



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월07일
 (11) 등록번호 10-1806599
 (24) 등록일자 2017년12월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/317 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7009264
- (22) 출원일자(국제) 2012년09월07일
 심사청구일자 2016년11월16일
- (85) 번역문제출일자 2014년04월08일
- (65) 공개번호 10-2014-0078654
- (43) 공개일자 2014년06월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/NL2012/050627
- (87) 국제공개번호 WO 2013/036125
 국제공개일자 2013년03월14일
- (30) 우선권주장
 61/532,636 2011년09월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20060110665 A1
 US20110032496 A1
 JP2006344685 A
 JP2009016412 A

- (73) 특허권자
 마피 리쏘그라피 아이피 비.브이.
 네덜란드 엔엘-2628 엑스케이 델프트 컴퓨터라안 15
- (72) 발명자
 파이스터 예리 요하네스 마르티누스
 네덜란드 엔엘-3738 브이에스 마르텐지이크 '티루 3
 단스베르그 미켈 피터
 네덜란드 엔엘-2652 에이치피 베르켈 엔 로덴리이즈 알레트 쇼우텐징겔 14
- (74) 대리인
 김태홍

전체 청구항 수 : 총 30 항

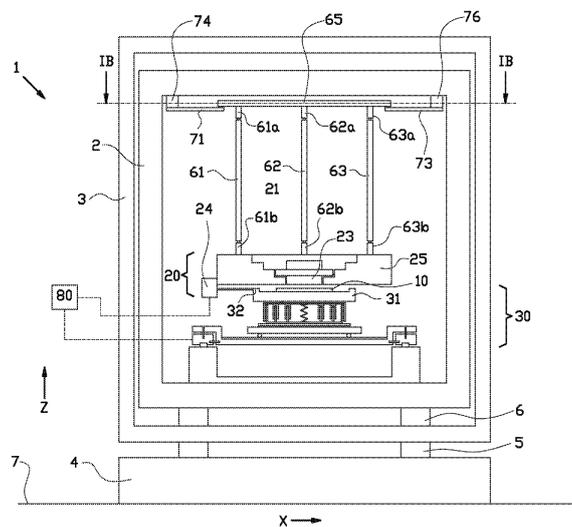
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 **가요성 커플링을 구비한 투사 시스템**

(57) 요약

본 발명은 하나 이상의 빔을 타깃(10)에 투사하는 투사 시스템(1)에 관한 것인데, 상기 투사 시스템은, 프레임(2)과, 하나 이상의 빔을 제공하는 빔 소스 및 빔을 타깃에 투사하는 투사 광학계(23)를 구비하는 투사 모듈(20)과, 상기 타깃을 운반하는 캐리어(31) 및 상기 캐리어를 운반 및 배치하는 스테이지를 구비하는 타깃 배치 모듈(30)과, 상기 캐리어에 대한 상기 투사 모듈의 위치를 결정하는 측정 시스템(24), 그리고 이렇게 결정된 위치에 기초하여 상기 타깃을 상기 투사 모듈의 아래에 배치하기 위해 상기 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 컨트롤러(80)를 포함하고, 상기 투사 모듈은, 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로의 진동의 전파를 감소 또는 방지하도록 가요성 커플링(61~63)을 통해 상기 프레임에 연결되어 있으며, 상기 컨트롤러는, 상기 측정 시스템에 의해 측정된 바에 따라 잔류 진동을 상쇄하기 위해 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 것이다.

대표도 - 도1a



명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 빔을 타깃(10)에 투사하는 투사 시스템(1)으로서,

프레임(2)과,

하나 이상의 빔(b)을 제공하는 빔 소스(21) 및 하나 이상의 빔을 타깃에 투사하는 투사 광학계를 구비하는 투사 모듈(20)과,

상기 타깃을 운반하는 캐리어(31) 및 상기 캐리어를 운반 및 배치하는 스테이지를 구비하는 타깃 배치 모듈(30)과,

상기 캐리어(31)에 대한 상기 투사 모듈(20)의 위치를 결정하는 측정 시스템(24), 그리고

이렇게 결정된 위치에 기초하여 상기 타깃을 상기 투사 모듈의 아래에 배치하기 위해 상기 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 컨트롤러(80)

를 포함하고,

상기 투사 모듈(20)은, 상기 프레임(2)으로부터 상기 투사 모듈(20)로의 진동의 전파를 감쇠하도록 가요성 커플링(61, 62, 63)을 통해 상기 프레임(2)에 연결되어 있으며, 상기 빔 소스를 포함하는 상기 투사 모듈은, 상기 캐리어의 타깃 지지면에 평행한 평면에서 상기 프레임에 대해 이동 가능하고, 상기 컨트롤러(80)는, 상기 측정 시스템(24)에 의해 측정된 바에 따라, 상기 프레임(2)에 대해 타깃을 이동시켜 잔류 진동을 상쇄하기 위해, 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링(61, 62, 63)은, 상기 투사 모듈(20)을 수평한 평면을 따라 상기 타깃 배치 모듈(30)에 대해 상대 이동시킬 수 있게 하도록, 상기 수평한 평면을 따라 느슨하게 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 투사 모듈은 완전히 상기 가요성 커플링의 아래에 배치되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은, 광학 모듈이 상기 프레임으로부터 구속없이 매달려 있도록, 현수식으로 상기 프레임으로부터 매달려 있는 것인 투사 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 상기 프레임의 내부에 배치된 가요성 부분을 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 투사 모듈의 질량 중심은 상기 프레임보다 상기 타깃에 가깝게 위치해 있는 것인 투사 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 그 중심선을 따른 제1 소정 길이를 갖고, 상기 투사 모듈은 상기 가요성 커플링의 상기 중심선에 평행한 그 중심선을 따른 제2 소정 길이를 가지며, 상기 제2 소정 길이는 상기 제1 소정 길이보다 적어도 4배 짧은 것인 투사 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 프레임, 투사 모듈, 가요성 커플링 및 타깃 배치 시스템을 둘러싸는 진공 챔버를 더 포함하는 투사 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 느슨한 커플링이거나 혹은 느슨한 커플링을 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 10

