



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0156461
(43) 공개일자 2021년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/22 (2012.01) G03F 1/52 (2012.01)
G03F 1/54 (2012.01)

(52) CPC특허분류
G03F 1/22 (2013.01)
G03F 1/52 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0074084

(22) 출원일자 2020년06월18일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

김상현

경기도 화성시 동탄반석로 96, 404동 1402호

전진호

서울특별시 송파구 올림픽로4길 42, 2동 302호

(74) 대리인

박영우

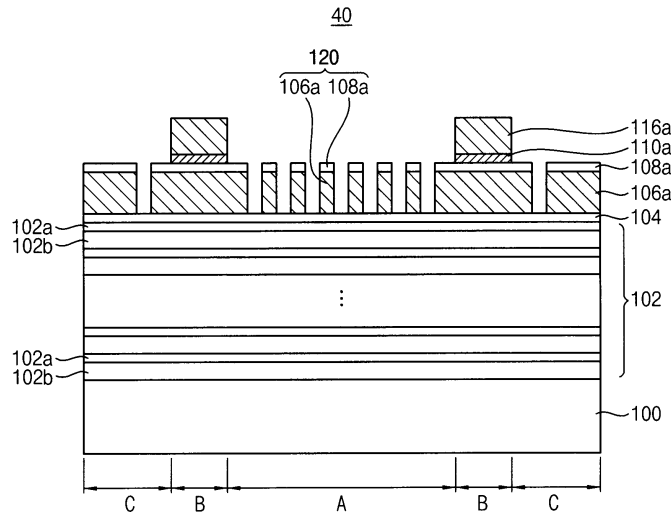
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 극자외선 노광 장치의 노광 마스크

(57) 요약

노광 마스크는, 이미지 영역 및 상기 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역을 포함하는 기판이 구비된다. 상기 이미지 영역 및 블랙 보더 영역의 기판 상에, EUV광을 반사시키는 멀티막 구조물이 구비된다. 상기 멀티막 구조물 상을 덮는 캡핑막이 구비된다. 상기 이미지 영역의 상기 캡핑막 상에 제1 흡수막 패턴들이 구비된다. 상기 블랙 보더 영역의 상기 캡핑막 상에, 제1 흡수막 패턴, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 순차적으로 적층되는 흡수막 구조물을 포함한다. 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역의 캡핑막의 상부면을 전체를 덮을 수 있다. 상기 노광 마스크를 사용하는 경우, 칩의 가장자리 부위에서 패턴을 정확하게 형성할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
G03F 1/54 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

이미지 영역 및 상기 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역을 포함하는 기관;

상기 이미지 영역 및 블랙 보더 영역의 기관 상에 구비되고, EUV광을 반사시키는 멀티막 구조물;

상기 멀티막 구조물 상을 덮는 캡핑막;

상기 이미지 영역의 상기 캡핑막 상에 구비되는 제1 흡수막 패턴들; 및

상기 블랙 보더 영역의 상기 캡핑막 상에 구비되고, 제1 흡수막 패턴, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 순차적으로 적층되는 흡수막 구조물을 포함하고,

상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역의 캡핑막의 상부면을 전체를 덮는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이미지 영역 및 블랙 보더 영역 상의 제1 흡수막 패턴들 상부면과 각각 접하는 반사 방지 코팅막 패턴을 더 포함하는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하드 마스크 패턴은 Cr, CrN, SiON 또는 SiN을 포함하는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 하드 마스크 패턴의 두께는 상기 제1 흡수막 패턴의 두께보다 얇은 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 하드 마스크 패턴의 두께는 3nm 내지 20nm이고, 상기 제1 흡수막 패턴의 두께는 20nm 내지 60nm인 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 흡수막 구조물의 EUV광에 대한 광학 밀도는 2.8보다 높은 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제2 흡수막 패턴은 니켈, 니켈 합금, 탄탈륨, 탄탈륨 합금, 플레티늄 또는 플레티늄 합금을 포함하는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제2 흡수막 패턴의 상부면은 평탄면을 갖는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제2 흡수막 패턴의 상부면은 리세스부를 포함하고, 상기 리세스부에 의해 상기 하드 마스크 패턴이 노출되지 않는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 기판은 상기 블랙 보더 영역의 외측을 둘러싸는 가장자리 영역을 더 포함하고,

상기 가장자리 영역의 기판 상에 상기 멀티막 구조물, 캡핑막 및 제1 흡수막 패턴이 구비되는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노광 마스크에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 극자외선 노광 장치의 노광 마스크에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] EUV 노광 공정에서 사용되는 노광 마스크는 이미지 영역 및 이미지 영역과 인접하여 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역을 포함한다. EUV 노광 공정을 수행할 때 상기 블랙 보더 영역에 의해서는 패턴이 형성되지 않아야 하므로, 상기 블랙 보더 영역에서 EUV광이 블록킹되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 일 과제는 극자외선 노광 장치의 노광 마스크를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기한 일 과제를 달성하기 위한 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치의 노광 마스크는, 이미지 영역 및 상기 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역을 포함하는 기판이 구비된다. 상기 이미지 영역 및 블랙 보더 영역의 기판 상에, EUV광을 반사시키는 멀티막 구조물이 구비된다. 상기 멀티막 구조물 상을 덮는 캡핑막이 구비된다. 상기 이미지 영역의 상기 캡핑막 상에 제1 흡수막 패턴들이 구비된다. 상기 블랙 보더 영역의 상기 캡핑막 상에, 제1 흡수막 패턴, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 순차적으로 적층되는 흡수막 구조물을 포함한다. 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역의 캡핑막의 상부면을 전체를 덮을 수 있다.

[0005] 상기한 일 과제를 달성하기 위한 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치의 노광 마스크는, 이미지 영역, 상기 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역, 상기 블랙 보더 영역의 외측을 둘러싸는 가장자리 영역을 포함하는 기판이 구비된다. 상기 이미지 영역, 블랙 보더 영역 및 가장자리 영역의 기판 상에, EUV광을 반사시키는 멀티막 구조물이 구비된다. 상기 멀티막 구조물 상을 덮는 캡핑막이 구비된다. 상기 이미지 영역의 상기 캡핑막 상에 구비되는 제1 흡수막 패턴들이 구비된다. 상기 가장자리 영역의 상기 캡핑막 상에 제1 흡수막 패턴이 구비된다. 상기 블랙 보더 영역의 상기 캡핑막 상에 구비되고, 제1 흡수막 패턴, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 순차적으로 적층되는 흡수막 구조물을 포함한다. 상기 흡수막 구조물의 EUV광에 대한 광학 밀도는 2.8보다 높고, 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역의 캡핑막의 상부면 전체를 덮을 수 있다.

[0006] 상기한 일 과제를 달성하기 위한 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치의 노광 마스크는, 이미지 영역, 상기 이미지 영역을 둘러싸는 블랙 보더 영역, 상기 블랙 보더 영역의 외측을 둘러싸는 가장자리 영역을 포함하는 기판이 구비된다. 상기 이미지 영역, 블랙 보더 영역 및 가장자리 영역의 기판 상에, EUV광을 반사시키는 멀티막 구조물이 구비된다. 상기 멀티막 구조물 상을 덮는 캡핑막이 구비된다. 상기 이미지 영역의 상기 캡핑막 상에, 제1 흡수막 패턴 및 반사 방지 코팅막 패턴이 적층된 메인 패턴들이 구비된다. 상기 가장자리 영역의 상기 캡핑막 상에, 상기 제1 흡수막 패턴 및 반사 방지 코팅막 패턴이 적층된 적층 구조물이 구비된다. 상기 블랙 보더 영역의 상기 캡핑막 상에, 제1 흡수막 패턴, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 순차적으로 적층되는 흡수막 구조물이 구비된다. 상기 하드 마스크 패턴의 두께는 상기 제1 흡수막 패턴의 두께보다 얇고, 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역의 캡핑막의 상부면을 전체를 덮을 수 있다.

