(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0105849
(43) 공개일자 2013년09월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G11B 5/855 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7008510
(22) 출원일자(국제) 2011년09월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년04월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/050944
(87) 국제공개번호 WO 2012/033988
국제공개일자 2012년03월15일
(30) 우선권주장
13/228,426 2011년09월08일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35
(72) 발명자
싱클레어, 프랭크
미국 매사추세츠 02170 퀸시 로얄 스트리트 14
브레이크, 줄리앙, 지.
미국 01930 매사추세츠 글로스터 하이랜드 코트 13
(74) 대리인
특허법인에이아이피

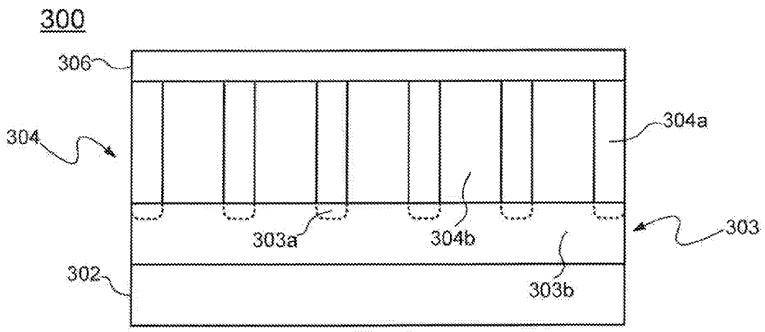
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **비트 패터닝된 매체를 제조하기 위한 기술**

(57) 요 약

비트 패턴 매체를 제조하기 위한 기술이 개시되어 있다. 하나의 특정한 예시적인 실시예에서, 상기 기술은 비트 패턴 매체를 제조하기 위한 방법으로서 실현될 수 있다. 상기 방법은 서로 인접한 변형된 영역 및 제 1 영역을 포함하는 중간층을 형성하는 단계로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가질 수 있는, 상기 중간층을 형성하는 단계; 활성 영역을 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 자성 종(magnetic species)을 증착하는 단계; 및 세퍼레이터(separator)를 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 변형된 영역 상에 비-강자성(non-ferromagnetic) 종을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3a



(30) 우선권주장
61/381,283 2010년09월09일 미국(US)
61/388,308 2010년09월30일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

데이터 저장 매체를 형성하는 방법으로서,

서로 인접한 변형된 영역 및 제 1 영역을 포함하는 중간층을 형성하는 단계로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층을 형성하는 단계;

활성 영역을 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 자성 종(magnetic species)을 증착하는 단계; 및

세퍼레이터(separator)를 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 변형된 영역 상에 비-강자성 종(non-ferromagnetic species)을 증착하는 단계를 포함하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 영역 및 상기 변형된 영역은 상이한 구조를 가지는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제 1 영역은 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질(amorphous)인, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제 1 영역은 바람직한 방위의 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질인, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 제 1 영역은 비정질이고, 상기 변형된 영역은 하나 이상의 결정(crystal)들을 포함하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 중간층은 Mg, Ta, 및 Ti 중의 적어도 하나를 가지는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 세퍼레이터는 SiO_2를 포함하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 종을 가지는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 변형된 영역 및 상기 세퍼레이터는 공통인 적어도 하나의 종을 가지는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 공통인 적어도 하나의 종은 Si인, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 활성 영역 및 상기 세퍼레이터를 형성하기 전에 상기 중간층의 표면을 식각하는 단계를 더 포함하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 중간층의 상기 변형된 영역은 이온 주입에 의해 형성되는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 이온 주입은 15 keV 이하의 에너지에서 수행되는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 14

데이터 저장 매체를 형성하는 방법으로서,

서로 인접한 변형된 영역 및 제 1 영역을 포함하는 중간층을 형성하는 단계로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층을 형성하는 단계;

활성 영역을 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 자성 종을 증착하는 단계; 및

세퍼레이터를 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 변형된 영역 상에 비-강자성 종을 증착하는 단계로서, 상기 활성 영역 및 상기 세퍼레이터는 동시에 형성되는, 상기 비-강자성 종을 증착하는 단계를 포함하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 제 1 영역은 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질인, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 16

청구항 14에 있어서,

상기 제 1 영역은 바람직한 방위의 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질인, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 17

청구항 14에 있어서,

상기 변형된 영역은 이온 주입에 의해 형성되는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 이온 주입은 15 keV 이하의 에너지에서 수행되는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 19

청구항 14에 있어서,

상기 변형된 영역 및 상기 세퍼레이터는 Si를 함유하는, 데이터 저장 매체를 형성하는 방법.

청구항 20

변형된 영역 및 복수의 제 1 영역들을 가지는 중간층으로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층;

상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 형성되고, 자성 재료(magnetic material)를 함유하는 활성 영역들; 및

상기 변형된 영역 상에 형성되고, 비-강자성 재료를 함유하는 세퍼레이터를 포함하는, 데이터 저장 매체.

청구항 21

청구항 20에 있어서,

상기 중간층은 Mg, Ta, 및 Ti 중의 적어도 하나를 포함하는, 데이터 저장 매체.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 활성 영역들은 Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나를 포함하는, 데이터 저장 매체.

청구항 23

청구항 21에 있어서,

상기 세퍼레이터는 SiO_2를 포함하는, 데이터 저장 매체.

청구항 24

청구항 20에 있어서,

상기 제 1 영역은 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질인, 데이터 저장 매체.

청구항 25

청구항 20에 있어서,

상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 상이한 종을 가지는, 데이터 저장 매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 데이터 저장 매체에 관한 것으로, 특히, 비트 패터닝된 매체(bit patterned media)를 제조하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 차세대 데이터 저장 매체일 수 있는 비트 패터닝된 매체(BPM : bit patterned media)는 하드 드라이브 디스크들의 데이터 저장 용량을 확장할 수 있다. 도 1의 (f)에 예시된 바와 같이, 기존의 BPM은 베이스(base)(102), 저장층(104), 중간층(103), 및 보호층(106)을 포함할 수 있다. 데이터 저장층(104) 내에는, 각각 단일 비트의 데이터를 저장하기 위해 이용되는 복수의 활성 영역(active region)들(104b)과, 각각의 활성 영역(104b)을 격리하기 위한 하나 이상의 세퍼레이터(separator)들(104a)이 있을 수 있다. 각각의 데이터 비트는 각각의 활성 영역(104b)에 저장되므로, 매체(100)의 용량은 활성 영역들(104b)의 수에 종속된다. 더 큰 수의 활성 영역들(104b)

을 갖는 매체(100)는 더 많은 데이터를 저장할 수 있다.

[0003] 기존의 BPM에서는, 활성 영역들이 매체(100)의 제조 도중에 형성된다. 이것은 활성 영역들이 데이터가 레코딩(recording)되는 동안에 형성되는 더 이전의 데이터 저장 매체와 상반된다. 도 1의 (a) 내지 (f)를 참조하면, BPM(100)을 제조하기 위한 기존의 방법이 도시되어 있다. 먼저, 매체(100)는 베이스(102) 및 데이터 저장층(104)을 포함할 수 있다. 데이터 저장층(104)은 강자성 재료(ferromagnetic material)를 함유할 수 있다.

[0004] 처음에, 패터닝 프로세스가 매체(100)에 대해 수행된다. 이 프로세스에서는, 레지스트의 층(108)이 데이터 저장층(104) 상에 증착된다(도 1의 (a)). 그 다음으로, 레지스트층(108)은 포토리소그래픽 프로세스(photolithographic process), 나노임프린트 리소그래픽 프로세스(nanoimprint lithographic process), 또는 직접 기록 전자빔 리소그래픽 프로세스(direct write electron beam lithographic process)과 같은 알려진 리소그래픽 프로세스를 이용하여 패터닝된다. 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이, 데이터 저장층(104)의 하나 이상의 부분들은 리소그래픽 프로세스 후에 노출된다.

[0005] 패터닝 단계 후에, 식각 단계가 수행될 수 있다. 식각 단계의 예는 이온 밀링 프로세스(ion milling process)일 수 있다. 이 단계에서, 반응성 이온(reactive ion)들(122)은 데이터 저장층(104)의 노출된 부분들을 향해 보내지고, 노출된 부분들로부터 강자성 재료가 제거된다(도 1의 (c)). 한편, 노출되지 않은 데이터 저장층(104)의 부분들은 레지스트(regist)(106)에 의해 차폐(shield)되고, 매체(100) 상에 남아 있다. 측면으로부터 관측될 때, 결과적인 매체(100)는 서로 이격되고 갭(gap)들에 의해 서로 격리된 강자성 재료의 컬럼(column)들(104b)을 포함할 수 있다. 매체(100) 상에 남아 있는 컬럼들은 궁극적으로 활성 영역들(104b)을 형성할 수 있다. 그 다음으로, 컬럼들 사이의 영역들(예를 들어, 갭들)은 세퍼레이터들(104a)을 형성하기 위하여 낮은 투자율(permeability) 및 잔류자기(remanence)를 갖는 비자성 재료(non-magnetic material)로 충전된다(도 1의 (d)). 그 다음으로, 매체(100)는 평탄화되고(도 1의 (e)), 보호 코팅(protective coating)(106)이 매체(100) 상으로 증착된다(도 1의 (f)). 위에서 언급된 바와 같이, 결과적인 매체(100)는 하나 이상의 비자성 세퍼레이터들(104a)에 의해 격리된 복수의 활성 영역들(104b)을 갖는 데이터 저장층(104)을 포함한다.

[0006] 하나의 개선예로서, 이온 주입 단계를 통합하는 BPM을 제조하는 프로세스가 제안되었다. 이 프로세스는 도 2의 (a) 내지 (e)에 도시되어 있다.

