



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월12일

(11) 등록번호 10-1907433

(24) 등록일자 2018년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)

H01J 37/317 (2006.01) H01L 21/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7018345

(22) 출원일자(국제) 2011년12월13일

심사청구일자 2016년12월13일

(85) 번역문제출일자 2013년07월12일

(65) 공개번호 10-2013-0131398

(43) 공개일자 2013년12월03일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2011/072654

(87) 국제공개번호 WO 2012/080278

국제공개일자 2012년06월21일

(30) 우선권주장

61/422,745 2010년12월14일 미국(US)

61/480,163 2011년04월28일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP10012528 A*

JP2003142393 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 12 항

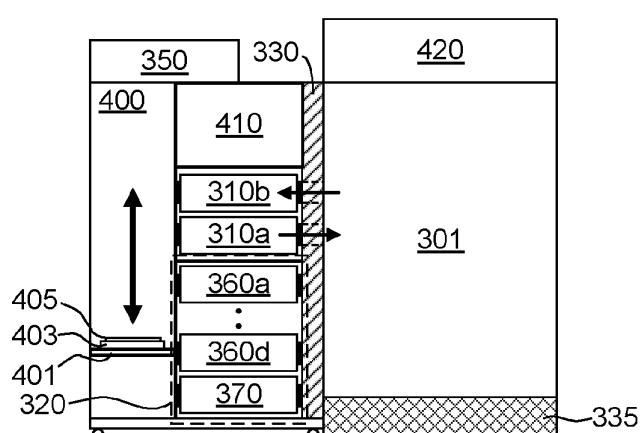
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 리소그라피 시스템 및 이러한 리소그라피 시스템에서 기판을 프로세싱하는 방법

(57) 요 약

본 발명은 복수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는 리소그라피 시스템(300)에 관한 것이다. 각각의 리소그라피 시스템 유닛은 기판을 패터닝하기 위해 전공 챔버에 배열되는 리소그라피 장치(301); 전공 챔버 내로 그리고 외부로 기판들을 전달하기 위한 로드 록 시스템(load lock system)(310); 및 서비스 목적들을 위해 전공 챔버 내로의 진입을 가능하게 하기 위한 도어를 포함한다. 각각의 리소그라피 시스템 유닛의 로드 록 시스템 및 도어는 동일한 측에 제공되고 리소그라피 시스템의 한 측에서 자유 영역, 특히 서비스 영역(305)을 마주(face)한다.

대 표 도 - 도4a



(72) 발명자

쿠이퍼, 빈센트 실베스터

네덜란드 앤엘-2564 이피 덴 하그 시나사펠슈타우
트 187

슬롯, 에르빈

네덜란드 앤엘-2728 에이엔 조에 테르미르 보탄리진
54

명세서

청구범위

청구항 1

리소그라피 시스템 유닛으로서,

진공 챔버;

기판을 패터닝하기 위해 상기 진공 챔버에 배열되는 리소그라피 장치; 및

상기 리소그라피 시스템 유닛의 고장시간(downtime) 동안 서비스(servicing) 목적들을 위해 상기 진공 챔버 및 상기 리소그라피 장치로의 액세스를 가능하게 하도록 개방가능한 도어;

를 포함하고,

상기 리소그라피 시스템 유닛의 도어는 상기 리소그라피 시스템 유닛의 한 측에서 자유 영역을 마주(face)하며,

상기 도어에는, 상기 진공 챔버 내로 그리로 외부로 기판들을 전달하기 위한 로드 롤 시스템(load lock system)이 제공되고,

상기 리소그라피 시스템 유닛은, 준비 시스템과 상기 로드 롤 시스템 간에 기판들을 전달하기 위한 로봇을 더 포함하며,

상기 준비 시스템은 상기 리소그라피 장치에서 패터닝을 위한 기판들을 준비하도록 구성되고,

상기 로드 롤 시스템은 상기 도어와 함께 이동가능하도록 상기 도어 내에 통합되어 제공되는,

리소그라피 시스템 유닛.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도어는 상기 진공 챔버에 제거 가능하게 접속되는,

리소그라피 시스템 유닛.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 도어에는, 하나 이상의 전달 엘리먼트들이 제공되는,

리소그라피 시스템 유닛.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 리소그라피 시스템 유닛은,

기판들의 일시적인 저장을 위한 저장 유닛을 포함하는,

리소그라피 시스템 유닛.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 준비 시스템은,

클램프(clamp)를 형성하기 위해 기판 지지 구조 상에 기판을 클램핑하기 위한 클램핑 유닛을 포함하는, 리소그라피 시스템 유닛.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 복수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는, 리소그라피 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 리소그라피 시스템 유닛들은,

2개의 로우(row)들로 연달아(back-to-back) 배열되는,

리소그라피 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 리소그라피 시스템 유닛들로의 기판들의 공급을 가능하게 하기 위한 기판 공급 시스템; 및

상기 기판 공급 시스템과 상기 복수의 리소그라피 시스템 유닛들 간에 기판들을 전달하기 위한 기판 전달 시스템

을 더 포함하는,

리소그라피 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

각각의 리소그라피 시스템 유닛은, 상기 기판 전달 시스템과 상기 준비 시스템 간에 기판들을 전달하기 위한 로봇을 포함하는,

리소그라피 시스템.

청구항 11

삭제

청구항 12

복수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는 리소그라피 시스템으로서, 각각의 리소그라피 시스템 유닛은,

진공 챔버;

기판을 패터닝하기 위해 상기 진공 챔버에 배열되는 리소그라피 장치;

상기 진공 챔버 내로 그리로 외부로 기판들을 전달하기 위한 로드 록 시스템; 및

상기 리소그라피 시스템 유닛의 고장시간 동안 서비스 목적들을 위해 상기 진공 챔버로의 액세스를 가능하게 하도록 개방가능한 도어;

를 포함하고,

각각의 리소그라피 시스템 유닛의 로드 록 시스템 및 도어는 리소그라피 시스템 유닛의 동일한 측에 제공되고, 상기 리소그라피 시스템의 한 측에서 자유 영역을 마주하며,

상기 리소그라피 시스템은,

상기 리소그라피 장치에서 패터닝을 위한 기판들을 준비하기 위한 준비 시스템, 및
상기 준비 시스템과 상기 로드 록 시스템 간에 기판들을 전달하기 위한 로봇
을 더 포함하고,
상기 로드 록 시스템은 상기 도어와 함께 이동가능하도록 상기 도어 내에 통합되어 제공되는,
리소그라피 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 로드 록 시스템은 상기 도어와 함께 이동 가능하게 배열되는,
리소그라피 시스템.

청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,
상기 리소그라피 시스템 유닛들은,
2개의 로우들로 연달아 배열되는,
리소그라피 시스템.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 일반적으로 복수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는 리소그라피 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 추가로 이러한 리소그라피 시스템에서 기판들을 핸들링하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

반도체 산업에서, 높은 정확도 및 신뢰도로 더 작은 구조들을 제조하고자 하는 계속 증가하는 요구는 웨이퍼 프로세싱 기술에 대한 중대한 요구사항들을 제시한다. 특히, 바닥 공간(floor space)의 과도한 이용 없이 그리고 최저 자본 비용들 및 운용 비용들을 유지하면서 웨이퍼 프로세싱 장비의 웨이퍼 쓰루풋을 최대화하는 것이 중요하다. 반도체 제조 환경에서 바닥 공간은 대부분의 공간이 높은 표준의 청정실 조건들을 충족할 필요가 있기 때문에 고가이다. 그러므로 웨이퍼 프로세싱 장비에 의해 점유되는 바닥 공간, 즉, 이른바 풋프린트(footprint)는 바람직하게는 가능한 한 제한된다. 또한, 청정실 조건들이 유지될 수 있음을 보장하기 위해, 웨이퍼 프로세싱 장비는 바람직하게는 청정실 내에서 서비스된다.

웨이퍼 상에서 집적 회로들을 제조하는 데 있어 매우 중요한 단계는 리소그라피이다. 리소그라피 프로세스에서, 미리 결정된 패턴이 종종 웨이퍼로서 지정되는 반도체 기판 상에 전사된다. 현재, 리소그라피 장치로 패터닝되는 구조들의 최소의 치수는 크기가 약 70nm이다. 그러나 훨씬 더 빠른 회로들을 생산하기 위해 더 작은 크기의 구조들이 요구된다.

더 높은 정밀도로 패터닝할 수 있는 새로운 시스템들에 의한 현재의 리소그라피 시스템들의 교체는 프로세싱 속도의 상당한 감소를 야기하지 않아야 한다. 현재, 리소그라피 장치는 시간 당 약 100개의 웨이퍼들을 패터닝한다. 현재 가능한 것보다 더 작은 구조들을 패터닝할 수 있는 다수의 새롭게 개발된 리소그라피 장치들은 시간 당 약 10개의 웨이퍼들의 쓰루풋을 목적으로 한다. 이러한 새로운 장치에 의한 현재의 리소그라피 장치의 단순한 교체는 이에 따라 종종 수용 불가능할 수 있는 10배의 쓰루풋 감소를 감소시킬 것이다.

이러한 더 작은 웨이퍼 패턴들을 달성하기 위해 개발된 리소그라피 장치들은 회로 제조 프로세스에서 이용되는 장비에 대한 주요한 조정들 없이 현재의 청정실에서 통합될 수 있는 것이 요구된다. 즉, 바람직하게는, 새롭게 개발된 더 높은 해상도 리소그라피 장치들은 크기, 쓰루풋 및 신뢰도에서 주요한 조정들 없이 이전의 리소그라피 장치들을 교체할 수 있다.

