(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0084932
(43) 공개일자 2024년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70291 (2023.05)
G03F 7/70358 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0169820
(22) 출원일자 2022년12월07일
심사청구일자 2022년12월07일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
장원석
대전광역시 서구 청사서로 11, 107동 904호(월평동, 무지개아파트)
최현
경상남도 진주시 진주대로 501(가좌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

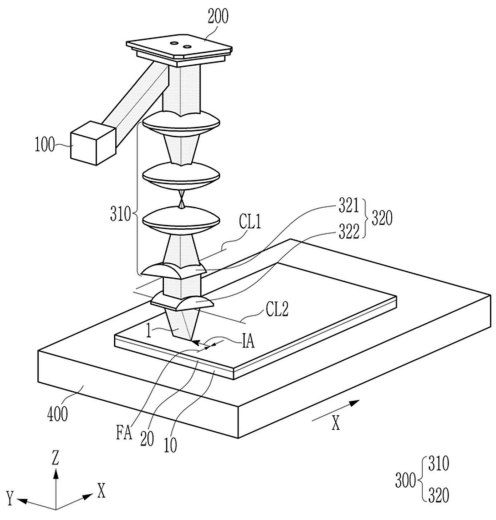
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **디지털 노광 시스템**

(57) 요 약

본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 기판에 광을 조사하는 광원; 상기 광원에서 출사된 광을 선택적으로 투과시켜 2차원 패턴 이미지를 형성하는 디지털 미러 소자; 상기 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하는 광학계; 상기 기판의 위치를 조절하여 상기 기판 위의 감광막에 상기 1차원 패턴 이미지를 연속적으로 스캔 노광하는 기판 스캐너를 포함하고, 상기 2차원 패턴 이미지는 상기 기판의 스캔 방향에 평행한 방향으로는 균일한 이미지를 가지고, 상기 기판의 스캔 방향에 수직한 방향으로는 목표 패턴의 이미지를 가지며, 상기 광학계는 복수의 프로젝션 렌즈, 그리고 상기 프로젝션 렌즈와 상기 기판 사이에 위치하는 실린드리컬 렌즈를 포함하고, 상기 실린드리컬 렌즈는 순차적으로 배치되는 제1 실린드리컬 렌즈 및 제2 실린드리컬 렌즈를 포함하고, 상기 제1 실린드리컬 렌즈의 제1 원주축은 상기 제2 실린드리컬 렌즈의 제2 원주축과 직교한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이원섭

인천광역시 부평구 동수로120번길 43(부평동, 부평엘에이치2단지)

임형준

대전광역시 유성구 가정북로 156(장동)

조현민

세종특별자치시 국책연구원1로 15(소담동, 새샘마을9단지)

김기홍

대전광역시 서구 둔산남로 127, 101동 1201호 (둔산동, 목련아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	236
과제번호	NK236E
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국기계연구원
연구사업명	주요사업
연구과제명	실시간 보정형 롤투롤 패터닝 핵심기술 개발(1-1) (3/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기계연구원
연구기간	2022.01.01~2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판에 광을 조사하는 광원;

상기 광원에서 출사된 광을 선택적으로 투과시켜 2차원 패턴 이미지를 형성하는 디지털 미러 소자;

상기 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하는 광학계;

상기 기판의 위치를 조절하여 상기 기판 위의 감광막에 상기 1차원 패턴 이미지를 연속적으로 스캔 노광하는 기판 스캐너

를 포함하고,

상기 2차원 패턴 이미지는 상기 기판의 스캔 방향에 평행한 방향으로는 균일한 이미지를 가지고, 상기 기판의 스캔 방향에 수직한 방향으로는 목표 패턴의 이미지를 가지며,

상기 광학계는

복수의 프로젝션 렌즈, 그리고

상기 프로젝션 렌즈와 상기 기판 사이에 위치하는 실린드리컬 렌즈

를 포함하고,

상기 실린드리컬 렌즈는 순차적으로 배치되는 제1 실린드리컬 렌즈 및 제2 실린드리컬 렌즈를 포함하고,

상기 제1 실린드리컬 렌즈의 제1 원주축은 상기 제2 실린드리컬 렌즈의 제2 원주축과 직교하는 디지털 노광 시스템.

