



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0025877
(43) 공개일자 2025년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70516 (2023.05)
G03F 7/70025 (2023.05)
(21) 출원번호 10-2023-0106829
(22) 출원일자 2023년08월16일
심사청구일자 2023년08월16일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
서용호
서울특별시 양천구 목동서로 280, 801동 301호 (신정동, 목동신시가지아파트8단지)
박현민
서울특별시 노원구 광운로2나길 30, 1동 205호 (월계동, 동신아파트)
(74) 대리인
유병욱

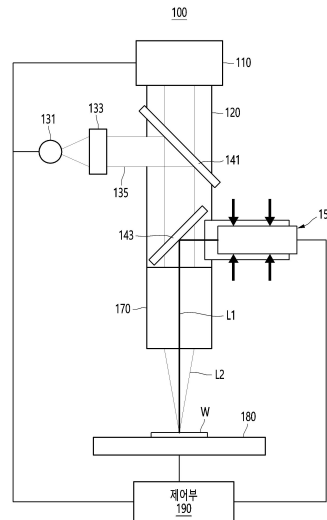
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은, 레이저를 조사하는 레이저 모듈부; 상기 레이저 모듈부에서 조사된 상기 레이저를 반사하거나 레이저의 진행 방향을 변경하는 레이저 스플리터; 상기 레이저 스플리터에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 상기 레이저가 통과하도록 마련되는 대물렌즈; 및 상기 레이저의 진행 방향에 대해서 상기 대물렌즈의 전방에 마련되고, 포토레지스트가 코팅된 웨이퍼가 놓이는 웨이퍼 스테이지;를 포함하며, 상기 레이저 모듈부는, 상기 레이저의 초점이 상기 대물렌즈의 중심에 일치하도록 상기 레이저의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/70291 (2023.05)

G03F 7/70833 (2023.05)

G03F 9/7023 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711190769
과제번호	2020R1A2C1099862
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	전자의 열적 요동 기반 열에너지 하베스팅을 위한 탄도성정류기 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345366497
과제번호	2020R1A6A1A03043435
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	하이브리드재료응용연구소
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

레이저를 조사하는 레이저 모듈부;

상기 레이저 모듈부에서 조사된 상기 레이저를 반사하거나 레이저의 진행 방향을 변경하는 레이저 스플리터;

상기 레이저 스플리터에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 상기 레이저가 통과하도록 마련되는 대물렌즈; 및
상기 레이저의 진행 방향에 대해서 상기 대물렌즈의 전방에 마련되고, 포토레지스트가 코팅된 웨이퍼가 놓이는 웨이퍼 스테이지;를 포함하며,

상기 레이저 모듈부는, 상기 레이저의 초점이 상기 대물렌즈의 중심에 일치하도록 상기 레이저의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이저 모듈부는,

상기 레이저를 조사하는 레이저 다이오드 및 상기 레이저 다이오드의 둘레에 마련되어 상기 레이저 다이오드에서 조사되는 상기 레이저의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하는 미세각도조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 미세각도조절부는

상기 레이저 다이오드의 길이 방향을 따라 이격 배치되되, 상기 레이저 다이오드의 원주 방향을 따라 동일한 사잇각을 가지도록 방사상으로 배치되는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 4

레이저를 조사하는 블루레이 모듈부;

상기 블루레이 모듈부에서 조사된 상기 레이저의 진행 방향 전방에 위치하며, 포토레지스트가 코팅된 웨이퍼가 놓이는 웨이퍼 스테이지; 및

상기 웨이퍼 스테이지에 대해서 상기 블루레이 모듈부와 동일한 쪽에 마련되는 대물렌즈;를 포함하며,

상기 블루레이 모듈부는 상기 대물렌즈의 광경로를 방해하거나 차단하지 않도록 상기 대물렌즈의 일측에 마련되는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 웨이퍼를 관찰하여 상기 레이저가 조사되어야 하는 상기 웨이퍼 상의 위치를 찾고,

상기 블루레이 모듈부에서 조사되는 상기 레이저의 초점 위치와 상기 대물렌즈의 초점 위치 사이의 상대 위치 또는 상대 좌표 만큼 상기 블루레이 모듈부를 이동시킨 위치에서 상기 웨이퍼에 상기 레이저를 조사하며,
상기 상대 위치 또는 상대 좌표 만큼 상기 블루레이 모듈부를 이동시킨 위치에서 조사되는 상기 레이저가 상기 웨이퍼 상에 도달하는 위치는 관찰한 상기 웨이퍼 상의 위치와 일치하는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 대물렌즈를 기준으로 상기 웨이퍼의 반대쪽에 마련되며, 상기 레이저가 상기 웨이퍼에 코팅된 포토레지스트를 감광시켜서 패턴을 형성하는 과정을 관찰하는 관찰부;

상기 관찰부와 상기 대물렌즈 사이에 마련되어 조명광을 제공하는 조명부; 및

상기 조명부에서 조사되는 조명광을 반사하거나 조명광의 진행 방향을 변경하는 조명광 스플리터;를 포함하며,

상기 조명광 스플리터에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 상기 조명광은 상기 대물렌즈를 통과하여 상기 웨이퍼에 도달하되, 상기 웨이퍼에 코팅된 포토레지스트를 감광시키지 않는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴의 분해능 또는 선의 굵기에 따라 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스팟 크기 또는 상기 레이저의 세기가 변하거나, 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 상하로 움직이는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴이 저분해능이거나 상기 패턴에 형성되는 선이 굵은 경우에는 상기 레이저의 초점면에서 상기 웨이퍼가 멀어지도록 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 아래쪽으로 움직여서 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스팟 크기를 키우고 상기 레이저의 세기를 높이는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴이 고분해능이거나 상기 패턴에 형성되는 선이 가는 경우에는 상기 레이저의 초점면에 상기 웨이퍼가 위치하도록 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 위쪽으로 움직여서 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스팟 크기를 줄이고 상기 레이저의 세기를 낮추는 것을 특징으로 하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 블루레이 모듈부에 포함된 기록용 대물렌즈는 상기 대물렌즈와 분리된 광학계를 형성하는 것을 특징으로

