(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0016662
(43) 공개일자 2014년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/22 (2012.01) *G03F 1/24* (2012.01)
G03F 1/76 (2012.01) *G03F 1/72* (2012.01)
(21) 출원번호 10-2012-0083536
(22) 출원일자 2012년07월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이하이닉스 주식회사
경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091
(72) 발명자
이영모
충북 청주시 흥덕구 증안로 100, 205동 301호 (복대동, 영조아파트2차)
남병호
대구 수성구 천을로 91, 103동 1208호 (시지동, 시지태왕아너스)
(74) 대리인
특허법인아주양헌

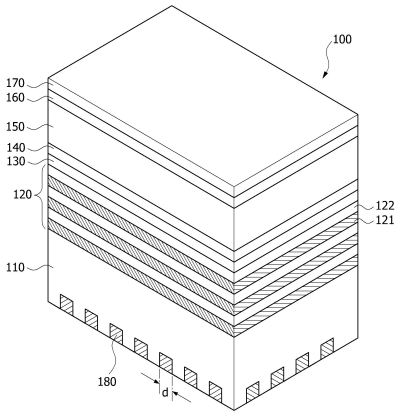
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **극자외선 리소그래피용 마스크 및 그 제조방법, 마스크 정렬도 에러 보정방법**

(57) 요 약

본 발명의 극자외선 리소그래피를 위한 포토마스크는 기판과, 기판 상에 배치되어 극자외선광을 반사시키는 반사층과, 반사층 상에 배치된 캡핑층과, 캡핑층 상에 배치되어 극자외선광을 흡수하는 흡수층, 및 기판의 후면에, 기판을 부분적으로 노출하도록 메쉬(mesh) 형상으로 배치된 도전막을 포함한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1면과, 상기 제1면과 대향하는 제2면을 갖는 기판;

상기 기판의 제1면 상에 배치되어 극자외선광을 반사시키는 반사층;

상기 반사층 상에 배치되어 극자외선광을 흡수하는 흡수층; 및

상기 기판의 제2면에, 상기 기판의 전체에 걸쳐 상기 기판을 부분적으로 노출하도록 배치된 도전막을 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도전막은,

상기 기판의 제2면을 일정한 밀도로 노출하도록 배치된 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 이루어진 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기판의 제2면에 일정 깊이로 형성된 복수 개의 트렌치를 구비하며,

상기 도전막은 상기 트렌치에 형성된 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 도전막은 상기 기판의 제2면 상에 메쉬 형태를 이루며 배치되고,

상기 도전막 사이에는 절연막이 배치된 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 절연막은 투광성 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 반사층 상에 배치된 캡핑층 및 버퍼층 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크.

청구항 8

전면 및 후면을 갖는 투명 기판의 후면에, 상기 기판을 부분적으로 노출하는 레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 레지스트 패턴에 의해 노출된 기판의 후면을 일정 깊이 식각하여 복수개의 트렌치를 형성하는 단계;

상기 레지스트 패턴을 제거한 후 상기 트렌치 내에 도전막을 형성하는 단계; 및

상기 기판의 전면에 다층반사층, 캐핑층 및 흡수층을 차례로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극

자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 트렌치는 70 ~ 300㎚의 깊이로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 트렌치는 기판 후면의 전체에 걸쳐 일정한 크기의 메쉬(mesh) 형태로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 트렌치 내에 도전막을 형성하는 단계는,

트렌치가 형성된 기판의 후면에 도전막을 증착하는 단계와,

상기 기판 상의 도전막을 제거하여 트렌치 내에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 트렌치 내에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계는,

에치백(etch back) 또는 화학기계적연마(CMP) 방법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 14

전면 및 후면을 갖는 투명 기판의 후면에 절연층을 형성하는 단계;

상기 절연층을 패터닝하여 상기 기판을 부분적으로 노출하는 단계;

상기 절연층에 의해 노출된 영역에 도전막을 형성하는 단계; 및

상기 기판의 전면에 다층반사층 및 흡수층을 차례로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 절연층은 70 ~ 300㎚의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 절연층에 의해 노출된 영역에 도전막을 형성하는 단계는,

기판이 부분적으로 노출된 결과물 상에 도전막을 증착하는 단계와,

상기 절연층 상의 도전막을 제거하여 상기 절연층에 의해 노출된 기판 상에만 도전막이 잔류하게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 절연층에 의해 노출된 기판 상에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계는,

에치백(etch back) 또는 화학기계적연마(CMP) 방법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 19

전면 및 후면을 갖는 투명 기판의 후면에 도전막을 형성하는 단계;

상기 도전막을 패터닝하여 상기 기판을 부분적으로 노출하는 단계;

상기 도전막에 의해 노출된 영역에 절연막을 형성하는 단계; 및

상기 기판의 전면에 다층반사층 및 흡수층을 차례로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 도전막은 70 ~ 300㎚의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 도전막에 의해 노출된 영역에 절연막을 형성하는 단계는,

기판이 부분적으로 노출된 결과물 상에 절연막을 증착하는 단계와,

상기 도전막 상의 절연막을 제거하여 상기 도전막에 의해 노출된 기판 상에만 절연막이 잔류하게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 도전막에 의해 노출된 기판 상에만 절연막이 잔류하도록 하는 단계는,

에치백(etch back) 또는 화학기계적연마(CMP) 방법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 절연막은 투명 절연막으로 형성하고,

상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 형성하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법.