청구항 2

제1항에서,

상기 2차원 패턴 이미지는

상기 기판의 스캔 방향과 평행한 방향으로 포커싱되고, 상기 기판의 스캔 방향과 수직한 방향으로 이미징되어 상기 1차원 패턴 이미지로 변조되고,

상기 제1 실린드리컬 렌즈의 상기 제1 원주축은 상기 기판의 스캔 방향과 평행한 포커싱 축이고,

상기 제2 실린드리컬 렌즈의 상기 제2 원주축은 상기 기판의 스캔 방향과 수직인 이미징 축인 디지털 노광 시스템.

청구항 3

제2항에서,

상기 제1 실린드리컬 렌즈 및 상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 포커싱 축으로는 평행광이 초점광으로 수렴하는 무한 켤레 광학계를 형성하고,

상기 제1 실린드리컬 렌즈 및 상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 이미징 축으로는 초점광이 초점광으로 수렴하는 유한 켤레 광학계를 형성하며,

상기 포커싱 축에서의 전체 초점 거리는 상기 이미징 축에서의 전체 초점 거리와 동일한 디지털 노광 시스템.

청구항 4

제3항에서,

상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 제1 실린드리컬 렌즈보다 상기 기판에 인접하게 배치되는 디지털 노광

시스템.

청구항 5

제4항에서,

상기 제2 실린드리컬 렌즈의 초점 거리는 상기 제1 실린드리컬 렌즈의 초점 거리보다 짧은 디지털 노광 시스템.

청구항 6

제1항에서,

상기 복수의 프로젝션 렌즈는

상기 디지털 미러 소자와 상기 제1 실린드리컬 렌즈 사이에 위치하는 제1 프로젝션 렌즈, 그리고

상기 제1 실린드리컬 렌즈와 상기 제2 실린드리컬 렌즈 사이에 위치하는 제2 프로젝션 렌즈

를 포함하는 디지털 노광 시스템.

청구항 7

제6항에서,

상기 복수의 프로젝션 렌즈는

상기 제2 실린드리컬 렌즈와 상기 기판 사이에 위치하는 제3 프로젝션 렌즈를 더 포함하는 디지털 노광 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 디지털 노광 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 디지털 미러 소자를 이용한 디지털 노광 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 디지털 노광 공정은 포토 노광 공정(photolithography)의 한 종류로서, 마스크 없이 원하는 패턴을 감광재(photoresist)에 제조하는 기술이다. 이러한 디지털 노광 공정은 디지털 장치가 패턴 이미지를 재생하고, 이미징 광학계를 이용하여 패턴 이미지를 기판에 투영하며, 이때 기판에 코팅된 감광재가 감광되어 패턴을 제작한다. 이 때, 패턴 이미지의 크기가 기판의 크기보다 작기 때문에, 기판의 위치마다 패턴 이미지를 바꾸어 가면서 노광 공정을 진행하여 기판 전체에 원하는 패턴을 제조한다.

[0003] 디지털 장치는 디지털 미러 소자(digital mirror device, DMD), 공간 광 변조기(spatial light modulator, SLM) 등이 있다. 특히, 디지털 미러 소자(DMD)를 이용한 디지털 노광 시스템은 디지털 미러 소자(DMD)에 의해 형성된 2차원 패턴 이미지를 광학계를 통해 기판 위로 투영시켜 노광 공정을 진행한다. 따라서, 디지털 미러 소자(DMD)를 이용한 디지털 노광 시스템은 2차원 패턴 이미지를 한 번에 노광할 수 있다는 장점으로 인해 스텝 앤 리피트(step & repeat)방식의 노광 공정에 최적화되어 있으며, 3D 프린터 등에 활발하게 적용되고 있다.

[0004] 그러나, 디지털 미러 소자(DMD)를 이용한 디지털 노광 시스템은 2차원 패턴 이미지를 한 번에 노광하기 때문에, 스캔 방식의 노광 공정에는 적합하지 않다. 롤투롤 노광 공정은 유연 기판을 연속 생산하기 위한 노광 방식으로, 롤 형태로 말려있는 유연 기판을 이송하면서 연속적인 노광을 진행한다. 그러나, 디지털 미러 소자를 이용한 디지털 노광 시스템은 스텝 앤 리피트(step & repeat)방식의 노광 공정에 최적화되어 있으므로, 롤이 연속적으로 이송되며 스캔 노광을 진행하는 롤투롤 노광 공정에 적용하기 어렵다. 또한, 롤투롤 노광 공정은 롤 형태의 유연 기판을 이송하면서 노광하는 방식이므로, 노광 정밀도 향상을 위해서 이송되는 롤의 변형 및 진동을 최소화할 필요가 있어서, 롤의 진동이 최소화되는 롤러의 표면에서 노광 공정을 진행해야 한다. 따라서, 2차원 평면 이미지를 투영 노광하는 디지털 미러 소자를 이용한 디지털 노광 시스템은 롤투롤 노광 공정에 적용하기 어렵다. 또한, 2차원 패턴 이미지를 한 번에 노광하므로, 기판 표면의 굴곡에 대응하기 어렵다. 이러한 이유로 디지털 미러 소자(DMD)를 이용한 디지털 노광 시스템은 기판의 변형(warpage)이 심하게 생길 수 있는 웨이퍼 레벨 패키지(wafer level package, WLP) 또는 패널 레벨 패키지(panel level package, PLP) 등 고성능 반도체 패