[0007] 처음에, 레지스트(108)는 데이터 저장층(204) 상에 증착된다(도 2의 (a)). 데이터 저장층(204)의 재료는 강자성 재료일 수 있다. 레지스트층(108)을 증착한 후, 레지스트층(108)은 알려진 리소그래픽 프로세스들 중의 하나를 이용하여 패터닝되고, 데이터 저장층(204)의 부분(들)은 노출된다. 그 다음으로, 이온들(222)은 데이터 저장층(204)을 향해 보내진다. 이 프로세스에서는, 이온들(222)이 데이터 저장층(204)으로 주입된다. 그 다음으로, 이온들(222)은 세퍼레이터들(204a)을 형성하기 위하여, 영역들(204a) 내의 재료를 강자성 재료로부터 낮은 투자율을 가지며 이상적으로는 잔류자기를 전혀 갖지 않는 재료로 변환한다(도 2의 (c)). 한편, 노출되지 않고 이온들(222)이 주입되지 않은 영역(204b)의 재료는 강자성으로 남아 있을 수 있다. 결과적인 데이터 저장층(204)은 이온들에 노출되지 않았던 활성 영역들(204b), 및 이온들에 대한 노출을 통해 형성되는 하나 이상의 세퍼레이터들(204a)을 포함할 수 있다(도 2의 (d)). 세퍼레이터들(204b)이 형성될 때, 세퍼레이터들(204b)은 각각의 활성 영역(204b)을 격리할 수 있다.

[0008] 활성 영역들(204b) 및 세퍼레이터들(204a)을 형성한 후, 나머지 레지스트층(108)이 제거되고, 보호층(106)은 저장층(204) 상에 증착된다(도 2의 (e)).

[0009] 세퍼레이터들(204a)을 형성하기 위하여, 다양한 방법들이 취해질 수 있다. 하나의 방법에서, 세퍼레이터들(204a)은 자성 재료의 희석(dilution)을 통해 형성된다. 이 방법에서, 노출된 영역들 내의 자성 재료에는 희석 이온들, 예를 들어, 자기적 속성(magnetic property)을 나타내지 않는 이온 종(ion species)들이 충분한 도우즈(dose)로 주입된다. 프로세스에서, 결과적인 재료의 퀴리 온도(Curie temperature)는 실온(room temperature)으로 감소되거나, 재료는 실온에서 더 이상 자성이 아니다. 충분한 희석을 달성하기 위하여, 희석 이온들의 ~10% 이상의 원자 농도(atomic concentration)가 필요할 수 있다. 30 nm 두께의 코발트(Co) 기반의 데이터 저장층을 포함하는 매체에 대해서는, 10% 농도는 대략 $3 \times 10^{16}/cm^2$의 이온 도우즈를 의미한다. 이 도우즈는 저장층의 두께에 비례적일 수 있고, 이에 따라, 데이터 저장층이 더욱 얇을 경우에 적을 수 있다.

[0010] 또 다른 방법에서, 자성 재료는 노출된 영역들에서 재료의 결정도(crystallinity) 또는 미세구조(microstructure)에 영향을 줌으로써 변환될 수 있다. 이온 주입 프로세스는 다수의 원자 충돌들을 야기시킬 수 있는 활성 프로세스(energetic process)이다. 주입 도중에, 그렇지 않을 경우에는 결정질(crystalline)인 노출

된 영역들 내의 재료는 비정질(amorphous) 및/또는 무질서할 수 있다. 그 결과, 재료는 실온에서 낮은 강자성(ferromagnetism)을 나타낼 수 있다. 한편, 노출된 부분들에 인접한 노출되지 않은 부분들의 재료는 그 원래의 자기적 속성을 유지할 수 있다. 이 방법은 원래의 강자성층이 적층체(stack) 형태인 매우 얇은 층들의 상호작용으로부터 그 자기적 속성들을 유도하는 다층(multilayer)일 경우에 효과적일 수 있다. 그러나, 이 방법은 또한 높은 이온 도우즈를 요구할 수 있다. 실리콘 기판을 비정질화(amorphize)/무질서화(disorder)하기 위해 필요한 전형적인 이온 도우즈는 $1x10^{15}$ ions/cm^2 이상이다. 금속 기판에서는, 특히, 주입이 실온에서 수행되는 경우에, 이 요구되는 도우즈가 훨씬 높을 수 있다.

[0011] 그러나, 두 방법들은 몇몇 단점들을 가진다. 이러한 하나의 단점은 높은 이온 도우즈 요건에 의해 부분적으로 야기되는 제한된 스루풋(throughput)일 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 세퍼레이터(204a)를 형성함에 있어서의 각각의 방법은 약 $1x10^{16}$ - $1x10^{17}$ ions/cm^2의 범위인 이온 도우즈를 요구한다. 그러나, 기존의 이온 주입기에서의 빔 전류(beam current)는 이온들을 발생함에 있어서의 제한들로 인해 제한된다. 따라서, 이러한 높은 도우즈는 스루풋을 제한하거나, 이온 주입 시스템이 매체를 프로세싱해야 하는 시간을 증가시킬 것이다. 제한된 스루풋으로, BPM을 제조하는 것과 연관된 비용이 높을 수 있다.

[0012] 또한, 스루풋은 레지스트 패터닝 단계(resist patterning step)에 의해 부분적으로 제한될 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 전자빔 직접 기록 패터닝 단계(electron beam direct write patterning step)는 레지스트를 패터닝하기 위해 이용될 수 있다. 이 프로세스에서, 전자빔은 레지스트를 직접 기록하거나 패터닝하기 위하여 하나 이상의 방향들을 따라 주사(scan)된다. 이 프로세스는 더 큰 분해능(resolution)을 가능하게 하지만, 이 프로세스는 매우 느리고 높은 스루풋의 생산을 위해서는 적당하지 않다.

[0013] 나노-임프린트(nano-imprint) 리소그래피 프로세스, 즉, 더욱 효율적인 레지스트 패터닝 프로세스는 스루풋을 증가시키기 위하여 이용될 수 있다. 그러나, 이 패터닝 프로세스는 희망하는 속성들을 갖는 레지스트를 생산하지 않는다. 예를 들어, 나노-임프린트 리소그래피 프로세스에서 달성되는 최대의 실제적인 레지스트 높이는 약 50nm로 제한될 수 있다. 이러한 레지스트는 추후의 높은 도우즈의 이온 주입 프로세스에서 존속할 수 없을 수 있고, 및/또는 그 하부의 재료를 적절하게 보하지 못할 수 있다. 레지스트의 부분은 이온 주입 도중에 스퍼터링되어 사라질 수 있고, 노출된 영역 외부의 재료(즉, 원래 레지스트(108) 아래의 재료)의 부분들에는 이온들이 주입될 수 있고, 세퍼레이터(204a)로 변환될 수도 있다. 따라서, 최적인 것보다 적은 BPM이 얻어질 수 있다.

[0014] 또한, 세퍼레이터(204a)를 형성하기 위해 이용되는 높은 도우즈의 이온 주입은 노출된 영역에서의 재료의 스퍼터링(sputtering)에 기여할 수 있다. 이 스퍼터링 효과는 세퍼레이터(204a)를 형성하기 위해 필요한 전체 도우즈에 비례하여 진행한다. 이 스퍼터링 효과는 비-평면(non-planar) 저장층으로 귀착될 수 있다. 이온 주입 단계를 통합하는 BPM 제조 프로세스는 갭 충전 단계(예를 들어, 도 1d)를 생략하기 위한 것이므로, 노출된 영역 및 노출되지 않은 영역 사이의 과도한 비-평면도(non-planarity)는 매우 바람직하지 않을 수 있다.

[0015] 따라서, 비트 패턴 매체를 제조하기 위한 새로운 방법이 필요하다.

발명의 내용

[0016] 비트 패턴 매체(bit pattern media)를 제조하기 위한 기술이 개시되어 있다. 하나의 특정한 예시적인 실시예에서, 상기 기술은 비트 패턴 매체를 제조하기 위한 방법으로서 실현될 수 있다. 상기 방법은, 서로 인접한 변형된 영역 및 제 1 영역을 포함하는 중간층을 형성하는 단계로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층을 형성하는 단계; 활성 영역을 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 자성 종(magnetic species)을 증착하는 단계; 및 세퍼레이터(separator)를 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 변형된 영역 상에 비-강자성 종(non-ferromagnetic species)을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 상이한 구조를 가질 수 있다.

[0018] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 바람직한 방위(orientation)의 하나 이상의 결정들을 포함할 수 있고, 상기 변형된 영역은 비정질(amorphous)일 수 있다.

[0019] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 비정질일 수 있고, 상기 변형된 영역은 하나 이상의 결정들을 포함할 수 있다.

[0020] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 균일한 방위를 갖는 복수의 결정들을 가지고, 상기 변형된 영역은 비정질이다.

[0021] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 중간층은 Mg, Ta, 및 Ti 중의 적어도 하나를 가질 수 있다.

[0022] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 세퍼레이터(separator)는 SiO_2를 포함할 수 있다.

[0023] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역은 상기 제 1 영역 내에 존재하지 않는 적어도 하나의 종을 가질 수 있다.

[0024] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역 및 상기 세퍼레이터는 공통인 적어도 하나의 종을 가질 수 있다.

[0025] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 공통인 적어도 하나의 종은 Si일 수 있다.

[0026] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 방법은 상기 활성 영역 및 상기 세퍼레이터를 형성하기 전에 상기 중간층의 표면을 식각하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 중간층의 상기 변형된 영역은 이온 주입(ion implantation)에 의해 형성될 수 있다.

