 적용된다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)가 적용되는 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분이 부분(511a)의 전체를 포함하지만; 표면 처리부(516)는 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 상이한 부분(예를 들어, 부분(511a) 미만)에 적용될 수 있다. 예시된 예에서, 표면 처리부(516)는 하드마스크(512)의 표면(513)에 적용되지 않는다.
- [0083] 표면 처리부(516)가 일반적으로 도 4a 내지 도 4e를 참조하여 위에서 설명된 표면 처리부(416)에 대응하지만, 표면 처리부(516)는 특정한 기관(502) 및 도 5a 내지 도 5e를 참조하여 설명된 과정을 위해 사용되는 충전 물질에 대해 조정될 수 있다. 표면 처리부(516)는 표면 조건(316)을 가진 표면(예를 들어, 상단면(508) 및 표면(510b)의 부분(511a))이 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 5d에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(316)을 가진 표면으로부터 멀리 격퇴시키거나 또는 다른 방식으로 향하게 하는 경향이 있는 표면 조건(316)을 생성한다. 탈습운 상태에서, 표면 접촉각은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 5d에서 증착될 충전 물질을 위한 최적의 용질/용매 탈습운을 위해 매칭될 수 있다.
- [0084] 함몰된 구역(505) 내 하드마스크(512)의 표면(513)은 표면 조건(318)을 가진 표면(예를 들어, 하드마스크(512)의 표면(513))이 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 5d에서 증착될 특정한 충전 물질을 표면 조건(318)을 가진 표면에 결합하거나 또는 심지어 끌어당기게 하는 경향이 있는, 위에서 설명된 바와 같은, 표면 조건(318)과 유사한 표면 조건을 가질 수 있다. 습운 상태에서, 표면 접촉각은 특정한 충전 물질, 예컨대, 도 5d에서 증착될 충전 물질을 위한 최적의 용질/용매 습윤성을 위해 매칭될 수 있다.
- [0085] 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)는 SAM이 증착되는 표면에 대한 표면 조건(316)을 생성하기 위해 증착된 SAM이다. 예를 들어, 표면 조건(316)을 기관(502)의 선택된 표면(예를 들어, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a))에 제공하기 위해, 표면 처리부(516)는 표면 조건(316)을 갖도록 타깃된 기관(502)의 표면에 적용될 수 있다. 표면 처리부(516)는 특정한 충전 물질(도 5d에서 증착될 충전 물질)에 대한 탈습운 표면 조건을 생성하고 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 증착되어 충전 물질을 표면 처리부(516)가 적용된 표면(기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a))으로부터 멀리 향하게 할 수 있다.
- [0086] 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)를 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)에 적용하는 것은 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 SAM을 증착하는 것을 포함한다. 특정한 예로서, SAM은 액상 SAM일 수 있다. 특정한 실시형태에서, (기관(502)의 노출된 표면에서) 기관(502)의 물질 및 하드마스크(512)에 따라, 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)는 산화물, 질화물 또는 다른 적합한 물질에 특정하다.
- [0087] 단분자층으로서 설명되지만, 당업자라면 표면 처리부(516)의 완전한 커버리지가 달성될 수 있거나 또는 달성될 수 없고 본 개시내용의 양상이 여전히 달성될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 즉, 용질/용매 탈습운이 완전한 단분자층 정렬 없이 발생할 수 있기 때문에, SAM(또는 다른 적합한 표면 처리부)의 완벽한 정렬이 필요하지 않다. 주어진 표면-선택적인 단분자층은 스핀 온된 물질의 탈습운을 유발하도록 설계된 말단 분자 군을 갖는다. SAM은 아래에서 더 상세히 설명된다.
- [0088] 표면 처리부(516)는 임의의 적합한 방식으로 적용될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)는 스핀-온 기법을 통해 증착된다. 예를 들어, 특정한 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)는 기관(502)의 선택된 표면(예를 들어, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)) 상에 증착될 수 있다. 적용된 표면 처리부(516)가 특정한 하부 물질에 대해 선택적일 수 있어서, 표면 처리부(516)가 특정한 표면에 적용되고 다른 것에 적용되지 않는다. 예를 들어, 표면 처리부(516)가 기관(502)의 물질에 선택적일 수 있어서, 표면 처리부(516)가 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 증착되고 하드마스크(512)의 표면(513) 상에 증착되지 않는다.
- [0089] 도 5d에 도시된 바와 같이, 충전 물질(520)은 하드마스크(512)의 표면(513)에 걸쳐 함몰된 구역(505)에 증착되고, 표면은 표면 처리부(516)가 적용되지 않았고 일반적으로 표면 조건(318)과 유사한 표면 조건을 갖는다. 충전 물질(520)이 증착될 때, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)의 표면 처리부(516)는 충전 물질(520)을 하드마스크(512)의 표면(513)으로 그리고 기관(502)의 상단면(508) 및 표면(510b)의 부분(511a)으로부터 멀리 향하게 하여 표면 처리부(516)가 적용된 표면에 부착되는 일 없이 충전 물질(520)로 하드마스크(512)의 표면(513)에 걸쳐 함몰된 구역(505)을 충전한다. 특정한 실시형태에서, 선택된 표면(예를 들어, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)) 상의 표면 처리부

(516)와 다른 표면(예를 들어, 하드마스크(512)의 표면(513)) 상의 표면 처리부(516)의 부족의 조합은 기관(502)의 선택된 표면 상에 충전 물질(520)을 증착하는 일 없이, 함몰된 구역(505) 내 하드마스크(512)의 표면(513)에 걸친 충전 물질(520)의 증착을 촉진한다.

[0090] 충전 물질(520)은 충전 물질(320) 및 충전 물질(420)과 대체로 유사하고, 이의 상세사항은 참조에 의해 인용된다.

[0091] 게다가, 특정한 실시형태에서, 예를 들어, 함몰된 구역(505)의 깊이를 포함하여, 기관(502)의 지형 및 선택된 충전 물질(520) 및 연관된 증착 기법에 따라, 하나 또는 다수의 증착 단계는 목표하는 충전 수준에 도달할 때까지 실행될 수 있다.

[0092] 충전 물질(520)은 하드마스크(512)와 동일한 물질을 포함할 수 있거나 또는 포함할 수 없다. 특정한 실시형태에서, 충전 물질(520)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된다. 단 하나의 예로서, 충전 물질(520)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된 유기 물질, 예컨대, 스핀-온 탄소일 수 있다.

[0093] 도 5d에 도시된 바와 같이, 충전 물질(520)의 증착 후, 충전 물질(520)은 함몰된 구역(505)의 적어도 일부를 충전할 수 있고 실질적으로 평면인 상단면(521)을 가질 수 있다. 표면 처리부(516)가 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)에 대한 표면 조건(316)을 생성하여, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 충전 물질(520)을 증착하는 일 없이 충전 물질(520)을 함몰된 구역(505) 내 하드마스크(512)의 표면(513)으로 향하게 한다. 충전 물질(520)을 하드마스크(512)의 표면(513)으로 향하게 하는 것은 충전 물질(520)이 확장된 구역에 걸쳐, 예컨대, 함몰된 구역(505)에서 발생할 수 있는 하드마스크(512)의 하강부의 적어도 일부를 감소시키고 잠재적으로 제거하게 한다.

