



등록특허 10-2296805



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월31일
(11) 등록번호 10-2296805
(24) 등록일자 2021년08월26일

- (51) 국제특허분류 (Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
H01L 21/768 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/0274 (2013.01)
H01L 21/3065 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7037358
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월17일
심사청구일자 2020년04월03일
- (85) 번역문제출일자 2018년12월21일
- (65) 공개번호 10-2019-0000918
- (43) 공개일자 2019년01월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/033051
- (87) 국제공개번호 WO 2017/205136
국제공개일자 2017년11월30일
- (30) 우선권주장
62/340,279 2016년05월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현
KR1020160032702 A
JP2008124444 A
JP2011165933 A
KR1020100073103 A

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5쵸메 3반 1고

(72) 발명자
데빌리어스 안톤 제이
미국 뉴욕주 12065 클리프턴 파크 태너 로드 734
모한티 니하르
미국 12203 뉴욕주 올버니 스위트 244 풀러 로드
255 사우스 나노랩 300

(74) 대리인
김태홍, 김진희

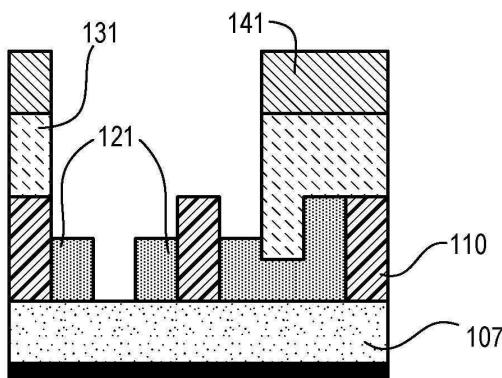
전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 윤지영

(54) 발명의 명칭 다중 재료를 갖는 층을 사용하여 기판을 패터닝하는 방법

(57) 요약

본 명세서의 기술은 에칭을 위해 부식성 가스를 필요로 하지 않고 스택 재료 및 다중 색상 재료를 접적할 수 있게 한다. 이 기술은 층 또는 색상 또는 재료가 모두 실리콘 함유 재료 및 유기 재료로 제한될 수 있는 자기-정렬 패턴 축소를 위한 다중 라인 층을 가능하게 한다. 이러한 기술은 자기-정렬 블록을 위한 모든 비부식성 에칭 호환 스택을 사용하여 5 nm 백-엔드-오브-라인 트렌치 패터닝에 대해 자기-정렬 블록 접적을 가능하게 한다. 실시 예는 재료의 유형 및/또는 재료의 높이 및 에칭 레이트에 기초하여 여러 라인 중 하나에 에칭 선택도를 제공하기 위해 동일한 재료이지만 상이한 높이의 라인을 사용하는 것을 포함한다.

대 표 도 - 도11a

(52) CPC특허분류

H01L 21/76811 (2013.01)

H01L 21/76816 (2013.01)

H01L 21/76832 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판을 패터닝하는 방법에 있어서,

기판의 타겟 층 상에 맨드릴(mandrel)을 형성하는 단계 - 상기 맨드릴은 제 1 재료로 구성되고, 상기 타겟 층은 제 3 재료로 구성됨 -;

상기 기판 상에 컨포멀(conformal) 막을 증착하고, 측벽 스페이서가 상기 맨드릴의 수직 측벽 상에 형성되고 상기 컨포멀 막이 인접한 측벽 스페이서 사이의 상기 타겟 층을 커버하도록, 상기 맨드릴의 상단 표면 아래의 상기 컨포멀 막을 남기면서 상기 맨드릴의 상단 표면 위의 상기 컨포멀 막의 부분을 제거함으로써, 상기 맨드릴의 측벽 상에 상기 측벽 스페이서를 형성하는 단계 - 상기 컨포멀 막은 제 2 재료로 구성됨 -;

상기 기판 상에 제 1 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 1 에칭 마스크는 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정함 -;

상기 기판 상에 상기 측벽 스페이서가 남아 있으면서 인접한 측벽 스페이서 사이의 상기 타겟 층을 커버하는 상기 컨포멀 막이 제거될 때까지 상기 제 2 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 1 에칭 공정을 실행하는 단계;

상기 기판 상에 제 2 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 2 에칭 마스크는 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정함 -; 및

커버되지 않은 맨드릴이 제거될 때까지 상기 제 1 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 2 에칭 공정을 실행하는 단계

를 더 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측벽 스페이서를 형성하는 단계는,

상기 컨포멀 막에 의해 규정된 트렌치를 충전하는 제 2 충전 재료를 상기 기판 상에 증착하는 단계; 및

상기 맨드릴의 상단 표면 위의 컨포멀 막 재료 및 제 2 충전 재료를 제거하는 화학 기계적 연마 단계를 실행하는 단계를 포함하는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 컨포멀 막에 의해 규정된 상기 트렌치로부터 상기 제 2 충전 재료를 제거하는 단계

를 더 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 측벽 스페이서를 형성하는 단계는,

상기 컨포멀 막에 의해 규정된 트렌치를 충전하는 제 2 충전 재료를 상기 기판 상에 증착하는 단계;

상기 컨포멀 막의 상단 표면이 커버되지 않게 될 때까지 상기 제 2 충전 재료를 에칭하는 제 3 에칭 공정을 실행하는 단계; 및

상기 맨드릴의 상단 표면이 커버되지 않게 될 때까지 상기 컨포멀 막을 에칭하는 제 4 에칭 공정을 실행하는 단

계를 포함하는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 기판으로부터 상기 제 2 충전 재료를 제거하는 단계
를 더 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 에칭 공정을 실행한 후 및 상기 제 2 에칭 마스크를 형성하기 전에 상기 제 1 에칭 마스크를 제거하는 단계; 및

상기 제 2 에칭 공정을 실행한 후에, 상기 제 2 에칭 마스크를 제거하는 단계 - 상기 맨드릴, 상기 측벽 스페이서, 및 상기 컨포멀 막의 남아 있는 부분은 인접한 측벽 스페이서 사이의 상기 타겟 층을 커버하여 조합된 릴리프 패턴(combined relief pattern)을 함께 형성함 -

를 더 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 조합된 릴리프 패턴을 에칭 마스크로서 사용하여 대응하는 패턴을 상기 타겟 층으로 전사하는 제 5 에칭 공정을 실행하는 단계

를 더 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 에칭 마스크를 형성하는 단계는, 상기 기판을 평탄화하는 제 1 충전 재료를 상기 기판 상에 증착하는 단계를 포함하고, 상기 제 1 에칭 마스크는 상기 제 1 충전 재료 상에 형성되고, 상기 제 1 충전 재료는 제 4 재료로 구성되고, 상기 제 1 에칭 공정 동안에, 상기 제 1 재료, 상기 제 2 재료, 상기 제 3 재료, 및 상기 제 4 재료는, 상기 제 1 재료로 형성된 상기 맨드릴이 에칭되지 않고, 상기 제 2 재료로 형성된 상기 측벽 스페이서의 높이가 감소되고, 상기 제 3 재료로 형성된 상기 타겟 층의 노출된 부분이 에칭되지 않고, 상기 제 4 재료로 형성된 상기 제 1 충전 재료의 커버되지 않은 부분이 제거되도록, 서로에 대해 상이한 에칭 저항성을 나타내는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제 2 에칭 마스크를 형성하는 단계는, 상기 기판을 평탄화하는 제 2 충전 재료를 상기 기판 상에 증착하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 에칭 마스크는 상기 제 2 충전 재료 상에 형성되고, 상기 제 2 충전 재료는 제 4 재료로 구성되고, 상기 제 2 에칭 공정 동안에, 상기 제 1 재료, 상기 제 2 재료, 상기 제 3 재료, 및 상기 제 4 재료는, 상기 제 1 재료로 형성된 상기 맨드릴이 제거되고, 상기 제 2 재료로 형성된 상기 측벽 스페이서가 에칭되지 않고, 상기 제 3 재료로 형성된 상기 타겟 층의 노출된 부분이 에칭되지 않고, 상기 제 4 재료로 형성된 상기 제 2 충전 재료의 커버되지 않은 부분이 제거되지 않도록, 서로에 대해 상이한 에칭 저항성을 나타내는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 10

기판을 패터닝하는 방법에 있어서,

제 1 에칭 마스크를 사용하여 기판의 타겟 층 상에 맨드릴을 형성하는 단계 - 상기 맨드릴은 제 1 재료로 구성되고, 상기 타겟 층은 제 3 재료로 구성되며, 상기 제 1 재료의 막이 상기 맨드릴 사이의 상기 타겟 층을 커버

하여 상기 맨드릴의 상단 표면이 상기 제 1 재료의 막의 상단 표면에 비해 더 높게 됨 - ;

상기 맨드릴의 측벽 상에 측벽 스페이서를 형성하는 단계 - 상기 측벽 스페이서는 제 2 재료로 구성되고, 상기 측벽 스페이서는 상기 제 1 재료의 막이 커버되지 않도록 남겨두는 개방 공간(open space)을 상기 측벽 스페이서 사이에 규정함 - ;

상기 측벽 스페이서 사이에 규정된 상기 개방 공간을 적어도 부분적으로 충전하는 충전 재료를 상기 기판 상에 증착하는 단계 - 상기 충전 재료는 제 4 재료로 구성되고, 상기 제 1 재료, 상기 제 3 재료, 및 상기 제 4 재료는 모두 화학적으로 서로 상이함 - ;

상기 기판 상에 제 2 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 2 에칭 마스크는 상기 맨드릴의 상단 층의 부분을 커버하지 않는 개구부를 규정함 - ;

상기 제 2 에칭 마스크를 형성한 후에, 상기 제 2 에칭 마스크를 사용하여, 상기 충전 재료의 커버되지 않은 부분을 에칭하고 상기 맨드릴의 상단 층의 커버되지 않은 부분을 에칭하는 제 1 에칭 공정을 실행하는 단계;

상기 제 1 에칭 공정을 실행한 후에, 상기 기판 상에 제 3 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 3 에칭 마스크는 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정함 - ; 및

상기 제 3 에칭 마스크를 사용하여, 커버되지 않은 맨드릴이 제거될 때까지 상기 제 1 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 2 에칭 공정을 실행하는 단계

를 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 11

기판을 패터닝하는 방법에 있어서,

타겟 층 상에 삼중층(tri-layer) 스택을 형성하는 단계 - 상기 삼중층 스택은 하부 층, 중간 층 및 상부 층을 포함하며, 각 층은 수평 및 동질(homogeneous)의 층으로서 증착되며, 상기 상부 층은 제 1 재료로 구성되고, 상기 중간 층은 제 5 재료로 구성되고, 상기 하부 층은 제 6 재료로 구성되고, 상기 타겟 층은 제 3 재료로 구성됨 - ;

제 1 에칭 마스크를 사용하여 상기 중간 층이 커버되지 않게 될 때까지 상기 상부 층에 맨드릴 패턴을 에칭하는 제 1 에칭 공정을 실행함으로써 상기 제 1 재료로 구성된 맨드릴을 형성하는 단계 - 상기 중간 층은 상기 상부 층에 비해 상이한 에칭 저항성을 가져서 상기 중간 층이 상기 제 1 에칭 공정을 위한 에칭 정지 층을 제공하도록 함 - ;

상기 맨드릴의 측벽 상에 측벽 스페이서를 형성하는 단계 - 상기 측벽 스페이서는 제 2 재료로 구성되고, 상기 측벽 스페이서는 상기 하부 층이 커버되지 않도록 남겨두는 개방 공간을 상기 측벽 스페이서 사이에 규정함 - ;

상기 기판 상에 제 2 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 2 에칭 마스크는 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정함 - ;

상기 제 2 에칭 마스크를 사용하여, 상기 기판 상에 상기 측벽 스페이서가 남아 있으면서 인접한 측벽 스페이서 사이의 상기 타겟 층을 커버하는 상기 하부 층이 제거될 때까지 상기 제 6 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 2 에칭 공정을 실행하는 단계;

상기 제 2 에칭 공정을 실행한 후에, 상기 기판 상에 제 3 에칭 마스크를 형성하는 단계 - 상기 제 3 에칭 마스크는 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정함 - ; 및

상기 제 3 에칭 마스크를 사용하여, 상기 중간 층이 커버되지 않게 될 때까지 상기 맨드릴의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 3 에칭 공정을 실행하는 단계

를 포함하는, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 3 에칭 공정을 실행하는 단계는, 상기 맨드릴의 커버되지 않은 부분이 선택적으로 에칭된 후에, 이어서 상기 중간 층의 커버되지 않은 부분을 에칭하는 단계, 및 이어서 상기 타겟 층이 커버되지 않게 될 때까지 상기

하부 층의 커버되지 않은 부분을 예칭하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 1 재료와 상기 제 2 재료는 상이한 예칭 저항성을 나타내는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 예칭 공정 동안에, 상기 제 1 재료와 상기 제 6 재료는 동일한 예칭 저항성을 나타내는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 제 3 예칭 공정 동안에, 상기 제 5 재료와 상기 제 2 재료는 동일한 예칭 저항성을 나타내는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 예칭 정지 층과 상기 측벽 스페이서는 동일한 재료로 구성되는 것인, 기판을 패터닝하는 방법.