키지의 노광 공정에 적용하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 개시는 전술한 배경 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 스캔 방식으로 비평면 기판에 디지털 노광을 수행할 수 있고 수차를 최소화할 수 있는 디지털 노광 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 기판에 광을 조사하는 광원; 상기 광원에서 출사된 광을 선택적으로 투과시켜 2차원 패턴 이미지를 형성하는 디지털 미러 소자; 상기 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하는 광학계; 상기 기판의 위치를 조절하여 상기 기판 위의 감광막에 상기 1차원 패턴 이미지를 연속적으로 스캔 노광하는 기판 스캐너를 포함하고, 상기 2차원 패턴 이미지는 상기 기판의 스캔 방향에 평행한 방향으로는 균일한 이미지를 가지고, 상기 기판의 스캔 방향에 수직한 방향으로는 목표 패턴의 이미지를 가지며, 상기 광학계는 복수의 프로젝션 렌즈, 그리고 상기 프로젝션 렌즈와 상기 기판 사이에 위치하는 실린드리컬 렌즈를 포함하고, 상기 실린드리컬 렌즈는 순차적으로 배치되는 제1 실린드리컬 렌즈 및 제2 실린드리컬 렌즈를 포함하고, 상기 제1 실린드리컬 렌즈의 제1 원주축은 상기 제2 실린드리컬 렌즈의 제2 원주축과 직교한다.

[0007] 상기 2차원 패턴 이미지는 상기 기판의 스캔 방향과 평행한 방향으로 포커싱되고, 상기 기판의 스캔 방향과 수직한 방향으로 이미징되어 상기 1차원 패턴 이미지로 변조되고, 상기 제1 실린드리컬 렌즈의 상기 제1 원주축은 상기 기판의 스캔 방향과 평행한 포커싱 축이고, 상기 제2 실린드리컬 렌즈의 상기 제2 원주축은 상기 기판의 스캔 방향과 수직인 이미징 축일 수 있다.

[0008] 상기 제1 실린드리컬 렌즈 및 상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 포커싱 축으로는 평행광이 초점광으로 수렴하는 무한 켤레 광학계를 형성하고, 상기 제1 실린드리컬 렌즈 및 상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 이미징 축으로는 초점광이 초점광으로 수렴하는 유한 켤레 광학계를 형성하며, 상기 포커싱 축에서의 전체 초점 거리는 상기 이미징 축에서의 전체 초점 거리와 동일할 수 있다.

[0009] 상기 제2 실린드리컬 렌즈는 상기 제1 실린드리컬 렌즈보다 상기 기판에 인접하게 배치될 수 있다.

[0010] 상기 제2 실린드리컬 렌즈의 초점 거리는 상기 제1 실린드리컬 렌즈의 초점 거리보다 짧을 수 있다.

[0011] 상기 복수의 프로젝션 렌즈는 상기 디지털 미러 소자와 상기 제1 실린드리컬 렌즈 사이에 위치하는 제1 프로젝션 렌즈, 그리고 상기 제1 실린드리컬 렌즈와 상기 제2 실린드리컬 렌즈 사이에 위치하는 제2 프로젝션 렌즈를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 복수의 프로젝션 렌즈는 상기 제2 실린드리컬 렌즈와 상기 기판 사이에 위치하는 제3 프로젝션 렌즈를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 제1 실린드리컬 렌즈의 제1 원주축은 제2 실린드리컬 렌즈의 제2 원주축과 직교하도록 제1 실린드리컬 렌즈와 제2 실린드리컬 렌즈를 순차적으로 배치함으로써, 포커싱 축에서의 전체 초점 거리는 이미징 축에서의 전체 초점 거리와 동일하게 할 수 있다.