제2항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 상기 수평한 평면에 수직한 방향을 따라 강성을 갖는 것인 투사 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 고주파 진동을 감쇠하도록 되어 있고, 상기 컨트롤러는, 상기 측정 시스템에 의해 측정된 잔류 진동에 기초하여, 상기 캐리어를 투사 광학계의 아래로 이동시키도록 상기 타깃 배치 모듈을 제어함으로써, 잔류 저주파 진동을 상쇄하도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 3.5 Hz 이상의 주파수를 갖는 진동을 감쇠시키도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 캐리어는 상기 프레임으로부터 상기 캐리어로의 진동으로부터 실질적으로 분리되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 타깃 배치 모듈은 상기 캐리어를 운반 및 이동시키는 로렌츠 모터를 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 타깃 배치 모듈은, 캐리어가 배치되는 미세 구동 스테이지를 포함하고, 상기 타깃 배치 모듈의 미세 구동 스테이지는, 상기 잔류 진동을 상쇄시키기 위해, 상기 스테이지에 대하여 상기 타깃을 6-자유도 운동시키도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 프레임으로부터 상기 가요성 커플링으로의 진동과 상기 가요성 커플링으로부터 상기 프레임으로의 진동을 감쇠시키는 댐프너를 더 포함하고, 상기 가요성 커플링은 상기 댐프너를 통하여 상기 프레임에 연결되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 댐프너는, 상기 캐리어의 지지면에 대해 수직한 평면 내에서 구부러지도록 배치된 하나 이상의 판 스프링을 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 서스펜션을 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 서스펜션은 평행한 서스펜션 로드를 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 로드는 각각 실질적으로 일체로 형성되는 것인 투사 시스템.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 서스펜션은 반경 방향 진동수를 갖는 진자형 서스펜션이고, 상기 진자형 서스펜션은 상기 반경 방향 진동수보다 높은 주파수를 갖는 진동이 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로 전파되는 것을 감쇠시키도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 반경 방향 진동수는 3.5 Hz 이하인 것인 투사 시스템.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 잔류 진동을 측정하기 위한 측정 시스템은, 상기 투사 모듈에 포함되거나, 또는 고정 연결되는 것인 투사 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 측정 시스템은 적어도 상기 잔류 진동을 측정하기 위한 하나 이상의 인터페로미터를 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 투사 모듈이 프레임에 대해 상대 이동하는 동안에, 상기 하나 이상의 빔을 타깃에 투사하도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 투사 모듈은, 상기 타깃이 상기 프레임에 대해 상대 이동하는 과정에서, 상기 하나 이상의 빔을 상기 타깃에 투사하는 마스크리스 다중 빔 투사 모듈을 포함하는 것인 투사 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 빔 소스는 복수의 하전 입자 빔렛을 발생시키는 하전 입자 빔 소스이고, 상기 투사 모듈(20)은 하우징(25)을 포함하며, 상기 하우징은, 상기 하전 입자 빔 소스(21)와, 상기 복수의 하전 입자 빔렛 중의 개별 하전 입자 빔렛을 선택적으로 변조하는 모듈레이터 어레이(22), 그리고 상기 빔렛을 타깃(10)의 표면에 포커싱하는 복수의 정전 렌즈를 구비하는 투사 광학계(23)를 수용하는 것인 투사 시스템.

청구항 28

제1항에 있어서, 상기 가요성 커플링은 일정한 길이를 유지하도록 되어 있는 것인 투사 시스템.