하는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 마스크리스 리소그래피를 짧은 시간에 간편하고 저렴한 비용으로 제조할 수 있는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 마스크리스 리소그래피(maskless lithography)는 반도체 등 소자 제조 공정을 단순화할 수 있는 장점을 가지고 있다. 즉, 마스크 없이 포토리소그래피 공정을 진행할 수 있다면 마스크 제작에 따른 시간과 비용을 줄이고, 다양한 패턴의 소자를 빠르고 효과적으로 제작할 수 있다.
- [0004] 상용화된 마스크리스 리소그래피 장비는 디지털 마이크로미러 디바이스(Digital Micromirror Device; DMD)기반으로 동작하며 고가의 가격 대비 분해능은 높지 않아서 많이 활용되지 않고 있다.
- [0005] 한편, 현재 주로 사용되고 있는 마스크리스 방식의 전자 빔 리소그래피(EBL, Electron Beam Lithography)는 얼라인 마크(alignment mark)를 포함하는 캐드 패턴을 작성하고, 진공 챔버 장착 및 펌핑 과정, 그리고 복잡한 얼라인먼트(alignment) 절차가 요구되며, 대면적 패터닝은 시간이 너무 오래 걸리는 단점이 있다.
- [0006] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2152463호(2020.08.31. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 마스크리스 리소그래피를 짧은 시간에 간편하고 저렴한 비용으로 제조할 수 있는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템을 제공한다.
- [0010] 본 발명은 소재 발굴과 소자 평가의 연구단계에서 고비용의 광마스크를 제작할 필요없이 바로 마스크리스 리소그래피를 적용할 수 있는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템을 제공한다.
- [0011] 본 발명은 2차원 물질과 같은 실리콘 대체 물질을 기반으로 하는 소자를 제작하고 연구하는데 유용하게 사용될 수 있는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템을 제공한다.
- [0012] 본 발명은 현미경을 포함하는 관찰부를 통해서 웨이퍼 상에 형성되어야 하는 패턴의 형태 내지 위치와 레이저의 스폿을 직접 보면서 리소그래피 공정을 진행할 수 있기 때문에 짧은 시간에 패터닝을 진행할 수 있는 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템을 제공한다.
- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은, 레이저를 조사하는 레이저 모듈부; 상기 레이저 모듈부에서 조사된 상기 레이저를 반사하거나 레이저의 진행 방향을 변경하는 레이저 스플리터; 상기 레이저 스플리터에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 상기 레이저가 통과하도록 마련되는 대물렌즈; 및 상기 레이저의 진행 방향에 대해서 상기 대물렌즈의 전방에 마련되고, 포토레지스트가 코팅된 웨이퍼가 놓이는 웨이퍼 스테이지;를 포함하며, 상기 레이저 모듈부는, 상기 레이저의 초점이 상기 대물렌즈의 중심에 일치하도록 상기 레이저의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다.
- [0017] 상기 레이저 모듈부는, 상기 레이저를 조사하는 레이저 다이오드 및 상기 레이저 다이오드의 둘레에 마련되어 상기 레이저 다이오드에서 조사되는 상기 레이저의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하는 미세각도조절부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 미세각도조절부는, 상기 레이저 다이오드의 길이 방향을 따라 이격 배치되되, 상기 레이저 다이오드의 원주 방향을 따라 동일한 사잇각을 가지도록 방사상으로 배치될 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은, 레이저를 조사하는 블루레이 모듈부; 상기 블루레이 모듈부에서 조사된 상기 레이저의 진행 방향 전방에 위치하며, 포토레지스트가 코팅된 웨이퍼가 놓이는 웨이퍼 스테이지; 및 상기 웨이퍼 스테이지에 대해서 상기 블루레이 모듈부와 동일한 쪽에 마련되는 대물렌즈;를 포함하며, 상기 블루레이 모듈부는 상기 대물렌즈의 광경로를 방해하거나 차단하지 않도록 상기 대물렌즈의 일측에 마련될 수 있다.
- [0020] 상기 웨이퍼를 관찰하여 상기 레이저가 조사되어야 하는 상기 웨이퍼 상의 위치를 찾고, 상기 블루레이 모듈부에서 조사되는 상기 레이저의 초점 위치와 상기 대물렌즈의 초점 위치 사이의 상대 위치 또는 상대 좌표 만큼 상기 블루레이 모듈부를 이동시킨 위치에서 상기 웨이퍼에 상기 레이저를 조사하며, 상기 상대 위치 또는 상대 좌표 만큼 상기 블루레이 모듈부를 이동시킨 위치에서 조사되는 상기 레이저가 상기 웨이퍼 상에 도달하는 위치는 관찰한 상기 웨이퍼 상의 위치와 일치할 수 있다.
- [0021] 상기 대물렌즈를 기준으로 상기 웨이퍼 반대쪽에 마련되며, 상기 레이저가 상기 웨이퍼에 코팅된 포토레지스트를 감광시켜서 패턴을 형성하는 과정을 관찰하는 관찰부; 상기 관찰부와 상기 대물렌즈 사이에 마련되어 조명광을 제공하는 조명부; 및 상기 조명부에서 조사되는 조명광을 반사하거나 조명광의 진행 방향을 변경하는 조명광 스플리터;를 포함하며, 상기 조명광 스플리터에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 상기 조명광은 상기 대물렌즈를 통과하여 상기 웨이퍼에 도달하되, 상기 웨이퍼에 코팅된 포토레지스트를 감광시키지 않을 수 있다.
- [0022] 상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴의 분해능 또는 선의 굵기에 따라 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스폿 크기 또는 상기 레이저의 세기가 변하거나, 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 상하로 움직일 수 있다.
- [0023] 상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴이 저분해능이거나 상기 패턴에 형성되는 선이 굵은 경우에는 상기 레이저의 초점면에서 상기 웨이퍼가 멀어지도록 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 아래쪽으로 움직여서 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스폿 크기를 키우고 상기 레이저의 세기를 높일 수 있다.
- [0024] 상기 웨이퍼에 형성되는 상기 패턴이 고분해능이거나 상기 패턴에 형성되는 선이 가는 경우에는 상기 레이저의 초점면에 상기 웨이퍼가 위치하도록 상기 웨이퍼 스테이지가 Z축 방향을 따라 위쪽으로 움직여서 상기 웨이퍼 상에 형성되는 상기 레이저의 스폿 크기를 줄이고 상기 레이저의 세기를 낮출 수 있다.
- [0025] 상기 블루레이 모듈부에 포함된 기록용 대물렌즈는 상기 대물렌즈와 분리된 광학계를 형성할 수 있다.
- [0027] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은 마스크를 사용하지 않고 관찰부를 통해서 레이저의 스폿과 웨이퍼의 표면에 형성되는 패턴을 보면서 패턴닝을 할 수 있기 때문에 리소그래피를 짧은 시간에 간편하

고 저렴한 비용으로 제조할 수 있다.

- [0030] 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은 소재 발굴과 소자 평가의 연구단계에서 고비용의 광마스크를 제작할 필요없이 바로 마스크리스 리소그래피를 적용할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은 2차원 물질과 같은 실리콘 대체 물질을 기반으로 하는 소자를 제작하고 연구하는데 유용하게 사용될 수 있다.
- [0032] 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은 전이금속 디칼코게나이드(TMDC) 또는 그래핀과 같은 2차원 물질의 연구에 이용될 수 있으며, 반도체 소자 뿐만 아니라 태양광 소자, 에너지하베스팅 소자 등을 제작하여 I-V 곡선과 수송 특성을 연구하는데 이용될 수 있다.
- [0033] 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템은 마이크로미터 수준의 선폭의 패터닝으로 손쉽게 소자를 제작할 수 있고, 비용면에서 저렴한 연구용 소자의 제조 공정을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 레이저 모듈부를 도시한 사시도이다.
- 도 3은 도 2에 따른 레이저 모듈부의 종단면도이다.
- 도 4는 도 2에 따른 레이저 모듈부의 횡단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 6은 도 1 및 도 5에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템이 웨이퍼 상에 패턴을 형성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련 된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범 위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소 들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0038] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0039] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0040] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되 어야 한다.
- [0041] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단 지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품 에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.