[0014] 따라서, 포커싱 축에서의 광학 파워와 이미징 축에서의 광학 파워를 동일하게 하여 수차를 최소화할 수 있다.

[0015] 또한, 디지털 미러 소자를 이용하여 기판의 스캔 방향으로는 균일한 이미지를 가지고, 기판의 스캔 방향에 수직한 방향으로는 목표 패턴의 이미지를 가지는 2차원 패턴 이미지를 형성하고, 광학계를 이용하여 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하며, 1차원 패턴 이미지를 연속적으로 스캔 노광함으로써, 스캔 방식의 디지털 노광 공정에 적용하여 생산성을 향상시킬 수 있다. 따라서, 롤투롤 방식의 디지털 노광 공정에 적용할 수 있다.

[0016] 또한, 1차원 패턴 이미지를 연속적으로 스캔 노광하여 기판에 패턴을 형성할 수 있으므로, 비평면 기판에 디지털 노광 공정을 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 사시도이다.

도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 정면도이다.

도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 측면도이다.

도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템에 의해 2차원 패턴 이미지를 형성하고 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하는 상태를 설명하는 도면이다.

도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 무한 켤레 광학계를 설명하는 도면이다.

도 6은 본 개시의 다른 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 유한 켤레 광학계를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 개시의 여러 실시예들에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.

[0019] 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

[0020] 그러면 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템에 대하여 도 1 내지 도 6을 참고로 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 사시도이고, 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 정면도이며, 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 개략적인 측면도이다.

[0022] 도 1 내지 도 3에 도시한 바와 같이, 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 광원(100), 디지털 미러 소자(200), 광학계(300), 그리고 기판 스캐너(400)를 포함한다.

[0023] 광원(100)은 기판(10) 위의 감광막(20)에 광(1)을 조사할 수 있다. 광원(100)은 LED, 램프(lamp), 레이저(laser) 등에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다. 광원(100)에서 조사되는 광(1)은 365nm, 435nm, 405nm 등 다양한 길이의 파장을 가질 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 광원(100)에서 출사되는 광(1)은 반사 부재(30)를 통해 디지털 미러 소자(200)에 입사될 수 있다.

[0024] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템에 의해 2차원 패턴 이미지를 형성하고 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지로 변조하는 상태를 설명하는 도면이다.

[0025] 도 4에 도시된 바와 같이, 디지털 미러 소자(200)는 광원(100)에서 출사된 광(1)을 선택적으로 투과시켜 2차원 패턴 이미지(PI)를 형성할 수 있다.

[0026] 디지털 미러 소자(200)에 의해 생성되는 2차원 패턴 이미지(PI)는 기판(10)의 스캔 방향(X)에 평행한 방향(X)으로는 균일한 이미지를 가지고, 기판(10)의 스캔 방향(X)에 수직한 방향(Y)으로는 목표 패턴(TP)의 이미지를 가질 수 있다.

[0027] 광학계(300)는 디지털 미러 소자(200)에 의해 생성된 2차원 패턴 이미지(PI)를 1차원 패턴 이미지(LI)로 변조할 수 있다. 1차원 패턴 이미지(LI)는 기판(10)의 스캔 방향(X)에 수직한 방향(Y)으로만 목표 패턴(TP)의 이미지를 가질 수 있다.

[0028] 광학계(300)는 복수의 프로젝션 렌즈(Projection lens)(310), 그리고 프로젝션 렌즈(310)와 기판(10) 사이의 광 경로 상에 위치하는 실린드리컬 렌즈(Cylindrical lens)(320)를 포함할 수 있다.

[0029] 실린드리컬 렌즈(320)는 비대칭 렌즈로서, 비대칭 렌즈를 포함하는 광학계(300)에 의해 2차원 패턴 이미지(PI)는 기판(10)의 스캔 방향(X)에 수평한 방향(X)으로 포커싱되고, 기판(10)의 스캔 방향(X)에 수직한 방향(Y)으로 이미징되어 1차원 패턴 이미지(LI)로 변조될 수 있다. 여기서, 2차원 패턴 이미지(PI)가 포커싱 되는 포커싱 방향(FA)은 기판(10)의 스캔 방향(X)에 평행하고, 2차원 패턴 이미지(PI)가 그대로 이미징되는 이미징 방향(IA)은 기판(10)의 스캔 방향과 수직할 수 있다. 따라서, 기판(10) 위의 감광막(20)에 균일한 광 광도를 가지는 1차원 패턴 이미지(LI)를 노광할 수 있다.