[0028] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 이온 주입은 15 keV 이하의 에너지에서 수행될 수 있다.

[0029] 또 다른 예시적인 실시예에 따르면, 상기 기술은 비트 패턴 매체를 제조하기 위한 방법으로서 실현될 수 있다. 상기 방법은, 서로 인접한 변형된 영역 및 제 1 영역을 포함하는 중간층을 형성하는 단계로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층을 형성하는 단계; 활성 영역을 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 자성 종을 증착하는 단계; 및 세퍼레이터를 형성하기 위하여 상기 중간층의 상기 변형된 영역 상에 비-강자성 종을 증착하는 단계로서, 상기 활성 영역 및 상기 세퍼레이터는 동시에 형성되는, 상기 비-강자성 종을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질이다.

[0031] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 바람직한 방위의 하나 이상의 결정들을 포함하고, 상기 변형된 영역은 비정질이다.

[0032] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역은 이온 주입에 의해 형성될 수 있다.

[0033] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 이온 주입은 15 keV 이하의 에너지에서 수행될 수 있다.

[0034] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역 및 상기 세퍼레이터는 Si를 함유할 수 있다.

[0035] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 방법은 상기 활성 영역 및 상기 세퍼레이터를 형성하기 전에 상기 중간층의 표면을 식각하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0036] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 균일한 방위를 갖는 복수의 결정들을 가지고, 상기 변형된 영역은 비정질이다.

[0037] 또 다른 예시적인 실시예에 따르면, 상기 기술은 데이터 저장 매체로 실현될 수 있다. 상기 매체는, 변형된 영역 및 복수의 제 1 영역들을 가지는 중간층으로서, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 적어도 하나의 상이한 속성을 가지는, 상기 중간층; 상기 중간층의 상기 제 1 영역 상에 형성되고, 자성 재료(magnetic material)를 함유하는 활성 영역; 및 상기 변형된 영역 상에 형성되고, 비-강자성 재료를 함유하는 세퍼레이터를 포함할 수 있다.

[0038] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 중간층은 Mg, Ta, 및 Ti 중의 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0039] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 활성 영역들은 Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 세퍼레이터는 SiO_2를 포함할 수 있다.

[0041] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 상이한 구조를 가질 수 있다.

[0042] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 측면들에 따르면, 상기 제 1 영역은 하나 이상의 결정들을 포함할 수 있고, 상기 변형된 영역은 비정질일 수 있다.

[0043] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 측면들에 따르면, 상기 변형된 영역 및 상기 제 1 영역은 상이한 종을 가진다.

[0044] 본 개시 내용은 첨부 도면들에 도시된 바와 같이, 그 예시적인 실시예들을 참조하여 지금부터 더욱 상세하게 설명될 것이다. 본 개시 내용은 예시적인 실시예들을 참조하여 이하에서 설명되어 있지만, 본 개시 내용은 그것으로 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 여기에서의 교시 내용들에 접근하는 당업자들은 추가적인 구현예들, 변형예들, 및 실시예들 뿐만 아니라, 그 다른 이용 분야들도 인식할 것이고, 이러한 것들은 여기에 설명된 바와 같은 본 개시 내용의 범위 내에 있으며, 본 개시 내용은 이러한 것들에 대해 상당한 실용성이 있을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0045] 본 개시 내용의 더욱 완전한 이해를 용이하게 하기 위하여, 유사한 구성요소들이 유사한 번호들로 참조되어 있는 첨부 도면들에 대해 지금부터 참조한다. 이 도면들은 본 개시 내용을 제한하는 것으로 해석되는 것이 아니라, 오직 예시하기 위한 것이다.

도 1의 (a) 내지 (f)는 BPM을 제조하기 위한 기존의 기술을 예시한다.

도 2의 (a) 내지 (e)는 BPM을 제조하기 위한 또 다른 기존의 기술을 예시한다.

도 3a 및 도 3b는 본 개시 내용의 하나의 실시예에 따라 예시적인 BPM을 예시한다.

도 4의 (a) 내지 (f)는 본 개시 내용의 하나의 실시예에 따라 BPM을 제조하기 위한 예시적인 기술을 예시한다.

도 5의 (a) 내지 (f)는 본 개시 내용의 또 다른 실시예에 따라 BPM을 제조하기 위한 또 다른 예시적인 기술을 예시한다.

도 6의 (a) 내지 (f)는 본 개시 내용의 또 다른 실시예에 따라 BPM을 제조하기 위한 또 다른 예시적인 기술을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 상기 언급된 방법들과 연관된 결점들을 해결하기 위하여, BPM을 제조하기 위한 새로운 기술들이 소개된다. 본 개시 내용에서, 상기 기술들은 선택적으로 프로세싱되었던 중간층 상에 데이터 저장층을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 중간층을 선택적으로 프로세싱하기 위하여 다양한 프로세스들이 이용될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 입자(particle) 또는 이온 주입 프로세스가 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 프로세스들이 이용될 수 있다. 이용될 수 있는 다른 프로세스들의 예들은 증착 프로세스, 가스 침지 레이저 도핑(gas immersion laser doping) 프로세스, 및 레이저 또는 다른 자성파 조사 프로세스(magnetic wave irradiation process)를 포함할 수 있다. 이러한 프로세스들의 이용가능성에도 불구하고, 본 개시 내용의 명확함과 간략함을 위하여 이온 주입 프로세스에 초점을 맞춘다. 그러나, 당업자들은 본 개시 내용이 그것으로 제한되지 않는다는 것에 주목해야 한다.

[0047] 이온 주입 프로세스를 위한 시스템이 이용될 경우, 이온 주입 프로세스를 위한 시스템은 빔-라인(beam-line) 이온 주입 시스템; 플라즈마 보조 도핑(PLAD : plasma assisted doping) 또는 플라즈마 침지 이온 주입(PIII : plasma immersion ion implantation) 시스템; 또는 임의의 다른 질량 분해된(mass analyzed) 또는 비-질량 분해된(non-mass analyzed) 이온 주입일 수 있다. 또한, 포커싱된(focused) 또는 비-포커싱된(non-focused) 이온 빔 이온 주입 시스템이 이용될 수도 있다. 이온들 또는 입자들은 하전된(charged) 또는 중성의 아원자(sub-atomic), 원자(atomic), 또는 분자(molecular) 이온들 또는 입자들일 수 있다. 또한, 입자 또는 이온 주입 프로세스 도중에 이용되는 입자들의 유형(type)들 또는 종(species)은 이하에서 설명되는 그러한 유형들 또는 종에

만 제한되는 것이 아니다.

[0048] 이온 주입 프로세스에 부가하여, 상기 기술들은 재료들을 식각하거나 증착하기 위한 하나 이상의 프로세스들을 포함할 수 있다. 이러한 프로세스들을 수행하기 위하여, 다양한 시스템들이 이용될 수 있다. 편리함과 명확함을 위하여, 본 개시 내용은 스퍼터 증착 또는 식각 시스템에 초점을 맞출 수 있다.

[0049] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 본 개시 내용의 하나의 실시예에 따라 BPM(또는 매체)(300)의 측면도 및 평면도가 도시되어 있다. 도면들은 반드시 축척을 조정하도록 그려지는 것은 아니다. 도 3a에 예시된 바와 같이, 매체(300)는 그 중에서도, 베이스층(base layer)(302), 데이터 저장층(304), 및 보호층(308)을 포함할 수 있다. 도면에서 도시된 바와 같이, 데이터 저장층(304)은 베이스층(302) 상부에 배치될 수 있다. 여기서, 베이스층(302)은 데이터 저장층(304)을 지지하는 하나 이상의 층들일 수 있다. 하나의 실시예에서, 베이스층(302)은 연질(soft)의 하부층(underlayer)(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0050] 본 실시예에서, 데이터 저장층(304)은 각각이 단일 비트의 데이터를 저장할 수 있는 복수의 활성 영역들(304b)을 포함할 수 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 각각의 활성 영역(304b)은 세퍼레이터(304a)에 의해 서로 격리된다. 본 개시 내용에서, 데이터 저장층(304)은 단일의 연속적인 세퍼레이터(304a), 또는 각각의 활성 영역(304b)을 둘러싸고 이를 자기적으로 디커플링(decoupling) 하는 복수의 비-연속적인(non-continuous) 세퍼레이터 세그먼트(segment)들(304a)일 수 있다.

[0051] 또한, BPM(300)은 중간층(303)을 포함할 수 있다. 명확함과 간략함을 위하여, 본 개시 내용은 중간층(303)이 베이스층(302)으로부터 이격되어 있는 것으로 설명한다. 그러나, 당업자들은 중간층(303)이 베이스층(302)의 일부이거나, 베이스층(302)을 형성하는 층들 중의 하나일 수 있음을 인식할 것이다.

[0052] 본 실시예의 중간층(303)은 변형된 영역(303a)을 선택적으로 포함할 수 있다. 중간층(303)이 변형된 영역(303a)을 포함하는 경우, 변형된 영역(303a) 외부의 영역은 명확함과 간략함을 위하여, 제 1 영역(303b)일 수 있다. 본 실시예에서, 세퍼레이터(304a)는 변형된 영역(303a) 상에 배치될 수 있는 반면, 활성 영역(304b)은 제 1 영역(303b) 상에 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 세퍼레이터(304a)는 제 1 영역(303b) 상에 배치될 수 있는 반면, 활성 영역(304b)은 변형된 영역(303a) 상에 배치될 수 있다.