청구항 24

광선 조사장치와 극자외선 리소그래피용 마스크를 준비하는 단계;

상기 마스크에 광선을 조사하는 단계;

상기 마스크의 영역에 따른 상기 광선의 투과율을 측정하여 마스크의 정렬도 에러를 측정하는 단계; 및

상기 투과율 측정 결과에 따라 상기 마스크의 정렬도 에러를 보정하는 단계를 포함하는 극자외선 리소그래피용 마스크의 정렬도 에러 수정방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 마스크는,

제1면과, 상기 제1면과 대향하는 제2면을 갖는 기판;

상기 기판의 제1면 상에 배치되어 극자외선광을 반사시키는 반사층;

상기 반사층 상에 배치되어 극자외선광을 흡수하는 흡수층; 및

상기 기판의 제1면에, 상기 기판의 전체에 걸쳐 상기 기판을 부분적으로 노출하도록 배치된 도전막을 포함하는 것을 특징으로 하는 극자외선 블랭크 마스크의 정렬도 에러 수정방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 포토마스크에 관한 것으로, 특히 극자외선(EUV) 리소그래피를 위한 블랭크 마스크와 그 제조방법, 극자외선 마스크의 정렬도(registration) 에러 보정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 포토마스크(photomask)는 투명한 재질의 기판에 형성된 마스크 패턴에 빛을 투과시켜 투과된 빛이 웨이퍼로 전사되어 웨이퍼 상에 원하는 패턴이 형성되도록 하는 역할을 한다. 반도체 소자의 집적도가 높아지면서 패턴의 크기가 미세화됨에 따라 마스크 패턴을 형성하는 데 있어서 한계가 나타나고 있다. 특히 반도체 소자가 30nm 이하급으로 작아지면서 ArF 파장을 이용하는 노광 장치로 미세 패턴을 웨이퍼 상으로 전사하는데 어려움이 있다. 이러한 한계를 극복하는 방법 가운데 하나로 극자외선(Extreme Ultra-Violet)을 이용한 리소그래피 공정이 제안되어 적용되고 있다.

[0003] 극자외선 리소그래피 공정은 종래 노광 공정에서 사용하는 KrF 또는 ArF 광원보다 짧은 13.5nm ± 0.3nm 파장대의 극자외선(EUV)을 광원으로 사용한다. 극자외선광은 모든 물질에 대하여 흡수되기 쉽고 또한 굴절률이 1에 가깝기 때문에, 종래의 가시광 또는 자외선광을 사용한 포토리소그래피와 같은 굴절 광학계를 사용할 수 없다. 이 때문에, 극자외선 리소그래피에서는 반사광학계, 즉 반사형 포토마스크와 미러(mirror)가 사용된다.

[0004] 극자외선 리소그래피 공정에서 사용되는 마스크는, 기판 상에 Mo/Si층의 다층 구조로 이루어지는 광 반사층을 포함하여 구성된다. 웨이퍼 상으로 전사될 패턴의 레이아웃(layout)을 따르는 형상으로는 광 흡수층 패턴이 형성된다. 광 반사층 및 흡수층은 이온 빔 스퍼터링법이나 마그네트론 스퍼터링법을 사용하여 성막된다. 다층 반사층 및 흡수층을 성막할 때, 기판은 지지수단에 의해 지지된다. 기판의 지지수단으로서 기계적 척(chuck) 및 정전 척이 있는데, 발진성의 문제로 정전 척이 주로 사용된다. 또한, 마스크 패터닝 공정시 또는 노광 공정의 마스크 핸들링시에도 기판의 지지 수단으로서 정전 척이 사용된다. 따라서, 극자외선 리소그래피에 사용되는 마스크에는, 노광 장치의 정전 척에 마스크를 고정하기 위하여, 회로 패턴 및 얼라인먼트(alignment) 마크가 형성되어 있는 기판 패턴 면의 반대 면에 도전막이 형성되어 있다. 일반적으로, 이 도전막에는 크롬나이트라이드(CrN) 등의 차광성을 갖는 재료가 사용되고, 도전막은 기판의 후면 전체에 형성된다.

[0005] 한편, 최근 반도체 소자의 디자인 룰(design rule)이 점차 감소하면서 요구되는 오버레이(overlay) 정밀도도 점점 강화되고 있고, 그에 따라 포토마스크에 요구되는 마스크 정렬도(mask registration)의 요구 수준도 점차 강화되고 있다. ArF 광원을 사용하는 포토마스크의 경우, 제작이 완료된 포토마스크의 후면으로부터 레이저를 조사하여 석영기판을 변형(deformation)시킴으로써 마스크 정렬도 에러(mask registration error)를 수정하는 기술이 개발되어 있다. 그러나, 극자외선(EUV) 리소그래피용 마스크의 경우에는 기판 후면에 전도성 막이 증착되

어 있기 때문에 레이저 조사를 이용한 정렬도 에러 수정 방법을 사용할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 레이저를 이용한 마스크 정렬도 에러 수정을 가능하게 하는 극자외선 리소그래피용 블랭크 마스크를 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 레이저를 이용한 마스크 정렬도 에러 수정을 가능하게 하는 극자외선 리소그래피용 블랭크 마스크의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는 레이저를 이용하여 극자외선 리소그래피용 마스크의 정렬도 에러를 수정하는 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크는 기판과, 기판 상에 배치되어 극자외선광을 반사시키는 반사층과, 반사층 상에 배치된 캡핑층과, 캡핑층 상에 배치되어 극자외선광을 흡수하는 흡수층, 및 기판의 후면에, 기판의 전면에 걸쳐 기판을 부분적으로 노출하도록 메쉬(mesh) 형상으로 배치된 도전막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 일 예에서, 상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 이루어질 수 있다.