발명의 내용

본 발명은 높은 쓰루풋 동작을 허용하면서 위에서 언급한 요건들을 충족하는 리소그라피 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다. 즉, 본 발명은 정확하게 그리고 충분한 쓰루풋을 갖고 기판들이 핸들링 및 노출될 수 있는 리소그라피 시스템을 제공한다. 그러므로 본 발명은 복수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는 리소그라피 시스템을 제공하며, 각각의 리소그라피 시스템 유닛은 기판을 패터닝하기 위해 진공 챔버에 배열되는 리소그라피 장치, 예를 들어, 하전 입자 리소그라피 장치; 상기 진공 챔버 내로 그리고 외부로 기판들을 전달하기 위한 로드 록 시스템(load lock system) 및 서비스 목적들을 위해 진공 챔버 내로의 진입을 가능하게 하기 위한 도어를 포함하고, 각각의 리소그라피 시스템 유닛의 로드 록 시스템 및 도어는 동일한 측에 제공되고 상기 리소그라피 시스템의 한 측에서 자유 영역을 마주(face)한다. 로드 록 시스템들 및 도어들의 "바깥쪽(outward)" 또는 "내부-외부(inside-out)" 배향으로 인해, 진공 챔버들내에 리소그라피 장치들을 포함하는 리소그라피 시스템 유닛들은 리소그라피 시스템에 대한 서비스 영역을 제공하는 장비가 없는 영역으로부터 직접 액세스 가능하다. 직접적인 액세스는 리소그라피 시스템의 서비스(servicing)를 단순하게 하고 시스템 또는 시스템의 부분들의 고장시간(downtime)을 감소시킬 수 있다.

리소그라피 시스템 내의 리소그라피 시스템 유닛들은 2개의 로우들로 연달아(back-to-back) 배열될 수 있다. 리소그라피 시스템 유닛들의 연달아 있는 레이아웃은 리소그라피 시스템에 제한된 "풋프린트"를 제공한다. 공

장 내의 바닥 공간은 귀중하며 공장 바닥 공간의 효율적인 이용은 중요하다.

도어는 진공 챔버에 제거 가능하게 접속될 수 있다. 제거 가능하게 접속된 도어는 서비스 목적을 위해 진공 챔버 내의 컴포넌트들에 쉽고 직접적인 액세스를 가능하게 한다. 이들 컴포넌트들에 대한 쉬운 액세스는 서비스 품질을 개선할 수 있고 서비스를 위해 필요한 전체 시간을 감소시킬 수 있다. 도어를 제거하는 쉬운 방식은 훨들(wheels) 또는 레일들(rails)과 같은 하나 이상의 전달 엘리먼트를 도어에 제공하는 것일 것이다.

로드 록 시스템은 도어에 통합될 수 있다. 단일의 유닛을 형성하기 위해 로드 록 시스템과 도어를 통합하는 것은 리소그라피 시스템 유닛을 제조하는데 이용되는 재료의 양을 감소시킨다. 더 적은 재료의 이용은 비용들을 감소시킨다. 또한, 도어가 제거 가능하게 접속된 경우, 도어는 핸들링하기 더 쉽다.

리소그라피 시스템 유닛은 기판들의 일시적인 저장을 위한 저장 유닛을 포함할 수 있다. 기판들을 일시적으로 저장하는 능력은 리소그라피 시스템 유닛 내의 기판 공급 및/또는 기판 프로세싱에 관련된 사소한 문제들의 경우에 리소그라피 시스템 유닛이 동작을 지속하는 것을 가능하게 한다.

리소그라피 시스템은 리소그라피 장치에서 패터닝을 위한 기판들을 준비하기 위한 준비 시스템을 포함할 수 있다. 리소그라피 시스템 유닛 내의 기판들의 준비는 패터닝의 위치와 준비의 위치 간의 비교적 짧은 거리를 보장한다. 이 짧은 거리는 오염 등에 관련된 위험을 감소시킨다. 이러한 거리를 훨씬 더 단축하기 위해, 바람직하게는, 각각의 리소그라피 시스템 유닛은 준비 시스템을 포함한다.

로드 록 시스템과 준비 시스템 간의 전달은 오염의 위험을 훨씬 더 감소시키기 위해 로봇에 의해 실행될 수 있다.

준비 유닛은 클램프(clamp)를 형성하기 위해 기판 구조 상에 기판을 클램핑하기 위한 클램핑 유닛을 포함할 수 있다.

몇몇 실시예들에서, 리소그라피 시스템은 기판들을 리소그라피 시스템에 공급하기 위한 기판 공급 시스템 및 복수의 리소그라피 시스템 유닛들과 기판 공급 시스템 간에 기판들을 전달하기 위한 기판 전달 시스템을 더 포함한다. 기판 전달 시스템과 조합된 기판 공급 시스템의 이용은 반도체 제조 환경 내의 기존의 프로세싱 라인들에 리소그라피 시스템의 효과적인 설치를 가능하게 한다. 리소그라피 시스템을 추가로 자동화하기 위해, 로봇은 전달 시스템과 준비 시스템 간에 기판들을 전달하기 위해 이용될 수 있다.

기판 공급 시스템은 기판들의 일시적인 저장을 위한 기판 저장 유닛을 수용하도록 배열될 수 있다. 기판 저장 유닛의 이용은 리소그라피 시스템으로부터 패터닝된 기판들의 기판 제거의 일시적인 결핍 및/또는 기판 공급의 일시적인 부족으로 인한 리소그라피 시스템 내의 프로세싱 정체(holdup)들을 감소시킬 수 있다. 기판 저장 유닛은 FOUP(front opening unified pod)와 같은 제거 가능한 기판 저장 유닛일 수 있다.

기판 공급 시스템은 트랙 시스템에 접속 가능할 수 있다. 기판 공급 시스템을 트랙 시스템에 접속하는 것은 반도체 제조 환경 내의 프로세싱 라인에서 리소그라피 시스템의 통합을 개선한다.

기판 전달 시스템은 리소그라피 시스템 유닛들의 록 시스템들 위에 배열될 수 있다. 이러한 배치는 리소그라피 시스템 내의 다른 리소그라피 시스템 유닛들의 동작을 교란하지 않고 리소그라피 시스템 유닛 내의 컴포넌트들의 서비스를 단순화한다.

현재 발명된 원리들은 다양한 방식들로 실시될 수 있다는 것이 자명할 것이다.

본 발명의 다양한 양상들은 도면들에서 도시되는 실시예들을 참조하여 추가로 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 하전 입자 리소그라피 장치의 일 실시예의 단순화된 개략도.

도 2a는 모듈러 리소그라피 장치의 단순화된 블록도.

도 2b는 도 2a의 리소그라피 장치에서 모듈들 제거하고 교체하기 위한 어셈블리를 개략적으로 도시하는 도면.

도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 리소그라피 시스템의 레이아웃의 상면도.

도 3b는 도 3a의 리소그라피 시스템의 부분의 측면 단면도를 개략적으로 도시하는 도면.

도 3c는 도 3a의 리소그라피 시스템의 다른 부분의 측면도를 개략적으로 도시하는 도면.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그라피 시스템 유닛을 개략적으로 도시하는 도면.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 공급 시스템을 개략적으로 도시하는 도면.

도 5a 및 도 5b는 기판 공급 시스템을 트랙 시스템에 결합하는 2개의 상이한 방식들을 개략적으로 도시하는 도면.

도 6은 리소그라피 시스템 유닛에서 기판을 프로세싱하는 방법의 동작 흐름을 개략적으로 도시하는 도면.

도 7은 리소그라피 시스템 유닛에서 기판 핸들링 로봇의 예시적인 궤도(trjectory)를 개략적으로 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

도면들을 참조하여, 그리고 단지 예로서 주어지는 본 발명의 다양한 실시예들의 설명이 이어진다.

도 1은 하전 입자 리소그라피 장치(100)의 실시예의 단순화된 개략도를 도시한다. 이러한 리소그라피 시스템들은 예를 들어, 미국 특허 번호 제6,897,458호 및 제6,958,804호 및 제7,019,908호 및 제7,084,414호 및 제7,129,502호, 미국 특허 출원 공개 번호 제2007/0064213호 및 공동-계류중인 미국 특허 출원 번호 제61/031,573호 및 제61/031,594호 및 제61/045,243호 및 제61/055,839호 및 제61/058,596호 및 제61/101,682호에서 기술되며, 이를 모두는 본 발명의 소유자에게 양도되었으며 이를 모두는 그에 의해 그 전체가 인용에 의해 포함된다.

도 1에서 도시된 실시예에서, 리소그라피 장치(100)는 확장 전자 빔(120)을 생성하기 위한 전자 소스(101)를 포함한다. 확장 전자 빔(120)은 시준기 렌즈 시스템(102)에 의해 시준된다. 시준된 전자 빔(121)은 복수의 빔렛(beamlet)들(122)을 생성하도록 빔의 일부를 차단하는 구멍 어레이(103)에 부딪힌다. 시스템은 매우 다수의 빔렛들(122), 바람직하게는 약 10,000 내지 1,000,000개의 빔렛들을 생성한다.

전자 빔렛들(122)은 전자 빔렛들 중 하나 이상을 편향시키기 위한 복수의 블랭커들을 포함하는 빔 블랭커 어레이(105)의 평면에서 전자 빔렛들(122)을 포커싱하는 콘덴서 렌즈 어레이(104)를 통과한다. 편향된 및 비편향된 전자 빔렛들(123)은 복수의 구멍들을 갖는 빔 정지 어레이(108)에 도달한다. 빔렛 블랭커 어레이(105) 및 빔 정지 어레이(108)는 빔렛들(123)을 통과 또는 차단하도록 함께 동작한다. 빔렛 블랭커 어레이(105)가 빔렛을 편향시키는 경우, 빔렛은 빔 정지 어레이(108) 내의 대응하는 구멍을 관통하는 것이 아니라, 대신 차단될 것이다. 그러나 빔렛 블랭커 어레이(105)가 빔렛을 편향시키지 않는 경우, 빔렛은 빔 정지 어레이(108) 내의 대응하는 구멍 및 빔 편향기 어레이(109) 및 프로젝션 렌즈 어레이들(110)을 통과할 것이다.