- [0042] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 구성을 도시한 도면, 도 2는 도 1에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 레이저 모듈부를 도시한 사시도, 도 3은 도 2에 따른 레이저 모듈부의 종단면도, 도 4는 도 2에 따른 레이저 모듈부의 횡단면도, 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템의 구성을 도시한 도면, 도 6은 도 1 및 도 5에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템이 웨이퍼 상에 패턴을 형성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해서 상세히 설명하기로 한다.
- [0048] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 레이저(L1)를 조사하는 레이저 모듈부(150); 레이저 모듈부(150)에서 조사된 레이저(L1)를 반사하거나 레이저의 진행 방향을 변경하는 레이저 스플리터(143); 레이저 스플리터(143)에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 레이저(L1)가 통과하도록 마련되는 대물렌즈(170); 및 레이저(L1)의 진행 방향에 대해서 대물렌즈(170)의 전방에 마련되고, 포토레지스트(PR: Photoresist)가 코팅된 웨이퍼(W)가 놓이는 웨이퍼 스테이지(180);를 포함할 수 있다.
- [0049] 여기서, 레이저 모듈부(150)는, 레이저(L1)의 초점이 대물렌즈(170)의 중심에 일치하도록 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다. 대물렌즈(170)는 리소그래피 공정 또는 패터닝 과정을 관찰하는 관찰용 대물렌즈이다.
- [0050] 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 레이저(L1)에 의해서 웨이퍼(W)에 패턴이 형성되는 과정을 직접 육안으로 관찰하면서 리소그래피 공정을 수행할 수 있기 때문에 웨이퍼(W) 위에 마스크(mask)를 위치시킬 필요가 없고, 빠르게 리소그래피 공정을 수행할 수 있다.
- [0051] 웨이퍼(W)의 표면에는 포토레지스트(PR)가 코팅되어 있는데, 포토레지스트(PR)는 레이저 모듈부(150)에서 조사되는 레이저(L1)에 의해 감광됨으로써 웨이퍼(W)에 패턴이 생기게 된다.
- [0052] 이를 위해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 대물렌즈(170)를 기준으로 웨이퍼(W)의 반대쪽에 마련되며, 레이저(L1)가 웨이퍼(W)에 코팅된 포토레지스트(PR)를 감광시켜서 패턴을 형성하는 과정을 관찰하는 관찰부(110); 관찰부(110)와 대물렌즈(170) 사이에 마련되어 조명광을 제공하는 조명부(131); 및 조명부(131)에서 조사되는 조명광을 반사하거나 조명광의 진행 방향을 변경하는 조명광 스플리터(141);를 포함할 수 있다.
- [0053] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은 현미경의 경통과 유사한 형태를 가지는 중공의 본체(120)의 상단에 관찰부(110)가 마련되고 본체(120)의 하단에 대물렌즈(170)가 마련될 수 있다.
- [0054] 관찰부(110)는, 대물렌즈(170)의 하부에 위치하는 웨이퍼(W)의 표면 또는 웨이퍼(W)의 표면에 코팅된 포토레지스트(PR)에 도달하여 포토레지스트(PR)를 감광하여 패터닝하는 과정을 작업자가 육안으로 직접 관찰할 수 있는 카메라 등으로 마련될 수 있다.
- [0055] 본체(120)의 일측에는 조명부(131)가 마련될 수 있는데, 조명부(131)는 관찰부(110)와 대물렌즈(170)의 사이에 위치할 수 있다. 조명부(131)는 본체(120)와 연통되는 조명광 통로(135)의 일단에 마련될 수 있다.
- [0056] 조명부(131)에서 발생된 관찰용 조명광은 조명광 통로(135)를 통해 본체(120)의 내부로 제공될 수 있다. 이때, 조명부(131)에서 발생된 관찰용 조명광은 조명부(131)와 조명광 통로(135)의 일단 사이에 마련된 렌즈(133)를 통과하면서 집광된 후 조명광 통로(135)의 내부를 통과할 수 있다.
- [0057] 도 1을 참조하면, 조명광 통로(135)는 본체(120)에 대해서 교차하는 방향으로 연결되어 있는 반면에, 대물렌즈(170) 및 웨이퍼(W)는 본체(120)와 나란한 방향으로 배치되어 있다. 따라서, 조명부(131)에서 발생된 관찰용 조

명광이 대물렌즈(170) 및 웨이퍼(W)를 향하기 위해서는 관찰용 조명광의 진행 방향이 바뀌어야 한다.

- [0058] 이를 위해, 조명광 통로(135)의 타단 일측에 조명광 스플리터(141)가 마련될 수 있다. 조명광 스플리터(141)는 조명광 통로(135)를 통과한 관찰용 조명광을 반사하거나 관찰용 조명광의 진행 방향을 변경할 수 있다. 즉, 조명광 통로(135)를 통과한 관찰용 조명광은 조명광 스플리터(141)에 부딪힌 후 대물렌즈(170)를 향하도록 진행 방향이 변경되거나 반사될 수 있다. 이와 같이, 조명광 스플리터(141)에 의해서 반사된 관찰용 조명광은 대물렌즈(170)를 통과하여 웨이퍼(W)까지 도달할 수 있다.
- [0059] 한편, 관찰용 조명광은 대물렌즈(170)를 통과하여 최종적으로 웨이퍼(W)의 표면에 도달하게 되는데, 웨이퍼(W)의 표면에 코팅된 포토레지스트(PR)가 관찰용 조명광에 의해서 감광될 수도 있다. 웨이퍼(W)의 표면에 코팅된 포토레지스트(PR)는 레이저 모듈부(150)에서 조사된 레이저(L1)에 의해서만 감광되어야 하고 관찰용 조명광에 의해서는 감광되어서는 안 된다.
- [0060] 따라서, 조명부(131)에서 제공되는 관찰용 조명광은 포토레지스트(PR)를 감광시키지 않는 파장을 가지는 것이 바람직하다. 따라서, 관찰용 조명광은 자외선 파장대 이외의 파장을 가지는 빛으로 제공될 수 있다. 예를 들면, 조명부(131)는 Red LED로 마련되고 조명부(131)에서 발생하는 관찰용 조명광은 적색광으로 제공되기 때문에 관찰용 조명광에 의해서 포토레지스트는 감광되지 않는다. 특히, 조명부(131)에서 발생하는 관찰용 조명광이 적색광인 경우에 적색광은 그래핀과 같은 2차원 물질의 관찰에 유리하다. 웨이퍼(W)에 닿은 관찰용 조명광(적색광)을 관찰부(110)를 통해 관찰함으로써 그래핀과 같은 2차원 물질의 위치를 확인할 수 있고, 이 상태에서 리소그래피 공정을 진행할 수 있다.
- [0061] 이와 같이, 조명광 스플리터(141)에 의해 반사되거나 진행 방향이 변경된 관찰용 조명광은 대물렌즈(170)를 통과하여 웨이퍼(W)에 도달하되, 웨이퍼(W)에 코팅된 포토레지스트(PR)를 감광시키지 않을 수 있다.
- [0062] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)의 본체(120)의 일측에 레이저 모듈부(150)가 마련될 수 있다. 레이저 모듈부(150)는 조명부(131)와 대물렌즈(170)의 사이에 위치하도록 본체(120)의 일측에 마련될 수 있다.
- [0063] 레이저 모듈부(150)는 웨이퍼(W)의 포토레지스트(PR)를 감광하는 레이저(L1)를 조사하되 레이저(L1)가 대물렌즈(170)의 중심에 초점이 닿을 수 있도록 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다.
- [0064] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)의 레이저 모듈부(150)는, 레이저(L1)를 조사하는 레이저 다이오드(160, Laser Diode) 및 레이저 다이오드(160)의 둘레에 마련되어 레이저 다이오드(160)에서 조사되는 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하는 미세각도조절부(155)를 포함할 수 있다.
- [0065] 레이저 다이오드(160)는 일단에 커버그래스(162)가 마련된 금속 캡(161), 금속 캡(161)의 타단에 접촉하도록 마련되는 금속 스템(163)을 포함할 수 있다. 금속 캡(161)과 마주 보는 금속 스템(163)의 일단에는 복수개의 리드선(169)이 연장 형성될 수 있다. 리드선(169)에 전원이 인가되면 레이저(L1)가 커버그래스(162)를 통해 외부로 방사될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)의 레이저 모듈부(150)는 레이저 다이오드(160)에서 조사되는 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하여 레이저(L1)의 중심이 대물렌즈(170)의 중심(L2)에 닿게 제어할 수 있다.
- [0067] 레이저 모듈부(150)는 레이저 다이오드(160)를 둘러싸는 실린더 하우징(151)을 포함할 수 있다. 실린더 하우징(151)은 내부가 비어 있는 중공의 원통형 부재이며, 길이방향의 양단은 개구되어 있다. 레이저 다이오드(160)는 실린더 하우징(151)의 개구된 양단 중 어느 일단을 통해서 실린더 하우징(151)의 내부에 삽입될 수 있다.
- [0068] 도 2를 참조하면, 레이저 다이오드(160)의 커버그래스(162)는 실린더 하우징(151)의 개구부(152) 쪽에 위치한다. 따라서, 커버그래스(162) 또는 금속 캡(161)에서 발생된 레이저(L1)는 실린더 하우징(151)의 개구부(152)를 통과하여 진행하게 된다.
- [0069] 도 3 및 도 4를 참조하면, 실린더 하우징(151)의 내경은 레이저 다이오드(160)의 금속 캡(161) 또는 금속 스템(163)의 외경 보다 크게 마련되어 있다. 따라서, 실린더 하우징(151)의 내경과 금속 캡(161) 또는 금속 스템(163)의 외경 사이에는 간극(간격)이 존재하게 된다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)의 레이저 모듈부(150)는 실린더 하