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상초 참조

[0002] 본 출원은 2016년 5월 23일자로 출원된 "다중 재료를 갖는 층을 사용하여 기판을 패터닝하는 방법"이라는 명칭의 미국 가출원 제62/340,279호의 이익을 주장하며, 이는 본 명세서에서 그 전체가 참조에 의해 통합된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 본 개시는 기판 처리에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 반도체 웨이퍼를 패터닝하는 것을 포함하는 기판을 패터닝하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 리소그래피 공정에서 라인 폭을 축소시키는 방법은 역사적으로 보다 큰 NA 광학(개구부수), 보다 짧은 노광 파장, 또는 공기 이외의 계면 매체(예를 들어, 수침)를 사용하는 것과 관련이 있다. 종래의 리소그래피 공정의 해상도가 이론적인 한계에 근접함에 따라, 제조사는 광학 한계를 극복하기 위해 더블 패터닝(double-patterning, DP) 방법으로 전환하기 시작하였다.

[0006] 재료 처리 방법(예를 들어, 포토리소그래피)에서, 패터닝된 층을 생성하는 것은 포토레지스트와 같은 방사선-민감성(radiation-sensitive) 재료의 박막 층을 기판의 상부 표면에 도포하는 것을 포함한다. 이 방사선-민감성 재료는 릴리프(relief) 패턴으로 변형되며, 릴리프 패턴은 기판 상의 하부 층에 패턴을 전사하기 위해 예칭 마스크로서 사용될 수 있다. 복사서-민감성 재료의 패터닝은 일반적으로 예를 들어 포토리소그래피 시스템을 사용하여 방사선-민감성 재료 상에 레티클(및 관련 광학기)을 통해 화학 방사선을 노광하는 것을 포함한다. 이어서, 이 노광은 현상액을 사용한 방사선-민감성 재료의 조사된 영역(포지티브 포토레지스트의 경우) 또는 조사되지 않은 영역(네거티브 레지스트의 경우)의 제거가 후속될 수 있다. 이 마스크 층은 다중 서브 층을 포함할 수 있다.

[0007] 방사선 또는 광의 패턴을 기판 상에 노광시키기 위한 종래의 리소그래피 기술은 노광된 피처의 크기를 제한하고 노광된 피처 사이의 피치 또는 간격을 제한하는 다양한 도전 과제들을 가진다. 노광 제한을 완화하기 위한 하나의 종래 기술은 더블 패터닝 접근법을 사용하여 종래의 리소그래피 기술로 현재 가능한 것보다 작은 피치에서

더 작은 피처의 패터닝을 가능하게 하는 것이다.

발명의 내용

[0008]

반도체 기술은 14 nm, 7 nm, 5 nm 이하의 피처 크기를 포함하여 더 작은 피처 크기로 계속해서 진행되고 있다. 다양한 요소가 제조되는 피처의 크기의 지속적으로 감소하면 피처를 형성하는데 사용되는 기술에 대한 요구도 커진다. "피치"의 개념은 이들 피처의 크기 결정을 설명하는데 사용될 수 있다. 피치는 인접한 2개의 반복되는 피처에서 2개의 동일한 지점 사이의 거리이다. 그리고, 하프-피치는 어레이의 동일한 피처 사이의 거리의 절반이다.

[0009]

"피치 더블링(pitch doubling)" 등에 의해 예시된 바와 같이 종종 다소 잘못되었지만 일상적으로 "피치 멀티플리케이션(pitch multiplication)"이라 용어의 피치 감소 기술은 피처 크기 제한(광학 해상도 제한)을 넘어 포토리소그래피의 능력을 확장시킬 수 있다. 즉, 종래의 특정 인수에 의한 피치의 멀티플리케이션(보다 정확하게 피치 감소 또는 피치 밀도의 멀티플리케이션)은 지정된 인수에 의해 목표 피치를 감소시키는 것을 포함한다. 193 nm 침지 리소그래피로 사용되는 더블 패터닝 기술은 관례적으로 22 nm 노드 이하를 패터닝하는데 가장 유망한 기술 중 하나로 간주됩니다. 주목할 만한 점은 자기-정렬 스페이서 더블 패터닝(self-aligned spacer double patterning; SADP)이 피치 밀도 더블링 공정으로서 이미 확립되었고 NAND 플래시 메모리 디바이스의 대량 제조에서 적용되었다는 것이다. 또한, SADP 단계를 피치 쿼드루플(quadrupling)로서 2회 반복하기 위해 초미세 해상도가 얻어질 수 있다.

[0010]

패턴 밀도 또는 피치 밀도를 증가시키는 몇몇 패터닝 기술이 존재하지만, 종래의 패터닝 기술은 낮은 해상도 또는 예칭된 피처의 거친 표면으로 인해 어려움을 겪는다. 따라서, 종래 기술은 매우 작은 치수(20 nm 이하)에 소망되는 일정 수준의 균일성 및 충실도를 제공할 수 없다. 신뢰성있는 리소그래피 기술은 약 80 nm의 피치를 갖는 피처를 생성할 수 있다. 그러나, 종래 및 새롭게 부상하고 있는 설계 사양은 약 20 nm 또는 10 nm 미만의 임계 치수를 갖는 피처를 제조하고자 한다. 또한, 피치 밀도 더블링 및 쿼드루플 기술과 함께, 하위 해상도 라인이 생성될 수 있지만, 그러한 절단에 필요한 피치 및 치수가 종래의 포토리소그래피 시스템의 능력보다 훨씬 낮기 때문에 이들 라인 사이의 절단 또는 접속은 도전 과제이다.

[0011]

피치 스케일링을 유지하기 위해, 노드 7 이상의 백-엔드-오브-라인(back-end-of-line, BEOL) 트렌치 패터닝은 36 nm 이하의 피치를 요구한다. 이 작은 피치를 패터닝하는 것은 도전 과제가 될 수 있지만, EUV 13.5 nm 리소그래피 자기-정렬 더블 패터닝(self-aligned double patterning, SADP), 193 nm 자기-정렬 쿼드루플 패터닝(self-aligned quadruple patterning, SAQP) 또는 비아 유도 자기-조립(directed self-assembly, DSA)을 포함한 다양한 방법으로 달성될 수 있다. 트렌치 패터닝 공정의 주요 단계는 무한 라인이 체인 또는 라인 단부 컷 등으로 절단되어 최종 원하는 트렌치 레이아웃을 형성하는 영역 선택 블로킹 공정이다. 피치가 작아짐에 따라 이 블록 패턴의 오버레이 요건은 리소그래피 툴의 능력을 넘어서고, 이는 BEOL에서의 계속되는 피치 스케일링을 방지할 수 있다.

[0012]

본 명세서에 개시된 기술은 고해상도 피처 생성, 및 또한 하위 해상도 피처의 피치 상의 절단을 위한 피치 감소(피치/피치 밀도 증가)를 위한 방법을 제공한다. 본 명세서의 기술은 예칭을 위해 부식성 가스를 필요로 하지 않고 스택 재료 및 상이한 "색상(color)" 재료를 접적할 수 있게 한다. 실시예는 층 또는 색상 또는 재료(상이한 예칭 저항성)가 모두 실리콘 함유 재료 및 유기 재료로 제한될 수 있다는 것을 포함할 수 있다. 이러한 기술은 자기-정렬 블록을 위한 모든 비부식성 예칭 호환 스택을 사용하여 5 nm 백-엔드-오브-라인 트렌치 패터닝에 대해 자기-정렬 블록 접적을 가능하게 한다. 자기-정렬 블로킹은 직접적인 리소그래피/블록 패턴의 다루기 힘든 오버레이 요건을 제거하고, 리소그래피 과정을 예칭 선택도 과정으로 대체한다. 리소그래피 패턴의 개구부를 더욱 좁히거나 줄이기 위해 상이한 색상(상이한 예칭 저항성을 갖는 재료)의 라인을 갖는 다중 라인 층이 사용된다. 본 명세서에서 상이한 색상의 라인은 동일한 재료의 상이한 높이의 라인을 사용하여 달성될 수 있다.

[0013]

물론, 여기서 설명된 바와 같은 상이한 단계들의 논의 순서는 명료함을 위해 제시되었다. 일반적으로, 그러한 단계들은 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 추가적으로, 여기에 상이한 피처들, 기술들, 구성들 등 각각이 본 발명개시의 다른 장소들에서 논의될 수 있지만, 그 개념들 각각은 서로 독립적으로 또는 서로 조합하여 실행될 수 있는 것으로 의도된다. 따라서, 본 발명은 다양한 상이한 방법들로 실시되고 보여질 수 있다.

[0014]

본 [발명의 내용] 섹션은, 본 발명개시 또는 청구되는 발명의 모든 실시예 및/또는 점진적으로 신규의 양상을 특정하지 않는다는 것을 주목한다. 대신에, 본 [발명의 내용]은 상이한 실시예들의 예비 논의, 및 종래의 기술들을 넘는 대응하는 신규의 사항들만을 제공한다. 본 발명 및 실시예의 추가 상세 및/또는 가능한 전망들에 대

해서는, 독자는 이하 더 설명되는 바와 같은 본 발명개시의 [발명을 실시하기 위한 구체적인 내용] 및 대응하는 도면들로 안내된다.

도면의 간단한 설명

[0015]

본 발명의 다양한 실시예들 및 그에 수반되는 많은 이점들의 보다 완벽한 이해는, 동반되는 도면들과 함께 고려되는 다음의 상세한 설명들을 참조하여 쉽게 명백해질 것이다. 도면은 반드시 축척대로 그려질 필요없이, 대신에 피쳐, 원리 및 개념들을 도시하는 것을 강조한다.

도 1a 내지 도 18a는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 공정 흐름을 도시하는 예시적인 기판 세그먼트의 측단면도이다.

도 1b 내지 도 18b는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 도 1a 내지 도 18a로부터의 대응하는 예시적인 기판 세그먼트의 상면도이다. 점선의 단면선은 대응하는 측단면도의 단면을 나타낸다.

도 19a 내지 도 32a는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 공정 흐름을 도시하는 예시적인 기판 세그먼트의 측단면도이다.

도 19b 내지 도 32b는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 도 19a 내지 도 32a로부터의 대응하는 예시적인 기판 세그먼트의 상면도이다. 점선의 단면선은 대응하는 측단면도의 단면을 나타낸다.

도 33a 내지 도 46a는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 공정 흐름을 도시하는 예시적인 기판 세그먼트의 측단면도이다.

도 33b 내지 도 46b는 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 도 33a 내지 도 46a로부터의 대응하는 예시적인 기판 세그먼트의 상면도이다. 점선의 단면선은 대응하는 측단면도의 단면을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

본 명세서에 개시된 기술은 고해상도 피쳐 생성, 및 또한 하위 해상도 피치의 피치 상의 절단을 위한 피치 감소(피치/피처 밀도 증가)를 위한 방법을 제공한다. 본 명세서의 기술은 에칭을 위해 부식성 가스를 필요로 하지 않고 스택 재료 및 다중 색상 재료를 접적할 수 있게 한다. 실시예는 층 또는 색상 또는 재료(상이한 에칭 저항성의 재료)가 모두 실리콘 함유 재료 및 유기 재료로 제한될 수 있다는 것을 포함할 수 있다. 이러한 기술은 자기-정렬 블록을 위한 모든 비부식성 에칭 호환 스택을 사용하여 5 nm 백-엔드-오브-라인 트렌치 패터닝에 대해 자기-정렬 블록 접적을 가능하게 한다. 일부 제조 공정의 경우, 부식성 에칭이 결함을 일으킬 수 있기 때문에 부식성 에칭을 제한하는 것이 바람직하다. 에칭을 위한 비부식성 화학물의 예에는 염소, 브롬 또는 요오드를 함유하지 않는 원소 또는 화합물을 포함한다. 자기-정렬 블록은 발명자가 발명한 기술로서, 하위 해상도 패터닝을 실현하기 위해 상이한 재료의 다중 라인을 사용하는 기술을 지칭한다. at-해상도(또는 더 큰) 개구부를 갖는 에칭 마스크가 이러한 다중 라인 층 위 또는 아래에 형성되고, 이어서 재료의 특정 라인 중 하나 이상이 선택적으로 에칭되어 에칭 마스크에 의해 규정된 것을 더욱 좁히거나 수축시킨다.