[0011] 일 예에서, 상기 기판의 후면에 일정 깊이로 형성된 복수개의 트렌치를 구비하며, 상기 도전막은 상기 트렌치에 형성된 것일 수 있다.

[0012] 일 예에서, 상기 도전막은 상기 기판의 후면 상에 메쉬 형태를 이루며 배치되고, 상기 도전막 사이에는 절연막이 배치된 것일 수 있다.

[0013] 일 예에서, 상기 캡핑층과 흡수층 사이에 배치된 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 제조방법은, 전면 및 후면을 갖는 투명 기판의 후면에, 상기 기판을 부분적으로 노출하는 레지스트 패턴을 형성하는 단계와, 상기 레지스트 패턴에 의해 노출된 기판의 후면을 일정 깊이 식각하여 복수개의 트렌치를 형성하는 단계와, 상기 레지스트 패턴을 제거한 후 상기 트렌치 내에 도전막을 형성하는 단계, 및 상기 기판의 전면에 다층반사층, 캐핑층 및 흡수층을 차례로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 일 예에서, 상기 트렌치는 70 ~ 300㎚의 깊이로 형성할 수 있다.

[0016] 상기 트렌치는 기판 후면의 전체에 걸쳐 메쉬(mesh) 형태로 형성할 수 있다.

[0017] 상기 트렌치 내에 도전막을 형성하는 단계는, 트렌치가 형성된 기판의 후면에 도전막을 증착하는 단계와, 상기 기판 상의 도전막을 제거하여 트렌치 내에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 트렌치 내에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계는, 에치백(etch back) 또는 화학기계적연마(CMP) 방법으로 이루어질 수 있다.

[0019] 상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 형성할 수 있다.

[0020] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 다른 제조방법은, 전면 및 후면을 갖는 투명 기판의 후면에 절연층을 형성하는 단계와, 상기 절연층을 패터닝하여 상기 기판을 부분적으로 노출하는 단계와, 상기 절연층에 의해 노출된 영역에 도전막을 형성하는 단계, 및 상기 기판의 전면에 다층반사층, 캐핑층 및 흡수층을 차례로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 일 예에서, 상기 절연층은 70 ~ 300㎚의 두께로 형성할 수 있다.

[0022] 상기 절연층에 의해 노출된 영역에 도전막을 형성하는 단계는, 기판이 부분적으로 노출된 결과물 상에 도전막을

증착하는 단계와, 상기 절연층 상의 도전막을 제거하여 상기 절연층에 의해 노출된 기판 상에만 도전막이 잔류하게 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 절연층에 의해 노출된 기판 상에만 도전막이 잔류하도록 하는 단계는, 에치백(etch back) 또는 화학기계적 연마(CMP) 방법으로 이루어질 수 있다.

[0024] 상기 도전막은 크롬나이트라이드(CrN)로 형성할 수 있다.

[0025] 상기 또 다른 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 포토마스크의 정렬도 에러 수정방법은, 광선 조사장치와 극자외선 리소그래피용 마스크를 준비하는 단계와, 마스크에 광선을 조사하는 단계와, 마스크의 영역에 따른 광선의 투과율을 측정하여 마스크의 정렬도 에러를 측정하는 단계, 및 투과율 측정 결과에 따라 마스크의 정렬도 에러를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 마스크는 제1면과, 상기 제1면과 대향하는 제2면을 갖는 기판과, 상기 기판의 제1면 상에 배치되어 극자외선광을 반사시키는 반사층과, 상기 반사층 상에 배치되어 극자외선광을 흡수하는 흡수층, 및 상기 기판의 제1면에, 상기 기판의 전체에 걸쳐 상기 기판을 부분적으로 노출하도록 배치된 도전막을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면, 기판의 후면에 정전 척에의 고정을 위한 도전막을 형성하되, 마스크의 정렬도 에러 수정을 위한 광선을 투과시킬 수 있게 기판의 일부를 노출하도록 도전막을 형성함으로써, 마스크의 정렬도 에러의 수정이 가능하게 할 수 있다. 따라서, EUV 리소그래피의 신뢰성을 높이고 제조수율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크를 도시한 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크를 도시한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 후면을 도시한 평면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 의한 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크를 도시한 단면도이다.

도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 포토마스크의 제조방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 포토마스크의 제조방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 포토마스크의 정렬도 에러 수정방법을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 일 측면에 따른 EUV 리소그래피를 위한 블랭크 마스크 및 그 제조방법, 그리고 EUV 마스크의 정렬도 에러 수정방법의 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 단면도이며, 도 3은 본 발명의 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크의 후면을 도시한 평면도이다.

[0031] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 마스크(100)는 기판(110)과, 기판의 전면(front side) 상에 배치되며 극자외선을 반사시키는 다층반사층(120)과, 다층반사층 상에 차례로 배치된 캡핑층(130) 및 흡수층(140), 그리고 기판의 후면에 배치된 도전막(180)을 포함한다.

[0032] 기판(110)은 낮은 열팽창 계수(LTE;Low Thermal Expansion coefficient)를 갖는 물질, 예를 들면 글래스(glass) 또는 석영(quartz) 기판일 수 있다.

