(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월14일
(11) 등록번호 10-2780450
(24) 등록일자 2025년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/30 (2006.01) *H01J 37/317* (2006.01)
B82Y 10/00 (2017.01) *B82Y 40/00* (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/3007 (2024.08)
H01J 37/3177 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7022503(분할)
(22) 출원일자(국제) 2012년05월30일
심사청구일자 2023년08월02일
(85) 번역문제출일자 2023년07월03일
(65) 공개번호 10-2023-0107401
(43) 공개일자 2023년07월14일
(62) 원출원 특허 10-2022-7002799
원출원일자(국제) 2012년05월30일
심사청구일자 2022년01월25일
(86) 국제출원번호 PCT/NL2012/050376
(87) 국제공개번호 WO 2012/165955
국제공개일자 2012년12월06일
(30) 우선권주장
2006868 2011년05월30일 네덜란드(NL)
61/491,865 2011년05월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP08115697 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
(72) 발명자
존네빌레 애어노우트 크리스티아안
네덜란드 엔엘-3552 씨지 우트레히트 아호른스트라아트 16-2
크루이트 피에터
네덜란드 엔엘-2611 이비 델프트 코오른마크트 49
(74) 대리인
특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 이민형

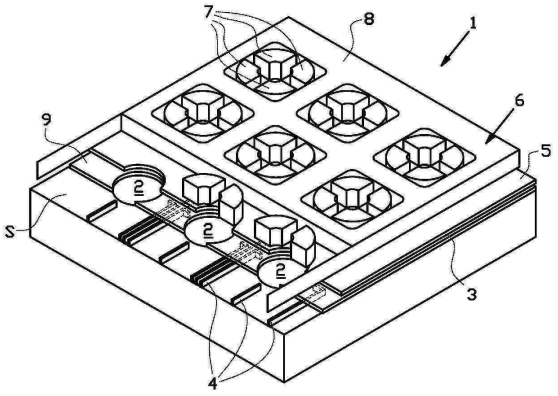
(54) 발명의 명칭 **대전 입자 다중-빔릿 장치**

(57) 요 약

본원 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위에 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하는, 평면형 기판, 그리고 상기 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공하도록 배열된다.

(52) CPC특허분류
B82Y 10/00 (2013.01)
B82Y 40/00 (2013.01)
H01J 2237/0435 (2013.01)
H01J 2237/04924 (2013.01)
H01J 2237/1205 (2013.01)
H01J 2237/15 (2013.01)
H01J 2237/1532 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
JP09330870 A*
JP2006013387 A
JP2008215969 A*
US20050029473 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

다중-빔릿 전자 빔 현미경에 사용되도록 구성된 대전 입자 다중-빔릿 디바이스로서, 상기 디바이스는 복수의 대전 입자 빔들을 타겟을 향해 투사하기 위한 디바이스를 포함하며, 상기 디바이스는:

복수의 대전 입자 빔들을 생성하도록 구성된 조리개 어레이(104, 105);

대전 입자 빔들의 특성을 결정하기 위한 복수의 센서; 및

대전 입자 빔들을 개별적으로 편향시키기 위한 복수의 개별 빔릿 조작기를 포함하는 조작기 디바이스를 포함하고,

상기 센서는 조작기 디바이스로부터 거리를 두고 배치되도록 구성되고, 상호 상이한 센서들은 각각 개별 빔들의 빔 속성들을 측정하도록 구성되는,

대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 조리개 어레이로부터 멀어지는 쪽으로 대면하는 조작기 디바이스로부터 거리를 두고 배치되도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 빔릿들이 조작기 디바이스에 의해 빔 중단부 어레이의 개구부 근처로 향하는 위치에 배치되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 패러데이 컵(Faraday cup)을 포함하는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

조작기 디바이스의 개별 빔릿 조작기는 복수의 대전 입자 빔들을 패러데이 컵으로 편향시키도록 제어가능하며, 대전 입자 빔들의 총 전류가 측정되도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

패러데이 컵은 상기 센서 중 하나의 센서에 포함되고, 다른 센서가 패러데이 컵을 둘러싸도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상이한 개별 빔릿 조작기들은 상이한 빔 속성들을 측정하기 위해 상이한 빔들을 2 이상의 센서로 향하게 제어되도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 센서 중 적어도 하나는 개별 빔의 제 1 프로파일에 맞게 구성되고, 상기 센서 중 다른 센서는 제 1 프로파일과 다른 방향으로 개별 빔의 제 2 프로파일을 측정하도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