우징(151)의 내부에서 레이저 다이오드(160)의 위치 또는 자세를 조정함으로써 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다. 즉, 실린더 하우징(151)은 위치 또는 자세가 고정된 상태에서 실린더 하우징(151)에 대한 레이저 다이오드(160)의 상대 위치 또는 자세를 조정하여 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다.

- [0071] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 레이저 모듈부(150)는 레이저 다이오드(160)의 둘레에 마련되어 레이저 다이오드(160)에서 조사되는 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정하는 미세각도조절부(155)를 포함할 수 있다.
- [0072] 여기서, 미세각도조절부(155)는, 레이저 다이오드(160)의 길이 방향을 따라 이격 배치되며, 레이저 다이오드(160)의 원주 방향을 따라 동일한 사잇각을 가지도록 방사상으로 배치될 수 있다.
- [0073] 도 3 및 도 4를 참조하면, 미세각도조절부(155)는 나사산이 형성되어 있는 나사부(157) 및 나사부(157)의 상단에 마련되는 머리부(156)를 포함할 수 있다.
- [0074] 미세각도조절부(155)는 나사부(157)가 실린더 하우징(151)을 관통하여 하단이 레이저 다이오드(160)의 금속 캡(161)의 외면에 닿도록 마련될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 미세각도조절부(155)는 실린더 하우징(151)의 길이 방향을 따라 복수개가 이격하여 마련될 수 있다.
- [0075] 이와 같이, 미세각도조절부(155)가 실린더 하우징(151)의 길이 방향을 따라 이격하여 마련됨으로써 레이저 다이오드(160)에서 조사되는 레이저(L1)의 조사 각도를 조정할 수 있다.
- [0076] 예를 들면, 도 3에 도시된 상태에서, 좌측에 위치한 미세각도조절부(155)의 나사부(157)는 아래쪽으로 많이 전진시키고 우측에 위치한 미세각도조절부(155)의 나사부(157)는 아래쪽으로 상대적으로 조금 전진시키면, 레이저 다이오드(160)의 금속 캡(161)은 아래쪽을 향하게 되기 때문에 레이저(L1)는 아래쪽으로 조사된다. 반면에, 좌측에 위치한 미세각도조절부(155)의 나사부(157)는 아래쪽으로 조금 전진시키고 우측에 위치한 미세각도조절부(155)의 나사부(157)는 아래쪽으로 상대적으로 많이 전진시키면, 레이저 다이오드(160)의 금속 캡(161)은 위쪽을 향하기 때문에 레이저(L1)는 위쪽으로 조사된다.
- [0077] 레이저 다이오드(160)가 실린더 하우징(151)의 중심에 대해서 일정한 위치에 유지할 수 있도록 레이저 다이오드(160)을 하부를 접촉 지지하는 미세각도조절부(155)가 마련되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 도 4에 도시된 바와 같이, 복수개의 미세각도조절부(155)는, 레이저 다이오드(160)의 원주 방향을 따라 동일한 사잇각을 가지도록 방사상으로 배치될 수 있다.
- [0078] 도 4를 참조하면, 실린더 하우징(151)의 중심을 지나는 반지름 방향을 따라 3개의 미세각도조절부(155)가 120도 간격을 두고 방사상으로 배치될 수 있다. 여기서, 120도 간격으로 배치된 3개의 미세각도조절부(155)의 나사부(157)의 전진 또는 후진 정도를 조절함으로써 레이저 다이오드(160)에서 조사되는 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 조정할 수 있다.
- [0079] 한편, 복수개의 미세각도조절부(155)는 작업자가 수동으로 전진 또는 후진 정도를 조절할 수도 있고, 별도의 구동부(미도시)를 연결하여 자동으로 조절할 수도 있다. 예를 들면, 작업자는 관찰부(110)를 통해 레이저(L1)의 초점이 대물렌즈(170)의 중심에 닿도록 미세각도조절부(155) 각각의 전진 또는 후진을 조절할 수 있다. 또한, 복수개의 미세각도조절부(155) 각각의 전진 및 후진을 가능하게 하는 구동부를 구비하고, 구동부의 작동을 제어하는 제어부(190)를 구비할 수 있다.
- [0080] 제어부(190)는 관찰부(110), 조명부(131), 레이저 모듈부(150), 웨이퍼 스테이지(180)의 작동을 제어하거나 작동 관련 정보를 송수신할 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은 자동화프로그램을 이용하거나 제어부(190)가 관찰부(110)에서 수신된 영상 정보를 분석하고 레이저 모듈부(150)의 미세각도조절부(155)의 전진 또는 후진을 제어함으로써 레이저(L1)의 초점이 대물렌즈(170)의 중심에 닿도록 제어할 수 있다.
- [0082] 제어부(190)는 레이저(L1)의 초점이 대물렌즈(170)의 중심에 닿을 때 미세각도조절부(155)의 위치에 관한 정보를 수신하여 저장함으로써, 다음 리소그래피 공정에 저장된 정보를 불러와 이용할 수도 있다.
- [0083] 웨이퍼(W)에 코팅된 포토레지스트(PR)에 레이저(L1)에 의해 광감되어야 하는 패턴은 이미지 정보(또는 좌표 정보)로 변환되어 제어부(190)에 미리 입력될 수 있다. 제어부(190)는 패턴에 관한 이미지 정보(또는 좌표 정보)에 따라 웨이퍼 스테이지(180) 및 레이저 모듈부(150)의 작동을 제어하여 리소그래피 공정을 수행할 수 있다.