[0053] 변형된 영역(303a)이 포함될 경우, 변형된 영역(303a)은 제 1 영역(303b)과 상이한 적어도 하나의 속성을 가질 수 있다. 하나의 실시예에서, 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303b)은 상이한 구조 및/또는 결정 방위(crystal orientation)를 가질 수 있다. 예를 들어, 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303b) 중의 하나는 복수의 결정들을 가질 수 있는 반면, 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303) 중의 다른 하나는 비정질일 수 있다. 또 다른 예에서, 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303b) 중의 하나는 활성 영역들(304b)들의 에피택셜 성장(epitaxial growth)을 위한 템플릿(template)으로서 작용할 수 있는 바람직한 방위를 갖는 결정들 또는 시드(seed)들을 가질 수 있다.

[0054] 한편, 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303b) 중의 다른 하나는 비정질이거나, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 대체로 없을 수 있다. 본 개시 내용에서, 바람직한 방위는 활성 영역(304b)의 에피택셜 형성을 가능하게 하거나 촉진하는 하나 이상의 방위들일 수 있다. 이와 같이, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 없는 영역은 비정질이거나, 활성 영역들(304b)의 에피택셜 성장을 위한 템플릿으로서 작용하지 않는 결정들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 바람직한 방위를 갖는 결정들은 활성 영역(304b)에서의 결정들의 방위와 동일한 방위를 가질 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 바람직한 방위를 갖는 결정들은 균일한 방위를 가질 수 있다.

[0055] 변형된 영역(303a) 및 제 1 영역(303b) 사이의 또 다른 차이는 종들의 차이일 수 있다. 예를 들어, 변형된 영역(303a)은 제 1 영역(303b) 내에 함유되지 않은 하나 이상의 종을 함유할 수 있다.

[0056] 중간층(303)은 바람직하게는, 티타늄(Ti), 마그네슘(Mg), 또는 적어도 하나의 Ti, Mg, 및 Ta 종을 하유하는 탄탈륨(Ta)계 재료를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 중간층(303)은 Ti 종을 함유할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 중간층(303)은 Mg 종을 함유하는 마그네슘 옥사이드(magnesium oxide)(MgO)일 수 있다. 당업자들은 중간층(303)이 다른 종을 함유할 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0057] 본 실시예에서, 세퍼레이터(304a)는 바람직하게는, 낮은 투자율 및 잔류자기를 갖는 비-강자성(non-ferromagnetic)일 수 있다. 비-강자성 재료의 예들은 상자성(paramagnetic) 재료, 페리자성(ferrimagnetic) 재료, 반강자성(antiferromagnetic) 재료, 및 임의의 다른 비-강자성(non-ferromagnetic) 또는 비-자성(non-magnetic) 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 본 실시예의 세퍼레이터(304a)는 적어도 실리콘(Si) 및 산소

(O) 종을 함유하는 실리콘 디옥사이드(silicon dioxide)(SiO_2)일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 세퍼레이터(304b)는 다른 종을 함유하는 다른 비-강자성 재료일 수 있다.

[0058] 한편, 본 실시예의 활성 영역들(304b)은 하나 이상의 층들에서 하나 이상의 자성 재료들을 함유할 수 있다. 본 실시예에서, 활성 영역들(304b)은 바람직하게는, 강자성 재료이다. 활성 영역(304a)에서 함유할 수 있는 종의 예들은 코발트(Co), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 및 백금(Pt) 종 중의 적어도 하나일 수 있다. 그러나, 높은 투자율 및 잔류자기를 갖는 다른 자성 또는 강자성 재료를 활성 영역들(304b)은 본 개시 내용에서 배제되지 않는다.

[0059] 상단으로부터 관측될 때, 활성 영역들(304b)은 대체로 원형이거나, 굴곡된 경계를 가지는 것일 수 있다(도 3b). 바람직하게는, 활성 영역(304b)의 직경 또는 단면 두께(상단으로부터 관측될 때)는 약 5nm 내지 약 10nm 사이의 범위일 수 있다. 한편, 각각의 활성 영역(304b)을 둘러쌀 수 있는 세퍼레이터(304a)는 약 1nm 내지 약 4nm 범위의 단면 두께를 가질 수 있다(도 3b). 이러한 두께 범위는 그 스핀 방향(spin direction)이 서로 영향을 주는 것을 방지하기 위하여 인접하는 활성 영역들(304b)과 자기적으로 디커플링(decoupling)할 수 있기 때문에 바람직하다. 더 작은 두께를 갖는 세퍼레이터(304a)는 인접하는 활성 영역들(304b)과 충분히 디커플링할 수 있는 한에 있어서는 배제되지 않는다. 더 큰 두께를 갖는 세퍼레이터(304a)는 배제되지 않지만, 이러한 세퍼레이터(304b)가 BPM(300)에서 활성 영역들(304b)의 밀도 또는 수를 감소시킬 수 있기 때문에, 세퍼레이터(304a)는 바람직하지 않을 수 있다.

[0060] 본 실시예에서, 각각의 활성 영역(304b)은 단일 비트의 데이터를 저장할 수 있다. 그 활성 영역(304b) 및 세퍼레이터(304a)에 의해, 본 실시예의 BPM(300)은 다른 기존의 데이터 저장 매체에 비해 더 큰 데이터 저장 용량을 가질 수 있다.

[0061] 도 4의 (a) 내지 (f)를 참조하면, 본 개시 내용의 하나의 실시예에 따라 BPM(400)을 제조하기 위한 기술이 도시되어 있다. 도 4의 (f)에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 BPM(400)는 그 중에서도, 중간층(403), 데이터 저장층(404), 및 보호층(406)을 포함할 수 있다. 데이터 저장층(404)에서는, 각각이 세퍼레이터(404a)에 의해 서로 격리되어 있는 활성 영역들(404b)이 있을 수 있다. 선택적으로, 중간층(403)에는 변형된 영역(403a)이 있을 수 있다.

[0062] 도 4의 (f)에 도시된 BPM(400)을 형성하기 위하여, 베이스층(402)의 일부이거나 일부가 아닐 수 있는 중간층(403)이 준비된다(도 4의 (a)). 본 실시예에서, 중간층(403)은 바람직한 방위를 갖는 복수의 결정들 또는 시드들을 포함할 수 있다. 이러한 중간층(403)은 선택적으로 프로세싱되고 중간층(403)의 부분은 변형된 영역(403a)으로 변환된다.

[0063] 중간층(403)의 선택적인 프로세싱은 다양한 프로세스들을 이용하여 달성될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 레지스트 패터닝을 포함하는 리소그래픽 프로세스가 이용될 수 있다. 이 프로세스에서, 레지스트의 층(408)은 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 중간층(403) 상에 배치될 수 있다. 그 다음으로, 전자빔 직접 기록 리소그래피, 극자외선 리소그래피(extreme ultraviolet lithography), 또는 나노-임프린트 리소그래피와 같은 알려진 패터닝 프로세스는 중간층(403)의 부분을 패터닝하고 노출하기 위해 이용될 수 있다(도 4의 (b)). 그 다음으로, 중간층(403)의 노출된 부분은 변형된 영역(403a)을 형성하기 위해 프로세싱될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 중간층(403)의 선택적인 프로세싱이 리소그래픽 프로세스 없이 달성될 수 있다. 하나의 예에서, 마스크는 중간층(403)의 부분을 선택적으로 프로세싱하기 위해 이용될 수 있다. 또 다른 예에서, 중간층(403)의 부분을 선택적으로 프로세싱할 수 있는 시스템은 희망하는 형상 및 치수(dimension)를 갖는 변형된 영역(403a)을 형성하기 위해 이용될 수 있다.

[0064] 본 실시예에서, 변형된 영역(403a)은 제 1 영역(403b), 또는 노출되지 않은 중간층(403)의 부분과는 상이한 적어도 하나의 속성을 가질 수 있다. 본 실시예에서, 변형된 영역(403a)은 비정질이거나, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 대체로 없는 것일 수 있다. 이 구조는 바람직한 방위를 갖는 결정들을 함유하는 제 1 영역(403b)의 구조와는 상이할 수 있다.

[0065] 이온 주입 프로세스는 변형된 영역(403a)을 형성하기 위해 본 실시예에서 수행될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 프로세스들이 이용될 수 있다. 이 프로세스에서는, 비정질화하거나, 그렇지 않을 경우에는 노출된 영역에서의 결정의 방위를 변경하기 위하여, 이온들 또는 입자들(422)이 중간층(403)의 노출된 부분으로 도입될 수 있다(도 4의 (c)). 이와 같이, 변형된 영역(403a)이 형성될 수 있다. 제 1 영역(403b)에서는, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 유지될 수 있다.

[0066] 변형된 영역(403a)을 형성하기 위해 이용될 수 있는 이온들 또는 입자들(422)은 하전된 또는 중성의 아원자, 원

자, 또는 분자 입자들 또는 이온들을 포함할 수 있다. 선택된 이온들 또는 입자들의 종은 바람직하게는, 수소(H), 질소(N), 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar), 및 크립톤(Kr)을 포함할 수 있다. 본 실시예에서는, 중간층(303)의 종과 용이하게 반응하지 않는 하나 이상의 비활성 종이 바람직하다. 그러나, 하나 이상의 반응성 종을 이용하는 것은 본 개시 내용에서 배제되지 않는다.

[0067] 변형된 영역(403a)을 형성하기 위한 이온 에너지는 바람직하게는, 낮은 에너지, 약 15 keV 이하일 수 있다. 이 낮은 에너지의 주입은 이러한 에너지가 주입된 이온들 또는 입자들(422)의 농도가 변형된 영역(403a)의 표면 근처에서 최대가 되도록 할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 레지스트(408)는 이 낮은 에너지의 이온 주입 단계 도중에 손상되거나 열화(degrade)되지 않을 것이다. 그러나, 다른 에너지들이 본 개시 내용에서 배제되지는 않는다.

