



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월11일
(11) 등록번호 10-2780321
(24) 등록일자 2025년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/32 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/3105 (2006.01) H01L 21/321 (2006.01)
H01L 21/768 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/32 (2013.01)
H01L 21/02274 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7001116
(22) 출원일자(국제) 2020년07월16일
심사청구일자 2023년07월11일
(85) 번역문제출일자 2022년01월12일
(65) 공개번호 10-2022-0034785
(43) 공개일자 2022년03월18일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/042305
(87) 국제공개번호 WO 2021/011761
국제공개일자 2021년01월21일
(30) 우선권주장
62/875,882 2019년07월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20180366317 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시기가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
타필리 칸다바라
미국 12203 뉴욕주 올버니 폴러 로드 255 사우스
나노랩 300 스위트 214
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 24 항

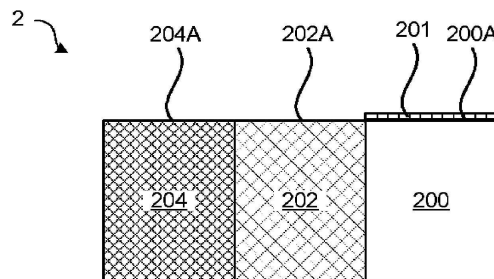
심사관 : 오창석

(54) 발명의 명칭 영역 선택적 증착에서 측면 필름 성장의 완화 방법

(57) 요약

영역 선택적 증착을 위한 기판 가공 처리 방법은, 제1 필름, 제2 필름 및 제3 필름을 함유하는 기판을 제공하는 단계, 제1 필름 상에 제1 차단 층을 형성하는 단계, 제2 필름 상에 제1 차단 층과 상이한 제2 차단 층을 형성하는 단계, 및 제3 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계를 포함한다. 하나의 예에서, 제1 필름은 금속 필름을 함유하고, 제2 필름은 금속 필름을 둘러싸는 금속-함유 라이너를 함유하고, 제3 필름은 금속-함유 라이너를 둘러싸는 유전체 필름을 포함한다.

대표도 - 도2b



(52) CPC특허분류

H01L 21/0228 (2013.01)
H01L 21/3105 (2013.01)
H01L 21/321 (2013.01)
H01L 21/76829 (2013.01)
H01L 21/76883 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US9716005 B1
KR1020180061052 A
KR1020180113632 A
KR1020180029934 A

명세서

청구범위

청구항 1

기판 가공 처리 방법으로서,

제1 필름, 제2 필름 및 제3 필름을 함유하는 기판을 제공하는 단계 - 상기 제1 필름, 상기 제2 필름 및 상기 제3 필름은 상이한 화학 조성을 가짐 - ;

상기 제1 필름 상에 제1 차단 층을 형성하는 단계;

상기 제2 필름 상에 상기 제1 차단 층과 상이한 제2 차단 층을 형성하는 단계 - 상기 제1 차단 층 및 상기 제2 차단 층은 자가-조립 단층(self-assembled monolayer, SAM)을 함유함 - ; 및

상기 제3 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계

를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 필름, 상기 제2 필름 및 상기 제3 필름은 금속 필름, 금속-함유 라이너 및 유전체 필름으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 금속-함유 라이너는 금속 화합물, 또는 상기 금속 필름과 상이한 제2 금속 필름을 함유하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 금속 화합물은 TiN, TaN, MnO₂ 또는 Al₂O₃을 포함하고, 상기 제2 금속 필름은 Co 또는 Ru를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 금속 필름은 Cu, Al, Ta, Ti, W, Ru, Co, Ni, Pt 또는 Mo를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 유전체 필름은 SiO₂, Al₂O₃, HfO₂, TiO₂, ZrO₂, SiN, SiCN, SiCOH, 또는 이들의 조합물을 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 SAM은 티올, 실란, 카복실레이트 또는 포스포네이트를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 재료 필름은 SiO_2 , 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 금속 산화물은 HfO_2 , ZrO_2 또는 Al_2O_3 을 함유하고, 상기 금속 질화물은 HfN , ZrN 또는 AlN 을 함유하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 10

기관 가공 처리 방법으로서,

제1 필름, 제2 필름 및 제3 필름을 함유하는 기관을 제공하는 단계 - 상기 제1 필름, 상기 제2 필름 및 상기 제3 필름은 상이한 화학 조성을 가짐 - ;

상기 제1 필름 상에 제1 차단 층을 형성하는 단계;

상기 제2 필름 상에 상기 제1 차단 층과 상이한 제2 차단 층을 형성하는 단계; 및

상기 제3 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제3 필름 상에 상기 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계는,

상기 제3 필름 상에 상기 재료 필름을 증착하는 단계;

상기 제1 필름, 상기 제2 필름, 또는 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름 둘 모두 상에 재료 필름 핵을 증착하는 단계; 및

상기 재료 필름 핵을 에칭에 의해 제거하는 단계

를 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 11

기관 가공 처리 방법으로서,

금속 필름, 상기 금속 필름을 둘러싸는 금속-함유 라이너, 및 상기 금속-함유 라이너를 둘러싸는 유전체 필름을 함유하는 기관을 제공하는 단계;

상기 금속 필름 상에 제1 자가-조립 단층(SAM)을 함유하는 제1 차단 층을 형성하는 단계;

상기 금속-함유 라이너 상에 상기 제1 SAM과 상이한 제2 SAM을 함유하는 제2 차단 층을 형성하는 단계; 및

상기 유전체 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계

를 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 금속-함유 라이너는 금속 화합물, 또는 상기 금속 필름과 상이한 제2 금속 필름을 함유하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 금속 화합물은 TiN , TaN , MnO_2 또는 Al_2O_3 을 포함하고, 상기 제2 금속 필름은 Co 또는 Ru 를 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 금속 필름은 Cu, Al, Ta, Ti, W, Ru, Co, Ni, Pt 또는 Mo를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 유전체 필름은 SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , SiN, SiCN, SiCOH, 또는 이들의 조합물을 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 제1 SAM은 티올을 포함하고, 상기 제2 SAM은 포스포네이트를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 재료 필름은 SiO_2 , 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 유전체 필름 상에 상기 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계는,

상기 유전체 필름 상에 상기 재료 필름을 증착하는 단계;

상기 금속 필름, 상기 금속-함유 라이너, 또는 상기 금속 필름 및 상기 금속-함유 라이너 둘 모두 상에 재료 필름 핵을 증착하는 단계; 및

상기 재료 필름 핵을 에칭에 의해 제거하는 단계

를 포함하는, 기판 가공 처리 방법.