[0017]

일실시예는 기판을 패터닝하는 방법을 포함한다. 도 1a 내지 18a은 하나의 예시적인 흐름을 도시한다. 이제 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 타겟 층(107) 상에 위치된 맨드릴 층(115)을 갖는 기판(105)이 제공된다. 맨드릴 층(115)과 타겟 층(107) 사이에 하나 이상의 막이 위치될 수 있음을 주목한다. 포토레지스트 맨드릴 마스크 또는 에칭 마스크(103)는 맨드릴 층(115)(맨드릴이 형성될 층) 상에 형성된다. 포토레지스트 맨드릴 마스크는 평탄화 층, 반사-방지 코팅 층 등과 같은 임의의 추가 중간 층을 포함 할 수 있으며, 따라서 에칭 마스크(103) 자체는 맨드릴 층(115)과 직접 접촉하지 않을 수 있음을 주목한다. 이들 도면 및 후속 도면에서, 도면 참조에서 "a"를 갖는 도면은 처리되고 있는 예시적인 기판 세그먼트의 측단면도를 도시하고, 도면 참조에서 "b"를 갖는 도면은 대응하는 측단면도가 만들어지는 곳을 나타내기 위한 파선의 절단선을 갖는 동일한 기판 세그먼트의 상면도를 도시한다. 재료 식별의 편의함을 위해, 상면도는 단면을 도시하지 않고 대신에 상단 표면을 도시하지만 단면도와 마찬가지로 재료에 대해 유사한 해칭선을 사용한다.

[0018]

에칭 마스크(103)를 사용하여, 맨드릴(110)은 예를 들어 방향성 또는 이방성 에칭을 이용하여 기판의 타겟 층 상에 형성된다. 맨드릴(110)은 제 1 재료로 구성되고, 타겟 층은 제 3 재료로 구성된다. 도 2a 및 도 2b는 예시적인 결과를 도시한다.

[0019]

이어서, 측벽 스페이서(121)가 맨드릴(110) 상에 형성된다. 측벽 스페이서는 기판(105) 상에 컨포멀 막(120)을 증착함으로써 형성될 수 있다. 도 3a 및 도 3b는 이러한 컨포멀 증착의 예시적인 결과를 도시한다. 이러한 막은

수평 및 수직 표면 모두에 전반적으로 균일한 두께를 가지도록 증착된다는 것이 주목된다. 맨드릴(110)의 상단 표면 위의 컨포멀 막의 부분은, 측벽 스페이서(121)가 맨드릴(110)의 수직 측벽 상에 형성되고 컨포멀 막이 인접한 측벽 스페이서 사이의 타겟 층(107)을 덮도록, 맨드릴(110)의 상단 표면 아래의 컨포멀 막을 남기면서 제거된다. 이 컨포멀 막은 제 2 재료로 구성된다.

[0020] 컨포멀 막의 상단 표면을 제거하기 위한 다양한 기술이 있다. 하나의 대안으로, 충전 재료(130)가 기판 상에 증착된다. 충전 재료는 컨포멀 막에 의해 규정된 트렌치를 충전하고, 전형적으로 재료의 과잉 퇴적(over burden)을 갖는다. 도 4a 및 도 4b는 예시적인 결과를 도시한다. 그 후, 맨드릴(110)의 상단 표면 위의 컨포멀 막 재료 및 충전 재료(130)를 제거하는 화학 기계적 연마(chemical-mechanical polishing, CMP) 단계가 수행될 수 있다. 도 5a 및 도 5b는 예시적인 결과를 도시한다. 기판은 측벽 스페이서(121)에 의해 규정된 트렌치 내에 충전 재료(130)의 플러그(plug)를 남기면서 맨드릴(110)의 상단 표면까지 평탄화된다는 것을 주목한다.

[0021] 컨포멀 막의 상단 표면을 제거하기 위한 대체 기술은 에칭 기반이다. 충전 재료(130)의 부분 에칭은 컨포멀 막(120)의 상단 표면이 커버되지 않도록 실행될 수 있다. 예시적인 결과가 도 6a 및 도 6b에 도시된다. 예를 들어, 플라즈마 기반 전식 에칭은 시간 또는 종점(end point) 검출에 기초하여 실행될 수 있다. 또 다른 옵션은 충전 재료(130)가 용해도 이동(solubility shift)이 가능한(현상가능) 경우 충전 재료(130)의 상단부의 확산-제한 용해도 이동을 갖는 습식 에칭이다. 컨포멀 막(120)의 상단 표면이 커버되지 않게 된 후에, 스페이서 개방 에칭이 실행되어 맨드릴(110)의 상단 표면이 커버되지 않게 될 때까지 컨포멀 막을 부분적으로 에칭 할 수 있다. 이것은 맨드릴(110) 상의 측벽 스페이서(121)를 남긴다. 충전 재료(130)의 플러그가 바닥 부분이 에칭되는 것을 방지하기 때문에 컨포멀 막 재료는 여전히 측벽 스페이서(121) 사이의 타겟 층(107)을 커버한다. 예시적인 결과가 도 7a 및 도 7b에 도시된다. 이 스페이서 개방 에칭이 완료한 후에, 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 남아 있는 충전 재료(130)가 제거될 수 있다. 그 후, 다중 라인 층이 생성되었지만, 스페이서 재료의 일부는 개방되거나 다른 재료로 커버되는 대신에 타겟 층(107)을 커버한다.

[0022] 이제 도 9a 및 도 9b를 참조하면, 제 1 에칭 마스크(141)가 기판 상에 형성된다. 충전 재료(131)는 평탄화 층으로서 에칭 마스크를 형성하기 전에 기판 상에 증착될 수 있다. 제 1 에칭 마스크(141)는 제 1 재료[맨드릴(110)] 및 제 2 재료[측벽 스페이서(121)] 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 규정한다. 제 1 재료 및 제 2 재료는 서로에 대해 상이한 에칭 저항성을 가진다. 이것은 하나 이상의 특정 에칭 화학제에 대해 이들 재료 중 하나는 선택적으로 에칭될 수 있고 다른 재료들은 에칭되지 않을 수 있음을 의미하며, 이는 에칭이 발생하지 않거나 또는, 예를 들어 4배 이상 느린 에칭 레이트를 가짐으로써 다른 재료에 비해 현저한 양의 상기 하나의 재료가 에칭됨을 의미한다. 에칭 마스크를 통해 위에서 볼 때 2가지 유형의 재료만 보이지만, 측벽 스페이서와 측벽 스페이서 사이의 컨포멀 막의 높이가 상이하기 때문에, 이 높이 불일치는 에칭 마스크(141)가 에칭 위치 선택을 위한 재료의 3개의 교번하는 라인에 의해 더욱 좁혀질 수 있도록 재료의 3개의 라인을 제공할 수 있지만, 에칭 화학제에 기초한 2가지 유형의 재료만 필요하였다. 이를 2가지 재료 모두는 비부식성 에칭 화학제를 사용하여 에칭 가능하도록 선택될 수 있다.

[0023] 기판 상에 에칭 마스크(141)가 위치되면, 예를 들어 방향성 에칭에 의해 충전 재료(131)의 커버되지 않은 부분이 제거될 수 있다. 충전 재료(131)의 이러한 부분을 제거하는 것은 맨드릴(110) 및 측벽 스페이서(121)를 커버되지 않게 한다. 도 10a 및 도 10b는 이 단계 이후의 기판을 도시한다.

[0024] 측벽 스페이서(121)가 기판 상에 남아 있으면서 인접한 측벽 스페이서(121) 사이의 타겟 층(107)을 커버하는 컨포멀 막이 제거될 때까지 제 2 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 에칭하는 제 1 에칭 공정이 실행된다. 예시적인 결과가 도 11a 및 도 11b에 도시된다. 타겟 층(107)의 일부는 이제 위에서 볼 수 있고, 이는 이들 부분이 이제 커버되지 않음을 의미한다. 또한, 이 제 1 에칭 공정은 측벽 스페이서(121)의 높이를 단축시킨다는 것을 주목한다. 그 후, 도 12a 및 도 12b에 도시된 바와 같이, 충전 재료(131) 및 에칭 마스크(141)가 제거될 수 있다.

[0025] 이제 도 13a 및 도 13b를 참조하면, 제 2 에칭 마스크(142)가 기판 상에 형성된다. 충전 재료(132)는 에칭 마스크를 형성하기 전에 기판 상에 증착될 수 있다. 제 2 에칭 마스크(142)는 제 1 재료[맨드릴(110)] 및 제 2 재료[측벽 스페이서(121)] 모두의 영역을 커버하지 않는 개구부를 형성한다. 제 1 재료 및 제 2 재료는 서로에 대해 상이한 에칭 저항성을 가진다.

[0026] 에칭 마스크(142)가 기판 상에 위치되면, 예를 들어 방향성 에칭에 의해 충전 재료(132)의 커버되지 않은 부분이 제거될 수 있다. 충전 재료(132)의 이러한 부분을 제거하는 것은 맨드릴(110) 및 측벽 스페이서(121)를 커버되지 않게 한다. 도 14a 및 도 14b는 이 단계 후의 기판을 도시한다.