빔 편향기 어레이(109)는 타겟 또는 기판(130)의 표면에 걸쳐서 빔렛들을 스캔하도록 비편향된 빔렛들의 방향에 실질적으로 수직인 X 및/또는 Y 방향으로 각각의 빔렛(124)의 편향을 제공한다. 이어서, 빔렛들(124)은 프로젝션 렌즈 어레이들(110)을 통과하고 기판(130) 상에 프로젝팅된다. 프로젝션 렌즈 어레이인자먼트는 바람직하게는 약 100 내지 500배의 축소를 제공한다. 빔렛들(124)은 기판을 전달하기 위한 이동 가능한 스테이지(132) 상에 위치되는 기판(130)의 표면에 부딪힌다. 리소그라피 애플리케이션들에 대해, 기판은 보통 하전-입자 민감층 또는 레지스트 층이 제공된 웨이퍼를 포함한다.

하전 입자 리소그라피 장치(100)는 진공 환경에서 동작한다. 진공은, 하전 입자 빔들에 의해 이온화되고 소스로 끌어당겨질 수 있고, 분리되어 기계 컴포넌트 상에 증착될 수 있고, 하전 입자 빔들을 분산시킬 수 있는 입자들을 제거하기 위해 요구된다. 적어도 10^{-6} bar의 진공이 통상적으로 요구된다. 진공 환경을 유지하기 위해, 하전 입자 리소그라피 시스템은 진공 챔버(140)에 위치된다. 리소그라피 장치(100)의 모든 주요한 엘리먼트들은 바람직하게는, 하전 입자 소스, 빔렛들을 기판 상에 프로젝팅하기 위한 프로젝터 시스템 및 이동 가능한 스테이지를 포함하는 공통 진공 챔버에 하우징된다.

일 실시예에서 하전 입자 소스 환경은 10^{-10} mbar까지의 상당히 더 높은 진공으로 상이하게 펌핑된다. 이러한 실시예에서, 소스는 별개의 챔버, 즉 소스 챔버에 위치될 수 있다. 소스 챔버의 압력 레벨을 펌핑 다운하는 것은 다음의 방식으로 수행될 수 있다. 우선, 진공 챔버 및 소스 챔버는 진공 챔버의 레벨로 펌핑 다운된다. 이어서 소스 챔버는 부가적으로 원하는 더 낮은 압력으로, 바람직하게는 당업자에 의해 알려진 방식으로 화학적 게터(chemical getter)에 의해 펌핑된다. 게터와 같이 재생적인, 화학적인 그리고 이른바 패시브 펌프(pассив pump)를 이용함으로써, 소스 챔버 내의 압력 레벨은 이 목적을 위해 진공 터보 펌프를 필요로 하지 않고도 진공 챔버의 압력 레벨보다 낮은 레벨이 될 수 있다. 게터의 이용은, 진공 터보 펌프 또는 유사한 것이 이러한 목적

을 위해 이용될 경우일 바와 같이, 전공 챔버의 내부 또는 중간 외부 부근이 음향적 및/또는 기계적 진동들을 받게 되는 것을 방지한다.

도 2a는 모듈러 리소그라피 장치(200)의 주요한 엘리먼트들을 예시하는 단순화된 블록도를 도시한다. 리소그라피 장치(200)는 바람직하게는 유지보수(maintenanc)의 용이함을 허용하도록 모듈러 방식으로 설계된다. 주요한 서브시스템들은 바람직하게는, 독립적이고 제거 가능한 모듈들로 구성되어서, 이들은 가능한 한 다른 서비스템들로의 교란이 적게 리소그라피 장치로부터 제거될 수 있다. 이는 머신으로의 액세스가 제한되는 경우 전공 챔버 내에 밀폐된 리소그라피 머신에 대해 특히 유리하다. 따라서 결함이 있는 서브시스템은 불필요하게 다른 시스템들을 단절하거나 교란함 없이 빠르게 제거 및 교체될 수 있다.

도 2a에서 도시된 실시예에서, 이들 모듈러 서브시스템들은 하전 입자 빔 소스(101) 및 빔 시준 시스템(102)을 포함하는 조명 광학 모듈(201), 구멍 어레이(103) 및 콘덴서 렌즈 어레이(104)를 포함하는 구멍 어레이 및 콘덴서 렌즈 모듈(202), 빔렛 블랭커 어레이(105)를 포함하는 빔 스위칭 모듈(203), 및 빔 정지 어레이(108), 빔 편향기 어레이(109) 및 프로젝션 렌즈 어레이들(110)을 포함하는 프로젝션 광학 모듈(204)을 포함한다. 모듈들은 정렬 프레임으로부터 안으로 및 밖으로 미끄러지도록 설계된다. 도 2a에서 도시된 실시예에서, 정렬 프레임은 정렬 내부 서브프레임(205) 및 정렬 외부 서브프레임(206)을 포함한다. 프레임(208)은 진동 댐핑 마운트들(207)을 통해 정렬 서브프레임들(205 및 206)을 지지한다. 기판(130)은 차례로 척(210) 상에 배치되는 기판 지지 구조(209) 상에 얹혀진다. 척(210)은 스테이지 쇼트 스트로크(stage short stroke)(211) 및 롱 스트로크(212) 상에 안착된다. 리소그라피 머신은 μ -급속 차폐 층 또는 층들(215)을 포함할 수 있는 전공 챔버(240) 내에 밀폐된다. 머신은 프레임 부재들(221)에 의해 지지되는 베이스 플레이트(220) 상에 얹혀진다.

각각의 모듈은 매우 다수의 전기 신호들 및/또는 광학 신호들 및 그의 동작을 위한 전기 전력을 요구한다. 전공 챔버(240) 내부의 모듈들은 챔버(240) 외부에 통상적으로 위치되는 제어 시스템들로부터 이들 신호들을 수신한다. 전공 챔버(240)는 케이블들 주위로 전공 밀봉을 유지하면서 제어 시스템들로부터 전공 하우징 내로 신호들을 전달할 수 있는 케이블들을 허여하기 위해 포트들로서 지정되는 개구를 포함한다. 각각의 모듈은 바람직하게는 그 모듈에 전용되는 하나 이상의 포트들을 통해 라우팅되는 전기, 광학 및/또는 전력 케이블 접속들로 이루어진 자신의 집합물(collection)을 갖는다. 이는 다른 모듈들 중 임의의 것에 대한 케이블들을 교란함 없이 특정한 모듈에 대한 케이블들이 단절되고, 제거되고, 교체되는 것을 가능하게 한다.

도 2b는 비교적 빠르고 쉬운 방식으로 도 2a의 리소그라피 장치(200)의 리프트가능한(liftable) 모듈(272)을 제거하고 교체하기 위한 어셈블리를 개략적으로 도시한다. 이 목적을 위해, 어셈블리는 제 1 훨(267) 및 제 2 훨(268)이 제공된 바디(266)를 안내하기 위한 트랙(260)이 제공된 모듈 지지 구조를 포함한다. 바디(266)는 모듈(272)을 안내 및 지지하기 위한 안내 훨(273)을 포함한다. 트랙은 램프들(ramps)을 형성하는 부분들에 의해 접속된 실질적으로 수평의 클래토들(plateaus)를 형성하는 부분들을 포함한다. 훨들(267, 268)은 바디(266)가 트랙(260)과 접촉한 채로 있는 훨들(267, 268)을 통해 트랙(260)을 따라가는 동안 바디(260)가 회전 이동 없이 수직으로 이동할 수 있도록 배치된다. 바디(260)가 트랙 위에서 전진하는 경우, 바디는 어떠한 회전도 없이 수평 방향에서와 같이 수직 방향에서 양 방향으로 이동할 것이다. 결과적으로 바디와 접촉하는 모듈(272)은 유사한 방식으로 전환될 수 있다.

도 2b의 어셈블리는 추가로 모듈(272)을 안내 및 지지하기 위한 안내 훨들(252)을 포함하는 이동 가능한 카트(251)를 포함한다. 이동 가능한 카트는 추가로 안내 훨들의 위치 및/또는 배향을 조정하기 위한 조정기들(253)을 포함할 수 있다. 카트(251)에는 훨들(254)이 제공될 수 있어서, 카트가 모듈(272)의 지지부를 향해 및 이지지부로부터 이동되는 것을 가능하게 한다.

카트(251)가 리프트가능한(liftable) 모듈 근처에 위치될 때, 안내 훨들(252)의 위치 및/또는 배향은 바디의 안내 훨들(273)에 이들을 정렬하기 위해 조정될 수 있다. 카트(251) 및 바디(266)에는 바디(266)에 카트(251)를 접속시키기 위해 도킹 인터페이스(255)가 제공될 수 있다. 모듈(272)이 리프트된 이후, 모듈(272)은 바디(266) 및 카트(251) 둘 다의 안내 훨들을 따라 카트(251) 상에서 이동될 수 있다. 모듈(272)은 이어서 이동 가능한 카드(251)에 의해 운반되면서 멀리 이동된다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그라피 시스템 유닛들의 그룹을 포함하는 리소그라피 시스템(300)의 레이아웃의 상면도를 도시한다. 이하, 레이아웃은 리소그라피 시스템(300) 또는 클러스터(300)로서 지칭될 수 있다. 도 3b는 리소그라피 시스템(300)의 부분의 측면 단면도를 개략적으로 도시한다.