청구항 19

기판 가공 처리 방법으로서,

금속 필름, 금속 화합물을 함유하고 상기 금속 필름을 둘러싸는 금속-함유 라이너, 및 상기 금속-함유 라이너를 둘러싸는 유전체 필름을 함유하는 기판을 제공하는 단계;

상기 금속 필름 상에 제1 자가-조립 단층(SAM)을 함유하는 제1 차단 층을 형성하는 단계;

상기 금속-함유 라이너 상에 제2 SAM을 함유하는 제2 차단 층을 형성하는 단계; 및

상기 유전체 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 유전체 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계는,

상기 유전체 필름 상에 상기 재료 필름을 증착하는 단계;

상기 금속 필름, 상기 금속-함유 라이너, 또는 상기 금속 필름 및 상기 금속-함유 라이너 둘 모두 상에 재료 필름 핵을 증착하는 단계; 및

상기 재료 필름 핵을 에칭에 의해 제거하는 단계

에 의한, 기판 가공 처리 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제1 SAM은 티올을 포함하고, 상기 제2 SAM은 포스포네이트를 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 제2 SAM은 포스포네이트 또는 카복실레이트를 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 22

제19항에 있어서,

상기 제2 SAM을 형성하는 단계는 상기 제1 SAM을 치밀화하는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 23

제10항에 있어서,

상기 제1 필름, 상기 제2 필름 및 상기 제3 필름은 금속 필름, 금속-함유 라이너 및 유전체 필름으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 기관 가공 처리 방법.

청구항 24

제10항에 있어서,

상기 재료 필름은 SiO_2 , 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함하는, 기관 가공 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2019년 7월 18일자로 출원된 미국 특허 가출원 제62/875,882호와 관련되고 이에 대한 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 본원에 참고로서 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 반도체 가공 처리, 보다 구체적으로는 측면 필름 성장을 감소시키기 위해 복수개의 차단 층을 사용하는 영역 선택적 필름 증착 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 디바이스 크기가 점점 더 작아짐에 따라, 반도체 디바이스 제조의 복잡성이 증가하고 있다. 또한, 반도체 디바이스를 생산하는 비용이 증가하고 있고, 비용 효율적 해결책 및 혁신이 요구된다. 보다 작은 트랜지스터가 제조됨에 따라, 패터닝된 특징부의 임계 치수(CD) 또는 분해능을 생성하는 것이 점점 더 어려워지고 있다. 박막의 선택적 증착은 고도로 축적된 기술 노드에서 패터닝의 핵심 단계이다. 측면 성장을 제어하고 선택적으로 증착된 재료의 결함 밀도를 감소시키기 위한 신규한 증착 방법이 필요하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시형태는 복수개의 차단 층을 사용하는 선택적 재료 필름 형성 방법을 제공한다.

[0007] 일 실시형태에 따라, 기관 가공 처리 방법은 제1 필름, 제2 필름 및 제3 필름을 함유하는 기관을 제공하는 단계, 제1 필름 상에 제1 차단 층을 형성하는 단계, 제2 필름 상에 제1 차단 층과 상이한 제2 차단 층을 형성하는 단계, 및 제3 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계를 포함한다.

[0008] 다른 실시형태에 따라, 기관 가공 처리 방법은 금속 필름, 금속 필름을 둘러싸는 금속-함유 라이너(liner) 및

금속-함유 라이너를 둘러싸는 유전체 필름을 함유하는 기판을 제공하는 단계, 금속 필름 상에 제1 자가-조립 단층(SAM)을 함유하는 제1 차단 층을 형성하는 단계, 금속-함유 라이너 상에 제1 SAM과 상이한 제2 SAM을 함유하는 제2 차단 층을 형성하는 단계, 및 유전체 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 실시형태에 따라, 기판 가공 처리 방법은 금속 필름, 금속 화합물을 함유하고 금속 필름을 둘러싸는 금속-함유 라이너 및 금속-함유 라이너를 둘러싸는 유전체 필름을 함유하는 기판을 제공하는 단계, 금속 필름 상에 제1 자가-조립 단층(SAM)을 함유하는 제1 차단 층을 형성하는 단계, 금속-함유 라이너 상에 제2 SAM을 함유하는 제2 차단 층을 형성하는 단계를 포함하고, 제1 SAM은 티올을 포함하고, 제2 SAM은 포스포네이트를 포함한다. 본 방법은 유전체 필름 상에 재료 필름을 증착하고, 금속 필름, 금속-함유 라이너, 또는 금속 필름 및 금속-함유 라이너 필름 둘 모두 상에 재료 필름 핵을 증착하고, 재료 필름 핵을 에칭에 의해 제거하여 유전체 필름 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 단계를 추가로 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 발명의 실시형태 및 그에 수반되는 많은 이점의 보다 완전한 이해는 특히 첨부 도면과 함께 고려되는 이하의 상세한 설명을 참조함으로써 용이하게 이루어질 것이다:

도 1은 본 발명의 실시형태에 따라 기판 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 방법에 대한 공정 흐름도이다;

도 2a 내지 도 2f는 본 발명의 실시형태에 따라 기판 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 방법의 개략적인 단면도를 도시한다;

도 3은 본 발명의 실시형태에 따라 기판 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 방법에 대한 공정 흐름도이다;

도 4a 내지 도 4f는 본 발명의 실시형태에 따라 기판 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 방법의 개략적인 단면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명의 실시형태는 상이한 기판 재료 상에 복수개의 차단 층을 사용하여 반도체 디바이스의 표면 상에 재료 필름을 선택적으로 형성하는 방법을 제공한다. 본 발명의 실시형태는 원자 층 증착(ALD), 화학 기상 증착(CVD), 및 스핀-온 증착과 같이 표면 민감성 증착 공정을 사용하는 영역 선택적 증착(ASD)에 적용될 수 있다. 본 방법은 통상적인 리소그래피 및 에칭 공정과 비교할 경우 더 적은 가공 처리 단계를 요구하며, 반도체 디바이스에서 라인-투-라인(line-to-line) 고장 및 누전 성능에 대해 개선된 마진(margin)을 추가로 제공할 수 있다.

[0012] 이제 도 1 및 도 2a 내지 2f를 참조하면, 공정 흐름도(1)는 (100)에서, 제1 표면(200A)을 갖는 제1 필름(200), 제2 표면(202A)을 갖는 제2 필름(202), 및 제3 표면(204A)을 갖는 제3 필름(204)을 함유하는 기판(2)을 제공하는 단계를 포함한다. 도 2a의 예에서, 도래되는 평탄화된 기판(2)은 동일한 수평면에서 표면(200A, 202A, 204A)을 갖는다. 그러나, 다른 예에서, 표면(200A, 202A, 204A) 중 하나 이상은 수직으로 오프셋될 수 있다. 제1 필름(200), 제2 필름(202) 및 제3 필름(204)은 상이한 화학 조성을 가질 수 있다. 하나의 예에서, 이들 필름 중 하나는 유전체 필름을 포함하고, 다른 필름은 금속-함유 라이너를 포함하며, 또 다른 필름은 순수한 또는 실질적으로 순수한 금속을 함유하는 금속 필름을 포함한다. 유전체 필름은, 예를 들어 SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , SiN , SiCN , SiCOH , 또는 이들의 조합물을 함유할 수 있다.

[0013] 하나의 예에서, 유전체 필름은 금속 원소를 함유하지 않는 저-k 재료($k < 4$)이다. 금속-함유 라이너는, 예를 들어 금속 화합물, 예컨대 금속 질화물(예를 들어, TiN 또는 TaN) 또는 금속 산화물(예를 들어, MnO_2 또는 Al_2O_3), 또는 그래핀, 또는 금속 필름과 상이한 제2 금속 필름(예를 들어, Co 또는 Ru)을 함유할 수 있다. 금속 필름은, 예를 들어 Cu , Al , Ta , Ti , W , Ru , Co , Ni , Pt 또는 Mo 를 함유할 수 있다.

[0014] (102)에서, 기판(2)에 대한 표면(200A, 202A, 204A)은 필름(200, 202, 204) 중 하나 이상 상에서 ASD를 위한 제조 시에, 선택적으로 세정되고, 변형되고, 또는 세정 및 변형 둘 다 된다. 예시적인 평탄화된 기판(2)을 형성하는 데 사용되는 평탄화 공정은 회전하는 폴리싱 패드 및 화학 슬러리를 사용하는 화학적 기계적 폴리싱(CMP) 공정을 포함할 수 있다. CMP 공정은 폴리싱 잔여물 및 산화된 재료를 평탄화된 기판(2) 상에 남길 수 있고, 이들 오염물을 제거하기 위해 표면 세정 공정이 사용될 수 있다. 또한, 표면 세정 공정은 추가의 가공 처리를 위해 원하는 표면 종단을 제공할 수 있거나, 별도의 표면 변형 공정을 수행하여 원하는 표면 종단을 달성할 수 있다. 표면 세정 공정은 기판(2)을 산(예를 들어, 시트르산 또는 아세트산)을 함유하는 액체 또는 기체 상 플라즈

마(예를 들어, 플라즈마-여기된 H_2 기체)에 노출시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] (104)에서, 본 방법은 제1 필름(200) 상에 제1 차단 층(201)을 형성하는 단계를 포함한다. 이는 도 2b에 개략적으로 도시되어 있다. 제1 차단 층(201)은 제1 필름(200) 상에 재료 필름의 후속 증착을 물리적으로 방지하거나 감소시킬 수 있다. 일 실시형태에 따라, 제1 차단 층(201)은 제2 필름(202) 및 제3 필름(204)에 비해 제1 필름(200) 상에서 선택적으로 형성되는 자가-조립 단층(SAM)을 포함한다. 제1 차단 층(201)은 SAM을 선택적으로 형성할 수 있는 분자를 함유하는 반응물 기체에 기관(2)을 노출시킴으로써 형성될 수 있다. SAM은, 흡착에 의해 기관 표면 상에 자발적으로 형성되고 다소 넓은 정렬 도메인으로 구조화되는 분자 조립체이다. SAM은 헤드기(head group), 테일기(tail group) 및 작용 말단기를 지니는 분자를 포함할 수 있다. SAM은 실온 또는 실온 이상에서 증기 상으로부터 헤드기의 기관 표면 상으로의 화학 흡착 후, 테일기의 느린 구조화에 의해 생성된다. 초기에는, 표면 상의 소분자 밀도에서, 흡착물질 분자가 분자의 무질서 덩어리를 형성하거나, 정렬된 2차원 "가로 놓인 상(lying down phase)"을 형성하며, 더 높은 분자 범위에서, 수 분 내지 수 시간의 기간에 걸쳐서, 기관 표면 상에 3차원 결정질 또는 반결정질 구조물을 형성하기 시작한다. 헤드기는 기관 상에서 함께 조립되는 반면에, 테일기는 기관으로부터 이격되어 조립된다.