[0007] 상기 노광 마스크의 상기 블랙 보더 영역에서, 제1 흡수막 패턴 상에, 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 더 적층되는 구조를 가질 수 있다. 따라서, 상기 노광 마스크의 상기 블랙 보더 영역에서 EUV광을 완전히 흡수할 수 있다. 또한, 상기 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴은 상기 블랙 보더 영역 상에 정확하게 위치할 수 있다. 따라서, 상기 노광 마스크를 사용하여 노광 공정을 수행하는 경우, 칩의 가장자리 부위에서 패턴 불량이

감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치의 블록도이다.
- 도 2는 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치에서의 노광을 나타낸다.
- 도 3은 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 단면도이다.
- 도 4는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 각 영역들을 나타내는 평면도이다.
- 도 5 내지 도 12는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.
- 도 13는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 단면도이다.
- 도 14 내지 도 19는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하고자 한다.
- [0010] 도 1은 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치의 블록도이다. 도 2는 예시적인 실시예들에 따른 극자외선 노광 장치에서의 노광을 나타낸다.
- [0011] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 EUV 노광 장치(10)는 광원(20), 조명계(30, illuminator), 노광 마스크(40) 및 반사 광학기(50, reflection optic)를 포함한다. 상기 EUV 노광 장치(10)는 EUV 광을 타겟 반도체 웨이퍼(60) 상의 포토레지스트막에 조사하도록 설계될 수 있다.
- [0012] 상기 광원(20)은 약 1nm과 약 100nm 사이에 있는 파장을 가지는 EUV(Extreme Ultraviolet) 광을 생성하며, 구체적으로, 상기 광원(20)은 약 13.5nm의 파장을 가진 EUV광을 생성한다. 상기 광원(20)은 플라즈마 소스, 레이저 유도 소스, 전기 방전 가스 플라즈마 소스 등을 통해 생성될 수 있다.
- [0013] 상기 조명계(30)는 상기 EUV광을 노광 마스크(40)로 유도하기 위한 광학 부재들을 포함할 수 있다. 상기 조명계(30)는 미러 시스템 등을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 노광 마스크(40)는 상기 타겟 반도체 웨이퍼(60)에 형성되는 포토레지스트막으로 패터화된 광을 제공할 수 있다. 상기 노광 마스크(40)는 노광 마스크(40)를 고정하기 위한 정전 척(도시안됨) 상에 로딩될 수 있다.
- [0015] 상기 반사 광학기(50)는 상기 노광 마스크(40)로부터 반사된 광을 반사시켜 타겟 반도체 웨이퍼(60) 상으로 가이드 할 수 있다.
- [0016] 이하에서는 상기 극자외선 노광 장치에 포함되는 노광 마스크(40)에 대해 주로 설명한다. 상기 노광 마스크(40)는 레티클(reticle)과 동일한 용어로 사용될 수 있다.
- [0017] 도 3은 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 단면도이다. 도 4는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 각 영역들을 나타내는 평면도이다.
- [0018] 도 3은 도 4의 I-I' 부위의 단면도이다.
- [0019] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 노광 마스크(40)는 기관(100)을 포함한다.
- [0020] 상기 기관(100)은 도프트 실리콘 산화물 또는 석영(Quartz), 실리콘, 탄화 규소, 블랙 다이아몬드 등과 같은 소재를 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 기관(100)은 TiO₂가 도핑된 SiO₂를 포함할 수 있다. 상기 기관(100)은 저열 팽창 소재 기관(low thermal expansion material (LTEM)) 기관일 수 있다.
- [0021] 상기 기관(100) 상부면은 이미지 영역(A), 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 이미지 영역(A)은 칩의 회로 패턴들을 형성하기 위한 메인 패턴들(120)이 형성되는 영역일 수 있다. 상기 블랙 보더 영역(black border region, B)은 상기 이미지 영역(A)과 인접하여 상기 이미지 영역(A)을 둘러싸는 영역일 수 있다. 상기 가장자리 영역(C)은 상기 블랙 보더 영역(B)의 외측을 둘러싸는 영역일 수 있다.
- [0023] 상기 블랙 보더 영역(B)은 칩의 회로 패턴으로 형성되지는 않지만, 상기 이미지 영역(A)에 인접하기 때문에 칩의 가장자리 또는 인접 칩의 이미징에 영향을 줄 수 있는 영역일 수 있다. 따라서, 상기 블랙 보더 영역(B)은

EUV광이 투과되지 않도록 블록킹되어야 하는 영역일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 블랙 보더 영역(B)은 상기 이미지 영역(A)의 가장자리로부터 1.5mm 내지 5mm 내의 영역일 수 있다.

- [0024] 상기 이미지 영역(A), 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C) 상에 멀티막 구조물(102)이 구비될 수 있다. 상기 멀티막 구조물(102)은 EUV광을 반사시키는 반사층으로 제공될 수 있다. 상기 멀티막 구조물(102)은 복수의 막들(102a, 102b)이 교번하여 적층될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 멀티막 구조물(102)은 몰리브덴(Mo, 102b)/규소(Si, 102a)가 교번 적층된 구조 또는 몰리브덴/베릴륨(Mo/Be)이 교번 적층된 구조를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 멀티막 구조물(102) 내에는 서로 다른 굴절율의 층이 적정 두께를 가지면서 교번하여 배치됨으로써, 광선의 위상 매치 및 강도 합계에 의한 보강 간섭을 통해 상기 EUV광이 반사될 수 있다. 상기 교번되는 각 층의 두께는 예를들어, 2nm 내지 7nm일 수 있다. 상기 멀티막 구조물(102)은 상기 교번 적층된 층의 하나의 세트가 20층 내지 100층으로 적층될 수 있다. 또한, 상기 멀티막 구조물(102)의 전체 두께는 200nm 내지 400nm일 수 있다. 일 예로, 상기 멀티막 구조물(102)의 전체 두께는 250nm 내지 300nm일 수 있다.
- [0026] 예시적인 실시예에서, 상기 멀티막 구조물(102)은 상기 가장자리 영역의 최외곽 부위를 제외하고 상기 기관(100)의 전체 상부면을 덮을 수 있다. 즉, 상기 이미지 영역(A) 및 블랙 보더 영역(B)의 기관(100) 상부면과 상기 블랙 보더 영역(B)과 인접한 가장자리 영역(C)의 기관(100) 상부면을 덮도록 상기 멀티막 구조물(102)이 구비될 수 있다.
- [0027] 상기 멀티막 구조물(102)의 상에는 캡핑막(104)이 구비될 수 있다. 상기 캡핑막(104)은 상기 멀티막 구조물(102)을 보호하기 위하여 제공될 수 있다. 일 예로, 상기 캡핑막(104)은 상기 멀티막 구조물(102)의 산화를 방지할 수 있다.
- [0028] 예시적인 실시예에서, 상기 캡핑막(104)은 루테튬(Ru)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 캡핑막(104)은 루테튬 및 실리콘을 포함하는 물질을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 캡핑막(104)은 1 nm 내지 10nm의 두께를 가질 수 있다. 일 예로, 상기 캡핑막(104)은 3nm 내지 4nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0029] 상기 이미지 영역(A) 상의 캡핑막(104) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 적층된 메인 패턴들(120)이 구비될 수 있다. 상기 가장자리 영역(C)의 캡핑막(104) 상에는 상기 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 적층될 수 있다. 상기 이미지 영역 및 가장자리 영역의 반사 방지 코팅막 패턴(108a) 상에는 하드 마스크 패턴(110a)이 구비되지 않을 수 있다.
- [0030] 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 캡핑막(104) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a), 반사 방지 코팅막 패턴(108a), 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 순차적으로 적층된 흡수막 구조물이 구비될 수 있다.
- [0031] 구체적으로, 상기 기관(100)의 이미지 영역(A) 상의 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 회로 패턴을 이미징하기 위하여 제공될 수 있다. 상기 제1 흡수막 패턴(106a)부위에서는 EUV광이 흡수되고, 상기 제1 흡수막 패턴들(106a) 사이 부위에서는 EUV광이 투과될 수 있다.
- [0032] 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 상기 회로 패턴의 이미징을 위한 설정된 두께를 가질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 20nm 내지 60nm의 두께를 가질 수 있다. 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 50nm 내지 60nm의 두께를 가질 수 있다. 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 20nm보다 낮은 두께를 가지거나 또는 60nm보다 두꺼운 두께를 가지는 경우에는 회로 패턴을 이미징하기 어려울 수 있다. 상기 제1 흡수막 패턴(106a)의 두께는 상기 캡핑막(104)의 두께보다 더 두꺼울 수 있다.
- [0033] 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 단일층 또는 복수의 층을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 니켈, 니켈 합금, 탄탈륨, 탄탈륨 합금, 플레티늄 또는 플레티늄 합금을 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 TaN 또는 TaBN을 포함할 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 몰리브덴, 팔라듐, 지르코늄, 니켈 규화물, 티타늄, 질화 티타늄, 크롬, 산화 크롬, 알루미늄 산화물, 알루미늄-구리합금 등을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 제1 흡수막 패턴(106a)은 바이너리 (binary) 마스크 타입 또는 감쇄된 위상 반전 마스크(attenuated PSM) 타입을 포함할 수 있다.
- [0035] 예시적인 실시예에서, 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 TaO, TaBO, Cr2O3, ITO, SiO2, 실리콘질화물, TaO 등을 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 TaBO를 포함할 수 있다.
- [0036] 예시적인 실시예에서, 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 상기 제1 흡수막 패턴(106a)의 상부면과 직접 접촉