이 특정한 실시예에서, 리소그라피 시스템(300)은 10개의 리소그라피 시스템 유닛들의 그룹을 포함한다. 리소

그라파 시스템 유닛들은 5개의 2 로우(row)들로 연달아 배열된다. 클러스터(300) 바로 가까이에, 바닥 공간이 서비스 영역(305)으로서 보존된다. 각각의 리소그라파 시스템 유닛은 그 자신의 진공 챔버에 포함되는 리소그라파 장치(301)를 포함하며, 각각의 진공 챔버의 한 측면은 다른 로우의 리소그라파 시스템 유닛을 마주하는 반면에, 반대 측면은 클러스터(300)의 주변, 특히 서비스 영역(305)을 마주한다.

하전 입자 리소그라파 장치의 경우에, 진공 챔버는 바람직하게는, 하전 입자 소스, 하전 입자 빔렛들을 패터닝 될 기관 상으로 프로젝팅하기 위한 프로젝터 시스템 및 이동 가능한 기관 스테이지들을 포함해서, 리소그라파 프로세싱을 가능하게 하는 모든 엘리먼트들을 포함한다. 예를 들어, 진공 챔버는 도 2a를 참조하여 논의되는 챔버(240)에 대응할 수 있다.

서비스 목적들을 위해 제공되는 자유 영역에 마주하는 리소그라파 시스템 유닛의 한 측은 진공 챔버 내로 및 외부로 기관들을 전달하기 위한 로드 록 시스템(310)을 포함하고, 이러한 서비스 목적들을 위해 개방될 수 있는 액세스 도어(330)를 또한 포함한다.

리소그라파 시스템 유닛들에는 로드 록 시스템(310)과 동일한 측에 도어(330)가 제공된다. 도어(330)는 제거 가능하게 부착 가능하게 될 수 있으며, 예를 들어, 전달 유닛(340)을 이용함으로써 그 전체가 제거 가능하게 될 수 있다. 전달 유닛(340)은 도어(330)를 지지하도록 배열될 수 있으며 훨들 또는 레일들과 같은 하나 이상의 전달 엘리먼트들(345)을 포함할 수 있다. 리소그라파 장치(301)는 상승된 위치로 리소그라파 장치를 위치시키기 위해 지지 구조(335)에 의해 지지될 수 있다.

로드 록 시스템 및 액세스 도어가 위치되는 측의 자유 영역은 바람직하게는, 도어 및 로드 록의 풋프린트를 수용하기에 충분히 크다. 또한, 자유 영역은 리소그라파 장치의 컴포넌트들을 전달하기 위한 어레인지먼트 (arrangement)의 풋프린트를 수용하기에 충분히 크다. 예를 들어, 도 2b에서 카트(251)와 같은 카트가 모듈의 전달을 위해 이용되는 경우에서, 자유 영역은 바람직하게는, 리소그라파 시스템 유닛들을 향해 및 이로부터 멀어지게 카트 상에서 모듈의 전달을 가능하게 하기 위해 충분히 크다.

리소그라파 시스템(300)은 따라서 주변들을 향하는, 보다 구체적으로 리소그라파 시스템(300) 주변의 서비스 영역(305)을 향하는 로드 록 시스템(310) 및 도어(330)를 갖는 복수의 리소그라파 시스템 유닛들을 포함한다. 로드 록 시스템들(310) 및 도어들(330)의 "바깥쪽(outward)" 배향으로 인해, 진공 챔버들 내의 리소그라파 장치들(301)을 포함하는 리소그라파 시스템 유닛들은 서비스 영역(305)으로부터 직접 액세스 가능하다. 직접적인 액세스는 리소그라파 시스템(300)의 서비스를 단순화하며 리소그라파 시스템 또는 그의 부분의 고장시간 (downtime)을 감소시킬 수 있다. 서비스를 위해 단일의 특정한 진공 챔버를 개방하는 것은 리소그라파 시스템(300) 내의 다른 리소그라파 시스템 유닛들의 쓰루풋에 영향을 주지 않고 행해질 수 있다.

리소그라파 시스템 유닛들의 연달아 있는 레이아웃은 제한된 "풋프린트"를 리소그라파 시스템(300)에 제공한다. 공장 내의 바닥 공간은 귀중하고, 공장 바닥 공간의 효율적인 이용이 이에 따라 중요하다.

로드 록 시스템(310)은 도어(330) 내에 통합될 수 있다. 로드 록 시스템(310) 및 도어(330)의 통합은 리소그라파 시스템 유닛을 제조하는데 이용되는 재료의 양을 감소시킨다. 도어(330)의 부분은 로드 록 시스템(310)의 측벽들 중 하나로서 직접 이용될 수 있다. 재료 감소는 도어 및 로드 록 시스템 조합이 서비스 동안 핸들링하기 더 쉽다는 이점을 갖는다. 또한, 제조 동안 더 적은 재료가 필요하기 때문에, 리소그라파 시스템을 제조하는 비용들이 또한 감소된다.

리소그라파 시스템(300)은 추가로 기관 공급 시스템(315)을 포함한다. 기관 공급 시스템(315)은 리소그라파 시스템(300)에 의해 프로세싱될 기관들을 수용하고 프로세싱을 위해 이들 기관들을 리소그라파 시스템 유닛들에 제공하도록 배열된다. 이는 유효하게는, 기관 공급 시스템(315)이 사전-프로세싱 목적들을 위해 준비 시스템(320)에 기관을 제공한다는 것을 의미할 수 있다. 패터닝 이후에, 기관 공급 시스템(315)은 패터닝된 기관들을 수집할 수 있다. 기관 공급 시스템(315)의 이용은 리소그라파 시스템(300)이 공장 내의 다른 장비와 효율적으로 협력하는 것을 가능하게 하는데, 그 이유는, 기관 공급 시스템(315)이 현재 이용되는 리소그라파 시스템들의 비교적 쉬운 교체를 허용하기 때문이다.

도 3c는 도 3a의 리소그라파 시스템(300)의 다른 측면 뷰를 개략적으로 도시한다. 도시된 실시예에서, 리소그라파 시스템(300)은 추가로 기관 공급 시스템(315)으로부터 기관들을 받고 및/또는 기관들을 기관 공급 시스템(315)에 보내기 위한 기관 전달 시스템(350)을 포함한다. 기관 전달 시스템(350)은 적합한 컨베이어 시스템, 예를 들어, 실질적으로 수평 방향으로 연장하는 컨베이어 시스템의 형태를 취할 수 있다.

바람직하게는, 기관 전달 시스템(350)은 리소그라파 시스템 유닛들의 도어들(330)에 간접하지 않도록 설계된다.

이는 도 3c에서 도시된 바와 같이 달성될 수 있다. 이 실시예에서, 기판 전달 시스템(350)은 실질적으로 수평 방향으로 연장하고, 로드 록 시스템들(310)은 물론 리소그라피 시스템 유닛들의 준비 유닛들(220) 위에 배열된다. 그 결과, 리소그라피 시스템(300) 내의 단일의 리소그라피 시스템 유닛의 도어는 서비스 목적들을 위해 개방될 수 있는 반면에, 기판 전달 시스템(350)은 기판 공급 시스템(315)과 리소그라피 시스템(300) 내의 다른 리소그라피 시스템 유닛들 간의 기판들의 전달을 지속할 수 있다.

도 3a 내지 도 3c를 참조하여 기술되는 레이아웃들은 제한된 복잡도를 갖는 리소그라피 시스템 유닛들의 클러스터를 제공한다. 레이아웃은 더 쉽게 스케일링될 수 있다. 예를 들어, 리소그라피 시스템(300)이 80% 용량으로 동작할 필요가 있는 경우, 10개의 리소그라피 시스템 유닛들 중 8개만이 동작 및/또는 설치될 필요가 있다.

또한, 리소그라피 시스템(300)은 신뢰할 수 있는 쓰루풋을 제공할 수 있다. 하나의 리소그라피 시스템 유닛이 오작동하고 및/또는 서비스를 요구하는 경우, 클러스터(300) 내의 다른 리소그라피 시스템 유닛들이 그들의 동작을 지속할 수 있다. 그 결과, 시간당 10개의 기판들의 쓰루풋(wph)을 갖는 10개의 리소그라피 시스템 유닛들의 경우에, 하나의 리소그라피 시스템 유닛의 오작동은 클러스터(300)가 90% 효율로 작동을 지속하도록 허용한다. 즉, 리소그라피 시스템(300)은 이상적인 100wph 대신 $9 \times 10 \text{ wph} = 90 \text{ wph}$ 의 쓰루풋으로 동작한다. 비교하면, 최신의 광학 리소그라피 장치는 100wph 의 쓰루풋으로 동작할 수 있다. 그러나 이러한 광학 리소그라피 장치 내의 몇몇 컴포넌트가 오작동하는 경우, 전체 장치가 셧다운될 필요가 있어서 쓰루풋을 0wph 까지 감소시킨다.

진공 챔버에 진입하기 이전에, 기판은 통상적으로 클램핑, 사전-정렬 및 펌프다운의 동작들을 거친다. 이 맥락에서, 클램핑은 이하 "클램프(clamp)"로서 지칭되는 단일의 구조를 형성하도록 기판 지지 구조 상에 기판을 제공하는 것으로서 정의된다. 또한, 용어 "클램핑된 기판(clamped substrate)"은 기판 지지 구조에 클램핑되는 기판을 지칭하도록 이용된다. 사전-정렬은 특정한 배향의 기판의 미리 결정된 부분 상에서 패터닝이 수행될 수 있도록 기판 및/또는 클램프를 정렬하는 것에 관련된다. 펌프 다운은 오염을 최소화하고 리소그라피 장치(301) 내로의 삽입 시에 진공 챔버 압력에 관한 기판의 영향을 감소시키기 위해 기판 주변의 압력을 감소시키는 단계에 관련된다.

리소그라피 장치(301)에 의해 수행되는 패터닝 동작 이후에, 기판은 통상적으로 벤팅(venting) 동작, 및 언클램핑 동작, 즉 기판 지지 구조로부터 기판을 분리하는 동작에 노출된다. 벤팅 및 언클램핑 동작들 간에, 기판은 전달될 수 있다.