청구항 29

제1항 또는 제2항에 따른 투사 시스템을 포함하는 리소그래피 시스템.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 하나 이상의 빔은 타깃을 패터닝하는 기록 빔인 것인 리소그래피 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 하나 이상의 빔을 타깃에 투사하는 투사 시스템으로서, 상기 투사 시스템의 투사 모듈의 상기 타깃에 대한 위치에 잔류 진동이 미치는 영향을 줄이도록 되어 있는 투사 시스템에 관한 것이다. 이러한 시스템은, 하나 이상의 빔이 고정밀도로, 예컨대 나노미터의 정밀도로, 타깃에 투사되어야 하는 리소그래피 및 현미경 검사 등의 용례에 사용된다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 유럽 특허 출원 1 577 929호에는, 샘플에 전자빔을 조사(照射)하는 칼럼과, 진공 펌프를 구비한 샘플 챔버와, 상기 샘플을 유지 및 이동시키기 위해 상기 샘플 챔버 내에 배치된 스테이지, 그리고 상기 칼럼을 상기 칼럼을 상기 샘플 챔버에 대해 탄성적으로 지지하는 마운트를 포함하는 전자빔 노광 장치가 기재되어 있다. 상기 샘플 챔버의 상부 파티션과 상기 칼럼 사이의 상대 변위 뿐만 아니라 상기 칼럼의 가속을 측정 후, 상기 상부 파티션과 상기 칼럼의 사이에 마련된 액추에이터를 피드백 제어함으로써, 상기 상부 파티션으로부터의 진동 외란의 고주파 성분이 상기 칼럼에 전달되는 것을 방지한다.
- [0003] 상기 공지의 노광 장치는, 예컨대 고주파 진동이 상기 샘플 챔버로부터 상기 칼럼에 전달되는 것을 방지하기 위해 상기 샘플 챔버의 상부 파티션과 상기 칼럼의 사이에 액추에이터를 포함하는 등, 복잡한 구성을 갖는다. 또한, 마운트의 탄성으로 인하여, 제1 방향에서의 프레임에 대한 상기 칼럼의 상대 변위는, 마운트의 탄성 포텐셜의 증대를 초래할 것이고, 결국에는 상기 제1 방향의 반대 방향으로 챔버에 대해 상기 칼럼을 상대 변위시키는 복원력을 추후에 제공할 것이다.
- [0004] 미국 특허 출원 2004/0041101호에는, 타깃용 스테이지와, 이 스테이지를 이동시키는 전자(電磁) 액추에이터와, 전자빔을 편향시키는 디플렉터와, 상기 스테이지의 위치를 측정하는 레이저 인터페로미터, 그리고 이 레이저 인터페로미터에 의해 얻어진 측정 결과에 기초하여 상기 전자 액추에이터를 제어하는 컨트롤러를 포함하고, 측정값은 디플렉터에 제공되는 것인 노광 장치가 기재되어 있다. 따라서, 잔류 진동의 영향은 상기 디플렉터에 의해 상기 전자빔에 제공되는 편향량을 변경함으로써 어느 정도 상쇄될 수 있다. 그러나, 전자빔의 편향을 변경함으로써, 상기 전자빔의 타깃에의 투사와 마찬가지로, 타깃 표면에 부딪히는 전자빔의 입사각이 변경된다.
- [0005] 또한, 종래의 장치는, 노광 장치의 서로 다른 서브 시스템 간에 통신을 필요로 하고 이들 서브 시스템 간의 교환을 제어하여, 그 디자인 및 구현이 현저히 복잡해지며, 이에 따라 이러한 장치의 비용이 상승된다. 종래의 장치는, 타깃 배치 컨트롤러, 스테이지 시스템, 계측 시스템 및 빔 투사 시스템 간에 통신을 필요로 하고 이들 구성 요소 간의 유통을 제어하여, 빔의 투사 및 장치의 디자인이 매우 복잡해진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은, 잔류 진동이 빔의 투사에 미치는 영향을 실질적으로 줄인 투사 시스템으로서, 바람직하게는 앞서 명시한 타깃 배치 기능성에 기인한 복잡성을 줄인 투사 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 제1 양태에 따르면, 본 발명은 하나 이상의 빔을 타깃에 투사하는 투사 시스템을 제공하는 데, 이 투사 시스템은, 프레임과, 하나 이상의 빔을 제공하는 빔 소스 및 하나 이상의 빔을 타깃에 투사하는 투사 광학계를 구비하는 투사 모듈과, 상기 타깃을 운반하는 캐리어 및 상기 캐리어를 운반 및 배치하는 스테이지를 구비하는 타깃 배치 모듈과, 상기 캐리어에 대한 상기 투사 모듈의 위치를 결정하는 측정 시스템, 그리고 이렇게 결정된 위치에 기초하여 상기 타깃을 상기 투사 모듈의 아래에 배치하기 위해 상기 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 컨트롤러를 포함하고, 상기 투사 모듈은, 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로의 진동의 전파를 감소 또는 방지하도록 가요성을 갖는 또는 느슨한 커플링을 통해 상기 프레임에 연결되어 있으며, 상기 컨트롤러는, 상기 측정 시스템에 의해 측정된 바에 따라 잔류 진동을 상쇄하기 위해 타깃 배치 모듈을 제어하도록 되어 있고, 상기 가요성 커플링은, 상기 투사 모듈을 실질적으로 수평한 평면을 따라 상기 타깃 배치 모듈에 대해 상대 이동시킬 수 있게 하도록, 상기 수평한 평면을 따라 실질적으로 느슨하게 되어 있는 것이다. 잔류 진동은 통상적으로, 투사 시스템이 놓이는 바닥으로부터 투사 시스템에 전파되고, 예를 들어 잔류 진동은 바닥을 걷는 주변 사람에 의해 야기될 수 있다. 유익하게는, 본 발명에 따른 투사 시스템에 있어서, 상기 타깃 배치 모듈은 측정된 잔류 진동을 상쇄하기 위해 상기 캐리어를 변위시키도록 되어 있고, 상기 투사 모듈에 대한 상기 프레임의 가요성 커플링은 진동의 적어도 일부분을 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로 전파하지 않는다. 따라서, 캐리어와 그 위의 타깃에 대한 투사 모듈의 배치 정확도가 향상된다. 가요성 커플링이 의미하는 것은, 프레임에 대한 투사 모듈의 상대 이동을 허용하는 커플링이고, 상기 커플링은, 예컨대 중력에 기인하여 투사 모듈에 작용하는 복원력, 즉 투사 모듈을 실질적인 중립 위치로 복원시키는 힘이, 가요성 커플링의 탄성에 기인한 복원력보다 실질적으로 크도록, 적어도 상기 수평한 평면에서, 바람직하게는 실질적으로 탄성이 없다. 상기 커플링은 2 이상의

수평한 평면을 따라 가요성이 있거나 혹은 느슨하게 되어 있는 것이 바람직하다. 따라서, 일 실시형태에서, 가요성 커플링은 또한 가요성을 갖거나 및/또는 느슨한 커플링으로서 해석될 수 있고, 특히 일 실시형태에서 상기 커플링은 상기 수평한 평면을 따라 실질적으로 느슨하게 되어 있다.