- [0027] 커버되지 않은 맨드릴(110)이 제거될 때까지 제 1 재료의 커버되지 않은 부분을 선택적으로 예칭하는 제 2 예칭 공정이 실행된다. 예시적인 결과는 도 15a 및 도 15b에 도시된다. 타겟 층(107)의 부분은 이제 위에서 볼 수 있고, 이는 이들 부분이 이제 커버되지 않음을 의미함을 주목한다. 이어서, 충전재(132) 및 예칭 마스크(142)는 도 16a 및 도 16b에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다.
- [0028] 맨드릴, 측벽 스페이서, 및 컨포멀 막의 남아 있는 부분은 인접한 측벽 스페이서들 사이의 타겟 층을 커버하여, 타겟 층(107) 또는 다른 기억 층으로 전사하기 위한 예칭 마스크로서 사용될 수 있는 조합된 릴리프 패턴 (combined relief pattern)을 함께 형성한다. 도 17a 및 도 17b는 타겟 층(107)의 커버되지 않은 부분을 예칭한 결과를 도시한다. 그 후, 도 18a 및 도 18b는 패턴 전사를 완료한 후에 패터닝된 타겟 층(107)을 도시한다. 따라서, 부식성 예칭없이 형성되는 하위 해상도의 피처가 생성될 수 있다.
- [0029] 도 19a 내지 32a 및 도 19b 내지 32b는 다른 예시적인 실시예를 도시한다. 이제 도 19a 및 도 19b를 참조하면, 타겟 층(107) 상에 위치결정된 맨드릴 층(115)을 갖는 기판(105)이 제공된다. 맨드릴 층(115)과 타겟 층(107) 사이에 하나 이상의 막이 위치될 수 있음을 주목한다. 포토레지스트 맨드릴 마스크 또는 예칭 마스크(103)가 맨드릴 층 상에 형성된다.
- [0030] 그 후, 맨드릴(110)이 기판의 타겟 층(107) 상에 형성된다. 맨드릴은 제 1 재료로 구성되고, 타겟 층은 제 3 재료로 구성된다. 제 1 재료(116)의 막이 맨드릴 사이의 타겟 층을 커버하여 맨드릴(110)의 상단 표면은 제 1 재료의 막의 상단 표면에 비해 더 높다. 이 높이 차이는 제 1 재료(116)의 막 두께의 적어도 2 배이다. 이는 도 20a 및 도 20b에 도시된다. 이러한 맨드릴은 제 1 재료의 층을 통해 완전히 예칭하지 않고 제 1 재료의 층을 통해 부분적으로 예칭함으로써 형성될 수 있다. 이 부분 예칭은 필수적으로 맨드릴(110)을 형성하는 공정의 일부로서 타겟 층 위에 상대적으로 작은 두께의 제 1 재료를 남긴다.
- [0031] 그 후, 컨포멀 막(120)은 도 21a 및 도 21b에 도시된 바와 같이 기판 상에 증착될 수 있다. 스페이서 개방 예칭은 도 22a 및 도 22b에 도시된 바와 같이 측벽 스페이서(121)를 형성하도록 수행될 수 있다. 측벽 스페이서(121)는 제 2 재료로 구성된다. 측벽 스페이서(121)는 그들 사이에, 제 1 재료(116)의 막이 커버되지 않도록 남겨두는 개방 공간(open space)을 규정한다.
- [0032] 기판은 충전 재료(131)를 이용하여 평탄화될 수 있고, 그 후 도 23a 및 도 23b에서와 같이 그 위에 제 1 예칭 마스크(141)를 형성할 수 있다. 커버되지 않은 충전 재료(131)는 도 24a 및 도 24b에 도시된 바와 같은 다중 라인 층을 커버하지 않도록 예칭될 수 있다. 이어서, 선택적으로, 제 1 재료(116)의 노출되지 않은 막은 타겟 층(107)이 커버되지 않게 될 때까지 예칭될 수 있다. 커버되지 않은 맨드릴은 또한 제 1 재료의 막과 동일한 양/레이트로 예칭될 것이고, 따라서 이들 커버되지 않은 맨드릴은 높이가 감소될 것이지만 여전히 기판을 커버하기에 충분한 높이를 갖음을 주목한다. 도 25a 및 도 25b는 예시적인 결과를 도시한다. 남아 있는 충전 재료(132) 및 예칭 마스크 재료는 도 26a 및 도 26b에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다.
- [0033] 기판은 충전 재료(132)를 이용하여 평탄화될 수 있고, 그 후 도 27a 및 도 27b에서와 같이 그 위에 제 2 예칭 마스크(142)를 형성할 수 있다. 커버되지 않은 충전 재료(132)는 도 28a 및 도 28b에 도시된 바와 같이 다중 라인 층을 커버하지 않도록 예칭될 수 있다. 이어서, 선택적으로, 커버되지 않은 맨드릴(110)은 타겟 층(107)이 커버되지 않게 될 때까지 예칭될 수 있다. 도 29a 및 도 29b는 예시적인 결과를 도시한다. 남아 있는 충전 재료(132) 및 예칭 마스크 재료는 도 30a 및 도 30b에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다.
- [0034] 맨드릴, 측벽 스페이서, 및 제 1 재료의 막의 남아 있는 부분은 타겟 층(107) 또는 다른 기억 층으로 전사하기 위한 예칭 마스크로서 사용될 수 있는 조합된 릴리프 패턴을 함께 형성한다. 도 31a 및 도 31b는 타겟 층(107)의 커버되지 않은 부분을 예칭한 결과를 도시한다. 그 후, 도 32a 및 도 32b는 패턴 전사를 완료한 후에 패터닝된 타겟 층(107)을 도시한다.
- [0035] 도 33a 내지 46a 및 도 33b 내지 도 46b는 또 다른 예시적인 실시예를 도시한다. 이제 도 33a 및 도 33b를 참조하면, 타겟 층(107) 상에 위치결정된 맨드릴 층(115)을 갖는 기판(105)이 제공된다. 포토레지스트 맨드릴 마스크 또는 예칭 마스크(103)가 맨드릴 층(115)을 타겟 층(107) 상에 형성된다. 맨드릴 층(115)은 타겟 층(107) 상에 삼중층 스택으로서 형성될 수 있다. 삼중층 스택은 하부 층(111), 중간 층(112) 및 상부 층(113)을 포함하며, 각 층은 수평 및 동질(homogeneous)의 층으로서 증착된다. 상부 층(113)은 제 1 재료로 구성되고, 중간 층(112)은 제 5 재료로 구성되고, 하부 층(111)은 제 6 재료로 구성되며, 타겟 층(107)은 제 3 재료로 구성된다.
- [0036] 그 후, 맨드릴(110)은 제 1 재료로 구성되고, 예칭 마스크(103)를 사용하여 중간 층(112)이 커버되지 않게 될 때까지 상부 층(113)에 맨드릴 패턴을 예칭하는 제 1 예칭을 실행함으로써 기판의 타겟 층(107) 상에 형성된다.

중간 층은 상부 층에 비해 상이한 예칭 저항성을 가져서 중간 층이 맨드릴을 형성하기 위한 예칭 공정을 위한 예칭 정지 층을 제공하도록 한다. 도 34a 및 도 34b는 예시적인 결과를 도시한다.

[0037] 그 후, 컨포멀 막(120)은 도 35a 및 도 35b에 도시된 바와 같이 기판 상에 증착될 수 있다. 스페이서 개방 예칭은 스페이서 도 36a 및 도 36b에 도시된 바와 같이 측벽 스페이서(121)를 형성하도록 수행될 수 있다. 측벽 스페이서(121)는 제 2 재료로 구성된다. 측벽 스페이서는 그들 사이에, 하부 층(111)이 커버되지 않도록 남겨두는 개방 공간을 규정한다. 각 컨포멀 막(120) 및 중간 층(112)에 상이한 예칭 화학제가 사용될 수 있다. 대안적으로, 컨포멀 막(120) 및 중간 층(112)은 동일한 재료일 수 있거나 동일한 예칭 화학제를 사용하여 두 재료 모두를 예칭할 수 있는 동일한 예칭 저항성을 가질 수 있다.

[0038] 기판은 충전 재료(131)를 이용하여 평탄화될 수 있고, 그 후 도 37a 및 도 37b에서와 같이 그 위에 제 1 예칭 마스크(141)를 형성할 수 있다. 커버되지 않은 충전 재료(131)는 도 38a 및 도 38b에 도시된 바와 같이 다중 라인 층을 커버하지 않도록 예칭될 수 있다. 이어서, 선택적으로, 하부 층(111)의 커버되지 않은 부분은, 측벽 스페이서가 기판 상에 남아 있으면서 인접한 측벽 스페이서 사이의 타겟 층을 덮는 하부 층(111)이 제거될 때까지 예칭될 수 있다. 그 결과는 도 39a 및 도 39b에 도시된다. 두 재료가 동일한 예칭 저항성을 갖는 경우, 커버되지 않은 맨드릴은 또한 하부 층과 동일한 양으로 예칭될 수 있다. 남아 있는 충전 재료(132) 및 예칭 마스크 재료는 도 40a 및 도 40b에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다.

[0039] 기판은 충전 재료(132)를 이용하여 평탄화될 수 있고, 그 후 도 41a 및 도 41b에서와 같이 그 위에 제 2 예칭 마스크(142)를 형성할 수 있다. 커버되지 않은 충전 재료(132)는 도 42a 및 도 42b에 도시된 바와 같이 다중 라인 층을 커버하지 않도록 예칭될 수 있다. 이어서, 선택적으로, 커버되지 않은 맨드릴(110)은 중간 층(112)이 커버되지 않게 될 때까지 예칭될 수 있고, 그 후 중간 층의 커버되지 않은 부분을 예칭하고, 그 후 타겟 층(107)이 커버되지 않게 될 때까지 하부 층(111)의 커버되지 않은 부분을 예칭할 수 있다. 도 43a 및 도 43b는 예시적인 결과를 도시한다. 남아 있는 충전 재료(132) 및 예칭 마스크 재료는 도 44a 및 도 44b에 도시된 바와 같이 제거될 수 있다.

[0040] 맨드릴, 측벽 스페이서, 및 제 1 재료의 막의 남아 있는 부분은 타겟 층(107) 또는 다른 기억 층으로 전사하기 위한 예칭 마스크로서 사용될 수 있는 조합된 틸리프 패턴을 함께 형성한다. 도 45a 및 도 45b는 타겟 층(107)의 커버되지 않은 부분을 예칭한 결과를 도시한다. 도 46a 및 46b는 패턴 전사를 완료한 후에 패터닝된 타겟 층(107)을 도시한다.

[0041] 앞선 설명에서, 본 명세서에서 사용되는 다양한 컴포넌트 및 공정의 설명 및 처리 시스템의 특정 지오메트리와 같은 특정 상세가 열거되었다. 그러나, 여기에 기재된 기술들은 그러한 특정 상세로부터 출발한 다른 실시예들에서 실시될 수 있고, 그러한 상세들은 설명을 위한 것이고 제한을 위한 것이 아님을 이해해야 한다. 여기에 개시된 실시예들은 첨부하는 도면을 참조하여 설명되었다. 마찬가지로, 설명을 위해서, 특정 번호, 재료, 및 구성이 완전한 이해를 제공하기 위해 기재되었다. 그렇기는 하지만, 그러한 특정 상세없이 실시예들이 실시될 수 있다. 실질적으로 동일한 기능의 구조를 갖는 컴포넌트는 동일한 참조 문자에 의해 지정되므로, 임의의 중복 설명은 생략될 수 있다.

[0042] 다양한 실시예들의 이해를 돋기 위해 다수의 개별 동작들로서 설명되었다. 본 설명의 순서는 이러한 동작들이 반드시 순서 의존적임을 나타내는 것이라고 해석되어서는 안된다. 사실, 이러한 동작들은 제시된 순서로 수행될 필요는 없다. 설명된 동작들은 설명된 실시예들과 상이한 순서로 수행될 수 있다. 다양한 추가 동작들이 수행될 수 있고, 그리고/또는 설명된 동작들이 추가의 실시예들에서 생략될 수 있다.

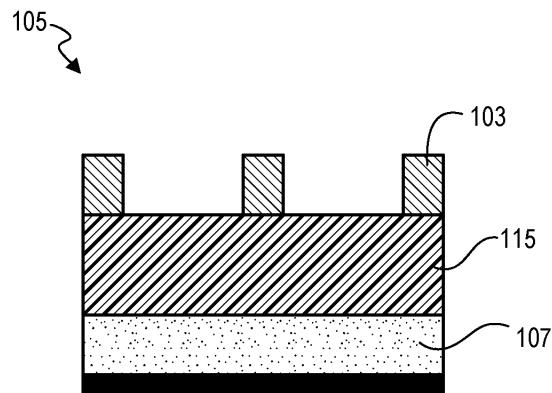
[0043] 여기서 사용된 바와 같은 "기판" 또는 "타겟 기판"은 일반적으로 본 발명에 따라 처리되고 있는 대상을 말한다. 기판은 디바이스, 구체적으로는 반도체 또는 달느 전자 디바이스의 임의의 재료 부분 또는 구조물을 포함할 수 있고, 예를 들어, 반도체 웨이퍼, 레티클과 같은 베이스 기판 구조물, 또는 박막과 같은 베이스 기판 구조물 상의 또는 위에 놓인 층일 수 있다. 그러므로, 기판은 패터닝된 또는 패터닝되지 않은, 임의의 특정 베이스 구조물, 아래놓인 층 또는 위에 놓인 층에 한정되지 않고, 오히려 임의의 그러한 층 또는 베이스 구조물, 및 임의의 층들 및/또는 베이스 구조물들의 조합을 포함하도록 고려된다. 본 설명은 특정 유형의 기판을 참조할 수 있지만, 그것은 예시의 목적이다.

[0044] 당업자는 본 발명과 동일한 목적을 여전히 성취하면서 상기 설명된 기술의 동작들을 여러 변형이 있을 수 있다는 것을 또한 이해할 것이다. 그러한 변형은 본 발명개시의 범위에 의해 커버되도록 의도된다. 그와 같이, 본 발명의 실시예들의 상기 설명은 제한을 의도하지 않는다. 그보다는, 본 발명의 실시예에 대한 어떠한 제한은 다

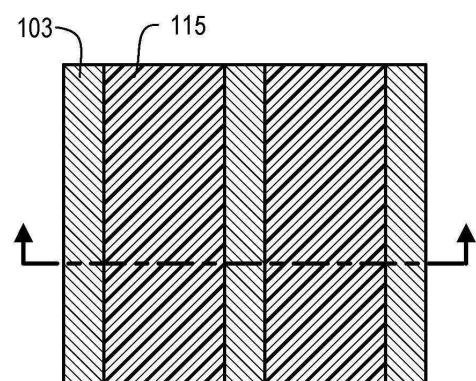
음의 청구범위에 제시된다.