로드 록 시스템(310)은 진공 챔버 내의 진공 환경에 대한 인터페이스를 형성한다. 시스템(310)은 통상적으로 위에서 기술된 벤팅 동작 및 펌프 다운 동작을 위해 이용된다. 이 목적을 위해, 로드 록 시스템(310)은 압력이 레귤레이팅될 수 있는 하나 이상의 챔버들을 포함한다. 로드 록 시스템(310)은 펌프 다운 및 벤팅 동작들 둘다에 적합한 단일의 챔버를 포함할 수 있다. 대안적으로 시스템(310)은 펌프 다운 및 벤팅을 위해 별개의 챔버들을 포함한다. 펌프 다운 동작을 위해, 시스템(310)은 챔버 내의 압력을 감소된 압력으로, 예를 들어, 리소그라피 장치(301)로 클램핑된 기판 및 기판 지지부의 전달에 적합한 진공으로 펌프 다운하기 위한 펌프들을 포함한다. 벤팅 동작을 위해, 로드 록 시스템(310)은 리소그라피 장치(301)에서 클램핑된 기판의 프로세싱 이후에 압력을 증가시키도록 챔버를 벤팅하기 위한 벤트(vent)들을 포함한다.

클램핑 및/또는 언클램핑은 준비 시스템들(320)에서 수행될 수 있다. 대안적으로, 클램핑은 예를 들어, 공통 공급 시스템(315) 내에서 준비 시스템들(320)에 기판을 제공하기 이전에 상이한 위치에서 수행될 수 있다. 또 다른 대안에서, 클램핑 및/또는 언클램핑은 로드 록 시스템(310) 내에서 수행될 수 있다.

클램핑 및 언클램핑은 별개의 유닛들에서 수행될 수 있지만, 동일한 유닛에서 또한 실행될 수 있다. 이하, 표현 "클램핑 유닛"은 클램핑 및/또는 언클램핑을 위한 유닛을 지칭한다.

도 4a는 펌프 다운을 위한 제 1 로드 록 챔버(310a), 벤팅을 위한 제 2 로드 록 챔버(310b) 및 다수의 클램핑 유닛들(360a 내지 360d)을 포함하는 준비 시스템(320)이 제공되는 리소그라피 시스템 유닛을 개략적으로 도시한다. 이 실시예에서, 클램프는 준비 시스템(320) 내의 적합한 클램핑 유닛(360a 내지 360d)에서 형성되고 이어서 제 1 로드 록 챔버(310a)를 통해 진공 챔버 내로 삽입된다. 리소그라피 장치(301)에 의한 기판의 패터닝 이후, 클램프는 언클램핑을 위한 제 2 로드 록 챔버(310b)를 통해 준비 시스템(320) 내의 적합한 클램핑 유닛(360a 내지 360d)에 역으로 전달된다.

도 4a의 실시예에서, 준비 시스템(320)은 추가로 제 1 로드 록 챔버(310a)를 통해 리소그라피 장치(301) 내로의

진입 이전에 기판을 사전-정렬하기 위한 사전-정렬 유닛(370)을 포함한다. 사전-정렬은 기판 지지 구조 상의 기판의 위치 및/또는 배향이 리소그라피 장치(301) 내에서 정확한 노출에 적합하다는 것을 보장하기 위해 필요로 될 수 있다. 사전-정렬은 기판이 클램프 되기 이전에 개별 기판 상에서 수행될 수 있다. 그러나 이러한 경우에, 클램핑은 극도로 정밀하고 조절된 방식으로 행해져야 한다. 바람직하게는, 기판은 기판 지지 구조 상에 클램프되는 동안 사전-정렬된다. 사전-정렬 유닛(370)에서의 사전-정렬 이후에, 기판은 추가의 프로세싱을 위해 제 1 로드 록 챔버(310a)에 제공된다.

준비 시스템(320)은 추가로 하나 이상의 부가적인 유닛들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 준비 시스템(320)은 리소그라피 장치(301)에서 노출하기 이전에 클램핑된 기판들 및/또는 언클램핑된 기판들을 컨디셔닝하기 위한 컨디셔닝 유닛을 포함할 수 있다. 컨디셔닝 유닛은 당업자들에게 알려져 있는 바와 같이, 예를 들어, 리소그라피 패터닝의 정확도를 개선하기 위해 기판(및 기판 지지 구조)으로부터 열 에너지를 제거함으로써 클램핑된 또는 언클램핑된 기판의 열적 컨디셔닝을 위해 배열될 수 있다.

기판들 및/또는 클램프들은 로봇 공간(400) 내에서 동작하는 로봇을 이용함으로써 상이한 유닛들 간에 전달될 수 있다. 도 4a의 예시적인 실시예에서, 로봇은 실질적으로 수직 방향으로 이동할 수 있는 캐리어(401)를 포함한다. 캐리어(401)는 로드 록 챔버들(310, 301b), 클램프 유닛들(360a 내지 360d) 및 사전-정렬 유닛(370) 사이에서 기판들 및/또는 클램프들을 적합하게 이송하기 위해 배열된다. 또한, 로봇(401)은 추가로 기판 전달 시스템(350)과의 기판 교환을 헨들링하도록 배열될 수 있다.

리소그라피 시스템 유닛은 추가로 기판들을 일시적으로 저장하기 위해 저장 유닛(410)을 포함할 수 있다. 저장된 기판은 여전히 리소그라피 장치(301)에 의해 패터닝될 필요가 있는 기판들일 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 기판 저장 유닛(410)은 기판 전달 시스템(350)을 통한 전달을 대기하는 패터닝된 기판들을 저장하도록 배열될 수 있다. 도 4a에서 도시된 실시예에서, 저장 유닛(410)은 기판 전달 시스템(350)에 결합된다. 대안적으로 또는 부가적으로, 저장 유닛(410)은 교체 가능한 유닛에 결합될 수 있고, 이른바 FOUP(front opening unified pod)의 형태를 취할 수 있다. FOUP들은 (청정실) 환경 내의 하나의 FOUP에서 몇 개의 기판들의 비교적 안전한 전달을 가능하게 한다. 또 다른 실시예에서, 저장 유닛(410)은 교체 가능한 유닛, 예를 들어, FOUP이다.

부가적으로, 도 4a는 리소그라피 장치(420)의 적절한 동작을 보장하기 위해 필요한 전자기기(420)가 리소그라피 장치(301)의 상부 상에 배치될 수 있다는 것을 개략적으로 도시한다. 마치 도 3b에서 도시된 실시예와 마찬가지로, 도어(330)은 예를 들어, 하나 이상의 전달 엘리먼트들(345)을 포함하는 전달 유닛(340)에 의해 진공 챔버 외부의 다른 컴포넌트들과 함께 제거될 수 있다.

도 4b는 기판 공급 시스템(315)이 실질적으로 서로의 상부 상에 배치된 다수의 클램핑 유닛들(360a 내지 360z)을 포함하는 실시예를 개략적으로 도시한다. 부가적으로 기판 공급 시스템(315)은 클램핑된 기판 또는 클램프 전달 시스템(350')에 적합하게 접속된다.

기판 공급 시스템(315)은 로봇 공간(500) 내에서 동작하는 기판 헨들링 로봇을 포함한다. 로봇은 클램핑 유닛(360a 내지 360z)을 향해 및 이로부터 멀어지게 기판들을 이송하기 위해 배열된다. 도 4b의 예시적인 실시예에서, 로봇은 실질적으로 수직 방향으로 이동할 수 있는 캐리어(501)를 포함한다. 또한, 캐리어(501)는 예를 들어, 도 5a, 5b를 참조하여 논의될 바와 같이 트랙 시스템과 같은 외부 시스템과 인터페이스를 통한 언클램핑된 기판들의 교환을 가능하게 하기 위해 실질적으로 수평 방향으로 또한 이동할 수 있을 수 있다. 기판 공급 시스템(315)이 추가로 클램핑된 기판 전달 시스템(350')에 적합하게 접속되기 때문에, 캐리어(501)는 또한 클램핑 유닛들(360a 내지 360z)과 클램프 전달 시스템(350') 간에 클램프들을 이송하기 위해 배열될 수 있다.

대안적으로, 또는 부가적으로, 기판 공급 시스템(315)에는 기판들의 공급 및/또는 저장을 위한 공급 및/또는 저장 유닛(510)이 제공될 수 있다. 기판 공급 시스템(315)이 저장 유닛(510)을 포함하는 경우, 캐리어(501)는 저장 유닛(510)으로의 및 저장 유닛(510)으로부터의 클램프들 및/또는 기판들의 이송을 분비하기 위해 배열된다. 저장 유닛(510)은 클램핑 이전에 프로세싱되지 않은 기판들을 저장하도록 배열될 수 있을 뿐만 아니라, 리소그라피 시스템 유닛 내에 리소그라피 장치에서의 프로세싱 이후에 기판 공급 시스템(315)에 의해 수집된, 노출된 기판들로서 또한 지정되는 패터닝된 기판들을 저장하도록 배열될 수 있다. 기판들의 중앙 분배 및 수집은 공장 프로세스 라인의 리소그라피 클러스터의 효율적인 통합을 가능하게 한다.

공급 및/또는 저장 유닛(510)은 교체 가능한 유닛일 수 있고 이른바 FOUP(front opening unified pod)의 형태를 취할 수 있다. FOUP들은 (청정실) 환경 내에서의 하나의 FOUP에서 몇 개의 기판들의 비교적 안전한 전달을

가능하게 한다.