[0094] 특정한 예에서, 기관(502)의 표면(예를 들어, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a))에 결합된 SAM에 대해, 특정한 충전 물질(520) 용질/용매가 스핀-온 증착을 위해 사용될 수 있다. 스핀-온 증착 동안, 특정한 충전 물질(520)이 기관(502) 상에 증착될 수 있고, 이어서 기관(502)이 기관(502)의 표면에 걸쳐 특정한 충전 물질(520)을 잠재적으로 고르게 확산시키도록 회전될 수 있다. 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)에 부착된 SAM에 대해, 상단면(508) 및 표면(510b)의 부분(511a)은 특정한 충전 물질(520)을 본질적으로 격퇴시키는 표면 에너지를 갖는다. 특정한 충전 물질(520)을 스핀-코팅한 후, 특정한 충전 물질(520)이 하드마스크(512)의 표면(513) 위에 축적되어, 기관(502)의 상단면(508) 및 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 증착되는 일 없이, 대략 평면의 상단면(521)을 생성한다. 특정한 충전 물질(520)(예를 들어, 특정한 폴리머)이 선택된 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)의 탈습윤 특성에 기초하여 선택될 수 있거나 또는 특정한 표면 처리부(516)(예를 들어, 특정한 SAM)가 목표하는 충전 물질(520)(예를 들어, 특정한 폴리머)에 기초하여 선택될 수 있다.

[0095] 특정한 실시형태에서, 충전 물질(520)이 하드마스크(512)의 표면(513) 위에 축적되어, 대체로 평평한 상단면(521)을 생성한다. 하드마스크(512)의 표면(513) 위의 증착된 충전 물질(520)은 도 5a 및 도 5b에 도시된 기관(502)의 다양한 지형 상에 그리고 도 5b에서 표시기(515)로 도시된 하드마스크(512) 내 하강부 위에 평탄화 막을 증착하는 대신에 후속 증착 단계에서 평탄화 막을 증착하기 위해 개선된(그리고 잠재적으로 대체로 평평한) 표면을 제공한다.

[0096] 적절하다면, 충전 물질(520)의 증착 후, 짧은 에칭백이 충전 물질(520) 상에서 수행되어 충전 물질(520)의 목표하는 두께 및/또는 프로파일을 달성할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 충전 물질(520)의 에칭백은 실행된다면, 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합을 사용하여 수행된다.

[0097] 도 5e에 도시된 바와 같이, 표면 처리부(516)가 반도체 디바이스(400)로부터 제거되었고 평탄화 물질(524)이 증착되었다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)는 하나 이상의 에칭 단계를 사용하여, 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합에 의해 제거된다. 본 개시내용은 표면 처리부(516)를 제거하기 위한 임의의 적합한 유형의 제거 공정을 고려한다. 표면 처리부(516)를 제거하기 위해 사용되는 제거 공정은 하드마스크(512)의 표면(513) 위에 충전 물질(520)을 남긴다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516)를 제거하기 위해 하나 이상의 에칭 단계에서 사용되는 에천트는 표면 처리부(516)에 대해 선택적이고, 충전 물질(520)을 에칭하지 않는다(충전 물질의 최소량만을 에칭한다). 결과적으로, 충전 물질(520)의 상단면(521)은 이의 비교적 평면의 특성을 유지한다.

[0098] 표면 처리부(516)의 제거 후, 기관(502)의 상단면(508)과 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 둘 다는

(예를 들어, 도 3d의) 표면 조건(318)과 유사한 표면 조건으로 되돌아간다. 즉, 기관(502)의 상단면(508)과 합몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)은 증착될 평탄화 막(예를 들어, 평탄화 막(524))에 대해 습윤 가능한 것으로 간주될 수 있다.

[0099] 도 5e에 도시된 바와 같이, 평탄화 막(524)이 기관(502) 상에 증착된다. 평탄화 막(524)의 물질은 임의의 적합한 물질일 수 있다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(524)의 물질이 충전 물질(520)의 물질과 동일한 물질이지만(또한 하드마스크(512)와 동일한 물질일 수 있음); 본 개시내용은 상이한 물질을 포함하는 충전 물질(520) 및 평탄화 막(524)을 고려한다. 충전 물질(520)이 증착된 후 도 5d의 상단면(521)의 개선된 평면도에 적어도 부분적으로 기인하여, 평탄화 막(524)의 상단면(526)은 개선된 평면도를 갖는다.

[0100] 평탄화 막(524)은 임의의 적합한 방식으로 증착될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 평탄화 막(524)은 스핀-온 증착 공정을 사용하여 증착된다. 예를 들어, 평탄화 막(524)은 유기 물질을 포함할 수 있다. 특정한 예로서, 평탄화 막(524)은 스핀-온 탄소일 수 있다. 평탄화 막(524)은 특정한 구현예를 위해 적절한 목표하는 두께로 증착될 수 있다.

[0101] 평탄화된 기관(502)에 대해, 부가적인 미세 가공 단계가 실행될 수 있다. 예를 들어, 개선된 평면의 특성을 가진 평탄화 막(524)의 증착 후, 반도체 디바이스(500)의 부가적인 특징부가 평탄화 막(524)의 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막(524)의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 후속하여 패터닝된 특징부는 개선된 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 갖는 경향이 있다.

[0102] 도 6a 및 도 6b는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 예시적인 자기-조립 단분자층(SAM)(600)의 예시적인 상세사항을 예시한다. 도 6a 및 도 6b를 참조하여 설명된 실시형태는 단지 예로서 제공된다. 본 개시내용은 임의의 적합한 구조 및 물질의 SAM을 고려한다. 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(416 및/또는 516)는 SAM으로서 구현될 수 있고, SAM(600)은 이러한 SAM의 예를 제공한다.

[0103] 도 6a는 기관(604)에 부착되는 예시적인 자기-조립 단분자층(SAM) 구성요소(602)를 예시한다. 기관(604)은 예를 들어, 기관(302), 기관(402), 하드마스크(409) 또는 기관(502)일 수 있다.

[0104] SAM 구성요소(602)는 3개의 일반화된 기능기(606), 즉, 헤드기(606a), 작용기(606b) 및 테일기(606c)를 포함한다. SAM 구성요소(602)의 구성(그리고 이에 의해 도 6b에 도시된 바와 같이, 다수의 SAM 구성요소(602)를 포함하는 SAM(600))을 선택할 때, 이 일반화된 기능기(606)의 각각의 역할은 적절한 선택이 이루어지도록 고려될 수 있다.

[0105] 리간드기로서 또한 지칭될 수 있는 헤드기(606a)가 기관(604)에 부착되어 SAM 구성요소(602)를 기관(604)에 결합하거나 또는 다른 방식으로 부착하도록 구성된다. 따라서, 기관(604)의 물질에 부착될 수 있고 부착하는 데 적합한 헤드기(606a)의 물질이 헤드기(606a)에 대해 선택될 수 있다.

[0106] 게다가, 헤드기(606a)에 대한 물질의 선택(SAM(600)이 부착되는 것으로 의도되는 물질의 선택과 SAM(600)이 부착되지 않는 것으로 의도되는 물질의 선택과 결합하여)은 다른 특정한 층이 아닌 특정한 층에 대한 SAM(600)의 부착을 촉진한다. 예를 들어, 하드마스크(409)의 상단면(411)에 부착되도록 구성되지만 함몰부(406) 내 기관(402)의 표면(410)에 부착되도록 구성되지 않는 헤드기(606a)가 선택될 수 있다. 또 다른 예로서, 기관(502)의 상승된 구역(504)의 상단면(508) 그리고 기관(502)의 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)에 부착되도록 구성되지만, 하드마스크(512)의 표면(513)에 부착되도록 구성되지 않는 헤드기(606a)가 선택될 수 있다. 헤드기(606a)의 이 특징은 SAM(600)의 선택적인 증착을 허용한다.