- [0008] 일 실시형태에서, 상기 투사 모듈은 실질적으로 완전히 상기 가요성 커플링의 아래에, 예컨대 중력이 커플링을 지면을 향해 끌어당기는 방향을 따라 상기 가요성 커플링의 아래에 배치된다. 이렇게 하여 투사 모듈은 상기 수평한 평면에서 비교적 긴 거리를 이동할 수 있지만, 이러한 이동은 비교적 느리므로, 측정 시스템, 컨트롤러 및 타깃 배치 모듈에 의해 형성된 피드백-제어 루프에 의하여 용이하게 보정될 것이다.
- [0009] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은, 바람직하게는 광학 모듈이 상기 프레임으로부터 구속없이 매달려 있도록, 현수식으로 상기 프레임으로부터 매달려 있다. 이와 같이 가요성 커플링은 전적으로 프레임의 일측에, 예컨대 프레임의 내부측에, 배치되어 있으므로, 프레임은 간단한 구성의 것, 예컨대 가요성 커플링 및/또는 투사 모듈을 프레임의 일측으로부터 타측으로 통과시키기 위한 구멍을 필요로 하지 않는 구성의 것일 수 있다.
- [0010] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 상기 프레임의 내부에 배치된 가요성 부분을 포함한다. 상기 가요성 부분은 바람직하게는 완전히 상기 프레임의 내부에 배치된다. 상기 가요성 커플링은 실질적으로 강성을 갖는 부분 뿐만 아니라 가요성을 갖거나 및/또는 느슨한 부분을 포함할 수 있다. 가요성을 갖거나 및/또는 느슨한 부분은, 투사 모듈이 상기 실질적으로 수평한 평면을 따라 타깃 배치 모듈에 대해 상대 이동하는 것을 허용한다.
- [0011] 일 실시형태에서, 상기 투사 모듈은, 상기 가요성 커플링이 연결되는 실질적으로 강성을 갖는 프레임을 포함한다. 이에 따라, 투사 모듈의 탄성 및/또는 가요성 변형이 빔의 타깃에의 투사 정밀도에 미치는 영향이 줄어든다.
- [0012] 일 실시형태에서, 상기 투사 모듈의 질량 중심은 실질적으로 상기 프레임보다 상기 타깃에 가깝게 위치해 있다. 상기 질량 중심이 상기 타깃에 가까워질수록, 상기 수평한 평면에서의 상기 투사 모듈의 이동이 더 느려지고, 이에 따라 상기 잔류 진동을 형성하는 상기 이동을, 상기 컨트롤러 및 타깃 배치 모듈에 의해 보다 잘 상쇄시킬 수 있게 된다.
- [0013] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 그 중심선을 따라 제1 소정 길이를 갖고, 상기 투사 모듈은 상기 가요성 커플링의 상기 중심선에 실질적으로 평행한 그 중심선을 따라 제2 소정 길이를 가지며, 상기 제2 소정 길이는 실질적으로 상기 제1 소정 길이보다 짧고, 바람직하게는 적어도 4배 짧다.
- [0014] 일 실시형태에서, 상기 투사 시스템은 상기 프레임, 투사 모듈, 가요성 커플링 및 타깃 배치 시스템을 둘러싸는 진공 챔버를 더 포함한다. 상기 진공 챔버로부터 상기 프레임으로의 진동의 전파를 최소화하기 위해, 상기 진공 챔버는, 예컨대 댐프너에 의해, 상기 프레임으로부터 이격되어 있는 것이 바람직하다.
- [0015] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 느슨한 커플링, 예컨대 실질적으로 낮은 강직성을 갖는 커플링이거나 혹은 이러한 커플링을 포함한다. 이러한 느슨한 커플링은, 상기 수평한 평면을 따라 실질적으로 낮은 강직성을 제공함으로써, 투사 모듈이 상기 수평한 평면을 따라 상기 타깃 배치 모듈에 대해 상대 이동하는 것을 허용한다는 점에서, 적어도 느슨하게 되어 있다. 그러나, 상기 느슨한 커플링은 또한 실질적으로 완전히 느슨할 수 있고, 예컨대 케이블 또는 로프를 포함할 수 있다. 낮은 강직성을 가짐으로써, 상기 느슨한 커플링은, 예컨대 진동에 의해 야기되는, 소정의 임계값에 못 미치는, 예컨대 10 Hz 또는 5 Hz 미만의, 변형만을 전파한다. 이러한 식으로, 높은 주파수의 변형이 상기 느슨한 커플링에 의해 유효하게 감쇠된다.
- [0016] 일 실시형태에서, 가요성 커플링은 실질적으로 탄성이 없고, 즉 상기 수평한 평면에서의 상기 타깃에 대한 상기 투사 모듈의 상대 이동을 야기하는, 상기 커플링의 탄성에 기인하여 상기 커플링에 작용하는 임의의 힘이, 상기 커플링 및 이에 부착된 투사 모듈을 끌어당기는 중력에 기인하여 상기한 상대 이동을 야기하는 힘보다 실질적으로 적다.
- [0017] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 상기 수평한 평면에 수직한 방향을 따라 실질적으로 강성을 갖는다. 이에 따라, Z축을 따라서의 상기 커플링의 압축 또는 신장이 실질적으로 줄어들거나 또는 완전히 회피된다.
- [0018] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 고주파 진동을 감쇠하도록 되어 있고, 상기 컨트롤러는 잔류 저주파 진동을 상쇄하도록 되어 있다. 따라서, 상기 타깃 배치 시스템은, 비교적 느린 속도로 발생하는 타깃 캐리어와 투사 모듈 간의 상대적 위치의 오차를 보정하기만 하면 되므로, 상기 타깃 배치 시스템은 상기한 위치의 오차를 상쇄시키도록 상기 타깃 캐리어를 비교적 느린 속도로 이동시킬 수 있다.