[0068] 리소그래픽 프로세스가 이용되는 경우, 레지스트(408)는 변형된 영역(403a)을 형성한 후에 제거될 수 있다(도 4의 (d)). 레지스트(408)의 모든 흔적들을 제거하기 위해서는 중간층(403)의 철저한 세정(cleaning)이 바람직하다. 일부 실시예들에서는, 심지어 중간층(403)의 몇몇 원자층들이 제거될 수 있다. 이 선택적인 세정 프로세스의 예는 식각(예를 들어, 원자층 식각) 및 스퍼터 세정 프로세스를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 세정 또는 식각 프로세스들이 이용될 수도 있다. 결과적인 구조는 도 4의 (d)에 도시된 바와 같이, 변형된 영역(403a) 및 제 1 영역(403b)을 포함하는 중간층(402)을 포함할 수 있다.

[0069] 변형된 영역(403a)을 포함하는 중간층(403) 상에는, 세퍼레이터(404a) 및 활성 영역들(404b)을 포함하는 데이터 저장층(404)이 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 비-강자성 세퍼레이터(403a), 예를 들어, SiO_2 세퍼레이터(404a)는 변형된 영역(403a) 상에 형성될 수 있다. 한편, 자기적 활성 영역들(404b), 바람직하게는, 강자성 활성 영역들(404b)이 제 1 영역(403b) 상에 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 세퍼레이터(404a) 및 활성 영역(404b)은 동시에 형성될 수 있다. 다른 실시예에서, 세퍼레이터(404a) 및 활성 영역들(404b)은 별개의 단계들에서 차례로 형성될 수 있다.

[0070] 본 실시예에서는, 활성 영역들(404b) 및 세퍼레이터(404a)를 궁극적으로 형성할 수 있는 종은 중간층(403) 근처에서 동시에 도입될 수 있다. 예를 들어, Si 및 O, 그리고 Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나는 SiO_2 세퍼레이터(504a)와, Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나를 함유하는 활성 영역들(504b)을 형성하기 위하여 도입될 수 있다. 바람직한 방위를 갖는 제 1 영역(403b)에서의 결정들은 템플릿(template)으로서 작용할 수 있고, 활성 영역(404b)은 제 1 영역(403b) 상부에 우선적으로 그리고 헤테로 에피택시 방식으로(heteroepitaxially) 형성될 수 있다. 한편, 비정질 구조를 가지거나 바람직한 방위를 갖는 결정들이 대체로 없는 변형된 영역(404a)은 세퍼레이터(404a)를 위한 템플릿으로서 작용할 수도 있고, 세퍼레이터(404a)는 변형된 영역(403a) 상부에 형성될 수 있다. 하나의 실시예에서, 변형된 영역(404a)은 비정질일 수 있고, 비정질 SiO_2 세퍼레이터(404a)는 변형된 영역(403a) 상에 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 스퍼터 증착 프로세스는 세퍼레이터(404a) 및 활성 영역(404b)을 형성하기 위해 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 유형들의 증착 프로세스들이 이용될 수 있다. 그 결과, 변형된 영역(403a) 상부의 세퍼레이터(404a) 및 제 1 영역들(403a) 상부의 활성 영역들을 포함하는 데이터 저장층(404)이 형성될 수 있다.

[0071] 데이터 저장층(404)을 형성한 후, 예를 들어, DLC 캡층(cap layer)(406)과 같은 보호층(406)이 도 4의 (f)에 예시된 바와 같이 증착될 수 있다.

[0072] 일부 실시예들에서는, 선택적인 후처리(post treatment) 프로세스가 수행될 수 있다. 선택적인 후처리 프로세스의 예들은 어닐링 프로세스(annealing process)를 포함할 수 있다. 이 선택적인 프로세스가 수행될 경우, 이 선택적인 프로세스는 세퍼레이터(404a)를 형성한 후에 수행될 수 있다.

[0073] 도 5의 (a) 내지 (f)를 참조하면, 본 개시 내용의 또 다른 실시예에 따라 BPM(500)을 제조하기 위한 또 다른 예시적인 기술이 도시되어 있다. 도 5의 (f)에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 BPM(500)은 그 중에서도, 중간층(503), 데이터 저장층(504), 및 보호층(506)을 포함할 수 있다. 데이터 저장층(504)에는, 각각이 세퍼레이터(504a)에 의해 서로 격리되는 복수의 활성 영역들(504b)이 있을 수 있다. 중간층(503)에는, 변형된 영역(503a) 및 복수의 제 1 영역들(503b)이 있을 수 있다.

[0074] 도 5의 (f)에 도시된 BPM(500)을 형성하기 위하여, 베이스층(502)의 일부이거나 베이스층(502)의 일부가 아닐 수 있는 중간층(503)이 준비된다(도 5의 (a)). 본 실시예에서, 중간층(503)은 바람직한 방위를 갖는 복수의 결정들 또는 시드들을 포함할 수 있다. 이러한 중간층(503)은 선택적으로 프로세싱되고, 중간층(503)의 부분은 변

형된 영역(503a)으로 변환된다.

[0075] 중간층(503)의 선택적인 프로세싱은 다양한 프로세스들을 이용하여 달성될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 레지스트 패터닝을 포함하는 리소그래픽 프로세스가 이용될 수 있다. 이 프로세스에서, 레지스트의 층(508)은 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 중간층(503) 상에 배치될 수 있다. 그 다음으로, 전자빔 직접 기록 리소그래피, 극자외선 리소그래피, 또는 나노-임프린트 리소그래피와 같은 알려진 패터닝 프로세스는 중간층(503)의 부분을 패터닝하고 노출하기 위해 이용될 수 있다(도 5의 (b)). 그 다음으로, 중간층(503)의 노출된 부분은 변형된 영역(503a)을 형성하기 위하여 프로세싱될 수 있다. 다른 실시예들에서, 중간층(503)의 선택적인 프로세싱은 리소그래픽 프로세스 없이 달성될 수 있다. 하나의 예에서, 마스크는 중간층(503)의 부분을 선택적으로 프로세싱하기 위해 이용될 수 있다. 또 다른 예에서, 중간층(503)의 부분을 선택적으로 프로세싱할 수 있는 시스템은 희망하는 형상 및 치수를 갖는 변형된 영역(503a)을 형성하기 위해 이용될 수 있다.

[0076] 본 개시 내용에서, 변형된 영역(503a)은 제 1 영역(503b), 또는 프로세싱되지 않는 중간층(403)의 부분과는 상이한 적어도 하나의 속성을 가질 수 있다. 본 실시예에서, 변형된 영역(503a)은 하나의 이상의 추가적인 종을 함유할 수 있다. 희망하는 경우, 변형된 영역(503a)은 상이한 구조/결정 방위를 가질 수도 있다. 예를 들어, 변형된 영역(503a)은 비정질이거나, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 대체로 없는 것일 수 있다.

[0077] 이온 주입 프로세스는 변형된 영역(503a)을 형성하기 위하여, 추가적인 종을 도입하고, 및/또는 중간층(503)의 노출된 영역에서 구조/결정 방위를 변경하기 위해 본 실시예에서 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 프로세스들이 이용될 수 있다. 다른 프로세스들의 예들은 GILD 프로세스, 확산 프로세스, 또는 임의의 다른 종 도입 프로세스를 포함할 수 있다. 명확함과 간략함을 위하여, 본 실시예는 이온 주입 프로세스를 수행하는 것에 초점을 맞춘다. 그러나, 당업자들은 본 개시 내용이 그것으로 제한되지 않음을 인식해야 한다.

[0078] 이온 주입 프로세스에서, 추가적인 종을 제공하고 및/또는 구조/결정 방위를 변경하기 위하여 이용될 수 있는 이온들 또는 입자들(522)은 하전된 또는 중성의 아원자, 원자, 또는 분자 입자들 또는 이온들을 포함할 수 있다. 선택된 이온들 또는 입자들의 종은 바람직하게는, 세퍼레이터(504b) 내에 함유될 수 있는 하나 이상의 종을 포함할 수 있다. 예를 들어, SiO_2 세퍼레이터(504a)가 형성되는 경우, 변형된 영역(503b)을 형성하기 위해 도입되는 종은 실리콘(Si) 및/또는 산소(O)를 포함할 수 있다. 이러한 종은 SiO_2 세퍼레이터(503a)의 형성을 증대시킬 수 있기 때문에 바람직할 수 있다. SiO_2 세퍼레이터 이외의 세퍼레이터가 형성되어야 할 경우에는, 다른 종이 도입될 수 있다.

[0079] 희망하는 경우, 세퍼레이터(504b) 내에 함유될 수 있는 종의 도입 전에, 도입 도중에, 또는 도입 후에, 다른 종이 도입될 수도 있다. 이러한 다른 종은 H, N, He, Ne, Ar, Kr, 또는 중간층(503)의 노출된 부분에서 구조/결정 방위를 변경할 수 있는 임의의 다른 종을 포함할 수 있다.

[0080] 변형된 영역(403a)을 형성하기 위한 이온 에너지는 바람직하게는, 낮은 에너지, 약 15 KeV 이하일 수 있다. 이 낮은 에너지는, 이러한 에너지가 주입된 이온들 또는 입자들(522)의 농도가 변형된 영역(503a)의 표면 근처에서 최대가 되도록 할 수 있기 때문에 유익하다. 또한, 레지스트(408)는 이 낮은 에너지의 이온 주입 단계 도중에 손상되거나 열화될 가능성이 적을 것이다. 그러나, 다른 이온 주입 에너지들이 본 개시 내용에서 배제되지는 않는다.