[0107] 특정한 예에서, 헤드기(606a)는 티올-함유 헤드기(예를 들어, 옥타데칸티올(octadecanethiol: ODT)) 또는 규소-함유 헤드기(예를 들어, 옥타데실트리클로로실란(octadecyltrichlorosilane: OTS) 또는 옥타데실실록산(Octadecylsiloxane: ODS))를 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 유기-함유 기관(예를 들어, 스핀-온 탄소 또는 비정질 탄소)에 부착되기 위해, 헤드기(606a)는 기관 층의 C-H 말단 표면 사이트와 공유 결합을 형성할 수 있는, 알켄-함유 분자를 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 규소-함유 기관(예를 들어, Si, SiO₂, SiN 또는 SiON)에 부착되기 위해, 헤드기(606a)는 규소를 포함할 수 있고 예를 들어, OTS 또는 ODS일 수 있다. 특정한 실시형태에서, 금속-함유 기관(예를 들어, 구리, 코발트, 루테튬, 또는 또 다른 적합한 금속)에 부착되기 위해, 헤드기(606a)는 티올-함유 헤드기, 예컨대, ODT일 수 있다.

[0108] 말단기로서 또한 지칭될 수 있는 작용기(606b)는 SAM(600)이 제공하는 표면 조건(316)(예를 들어, 탈습윤 표면

조건)을 최적화하도록 설계된다.

- [0109] 스페이서로서 또한 지칭될 수 있는 테일기(606c)는 헤드기(606a)를 작용기(606b)에 결합시키고 헤드기(606a)와 작용기(606b) 사이에 목표하는 간격을 제공한다. 게다가, 테일기(606c)의 길이는 특정한 물질(예를 들어, 충전 물질(320, 420 또는 520))에 대한 접촉각을 조정하도록 조정될 수 있다. 특정한 실시형태에서, 테일기(606c)는 분자 사슬, 예컨대, 알칸 사슬이다. 테일기(606c)는 유기 간기(organic interphase)일 수 있고, 잘 확정한 두께의 SAM(600)을 제공할 수 있고, 물리적 배리어의 역할을 할 수 있고, 적절하다면, 전기 전도율 및 국부적 광학 특성을 변경할 수 있다.
- [0110] 테일기(606c)는 충전 물질(예를 들어, 충전 물질(320, 420 또는 520))이 증착되게 하기 위해 최적화될 수 있다. 예를 들어, 스핀-온 코팅 기법을 사용하여 증착될 충전 물질의 경우에, 테일기(606c)는 스핀-온 코팅 기법과 연관된 스핀-온 용매가 사용되게 하기 위해 최적화될 수 있다. 특정한 예로서, 탄소-함유 또는 불소-함유 테일기가 사용될 수 있다. 유기 스핀-온 폴리머에 대해, 용매의 선택이 특히 중요할 수 있다. 예를 들어, 저 증기압 및 고 접촉각이 효과적일 수 있다. 특정한 예로서, 톨루엔이 효과적일 수 있다.
- [0111] 도 6b는 기관(604)의 표면에 부착된 다수의 SAM 구성요소(602)로부터 형성된 SAM(600)을 예시한다.
- [0112] 도 7은 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법(700)을 예시한다. 방법(700)의 실시형태는 본 개시내용에서 설명되는 임의의 실시형태뿐만 아니라 다른 적합한 실시형태에 적용될 수 있다. 방법은 단계(702)에서 시작된다.
- [0113] 단계(704)에서, 표면 처리부는 함몰부를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형을 가진 기관 상의 선택된 표면에 적용된다. 예를 들어, 기관은 함몰부(306)를 획정하는 구조체(304)를 포함하는 기관(302)일 수 있고, 선택된 표면은 기관(302)의 상단면(308)일 수 있다. 또 다른 예로서, 기관은 함몰부(406)를 획정하는 구조체(404)를 포함하는 기관(402)일 수 있고, 선택된 표면은 기관(402)의 상단면으로 간주될 수 있는 하드마스크(409)의 상단면(411)일 수 있다. 추가의 또 다른 예로서, 기관은 상승된 구역(504) 및 함몰된 구역(505)을 포함하는 기관(502)일 수 있고, 선택된 표면은 기관(502)의 상단면(508)일 수 있다. 기관(502)에 대해, 특정한 웨이퍼의 영역에 걸쳐, 기관(502)은 각각의 함몰부(506)를 획정하는 다수의 상승된 구역(504)을 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 단계(704)에서 표면 처리부를 적용하는 것은 기관의 선택된 표면에 SAM을 증착하는 것을 포함한다.
- [0114] 단계(706)에서, 충전 물질은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기관 상에 증착된다. 표면 처리부는 충전 물질을 함몰부로 그리고 선택된 표면으로부터 멀리 향하게 하여 선택된 표면에 부착되는 일 없이 충전 물질로 함몰부를 충전한다.
- [0115] 예를 들어, 도 3a 내지 도 3e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 충전 물질(320)은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기관(302) 상에 증착될 수 있고, 표면 조건(316)(예를 들어, 충전 물질(320)에 대한 탈습윤 표면 조건)을 생성하는 표면 처리부는 충전 물질(320)을 함몰부(306)로 그리고 (표면 조건(316)을 생성하는 표면 처리부가 적용되는) 기관의 상단면(308)으로부터 멀리 향하게 하여 기관(302)의 상단면(308)에 부착되는 일 없이 함몰부(306)를 충전한다.
- [0116] 또 다른 예로서, 도 4a 내지 도 4e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(416)는 표면 조건(316)(예를 들어, 충전 물질(420)에 대한 탈습윤 표면 조건)과 유사한 조건을 생성하고 충전 물질(420)을 함몰부(406)로 그리고 (표면 처리부(416)가 적용되는) 하드마스크(409)의 상단면(411)으로부터 멀리 향하게 하여 하드마스크(409)의 상단면(411)에 부착되는 일 없이 함몰부(406)를 충전한다.
- [0117] 특정한 실시형태에서, 도 5a 내지 도 5e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 단계(704)에서 기관(502)의 선택된 표면에 표면 처리부(516)를 적용하기 전에, 하드마스크(512)가 기관(502) 상에 증착될 수 있고, 하드마스크(512)가 에칭될 수 있어서 기관(502)의 선택된 표면 위의 하드마스크(512)를 제거하고 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506)의 부분으로부터 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506)에 남아있는 하드마스크(512)의 부분을 제거한다. 스핀-온 증착에 의해 기관(502) 상에 충전 물질(520)을 증착하는 것은 함몰부(506)에 (함몰된 구역(505)의) 남아있는 하드마스크(512)의 부분 상에 충전 물질(520)을 증착하는 것을 포함할 수 있다.
- [0118] 단계(708)에서, 표면 처리부가 기관의 선택된 표면으로부터 제거된다. 표면 처리부는 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합에 의해 제거될 수 있다. 예를 들어, 표면 조건(316)을 생성하는 표면 처리부는 기관(302)의 상단면(308)으로부터 제거될 수 있고, 표면 처리부(416)(그리고 가능하게는 하드마스크(409))는 하드마스크(409)의 상단면(411)으로부터 제거될 수 있거나 또는 표면 처리부(516)는

기관(502)의 상단면(508)으로부터 그리고 함몰부(506)의 표면(510b)의 부분(511a)으로부터 제거될 수 있다.