- [0019] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 실질적으로 5 Hz 이상, 바람직하게는 실질적으로 3.5 Hz 이상, 보다 바람직하게는 실질적으로 1 Hz 이상의 주파수를 갖는 진동을 감쇠시키도록 되어 있다.
- [0020] 일 실시형태에서, 상기 캐리어는 상기 프레임으로부터 상기 캐리어로의 진동으로부터 실질적으로 분리되어 있다. 이에 따라, 상기 프레임으로부터 상기 캐리어로의 진동의 전파는 실질적으로 줄어들거나 혹은 심지어 완전히 방지된다.
- [0021] 일 실시형태에서, 상기 타깃 배치 모듈은 상기 캐리어를 운반 및 이동시키는 로렌즈 모터를 포함한다. 상기 캐리어는, 또한 상기 프레임으로부터의 진동을 상기 캐리어에 대해 절연시키는 로렌즈 모터에 의해 실질적으로 지지되어 있다.
- [0022] 일 실시형태에서, 상기 타깃 배치 모듈은, 잔류 진동을 상쇄시키기 위해, 상기 스테이지에 대하여 상기 타깃을 6-자유도 운동시키도록 되어 있다. 이에 따라, 상기 투사 모듈과 상기 타깃 캐리어의 상대 위치 또는 회전의 작은 변화가 상쇄될 수 있다. 특히 이에 따라, 상기 투사 모듈의 투사 광학계와 상기 타깃 간의 거리의 변화가 간편하게 상쇄될 수 있다.
- [0023] 일 실시형태에서, 상기 투사 시스템은 상기 프레임으로부터 상기 가요성 커플링으로의 진동과 상기 가요성 커플링으로부터 상기 프레임으로의 진동을 감쇠시키는 댐프너를 더 포함하고, 상기 가요성 커플링은 상기 댐프너를 통하여 상기 프레임에 연결되어 있다. 상기 댐프너는 또한, 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로의 진동, 특히 가요성 커플링의 길이 방향을 따라서의 고주파 진동을 감쇠시킨다.
- [0024] 일 실시형태에서, 상기 댐프너는 하나 이상의 판 스프링, 바람직하게는 상기 캐리어의 지지면에 대해 실질적으로 수직인 평면 내에서 구부러지도록 배치된 판 스프링을 포함한다.
- [0025] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 서스펜션을 포함한다. 이에 따라, 상기 투사 모듈은 상기 서스펜션에 의해 상기 프레임으로부터 매달려 있고, 상기 타깃 캐리어의 타깃 지지면에 실질적으로 평행한 평면에서 상기 프레임에 대해 이동 가능하다. 바람직하게는, 상기 서스펜션은 하나 이상의 서스펜션 로드들을 포함하고, 이 서스펜션 로드들은 그 길이 방향을 따라 실질적으로 강성을 지닌 상태로 유지된다. 이에 따라, 상기 투사 모듈의 투사 광학계와 상기 캐리어 간의 거리의 변화가 줄어든다. 상기 길이 방향에 수직인 평면에서 가요성을 갖는 하나 이상의 로드들을 제공하기 위해, 상기 하나 이상의 로드에는, 바람직하게는 상기 로드의 단부 부근에는, 약화부가 마련되는 것이 바람직하다. 상기 서스펜션은 1개 또는 2개의 수평한 평면에서 실질적으로 느슨하게 되어 있는 것이 바람직하다.
- [0026] 바람직한 실시형태에서, 상기 서스펜션은 3개의 실질적으로 평행한 서스펜션 로드들을 포함한다. 상기 평행한 서스펜션 로드들은, 상기 타깃 캐리어에 대한 상기 투사 모듈의 배향을 실질적으로 구속하는 평행사변형 모양의 구성을 형성하고, 즉 상기 투사 모듈은 상기 프레임에 대해서는 병진 이동될 수 있지만, 상기 프레임에 대해서는 실질적으로 상대 회전하지 않는다. 상기 서스펜션 로드들은 동일 평면 상에 배치되지 않는 것이 바람직하다.
- [0027] 일 실시형태에서, 상기 하나 이상의 서스펜션 로드들은 각각 실질적으로 일체로 형성되고, 바람직하게는 알루미늄 등의 금속으로 형성되어, 상기 프레임에 대한 상기 투사 모듈의 상대 이동을 용이하게 하는 윤활이 필요하지 않다. 상기 하나 이상의 서스펜션 로드에는, 바람직하게는 상기 서스펜션 로드의 각 말단부 부근에는, 이 지점을 중심으로 상기 서스펜션 로드가 휘어질 수 있게 하는, 약화부가 마련될 수 있다.
- [0028] 일 실시형태에서, 상기 서스펜션은 반경 방향 진동수를 갖는 진자형 서스펜션이고, 상기 진자형 서스펜션은 상기 반경 방향 진동수보다 높은 주파수를 갖는 진동이 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로 전파되는 것을 감쇠시키도록 되어 있다. 진자형 서스펜션의 상기 반경 방향 진동수는 실질적으로 일정하여, 상기 프레임에 대한 상기 투사 모듈의 상대 이동을 예측할 수 있게 한다. 상기 투사 모듈의 질량은 대개 알려져 있으므로, 상기 반경 방향 진동수가 소정의 값 미만, 예컨대 10 Hz 또는 5 Hz 미만인 서스펜션에 대한 최소 길이를 산출할 수 있다. 서스펜션의 최대 길이는, 예컨대 서스펜션이 배치되는 프레임 및/또는 진공 챔버의 크기에 의해, 제한될 수 있지만, 서스펜션의 길이가 클수록, 반경 방향 진동수는 낮아질 것이다.
- [0029] 일 실시형태에서, 상기 반경 방향 진동수는 실질적으로 5 Hz 이하, 바람직하게는 실질적으로 3.5 Hz 이하, 가장 바람직하게는 실질적으로 1 Hz 이하이다.
- [0030] 일 실시형태에서, 상기 잔류 진동을 측정하기 위한 측정 시스템은, 상기 투사 모듈에 포함되거나, 또는 고정 연결된다. 따라서, 타깃 캐리어에 대한 투사 모듈의 실제 위치가 측정된다.
- [0031] 일 실시형태에서, 측정 시스템은 적어도 상기 잔류 진동을 측정하기 위한 하나 이상의 인터페로미터를

포함한다. 바람직하게는, 측정 시스템은 상기 잔류 진동을, 데카르트 좌표계의 직교축을 따라서의 상기 캐리어에 대한 상기 투사 모듈의 상대 변위로서 측정한다.