[0081] 리소그래픽 프로세스가 변형된 영역(403a)을 선택적으로 형성하기 위하여 이용되는 경우, 레지스트(508)는 변형된 영역(503a)을 형성한 후에 제거될 수 있다(도 5의 (d)). 레지스트(508)의 모든 흔적들을 제거하기 위한 철저한 세정이 바람직하다. 일부 실시예들에서는, 심지어 중간층(503)의 몇몇 원자층들이 제거될 수 있다. 이 선택적인 세정 프로세스의 예들은 식각 프로세스(예를 들어, 원자층 식각) 및 스퍼터 세정 프로세스를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 세정 또는 식각 프로세스들이 이용될 수도 있다. 결과적인 구조는 도 5의 (d)에 도시된 바와 같이, 베이스(502)와, 변형된 영역(503a) 및 제 1 영역(503b)을 포함하는 중간층(503)을 포함할 수 있다.

[0082] 변형된 영역(503a)을 포함하는 중간층(503) 상에는, 세퍼레이터(504a) 및 활성 영역들(504b)을 포함하는 데이터 저장층(504)이 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 비-강자성 세퍼레이터(504a), 예를 들어, SiO_2 세퍼레이터(504a)는 변형된 영역(503a) 상에 형성될 수 있다. 한편, 자기적 활성 영역들(504b), 바람직하게는 강자성 활성 영역들(504b)이 제 1 영역(503b) 상에 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 세퍼레이터(504a) 및 활성 영역들(504b)은 동시에 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 세퍼레이터(504a) 및 활성 영역들(504b)은 별개의 단계들에서 차례로 형성될 수 있다.

[0083] 본 실시예에서, 세퍼레이터(504a) 및 활성 영역들(504b)을 궁극적으로 형성하는 종은 중간층(503) 근처에서 동시에 도입될 수 있다. 예를 들어, Si 및 O, 그리고 Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나는 SiO_2 세퍼레이터(504a)와, Co, Ni, Cr, 및 Pt 중의 적어도 하나를 함유하는 활성 영역들(504b)을 형성하기 위하여 도입될 수 있다. 실리콘 및 산소는 Si 및/또는 O를 함유하는 변형된 영역(503a) 상에 우선적으로 증착될 수 있고, SiO_2 세퍼레이터(504a)의 형성이 발생할 수 있다. 변형된 영역(503a)이 또한 비정질이거나, 바람직한 방위를 갖는 결정들이 대체로 없는 경우에는, 그 구조는 변형된 영역(503a) 상에서의 비정질 SiO_2 세퍼레이터(504a)의 형성을 촉진할 수도 있다. 변형된 영역(503a)은 활성 영역(504b)의 형성을 위한 템플릿으로서 작동할 가능성이 없을 것이다. 이와 같이, 활성 영역(504b)은 변형된 영역(503a) 상에 형성될 가능성이 없을 것이다. 그 대신에, 활성 영역들(504b)은 바람직한 방위를 갖는 결정들을 함유하는 제 1 영역(503b) 상에 헤테로 에피택시 방식으로 형성될 가능성이 있을 것이다.

[0084] 본 실시예에서, 스퍼터 증착 프로세스와 같은 증착 프로세스는 세퍼레이터(504a) 및 활성 영역들(504b)을 형성하기 위해 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 증착 프로세스들이 이용될 수 있다. 그 결과, 변형된 영역(503a) 상의 세퍼레이터(504a)와, 제 1 영역들(503a) 상의 활성 영역들을 포함하는 데이터 저장층(504)이 형성될 수 있다. 데이터 저장층(504)을 형성한 후, 예를 들어, DLC 캡층(506)과 같은 보호층(506)이 도 5의 (f)에 예시된 바와 같이 증착될 수 있다.

[0085] 일부 실시예들에서는, 선택적인 후처리 프로세스가 수행될 수 있다. 선택적인 후처리 프로세스의 예들은 어닐링 프로세스를 포함할 수 있다. 이 선택적인 프로세스가 수행될 경우, 이 선택적인 프로세스는 세퍼레이터(504a)를 형성한 후에 수행될 수 있다.

[0086] 도 6의 (a) 내지 (f)를 참조하면, 본 개시 내용의 또 다른 실시예에 따라 BPM(600)을 제조하기 위한 기술이 도시되어 있다. 도 6의 (f)에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 BPM(600)은 중간층(603), 데이터 저장층(604), 및 보호층(606)을 포함할 수 있다. 데이터 저장층(604)에는, 각각이 세퍼레이터(604a)에 의해 서로 격리되어 있는 복수의 활성 영역들(604b)이 있을 수 있다. 중간층(603)에는, 복수의 변형된 영역들(603a)이 있을 수 있다.

[0087] 도 6의 (f)에 도시된 BPM(600)을 형성하기 위하여, 베이스층(602)의 일부이거나 베이스층(602)의 일부가 아닐 수 있는 중간층(603)이 준비된다(도 6의 (a)). 이전의 실시예들과 달리, 본 실시예의 중간층(603)은 비정질이거나, 바람직한 방위의 결정들이 대체로 없는 것일 수 있다. 이와 같이, 중간층(603)은 활성 영역들(604b)의 추후의 에피택셜 형성을 위한 템플릿으로서 작용할 수 있다. 이러한 중간층(603)은 선택적으로 프로세싱되고, 중간층(603)의 부분은 복수의 변형된 영역들(603a)로 변환된다.

[0088] 중간층(603)의 선택적인 프로세스는 다양한 프로세스들을 이용하여 달성될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 레지스트 패터닝을 포함하는 리소그래픽 프로세스가 이용될 수 있다. 이 프로세스에서, 레지스트의 층(608)은 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 중간층(603) 상에 배치될 수 있다. 그 다음으로, 전자빔 직접 기록 리소그래피, 극자외선 리소그래피, 또는 나노-임프린트 리소그래피와 같은 알려진 패터닝 프로세스는 중간층(603)의 부분을 패터닝하고 노출하기 위해 이용될 수 있다(도 6의 (b)). 그 다음, 중간층(603)의 노출된 부분은 변형된 영역(603a)을 형성하기 위하여 프로세싱될 수 있다. 다른 실시예들에서, 중간층(603)의 선택적인 프로세싱은 리소그래픽 프로세스 없이 달성될 수 있다. 하나의 예에서, 마스크는 중간층(603)의 부분을 선택적으로 프로세싱하기 위해 이용될 수 있다. 또 다른 예에서, 중간층(603)의 부분을 선택적으로 프로세싱할 수 있는 시스템은 희망하는 형상 및 치수를 갖는 변형된 영역(603a)을 형성하기 위하여 이용될 수 있다.

[0089] 본 개시 내용에서, 변형된 영역(603a)은 제 1 영역(603b), 또는 노출되지 않은 중간층(603)의 부분과는 상이한 적어도 하나의 속성을 가질 수 있다. 예를 들어, 변형된 영역(603a)은 바람직한 방위의 결정들을 가질 수 있는 반면, 제 1 영역(603b)은 비정질이거나, 바람직한 방위의 결정들이 대체로 없는 것일 수 있다.

[0090] 변형된 영역(603a)을 형성하기 위하여, 다양한 프로세스들이 수행될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 플래시 램프(flash lamp)의 펄스화된 레이저(pulsed laser)의 형태인 에너지(622)가 중간층(603)의 노출된 부분으로 도입될 수 있다(도 6의 (c)). 다른 실시예들에서, 에너지(622)는 포논(phonon)들, 이온들, 및 다른 입자들을 포함하는 다른 형태들/수단들을 통해 도입될 수 있다. 도입 시에, 에너지(622)는 중간층(603)의 노출된 영역에서 재료의 구조를 변경함으로써 변형된 영역들(603a)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 에너지(622)는 중간층의 노출된 부분의 재료를 비정질로부터 바람직한 방위의 결정들로 변환할 수 있다. 이러한 변환은 용융(melting)과 함께 또는 용융 없이 발생할 수 있다. 희망하는 경우, 더 이전의 실시예들에서 설명된 프로세스들 중의 하나를 이용하여, 추가적인 종이 변형된 영역(603a)으로 도입될 수도 있다. 예를 들어, H, N, He, Ne, Ar, Kr, Co, Cr, Ni,

및 Pt 중의 하나가 도입될 수 있다. 상기 종은 에너지(622) 도입 단계 도중에, 또는 그 전이나 후에 도입될 수 있다.

[0091] 리소그래픽 프로세스는 변형된 영역(603a)을 선택적으로 형성하기 위하여 이용되는 경우, 레지스트(608)는 변형된 영역(603a)을 형성한 후에 제거될 수 있다(도 6의 (d)). 레지스트(608)의 모든 흔적들을 제거하기 위한 철저한 세정이 바람직하다. 일부 실시예들에서는, 심지어 중간층(603)의 몇몇 원자층들이 제거될 수 있다. 이 선택적인 세정 프로세스의 예들은 식각 프로세스(예를 들어, 원자층 식각) 및 스퍼터 세정 프로세스를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 세정 또는 식각 프로세스들이 이용될 수도 있다. 결과적인 구조는 도 6의 (d)에 도시된 바와 같이, 변형된 영역(603a) 및 제 1 영역(603b)을 포함하는 중간층(603)을 포함할 수 있다.