[0033] 다층반사층(120)은 상이한 광학적 성질을 갖는 물질(121, 122)을 반복 적층하여 그 계면에서 일어나는 부분적인 반사의 보강간섭(Bragg reflection)을 이용하는 층으로서, 브래그 반사체(Bragg reflector)를 구성하는 복수의 박막들을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 다층 반사막(120)은 고굴절률 재료를 주성분으로 하는 고굴절률층(121)과, 저굴절률 재료를 주성분으로 하는 저굴절률층(122)이 교대로 적층된 구조일 수 있다.

[0034] 다층반사층(120)의 예로서는, 고굴절률 재료의 몰리브덴(Mo)층과 저굴절률 재료인 실리콘(Si)층을 교대로 복수 주기분만큼 적층한 Mo/Si 다층반사층을 들 수 있다. 이 외에, Mo/Be 다층 반사층, Ru/Si 다층 반사층, Si/Nb 다층 반사층, MoC/Si 다층 반사층, Mo 화합물/Si 화합물 다층 반사층, Mo/MoC/Si 다층 반사층 등을 들 수 있다. 다층 반사층의 적층 주기로는, EUV 노광 광에 대한 반사율을 50% 이상으로 하기 위해서는 30주기 이상이 필요하고, 60% 이상으로 하기 위해서는 35주기 이상이 바람직하며, 대략 40 내지 60주기일 수 있다. 또한, 이들의 경우, 다층 반사막의 합계 막 두께는 210㎚ ~ 300㎚ 정도가 바람직하지만, 사용되는 극자외선의 파장 등을 고려하여 예시된 값과 다르게 선택될 수 있다.

[0035] 다층반사층(120) 위에는 다층반사층(120)을 보호하는 역할의 캡핑층(130)이 배치될 수 있다. 일 예에서, 캡핑층(130)은 실리콘산화막(SiO_2) 또는 실리콘(Si)막으로 이루어질 수 있다. 캡핑층(130)은 다층반사층(120)의 원하지 않는 산화나 오염을 억제하여 다층반사층(120)을 보호하고, 후속 흡수층 패터닝 시 다층반사층(120)이 손상되는 것을 방지하는 역할을 한다.

[0036] 캡핑층(130) 위에는 버퍼층(140) 및 흡수층(150)이 차례로 적층된다. 일 예에서, 버퍼층(140)은 실리콘산화막(SiO_2)으로 이루어지고, 흡수층(150)은 극자외선을 흡수할 수 있는 물질들 중의 한 가지로 형성될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 흡수층(150)은 탄탈륨(Ta)을 포함하는 화합물, 예컨대 탄탈륨나이트라이드(TaN)와 같은 도전성 흡수체로 형성될 수 있다. 탄탈륨(Ta)의 경우 반도체 제조공정에서 널리 사용되고 있는 플로린(Flourine) 계열의 라디칼(radical)을 이용한 플라즈마 식각이 용이하기 때문에 마스크 제조 공정을 쉽게 할 수 있는 장점이 있어 흡수층의 재료로 많이 사용된다. 하지만, 흡수층(150)을 형성하기 위한 물질이 예시된 탄탈륨나이트라이드(TaN)에 한정되지는 않으며 극자외선에 대해 적절한 크기의 흡수도를 나타내는 재료라면 다양하게 변형될 수 있다.

[0037] 캡핑층(130)과 버퍼층(140)은 필요에 따라 선택적으로 배치될 수 있는데, 예를 들면 다층 반사층(120) 상부에 버퍼층(140)이 배치되거나, 버퍼층(140)을 대신하여 혹은 다층 반사층과 버퍼층(140) 사이에 캡핑층(130)이 배치될 수도 있다.

[0038] 흡수층(150) 위에는 반사방지막(160)과 레지스트막(170)이 더 배치될 수 있다.

[0039] 기판(110)의 후면(back side)에는 도전막(180)이 배치된다. 도전막(180)은 예를 들면 크롬나이트라이드(CrN)로 이루어질 수 있다. 도전막(180)은 극자외선 리소그래피 장비에 마스크가 장착될 때, 정전 작용에 의한 마스크의 장착을 유도하는 역할을 한다. 또한, 상기 도전막(180)은 마스크 정렬도(registration) 수정 공정에서 소정의 광선이 투과될 수 있도록, 도시된 바와 같이 투명 기판(110)이 부분적으로 노출되도록 배치된다. 마스크 정렬도 측정 및 에러 수정 공정은 마스크 전체에 걸쳐 이루어지기 때문에 상기 도전막(180)은 기판(110)의 특정 영역만을 노출하는 것이 아니라, 기판 후면의 전체에 걸쳐 대체로 일정하게 노출하도록 배치된다.

[0040] 일 예로, 도전막(180)은 도시된 바와 같이, 기판(110)이 일정 깊이로 식각되어 형성된 트렌치를 채우도록 배치될 수 있다. 또한, 도전막(180)은 도 3에 도시된 바와 같이, 기판(110) 후면의 전체에 걸쳐 메쉬(mesh) 형태로 배치될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 메쉬(mesh)의 크기나 간격은 마스크 정렬도 수정 공정에서 레이저 또는 기타 광선이 기판을 투과하여 마스크 정렬도 수정 공정에 적용할 수 있을 정도로 적절히 조절할 수 있다.