- [0032] 일 실시형태에서, 상기 투사 시스템은, 상기 투사 모듈이 프레임에 대해 상대 이동하는 동안에, 상기 하나 이상의 빔을 타겟에 투사하도록 되어 있다. 빔을 타겟에 투사하는 과정에서, 타겟이 투사 모듈의 투사 광학계에 대해 상대 이동되는 경우, 실질적으로 계속해서 투사 광학계에 대해 타겟을 고정밀도로 배치시키는 것이 특히 중요하다.
- [0033] 일 실시형태에서, 상기 투사 모듈은, 바람직하게는 상기 타겟이 상기 프레임에 대해 상대 이동하는 과정에서, 상기 하나 이상의 빔을 상기 타겟에 투사하는 마스크리스(maskless) 다중 빔 투사 모듈을 포함한다.
- [0034] 일 실시형태에서, 상기 가요성 커플링은 실질적으로 일정한 길이를 유지하도록 되어 있다. 따라서, 적어도 Z 방향에 있어서, 상기 타겟으로부터의 상기 투사 광학계의 거리는, 실질적으로 예측 가능하게 및/또는 더 나아가 실질적으로 일정하게 유지된다.
- [0035] 제2 양태에 따르면, 본 발명은 하나 이상의 빔을 타겟에 투사하는 투사 시스템을 제공하는 데, 상기 투사 시스템은,
- [0036] 프레임과,
- [0037] 하나 이상의 빔을 제공하는 빔 소스 및 하나 이상의 빔을 타겟에 투사하는 투사 광학계를 구비하는 투사 모듈과,
- [0038] 상기 타겟을 운반하는 캐리어 및 상기 캐리어를 운반 및 배치하는 스테이지를 구비하는 타겟 배치 모듈과,
- [0039] 상기 캐리어에 대한 상기 투사 모듈의 위치를 결정하는 측정 시스템, 그리고
- [0040] 이렇게 결정된 위치에 기초하여 상기 타겟을 상기 투사 모듈의 아래에 배치하기 위해 상기 타겟 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 컨트롤러를 포함하고,
- [0041] 상기 투사 모듈은, 상기 프레임으로부터 상기 투사 모듈로의 진동의 전파를 감쇠하도록 가요성을 갖는 (느슨한) 커플링을 통해 상기 프레임에 연결되어 있으며, 상기 컨트롤러는, 상기 측정 시스템에 의해 측정된 바에 따라 잔류 진동을 상쇄하기 위해 타겟 배치 모듈을 제어하도록 되어 있는 것이다.
- [0042] 제3 양태에 따르면, 본 발명은 선행 청구항들 중 어느 한 항에 따른 투사 시스템을 포함하는 리소그래피 시스템을 제공한다. 유익하게는, 본 발명에 따른 리소그래피 시스템에 있어서, 상기 투사 광학계는, 상기 하나 이상의 빔을 타겟에 포커싱하기 위해, 타겟에 매우 가깝게, 즉 마이크로미터의 거리 내에, 놓일 수 있다. 바람직하게는, 리소그래피 시스템은, 상기 하나 이상의 빔을 발생시키는 빔 소스와, 상기 하나 이상의 빔을 개별적으로 변조하는 모듈레이터 어레이, 그리고 상기 하나 이상의 빔을 타겟에 개별적으로 포커싱하는 포커싱 어레이를 포함하는 마스크리스 리소그래피 시스템이다.
- [0043] 일 실시형태에서, 상기 하나 이상의 빔은 타겟을 패터닝하는 기록 빔이고, 바람직하게는 상기 빔 소스는 하진 입자 빔 소스이다.
- [0044] 본 명세서에 기술되고 나타내어진 여러 양태와 특징은, 실시 가능한 모든 경우에 개별적으로 적용될 수 있다. 진술한 개개의 양태, 특히 첨부된 종속 청구항에 기술되어 있는 양태 및 특징은, 분할 특허 출원의 대상이 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0045] 첨부 도면에 나타내어진 예시적인 실시형태에 기초하여 본 발명을 설명한다.

도 1a는 본 발명에 따른 투사 시스템의 측면도를 개략적으로 보여준다.

도 1b는 투사 모듈과 타겟 배치 모듈을 보여주는 도 1a의 상세도이다. 도 2는 선 1B-1B를 따라 취한 도 1a의 투사 시스템의 평면도를 개략적으로 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 도 1a는 본 발명에 따른 투사 시스템(1)의 측면도를 보여준다. 투사 시스템은, 진공 챔버(3)의 내부에 배치되고, 타겟(10)을 투사 모듈(20)에 대해 정밀하게 배치하도록 되어 있는 타겟 배치 모듈(30)을 지지하는 프레임

(2)을 포함한다. 투사 시스템(1)을 실질적으로 완전히 지지하는 베이스판(4) 상에, 투사 시스템(1)이 놓인다. 베이스판(4)은, 투사 모듈(20) 및 타깃 배치 모듈(30)이 장착되는 진공 챔버(3)에, 특히 그 안의 프레임(2)에, 바닥(7)으로부터 고주파 진동이 전파되는 것을 줄이도록, 대형 콘크리트 슬래브를 포함한다. 진공 챔버(3)는 진동 절연부(5)를 통해 베이스판(4) 상에 장착되어 있고, 프레임(2)은 진동 절연부(6)를 통해 진공 챔버(3) 상에 장착되어 있다.

[0047] 투사 모듈(20)은 하우징(25)을 포함하고, 이 하우징은 복수의 하전 입자 빔렛(도시 생략)을 발생시키는 하전 입자 빔 소스(21)와, 상기 복수의 하전 입자 빔렛 중의 개별 하전 입자 빔렛을 선택적으로 변조하는 모듈레이터 어레이(22), 그리고 상기 빔렛을 타깃(10)의 표면에 포커싱하는 복수의 정전 렌즈를 구비하는 투사 광학계(23)를 수용한다.