도면

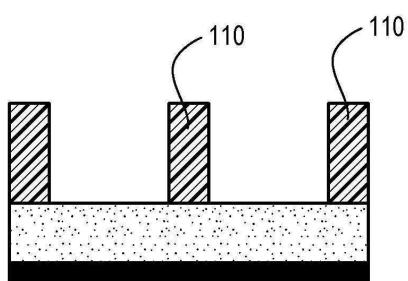
도면1a



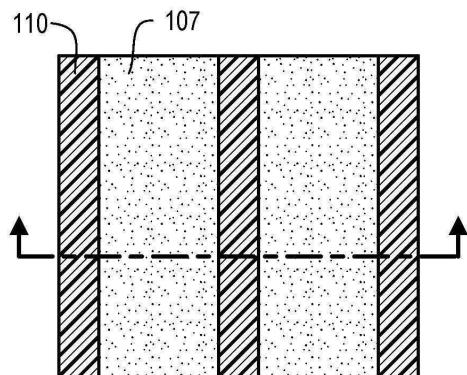
도면1b



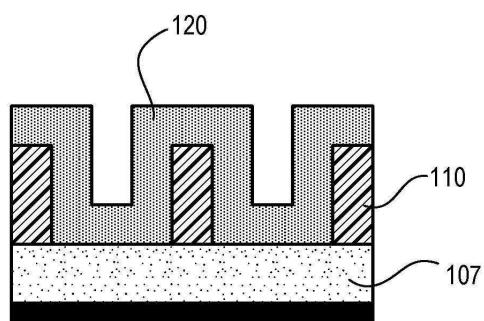
도면2a



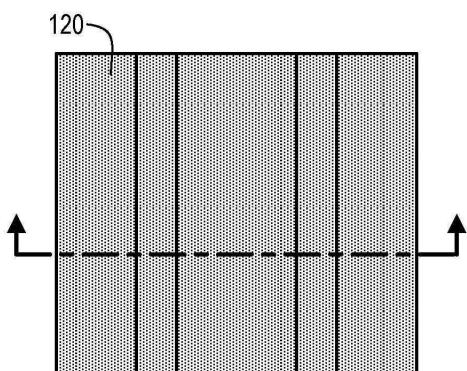
도면2b



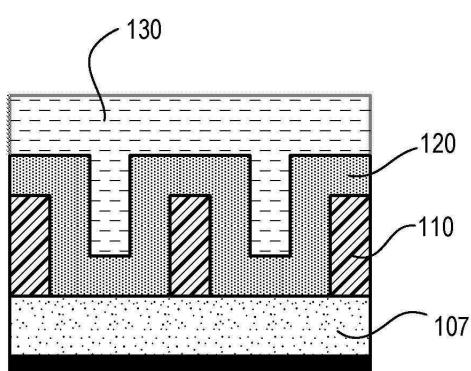
도면3a



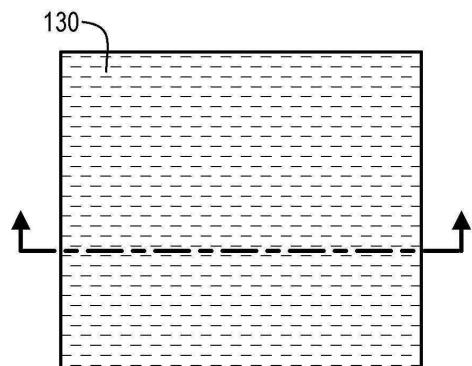
도면3b



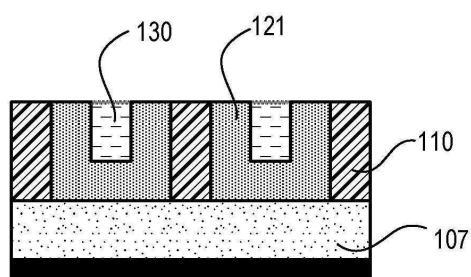
도면4a



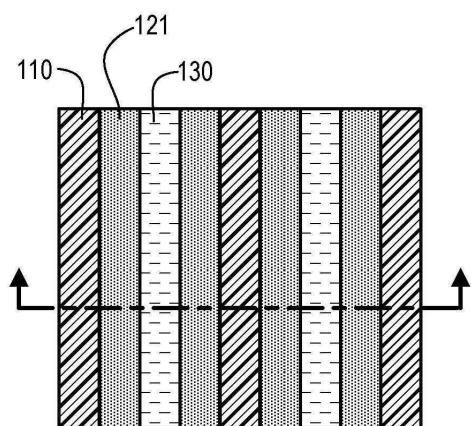
도면4b



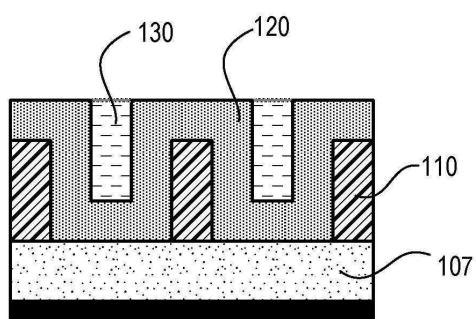
도면5a



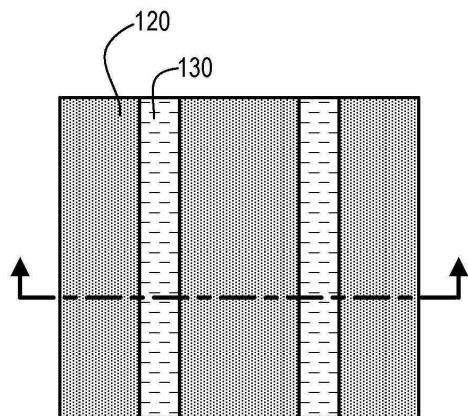
도면5b



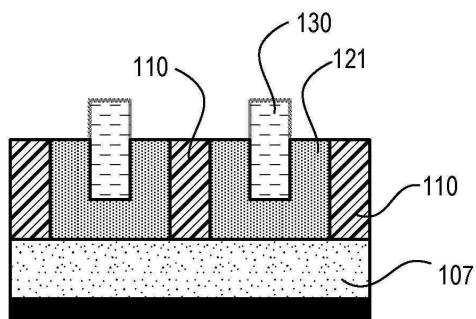
도면6a



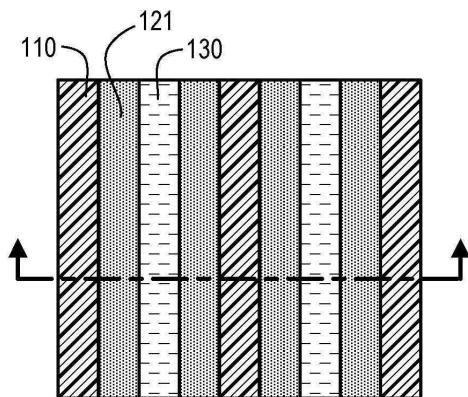
도면6b



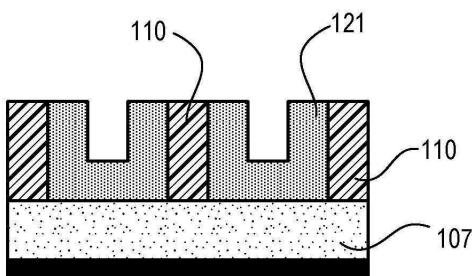
도면7a



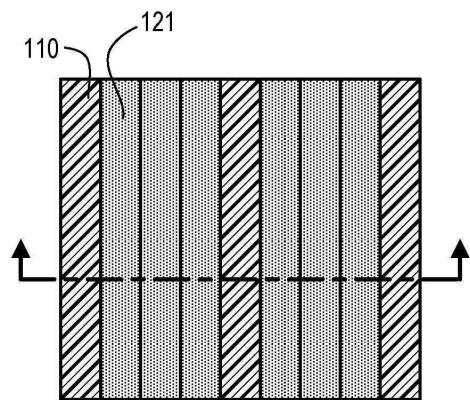
도면7b



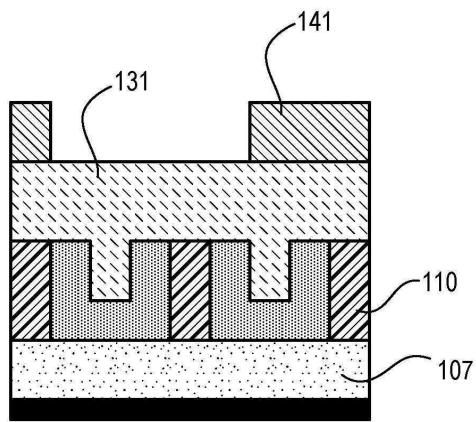
도면8a



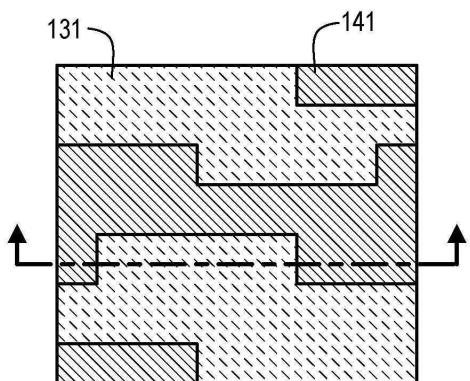
도면8b



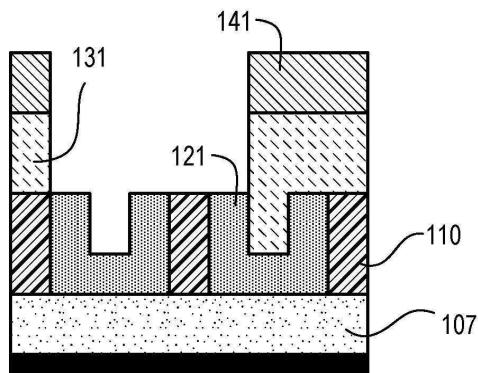
도면9a



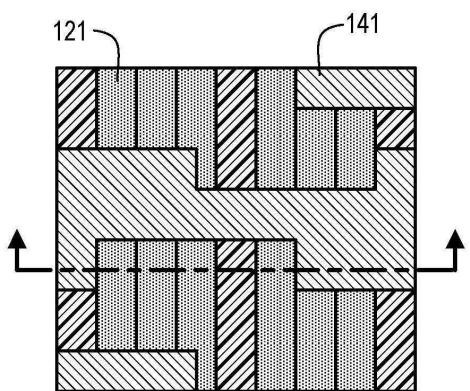
도면9b



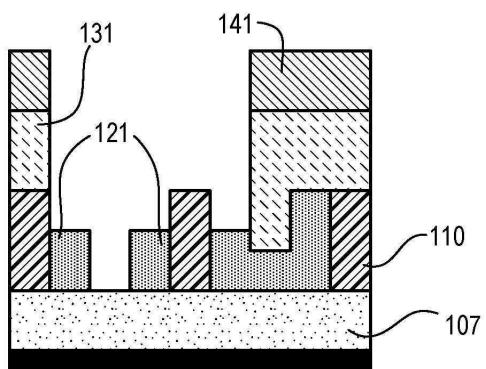
도면 10a



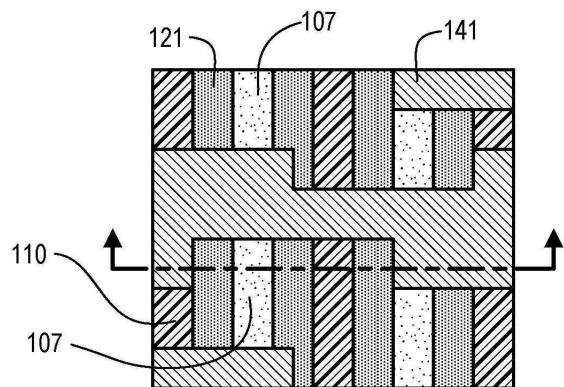
도면 10b



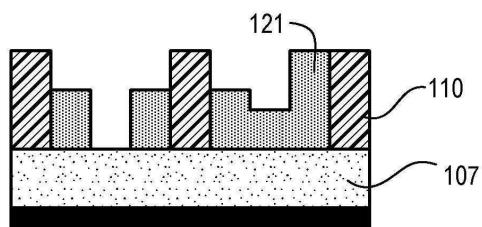
도면 11a



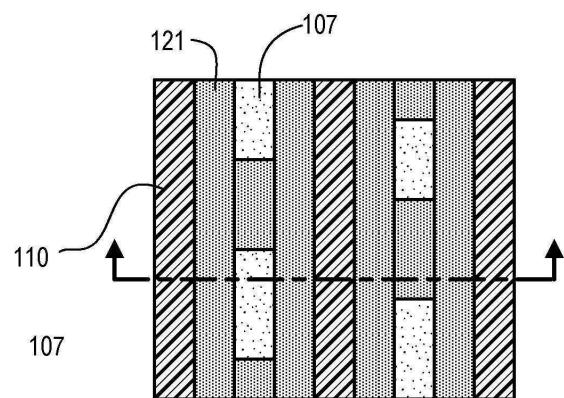
도면11b