- [0119] 단계(710)에서, 평탄화 막은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기관 상에 증착된다. 평탄화 막은 기관의 선택된 표면 상에 그리고 충전 물질의 상단면 상에 증착된다. 예를 들어, 평탄화 막(324, 424 또는 524)은 각각 기관(302) 상에(기관(302)의 상단면(308) 및 함몰부(306) 내 충전 물질(320)의 상단면(322) 상에를 포함함), 기관(402) 상에(기관(402)의 상단면(408) 및 함몰부(406) 내 충전 물질(420)의 상단면(422) 상에를 포함함), 또는 기관(502) 상에(기관(502)의 상단면(508) 및 함몰부(506) 내 충전 물질(520)의 상단면(521) 상에를 포함함) 증착될 수 있다.
- [0120] 개선된 평면의 특성을 가진 평탄화 막의 증착 후, 반도체 디바이스의 추가적인 특징부가 평탄화 막의 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 후속하여 패터닝된 특징부는 개선된 임계 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 갖는 경향이 있다.
- [0121] 단계(712)에서, 방법(700)이 종료된다.
- [0122] 도 8은 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법(800)을 예시한다. 방법(800)의 실시형태는 본 개시내용에서 설명되는 임의의 실시형태뿐만 아니라 다른 적합한 실시형태에 적용될 수 있다. 방법은 단계(802)에서 시작된다.
- [0123] 단계(804)에서, 함몰부를 획정하는 구조체를 포함하는 비평면 지형을 가진 기관이 수용된다. 특정한 실시형태에서, 기관은 후속 단계에서 기관의 선택된 표면 상에 표면 처리부를 증착하기 위해 설계된 톨에 수용된다. 예를 들어, 기관은 기관(302)(함몰부(306)를 획정하는 구조체(304)를 포함함), 기관(402)(함몰부(406)를 획정하는 구조체(404)를 포함함), 또는 기관(502)(상승된 구역(504) 및 함몰된 구역(505)을 포함함)일 수 있다. 기관(502)에 관하여, 특정한 웨이퍼의 영역에 걸쳐, 기관(502)은 각각의 함몰된 구역(505)/함몰부(506)를 획정하는 다수의 상승된 구역(504)을 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 기관의 부분이 하드마스크를 포함하여 기관의 부분의 상단면이 기관(402) 상의 하드마스크(409)로 도 4a에 도시된 바와 같은 하드마스크이다.
- [0124] 단계(806)에서, 자기-조립 단분자층(SAM)은 기관의 구조체의 상단면 아래에 위치한 표면 상에 SAM을 증착하는 일 없이, 기관의 구조체의 상단면 상에 증착된다. 예를 들어, 표면 조건(316)을 제공하는 표면 처리부(예를 들어, SAM)는 기관(302)의 상단면(308) 상에 증착될 수 있고; 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)는 기관(402)의 상단면으로 간주될 수 있는, 하드마스크(409)의 상단면(411) 상에 증착될 수 있거나; 또는 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)는 기관(502)의 상단면(508) 상에 그리고 잠재적으로 기관(502)의 다른 표면, 예컨대, 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상에 증착될 수 있다. 특정한 실시형태에서, SAM은 특정한 충전 물질(예를 들어, 충전 물질(320, 420 또는 520)), 예컨대, 단계(808)에서 증착될 충전 물질에 탈습윤 표면 조건(예를 들어, 표면 조건(316))을 제공한다. 특정한 실시형태에서, SAM은 기관에 결합된 헤드기(예를 들어, 헤드기(606a)), 작용기(작용기(606b)), 및 헤드기가 작용기로부터 이격되도록 헤드기를 작용기에 결합시키는 테일기(예를 들어, 테일기(606c))를 포함한다.
- [0125] 단계(808)에서, 특정한 충전 물질이 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기관 상에 증착되어, 특정한 충전 물질이 SAM에 부착되는 일 없이 함몰부를 충전한다.
- [0126] 예를 들어, 도 3a 내지 도 3e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 충전 물질(320)은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기관(302) 상에 증착될 수 있고, 표면 조건(316)(예를 들어, 충전 물질(320)에 대한 탈습윤 표면 조건)을 생성하는 표면 처리부는 충전 물질(320)을 함몰부(306)로 그리고 (표면 조건(316)을 생성하는 표면 처리부가 적용되는) 기관의 상단면(308)으로부터 멀리 향하게 하여 표면 조건(316)을 생성하는 표면 처리부에 부착되는 일 없이 함몰부(306)를 충전한다. 또 다른 예로서, 도 4a 내지 도 4e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)는 표면 조건(316)(예를 들어, 충전 물질(420)에 대한 탈습윤 표면 조건)과 유사한 조건을 생성하고 충전 물질(420)을 함몰부(406)로 그리고 (표면 처리부(416)가 적용되는) 하드마스크(409)의 상단면(411)으로부터 멀리 향하게 하여 표면 처리부(416)에 부착되는 일 없이 함몰부(406)를 충전한다.
- [0127] 특정한 실시형태에서, 도 5a 내지 도 5e를 참조하여 설명된 바와 같이, 예를 들어, 단계(806)에서 기관의 구조체(기관(502)의 상승된 구역(504))의 상단면(표면(508)) 상에 SAM(표면 처리부(516))을 증착하기 전에, 하드마스크(512)가 기관(502) 상에 증착될 수 있고 하드마스크(512)가 에칭될 수 있어서 기관의 구조체(기관(502)의 상승된 구역(504))의 상단면(표면(508)) 위에서 그리고 함몰된 구역(505)/함몰부(506)의 부분으로부터 함몰된

구역(505)/함몰부(506)에 남아있는 하드마스크(512)의 부분을 제거한다. 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)에 부착되는 일 없이 충전 물질(520)이 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506)를 충전하도록 스핀-온 증착에 의해 기판(502) 상에 충전 물질(520)을 증착하는 것은 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506)에 남아 있는 하드마스크(512)의 부분 상에 충전 물질(520)을 증착하는 것을 포함할 수 있다.

[0128] 단계(810)에서, SAM이 제거된다. 예를 들어, SAM은 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합에 의해 제거될 수 있다. 예를 들어, 도 3a 내지 도 3e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 표면 조건(316)을 생성하는 표면 처리부(예를 들어, SAM)는 기판(302)의 상단면(308)으로부터 제거된다. 또 다른 예로서, 도 4a 내지 도 4e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(416)(예를 들어, SAM)는 하드마스크(409)의 상단면(411)으로부터 제거된다. 특정한 실시형태에서, 단계(810)는 하드마스크(409)를 제거하는 것을 포함한다. 또 다른 예로서, 도 5a 내지 도 5e를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 표면 처리부(516)(예를 들어, SAM)는 기판(502)의 상단면(508)으로부터 그리고 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506)의 표면(510b)의 부분(511a)으로부터 제거된다.

[0129] 단계(812)에서, 평탄화 막은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기판 상에 증착된다. 평탄화 막은 구조체의 상단면 상에 그리고 함몰부를 충전하는 특정한 충전 물질의 상단면 상에 증착된다. 예를 들어, 평탄화 막(324)은 기판(302) 상에(기판(302)의 상단면(308) 및 함몰부(306) 내 충전 물질(320)의 상단면(322) 상에를 포함함) 증착될 수 있고, 평탄화 막(424)은 기판(402) 상에(기판(402)의 상단면(408) 및 함몰부(406) 내 충전 물질(420)의 상단면(422) 상에를 포함함) 증착될 수 있거나, 또는 평탄화 막(524)은 기판(502) 상에(기판(502)의 상단면(508) 및 (함몰된 구역(505)의) 함몰부(506) 내 충전 물질(520)의 상단면(521) 상에를 포함함) 증착될 수 있다.

[0130] 개선된 평면의 특성을 가진 평탄화 막의 증착 후, 반도체 디바이스의 부가적인 특징부가 평탄화 막의 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 후속하여 패터닝된 특징부는 개선된 임계 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 갖는 경향이 있다.