[0030] 실린드리컬 렌즈(320)는 위에서 아래로 순차적으로 배치되는 제1 실린드리컬 렌즈(321) 및 제2 실린드리컬 렌즈(322)를 포함할 수 있다.

[0031] 제1 실린드리컬 렌즈(321)의 제1 원주축(CL1)은 제2 실린드리컬 렌즈(322)의 제2 원주축(CL2)과 직교할 수 있다.

[0032] 이 때, 제1 실린드리컬 렌즈(321)의 제1 원주축(CL1)은 기판(10)의 스캔 방향(X)과 평행한 포커싱 축(FA)이고, 제2 실린드리컬 렌즈(322)의 제2 원주축(CL2)은 기판(10)의 스캔 방향(X)과 수직인 이미징 축(IA)일 수 있다.

[0033] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 무한 켤레 광학계를 설명하는 도면이고, 도 6은 본 개시의 다른 실시예에 따른 디지털 노광 시스템의 유한 켤레 광학계를 설명하는 도면이다.

[0034] 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 실린드리컬 렌즈(321) 및 제2 실린드리컬 렌즈(322)는 포커싱 축(CL1)으로는 평행광(L1)이 초점광(L2)으로 수렴하는 무한 켤레 광학계(finite conjugate optic system)를 형성하고, 이미징 축(CL2)으로는 초점광(L2)이 초점광(L2)으로 수렴하는 유한 켤레 광학계(infinite conjugate optic system)를 형성할 수 있다.

[0035] 포커싱 축(CL1)에서는 디지털 미러 소자(200)에서 출사한 평행광(L1)이 포커싱되어 1차원 패턴 이미지(LI)를 형성해야 하므로, 프로젝션 렌즈(310)에 입사되는 빛은 평행광(L1)이고 초점면에서 빛이 포커싱되는 무한 켤레 광학계로 설정될 수 있다.

[0036] 또한, 이미징 축(CL2)에서는 디지털 미러 소자(200)의 각 픽셀들이 초점면으로 투영되어야 하므로, 한 쌍의 초점면을 가지는 유한 켤레 광학계로 설정될 수 있다.

[0037] 이 때, 제2 실린드리컬 렌즈(322)의 초점 거리는 제1 실린드리컬 렌즈(321)의 초점 거리보다 짧고, 제2 실린드리컬 렌즈(322)는 제1 실린드리컬 렌즈(321)보다 기판(10)에 인접하게 배치될 수 있다.

[0038] 따라서, 포커싱 축(FA)에서의 전체 초점 거리(FL1)는 이미징 축(IA)에서의 전체 초점 거리(FL2)와 동일할 수 있다.

[0039] 하나의 실린드리컬 렌즈만을 사용하는 경우, 실린드리컬 렌즈에 의해 포커싱되는 포커싱 축에서만 광학 파워(optical power)가 크게 증가하게 된다. 따라서, 포커싱 축(FA)과 이미징 축(IA)에서의 전체 초점 거리가 서로 다르게 되므로, 수차가 발생하게 된다.

[0040] 그러나, 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 제1 실린드리컬 렌즈(321)의 제1 원주축(CL1)은 제2 실린드리컬 렌즈(322)의 제2 원주축(CL2)과 직교하도록 제1 실린드리컬 렌즈(321)와 제2 실린드리컬 렌즈(322)를 순차적으로 배치함으로써, 포커싱 축(FA)에서의 전체 초점 거리(FL1)는 이미징 축(IA)에서의 전체 초점 거리(FL2)와 동일하게 할 수 있다. 따라서, 포커싱 축(FA)에서의 광학 파워(optical power)와 이미징 축(IA)에서의 광학 파워를 동일하게 하여 수차를 최소화할 수 있다.

[0041] 한편, 복수의 프로젝션 렌즈(310)는 제1 프로젝션 렌즈(311), 제2 프로젝션 렌즈(312), 그리고 제3 프로젝션 렌즈(313)를 포함할 수 있다.

[0042] 제1 프로젝션 렌즈(311)는 디지털 미러 소자(200)와 제1 실린드리컬 렌즈(321) 사이에 위치할 수 있다. 이러한 제1 프로젝션 렌즈(311)는 볼록 렌즈(Convex lens), 오목 렌즈(Concave lens), 또는 이들의 혼합 렌즈 등을 포함할 수 있다. 본 실시예의 도 5 및 도 6에는 하나의 제1 프로젝션 렌즈만이 도시되어 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 수의 제1 프로젝션 렌즈가 가능하다.