[0048] 타깃 배치 모듈(30)은 타깃(10)을 운반하는 캐리어(31)를 포함하고, 이 캐리어(31)의 가장자리에는, 투사 모듈(20)에 부착된 인터페로미터 형태의 측정 시스템(24)과 협동하는 반사면(32)이 마련되어 있다. 투사 모듈(20)에 대한 반사면(32)의 상대 위치는 인터페로미터(24)에 의해 측정되고, 본 실시형태에서는 진공 챔버(3)의 외부에 도시된 컨트롤러(80)에 전해진다. 컨트롤러(80)는, 결정된 위치에 기초하여 타깃(10)을 투사 모듈(20)의 아래에 배치하기 위해 타깃 배치 모듈(30)을 제어하도록 되어 있다. 또한, 컨트롤러(80)는, 타깃(10)을 X 방향과 이 X 방향에 수직인 Y 방향을 따라서 투사 모듈(20)에 대해 스캔 이동시키도록 타깃 배치 모듈(30)을 제어할 뿐만 아니라, 타깃 배치 모듈(30)과 투사 모듈(20) 사이의 저주파 진동을 상쇄시키도록 타깃 배치 모듈(30)을 제어한다.

[0049] 투사 모듈(20)은 로드(61, 62, 63)를 포함하는 가요성 커플링을 통해 프레임(2)에 연결되어 있고, 상기 로드의 제1 단부(61a, 62a, 63a)는 플레이트(65)에 연결되어 있다. 끝으로, 플레이트(65)는 Z 방향을 따라서 탄성적으로 휘어지게 되어 있는 판 스프링[71, 72(도시 생략), 73]에 연결되어 있어, 프레임(2)으로부터 투사 모듈(20)을 향해 가는 진동의 적어도 일부를 감쇠시킨다. 상기 로드는 그 제2 단부(61b, 62b, 63b)가 투사 모듈 하우징(25)에 연결되어 있다. 각 로드는 일체형 알루미늄 로드를 포함하고, 이들 로드는, Z축에 수직인 평면에서 투사 모듈이 프레임에 대해 이동하는 것을 실질적으로 허용하지만, 상기 Z축을 따라서 투사 모듈이 프레임에 대해 이동하는 것을 실질적으로 제한하도록, 상기 제1 단부(61a, 62a, 63a) 부근에는 제1 약화부가 마련되어 있고, 상기 제2 단부(61b, 62b, 63b) 부근에는 제1 약화부가 마련되어 있다. 3개의 로드(61, 62, 63)가 함께, 비교적 낮고 실질적으로 일정한 반경 방향 진동수를 갖는 진자형 서스펜션을 형성한다. 컨트롤러(80)는, 공지의 반경 방향 진동수와, 측정 시스템(24)에 의해 측정된 위치 및/또는 잔류 진동에 기초하여, 타깃 캐리어(31)를 투사 광학계(23)의 아래로 이동시키도록 타깃 배치 시스템을 제어할 수 있다.

[0050] 도 1b는 투사 모듈(20) 및 타깃 배치 모듈(30)을 보다 상세히 보여준다. 타깃 배치 모듈(30)은 타깃(10) 등의 타깃을 운반하는 캐리어(31)를 포함하고, 이 캐리어는 미세 구동 스테이지(33) 상에 배치된다. 미세 구동 스테이지(33)는, 잔류 진동을 상쇄시키기 위해, 타깃 캐리어의 위치를 6-자유도로 조금 보정하도록 되어 있다. 미세 구동 스테이지(33)는, 타깃 캐리어(31)를 신속 정확하게 배치할 수 있게 하고 더 나아가 프레임(2)으로부터 타깃 캐리어(31)로의 진동을 감쇠시키는 로렌츠 모터(34)를 포함한다. 타깃(10) 및 타깃 캐리어(31)가 로렌츠 모터에 가하는 하중을 경감시키기 위해, 미세 조정 스테이지(33)에는 하중 상쇄 스프링(35)이 마련되어 있다.

[0051] 미세 구동 스테이지(33)는, 미세 구동 스테이지(33)와 그 위에 있는 타깃 캐리어(31) 및 타깃(10)을 X 방향을 따라 변위시키는 x-스테이지(36) 상에 배치되어 있다. 끝으로, x-스테이지(36)는, x-스테이지(36), 미세 구동 스테이지(33), 타깃 캐리어(31) 및 타깃(10)을 Y 방향을 따라 변위시키는 y-스테이지(37) 상에 배치되어 있다.

[0052] 미세 구동 스테이지(33)는, 타깃 캐리어(31)를 x-스테이지(36)에 대해 6-자유도로 배치하도록 되어 있기 때문에, 컨트롤러(80)는, 투사 광학계(23)와 타깃 캐리어(31) 사이의 거리가 실질적으로 일정하게 유지되도록 미세 구동 스테이지를 제어할 수 있고, 그 결과 빔(b)의 타깃(10)에의 투사는 실질적으로 일정하게 유지된다.