[0041] 이와 같이, 마스크를 정전 척에 장착되도록 하는 도전막(180)이 기판 후면의 전체에 걸쳐서 기판을 부분적으로 노출하도록 배치됨으로써, 기판의 후면으로 레이저 등의 광선을 조사하여 기판의 정렬도 에러(registration error)를 수정하는 공정을 적용할 수 있다. 따라서, 기판 정렬도 에러 수정 공정을 통해 극자외선 마스크의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0042] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 의한 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크를 도시한 단면도이다. 도 2에 도시된 마스크와 동일한 참조번호는 동일한 부분을 의미하므로 설명을 생략한다.

[0043] 도 4를 참조하면, 기판(110)의 후면에, 기판을 부분적으로 노출하도록 절연층(175)이 일정 두께로 배치되고, 절연층(175) 사이에 도전막(180)이 배치된다. 도전막(180)은 크롬나이트라이드(CrN)로 이루어질 수 있으며, 기판 후면의 전체에 걸쳐 메쉬(mesh) 형태로 배치될 수 있다. 도전막(180)의 배치 형태는 기판(110) 후면의 전체에

걸쳐 균일하게 배치될 수 있다면 메쉬(mesh) 형태에 한정되지 않는다.

[0044] 본 실시예에서, 상기 절연층(175)은 마스크 정렬도 수정 공정에서 사용되는 광선, 예를 들면 레이저를 투과시킬 수 있는 투광성 물질인 것이 바람직하다. 도 1 내지 도 3에 도시된 첫 번째 실시예의 경우, 투명 기판(110)이 일정 깊이 식각되고 그 식각된 부분을 채우도록 도전막이 배치되어 마스크 정렬도 수정 및 마스크 고정이라는 두 가지 역할이 동시에 가능하도록 하였다. 본 실시예의 경우, 기판(110)을 식각하여 트렌치를 형성하고 트렌치를 도전막으로 채우는 대신에, 기판(110) 후면 상에 투명 절연층(175)을 증착하고, 절연층 패턴 사이를 도전막으로 채우게 된다. 즉, 첫 번째 실시예의 기판 부분을 투명 절연층(175)이 대신하게 되는 것이다.

[0045] 이와 같이 기판의 후면에 투광성 절연층(175)을 배치하고 절연층의 일부를 제거하여 도전막(180)을 배치함으로써, 기판 손상이나 오염을 줄이고, 마스크를 정전척에 장착하기 위한 정전력을 제공하면서, 광선을 사용하여 마스크 정렬도 수정 공정을 원활하게 실시할 수 있다.

[0046] 한편, 기판(110)의 후면에 투광성 절연층을 먼저 증착하는 대신에, 도전막(180)을 먼저 배치하고 도전막 패턴 사이를 투명 절연층(175)으로 채우는 것도 가능하다.

[0047] 또한, 도전막(180)이 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투광성 도전막인 경우에도 레이저 등의 광선을 투과시키면서 정전 척에 고정하기 위한 정전력도 나타낼 수 있으므로 가능하다. 이 경우 절연층(175)이 반드시 투광성 절연막일 필요는 없게 된다.

[0048] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이다. 앞서 설명한 부분과 동일한 참조번호는 동일한 부분을 나타낸다.

[0049] 도 5를 참조하면, 전면(110a)과 이에 대향하는 후면(110b)을 갖는 투명한 기판(110)을 준비한다. 기판(110)은 낮은 열팽창 계수(LTE;Low Thermal Expansion coefficient)를 갖는 재질의 기판, 예를 들면 석영(quartz) 또는 글래스(glass) 기판을 준비할 수 있다.

[0050] 기판(110)의 후면에 소정 깊이의 트렌치(112)를 복수개 형성한다. 이를 위하여 먼저, 기판(110)의 후면(110b)에 레지스트를 일정 두께 코팅하여 기판의 식각에 대한 마스크층을 형성한다. 다음에, 전자빔 또는 레이저를 이용한 레지스트 노광을 실시한 후 현상하여 트렌치가 형성될 영역의 기판을 노출시킨다. 이어서, 노출된 기판 후면을 소정 깊이 식각하여 트렌치(112)를 형성한다. 기판에 대한 식각은 건식 식각 방식으로 수행할 수 있는데, 예를 들면 식각 가스로 불화탄소(C_4F), 산소(O_2) 및 헬륨(He)이 혼합된 가스를 사용하여 70 ~ 300㎚의 깊이로 식각한다. 또한, 트렌치의 폭(w)은 10 ~ 50㎛ 정도로 하고, X축 및 Y축으로 매트릭스 형태로 트렌치를 형성할 수 있다.

[0051] 도 6을 참조하면, 레지스트를 제거한 후 기판에 대해 세정 공정을 실시한다. 다음에, 다수 개의 트렌치가 형성된 기판의 후면(110b) 상에 도전막(180a)을 형성한다. 도전막(180a)은 예를 들면 크롬나이트라이드(CrN)를 통상의 증착방법으로 증착하여 형성할 수 있는데, 기판에 형성되어 있는 트렌치(도 5의 112)를 충분히 채울 수 있도록 형성한다.

[0052] 도 7을 참조하면, 기판의 후면에 증착된 도전막에 대해 에치백(etch back) 또는 화학적기계적연마(Chemical Mechanical Polishing; CMP) 공정을 실시하여 트렌치 내에만 도전막(120)이 잔류하게 한다. 계속해서, 도시되지는 않았지만, 통상의 방법으로 공정을 실시하여 기판(110)의 전면에 다층반사층, 캡핑층, 흡수층 등을 차례로 형성하여 도 1에 도시된 극자외선 리소그래피를 위한 블랭크 마스크를 형성할 수 있다.