[0016] SAM을 형성하는 분자의 헤드기는 상이한 표면 상에서 상이한 화학 종에 화학적으로 결합하는 분자의 능력을 고려하여 선택될 수 있다. SAM 분자의 예는 티올, 실란, 카복실레이트 및 포스포네이트를 포함한다. 예를 들어, 티올은 금속 필름 상에 SAM을 형성하는 데 사용될 수 있고, 실란은 유전체 필름 상에 SAM을 형성하는 데 사용될 수 있고, 포스포네이트는 금속-함유 라이너 상에 SAM을 형성하는 데 사용될 수 있다. 카복실산은 금속 필름 또는 산화물 유전체 필름 중 어느 하나에 대해 맞춰질 수 있다. 실란의 예는, C, H, Cl, F 및 Si 원자, 또는 C, H, Cl 및 Si 원자를 함유하는 분자를 포함한다. 실란의 비제한적인 예는 퍼플루오로테실트리클로로실란($(CF_3(CF_2)_7CH_2CH_2SiCl_3)$), 클로로테실디메틸실란($(CH_3(CH_2)_8CH_2Si(CH_3)_2Cl)$), 옥타테실트리클로로실란($(CH_3(CH_2)_{17}SiCl_3)$), 및 tert부틸(클로로)디메틸실란($((CH_3)_3CSi(CH_3)_2Cl)$)을 포함한다. 티올의 비제한적인 예는 1-옥타테실티올($(CH_3(CH_2)_6CH_2SH)$), 1-도데실티올($(CH_3(CH_2)_{10}CH_2SH)$), 및 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로-1-데칸티올($(CF_3(CF_2)_7CH_2CH_2SH)$)을 포함한다. 포스포산의 비제한적인 예는 옥타테실 포스포산($(C_{18}H_{39}O_3P)$) 및 데실 포스포산($(C_{10}H_{23}O_3P)$)을 포함한다. 카복실산의 비제한적인 예는 데칸산($(C_{10}H_{20}O_2)$)이다.

[0017] (106)에서, 본 방법은 제2 필름(202) 상에 제2 차단 층(203)을 형성하는 단계를 추가로 포함한다. 이는 도 2c에 개략적으로 도시되어 있다. 제2 차단 층(203)은 제1 차단 층(201)과 화학적으로 상이한 SAM을 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 제2 차단 층(203)은 제1 차단 층(201)을 치밀화할 수 있다. 다른 실시형태에서, 제2 차단 층(203)은 제1 차단 층(201)이 형성되기 전에 기관(2) 상에 형성될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 제1 차단 층(201) 및 제2 차단 층(203)의 형성은, 예를 들어 2개의 상이한 SAM 분자를 함유하는 반응물 기체에 기관(2)을 노출시킴으로써 시간이 겹칠 수 있다.

[0018] (108)에서, 본 방법은 기관(2) 상에 재료 필름(205)을 증착하는 단계를 추가로 포함하며, 재료 필름(205)은, 제1 필름(200) 상의 제1 차단 층(201) 및 제2 필름(202) 상의 제2 차단 층(203)의 차단 효과로 인해, 제2 필름(202) 및 제1 필름(200)에 비해 제3 필름(204) 상에 우선적으로 증착된다. 도 2d에 도시된 바와 같이, 재료 필름(205)의 증착은 제1 및 제2 차단 층(201, 203)의 불완전한 차단으로 인해 제3 필름(204)에 대해 완전히 선택적이지 않을 수도 있고, 제1 재료(200) 및 제2 재료(202) 상에 원하지 않는 재료 필름 핵(205A)의 증착이 일어날 수 있다. 재료 필름 핵(205)은 재료 필름(205)과 동일하거나 유사한 화학 조성을 가질 수 있다. 다른 예에서, 필름 핵(205A)은 제1 필름(200), 제2 필름(202) 또는 둘 모두 상에 완전한 박층을 형성할 수 있고, 완전한 박층은 제3 필름(204) 상의 재료 필름(205)보다 더 얇다.

[0019] 일부 예에서, 재료 필름(205)은 SiO_2 , 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함할 수 있다. 금속은, 예를 들어 Cu, Al, Ta, Ti, W, Ru, Co, Ni, Pt 또는 Mo로부터 선택되는 순수한 또는 실질적으로 순수한 금속을 포함할 수 있다. 금속 산화물은, 예를 들어 HfO_2 , ZrO_2 또는 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 금속 질화물은, 예를 들어 HfN, ZrN 또는 AlN을 포함할 수 있다. 예를 들어, 금속 산화물 필름은 금속-함유 전구체 및 산화제(예를 들어, H_2O , H_2O_2 , 플라즈마-여기된 O_2 , 또는 O_3)의 교차 노출을 사용하는 ALD 또는 플라즈마-강화된 ALD(PEALD)에 의해 증착될 수 있고, 금속 질화물 필름은 금속-함유 전구체 및 질소-함유 기체(예를 들어, NH_3 , N_2H_4 , 또는 플라즈마-여기된 N_2)의 교차 노출을 사용하는 ALD 또는 PEALD에 의해 증착될 수 있다.