[0092] 변형된 영역(603a)을 포함하는 중간층(603) 상에는, 세퍼레이터(604a) 및 활성 영역들(604a)을 포함하는 데이터 저장층(604)이 형성될 수 있다. 이전의 실시예들과 달리, 활성 영역들(604b)은 변형된 영역들(603a) 상에 형성될 수 있다. 한편, 세퍼레이터(604a)는 제 1 영역(603b) 상에 형성될 수 있다. 그러나, 활성 영역들(604b)이 형성되게 하고 세퍼레이터(604a)가 형성되게 하는 프로세스들의 각각은 이전의 실시예들에서 설명된 것들과 유사할 수 있다. 이와 같이, 형성 프로세스의 상세한 설명은 생략될 것이다.

[0093] 데이터 저장층(604)을 형성한 후, 도 6의 (f)에 예시된 바와 같이, 예를 들어, DLC 갭층(606)과 같은 보호층(606)이 증착될 수 있다. 본 실시예에서는, 세퍼레이터(604a) 및 활성 영역들(604b)을 형성하기 위해 이용될 수 있는 프로세스가 스퍼터 증착 프로세스를 포함할 수 있다.

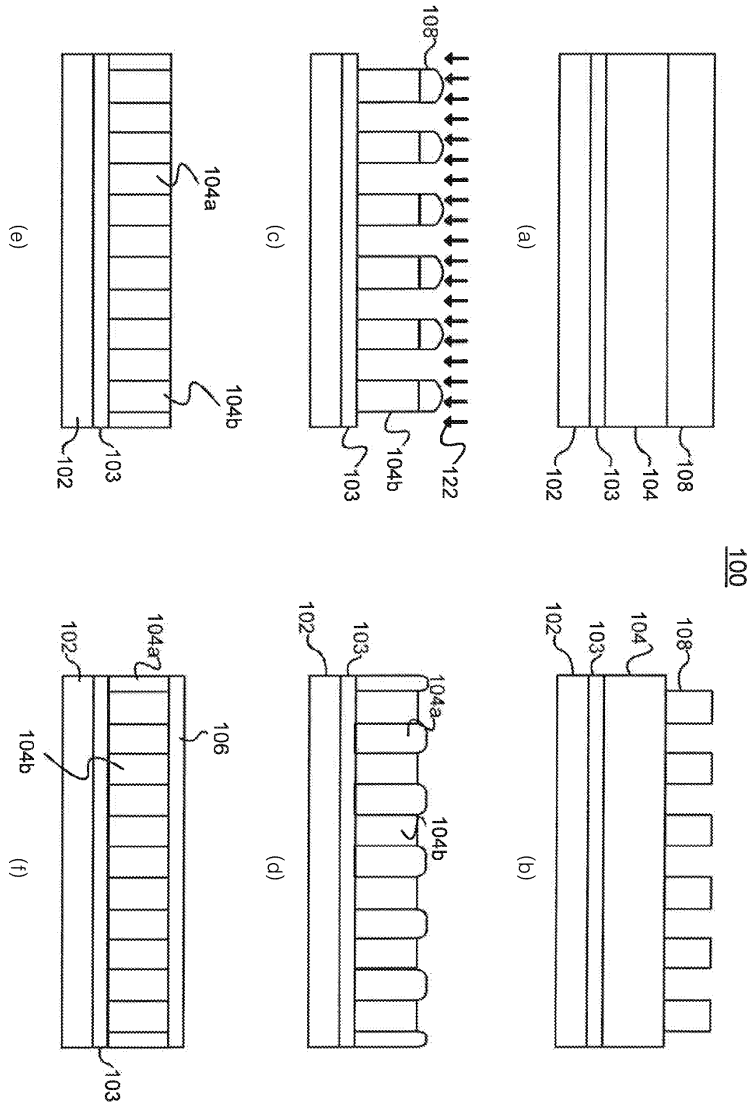
[0094] 바람직한 경우, 선택적인 후처리 프로세스가 수행될 수 있다. 이 선택적인 프로세스에서는, 제 1 영역(603a)이 어닐링될 수 있고, 다결정질(poly-crystalline) 또는 단결정질(single crystalline) 구조 중의 하나로 변환될 수 있다. 선택적인 후처리 프로세스가 포함되는 경우, 프로세스는 세퍼레이터(604a)의 증착 후에 수행될 수 있다.

[0095] BPM을 제조하기 위한 새로운 기술들이 개시되어 있다. 몇몇 실시예들에서는, 데이터 저장층 하부의 층이 프로세싱된다. 또한, 상기 층은 데이터 저장층의 형성 이전에 프로세싱된다. 이러한 실시예들은 BPM을 제조하기 위한 기존의 기술들에 비해 몇몇 장점들을 제공한다. 기존의 기술들과 달리, 데이터 저장층의 형성 후에 평탄화(planarization)가 필요하지 않을 수 있다. 또한, 더 낮은 이온 주입 도우즈 및 더 낮은 에너지가 필요할 수 있다. 이러한 장점들에 의해, 본 개시 내용의 기술들은 더 높은 스루풋 및 더 적은 비용을 가질 수 있다.

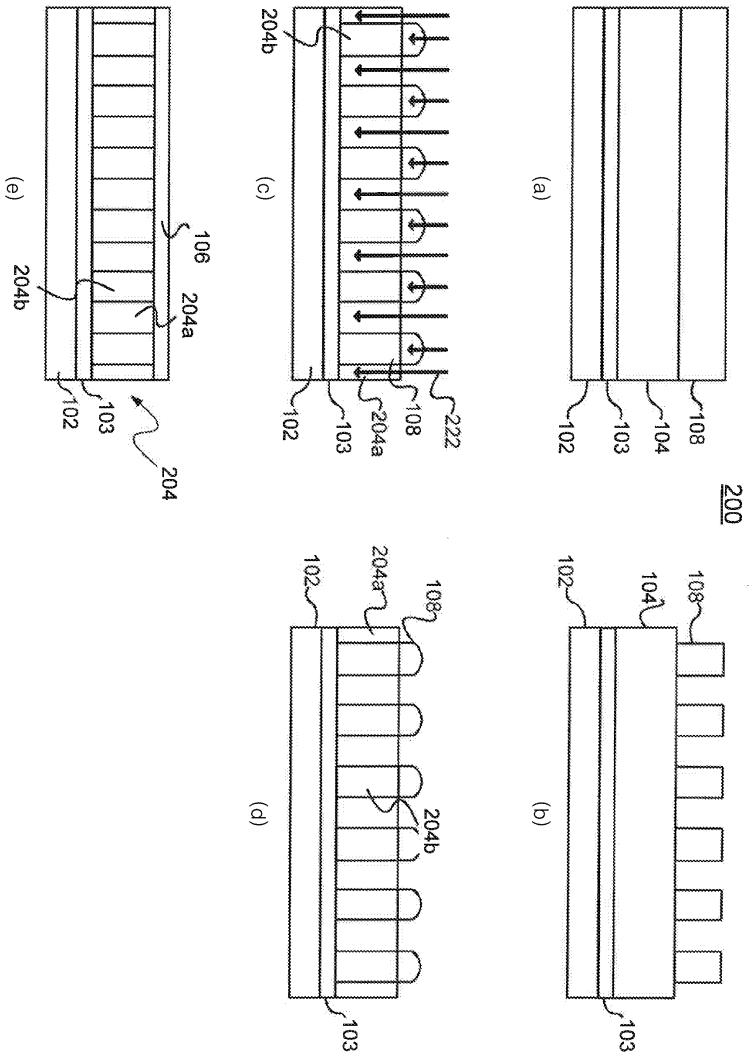
[0096] 본 개시 내용은 여기에서 설명된 특정 실시예들에 의해 그 범위가 제한되지 않아야 한다. 실제로, 여기에서 설명된 것들에 부가하여, 본 개시 내용의 다른 다양한 실시예들 및 본 개시 내용에 대한 변형예들은 상기한 설명 및 첨부 도면들로부터 당업자들에게 명백할 것이다. 따라서, 이러한 다른 실시예들 및 변형예들은 본 개시 내용의 범위 내에 속하도록 의도된 것이다. 또한, 본 개시 내용은 특정 목적을 위하여 특정한 환경의 특정한 구현예의 상황에서 여기에 설명되었지만, 당업자들은 그 유용성이 그것으로 제한되지 않고, 본 개시 내용이 임의의 수의 목적들을 위하여 임의의 수의 환경들에서 유익하게 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 이하에 기재된 청구항들은 여기에 설명된 바와 같은 본 개시 내용의 전체 폭 및 사상을 고려하여 해석되어야 한다.