제 1 프로파일의 방향은 실질적으로 적어도 제 2 프로파일의 방향에 수직인, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 빔의 상이한 속성들을 순차적으로 측정하도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 12

제 1 항 내지 제 6 항 및 제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

조작기 디바이스에 제어 신호를 제공하도록 구성된 전자 제어 회로를 더 포함하는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

전자 제어 회로는 다중 빔릿을 개별적으로 조정하도록 제어되도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

전자 제어 회로는 개별적으로 측정된 빔 속성에 기초하여 다중 빔릿을 개별적으로 최적화하도록 제어되도록 구성되는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

조작기 디바이스는 상이한 빔릿의 무수차를 보정하도록 제어되도록 구성된 정전기 무수차 보정기의 어레이를 포함하는, 대전 입자 다중-빔릿 디바이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 하나 이상의 대전된 입자 빔릿들의 궤적(trajectory)에 영향을 미치고 및/또는 제어하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0002] 발명은 보다 구체적으로 복수의 대전 입자 빔릿들을 이용하는 대전 입자 다중-빔릿 장치에 관한 것으로서, 상기 장치는 복수의 대전 입자 빔릿들의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함한다. 예를 들어, 복수의 전자 비임 시스템들이 고 처리량(high throughput) 무마스크(maskless) 리소그래피 시스템들, 다중 전자 비임 현미경, 및 다중 전자 비임 유도형 침착(deposition) 디바이스들을 위해서 개발되었다.

[0003] 발명은 무마스크 대전 입자 다중-빔릿 리소그래피 시스템, 대전 입자 다중-빔릿 현미경 시스템, 대전 입자 다중-빔릿 비임 유도형 침착 디바이스, 및 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 이용하기 위한 조작기 디바이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 복수의 빔릿들을 이용하여 타겟을 노출시키기 위한 대전 입자 다중-빔릿 리소그래피 시스템이 예를 들어 WO 2009/127659 A2에 개시되어 있다. 리소그래피 디바이스는 복수의 편향기들(deflectors)을 포함하는 편향 디바이스를 포함하고, 상기 편향 디바이스는 복수의 메모리 셀들을 포함하고, 각각의 셀은 저장 요소를 구비하고 그리고 편향기에 연결된다. 상기 저장 요소는, 실질적으로 디지털 신호를 편향기들로 제공하는, 국소적으로(locally) 이용가능한 증폭기의 제어 신호로서 효과적으로 이용된다. 다시 말해서, 편향기가 온 또는 오프된다. 이는, 높은 정확도의 리소그래피 시스템의 패터닝 단계 및 높은 웨이퍼 처리량을 획득하기 위해서 매우 중요한 단계이다.

발명의 내용

[0005] 본원 발명은 조작기 디바이스, 및 복수의 빔릿들 중의 개별적인 빔릿들의 개선된 조작을 가능하게 하는 상기와 같은 조작기 디바이스를 포함하는 대전 입자 다중-빔릿 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 제 1 양태에 따라서, 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치 내에서 하나 이상의 대전 입자 빔릿들의 궤적에 영향을 미치기 위한 및/또는 제어하기 위한 방법을 제공하고, 상기 장치는 대전 입자 다중-빔릿 장치 내에서 복수의 대전 입자 빔릿의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하고, 상기 조작기 디바이스는:

[0007] 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위로 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에 배열되는, 평면형 기판, 그리고

[0008] 상기 관통 개구부들의 어레이의 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며,

[0009] 상기 방법은 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공함으로써 상기 각각의 관통 개구부에 대한 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함한다.

[0010] 하나 이상의 전극들로 전압을 제공하는 것에 의해서, 정전기 필드(field)가 생성될 수 있고, 그러한 필드는 대전 입자 빔릿 내의 대전 입자의 궤적에 영향을 미치기 위해서 및/또는 제어하기 위해서 이용될 수 있다. 이제까지, 복수의 빔릿들로 분할되는 대전 입자 비임을 방출하는 하나의 공급원으로부터 복수 빔릿들이 기원하는 적어도 대전 입자 광학적 컬럼(column) 내에서의 빔릿들의 개별적인 조작이, 개별적인 빔릿들을 실질적으로 디지털적으로 온 또는 오프 스위칭하기 위한 편향기 어레이로 제한되었다.