[0131] 단계(814)에서, 방법(800)이 종료된다.

[0132] 도 9는 본 개시내용의 특정한 실시형태에 따른, 반도체 디바이스를 형성하기 위한 예시적인 방법(900)을 예시한다. 방법(900)의 실시형태는 본 개시내용에서 설명되는 임의의 실시형태뿐만 아니라 다른 적합한 실시형태에 적용될 수 있다. 이 특정한 예에서, 방법(900)은 도 5a 내지 도 5e의 반도체 디바이스(500)를 참조하여 설명된다. 방법은 단계(902)에서 시작된다.

[0133] 단계(904)에서, 상승된 구역(504) 및 함몰된 구역(505)을 포함하는 비평면 지형을 가진 기판(502)이 수용된다. 예를 들어, 기판(502)은 후속 단계에서 하드마스크를 증착하기 위한 틀, 예컨대, 스핀-코팅 틀에 수용될 수 있다.

[0134] 단계(906)에서, 하드마스크(512)는 기판(502) 상에 증착될 수 있다.

[0135] 단계(908)에서, 하드마스크(512)는 기판(502)의 상승된 구역(504)의 상단면(508) 위에서 그리고 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)으로부터 하드마스크(512)를 제거하기 위해 에칭된다. 하드마스크(512)의 부분은 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511b)에 남아있다. 특정한 실시형태에서, 에칭백으로서 지칭될 수 있는, 단계(908)에서 하드마스크(512) 상에서 수행되는 에칭이 또한 함몰된 구역(505)의 표면(510a)의 부분으로부터 하드마스크(512)를 제거하여, 하드마스크(512)의 적어도 일부가 기판(502)의 상단면(508) 아래에 위치된다. 특정한 실시형태에서, 하드마스크(512)의 에칭은 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합을 사용하여 수행된다.

[0136] 단계(910)에서, SAM(또는 다른 표면 처리부(516))은 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511b)에 남아있는 하드마스크(512) 상에 SAM(또는 다른 표면 처리부(516))을 증착하는 일 없이, 상승된 구역(504)의 상단면(508) 상에 그리고 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a)(또는 또 다른 적합한 부분) 상에 증착된다. SAM(또는 다른 표면 처리부(516))은 충전 물질, 예컨대, 충전 물질(520)에 탈습된 표면 조건(예를 들어, 표면 조건(316)과 유사함)을 제공한다.

[0137] 단계(912)에서, 충전 물질(520)이 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기판(502) 상에 증착되어, 충전 물질(520)이 SAM에 부착되는 일 없이 상승된 구역(504)과 함몰된 구역(505)의 표면(510b)의 부분(511a) 상의 SAM(또는 다른 표면 처리부(516)) 사이의 함몰된 구역(505)을 충전한다. 특정한 실시형태에서, 스핀-온 증착에 의해 기판(502)

상에 충전 물질(520)을 증착하는 것은 함몰부 구역(505)에 남아있는 하드마스크(512) 상에 충전 물질(520)을 증착하는 것을 포함한다.

[0138] 단계(914)에서, SAM(또는 다른 표면 처리부(516))은 하나 이상의 제거 단계에서 제거된다. 본 개시내용은 습식 용매 스트립, 습식 에칭, 플라즈마 에칭 또는 UV/O₂ 처리의 임의의 적합한 조합을 포함하는, 표면 처리부(516)를 제거하기 위한 임의의 적합한 유형의 제거 공정을 고려한다. 표면 처리부(516)를 제거하기 위해 사용되는 제거 공정은 하드마스크(512)의 표면(513) 위에 충전 물질(520)을 남긴다. 특정한 실시형태에서, 표면 처리부(516) 및 하드마스크(409)를 제거하기 위해 하나 이상의 에칭 단계에서 사용되는 에천트는 표면 처리부(516)에 대해 선택적이고, 충전 물질(520)을 에칭하지 않는다(충전 물질의 최소량만을 에칭한다). 결과적으로, 충전 물질(520)의 상단면(521)은 이의 비교적 평면의 특성을 유지한다.

[0139] 단계(916)에서, 평탄화 막(524)은 예를 들어, 스핀-온 증착에 의해 기판(502) 상에 증착된다. 평탄화 막(524)은 기판(502)의 상승된 구역(504)의 상단면(508) 상에 그리고 충전 물질(520)의 상단면(521) 상에 증착될 수 있다. 충전 물질(520)이 증착된 후 도 5d의 상단면(521)의 개선된 평면도에 적어도 부분적으로 기인하여, 평탄화 막(524)의 상단면(526)이 개선된 평면도를 갖는다. 평탄화 막(524)의 상세사항은 도 5e를 참조하여 위에서 설명된다.

[0140] 개선된 평면의 특성을 가진 평탄화 막(524)의 증착 후, 반도체 디바이스의 추가적인 특징부가 평탄화 막의 위 또는 아래의 층에 형성될 수 있다. 단지 몇개의 예로서, 이 특징부는 금속 라인, 비아 또는 다른 적합한 특징부를 포함할 수 있다. 평탄화 막의 개선된 평면의 특성에 기인하여, 이 특징부는 또한 개선된 특성, 예컨대, 개선된 임계 치수 제어 그리고 궁극적으로 개선된 하류 수율을 갖는 경향이 있다.

[0141] 단계(918)에서, 방법(900)이 종료된다.

[0142] 본 개시내용의 실시형태는 하나 이상의 기술적 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 특정한 실시형태는 다양한 지형을 가진 기판 위에 증착되는 평탄화 막의 평면도의 부족을 감소시키거나 또는 제거한다. 충전 물질로 기판 내 함몰부를 부분적으로 또는 완전히 충전함으로써, 기판 지형의 변동이 감소되거나 또는 제거될 수 있어서, 기판 위에 증착될 때 더 두께 제어된 평탄화 막을 발생시킨다. 게다가, 충전 물질은 충전 물질을 증착하기 전에 기판의 선택된 표면(예를 들어, 기판의 상단면)에 표면 처리부를 적용함으로써 함몰부로 향하게 된다. 본 개시내용의 실시형태는 이 이점 중 일부 또는 전부를 제공할 수 있다.

[0143] 본 개시내용이 특정한 유형의 기판, 예컨대, 기판(102), 기판(302), 기판(402) 및 기판(502)과 유사한 기판을 사용하여 주로 설명되었지만, 본 개시내용은 임의의 적합한 유형의 기판의 지형을 평탄화하기 위해 유사한 원리 및 기법을 적용하는 것을 고려한다. 단 하나의 특정한 예로서, 본 개시내용의 실시형태는 3차원 구조체, 예컨대, 반도체 디바이스(200)의 기판(202)에 적용될 수 있다.

[0144] 전술한 설명에서, 처리 시스템의 특정한 기하학적 구조 및 그 안에서 사용되는 다양한 컴포넌트 및 공정의 설명과 같은 특정한 상세사항이 제시되었다. 그러나, 본 명세서의 기법이 이러한 특정한 상세사항으로부터 벗어나는 다른 실시형태로 실시될 수 있고, 이러한 상세사항이 설명을 위한 목적이며 제한사항이 아님을 이해해야 한다. 본 명세서에서 개시된 실시형태는 첨부 도면을 참조하여 설명되었다. 유사하게, 설명을 위해, 특정한 수, 물질 및 구성이 완전한 이해를 제공하기 위해 제시되었다. 그럼에도 불구하고, 실시형태는 이러한 특정한 상세사항 없이 실행될 수 있다. 실질적으로 동일한 기능적 구성을 갖는 컴포넌트는 유사한 참조 부호로 표기되므로, 임의의 불필요한 설명이 생략될 수 있다.