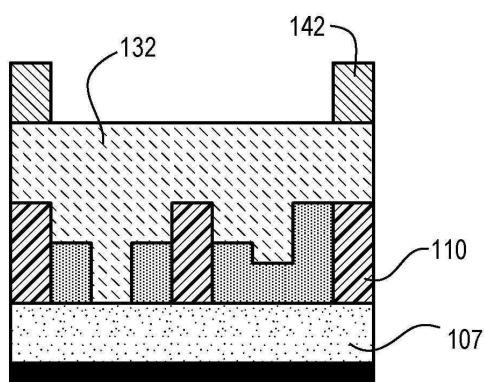
도면12a



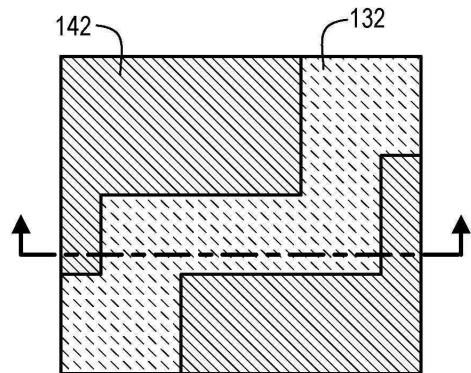
도면12b



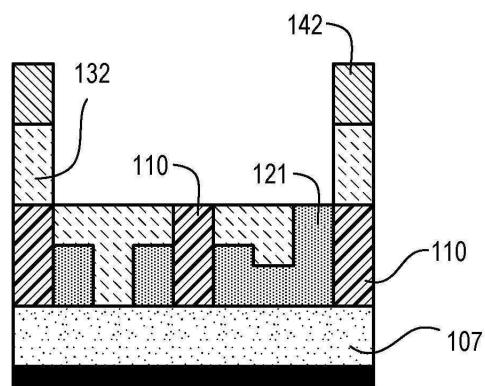
도면13a



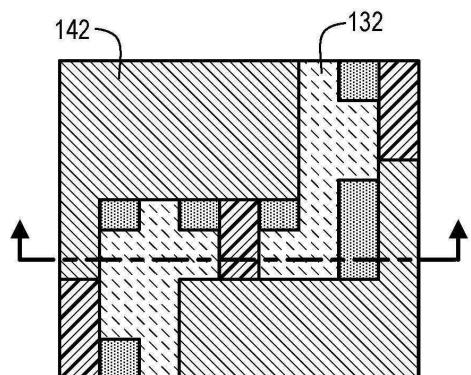
도면 13b



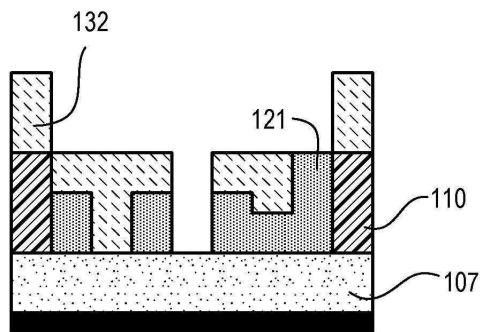
도면 14a



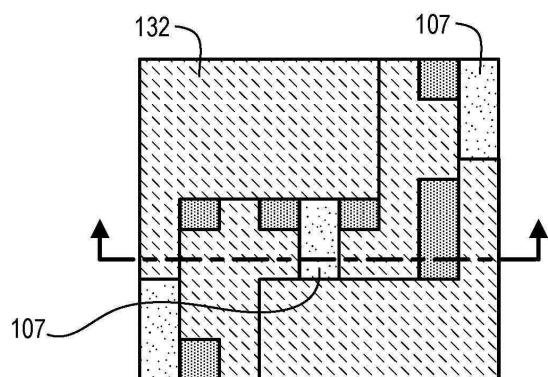
도면 14b



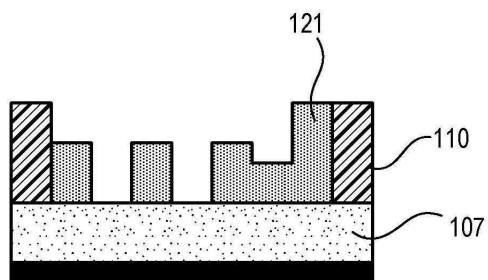
도면 15a



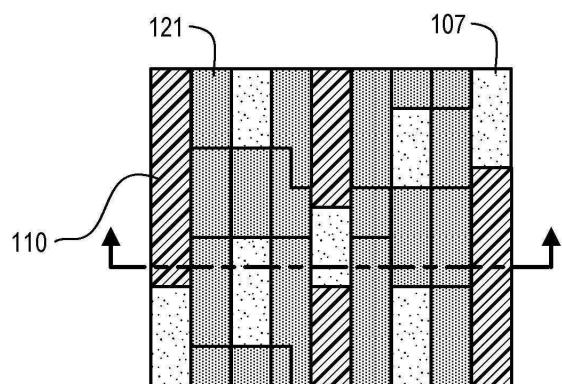
도면 15b



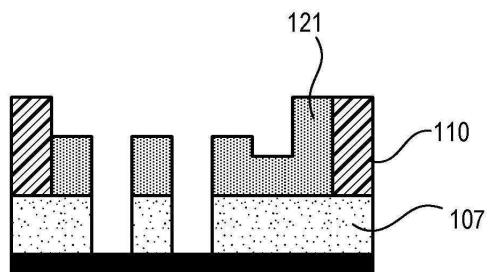
도면 16a



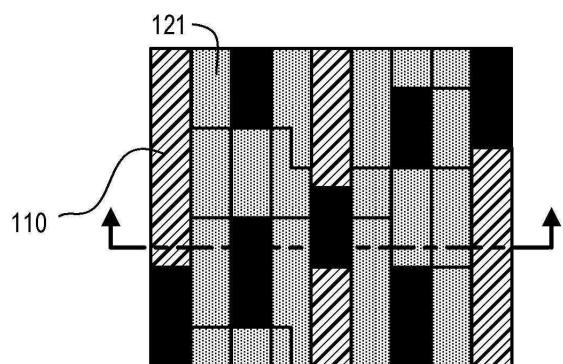
도면 16b



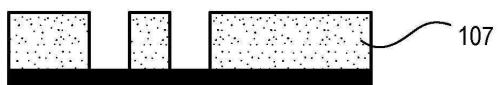
도면17a



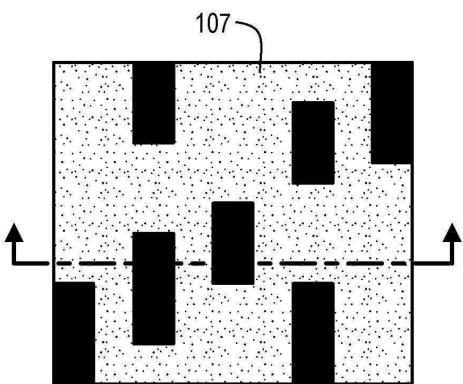
도면17b



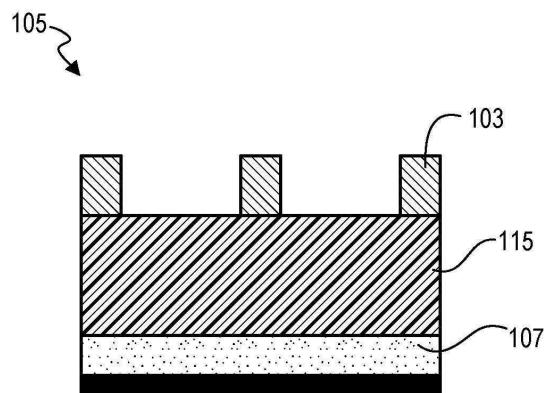
도면18a



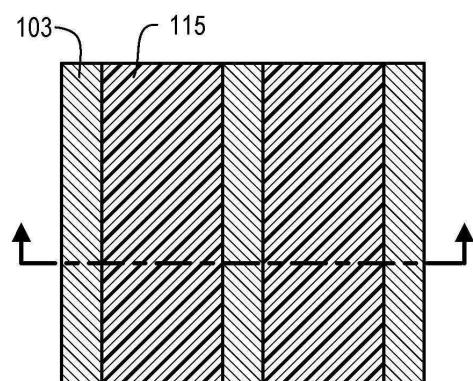
도면18b



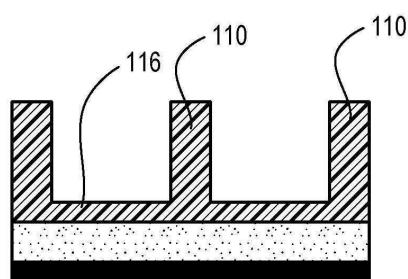
도면19a



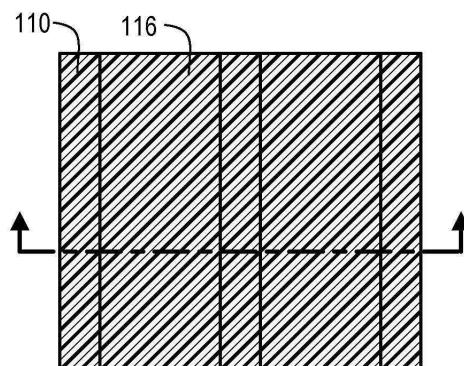
도면19b



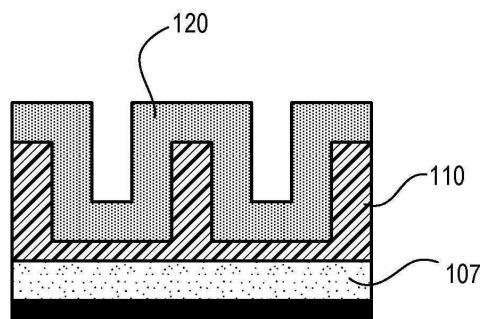
도면20a



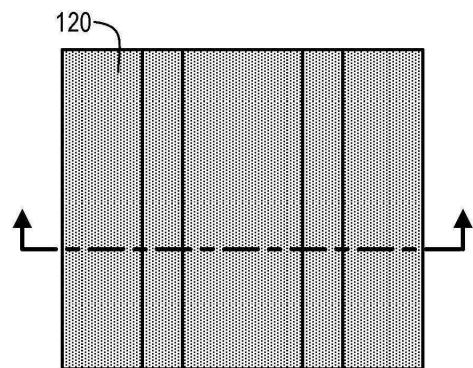
도면20b



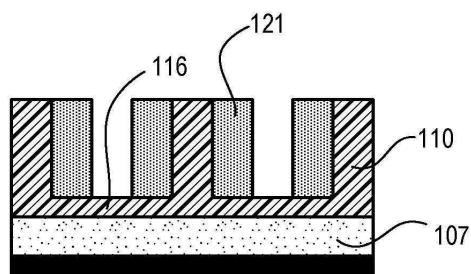
도면21a



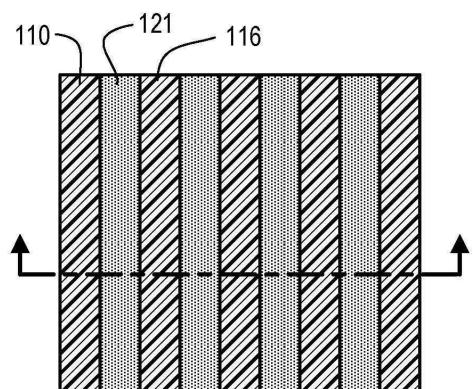
도면21b



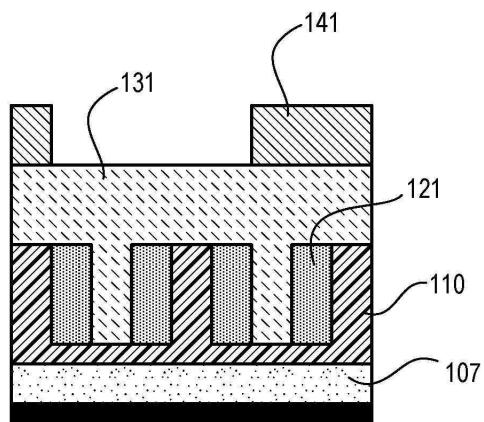
도면22a



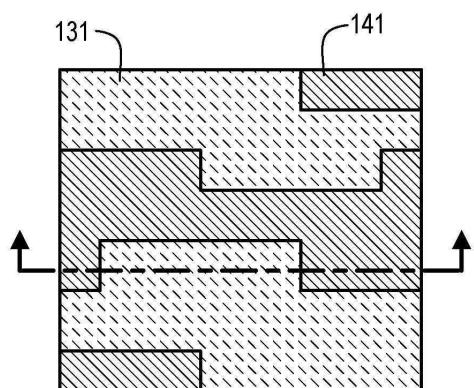
도면22b