[0011] 본원 발명의 조작기 디바이스는 각각의 개별적인 관통 개구부의 전극들을 위한 개별적인 조정가능 전압 제어를 제공할 수 있다. 바람직하게, 전압이 각각의 개별적인 관통 개구부에 대한 여러 가지 상이한 레벨들로 셋팅될 수 있고, 그에 따라 각각의 빔릿에 대한 개별적인 조정 제어를 제공한다. 특히, 전압이 각각의 전극에 대해서 개별적으로 조정가능하다.

[0012] 실시예에서, 대전 입자 다중-빔릿 장치가 상기 대전 입자 빔릿들의 적어도 하나의 특성을 결정하기 위한 센서를 포함하고, 상기 센서는 상기 전자 제어 회로에 연결되고, 상기 방법은 상기 센서에 의해서 상기 전자 제어 회로로 제공되는 피드백 신호를 기초로 상기 각각의 관통 개구부에 대한 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함한다.

[0013] 일반적으로, 빔릿들의 정렬에서의 임의의 저하(deterioration) 및/또는 표류(drift)는 매우 느린 페이스(pace)로 발생된다. 이러한 통찰에 의해서, 발명자는 그러한 저하 및/또는 표류가 복수의 빔릿들의 각각의 개별적인 빔릿에 대해서 교정될 수 있는 다중-빔릿 장치를 실현하게 되었다.

[0014] 본 발명에 따라서, 개별적인 빔릿들의 정렬이 주기적으로 체크되고, 예를 들어 리소그래피 시스템 내의 타겟의 교환마다 체크되고, 상기 빔릿들은 센서를 이용하여 체크되고 그리고 제어 회로는 제어 신호들을 조정하여 조작

기 디바이스에 대해서 교정된 셋팅들을 제공함으로써 하나 이상의 개별적인 빔릿들의 저하 및/또는 표류에 대해서 적어도 실질적으로 교정한다. 후속하여, 조작기 디바이스의 교정된 셋팅이 후속 타겟의 프로세싱 중에 유지된다.

[0015] 대안적으로, 조작기, 제어 회로 및 센서의 조합은 또한 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 특히, 다중-빔릿 대전 입자 리소그래피 시스템에서 각각의 빔릿을 조정 및/또는 최적화하기 위한 및/또는 각각의 빔릿의 개별적인 정렬을 위한 피드백 시스템을 가능하게 한다. 하나의 실시예에서, 피드백 시스템은 각각의 빔릿을 동적으로(dynamically) 조정 및/또는 최적화하기 위해서 및/또는 각각의 빔릿을 개별적으로 정렬하기 위해서 배열된다. 이러한 피드백 시스템은, 바람직하게 전체적으로(as a whole), 대전 입자 다중-빔릿 장치 내에, 특히 다중-빔릿 대전 입자 리소그래피 시스템 내에서 바람직하게 배열된다. 하나의 실시예에서, 조작기 디바이스는 복수의 빔릿들 중의 개별적인 빔릿들의 포커싱, 편향 또는 무수차화(stigmation)(특히 비점수차(astigmatism)의 감소)를 위해서 배열된다. 이하의 실시예들에 대한 설명으로부터 명확해지는 바와 같이, 발명의 개선된 조작기 디바이스는 개별적인 빔릿들의 편향뿐만 아니라, 빔릿들의 개별적인 포커싱 또는 개별적인 빔릿들의 비점수차 교정을 위해서, 복수의 빔릿들의 개별적인 빔릿들의 조작을 위해서 이용될 수 있다.

[0016] 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들의 각각으로 제공하기 위해서 배열된다. 복수의 빔릿들을 최적화하기 위해서, 그러한 조정가능한 전압을 이용하여, 작은 교정들이 각각의 빔릿에 대해서 이루어질 수 있고, 예를 들어, 편향의 각도의 교정을 위해서, 정전기 렌즐릿(lenslet)의 강도를 조정하기 위해서, 또는 비점수차에 대한 교정을 제공하기 위해서 이루어질 수 있다.

[0017] 하나의 실시예에서, 전자 제어 회로는 평면형 기판 상에 적어도 부분적으로 배열되고 그리고 적어도 부분적으로 상기 관통 개구부들에 인접하여 위치된다.

[0018] 하나의 실시예에서, 각각의 관통 개구부가 하나의 단일 빔릿을 위한 통로를 제공하기 위해서 배열된다. 대안적인 실시예에서, 각각의 관통 개구부가 몇 개의 빔릿들, 예를 들어, 7 × 7 빔릿들의 그룹을 위한 통로를 제공하도록 배열된다.