- [0020] 일 실시형태에 따라, 공정 화살표(110)로 나타낸 바와 같이, 단계(102-108)는 제3 필름(204) 상의 재료 필름(205)의 두께를 증가시키도록 적어도 1회 반복될 수 있다. 단계(102)가 반복되는 경우, 제1 및 제2 차단 층(201, 203)은 제거될 수 있고, 이어서 단계(104, 106)에서 재형성될 수 있다.
- [0021] (112)에서, 본 방법은 제1 필름(100) 및 제2 필름(102)로부터 원하지 않는 재료 필름 핵(205A)을 선택적으로 제거하는 단계를 추가로 포함한다. 이는 도 2e에 개략적으로 도시되어 있다. 에칭 공정은 건식 에칭 공정, 습식 에칭 공정, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 에칭 공정은 원자 층 에칭(ALE) 공정을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 재료 필름 핵(205A)은 에칭 기체, 예를 들어 $\text{Al}(\text{CH}_3)$, BCl_3 , TiCl_4 또는 SiCl_4 의 기체 노출을 사용하여 제거될 수 있다.
- [0022] 일 실시형태에 따라, 공정 화살표(114)로 나타낸 바와 같이, 단계(102-108, 112)는 제3 필름(204) 상에서 선택적으로 형성되는 재료 필름(205)의 두께를 증가시키도록 적어도 1회 반복될 수 있다.
- [0023] 하나의 예에서, 단계(112)에서 재료 필름 핵(205)의 제거는 또한 기관(2)으로부터의 제1 및 제2 차단 층(201, 203)의 제거를 초래할 수 있다. 다른 예에서, 재료 필름(205)의 원하는 두께에 도달할 때, 제1 및 제2 차단 층(201, 203)은, 예를 들어 가열에 의해 제거된다. 생성된 기관(2)은 도 2f에 개략적으로 도시되어 있다.
- [0024] 이제 도 3 및 도 4a 내지 4d를 참조하면, 공정 흐름도(3)는 (300)에서, 제1 표면(400A)을 갖는 금속 필름(400), 금속 필름(400)을 둘러싸고 제2 표면(402A)을 갖는 금속-함유 라이너(402), 및 금속-함유 라이너(402)를 둘러싸고 제3 표면(404A)을 갖는 유전체 필름(404)을 함유하는 기관(4)을 제공하는 단계를 포함한다. 이러한 필름 구조 및 다른 유사한 필름 구조는 집적 회로에서 흔히 발견되며, 금속-함유 라이너(402)는 금속 필름(400)과 유전체 필름(404) 사이에서 확산 장벽으로서 작용한다. 유전체 필름(404)은, 예를 들어 SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , SiN , SiCN , SiCOH , 또는 이들의 조합물을 함유할 수 있다. 하나의 예에서, 유전체 필름(404)은 금속 원소를 함유하지 않는 저-k 재료($k < 4$)이다. 금속-함유 라이너(402)는, 예를 들어 금속 화합물, 예컨대 금속 질화물(예를 들어, TiN 또는 TaN) 또는 금속 산화물(예를 들어, MnO_2 또는 Al_2O_3), 또는 그래핀, 또는 금속 필름(404)과 상이한 제2 금속 필름(예를 들어, Co 또는 Ru)을 함유할 수 있다. 금속 필름(404)은, 예를 들어 Cu , Al , Ta , Ti , W , Ru , Co , Ni , Pt 또는 Mo 를 포함하는 순수한 또는 실질적으로 순수한 금속을 함유할 수 있다.
- [0025] (302)에서, 표면(400A, 402A, 404A)은 유전체 필름(404) 상에 재료 필름의 영역 선택적 증착을 위한 제조 시에, 선택적으로 세정되고, 변형되고, 또는 세정 및 변형 둘 다 된다. 표면 세정 공정은, 예를 들어 기관(4)을 산(예를 들어, 시트르산 또는 아세트산)을 함유하는 액체 또는 기체 상 플라즈마(예를 들어, 플라즈마-여기된 H_2 기체)에 노출시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] (304)에서, 본 방법은 금속 필름(400) 상에 제1 차단 층(401)을 형성하는 단계를 포함한다. 이는 도 4b에 개략적으로 도시되어 있다. 제1 차단 층(201)은 금속 필름(400) 상에 재료 필름의 후속 증착을 물리적으로 방지하거나 감소시킬 수 있다. 일 실시형태에 따라, 제1 차단 층(401)은 금속-함유 라이너(402) 및 유전체 필름(404)에 비해 금속 필름(400) 상에 선택적으로 형성되는 SAM을 포함한다. 제1 차단 층(401)은 금속 필름(400) 상에 SAM을 선택적으로 형성할 수 있는 티올을 함유하는 반응물 기체에 기관(4)을 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 티올의 비제한적인 예는 1-옥타데실티올($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{SH}$), 1-도데실티올($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{SH}$), 및 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로-1-데칸티올($\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH}$)을 포함한다.
- [0027] (306)에서, 본 방법은 금속-함유 라이너(402) 상에 제2 차단 층(403)을 형성하는 단계를 추가로 포함한다. 이는 도 4c에 개략적으로 도시되어 있다. 제2 차단 층(403)은 제1 차단 층(401)과 화학적으로 상이하다. 일 실시형태에 따라, 포스포네이트 헤드기를 함유하는 반응물 기체는 금속-함유 라이너(402)의 표면(402A) 상에 SAM을 함유하는 차단 층(403)을 선택적으로 형성하는 데 사용될 수 있다. 포스포산의 비제한적인 예는 옥타데실 포스포산($\text{C}_{18}\text{H}_{39}\text{O}_3\text{P}$) 및 데실 포스포산($\text{C}_{10}\text{H}_{23}\text{O}_3\text{P}$)을 포함한다. 카복실산의 비제한적인 예는 데칸산($\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$)을 포함한다.
- [0028] 다른 실시형태에서, 제2 차단 층(403)은 금속 필름(400) 상에 제1 차단 층(401)이 형성되기 전에 금속-함유 라이너(402) 상에 형성될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 제1 차단 층(401) 및 제2 차단 층(403)의 형성은, 예를 들어 2개의 상이한 SAM 분자를 함유하는 반응물 기체에 기관(4)을 노출시킴으로써 시간이 겹칠 수 있다.
- [0029] (408)에서, 본 방법은 기관(4) 상에 재료 필름(405)을 증착하는 단계를 추가로 포함하며, 재료 필름(405)은, 금속 필름(400) 상의 제1 차단 층(401) 및 금속-함유 라이너(402) 상의 제2 차단 층(403)의 차단으로 인해, 금속-함유 라이너(402) 및 금속 필름(400)에 비해 유전체 필름(404) 상에 우선적으로 증착된다. 도 4d에 도시된 바와