[0053] 도 8 내지 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 극자외선 블랭크 마스크의 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이다. 도 5 내지 도 7과 동일한 참조번호는 동일한 부분을 나타낸다.

[0054] 도 8을 참조하면, 전면(110a)과 이에 대향하는 후면(110b)을 갖는 투명한 기판(110)을 준비한다. 기판(110)은 낮은 열팽창 계수(LTE)를 갖는 석영(quartz) 또는 글래스(glass) 기판을 포함하여 준비할 수 있다.

[0055] 기판의 후면(110b) 상에 일정 두께의 절연막(175)을 형성한다. 절연막(175)은 레지스트레이션 에러 수정 단계에서 사용되는 소정의 광선, 예를 들면 레이저 광선을 투과시킬 수 있는 투광성 물질로 형성할 수 있다. 절연막(175)의 두께가 도전막의 두께가 되므로, 절연막(175)의 두께는 전술한 첫 번째 실시예에서 기판에 형성한 트렌치의 깊이와 동일한 두께, 즉 70 ~ 300㎚의 두께로 형성할 수 있다.

[0056] 다음에, 절연막(175) 상에 레지스트를 일정 두께 코팅하여 절연막의 식각에 대한 마스크층(190)을 형성한다. 다음에, 전자빔 또는 레이저를 이용한 레지스트 노광을 실시한 후 현상하여 도전막이 형성될 영역을 노출시킨다.

[0057] 도 9를 참조하면, 노출된 영역의 절연층을 식각한 후 레지스트 패턴을 제거한다. 그 결과, 메쉬(mesh) 형태로 기판(110)이 노출된다. 다음에, 결과물 상에 도전물질을 증착한 후 에치백 또는 CMP 공정을 실시하여 절연층이 제거된 영역에만 도전물질이 잔류되도록 하여 메쉬(mesh) 형태의 도전막(180)을 형성한다. 도전막은 예를 들면 크롬나이트라이드(CrN)로 형성할 수 있다.

[0058] 이후의 공정은 앞서 설명한 실시예와 같은 방법으로 진행할 수 있다.

[0059] 본 실시예에서는 기판(110)의 후면에 절연막(175) 패턴을 먼저 형성한 후 절연막 패턴 사이를 도전막으로 채우는 경우를 설명하였지만, 기판(110)의 후면에 투광성 절연층을 먼저 증착하는 대신에, 도전막(180)을 먼저 증착, 패터닝한 후 도전막 패턴 사이를 투명 절연층(175)으로 채우는 것도 가능하다.

[0060] 다음으로, 본 발명의 극자외선 마스크의 정렬도 에러 수정방법을 설명한다.

[0061] 도 10은 극자외선 마스크의 정렬도 에러를 수정하는 방법을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

[0062] 도 10을 참조하면, 레이저 조사장치(200)와 극자외선 리소그래피용 샘플 마스크(100)를 준비한다. 레이저 조사장치(200)는 일반적인 투과형 마스크의 정렬도 에러 수정 공정에 사용되는 레이저 조사장치일 수 있다. 일예로, 레이저 조사장치(200)는 펄스드 레이저(pulsed laser) 광선을 발생하는 레이저 발생부(210)와, 레이저 발생부로부터의 레이저 광선을 일정 크기로 확장하는 익스팬더(expander, 220)와, 확장된 레이저 빔을 마스크로 향하도록 일정 각도로 굴절시키는 굴절부(230), 그리고 레이저 빔을 집속하는 집속부(240)로 구성될 수 있다.

[0063] 극자외선 리소그래피용 샘플 마스크(100)는, 기판에 조사된 레이저의 적어도 일부가 투과될 수 있도록 도 1 및 도 4에 도시된 것과 같이 기판의 후면에, 기판을 부분적으로 노출시키기 위하여 메쉬(mesh) 형태의 도전막(180)이 배치된 구조이다. 도전막(180)은 기판을 정전 척에 고정시키기 위한 것으로, 투명한 기판이 부분적으로 노출되도록 메쉬(mesh) 형태로 배치되어 있기 때문에 레이저 빔은 도전막(180)이 배치되어 있지 않은 부분을 통해 마스크(100)를 투과할 수 있다. 따라서, 극자외선 마스크의 정렬도 데이터를 확보할 수 있으며 이 데이터를 이용하여 정렬도 에러를 수정할 수 있다.

[0064] 레이저 빔은 극자외선 마스크(100)의 중심 부근에 초점을 맞추어 조사한다. 마스크의 투과율의 변화를 균일하게 하기 위하여 마스크 전체에 대해 일정한 밀도로 레이저를 조사한다. 레이저 빔이 조사된 기판 영역에는 레이저의 에너지에 의해 변형(deformation)이 일어나게 된다.

[0065] 레이저 조사가 완료되면 기판의 영역에 따른 투과율을 측정하여 마스크의 정렬도 에러를 측정한다. 기판의 투과율이 전체적으로 균일하지 못할 경우에는 정렬도 에러가 발생한 경우이므로, 투과율에 차이를 나타내는 영역에 대해서는 노광 단계에서 정렬도 에러의 보상이 가능하도록 레이저 빔의 형태를 변형하여 수정한다.