할 수 있고, 균일한 두께를 가질 수 있다. 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 구비됨에 따라, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)의 상부 표면에 불규칙한 두께의 자연 산화막이 형성되지 않을 수 있다.

- [0037] 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 상기 제1 흡수막 패턴(106a)보다 얇은 두께를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 형성되지 않을 수도 있다.
- [0038] 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)은 상기 캡핑막(104)의 상부면을 완전히 덮을 수 있다. 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 반사 방지 코팅막 패턴(108a) 상부면을 완전히 덮을 수 있다.
- [0039] 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 상기 이미지 영역(A)에 형성된 제1 흡수막을 패터닝하여 상기 메인 패턴(120)을 형성하기 위한 식각 마스크로 제공될 수 있다. 상기 메인 패턴(120)을 형성한 이 후에는 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상의 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 제거될 수 있다. 따라서, 상기 기판(100)의 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상에는 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 구비되지 않을 수 있다.
- [0040] 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 상기 제1 흡수막 패턴(106a)과 높은 식각 선택비를 갖는 물질을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 Cr, CrN, SiON 또는 SiN을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 상기 제1 흡수막을 높은 해상력으로 정확하게 패터닝할 수 있는 얇은 두께를 가질 수 있다. 상기 하드 마스크 패턴(110a)의 두께는 상기 제1 흡수막 패턴(106a)의 두께보다 얇을 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 하드 마스크 패턴(110a)은 3nm 내지 20nm의 두께를 가질 수 있다. 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 3nm보다 얇으면 식각 공정에서 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 모두 소모될 수 있다. 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 20nm보다 두꺼우면 상기 하드 마스크 패턴(110a)의 중형비가 증가되어 상기 제1 흡수막을 정확하게 패터닝하기 어려울 수 있다.
- [0042] 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 하드 마스크 패턴(110a) 상에 제2 흡수막 패턴(116a)이 구비될 수 있다. 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 하드 마스크 패턴(110a)의 상부면을 덮을 수 있다. 따라서, 상기 하드 마스크 패턴(110a)의 상부면은 노출되지 않을 수 있다. 이와같이, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상에는 상기 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 구비되지 않을 수 있다.
- [0043] 예시적인 실시예에서, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 상부면은 평탄면을 가질 수 있다. 즉, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 상부면은 패터닝된 형상을 갖지 않을 수 있다.
- [0044] 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 상기 블랙 보더 영역(B)에서 상기 EUV광을 완전히 흡수하기 위하여 제공될 수 있다. 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 흡수 계수(absorption coefficient)가 높은 물질을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 니켈, 니켈 합금, 탄탈륨, 탄탈륨 합금, 플레티늄 또는 플레티늄 합금을 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 TaN 또는 TaBN을 포함할 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 몰리브덴, 팔라듐, 지르코늄, 니켈 규화물, 티타늄, 질화 티타늄, 크롬, 산화 크롬, 알루미늄 산화물, 알루미늄-구리합금 등을 포함할 수 있다.
- [0045] 상기 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)은 사진 및 식각 공정을 통해 형성되므로 설정된 위치에 정확히 형성될 수 있다. 즉, 상기 블랙 보더 영역(B)상에만 상기 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 정확히 위치할 수 있다. 그러므로, 상기 블랙 보더 영역(B)의 가장자리 부위를 포함하는 상기 블랙 보더 영역(B)의 전체에서 EUV 광이 효과적으로 흡수될 수 있다. 이에 따라, 상기 블랙 보더 영역(B) 내에는 EUV 광이 효과적으로 흡수되지 않는 금지 영역(forbidden region)이 발생되지 않을 수 있다.
- [0046] 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역(B)의 캡핑막(104)의 상부면을 전체를 덮을 수 있다.
- [0047] 상기 흡수막 구조물은 EUV광의 높은 흡수율을 가져야 할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 흡수막 구조물은 $\log(\text{흡수막 구조물 반사도})/(\text{멀티막 구조물 반사도})$ 로 정의되는 광학 밀도(OD, optical density)가 2.8 보다 커야 한다. 즉, 상기 흡수막 구조물은 EUV광에 대한 상기 OD가 2.8보다 크게 되도록, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 물질 및 두께가 조절될 수 있다. 상기 제1 흡수막 패턴(106a)의 EUV흡수율에 따라, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 물질 및 두께가 다를 수 있다.
- [0048] 이미징을 위한 제1 흡수막 패턴이 감쇄 위상 반전 마스크(attenuated PSM) 타입일 경우 EUV광의 흡수율은 이미징을 위한 제1 흡수막 패턴이 바이너리 마스크(Binary intensity mask) 타입인 경우의 EUV광의 흡수율보다 더 높을 수 있다. 때문에, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 바이너리 마스크 타입일 때 상기 제2 흡수막 패턴(116a)

의 두께는 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 감쇄 위상 반전 마스크 타입일 때의 때 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 두께보다 더 두꺼울 수 있다.