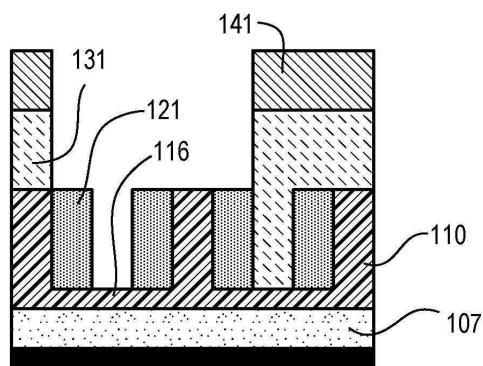
도면23a



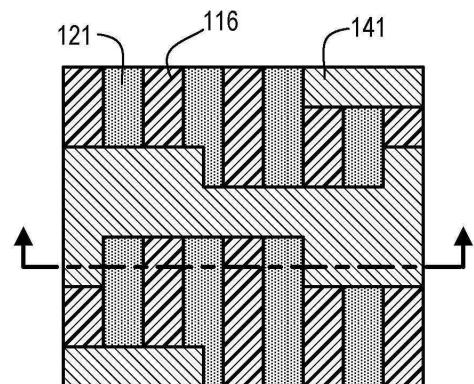
도면23b



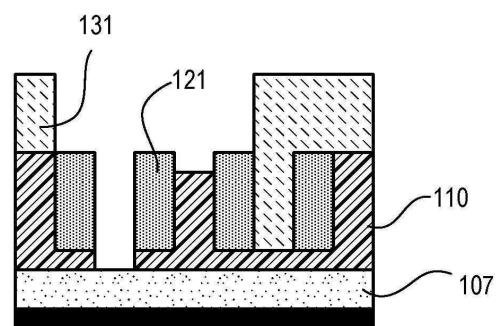
도면24a



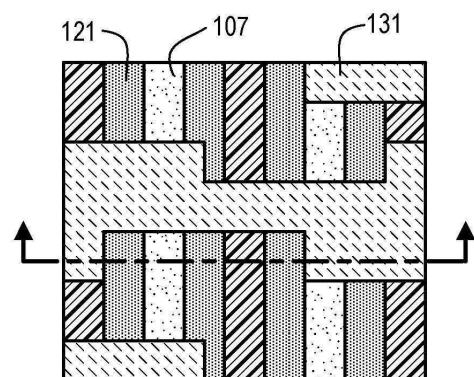
도면24b



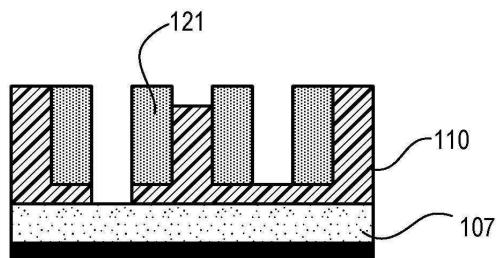
도면25a



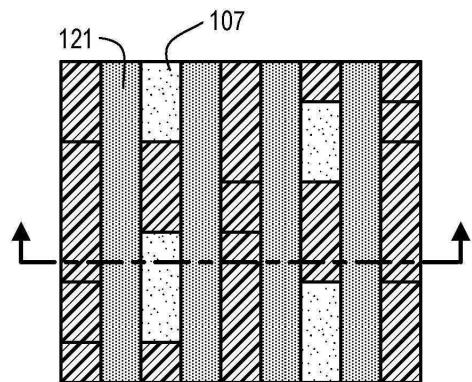
도면25b



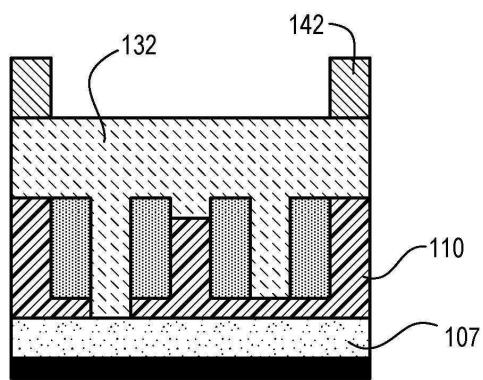
도면26a



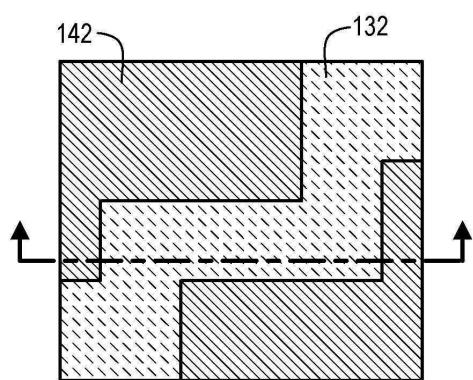
도면26b



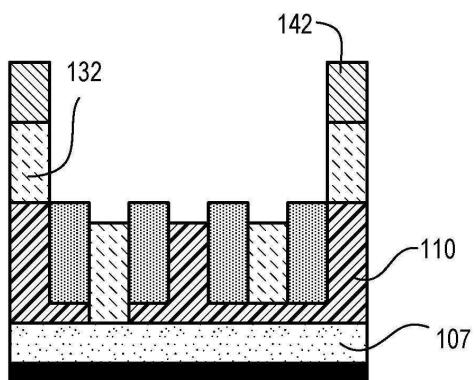
도면27a



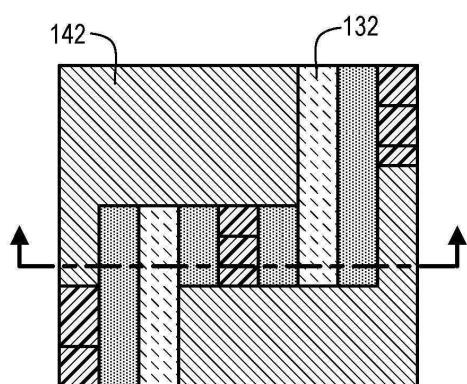
도면27b



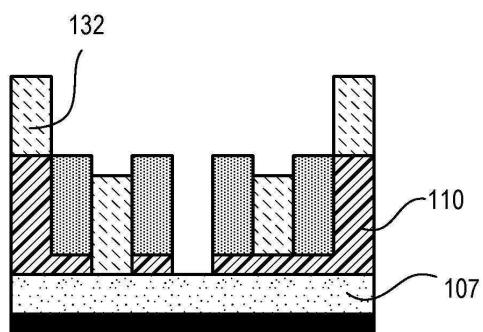
도면28a



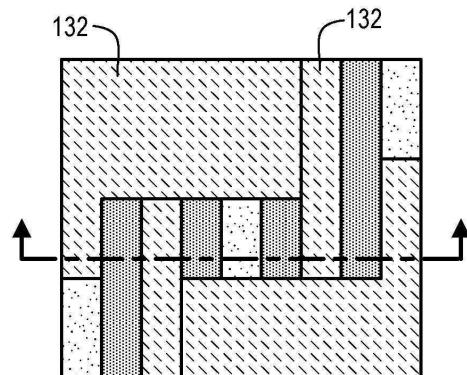
도면28b



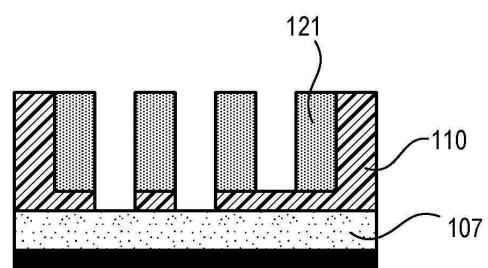
도면29a



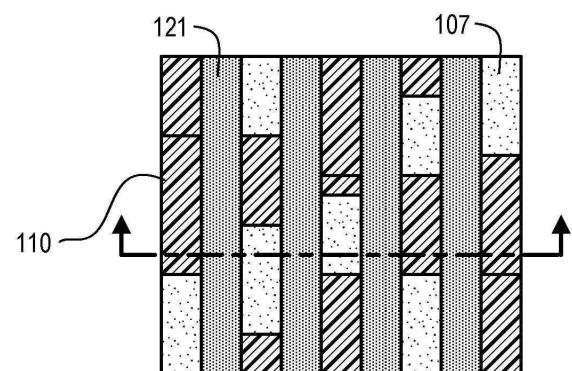
도면29b



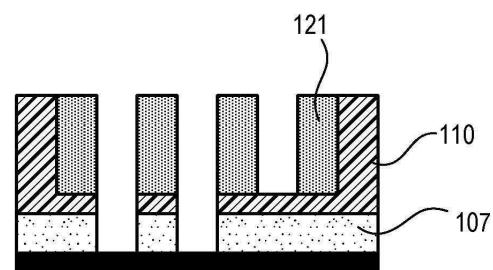
도면30a



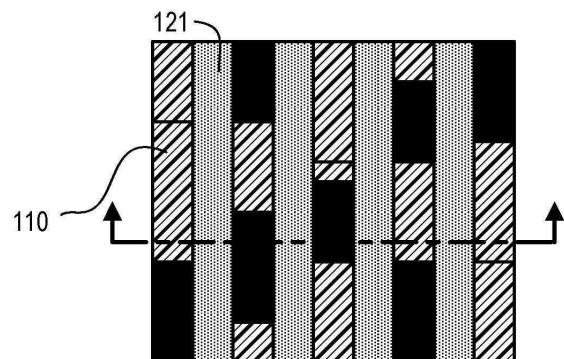
도면30b



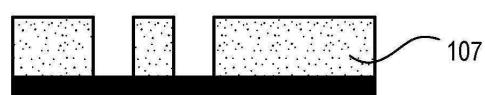
도면31a



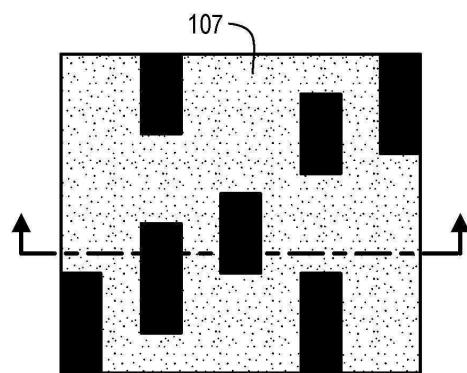
도면31b



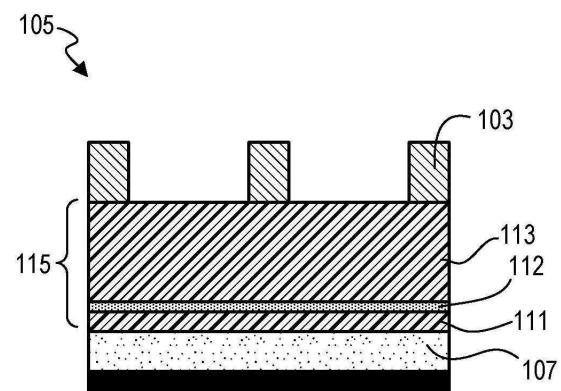
도면32a



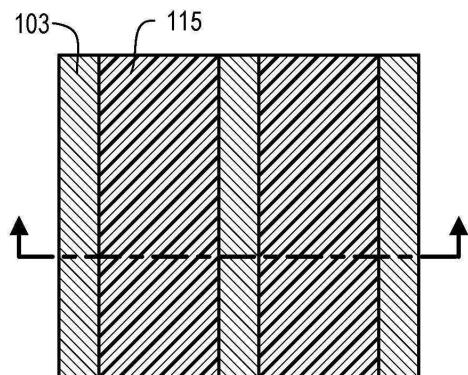
도면32b



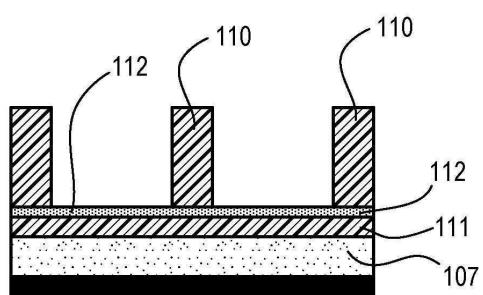
도면33a



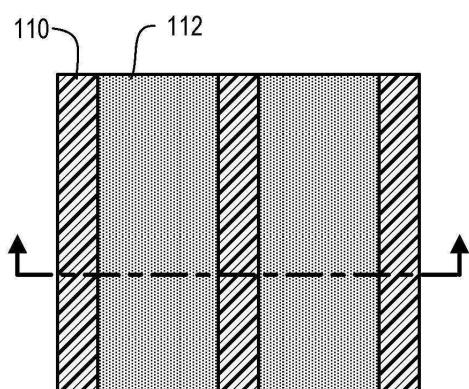
도면33b



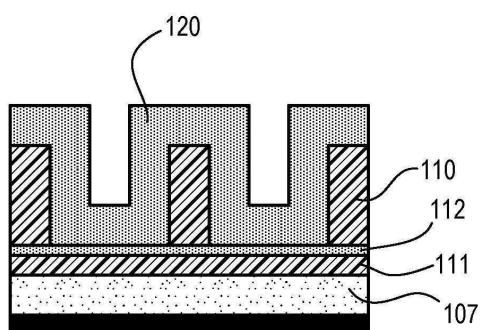