- [0084] 레이저 모듈부(150)의 레이저 다이오드(160)는 405nm의 레이저를 만들어 웨이퍼(W)를 향하도록 조사할 수 있다.
- [0085] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 레이저 모듈부(150)의 미세각도조절부(155)의 전진 또는 후진을 미세하게 조절함으로써 조사되는 405nm 레이저(L1)의 조사 각도 또는 진행 방향을 미세하고 정밀하게 조절하여 대물렌즈(170)의 중심에 레이저(L1)의 초점이 닿을 수 있다. 대물렌즈(170)를 통해서 조사된 레이저(L1) 빔은 포토레지스트(PR)가 코팅된 웨이퍼(W)에 닿으면 포토레지스트(PR)를 감광시켜서 웨이퍼(W)에 패터를 남기게 된다. 관찰부(110)를 통해서 웨이퍼(W) 위에 패터닝되는 반도체 소재와 레이저(L1)의 초점을 직접 관찰하면서 원하는 위치에 패터닝이 만들어지도록 웨이퍼 스테이지(180)를 XYZ축 방향으로 조절할 수 있다.
- [0086] 도 1 내지 도 4에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 진공 시스템을 사용하지 않고, 정렬 표시(align mark)를 포함하는 캐드 패터를 작성하고 정렬(align)하는 과정이 없기 때문에 짧은 시간과 비용으로 리소그래피 공정을 수행할 수 있다.
- [0087] 레이저 모듈부(150)의 레이저 다이오드(160)에서 조사된 레이저(L1) 빔은 레이저 스플리터(143)에 반사되거나 진행 방향이 변경되어 대물렌즈(170)를 향하게 된다. 레이저(L1) 빔은 대물렌즈(170)를 통과하면서 초점이 최소화되고, 포토레지스트(PR)이 코팅된 웨이퍼(W)에 닿으면 포토레지스트(PR)를 감광시켜서 패터를 새긴다. 또한, 시료 관찰용 조명부(131)로 Red LED를 사용하여 관찰용 조명광(적색광)에 의해 포토레지스트(PR)가 감광되지 않도록 하며, 관찰부(110)를 통해서 패터닝 작업의 영상이미지를 관찰할 수 있다. 웨이퍼(W) 위에 반도체 소재와 레이저(L1)의 초점을 직접 관찰하며 원하는 위치에 패터닝이 될 수 있도록 웨이퍼 스테이지(180)를 XYZ축 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [0088] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은 관찰부(110)를 통해서 레이저(L1) 및 웨이퍼(W)를 보면서 포토레지스트를 감광시키는 패터닝을 진행할 수 있기 때문에 리소그래피 공정에 소요되는 시간을 줄일 수 있다.
- [0089] 한편, 미세한 선을 이용하여 패터닝의 면을 채우는 과정은 시간을 많이 소요하게 되므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은 시간을 단축하기 위해서 미세한 패터닝이 필요한 영역과 그렇지 않은 영역을 구분하여 패터닝 하는 방식을 이용할 수 있다.
- [0090] 도 6에서 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)에 패터닝되는 반도체 소자는 중앙 부분에 미세한 패터닝이 필요한 영역(A1,A2)과, 큰 콘택트 패드(contact pad)들로 구성되는 바깥쪽 영역(A3)을 포함할 수 있다.
- [0091] 콘택트 패드(contact pad)들은 외부 측정 분석 장치들과 연결을 위한 터미널(terminal) 또는 단자 역할을 하기 때문에 사용상의 편의를 위해 크게 제작되며 고분해능을 필요로 하지 않는다.
- [0092] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 공정 시간을 단축하기 위해 콘택트 패드들이 있고 고분해능을 필요로 하지 않는 바깥쪽 영역(A3)은 레이저(L1)의 스팟(spot) 크기를 키워서 굵은 선폭으로 패터닝의 면을 채우는 방식의 자동화 프로그램을 이용할 수 있다. 여기서, 레이저(L1)의 스팟 크기를 키우기 위해서는 웨이퍼 스테이지(180)의 Z축 방향 위치가 초점면에서 약간(예를 들면, 10 μ m 이내) 멀어지게 하면 된다. 다만, 이때 레이저(L1)의 광량이 부족해서 포토레지스트(PR)의 감광이 안 될 수 있기 때문에, 레이저(L1)의 세기(강도)를 그만큼 높여주는 것이 바람직하다. 또한, 고분해능을 필요로 하지 않는 바깥쪽 영역(A3)을 패터닝 하는 경우에는 빠른 속도로 레이저(L1)의 스팟을 이동시키는 것이 바람직하다(fast writing scanning). 이러한 전 과정은 컴퓨터를 기반으로 프로그램을 이용하여 전자동으로 제어될 수 있다.
- [0093] 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 가운데 영역(A1,A2)은 미세하게 패터닝 하기 위해 웨이퍼 스테이지(180)의 Z축 방향 위치를 초점에 맞추고 레이저(L1)의 세기를 낮춰서 패터닝의 선을 채우는 방식으로 작동한다. 가장 가운데 영역(A1)은 가장 높은 분해능이 요구되기 때문에 단선을 이용하여 패터닝을 하게 된다. 이때 선의 굵기는 레이저(L1)의 세기와 스팟이 움직이는 속도에 의해서 결정될 수 있다. 상대적으로 높은 분해능을 필요로 하는 영역(A1,A2)을 패터닝 하는 경우에는 바깥쪽 영역(A3) 보다는 느린 속도로 레이저(L1)의 스팟을 이동시키는 것이 바람직하다(slow and middle writing scanning).
- [0094] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 포토레지스트(PR)의 감광에 의해 웨이퍼(W)에 형성되는 패터닝의 분해능 또는 선의 굵기에 따라 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기 또는 레이저(L1)의 세기가 변하거나, 웨이퍼 스테이지(180)가 Z축 방향을 따라 상하로 움직일 수 있다.

- [0095] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 웨이퍼(W)에 형성되는 패턴이 저분해능이거나 패턴에 형성되는 선이 굵은 경우에는 레이저(L)의 초점면에서 웨이퍼(W)가 멀어지도록 웨이퍼 스테이지(180)가 Z축 방향을 따라 아래쪽으로 움직여서 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기를 키우고 레이저(L1)의 세기를 높일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 레이저(L1)의 스팟 크기를 키우기 위해서 레이저(L1)의 초점은 오프 포커스(off-focus)되게 하고 레이저(L1)의 광량은 늘여야 한다. 레이저(L1)의 광량을 늘이기 위해서는 레이저 다이오드(160)의 리드선(169)에 공급되는 파워를 키워야 한다.
- [0096] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 웨이퍼(W)에 형성되는 패턴이 고분해능이거나 패턴에 형성되는 선이 가는 경우에는 레이저(L1)의 초점면에서 웨이퍼(W)가 위치하도록 웨이퍼 스테이지(180)가 Z축 방향을 따라 위쪽으로 움직여서 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기를 줄이고 레이저(L1)의 세기를 낮출 수 있다.
- [0097] 이때, 패턴에 형성되는 선의 굵기는 레이저(L1)의 세기 및 레이저(L1)의 스팟이 움직이는 속도에 의해 결정될 수 있다.
- [0099] 도 5에는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)이 도시되어 있다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 레이저(L1)를 조사하는 블루레이 모듈부(250); 블루레이 모듈부(250)에서 조사된 레이저(L1)의 진행 방향 전방에 위치하며, 포토레지스트(PR)가 코팅된 웨이퍼(W)가 놓이는 웨이퍼 스테이지(280); 및 웨이퍼 스테이지(280)에 대해서 블루레이 모듈부(250)와 동일한 쪽에 마련되는 대물렌즈(270);를 포함할 수 있다.
- [0100] 여기서, 블루레이 모듈부(250)는 대물렌즈(270)의 광경로를 방해하거나 차단하지 않도록 대물렌즈(270)의 일측에 마련될 수 있다. 대물렌즈(270)는 리소그래피 공정 또는 패터닝 과정을 관찰하는 관찰용 대물렌즈이다.
- [0101] 도 1에 도시된 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)과 마찬가지로, 도 5에 도시된 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)도 레이저(L1)에 의해서 웨이퍼(W)에 패턴이 형성되는 과정을 직접 육안으로 관찰하면서 리소그래피 공정을 수행할 수 있기 때문에 웨이퍼(W) 위에 마스크(mask)를 위치시킬 필요가 없고, 빠르게 리소그래피 공정을 수행할 수 있다.
- [0102] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 대물렌즈(270)를 기준으로 웨이퍼(W)의 반대쪽에 마련되며, 레이저(L1)가 웨이퍼(W)에 코팅된 포토레지스트(PR)를 감광시켜서 패턴을 형성하는 과정을 관찰하는 관찰부(210); 관찰부(210)와 대물렌즈(270) 사이에 마련되어 조명광을 제공하는 조명부(231); 및 조명부(231)에서 조사되는 조명광을 반사하거나 조명광의 진행 방향을 변경하는 조명광 스플리터(241);를 포함할 수 있다.
- [0103] 도 1과 마찬가지로 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)도 현미경의 경통과 유사한 형태를 가지는 중공의 본체(220)의 상단에 관찰부(210)가 마련되고 본체(220)의 하단에 대물렌즈(270)가 마련될 수 있다.
- [0104] 관찰부(210)는, 대물렌즈(270)의 하부에 위치하는 웨이퍼(W)의 표면 또는 웨이퍼(W)의 표면에 코팅된 포토레지스트(PR)에 도달하여 포토레지스트(PR)를 감광하여 패터닝 하는 과정을 작업자가 육안으로 직접 관찰할 수 있는 카메라 등으로 마련될 수 있다.
- [0105] 본체(220)의 일측에는 조명부(231)가 마련될 수 있는데, 조명부(231)는 관찰부(210)와 대물렌즈(270)의 사이에 위치할 수 있다. 조명부(231)는 상기 본체(220)와 연통되는 조명광 통로(235)의 일단에 마련될 수 있다.
- [0106] 조명부(231)에서 발생된 관찰용 조명광은 조명광 통로(235)를 통해 본체(220)의 내부로 제공될 수 있다. 이때, 조명부(231)에서 발생된 관찰용 조명광은 조명부(231)와 조명광 통로(235)의 일단 사이에 마련된 렌즈(233)를 통과하면서 집광된 후 조명광 통로(235)의 내부를 통과할 수 있다.
- [0107] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)의 관찰부(210), 조명부(231), 조명광 스플리터(241), 대물렌즈(270), 웨이퍼 스테이지(280), 웨이퍼(W)는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)의 관찰부(110), 조명부(131), 조명광 스플리터(141), 대물렌즈(170), 웨이퍼 스테이지(180), 웨이퍼(W)와 동일하므로, 반복적인 설명은 생략한다. 대표적으로, 조명부(231)는 Red LED로 마련되고 조명부(231)에서 발생하는 관찰용 조명광은 적색광으로 제공되기 때문에 관찰용 조명광에 의해