- [0049] 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 바이너리 마스크 타입이고, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)이 TaBN 물질을 사용하는 경우 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 38nm보다 더 두껍게 형성할 수 있다. 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 바이너리 마스크 타입이고, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)이 Ni 물질을 사용하는 경우 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 16nm보다 더 두껍게 형성할 수 있다. 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 감쇄 위상 반전 마스크 타입이고, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)이 TaBN 물질을 사용하는 경우 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 28nm보다 더 두껍게 형성할 수 있다. 일 예로, 상기 제1 흡수막 패턴(106a)이 감쇄 위상 반전 마스크 타입이고, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)이 Ni 물질을 사용하는 경우 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 6nm보다 더 두껍게 형성할 수 있다.
- [0050] 설명한 것과 같이, 상기 블랙 보더 영역(B) 상에는 상기 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 더 적층됨에 따라, 상기 블랙 보더 영역에서 EUV광이 효과적으로 흡수될 수 있다.
- [0051] 상기 가장자리 영역(C) 상의 캡핑막(104) 상부면에는 상기 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 적층된 구조물이 구비될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 상기 가장자리 영역(C) 상의 일부 영역에는 상기 구조물이 패터닝되어 형성된 얼라인 키(도 4, 122 참조)가 구비될 수 있다.
- [0052] 상기 노광 마스크(40)는 EUV 노광 장치에 로딩될 수 있고, 상기 노광 마스크(40)를 사용하여 타겟 반도체 웨이퍼의 포토레지스트막 상에 EUV 노광 공정을 수행할 수 있다. 따라서, 상기 타겟 반도체 웨이퍼 상에 포토레지스트 패턴들을 형성할 수 있다.
- [0053] 상기 노광 마스크(40)를 사용하여 상기 노광 공정을 수행하면, 상기 블랙 보더 영역(B)에서 상기 EUV광이 모두 흡수되므로, 상기 블랙 보더 영역(B)에서는 상기 타겟 반도체 웨이퍼로 EUV광이 조사되지 않을 수 있다. 더구나, 상기 블랙 보더 영역 내에는 금지 영역이 구비되지 않을 수 있다. 또한, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C)에는 상기 하드 마스크 패턴 및 제2 흡수막 패턴이 구비되지 않을 수 있다.
- [0054] 따라서, 상기 노광 공정에 의해 상기 타겟 반도체 웨이퍼 상에 목표한 포토레지스트 패턴을 형성할 수 있으며, 특히 반도체 칩의 가장자리 부위에서 포토레지스트 패턴 불량이 발생되지 않을 수 있다.
- [0055] 도 5 내지 도 12는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.
- [0056] 도 5를 참조하면, 이미지 영역(A), 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)을 포함하는 기판(100)이 구비된다.
- [0057] 상기 이미지 영역(A), 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)의 기판(100) 상에 멀티막 구조물(102)을 형성한다. 예시적인 실시예에서, 상기 멀티막 구조물(102)은 몰리브덴(MO, 102b)/규소(Si, 102a)를 교번하여 적층하여 형성할 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 상기 멀티막 구조물(102)은 몰리브덴/베릴륨(Mo/Be)이 교번하여 적층하여 형성할 수 있다.
- [0058] 예시적인 실시예에서, 상기 멀티막 구조물(102)에 포함되는 막들은 각각 물리기상 증착법, 화학 기상 증착법, 원자층 적층법 등을 통해 형성할 수 있다.
- [0059] 상기 멀티막 구조물(102)의 상부면 상에 캡핑막(104)을 형성한다. 예시적인 실시예에서, 상기 캡핑막(104)은 물리기상 증착법, 화학 기상 증착법, 원자층 적층법 등을 통해 형성할 수 있다.
- [0060] 상기 캡핑막(104) 상에 제1 흡수막(106)을 형성한다. 예시적인 실시예에서, 상기 제1 흡수막(106)은 물리기상 증착법, 화학 기상 증착법, 원자층 적층법 등을 통해 형성할 수 있다.
- [0061] 상기 제1 흡수막(106) 상에 반사 방지 코팅막(108)을 형성한다. 상기 반사 방지 코팅막(108)은 물리기상 증착법, 화학 기상 증착법, 원자층 적층법 등을 통해 형성할 수 있다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 상기 반사 방지 코팅막(108) 상에 하드 마스크막(110)을 형성한다. 상기 하드 마스크막(110)은 상기 반사 방지 코팅막(108) 및 제1 흡수막(106)을 패터닝하여 메인 패턴을 형성하기 위한 후속 공정에서 식각 마스크로 제공될 수 있다. 따라서, 상기 하드 마스크막(110)은 상기 제1 흡수막(106)과 높은 식각 선택비를 갖는 물질을 포함할 수 있다.
- [0063] 상기 하드 마스크막(110)은 상기 제1 흡수막(106)을 미세한 선폭을 갖도록 패터닝하기에 적합한 두께를 가지도록 형성될 수 있다. 상기 제1 흡수막(106)의 두께보다 얇을 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 하드 마스크막

(110)은 3nm 내지 20nm의 두께를 가질 수 있다.

- [0064] 상기 하드 마스크막(110) 상에 제2 흡수막(112)을 형성한다. 예시적인 실시예에서, 상기 제2 흡수막(112)은 물리기상 증착법, 화학 기상 증착법, 원자층 적층법 등을 통해 형성할 수 있다. 상기 제2 흡수막(112)은 후속의 패터닝 공정을 통해 제2 흡수막 패턴으로 제공될 수 있다.
- [0065] 상기 제2 흡수막(112)은 상기 제2 흡수막 패턴의 두께보다 더 두꺼운 두께를 갖도록 형성될 수 있다. 즉, 상기 제2 흡수막(112)은 후속의 상기 제1 흡수막을 패터닝하기 위한 식각 공정에서 일부 두께만큼 식각될 수 있으므로, 상기 식각 공정에서 식각되는 두께를 고려하여 상기 제2 흡수막(112)의 두께를 증가시킬 수 있다. 즉, 상기 제2 흡수막(112)의 증착 두께는 상기 제2 흡수막 패턴의 두께와 후속 식각 공정에서 상기 제2 흡수막(112)이 식각되는 두께의 합과 동일할 수 있다.
- [0066] 도 7을 참조하면, 상기 제2 흡수막(112)을 닦도록 제1 포토레지스트막을 코팅한다. 이 후, 사진 공정을 통해 상기 제2 흡수막(112) 상에 제1 포토레지스트 패턴(114)을 형성한다. 상기 제1 포토레지스트 패턴(114)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 상기 제2 흡수막(112)만을 선택적으로 닦을 수 있다. 따라서, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상의 상기 제2 흡수막(112)은 노출될 수 있다.
- [0067] 도 8을 참조하면, 상기 제1 포토레지스트 패턴(114)을 식각 마스크로 사용하여 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상의 상기 제2 흡수막(112)을 식각한다. 따라서, 상기 블랙 보더 영역(B)의 하드 마스크막(110) 상에 예비 제2 흡수막 패턴(116)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(B) 상에는 상기 하드 마스크막(110)이 노출될 수 있다.
- [0068] 상기 식각 공정은 이방성 식각 공정을 포함한다. 그러므로, 상기 예비 제2 흡수막 패턴(116)의 측면은 상기 기판(100) 상부면으로부터 수직한 경사를 가질 수 있다. 이와 같이, 사진 식각 공정을 통해 상기 제2 흡수막(112)을 패터닝함으로써, 상기 예비 제2 흡수막 패턴(116)은 상기 블랙 보더 영역 상에만 정확히 위치하도록 형성될 수 있다.
- [0069] 상기 식각 공정을 수행하는 동안 상기 제1 포토레지스트 패턴(114)은 대부분 제거될 수 있다. 상기 식각 공정을 수행한 후, 일부 남아있는 제1 포토레지스트 패턴(114)을 스트립할 수 있다.
- [0070] 도 9를 참조하면, 상기 예비 제2 흡수막 패턴(116) 및 상기 하드 마스크막(110)을 닦도록 제2 포토레지스트막을 코팅한다. 이 후, 사진 공정을 통해 상기 예비 제2 흡수막 패턴(116) 및 상기 하드 마스크막(110) 상에 제2 포토레지스트 패턴(118)을 형성한다.
- [0071] 상기 제2 포토레지스트 패턴(118)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 상기 예비 제2 흡수막 패턴(116)을 완전히 닦을 수 있다. 상기 제2 포토레지스트 패턴(118)은 상기 가장자리 영역(C) 상의 하드 마스크막(110)을 닦을 수 있다. 또한, 상기 이미지 영역(A) 상의 하드 마스크막(110) 상에는 메인 패턴을 형성하기 위한 제2 포토레지스트 패턴(118)이 형성될 수 있다.
- [0072] 예시적인 실시예에서, 상기 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)의 경계와 인접한 상기 가장자리 영역(C) 상에는 제2 포토레지스트 패턴(118)들이 서로 이격되어 생성되는 개구부가 구비될 수 있다.
- [0073] 도 10을 참조하면, 상기 제2 포토레지스트 패턴(118)을 식각 마스크로 사용하여 상기 하드 마스크막(110)을 식각하여 하드 마스크 패턴들(110a)을 형성한다. 상기 하드 마스크 패턴들(110a) 사이에는 상기 반사 방지 코팅막(108)의 상부면이 노출될 수 있다.
- [0074] 상기 식각 공정을 수행하면, 상기 제2 포토레지스트 패턴(118)은 대부분 제거될 수 있다. 상기 식각 공정을 수행한 후, 일부 남아있는 제2 포토레지스트 패턴(118)을 스트립할 수 있다.
- [0075] 도 11을 참조하면, 상기 하드 마스크 패턴들(110a)을 식각 마스크로 이용하여 상기 반사 방지 코팅막(108) 및 제1 흡수막(106)을 순차적으로 이방성 식각할 수 있다. 상기 식각 공정을 수행하면, 상기 이미지 영역(A) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 형성될 수 있다.
- [0076] 상기 제2 예비 흡수막 패턴(116) 상에는 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 구비되지 않는다. 때문에, 상기 식각 공정을 수행하는 중에, 상기 제2 예비 흡수막 패턴(116)의 상부면도 일부 두께만큼 식각될 수 있다. 따라서, 상기 제2 예비 흡수막 패턴(116)의 두께가 감소되어 제2 흡수막 패턴(116a)이 형성될 수 있다. 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 목표한 두께를 가질 수 있다. 상기 공정에 의해 상기 블랙 보더 영역(B) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a), 반사 방지 코팅막 패턴(108a), 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 적층되는 흡수막

구조물이 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 흡수막 구조물은 EUV 광에 대한 OD가 2.8 보다 커야 한다. 이 때, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)의 상부면은 평탄면을 가질 수 있다.