[0043] 제2 프로젝션 렌즈(312)는 제1 실린드리컬 렌즈(321)와 제2 실린드리컬 렌즈(322) 사이에 위치할 수 있다. 이러한 제2 프로젝션 렌즈(312)는 볼록 렌즈(Convex lens), 오목 렌즈(Concave lens), 또는 이들의 혼합 렌즈 등을 포함할 수 있다. 본 실시예의 도 5 및 도 6에는 2개의 제2 프로젝션 렌즈가 도시되어 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 수의 제2 프로젝션 렌즈가 가능하다.

[0044] 제3 프로젝션 렌즈(313)는 제2 실린드리컬 렌즈(322)와 기판(10) 사이에 위치할 수 있다. 이러한 제3 프로젝션 렌즈(313)는 볼록 렌즈(Convex lens), 오목 렌즈(Concave lens), 또는 이들의 혼합 렌즈 등을 포함할 수 있다. 본 실시예의 도 5 및 도 6에는 1개의 제3 프로젝션 렌즈가 도시되어 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 수의 제3 프로젝션 렌즈가 가능하다.

[0045] 한편, 기판 스캐너(400)는 기판(10)의 위치를 조절하여 기판(10) 위의 감광막(20)에 1차원 패턴 이미지(LI)를

연속적으로 스캔 노광할 수 있다. 이 때, 디지털 미러 소자(200)는 1차원 패턴 이미지(LI)를 기판(10)의 이동 속도에 동기화시켜 기판(10)의 이동 속도와 동일한 속도로 변화시킴으로써, 기판(10)의 감광막(20)에 목표하는 목표 패턴(TP)을 노광할 수 있다.

[0046] 이와 같이, 본 개시의 일 실시예에 따른 디지털 노광 시스템은 디지털 미러 소자를 이용하여 기판(10)의 스캔 방향(X)과 평행한 방향으로는 균일한 이미지를 가지고, 기판(10)의 스캔 방향(X)에 수직한 방향으로는 목표 패턴의 이미지를 가지는 2차원 패턴 이미지를 형성하고, 광학계를 이용하여 2차원 패턴 이미지를 1차원 패턴 이미지(LI)로 변조하며, 1차원 패턴 이미지(LI)를 기판(10)의 이동 속도와 동일한 속도로 변화시킴으로써, 기판(10)의 감광막(20)에 목표하는 목표 패턴(TP)을 노광할 수 있다. 따라서, 기판(10)의 감광막(20)에 1차원 패턴 이미지(LI)를 연속적으로 스캔 노광하게 되므로, 스캔 방식의 디지털 노광 공정에 적용하여 생산성을 향상시킬 수 있다. 따라서, 롤투롤 방식의 디지털 노광 공정의 원통형 롤러의 표면에 선형 초점을 형성할 수 있으므로, 곡면 상에 노광이 필요한 롤투롤 노광 공정에 적용할 수 있다.

[0047] 또한, 스텝 앤 리피트(step & repeat)방식의 노광 공정이 아니고, 선형 스캔 노광 공정이므로, 보다 정밀하게 스캔 위치별로 보정하고, 실시간으로 패턴 보정이 가능하다. 따라서, 기판의 변형이 심하게 생길 수 웨이퍼 레벨 패키지(wafer level package, WLP) 또는 패널 레벨 패키지(panel level package, PLP) 등 고성능 반도체 패키지의 노광 공정에도 적용할 수 있다.

[0048] 본 개시를 앞서 기재한 바에 따라 바람직한 실시예를 통해 설명하였지만, 본 개시는 이에 한정되지 않으며 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 개시가 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