서 웨이퍼(W)에 코팅된 포토레지스트는 감광되지 않을 수 있다.

- [0108] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)과 달리 도 5에 도시된 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은 레이저 모듈부(150)를 대신하여 본체(220)의 일측에 블루레이 모듈부(250)가 마련될 수 있다.
- [0109] 블루레이 모듈부(250)는 블루레이 픽업 헤드(Blu-ray pick-up head)를 이용할 수 있다. 블루레이 모듈부(250)로 이용될 수 있는 블루레이 픽업 헤드는 레이저 다이오드(LD; Laser Diode) 뿐만 아니라, 초점 위치 조절용 Z축 모터와 XY용 보이스 코일(voice coil)을 포함할 수 있고, 집광렌즈(collimation lens)와 기록용 대물렌즈도 포함할 수 있다.
- [0110] 따라서, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 블루레이 픽업 헤드를 포함하는 블루레이 모듈부(250)와 같은 광학계를 이용함으로써 저렴한 비용으로 마스크리스 리소그래피를 완성할 수 있다.
- [0111] 다만, 블루레이 모듈부(250)의 헤드부분이 관찰용 대물렌즈(270)의 광경로를 가로막거나 가리기 때문에, 도 5에 도시된 바와 같이 블루레이 모듈부(250)를 관찰용 대물렌즈(270)의 옆에 배치시켜야 한다.
- [0112] 이와 같이, 두 개의 광학계를 분리하여 구성된 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)에서는 관찰용 대물렌즈(270)의 초점 위치와 블루레이 모듈부(250)의 초점 위치를 미리 확인하여 상대 좌표를 자동화 프로그램상에서 등록한다. 즉, 블루레이 모듈부(250)에 포함된 기록용 대물렌즈와 관찰용 대물렌즈(270)가 분리된 광학계를 구성한다.
- [0113] 이와 같이, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)의 대물렌즈(270)는 블루레이 모듈부(250)에 포함된 기록용 대물렌즈와 분리된 광학계를 형성할 수 있다.
- [0114] 정렬(align) 과정에서는 관찰용 대물렌즈(270)를 사용하여 원하는 위치를 찾고, 쓰기 과정에서는 상대 좌표만큼 이동한 위치에 쓰기를 시작한다. 대물렌즈(270)의 지름이 2~3cm 정도되고, 블루레이 모듈부(250)의 헤드의 크기 3cm 정도 되기 때문에, 웨이퍼 스테이지(280)는 1~2cm 이상 병진 운동할 수 있는 장거리 스테이지로 마련되는 것이 바람직하다.
- [0115] 도 5를 참조하면, 관찰부(210) 및 대물렌즈(270)는 동일한 광경로 상에 위치하는 반면에, 블루레이 모듈부(250)는 관찰부(210) 및 대물렌즈(270)의 광경로에서 일정한 거리(OD) 만큼 떨어진 위치에 마련되어 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은 관찰부(210)를 통해 웨이퍼(W)를 확인하면서 블루레이 모듈부(250)에서 조사되는 레이저(L1)로 리소그래피 공정을 할 수는 없다.
- [0116] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 관찰부(210)를 이용해서 웨이퍼(W)를 관찰하여 레이저(L1)가 조사되어야 하는 웨이퍼(W) 상의 위치(즉, 패턴이 형성되어야 하는 위치)를 찾고, 블루레이 모듈부(250)에서 조사되는 레이저(L1)의 초점 위치와 대물렌즈(270)의 초점 위치(L2) 사이의 상대 위치 또는 상대 좌표(OD) 만큼 블루레이 모듈부(270)를 이동시킨 위치에서 웨이퍼(W)에 레이저(L1)를 조사하여 포토레지스트(PR)를 감광시키게 된다.
- [0117] 한편, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 관찰부(210), 조명부(231), 블루레이 모듈부(250), 웨이퍼 스테이지(280)의 작동을 제어하거나 작동 관련 정보를 송수신할 수 있는 제어부(290)를 포함할 수 있다.
- [0118] 여기서, 대물렌즈(270)의 초점 위치(L2)와 블루레이 모듈부(250)에서 조사되는 레이저(L1)의 초점 위치 사이의 상대 위치 또는 상대 좌표(OD)는 미리 측정되거나 계산한 후 제어부(290)에 입력되거나 자동화된 프로그램에 반영될 수 있다.
- [0119] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200) 또는 제어부(290)는, 정렬(align) 과정에서는 관찰용 대물렌즈(270)를 사용하여 패턴링 해야 하는 웨이퍼(W) 상의 원하는 위치를 찾고, 레이저(L1)를 이용하여 포토레지스트(PR)를 감광시키는 쓰기 과정에서는 미리 입력된 상대 위치 또는 상대 좌표(OD)만큼 블루레이 모듈부(250)를 이동시킨 위치에 쓰기를 시작할 수 있다.
- [0120] 여기서, 상대 위치 또는 상대 좌표(OD) 만큼 블루레이 모듈부(250)를 이동시킨 위치에서 조사되는 레이저(L1)가 웨이퍼(W) 상에 도달하는 위치(즉, 웨이퍼(W) 상에서 레이저가 닿는 위치)는 관찰부(210)를 이용하여 관찰한 웨이퍼(W) 상의 위치와 일치할 수 있다.