- [0077] 상기 제2 흡수막 패턴(116a)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상에만 형성될 수 있다. 또한, 상기 흡수막 구조물은 상기 블랙 보더 영역(B)의 캡핑막(104)의 상부면을 전체를 덮을 수 있다.
- [0078] 상기 제2 흡수막 패턴(116a) 아래의 하드 마스크 패턴(110a)의 상부면은 외부에 노출되지 않을 수 있다. 한편, 상기 제2 흡수막 패턴(116a)이 형성되지 않는 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상에는 상기 하드 마스크 패턴들(110a)은 외부에 노출될 수 있다.
- [0079] 예시적인 실시예에서, 상기 식각 공정에 의해 상기 블랙 보더 영역(B)과 가장자리 영역(C) 사이의 경계 부위와 인접한 상기 가장자리 영역(C) 상의 제1 흡수막(106)이 식각될 수 있다. 또한, 도시하지는 않았지만, 상기 식각 공정에 의해 상기 가장자리 영역(C)의 제1 흡수막(106)이 일부분이 식각되어 얼라인 키를 형성할 수 있다.
- [0080] 도 12를 참조하면, 노출된 하드 마스크 패턴들(110a)을 제거한다.
- [0081] 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상의 하드 마스크 패턴들(110a)이 제거됨으로써, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상에는 상기 하드 마스크 패턴들(110a)이 남아있지 않을 수 있다. 반면에, 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 하드 마스크 패턴(110a)은 제거되지 않고 남아있을 수 있다.
- [0082] 따라서, 상기 이미지 영역(A) 상의 캡핑막(104) 상에는 상기 제1 흡수막 패턴(106a) 및 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 적층된 메인 패턴(120)들이 형성될 수 있다. 상기 가장자리 영역(C) 상의 캡핑막(104) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막 패턴(108a)이 적층될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 일부 가장자리 영역 상의 캡핑막(104) 상에는 얼라인 키가 형성될 수 있다.
- [0083] 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 캡핑막(104) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a), 반사 방지 코팅막 패턴(108a), 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)이 적층된 흡수막 구조물이 형성될 수 있다. 즉, 상기 제1 흡수막 패턴(106a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)의 수직 방향 사이에는 상기 반사 방지 코팅막 패턴(108a) 및 하드 마스크 패턴(110a)이 개재될 수 있다.
- [0084] 상기 공정에 의해, 노광 마스크가 제조될 수 있다. 상기 노광 마스크는 상기 이미지 영역에서는 제1 흡수막 패턴(106a)을 포함하는 메인 패턴(120)들이 구비되고, 상기 블랙 보더 영역(B)에서는 제1 흡수막 패턴(106a), 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116a)을 포함하는 흡수막 구조물이 구비될 수 있다. 따라서, 상기 블랙 보더 영역(B)에서는 상기 흡수막 구조물에 의해 상기 멀티막 구조물(102)으로부터 반사된 EUV광을 효과적으로 흡수할 수 있다. 따라서, 상기 노광 마스크를 사용하여 EUV노광 공정을 수행하는 경우, 칩의 가장자리 부위에서 패턴을 정확히 형성할 수 있다.
- [0085] 도 13는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 단면도이다.
- [0086] 도 13에 도시된 노광 마스크는 제2 흡수막 패턴의 형상을 제외하고는 도 3에 도시된 노광 마스크와 실질적으로 동일하다. 그러므로, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0087] 도 13을 참조하면, 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 캡핑막(104) 상에는 제1 흡수막 패턴(106a), 반사 방지 코팅막 패턴(108a), 하드 마스크 패턴(110a) 및 제2 흡수막 패턴(116b)이 순차적으로 적층된 흡수막 구조물이 구비될 수 있다.
- [0088] 상기 제2 흡수막 패턴(116b)은 상기 하드 마스크 패턴(110a)의 상부면을 덮을 수 있다. 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 하부면은 평탄면을 가질 수 있다.
- [0089] 예시적인 실시예에서, 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 상부면은 리세스부들(124) 및 돌출부들(126)이 포함될 수 있다. 즉, 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 상부면은 패터닝된 형상을 가질 수 있다. 상기 리세스부들(124)에 의해 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 노출되지 않을 수 있다.
- [0090] 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 상부면에 포함되는 리세스부들(124) 및 돌출부들(126)은 EUV광과 다른 파장을 갖는 광들을 산란시킬 수 있다. 따라서, 상기 EUV광과 다른 파장을 갖는 광들은 타겟 반도체 웨이퍼로 가이드되지 않을 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 리세스부들(124) 및 돌출부들(126)은 150nm 내지 300nm의 파장을 갖는 광들을 산란시키도록 배치될 수 있다. 일 예로, 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 상부면에 포함되는 상기 리세스부(124)의 폭 및 돌출부(126)의 폭 등을 조절할 수 있다.