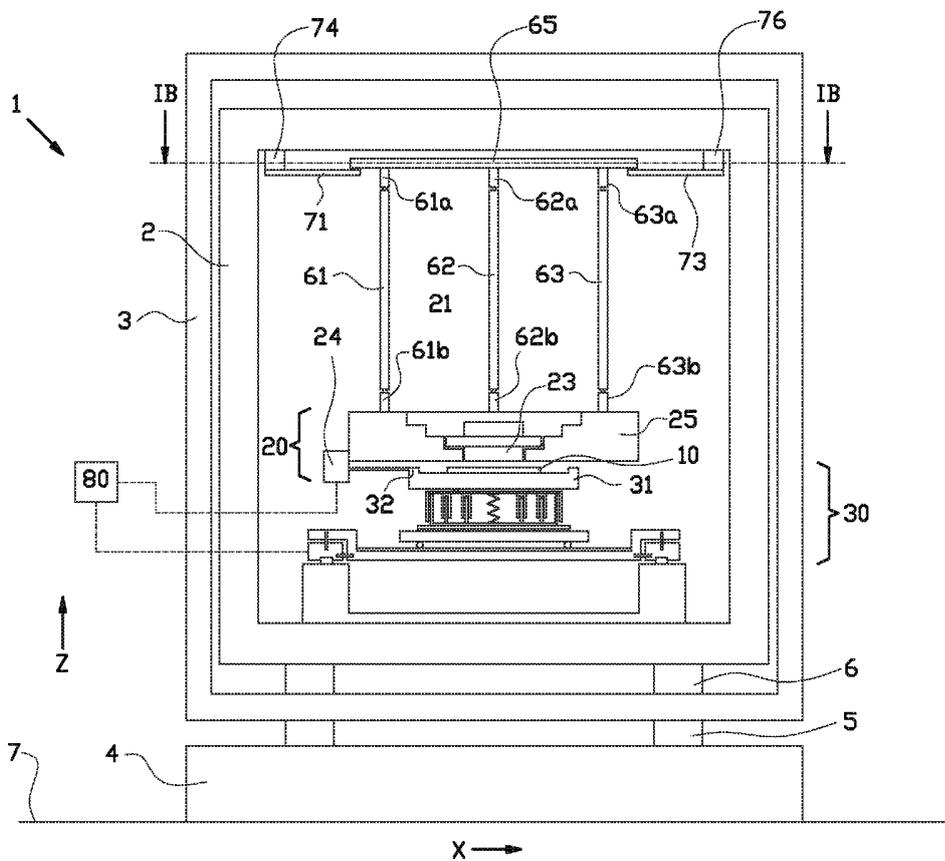
[0053] 도 2는 도 1의 선 1B-1B를 따라서 프레임과 그 내부를 보여주는 평면도이다. 판 스프링(71, 72, 73)은 제1 단부가 연결 블록(74, 75, 76)에 각각 연결되어 있고, 이들 연결 블록은 프레임(2)에 고정적으로 연결되어 있다. 반대편의 제2 단부(71a, 72a, 73a)에서, 판 스프링은 실질적으로 강성을 지닌 플레이트(65)를 통하여 서로 연결되어 있어, 판 스프링은 서로에 대해 인장력을 가할 수 있다. 판 스프링은 X 방향 및 Y 방향에 수직인 방향을 따라서 플레이트(65)에 약간의 자유도를 제공하여, 상기 수직인 방향에서 진동이 감쇠될 수 있다. 커플링, 즉 로드(61, 62, 63)의 힘을 통해, 투사 모듈(20)이 XY 평면에 평행한 평면에서 약간 이동할 수 있게 된다(도시 생략).

[0054] 투사 모듈(20)에 의해 판 스프링(71, 72, 73)에 가해지는 하중이 실질적으로 고르게 분배되도록, XY 평면에서의 투사시에, 투사 모듈(20)의 질량 중심과 실질적으로 일치하는 중심점(66)을 중심으로, 판 스프링의 제2 단부(71a, 72a, 73a)가 대칭 관계로 배치되어 있다. 이와 마찬가지로, 로드(61a, 62a, 63a)가 플레이트(65)에 부착되어 있고, 동일한 중심점(66)을 중심으로 대칭 관계로 배치되어 있다. 도시된 실시형태에서 플레이트(65)는 3개의 판 스프링을 통해 프레임에 연결되어 있지만, 임의의 개수 및 종류의 감쇠 부재가 대신 사용될 수 있다.

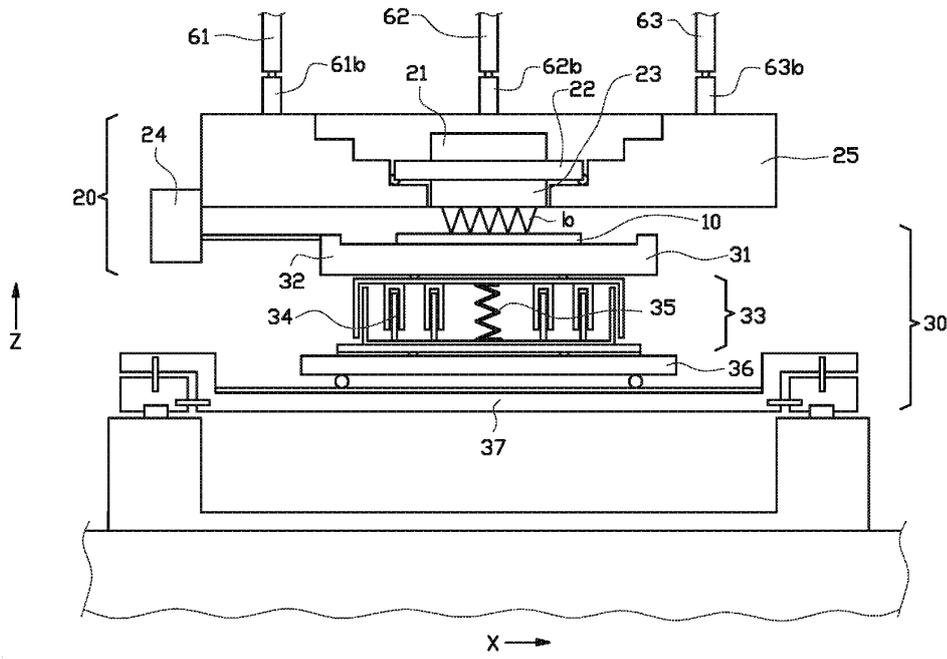
[0055] 이상 설명한 내용은 바람직한 실시형태의 작동을 예시하기 위해 포함된 것이고, 본 발명의 범위를 제한하려는 의도는 없는 것으로 이해되어야 한다. 위에서 거론한 바로부터, 많은 변형이 당업자에게 자명할 것이고, 이러한 변형도 역시 본 발명의 정신 및 범위에 포함될 것이다.

도면

도면1a



도면1b



도면2