도면34a



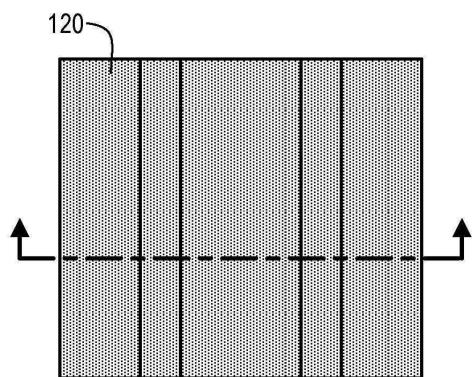
도면34b



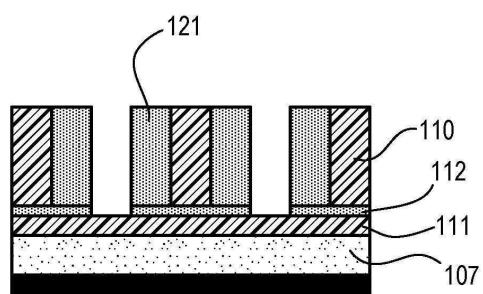
도면35a



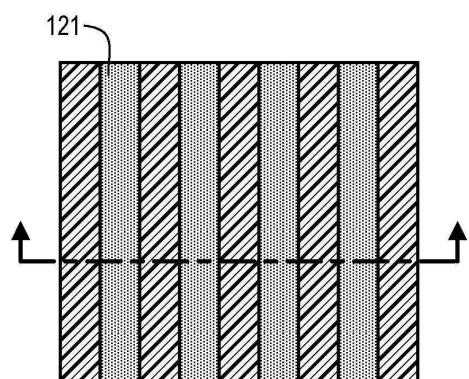
도면35b



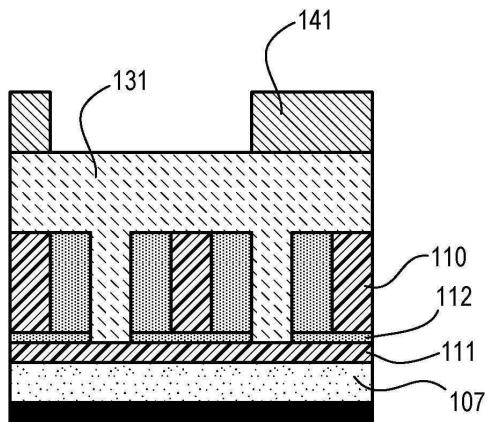
도면36a



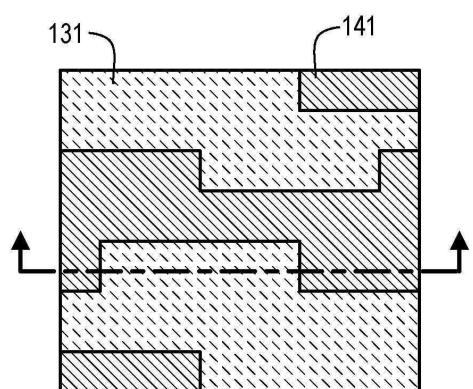
도면36b



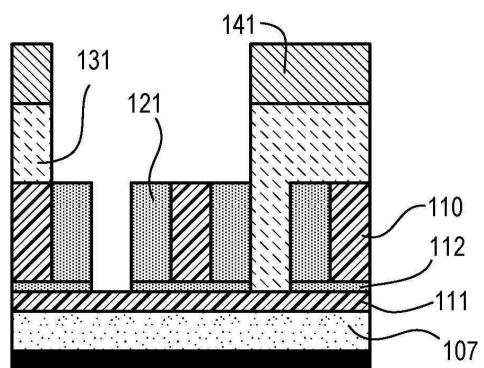
도면37a



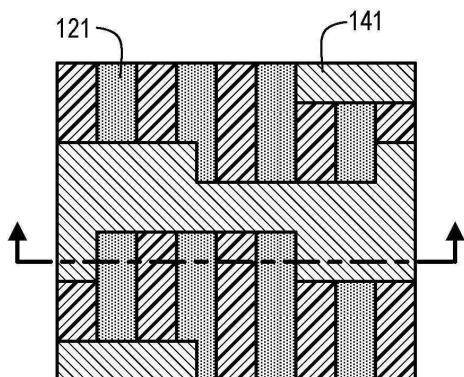
도면37b



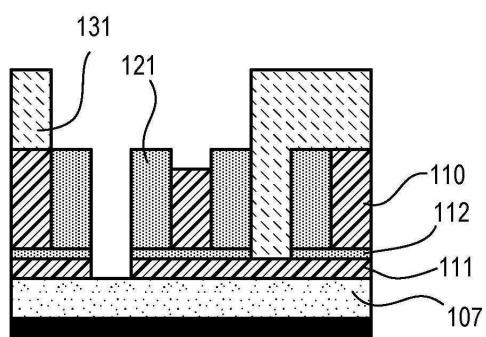
도면38a



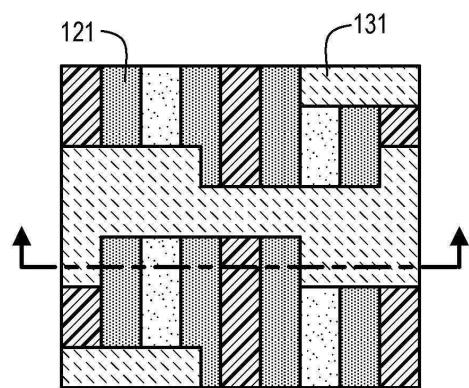
도면38b



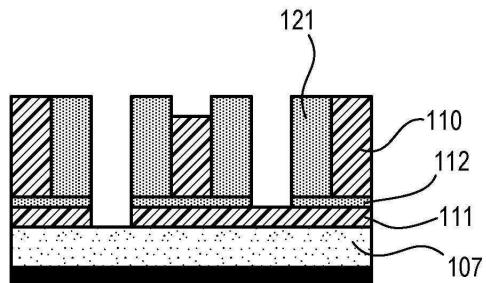
도면39a



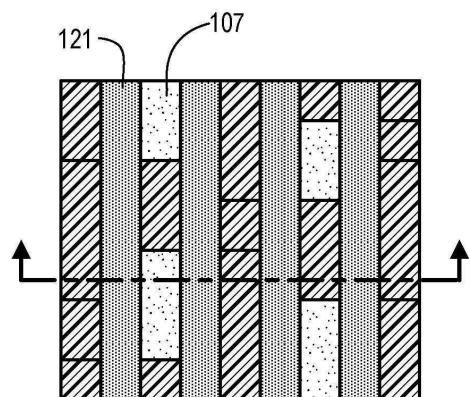
도면39b



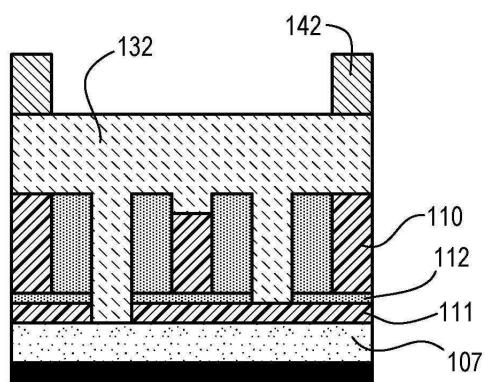
도면40a



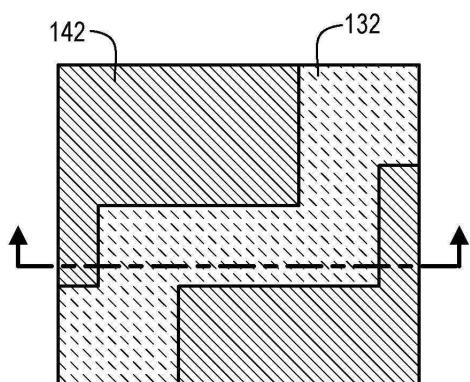
도면40b



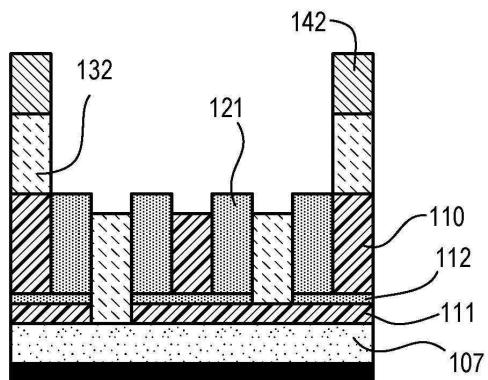
도면41a



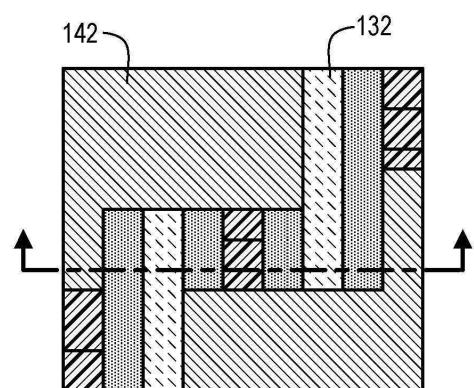
도면41b



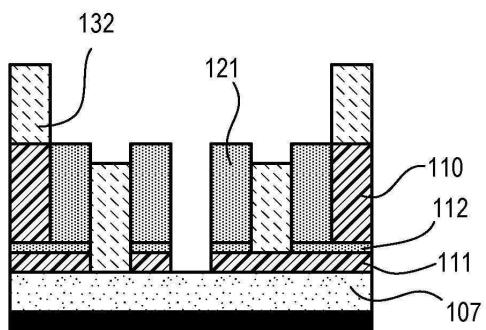
도면42a



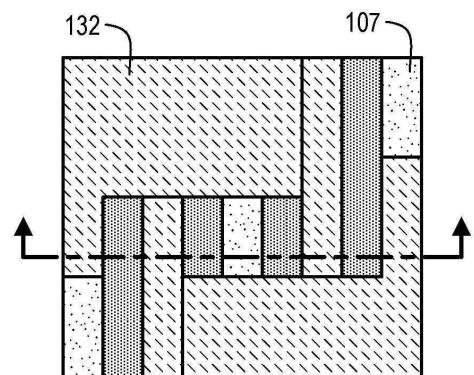
도면42b



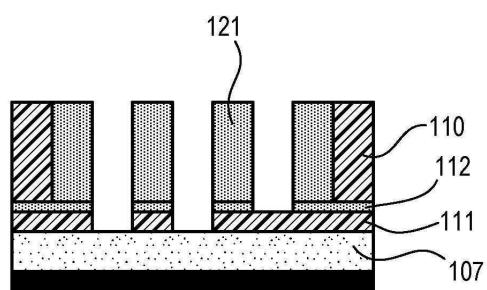
도면43a



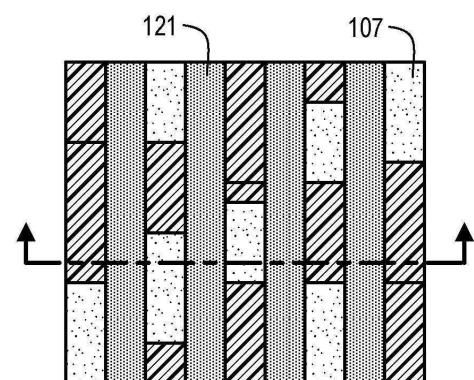
도면43b



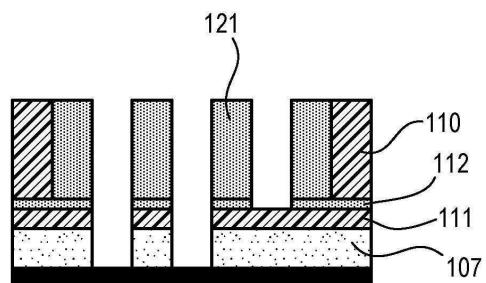
도면44a



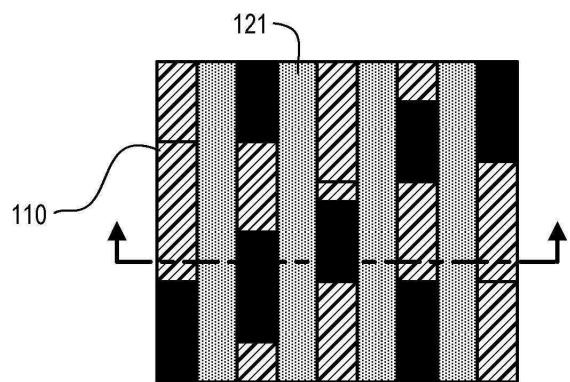
도면44b



도면45a



도면45b



도면46a



도면46b