같이, 재료 필름(405)의 증착은 제1 및 제2 차단 층(401, 403)의 불완전한 차단으로 인해 유전체 필름(404)에 대해 완전히 선택적이지 않을 수도 있고, 금속 필름(400) 및 금속-함유 라이너(402) 상에 원하지 않는 재료 필름 핵(405A)의 증착이 일어날 수 있다.

[0030] 일부 예에서, 재료 필름(405)은 SiO_2 , 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함할 수 있다. 금속 산화물은, 예를 들어 HfO_2 , ZrO_2 또는 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 금속 질화물은, 예를 들어 HfN , ZrN 또는 AlN 을 포함할 수 있다. 예를 들어, 금속 산화물 필름은 금속-함유 전구체 및 산화제(예를 들어, H_2O , H_2O_2 , 또는 플라스마-여기된 O_2 또는 O_3)의 교차 노출을 사용하는 ALD 또는 PEALD에 의해 증착될 수 있고, 금속 질화물 필름은 금속-함유 전구체 및 질소-함유 기체(예를 들어, NH_3 , N_2H_4 , 또는 플라스마-여기된 N_2)의 교차 노출을 사용하는 ALD 또는 PEALD에 의해 증착될 수 있다.

[0031] 일 실시형태에 따라, 공정 화살표(410)로 나타낸 바와 같이, 단계(402-408)는 유전체 필름(204) 상의 재료 필름(405)의 두께를 증가시키도록 적어도 1회 반복될 수 있다. 단계(402)가 반복되는 경우, 제1 및 제2 차단 층(401, 403)은 제거될 수 있고, 이어서 단계(404, 406)에서 재형성될 수 있다.

[0032] (412)에서, 본 방법은 금속 필름(100) 및 금속-함유 라이너(102)로부터 원하지 않는 재료 필름 핵(405A)을 선택적으로 제거하는 단계를 추가로 포함한다. 이는 도 4e에 개략적으로 도시되어 있다. 에칭 공정은 건식 에칭 공정, 습식 에칭 공정, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 에칭 공정은 ALE 공정을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 재료 필름 핵(405A)은 에칭 기체, 예를 들어 $\text{Al}(\text{CH}_3)$, BCl_3 , TiCl_4 또는 SiCl_4 의 기체 노출을 사용하여 제거될 수 있다.

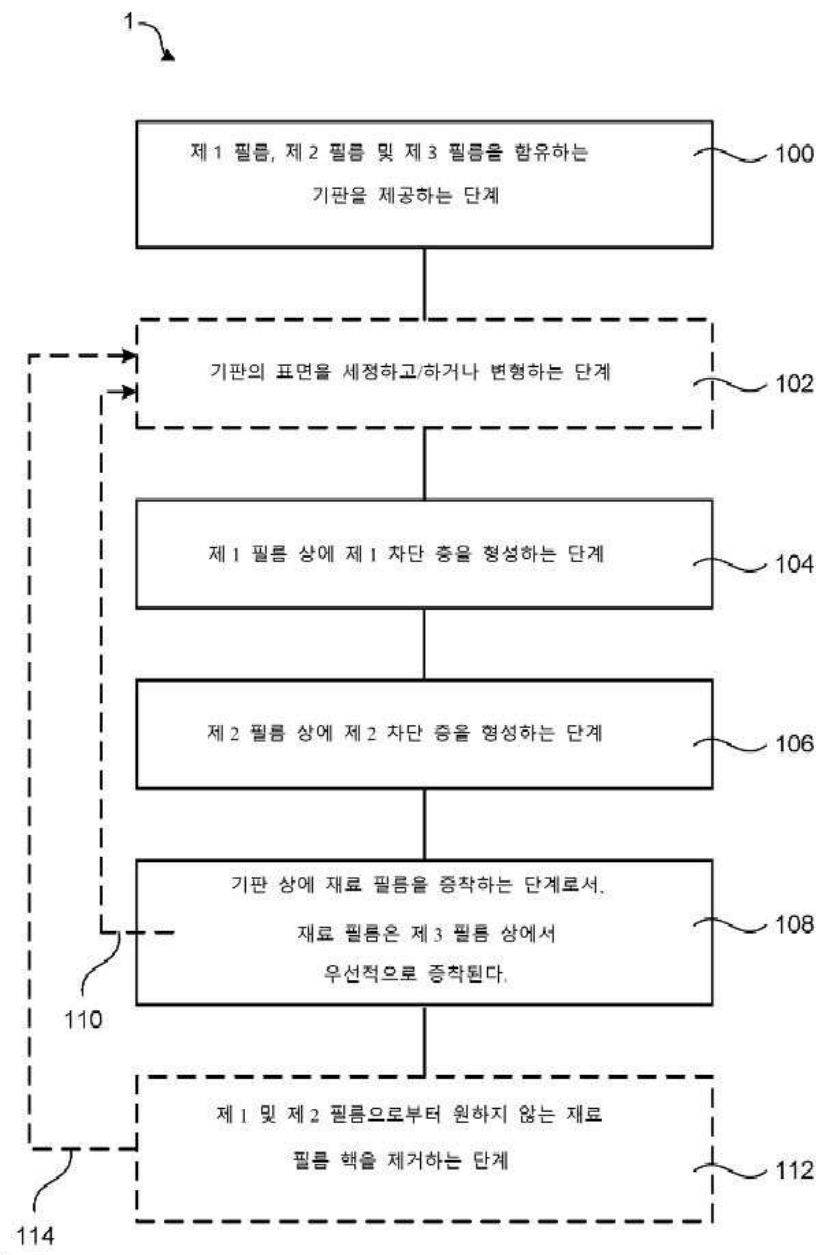
[0033] 일 실시형태에 따라, 공정 화살표(414)로 나타낸 바와 같이, 단계(402-408, 412)는 유전체 필름(404) 상에서 선택적으로 형성되는 재료 필름(405)의 두께를 증가시키도록 적어도 1회 반복될 수 있다.