- [0121] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)도 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)과 마찬가지로, 공정 시간을 단축하기 위해 도 6에 도시된 바와 같이, 콘택트 패드들이 있고 고분해능을 필요로 하지 않는 바깥쪽 영역(A3)은 레이저(L1)의 스팟(spot) 크기를 키워서 굵은 선폭으로 패턴의 면을 채우는 방식의 자동화 프로그램을 이용할 수 있다. 여기서, 레이저(L1)의 스팟 크기를 키우기 위해서는 웨이퍼 스테이지(280)의 Z축 방향 위치가 초점면에서 약간(예를 들면, 10 μ m 이내) 멀어지게 하면 된다. 다만, 이때 레이저(L1)의 광량이 부족해서 포토레지스트(PR)의 감광이 잘 안 될 수 있기 때문에, 레이저(L1)의 세기(강도)를 그만큼 높여주는 것이 바람직하다. 이러한 전 과정은 컴퓨터를 기반으로 프로그램을 이용하여 전자동으로 제어될 수 있다.
- [0122] 반면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100)은, 가운데 영역(A1, A2)은 미세하게 패턴링 하기 위해 웨이퍼 스테이지(280)의 Z축 방향 위치를 초점에 맞추고 레이저(L1)의 세기를 낮춰서 패턴의 선을 채우는 방식으로 작동한다. 가장 가운데 영역(A1)은 가장 높은 분해능이 요구되기 때문에 단선을 이용하여 패턴링을 하게 된다. 이때 선의 굵기는 레이저(L1)의 세기와 스팟이 움직이는 속도에 의해서 결정될 수 있다.
- [0123] 이와 같이, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 포토레지스트(PR)의 감광에 의해 웨이퍼(W)에 형성되는 패턴의 분해능 또는 선의 굵기에 따라 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기 또는 레이저(L1)의 세기가 변하거나, 웨이퍼 스테이지(280)가 Z축 방향을 따라 상하로 움직일 수 있다.
- [0124] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 웨이퍼(W)에 형성되는 패턴이 저분해능이거나 패턴에 형성되는 선이 굵은 경우에는 레이저(L)의 초점면에서 웨이퍼(W)가 멀어지도록 웨이퍼 스테이지(280)가 Z축 방향을 따라 아래쪽으로 움직여서 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기를 키우고 레이저(L1)의 세기를 높일 수 있다.
- [0125] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(200)은, 웨이퍼(W)에 형성되는 패턴이 고분해능이거나 패턴에 형성되는 선이 가는 경우에는 레이저(L1)의 초점면에 웨이퍼(W)가 위치하도록 웨이퍼 스테이지(280)가 Z축 방향을 따라 위쪽으로 움직여서 웨이퍼(W) 상에 형성되는 레이저(L1)의 스팟 크기를 줄이고 레이저(L1)의 세기를 낮출 수 있다.
- [0126] 이때, 패턴에 형성되는 선의 굵기는 레이저(L1)의 세기 및 레이저(L1)의 스팟이 움직이는 속도에 의해 결정될 수 있다.
- [0128] 한편, 본 발명의 발명자들은, 상기에서 설명한 본 발명에 따른 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템(100,200)을 이용한 마스크리스 직접 기록 리소그래피 공정시 선폭을 최소화하기 위해 레이저(L1) 빔 강도, 스캔 속도 및 스텝 크기 등에 대한 최적 조건을 실험적 및 이론적으로 조사하였다. 스캔 조건을 최적화한 결과 최소 선폭 1.8 μ m의 패턴을 그리는데 성공했다.

[0130] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

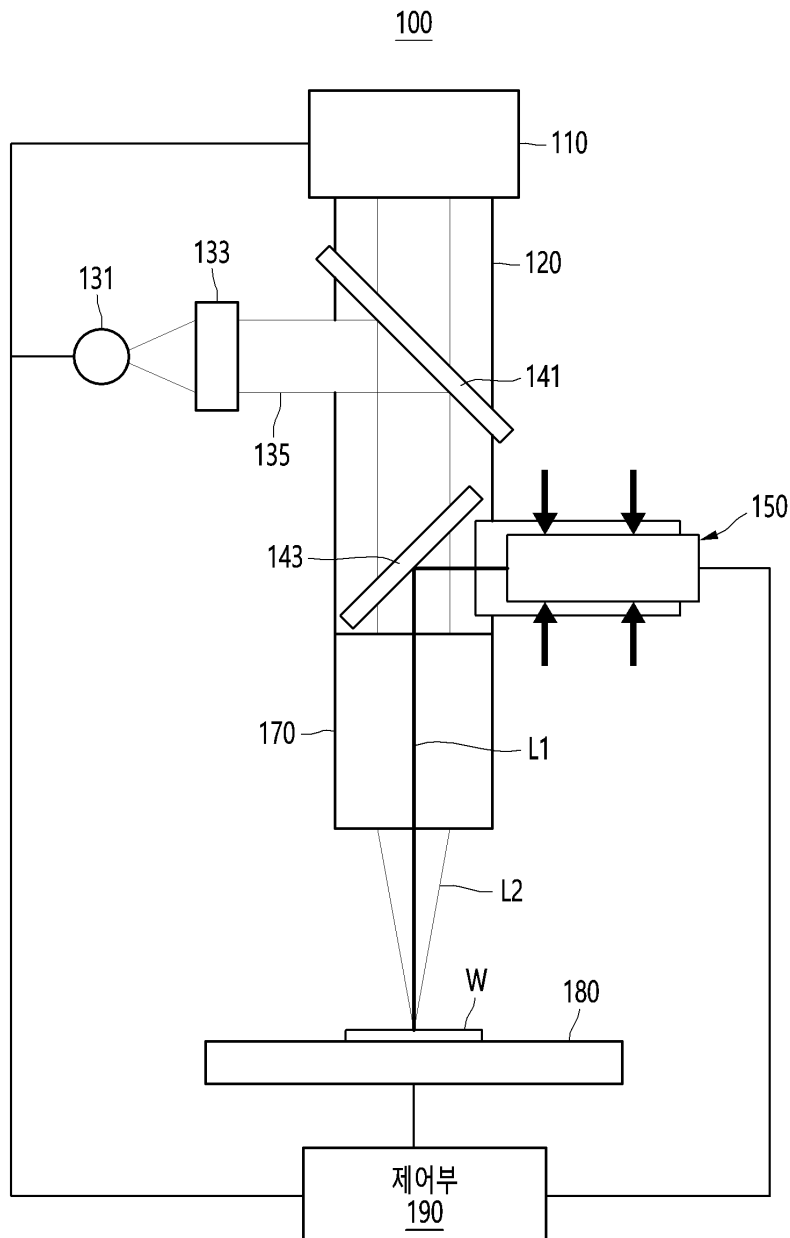
부호의 설명

- [0132] 100,200: 레이저 기반 직접 기록 리소그래피 시스템
110,210: 관찰부 120,220: 본체
131,231: 조명부 141,241: 조명광 스플리터

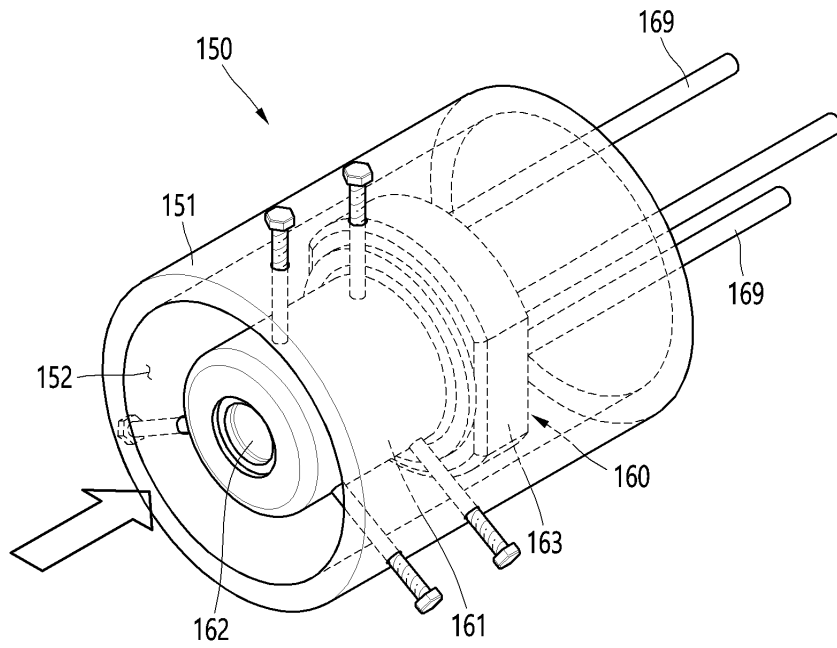
143: 레이저 스플리터 150: 레이저 모듈부
155: 미세각도조절부 160: 레이저 다이오드
170,180: 대물렌즈 180,280: 웨이퍼 스테이지
190,290: 제어부 250: 블루레이 모듈부
W: 웨이퍼