[0019] 하나의 실시예에서, 평면형 기판이 웨이퍼이고, 그리고 전자 제어 회로가 상기 평면형 기판 상에서 집적 회로를 포함한다. 하나의 실시예에서, 전자 제어 회로가 적어도 부분적으로 2개의 관통 개구부들 사이에 배열된다. 적합하게, 제어 회로가 하나 이상의 전극들을 가지는 실제 관통 개구부들 근처에 배열된다. 특히 관통 개구부들 사이에서, 보다 특히 관통 개구부들의 2개의 그룹들 사이의 무비임(non-beam) 지역들에서, 전자 제어 회로가 적합하게 배열될 수 있다.

[0020] 하나의 실시예에서, 전자 제어 회로는 하나 이상의 개별적인 관통 개구부들의 하나 이상의 전극들에 대한 제어 데이터를 저장하기 위한 메모리를 포함하고, 상기 메모리는 상기 평면형 기판 상에 그리고 상기 관통 개구부들에 인접하여 배열된다. 추가적인 실시예에서, 상기 메모리는 각각의 개별적인 관통 개구부에 대해서 다양한 상이한 레벨들에서 전압을 셋팅하기 위한 제어 데이터를 저장하도록 배열된다.

[0021] 하나의 실시예에서, 메모리는 하나의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 대한 제어 데이터를 저장하기 위해서 배열되며, 상기 메모리는 상기 평면형 기판 상에 그리고 상기 개별적인 관통 개구부에 인접하여 배열된다. 하나의 실시예에서, 메모리가 2개의 관통 개구부들 사이에 배열된다.

[0022] 하나의 실시예에서, 하나 이상의 전극들이 평면형 기판 상에 침착된 금속을 포함한다. 하나의 실시예에서, 금속이 몰리브덴을 포함한다. 비록 웨이퍼 상의 침착된 몰리브덴의 구조화(structuring)가 어려운 프로세스이지만, 그러한 구조화는 유리한데, 이는 그 표면 산화물이 전기 전도적이고, 그에 의해서 상기 전극들의 대전으로 인한 비임 오류들을 최소화하기 때문이다.

[0023] 하나의 실시예에서, 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 기판 상에 배열된다. 하나의 실시예에서, 관통 개구부들이 상기 기판의 표면에 대해서 적어도 실질적으로 횡단하여 연장한다.

[0024] 하나의 실시예에서, 관통 개구부의 하나 이상의 전극들이 상기 관통 개구부의 내측 대면 벽에 대항하여(against) 적어도 부분적으로 배열된다. 하나의 실시예에서, 상기 하나 이상의 전극들이 상기 관통 개구부의 중심선에 실질적으로 평행한 방향을 따라 상기 관통 개구부 내로 연장한다. 상기 전극들은 상기 빔릿 내에서 대전 입자들을 보다 정확하게 조작하기 위한 보다 균질한 정전기 필드를 제공할 수 있다.

[0025] 하나의 실시예에서, 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들이 접지된 전극에 의해서 적어도 실질적으로 둘러

싸인다. 하나의 실시예에서, 접지된 전극은 상기 평면형 기판 상에 침착된 금속을 포함한다. 하나의 실시예에서, 금속이 몰리브덴을 포함한다. 개별적인 관통 개구부들 및 그들의 전극들이 밀접한 근접도로 배열되기 때문에, 주위의 접지된 전극이 크로스토크(crosstalk)를 적어도 감소시킨다.

[0026] 하나의 실시예에서, 상기 평면형 기판으로부터 멀어지는 쪽을 대면하는 하나 이상의 전극들의 표면이 상기 평면형 기판과 상기 평면형 기판으로부터 멀어지는 쪽을 대면하는 접지된 전극의 표면 사이의 높이에 배열된다. 하나의 실시예에서, 상기 평면형 기판 상의 상기 접지된 전극의 두께가 상기 평면형 기판 상의 하나 이상의 전극들의 두께 보다 더 두껍다. 이러한 실시예들에서, 하나 이상의 전극들이 주위의 접지된 전극에 대해서 리세스된(recessed) 위치에서 배열된다. 관통 개구부에서의 하나 이상의 전극들의 높이(level)에 대한 주위의 접지된 전극의 보다 높은 높이는 인접한 관통 개구부들의 하나 이상의 전극들 사이의 임의의 크로스토크를 추가적으로 감소시킨다. 또한, 관통 개구부에서의 하나 이상의 전극들의 높이에 대한 주위의 접지된 전극의 보다 높은 높이는 정전기 누설(stray) 필드로 인한 비임 오류들을 감소시킨다.