[0066] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

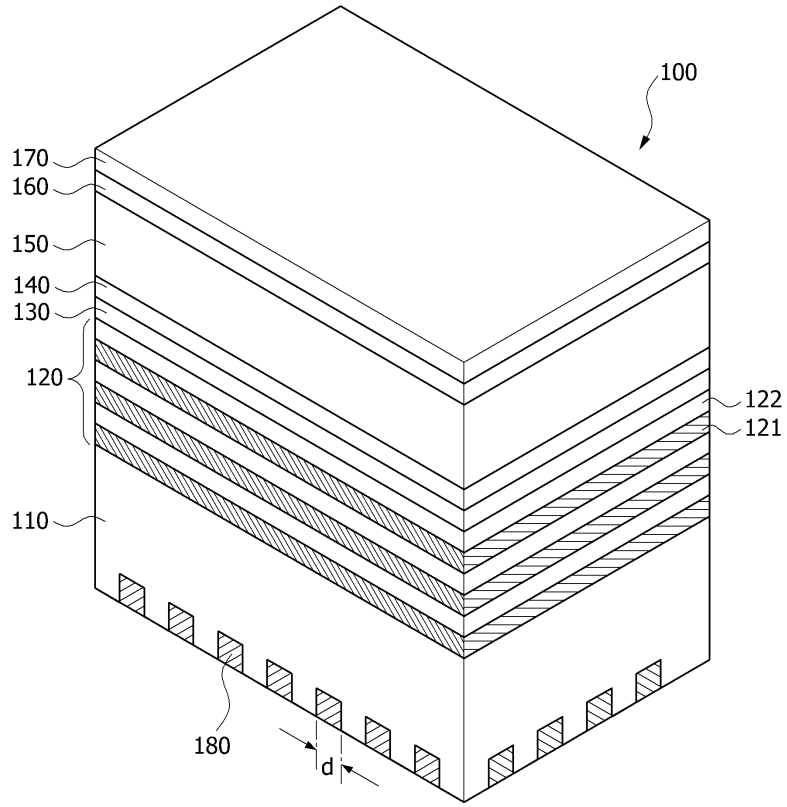
부호의 설명

[0067]

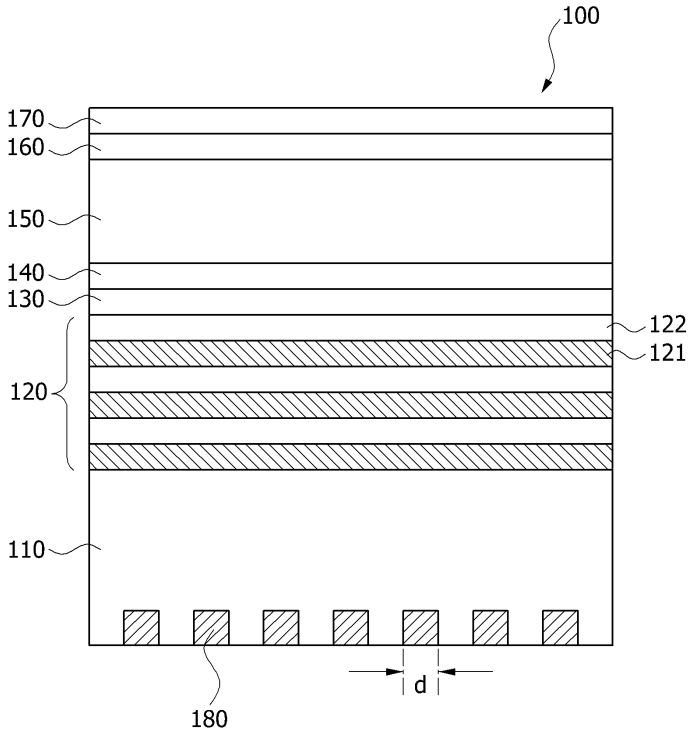
100.....극자외선 마스크	110.....기판
120.....다층반사층	130.....캡핑층
140.....버퍼층	150.....흡수층
160.....반사방지막	170.....레지스트막
180.....도전막	