[0145] 다양한 기법은 다양한 실시형태의 이해를 돕기 위해 다수의 별개의 작동으로서 설명되었다. 설명 순서는 이러한 작동이 반드시 순서에 의존한다는 것을 암시하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 실제로, 이러한 작동은 표현 순서로 수행될 필요가 없다. 설명된 작동은 설명된 실시형태와는 상이한 순서로 수행될 수 있다. 다양한 추가적인 작동이 수행될 수 있고/있거나 설명된 작동이 추가적인 실시형태에서 생략될 수 있다.

[0146] 본 개시내용 전반에 걸쳐, 용어 "층" 및 "막"은 하나 이상의 처리 단계에서 증착되는 하나 이상의 층 또는 막을 각각 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용될 때 "기판" 또는 "타깃 기판"은 일반적으로 본 개시내용에 따라 처리되는 물체를 나타낸다. 기판은 디바이스, 특히, 반도체 또는 다른 전자 디바이스의 임의의 물질 부분 또는 구조체를 포함할 수 있고, 예를 들어, 반도체 웨이퍼와 같은 베이스 기판 구조체, 레티클, 또는 박막과 같은 베이스 기판 구조체 상에 있거나 위에 있는 층일 수 있다. 따라서, 기판은 패터닝되거나 또는 패터닝되지 않은 임의의 특정한 베이스 구조체, 하부층 또는 상부층으로 제한되지 않고, 오히려, 임의의 이러한 층 또는 베이스 구조체, 및 층 및/또는 베이스 구조체의 임의의 조합을 포함하는 것으로 고려된다. 설명은 특정한 유형의 기판을 참

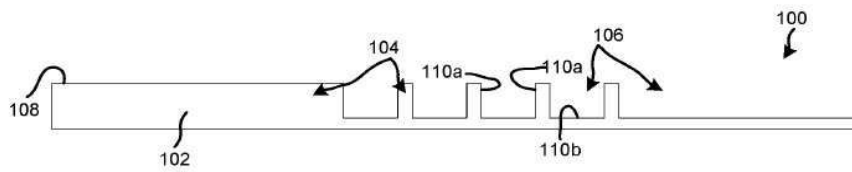
조할 수 있지만, 이것은 예시적인 목적만을 위한 것이다.

[0147] 물론, 본 명세서에서 설명된 바와 같이 상이한 단계의 논의 순서가 명확성을 위해 제시되었다. 일반적으로, 이 단계는 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 부가적으로, 본 명세서의 상이한 특징, 기법, 구성 등의 각각이 본 개시내용의 상이한 곳에서 논의될 수 있지만, 개념의 각각이 서로와 관계 없이 또는 서로 결합하여 실행될 수 있다는 것이 의도된다. 따라서, 본 개시내용은 많은 상이한 방식으로 구현되고 보여질 수 있다.

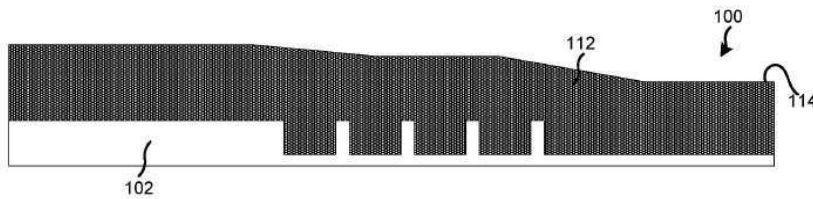
[0148] 본 개시내용이 실례가 되는 실시형태를 참조하여 설명되었지만, 이 설명은 제한적인 의미로 해석되도록 의도된 것이 아니다. 본 개시내용의 다른 실시형태뿐만 아니라 실례가 되는 실시형태의 다양한 수정 및 조합이 설명을 참조할 때 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 청구범위는 이러한 임의의 수정 또는 실시형태를 포함하고자 하는 것이다.