도 4a, 4b에서 서로의 상부 상에 상이한 컴포넌트들이 도시되었지만, 컴포넌트들 중 하나 이상이 실질적으로 수평 방향으로 서로에 가까이 위치되는 대안적인 실시예들이 또한 예견된다. 또한, 캐리어(501)와 클램핑 유닛(360a 내지 360z) 간의 기판들의 전달을 가능하게 하기 위한 부가적인 지지 유닛들이 존재할 수 있다.

도 4a, 4b에서 도시되지 않은 리소그라피 시스템의 다른 실시예들에서, 클램핑 및/또는 언클램핑은 로드 록 시스템(310) 내에서 수행된다. 이들 동작들을 실행할 수 있는 로드 록 시스템들(310)은 이어서 사실상 더욱 정교해질 필요가 있다.

클램핑 방법들은 예를 들어, 본 발명의 소유자에게 양도되고 그에 의해 그 전체가 인용에 의해 포함되는 미국 특허 출원 2010/0265486에서 기술된 바와 같이 모세관력들(capillary forces)을 이용함으로써 클램핑하는 것, 진공을 적용함으로써 클램핑하는 것, 기판 지지 구조에 대해 기판을 열립으로써 클램핑하는 것, 및 전자기력을 이용하여 클램핑하는 것을 포함(그러나 이들로 제한되지 않음)한다. 클램핑의 타입은 기판 상에서 이용될 후속 프로세싱의 타입에 의존할 수 있다.

클램핑 및/또는 언클램핑 유닛들이 리소그라피 시스템 유닛들 내에, 예를 들어, 도 4a에서 도시된 바와 같이 준비 시스템(320) 내에 또는 로드 록 시스템(310) 내에 제공되는 리소그라피 시스템은 이하로 커널화된 클러스터 (localized cluster)로서 지정되는 커널화된 언클램핑된 기판 공급을 갖는 클러스터(300)로서 식별될 수 있다. 커널화된 클러스터에서 언클램핑된 기판들은 이들이 프로세싱될 리소그라피 장치(301)에 근접한 부근의 영역으로 이송된다. 이어서, 기판들은 기판 지지 구조상에서 클램핑되고, 마지막으로 클램프들, 즉 기판 지지 구조상에 클램핑되는 기판들은 리소그라피 장치(301)에 제공된다.

클램핑 및/또는 언클램핑 유닛들이 예를 들어, 도 4b에서 도시된 바와 같이 기판 공급 시스템(315) 내에서 중앙에 제공되는 리소그라피 시스템은 중앙화된 클러스터(300)로서 지정될 수 있다. 중앙화된 클러스터 언클램핑된 기판들은 중앙 위치에서 클램핑된다. 클램프는 이어서 복수의 리소그라피 장치들(301)에 의한 추가의 프로세싱을 위해 클러스터로 추가로 전달된다.

쉽게 인지될 수 있는 바와 같이, 중앙화된 클러스터 내의 컴포넌트들의 수는, 특히 클램핑 및 언클램핑 유닛들(360)이 클러스터(300) 내에서 모든 리소그라피 시스템 유닛들(301)에 의해 공유되는 경우, 국부화된 클러스터 내의 컴포넌트들의 수보다 더 낮을 수 있다. 다른 한편, 국부화된 클러스터들은 비교적 쉽게 스케일링될 수 있는데, 그 이유는 리소그라피 시스템 유닛의 부가 및/또는 제거는 기껏해야 기판 전달 시스템에 대한 조정들이 행해져야 한다는 것을 단순히 의미하기 때문이다. 또한, 국부화된 클러스터의 경우에, 기판 공급 시스템(315)의 풋프린트는 일반적으로, 클러스터들이 동일한 수의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하면, 중앙화된 클러스터의 풋프린트보다 작다. 이러한 풋프린트 감소는 특히 리소그라피 시스템(300) 내의 리소그라피 시스템 유닛들의 수가 제한된 경우에 달성된다.

로드 록 시스템들(310)은 물론 리소그라피 시스템 내의 다른 유닛들, 예를 들어, 사전-정렬 유닛들(370), 클램핑/언클램핑 유닛들(360) 및 기판 저장 시스템들(410)과 같이 준비 시스템들(320)의 하나 이상의 유닛들은 제어된 압력 환경을 생성하기 위해 하나 이상의 밸브들을 포함할 수 있다. 제어된 압력 환경에서 기판들 및/또는 클램프들을 유지하는 것은 감소된 오염 환경이 기판 주위에서 유지되도록 허용한다. 제어된 압력 환경은 대기 압력과 리소그라피 장치(301)의 높은 진공 간의 중간 진공일 수 있다. 중간 진공은 큰 부피가 높은 진공에서 유지되는 것을 방지하면서 오염의 감소를 가능하게 한다. 특히, 아직 패터닝되지 않은 기판들의 경우에, 중간 진공은 리소그라피 장치의 진공 환경에서 추후의 프로세싱을 위해 기판을 준비하는데 도움을 준다.

기판 공급 시스템(315)은 기판들의 교환을 위해 반도체 제조 환경에서, 트랙 시스템과 같은 다른 틀들에 접속될 수 있다. 도 5a 및 도 5b는 기판 공급 시스템(315)을 트랙 시스템(600)에 결합하는 2개의 상이한 방식들을 개략적으로 도시한다.

도 5a 및 도 5b에서, 트랙 시스템(600)은 실선 화살표들에 의해 표시되는 2개의 트랙 프로세스 라인들(610a, 610b)을 포함한다. 도 5a에서, 트랙 시스템(600)에는 트랙 프로세스 라인들(610a, 610b)로부터 기판들을 받고 프로세싱을 위해 이 기판들을 리소그라피 시스템(300)에 보내기 위해 기판 핸들러(620)가 제공된다. 또한, 기판 핸들러(620)는 리소그라피 시스템(300)으로부터 패터닝된 기판들을 받고 트랙내의 적합한 프로세스 라인들, 즉 어느 하나의 트랙 라인(610a 또는 610b)에 이 기판들을 보내기 위해 배열된다. 기판 공급 시스템(315)은 기판 전달 시스템(점선 화살표들에 의해 표시됨)과 트랙 시스템(600) 간에 기판들을 전달하기 위한 기판 핸들러(520)를 포함한다. 기판 공급 시스템(315)과 리소그라피 시스템 유닛들 간의 기판 전달은 실선 화살표에 의해

표시된다. 이러한 기판 전달은 임의의 적합한 기판 전달 시스템, 예를 들어, 도 3c 및 도 4a에 도시되고 이를 참조하여 기술되는 바와 같은 기판 전달 시스템(350) 또는 도 4b에 도시되고 이를 참조하여 기술되는 바와 같은 클램프 전달 시스템(350')에 의해 실행될 수 있다. 기판 공급 시스템(315) 내의 기판 핸들러(520)는 도 4b에 도시되고 이를 참조하여 기술되는 바와 같은 핸들러(501)와 같은 핸들러의 형태를 취할 수 있다.

도 5b에서, 트랙 시스템(600) 내의 트랙 프로세스 라인들(610a, 610b)은 기판 공급 시스템(315)에 직접 결합된다. 기판 공급 시스템(315)은 이제 2개의 기판 핸들러들(520a, 520b)을 포함하며, 여기서 제 1 기판 핸들러(520a)는 트랙 프로세스 라인(610a)과 리소그라피 시스템 간의 전달을 조절하기 위해 배열되고, 제 2 기판 핸들러(520b)는 트랙 프로세스 라인(610b)과 리소그라피 시스템 간의 전달을 조절하기 위해 배열된다. 양자의 기판 핸들러들(520a, 520b)은 로봇, 예를 들어, 도 4b를 참조하여 기술된 바와 같이 캐리어를 포함하는 로봇의 형태를 취할 수 있다. 도 5b에서 도시되는 바와 같이, 기판 핸들러들(520a, 520b)은 추가로 기판 공급 시스템(315)의 부분 내에서 기판 전달을 조절하기 위해 배열될 수 있다.

도 6은 리소그라피 시스템 유닛에서 기판을 프로세싱하는 방법의 동작 흐름을 개략적으로 도시한다. 리소그라피 시스템 유닛은 저장 유닛(SU), 준비 시스템(PS) 및 로드 록(LL)을 포함한다. 저장 유닛(SU)은 예를 들어, 위에서 기술된 저장 유닛(410)을 포함할 수 있고, 준비 시스템(PS)은 예를 들어, 위에서 기술된 준비 유닛(320)을 포함할 수 있고, 로드 록(LL)은 예를 들어, 위에서 기술된 로드 록 시스템(310)을 포함할 수 있다. 로드 록(LL)은 노출될 기판의 타겟 표면상에 패턴을 노출되게 하기 위해 리소그라피 장치에 접속된다. 부가적으로, 리소그라피 시스템 유닛은 리소그라피 시스템 유닛 내의 상이한 컴포넌트들 간에 기판들을 전달하기 위해 도 4a의 캐리어(401)의 형태를 취하거나 및/또는 이를 포함하는 로봇과 같은 기판 핸들링 로봇을 포함한다.

먼저, 노출될 기판이 동작(601)에서 제공된다. 기판을 리소그라피 시스템 유닛에 제공하는 것은 도 3c에서 도시된 기판 공급 시스템(315) 및 기판 전달 시스템(350)의 조합을 이용하여 행해질 수 있다. 그러나 기판을 제공하는 다른 방식들이 또한 이용될 수 있다. 기판은 도 6에서 도시된 바와 같이 저장 유닛에 제공될 수 있지만, 예를 들어, 외부 공급 어레인지먼트, 예를 들어, 기판 전달 시스템과 리소그라피 시스템 유닛 간의 인터페이스에 있는 로봇 상에 또한 배치될 수 있다.

저장 유닛이 이용되는 몇몇 실시예들에서, 기판은 추가의 동작들 이전에 미리 결정된 배향으로 지향될 수 있다. 이러한 타입의 "대강의(coarse)" 정렬은, 노출될 기판들이 대략 동일한 배향을 갖고 노출 방법에 진입하기 때문에 추가의 정렬 프로시저를 경감시킨다.