도면

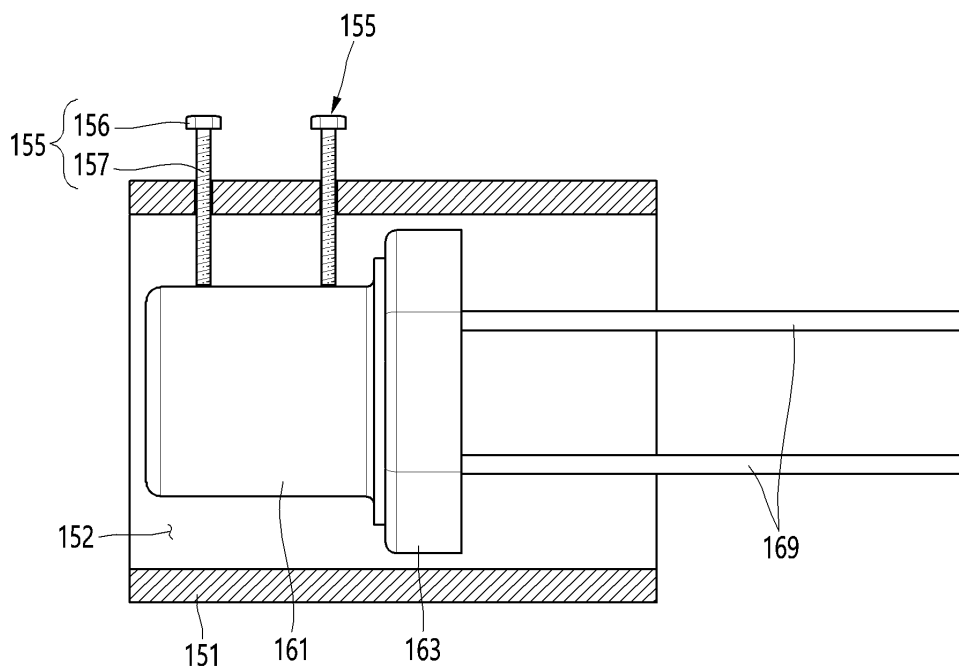
도면1



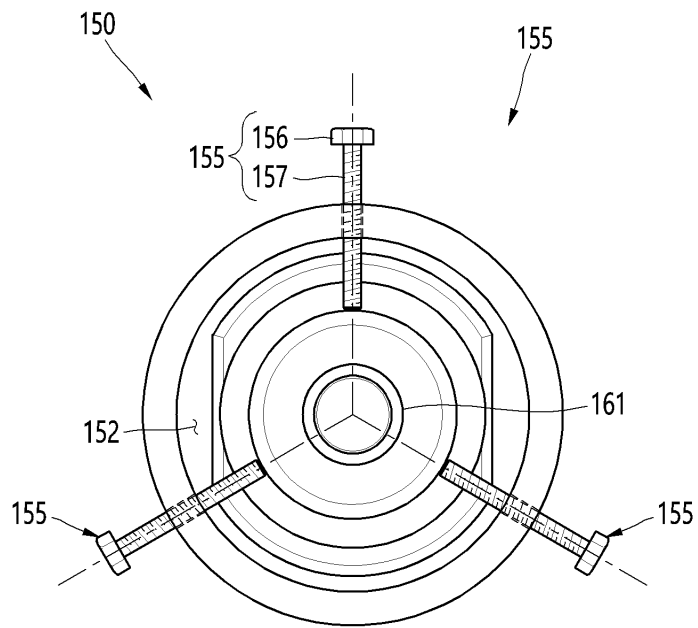
도면2



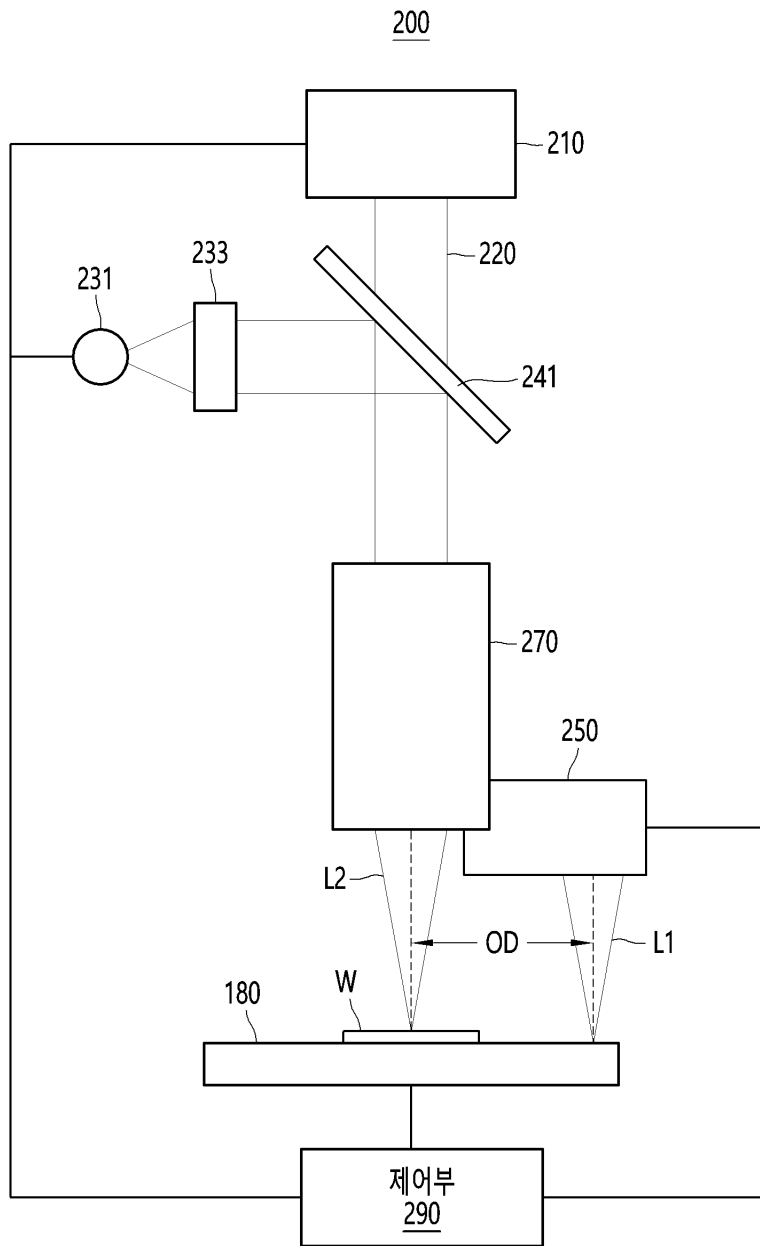
도면3



도면4



도면5



도면6