[0027] 하나의 실시예에서, 전자 제어 회로는 상기 전자 제어 회로를 하나 이상의 전극들과 연결하기 위한 연결 리드들을 포함하고, 상기 연결 리드들 중 적어도 하나가 2개의 접지된 전기적 전도 층들 사이에 적어도 부분적으로 배열된다. 하나의 실시예에서, 상기 연결 리드들 중 적어도 하나가 2개의 접지된 리드들 사이에 적어도 부분적으로 배열된다. 전도 층들 및/또는 리드들 사이에 적어도 부분적으로 연결 리드들의 적어도 일부를 배열하는 것에 의해서, 상기 리드들이 차폐되고, 그러한 차폐는 연결 리드들 사이의 임의 간섭을 감소시킨다.

[0028] 하나의 실시예에서, 상기 조작기 디바이스는 정전기 렌즈들의 어레이를 포함하고, 상기 정전기 렌즈들의 각각은 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배열된 하나의 전극을 포함하고, 그리고 상기 전자 제어 회로는 상기 정전기 렌즈들의 어레이 중의 렌즈의 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나의 전극으로 상기 렌즈의 강도를 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압을 제공하도록 배열된다.

[0029] 하나의 실시예에서, 상기 조작기 디바이스는 정전기 편향기들의 어레이를 포함하고, 상기 정전기 편향기들의 각각이 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배열된 둘 이상의 전극들을 포함하고, 상기 전자 제어 회로는 상기 정전기 편향기들의 어레이 중의 편향기의 각각의 개별적인 관통 개구부의 둘 이상의 전극들로 상기 편향기에 의해서 유도된 대전 입자 빔릿의 편향의 양을 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압을 제공하도록 배열된다.

[0030] 하나의 실시예에서, 상기 조작기 디바이스는 정전기 비점수차 교정기들의 어레이를 포함하고, 상기 정전기 비점수차 교정기들의 각각은 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배열된 8개의 전극들을 포함하고, 그리고 상기 전자 제어 회로가 상기 정전기 비점수차 교정기들의 어레이 중의 비점수차 교정기의 각각의 개별적인 관통 개구부의 8개의 전극들로 상기 비점수차 교정기에 의해서 유도되는 상기 대전 입자 빔릿의 비점수차 교정의 양을 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압을 제공하도록 배열된다.

[0031] 하나의 실시예에서, 전자 제어 회로가 다중화된(multiplexed) 신호로부터 하나 이상의 개별적인 관통 개구부들을 위한 제어 데이터를 추출하기 위한 역다중화기(demultiplexer)를 포함하고, 상기 역다중화기는 상기 평면형 기판 상에 그리고 상기 관통 개구부들에 인접하여 배열된다.

[0032] 하나의 실시예에서, 역다중화기는 하나의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들을 위한 제어 데이터를 추출하도록 배열되고, 상기 역다중화기는 상기 평면형 기판 상에 그리고 상기 개별적인 관통 개구부에 인접하여 배열된다.

[0033] 하나의 실시예에서, 상기 역다중화기가 인접한 관통 개구부들 사이에 배열된다.

[0034] 하나의 실시예에서, 상기 디바이스에 대한 연결 리드들의 수는 상기 전극들의 수보다 실질적으로 적다. 하나의 실시예에서, 상기 관통 개구부에 대한 연결 리드들의 수는 상기 관통 개구부의 전극들의 수 보다 적다.

[0035] 제 2 양태에 따라서, 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치 내에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하는 다중-빔릿 장치를 제공하고, 상기 조작기 디바이스는:

[0036] 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위로 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에

배열되는, 평면형 기판, 그리고

[0037] 상기 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공하도록 배열된다.

[0038] 하나의 실시예에서, 대전 입자 다중-빔릿 장치는 상기 복수의 대전 입자 빔릿의 적어도 하나의 특성을 결정하기 위한 센서를 더 포함하고, 상기 센서는 피드백 신호를 제공하기 위해서 상기 전자 제어 회로에 연결된다. 그러한 피드백 배열은, 상기 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 각각의 빔릿의 희망하는 교정을 획득하기 위해서 필요한 값으로 상기 조정가능한 전압들의 각각을 셋팅하기 위해서, 상기 개별적인 관통 개구부들의 각각의 하나 이상의 전극들의 각각의 개별적으로 조정가능한 전압들에 대한 자동화된 피드백을 가능하게 하는 데 있어서, 다중-빔릿 시스템에서 특히 유리하다.