- [0091] 한편, 상기 블랙 보더 영역(B)에서 상기 EUV광을 완전히 흡수할 수 있도록, 상기 제2 흡수막 패턴(116b)의 리세스부(124) 바닥으로부터 상기 제2 흡수막 패턴(116b) 저면까지는 제1 두께를 가질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 상기 흡수막 구조물은 OD가 2.8보다 크게 되도록, 상기 제2 흡수막 패턴(116b)에서의 제1 두께가 조절될 수 있다.
- [0092] 상기 노광 마스크(40)를 사용하면, 상기 블랙 보더 영역(B)에서 상기 EUV광이 모두 흡수될 수 있다. 이에 더하여, 상기 블랙 보더 영역(B)에서 상기 EUV광과 다른 파장을 갖는 광이 산란되어, 상기 EUV광과 다른 파장을 갖는 광을 통해 타겟 반도체 웨이퍼로 가이드 되지 않도록 할 수 있다.
- [0093] 따라서, 상기 노광 마스크(40)를 사용하는 노광 공정에 의해 상기 타겟 반도체 웨이퍼 상에 목표한 포토레지스트 패턴을 형성할 수 있으며 반도체 칩의 가장자리 부위에서 포토레지스트 패턴 불량이 발생되지 않을 수 있다.
- [0094] 도 14 내지 도 19는 예시적인 실시예들에 따른 노광 마스크의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.
- [0095] 도 14를 참조하면, 도 5 및 도 6을 참조로 설명한 것과 실질적으로 동일한 공정을 수행함으로써, 이미지 영역(A), 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)을 포함하는 기판(100) 상에 멀티막 구조물(102), 캠핑막(104), 제1 흡수막(106), 반사 방지 코팅막(108), 하드 마스크막(110) 및 제2 흡수막(112)을 형성한다.
- [0096] 상기 제2 흡수막(112)은 형성하고자 하는 제2 흡수막 패턴의 목표 두께보다 더 두꺼운 두께를 갖도록 형성될 수 있다. 상기 제2 흡수막(112)은 상기 제1 흡수막(106)을 패터닝하기 위한 후속 식각 공정에서 일부 두께만큼 식각될 수 있다. 또한, 후속 식각 공정에서 상기 제2 흡수막(112) 상부면의 리세스부에 의해 하드 마스크 패턴이 노출되지 않아야 한다. 따라서, 후속의 식각 공정에서 식각되는 두께를 고려하여 상기 제2 흡수막(112)의 두께를 증가시킬 수 있다. 예를들어, 상기 제2 흡수막(112)은 상부면이 평탄한 제2 흡수막 패턴을 갖는 노광 마스크를 제조하는 도 6의 경우의 제2 흡수막의 두께보다 더 두껍게 형성될 수 있다.
- [0097] 도 15를 참조하면, 상기 제2 흡수막(112) 상에 제1 포토레지스트 패턴(114)을 형성하고, 이를 식각 마스크로 사용하여 상기 제2 흡수막(112)을 식각하여 예비 제2 흡수막 패턴(115)을 형성한다. 상기 공정은 도 7 및 도 8을 참조로 설명한 것과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0098] 도 16을 참조하면, 상기 예비 제2 흡수막 패턴(115) 및 상기 하드 마스크막(110)을 덮도록 제2 포토레지스트막을 코팅한다. 이 후, 사진 공정을 통해 상기 예비 제2 흡수막 패턴(115) 및 상기 하드 마스크막(110) 상에 제2 포토레지스트 패턴(118a)을 형성한다.
- [0099] 상기 제2 포토레지스트 패턴(118a)은 상기 블랙 보더 영역(B) 상의 예비 제2 흡수막 패턴(115)의 상부면에 리세스부를 형성하기 위한 식각 마스크로 제공될 수 있다. 또한, 상기 제2 포토레지스트 패턴(118a)은 상기 이미지 영역(A) 상에 메인 패턴을 형성하기 위한 하드 마스크 패턴을 형성하기 위한 식각 마스크로 제공될 수 있다. 상기 제2 포토레지스트 패턴(118a)은 상기 가장자리 영역(C) 상의 하드 마스크막(110)을 덮을 수 있다.
- [0100] 예시적인 실시예에서, 상기 블랙 보더 영역(B) 및 가장자리 영역(C)의 경계와 인접한 상기 가장자리 영역(C) 상에는 제2 포토레지스트 패턴(118a)들이 서로 이격되어 생성되는 개구부가 구비될 수 있다.
- [0101] 도 17을 참조하면, 상기 제2 포토레지스트 패턴(118a)을 식각 마스크로 사용하여 상기 하드 마스크막(110) 및 예비 제2 흡수막 패턴(115)의 상부를 식각한다. 따라서, 상기 이미지 영역(A) 및 가장자리 영역(C) 상에는 하드 마스크 패턴들(110a)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 예비 제2 흡수막 패턴(115)의 상부면에는 리세스부들(124) 및 돌출부들(126)이 형성될 수 있다. 상기 하드 마스크 패턴들(110a) 사이에는 상기 반사 방지 코팅막(108)의 상부면이 노출될 수 있다.
- [0102] 상기 식각 공정을 수행하면, 상기 제2 포토레지스트 패턴(118a)은 대부분 제거될 수 있다. 상기 식각 공정을 수행한 후, 일부 남아있는 제2 포토레지스트 패턴(118a)을 스트립할 수 있다.
- [0103] 도 18을 참조하면, 상기 하드 마스크 패턴들(110a)을 식각 마스크로 이용하여 상기 반사 방지 코팅막(108) 및 제1 흡수막(106)을 순차적으로 이방성 식각할 수 있다. 상기 식각 공정을 수행하는 중에, 상기 제2 예비 흡수막 패턴(115)의 상부도 일부 두께만큼 식각될 수 있다. 따라서, 상기 제2 예비 흡수막 패턴(115)의 두께가 감소되어 제2 흡수막 패턴(116b)이 형성될 수 있다.
- [0104] 상기 식각 공정을 수행한 이 후에, 상기 리세스부들(124)에 의해 상기 하드 마스크 패턴(110a)이 노출되지 않도록 상기 예비 제2 흡수막 패턴(115)의 일부 두께만 식각될 수 있다.
- [0105] 상기 식각 공정을 수행하면, 상기 이미지 영역(A) 상에는 적층된 제1 흡수막 패턴(106a) 및 반사 방지 코팅막

패턴(108a)이 적층된 메인 패턴들이 형성될 수 있다. 또한, 상기 블랙 보더 영역(B) 상에는 상부면에 리세스부들(124) 및 돌출부들(126)을 포함하는 제2 흡수막 패턴(116b)이 형성될 수 있다.

[0106] 예시적인 실시예에서, 상기 식각 공정에 의해 상기 블랙 보더 영역(B)과 가장자리 영역(C) 사이의 경계 부위와 인접한 상기 가장자리 영역(C) 상의 제1 흡수막(106)이 식각될 수 있다. 또한, 도시하지는 않았지만, 상기 식각 공정에 의해 상기 가장자리 영역(C)의 제1 흡수막(106)이 일부분이 식각되어 얼라인 키를 형성할 수 있다.

[0107] 도 19를 참조하면, 노출된 하드 마스크 패턴들(110a)을 제거한다. 상기 공정은 도 12를 참조로 설명한 것과 실질적으로 동일할 수 있다.

[0108] 상기 공정에 의해, 노광 마스크가 제조될 수 있다.

[0109] 상술한 바와 같이 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특히 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

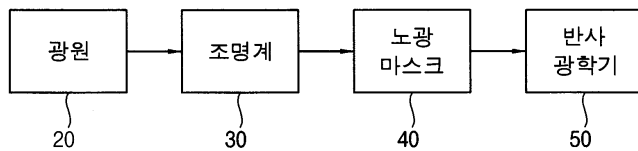
부호의 설명

- [0110] 100 : 기관 102: 멀티막 구조물
- 104 : 캡핑막 106a : 제1 흡수막 패턴
- 108a : 반사 방지 코팅막 패턴
- 110a : 하드 마스크 패턴
- 116a, 116b : 제2 흡수막 패턴