부호의 설명

[0049] 100: 광원 200: 디지털 미러 소자

210: 화소 미러 300: 광학계

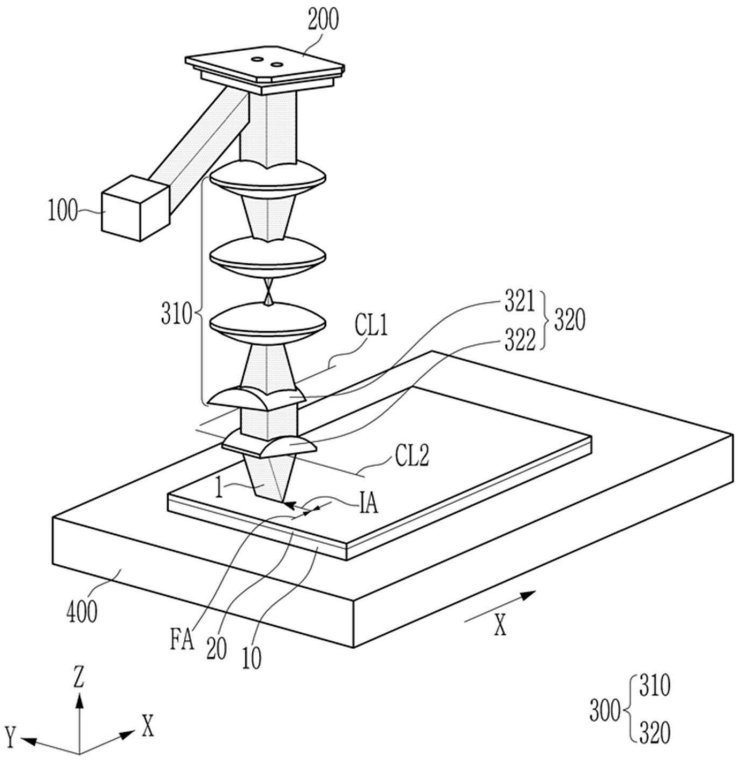
310: 프로젝션 렌즈 320: 실린드리컬 렌즈

321: 제1 실린드리컬 렌즈 322: 제2 실린드리컬 렌즈

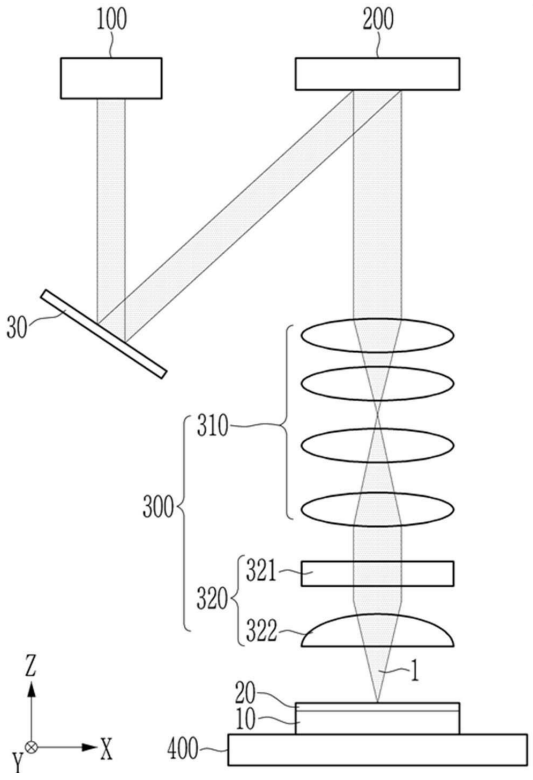
400: 기판 스캐너

도면

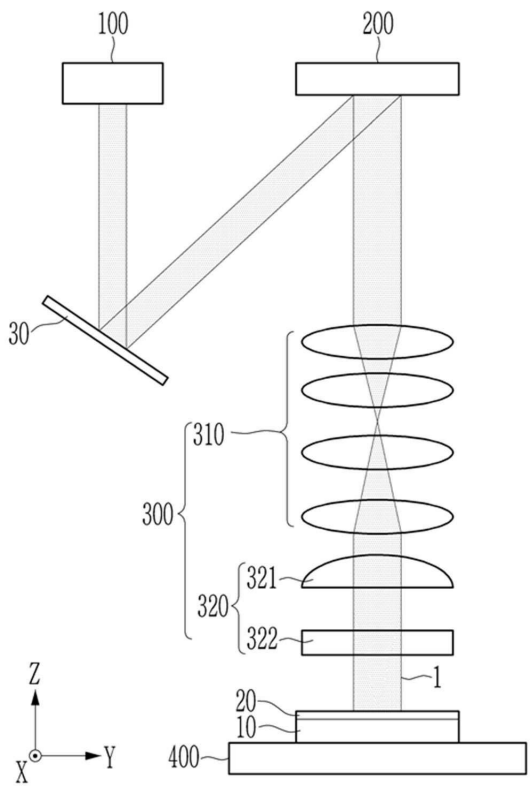