[0034] 하나의 예에서, 단계(412)에서 재료 필름 핵(405)의 제거는 또한 기관(2)으로부터의 제1 및 제2 차단 층(401, 403)의 제거를 초래할 수 있다. 다른 예에서, 재료 필름(405)의 원하는 두께에 도달할 때, 제1 및 제2 차단 층(401, 403)은, 예를 들어 가열에 의해 제거된다. 생성된 기관(4)은 도 4f에 개략적으로 도시되어 있다. 하나의 예에서, 도 4f에서 필름 구조는 재료 필름(405)에 의해 금속 필름(400) 및 금속-함유 라이너(402) 상에 형성된 자가-정렬된 비아(via)를 포함할 수 있다.

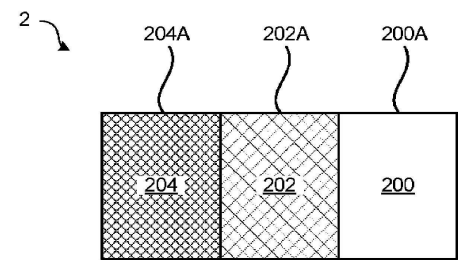
[0035] 복수개의 차단 층을 사용하는 영역 선택적 필름 형성 방법이 다양한 실시형태에 개시되어 있다. 본 발명의 실시 형태에 대한 상기 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제시되었다. 이러한 설명은 완전하다거나 본 발명을 개시된 정확한 형태로 한정하려는 의도는 아니다. 이러한 설명 및 다음의 청구범위에는 설명의 목적으로만 사용되는 용어가 포함되며, 이러한 용어는 한정적인 것으로 해석되어서는 안 된다. 당업자는 상기 교시에 비추어 많은 수정 및 변경이 가능함을 이해할 수 있다. 당업자는 도면에 도시된 다양한 구성요소에 대한 다양한 균등의 조합 및 대체를 인식할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 이러한 상세한 설명에 의해 한정되는 것이 아니라 첨부된 청구범위에 의해 한정되는 것으로 의도된다.