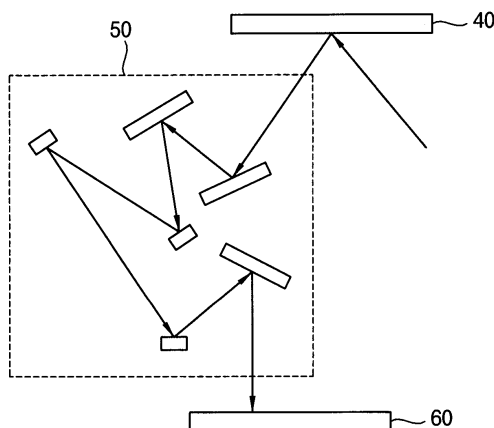
도면

도면1

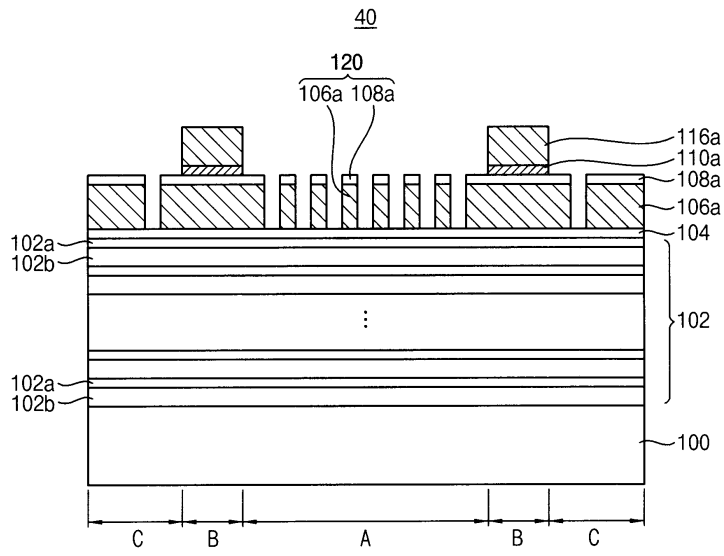
10



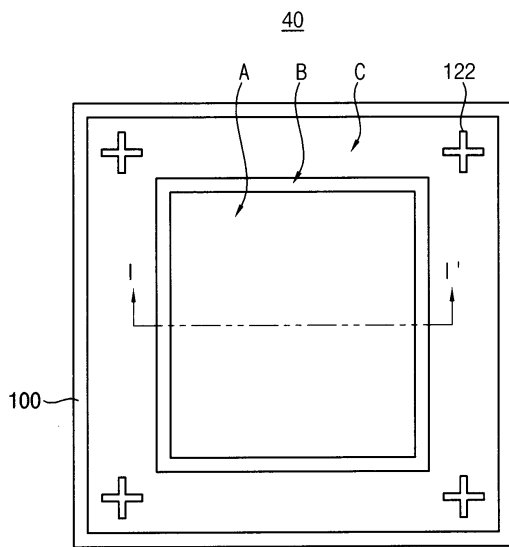
도면2



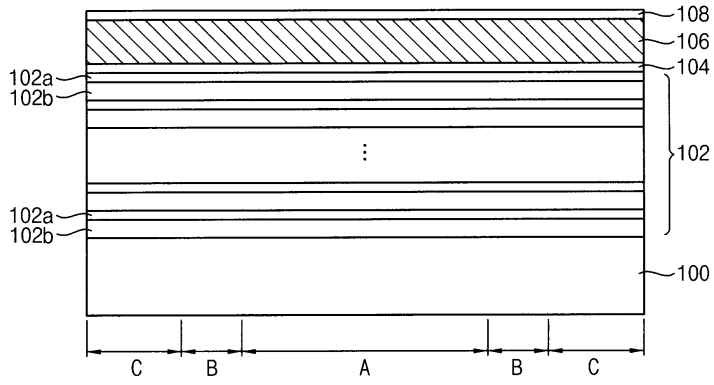
도면3



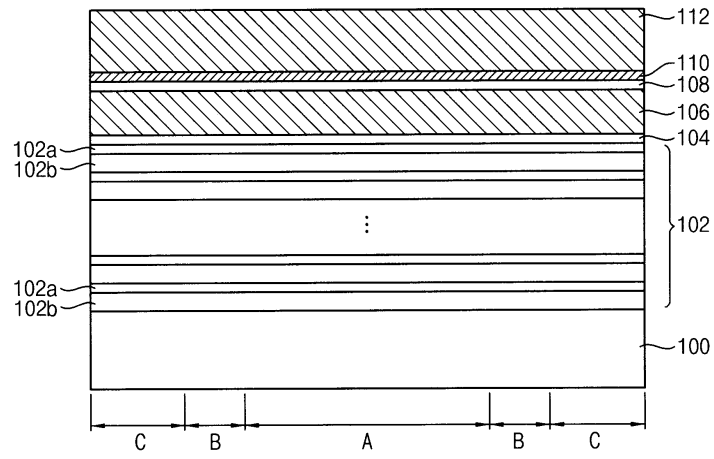
도면4



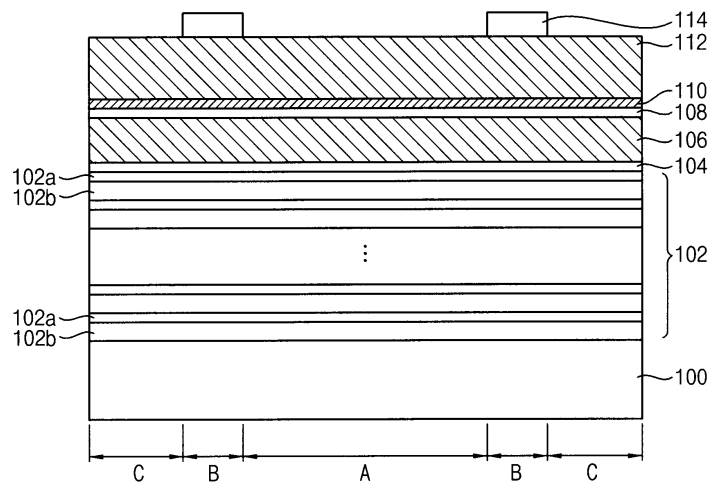
도면5



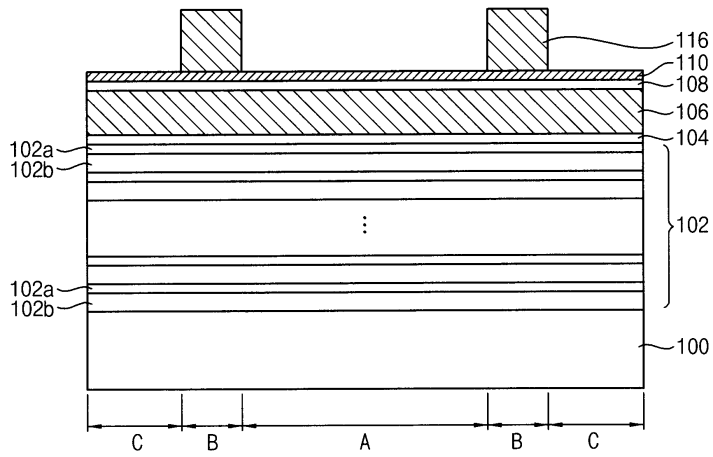
도면6



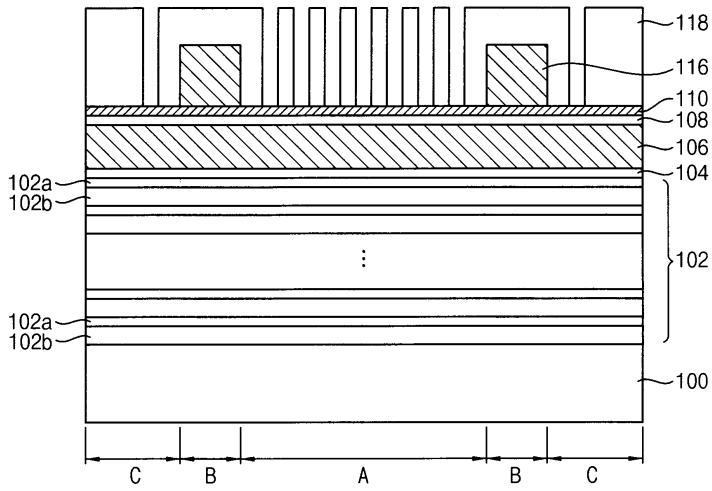
도면7



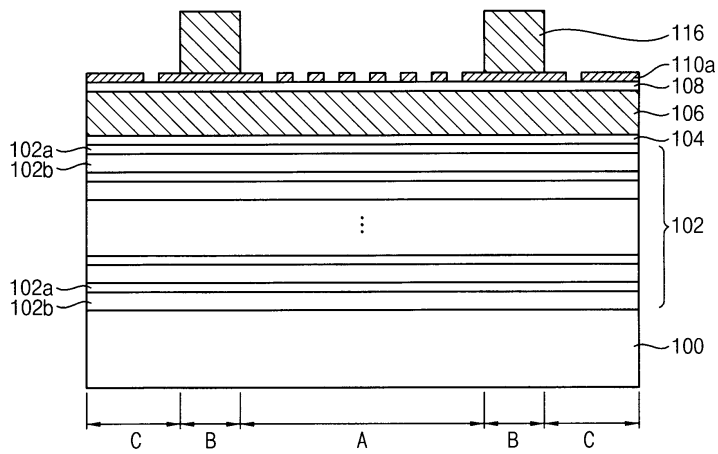