도면1


200
100
310
CL1
321
322
320
CL2
1
IA
400
FA
20
10
X
Z
Y
X
300
310
320

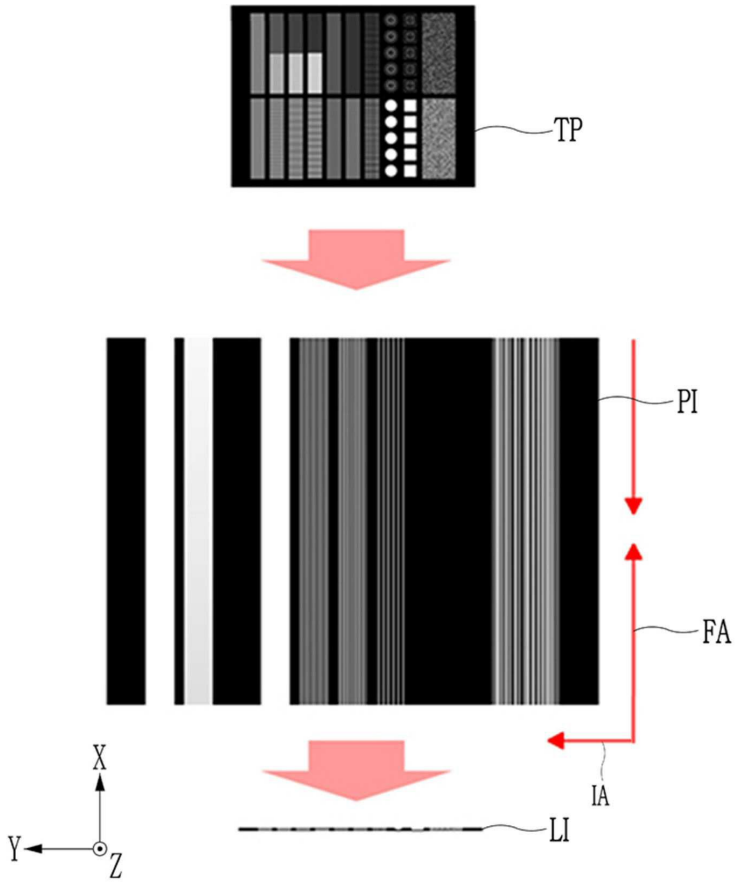
도면2


100
200
30
310
300
321
320
322
1
20
10
400
Z
Y
X

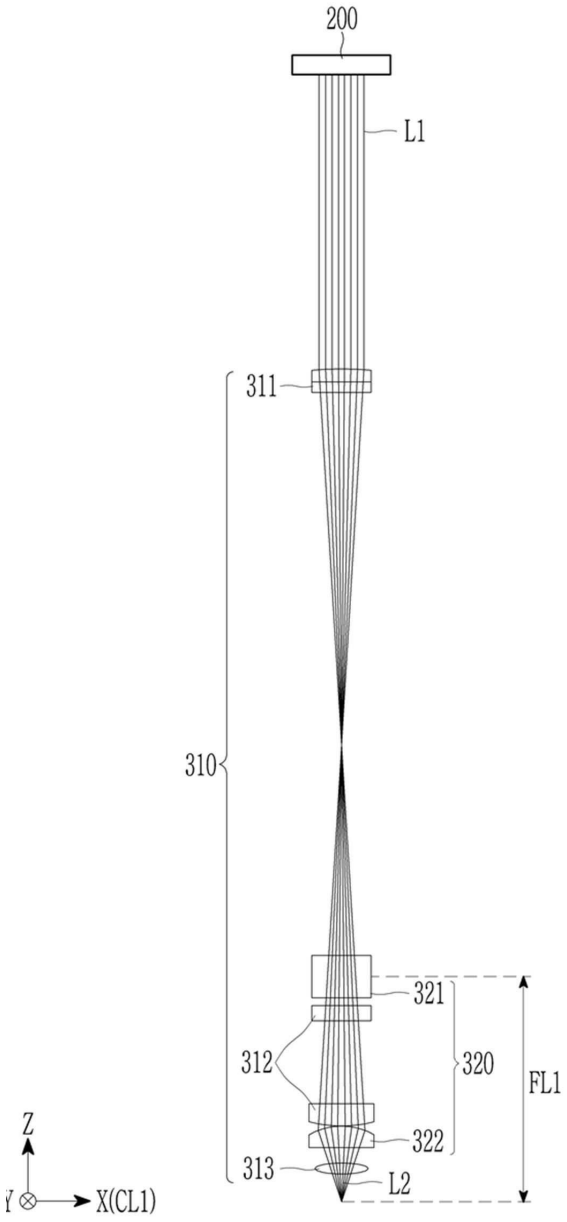
도면3



도면4



도면5



도면6