도면

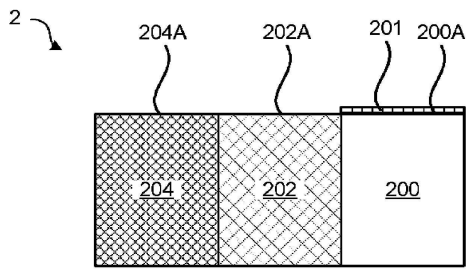
도면1



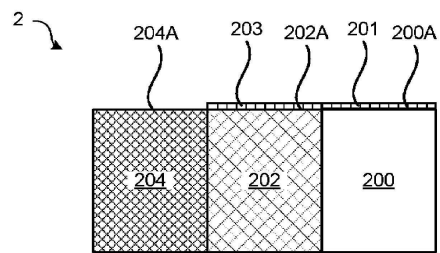
도면2a



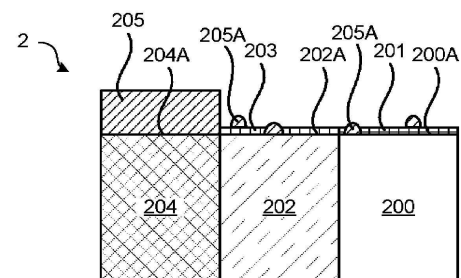
도면2b



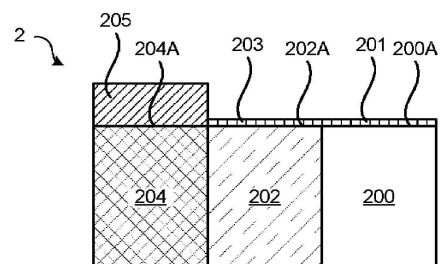
도면2c



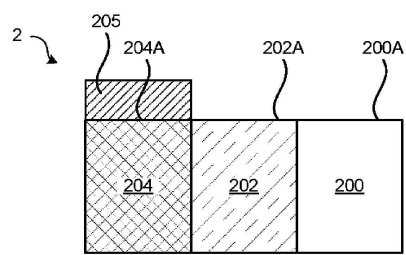
도면2d



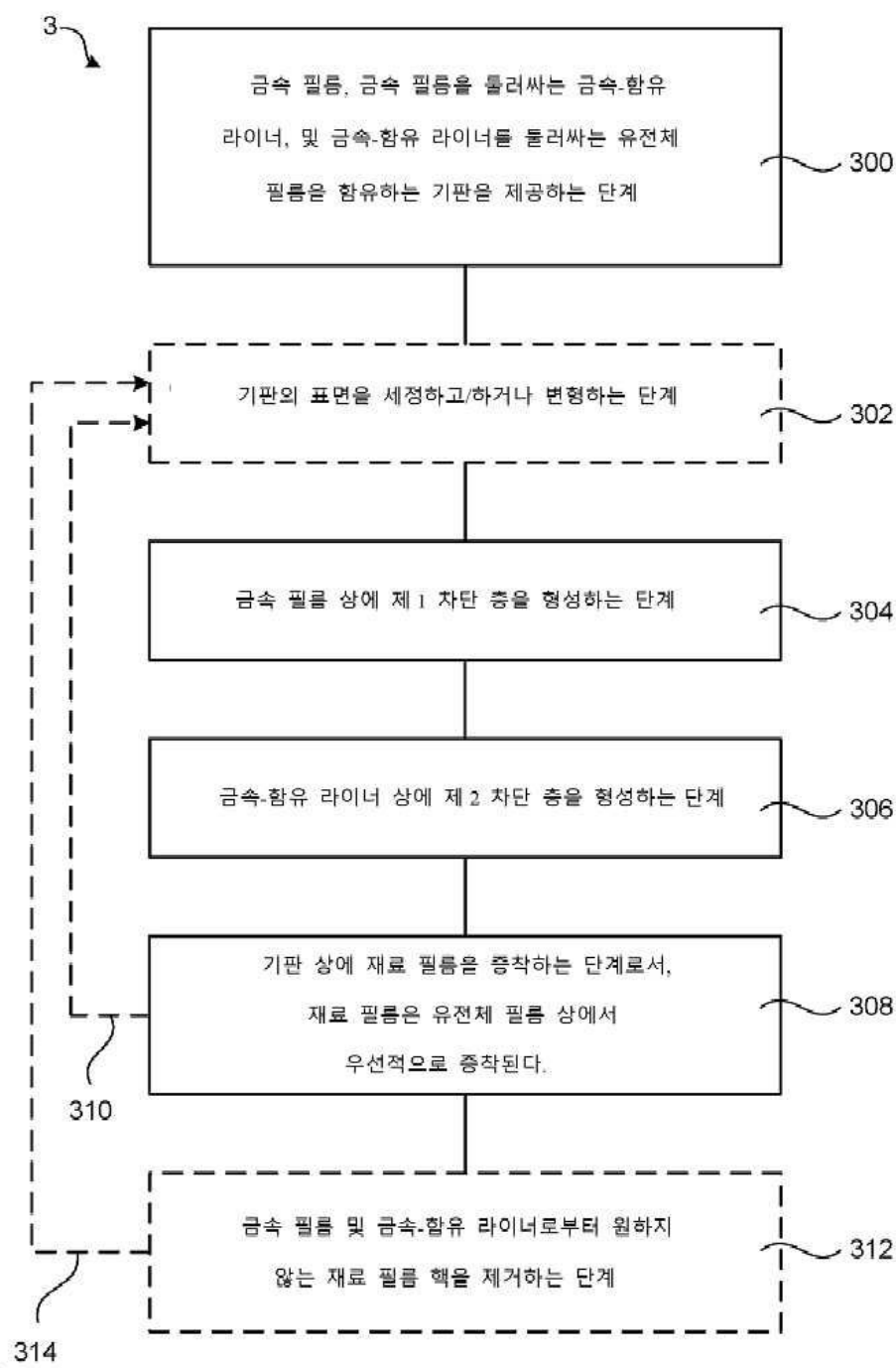
도면2e



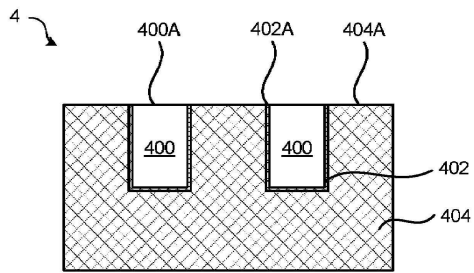
도면2f



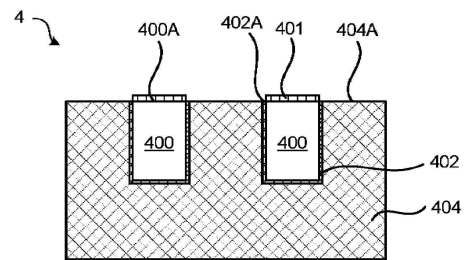
도면3



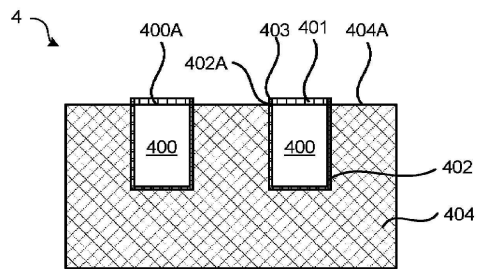
도면4a



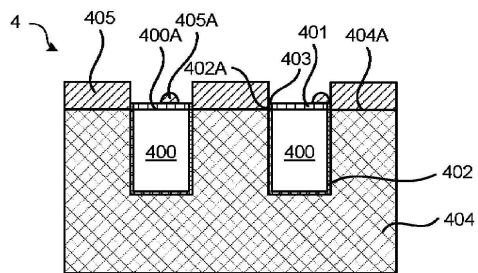
도면4b



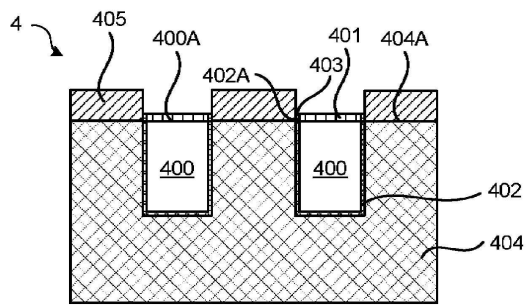
도면4c



도면4d



도면4e



도면4f