도면

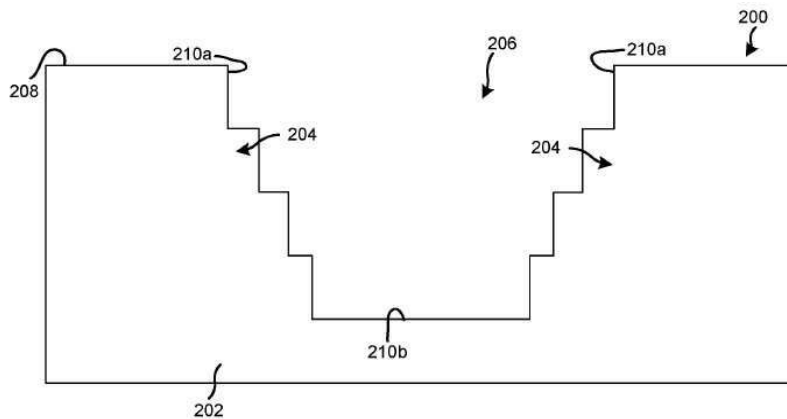
도면1a



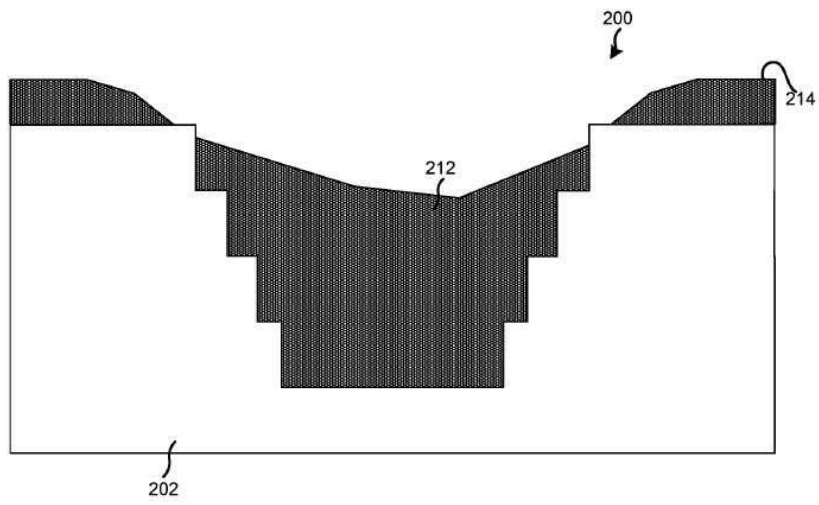
도면1b



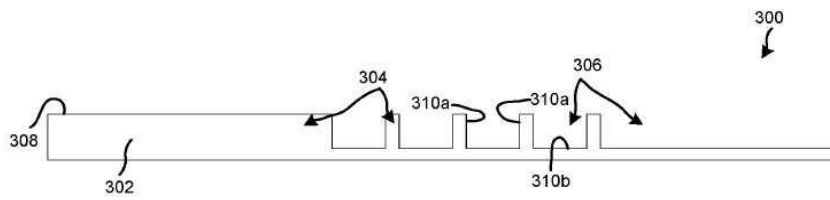
도면2a



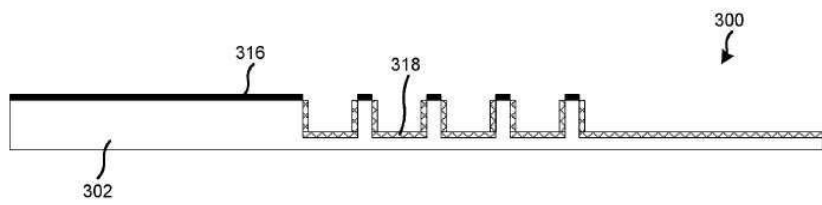
도면2b



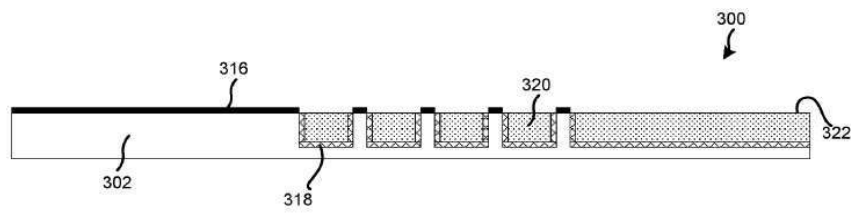
도면3a



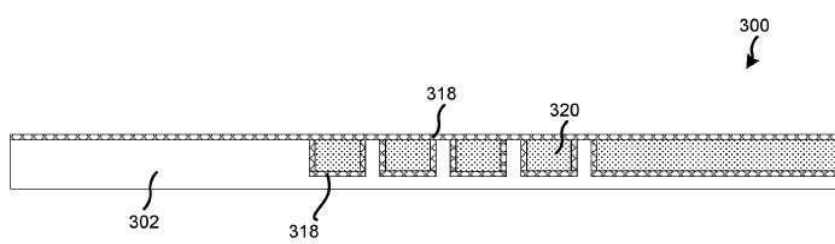
도면3b



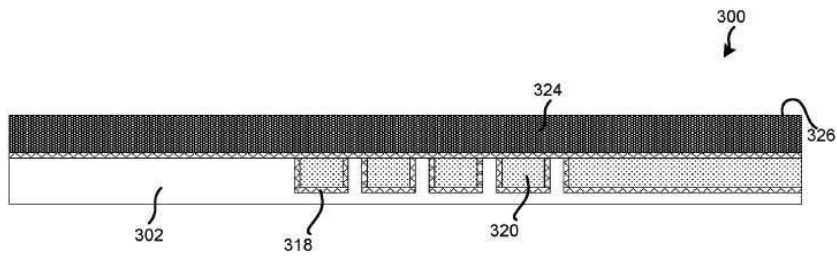
도면3c



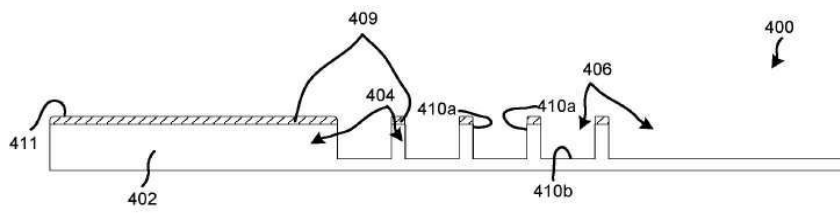
도면3d



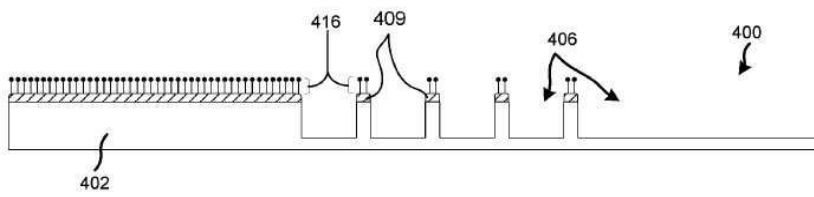
도면3e



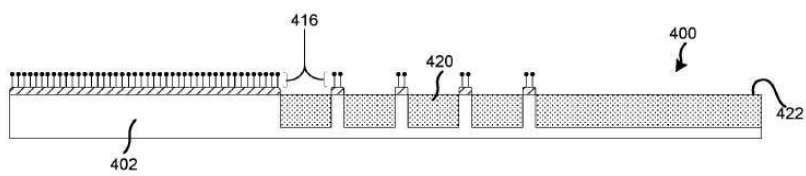
도면4a