도면

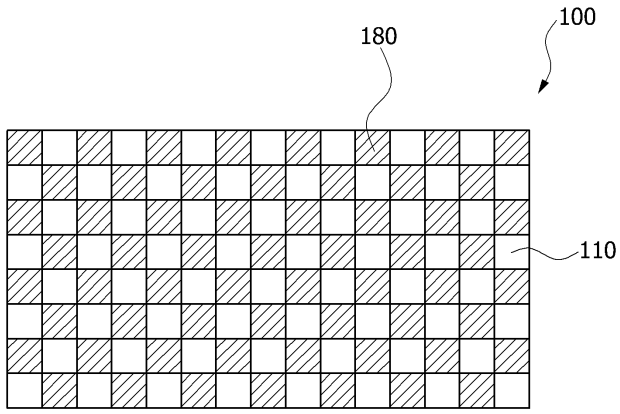
도면1


100
170
160
150
140
130
120
122
121
110
180
d

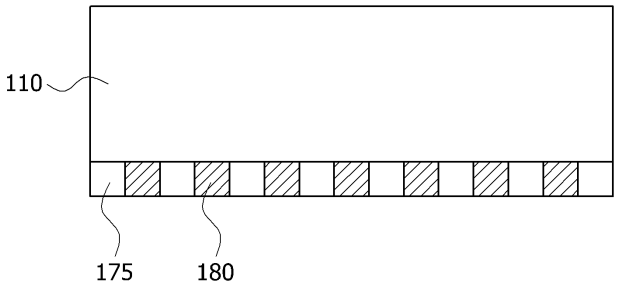
도면2


100
170
160
150
140
130
122
121
120
110
180
d

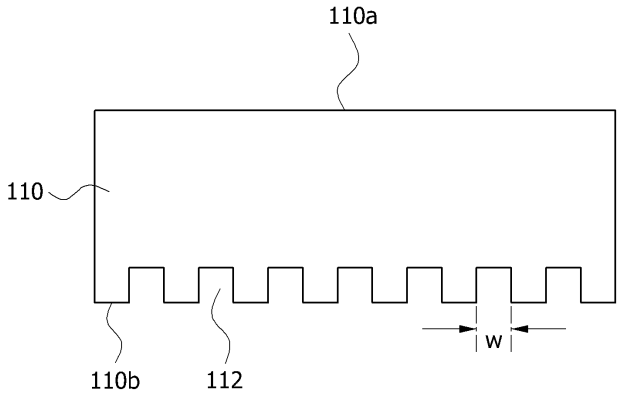
도면3



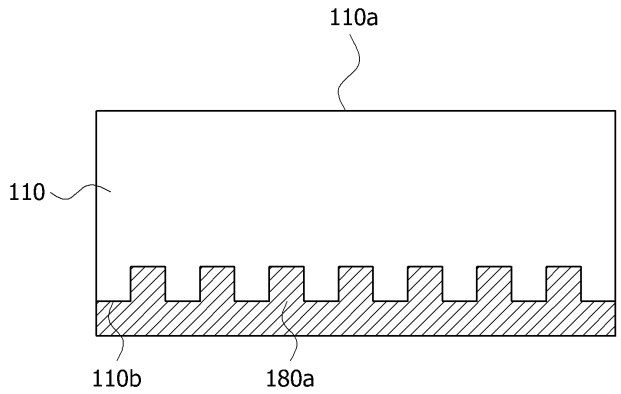
도면4



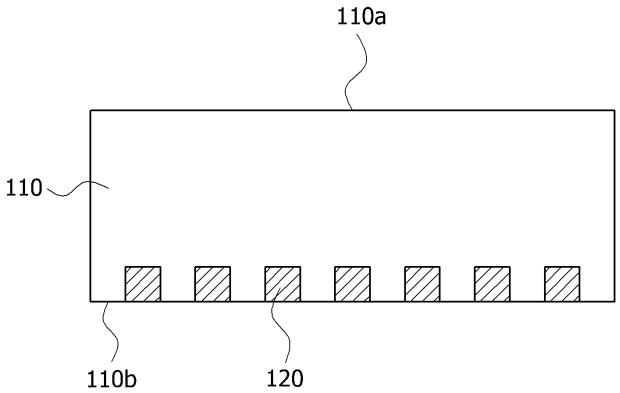
도면5



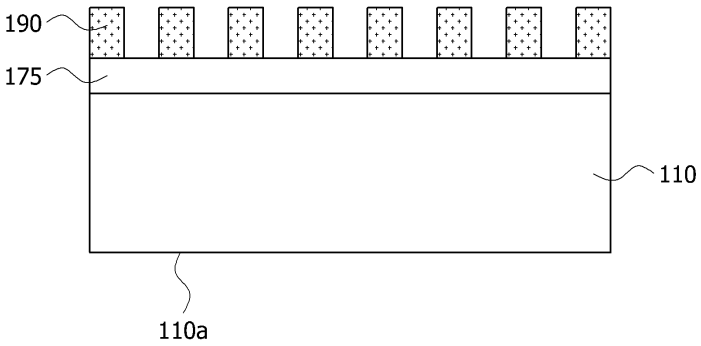
도면6



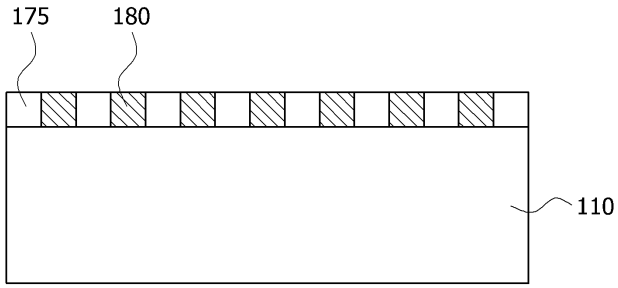
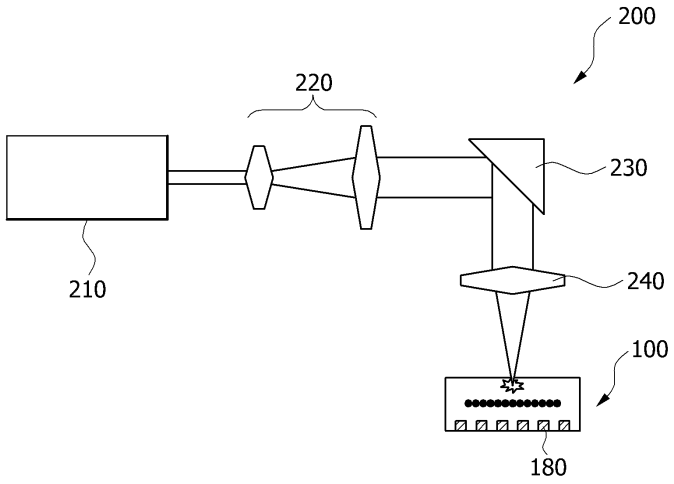
도면7



도면8



도면9



도면10