기판은 이어서 로봇에 의해 동작(602)에서 기판 준비 시스템(PS)에 전달된다. 어떠한 저장 유닛(SU)도 존재하지 않는 경우에, 로봇은 도 6에서 도시된 바와 같이 저장 유닛(SU)으로부터 기판을 꺾업하는 것이 아니라, 외부 공급 어레인지먼트와의 리소그라피 시스템 유닛의 인터페이스에서 기판이 제공된 이후 준비 시스템(PS)에 기판을 전달한다는 것에 주의한다.

준비 유닛(PS)에서, 기판은 동작(603)에서 기판 지지 구조에 적어도 클램핑된다. 부가적으로, (추가의) 정렬과 같은 다른 사전-컨디셔닝 동작들은 바람직하게는, 클램핑 동작 이전에 발생할 수 있다.

클램핑된 기판은 이어서 동작(604)에서 로드 록(LL)으로 로봇에 의해 전달된다. 로드 록(LL)은 리소그라피 장치에 접속되고, 로봇에 의해 전달되는 클램핑된 기판은 로드 록(LL)을 통해 리소그라피 장치에 액세스한다. 클램핑된 기판은 이어서 동작(605)에서 리소그라피 장치에서 노출된다.

노출 이후에, 기판은 로드 록(LL)에 역으로 전달된다. 로봇은 이어서 동작(606)에서 준비 시스템(PS)에 노출된 클램핑된 기판을 전달한다.

준비 시스템(PS)에서, 노출된 기판은 동작(607)에서 기판 지지 구조로부터 분리된다. 마지막으로, 분리된 노출된 기판은 동작(608)에서 리소그라피 시스템 유닛으로부터의 제거를 위한 지점으로 로봇에 의해 전달된다. 이 지점은 도 6에서 개략적으로 도시된 바와 같이 저장 유닛(SU)에 위치될 수 있다. 그러나 제거를 위한 이 지점은 또한 외부 공급 어레인지먼트와의 리소그라피 시스템 유닛의 인터페이스에 위치될 수 있다.

도 7은 리소그라피 시스템 유닛에서 기판을 프로세싱하기 위한 다른 동작 흐름을 개략적으로 도시한다. 기판의 전달은 기판 핸들링 로봇을 이용하여 달성될 수 있으며, 도 7은 전달의 시퀀스를 만들기 위한 로봇의 궤도(trajectory)를 예시한다. 로봇은 도 4a에서의 캐리어(401)와 같은 캐리어의 형태를 취하거나 및/또는 이를 포함할 수 있다. 도 7에서, 기판 전달 시스템과 로봇 간의 인터페이스는 "IF"에 의해 표시된다. 또한, 예시적인 리소그라피 시스템 유닛은 리소그라피 장치에 결합된 저장 유닛(SU), 제 1 준비 시스템 유닛(PSU-1), 제 2 준비 시스템 유닛(PSU-2), 및 로드-록(LL)을 포함한다. 인터페이스(IF)는 예를 들어, 위에서 기술된 리소그라피 시

스텝 유닛과 기판 전달 시스템(350) 간의 인터페이스를 포함할 수 있고, 저장 유닛(SU)은 예를 들어, 위에서 기술된 저장 유닛(410)을 포함할 수 있고, 준비 유닛들(PSU-1 및 PSU-2)은 예를 들어, 위에서 기술된 2개의 클램프 유닛들(360)을 포함할 수 있고, 로드 록(LL)은 예를 들어, 위에서 기술된 로드 록 시스템(310)을 포함할 수 있다. 실제로 로봇이 기판을 전달하는 이동은 실선 화살표들에 의해 표현된다. 기판을 전달하지 않는 로봇의 단순한 이동은 점선 화살표들에 의해 표시된다.

도 7의 궤도는 로봇이 인터페이스(IF)에 위치되는 것으로 시작한다. 제 1 이동은 동작(701)에서 일시적인 저장을 위해 인터페이스(IF)로부터 저장 유닛(SU)을 향해 노출될 새로운 언클램핑된 기판의 전달들을 포함한다. 저장 유닛(SU) 내에 기판의 배치 이후에, 로봇은 동작(702)에서 제 1 준비 시스템 유닛(PSU-1)을 향해 이동한다. 준비 시스템 유닛(PSU-1)에서, 로봇은 동작(703)에서 노출된 언클램핑된 기판을 꾹업하고, 이 기판을 인터페이스(IF)에 전달하여 리소그라피 시스템 유닛으로부터 기판의 제거를 허용하게 한다. 로봇은 이어서 동작(701)의 종료 시에 동작(704)에서, 저장 유닛(SU)에 배치된 노출용 언클램핑된 기판을 꾹업하기 위해 저장 유닛(SU)으로 역으로(back) 이동한다. 동작(705)에서, 언클램핑된 기판은 저장 유닛(SU)으로부터 꾹업되고 준비 시스템 유닛(PSU-1)으로 전달된다. PSU-1에서 언클램핑된 기판의 배치 이후에, 로봇은 동작(706)에서 준비 시스템 유닛(PSU-2)으로 이동한다. 로봇은 이어서 동작(707)에서 노출될 클램핑된 기판을 꾹업하고 리소그라피 장치에서 노출을 위해 클램핑된 기판을 로드 록(LL)에 전달한다. 로드 록에서 클램핑된 기판의 제거 이후에, 로봇은 동작(708)에서, 노출된 클램핑된 기판을 꾹업하고 언클램핑을 위해 준비 시스템 유닛(PSU-2)에 이 기판을 전달한다. 마지막으로, 로봇은 동작(709)에서 기판을 전달함 없이 인터페이스(IF)로 이동한다. 일련의 동작들(701 내지 709)은 "사이클 A"로서 지칭된다.

도 7에서의 궤도는 이어서 인터페이스(IF)에서, 동작(701)과 유사한 동작(711)을 지속한다. 그러나 노출될 새로운 언클램핑된 기판의 배치 이후에, 로봇은 동작(702)에서와 같이 준비 시스템 유닛(PSU-1)으로 이동하는 것이 아니라, 대신 동작(712)에서 준비 시스템 유닛(PSU-2)으로 이동한다. 후속적으로, 동작(713)에서, 로봇은 준비 시스템 유닛(PSU-2)에서 존재하는 노출된 클램핑된 기판을 꾹업하고 리소그라피 시스템 유닛으로부터 기판의 제거를 가능하게 하기 위해 인터페이스(IF)에 이 기판을 전달한다. 로봇은 이어서 동작(704)에서 행해졌던 것과 유사한 방식으로 동작(714)에서 저장 유닛(SU)으로 이동한다. 로봇은 이어서 동작(715)에서 저장 유닛(SU)으로부터 노출될 언클램핑된 기판을 꾹업하고 준비 시스템 유닛(PSU-2)에 이 기판을 전달한다. 이 언클램핑된 기판의 전달 이후에, 로봇은 동작(716)에서 준비 시스템 유닛(PSU-1)으로 이동하고, 동작(717)에서 노출될 클램핑된 기판을 꾹업하고 리소그라피 장치에서 노출을 위해 클램핑된 기판을 로드 록(LL)에 전달한다. 로드 록에서 클램핑된 기판의 제거 이후에, 로봇은 동작(718)에서 노출된 클램핑된 기판을 꾹업하고 언클램핑을 위해 준비 시스템 유닛(PSU-1)에 이 기판을 전달한다. 마지막으로, 로봇은 동작(719)에서 기판을 운반함 없이 인터페이스(IF)로 이동한다. 일련의 동작들(711 내지 719)은 "사이클 B"로서 지칭된다.

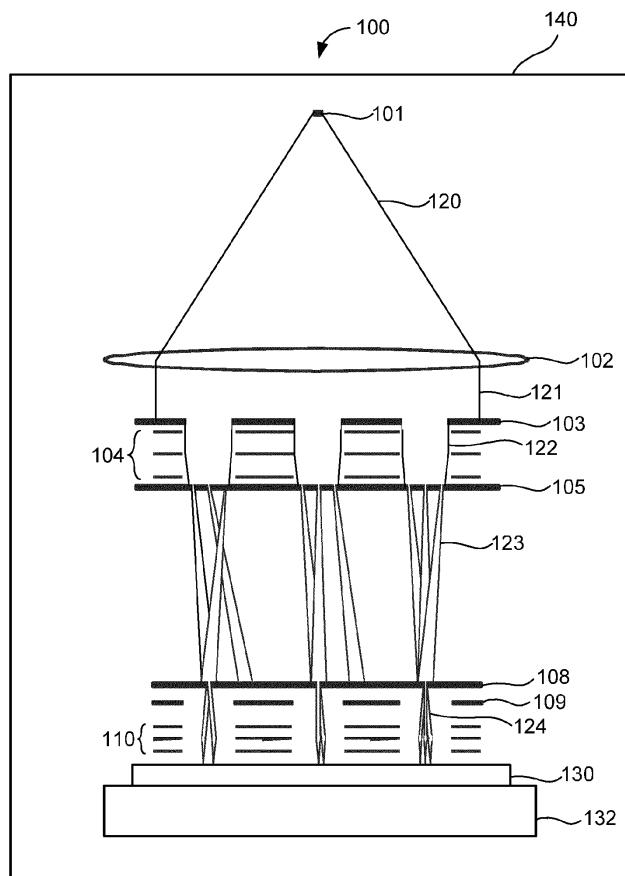
로봇은 이제 도 7의 궤도를 반복할 수 있으며, 이는 유효하게는, 로봇이 다음의 사이클 A 및 사이클 B 사이에서 교번한다는 것을 의미하며, 여기서 2개의 사이클들 간의 차이는 준비 시스템 유닛(PSU-1)과 준비 시스템 유닛(PSU-2)의 역할이다. 도 7에서 도시된 궤도는 준비 시스템 유닛에서의 클램핑 동작이 전체 사이클의 지속기간 보다 더 많은 시간을 소요하는 경우에 기판들의 연속적인 흐름을 보장하는데 특히 유용하다.