도면

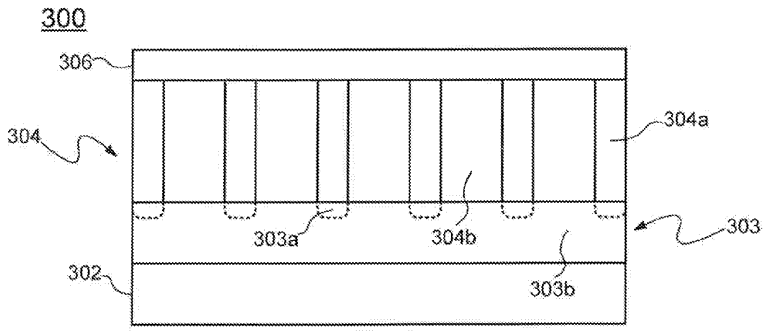
도면1



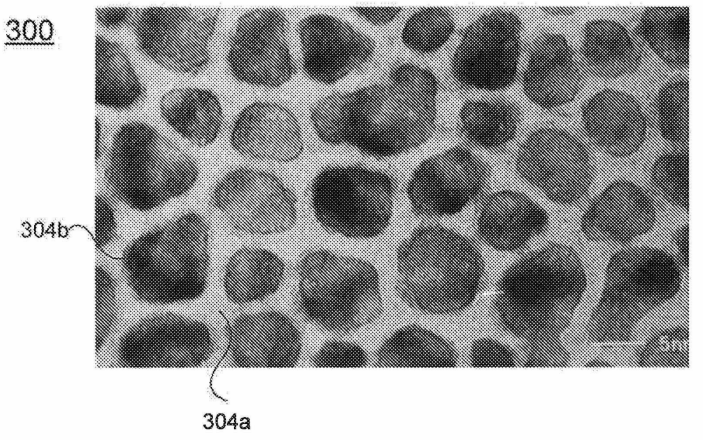
도면2


(e)
106
204b
204a
102
103
204
(c)
204b
102
103
204a
108
222
(a)
102
103
104
108
200
(d)
102
204a
108
204b
103
(b)
102
104
108
103

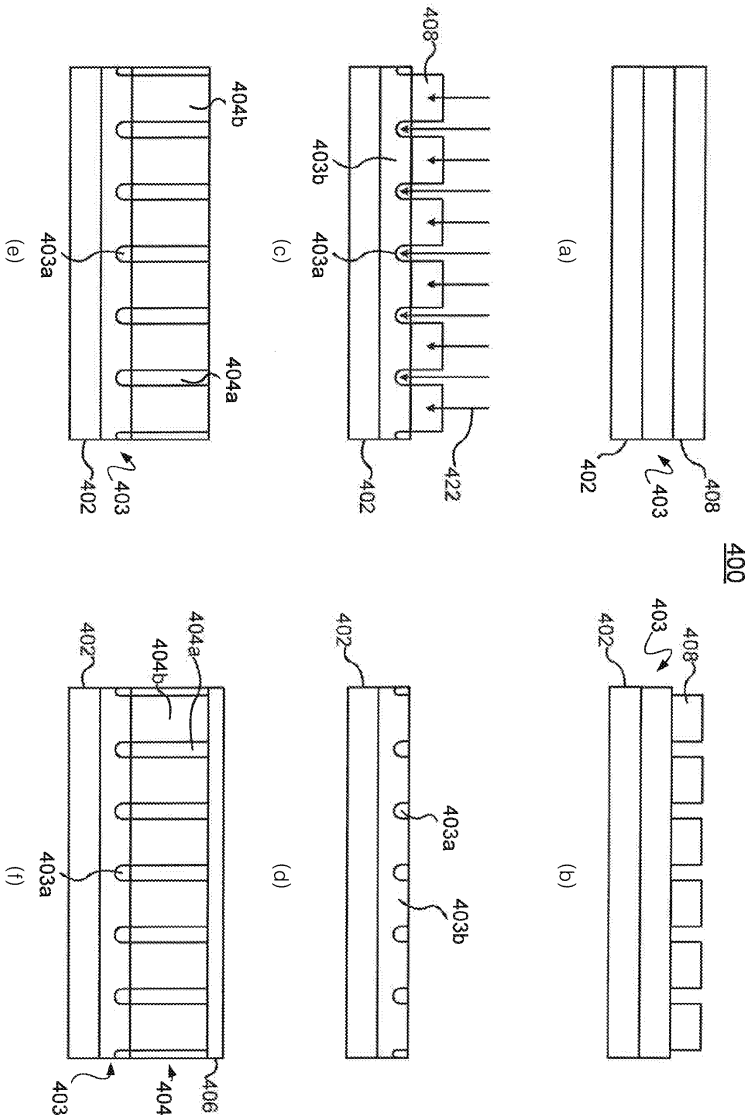
도면3a


300
306
304
304a
303a
304b
303
302
303b

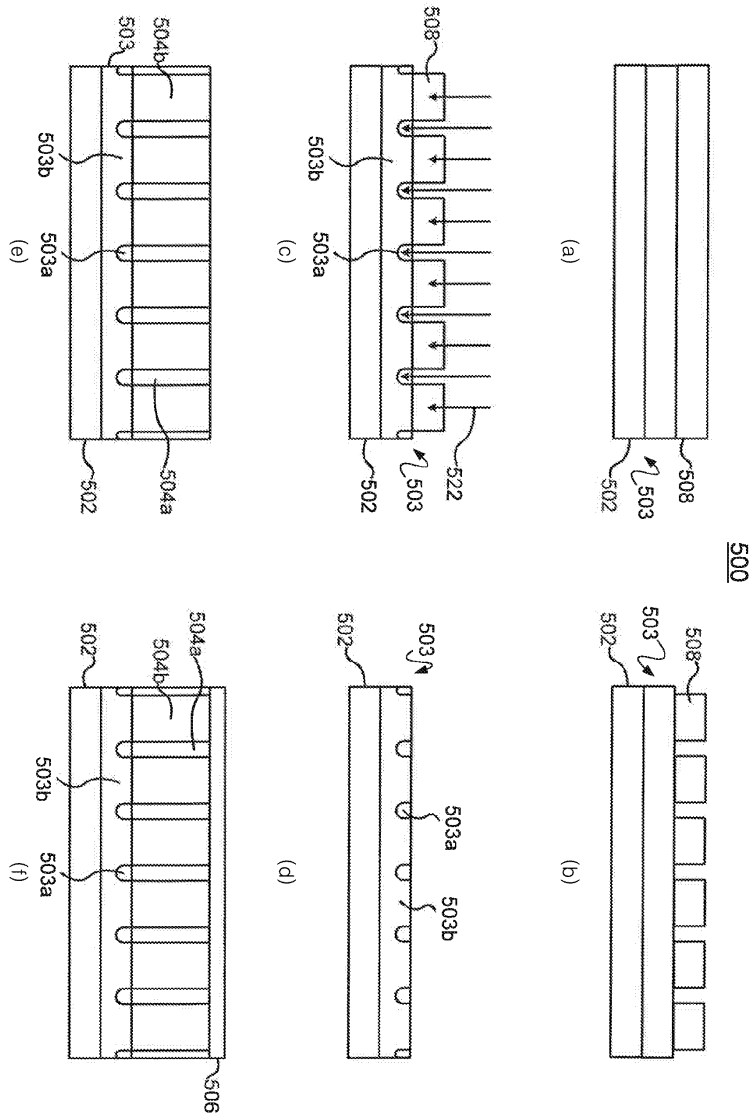
도면3b


300
304b
304a

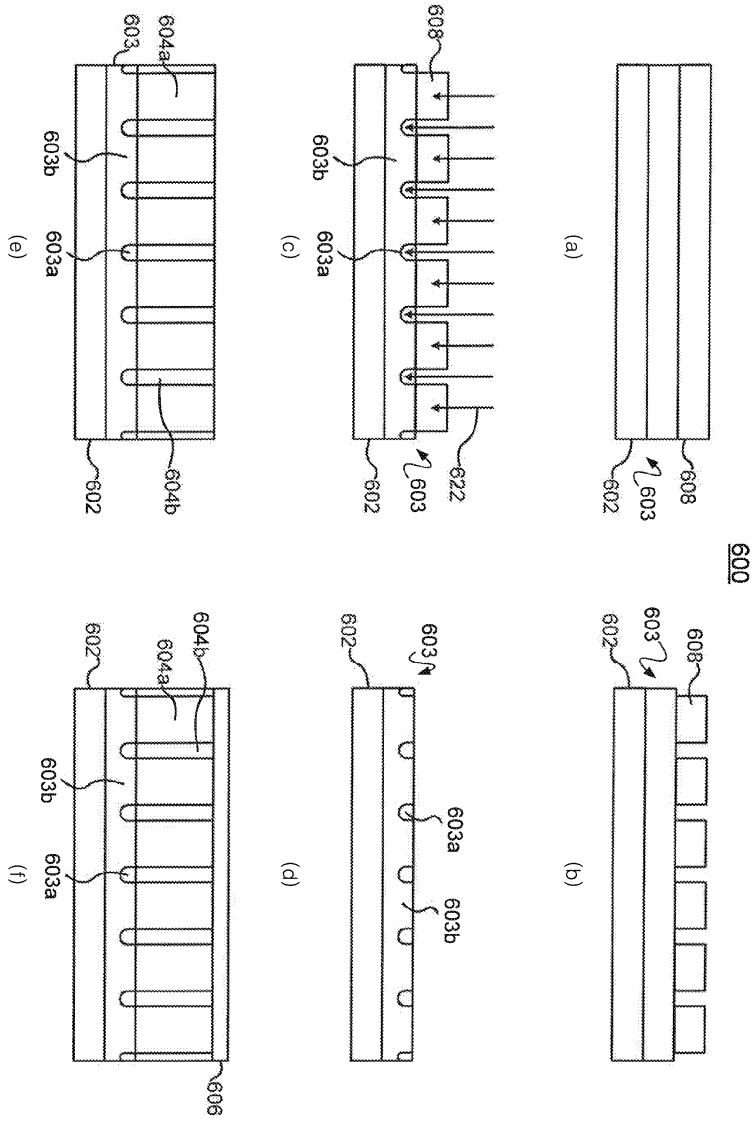
도면4


400
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
402
403
403a
403b
404a
404b
406
408
422

도면5


500
(a)
502
503
508
(b)
502
503
508
(c)
502
503
522
503b
503a
508
(d)
502
503
503a
503b
(e)
503
504b
503b
503a
502
504a
(f)
502
504a
504b
503b
503a
506

도면6


600
(a)
602
603
608
(b)
602
603
608
(c)
602
603
603a
603b
608
622
(d)
602
603
603a
603b
(e)
602
603
603a
603b
604a
604b
(f)
602
603a
603b
604a
604b
606