도면8



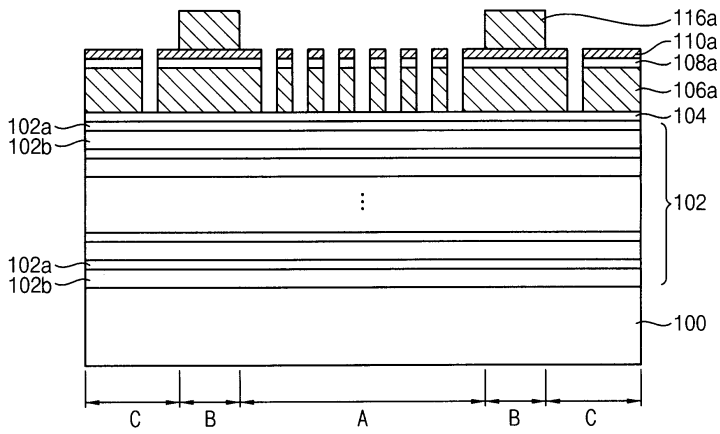
도면9



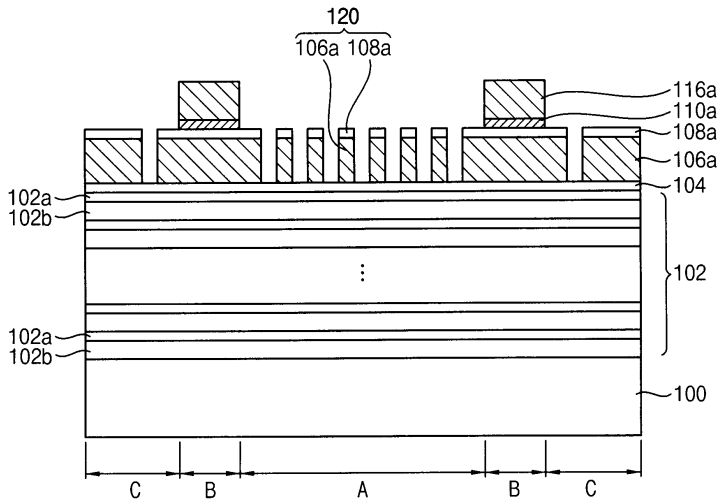
도면10



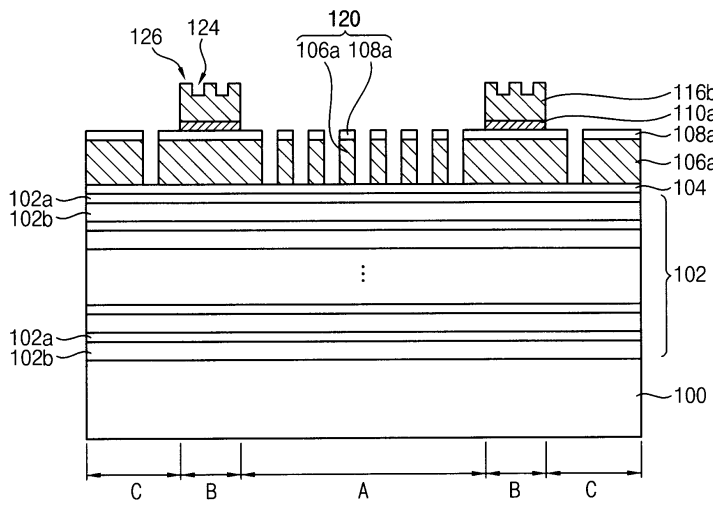
도면11



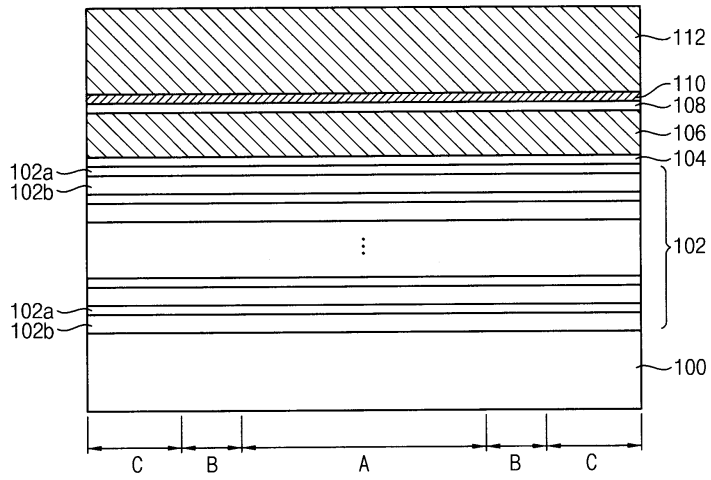
도면12



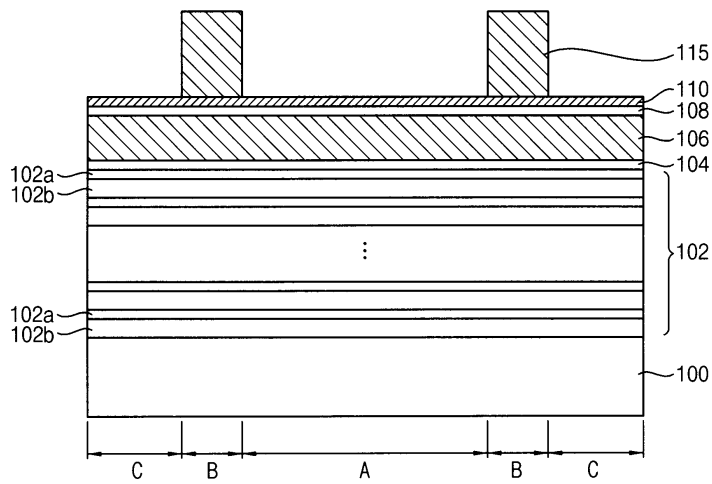
도면13



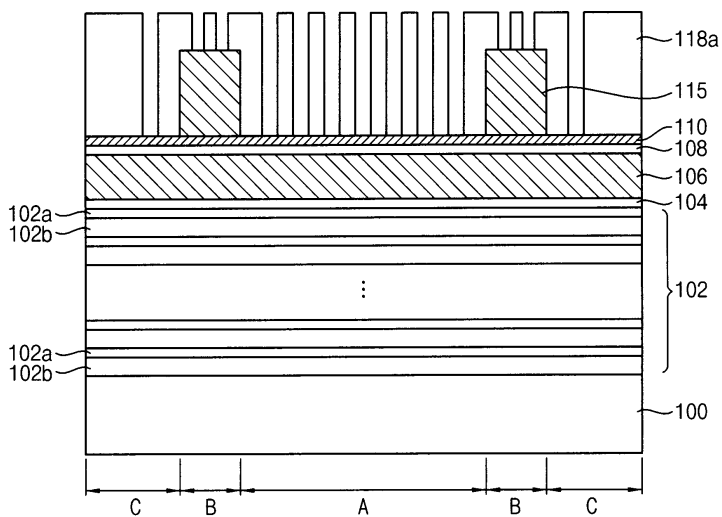
도면14



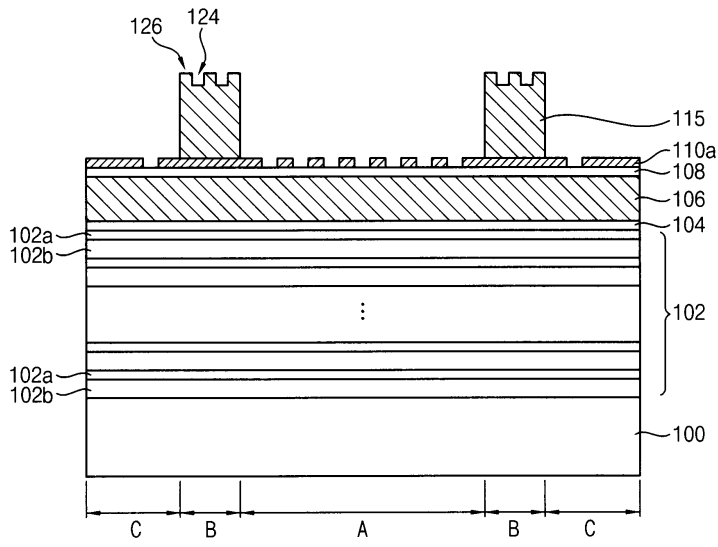
도면15



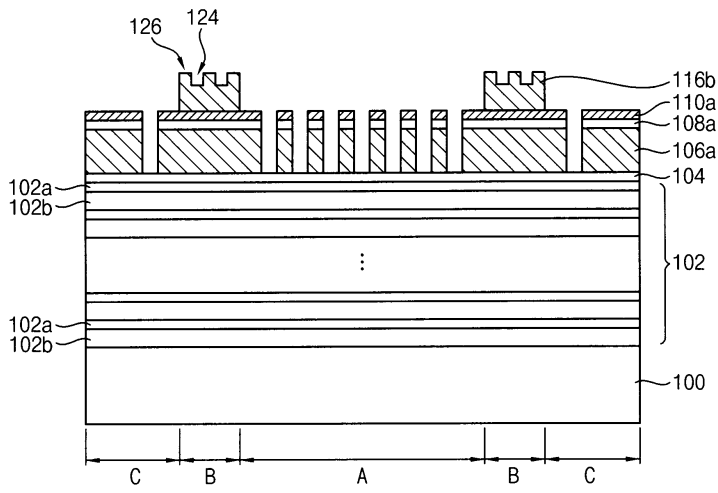
도면16



도면17



도면18



도면19