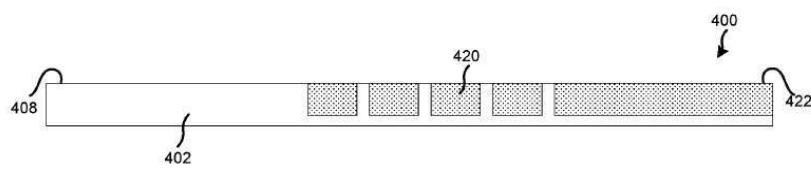
도면4b



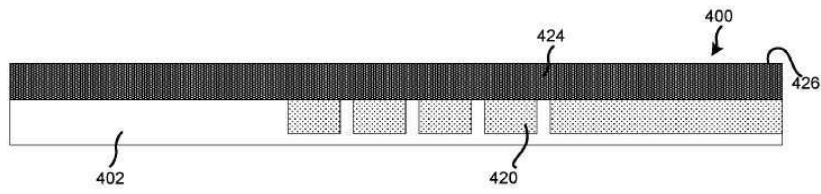
도면4c



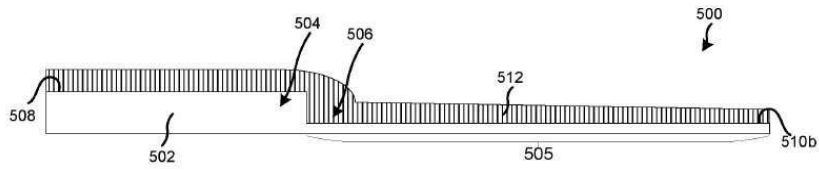
도면4d



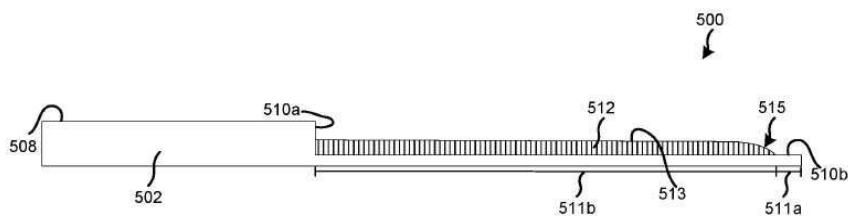
도면4e



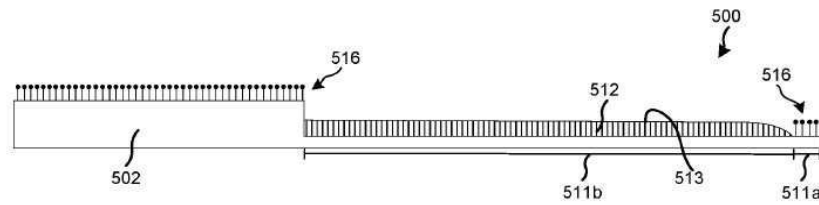
도면5a



도면5b



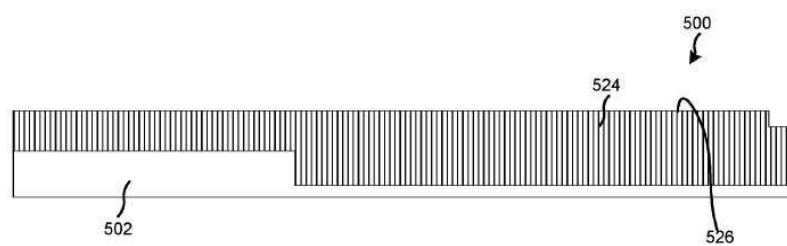
도면5c



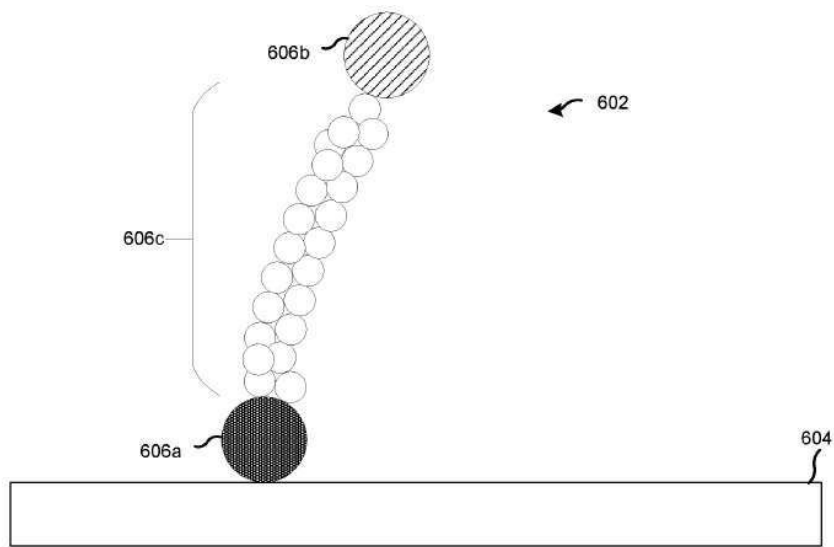
도면5d



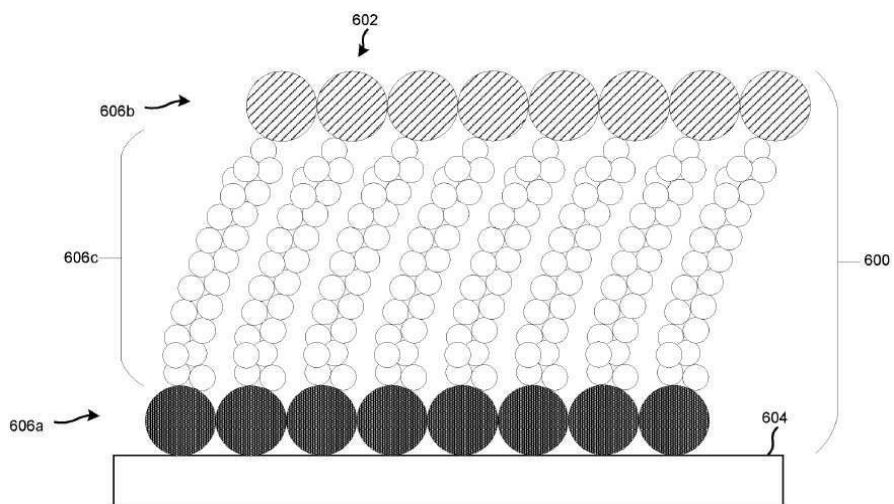
도면5e



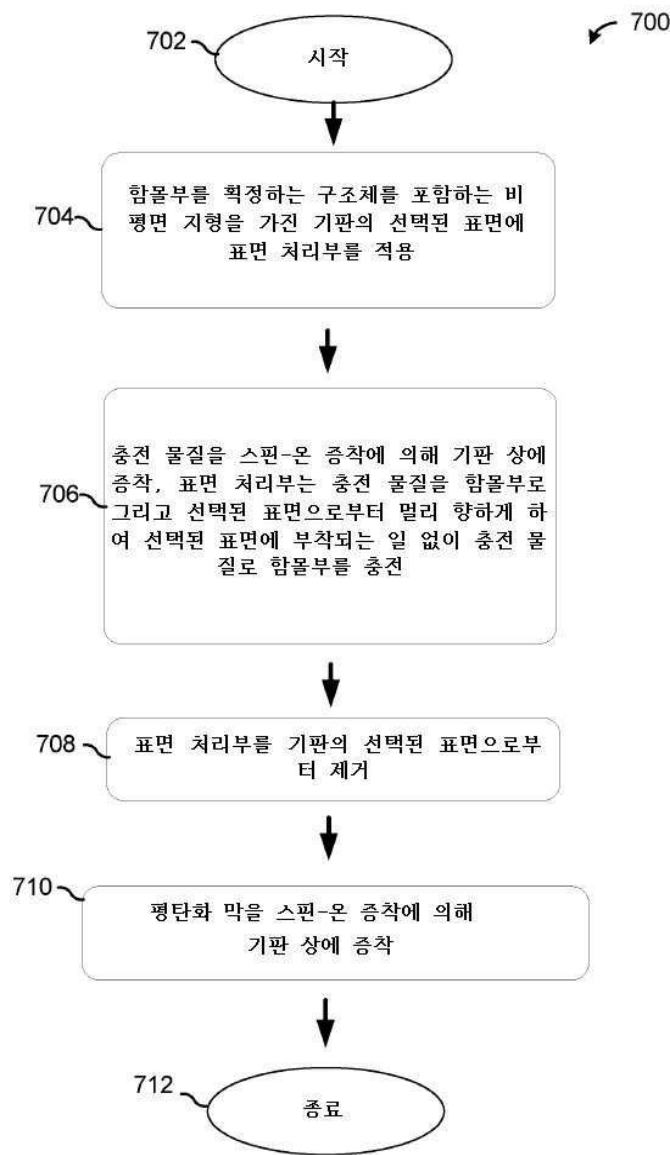
도면6a



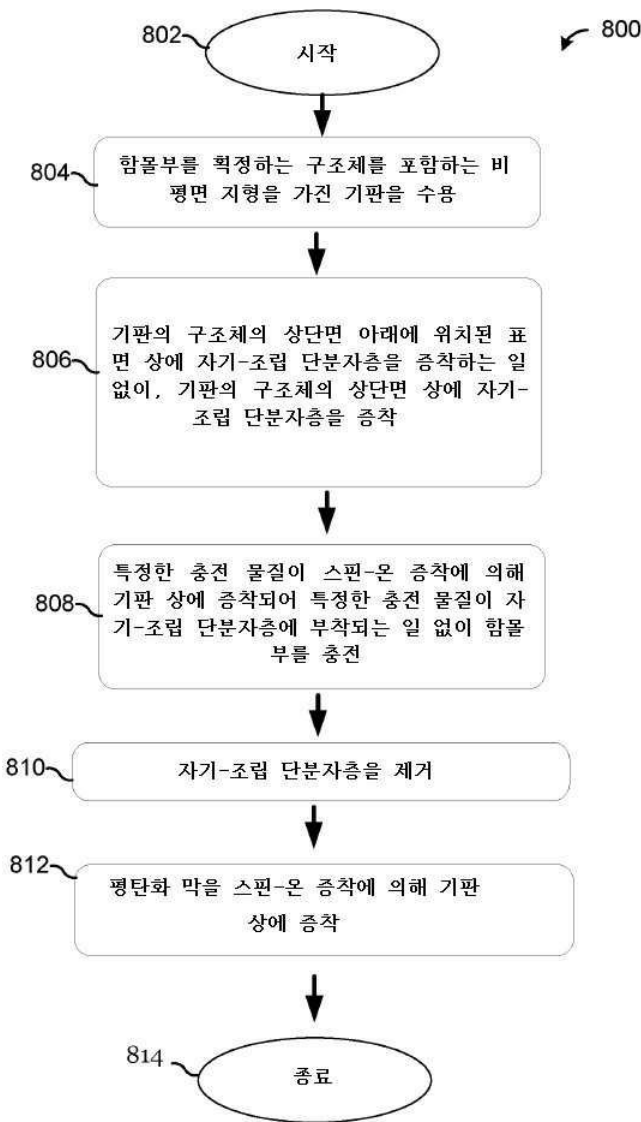
도면6b



도면7



도면8



도면9