본 발명의 몇몇 실시예들이 10개의 리소그라피 시스템 유닛들을 포함하는 리소그라피 시스템을 참조하여 기술되었지만, 리소그라피 시스템 내의 리소그라피 시스템 유닛들의 수는 변할 수 있다. 예를 들어, 10개의 리소그라피 시스템 유닛 대신, 1개 초과의 임의의 다른 수의 리소그라피 시스템 유닛들이 이용될 수 있다.

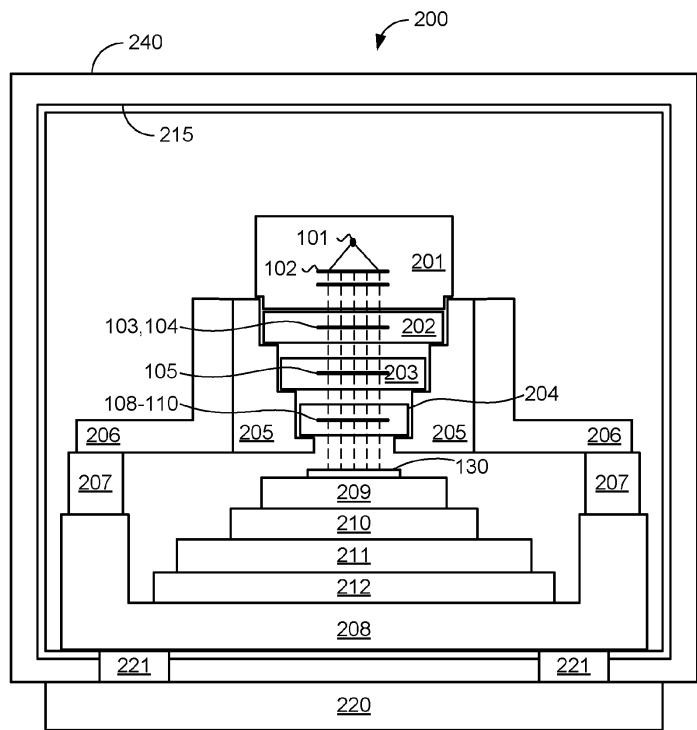
본 발명은 위에서 논의된 특정한 실시예들을 참조하여 기술된다. 이 실시예들은 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어남 없이 당업자들에게 잘 알려진 다양한 수정안 및 대안 형태들이 허여될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 이에 따라, 특정한 실시예들이 기술되지만, 이들은 단지 예들이며 첨부된 청구항들에서 정의되는 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.

도면

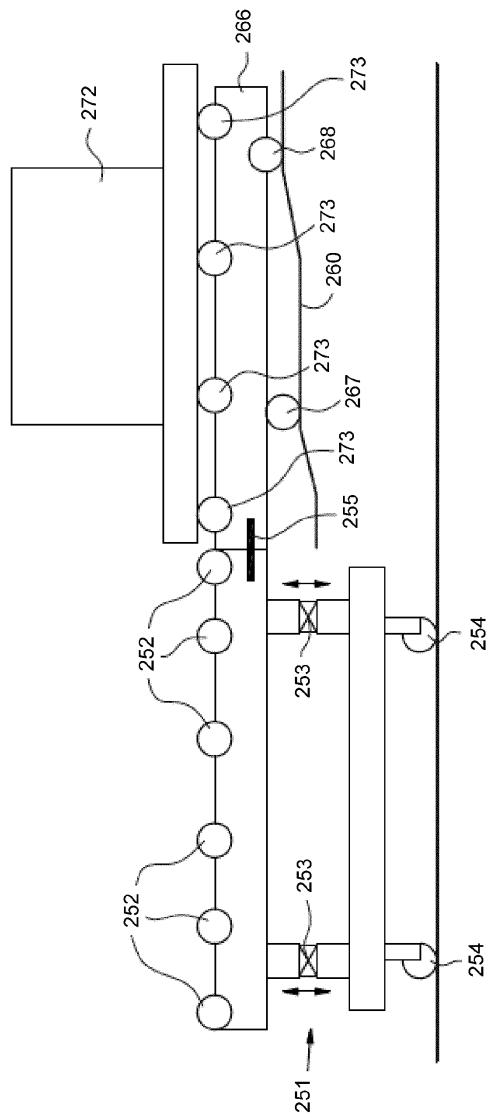
도면1



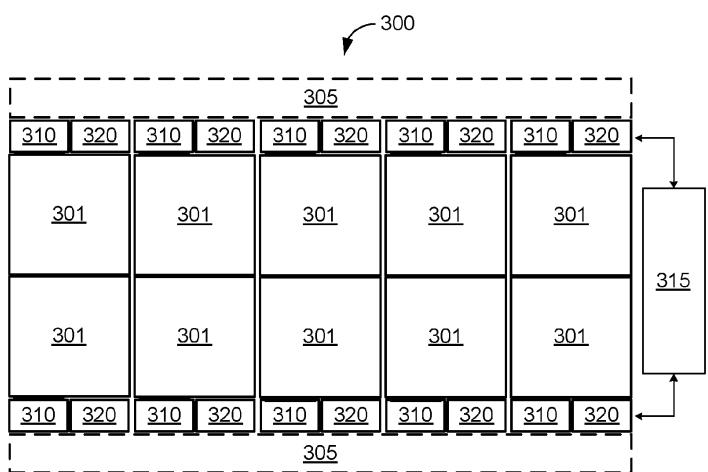
도면2a



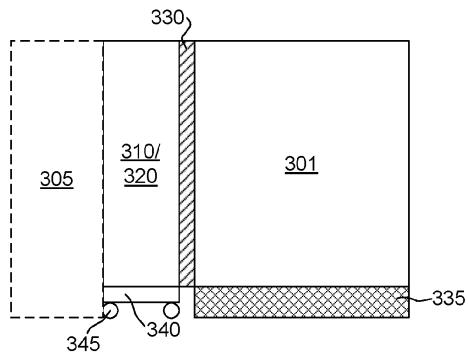
도면2b



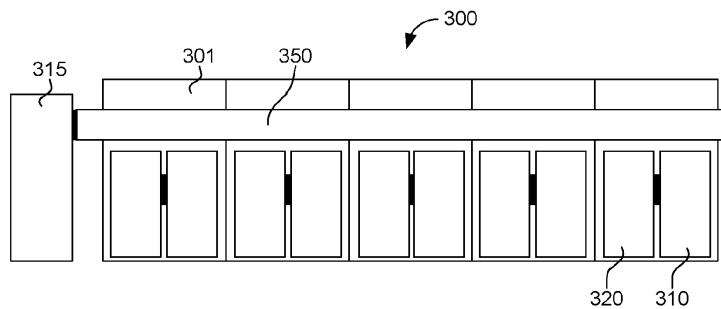
도면3a



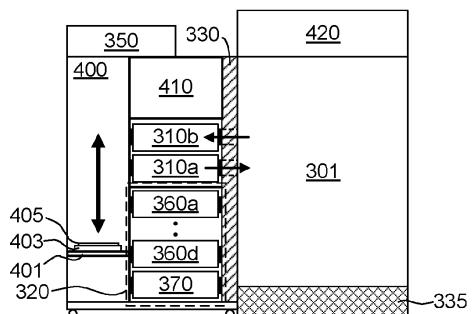
도면3b



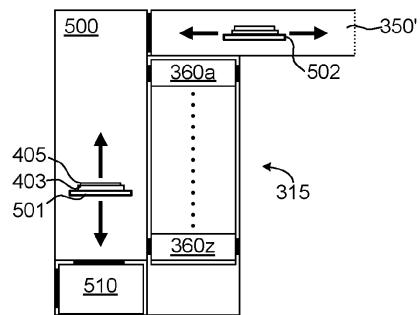
도면3c



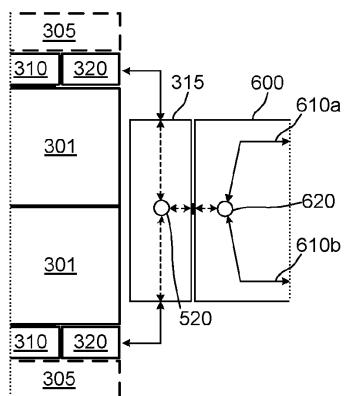
도면4a



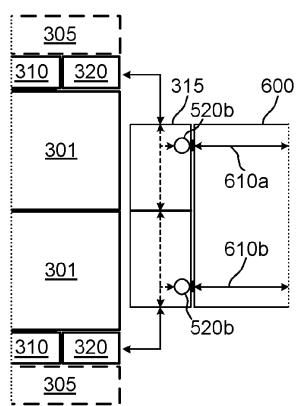
도면4b



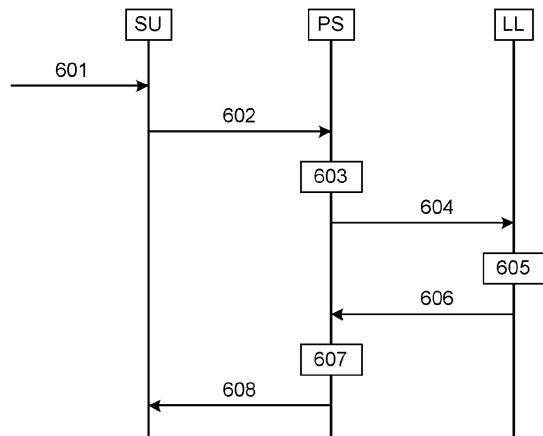
도면5a



도면5b



도면6



도면7