[0039] 하나의 실시예에서, 조작기 디바이스는 제 1 평면형 기판의 평면 내에서 관통 개구부들의 제 1 어레이를 포함하는 제 1 평면형 기판을 가지는 제 1 조작기 디바이스이고, 상기 대전 입자 비임 장치는 제 2 평면형 기판의 평면 내에서 관통 개구부들의 제 2 어레이를 포함하는 제 2 평면형 기판을 가지는 제 2 조작기 디바이스를 포함하며, 상기 관통 개구부들의 각각은 상기 상응하는 관통 개구부 주위에 배열된 하나 이상의 전극들을 포함하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에 배열되고, 상기 제 2 평면형 기판은 상기 제 1 평면형 기판에 대해서 거리를 두고 그리고 실질적으로 평행하게 배열되고, 상기 관통 개구부들의 제 2 어레이의 각각의 관통 개구부가 상기 관통 개구부의 제 1 어레이의 관통 개구부와 적어도 실질적으로 일직선으로(in line) 위치된다. 하나의 실시예에서, 관통 개구부들이 반경(r)을 가지고, 그리고 상기 제 1 및 제 2 평면형 기판들 사이의 거리(d)가 상기 반경(r)과 같거나 그보다 작다. 하나의 실시예에서, 제 1 및 제 2 조작기 디바이스들의 하나 이상의 전극들이 상기 제 1 및 제 2 기판 상에 각각 배열되고, 그리고 상기 제 1 기판 상의 하나 이상의 전극들 및 상기 제 2 기판 상의 하나 이상의 전극들이 서로 대면한다. 하나의 실시예에서, 상기 제 2 조작기 디바이스가 상기 제 1 조작기 디바이스에 대해서, 적어도 상기 제 1 및 제 2 조작기 디바이스 사이의 중심 평면에 대해서, 실질적으로 거울 대칭이다.

[0040] 제 3 양태에 따라서, 발명은 대전 입자 다중-빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하는 대전 입자 다중-빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스를 제공하며, 상기 조작기 디바이스는:

[0041] 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위로 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에 배열되는, 평면형 기판, 그리고

[0042] 상기 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공하도록 배열된다.

[0043] 하나의 실시예에서, 대전 입자 다중-빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스 및/또는 그 조작기 디바이스가 전술한 실시예들에서 설명된 하나 이상의 수단들을 구비한다.

[0044] 제 4 양태에 따라서, 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 제공하고, 상기 조작기 디바이스는:

[0045] 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위로 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에 배열되는, 평면형 기판, 그리고

[0046] 상기 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공하도록 배열된다.

[0047] 하나의 실시예에서, 조작기 디바이스가 전술한 실시예들에서 설명된 하나 이상의 수단들을 구비한다.

[0048] 명세서에서 설명되고 도시된 여러 가지 양태들 및 특징들이, 가능한 경우에, 개별적으로 적용될 수 있을

것이다. 이러한 개별적인 양태들, 특별한 양태들, 및 첨부된 종속항들에서 설명된 특징들이 분할 특허 출원들의 대상이 될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0049] 첨부 도면들에 도시된 예시적인 실시예를 기초로 발명을 설명할 것이다.

도 1은 대전 입자 다중-빔릿 무마스크 리소그래피 시스템의 개략적인 횡단면도를 도시한다.

도 2는 사중극자(quadrupole) 편향기들의 어레이를 포함하는 조작기 디바이스의 제 1 예의 개략적인 분해도를 도시한다.

도 3은 도 1의 사중극자 프로토타입 조작기 디바이스의 평면도를 도시한다.

도 4는, 아인젤(Einzel) 렌즈들의 어레이 내에서의 사용을 위한 하나의 전극을 각각 포함하는 조작기들의 어레이의 제 2 예의 평면도를 도시한다.

도 5는 도 4의 조작기 디바이스에서 이용하기 위한 하나의 조작기(11)의 개략적인 횡단면도를 도시한다.

도 6은, 팔중극자를 형성하기 위한 8개의 전극들을 각각 포함하는 조작기들의 어레이의 제 3 예의 평면도를 도시한다.

도 7은 조작기 디바이스 내에서 이용하기 위한 조작기의 추가적인 예의 개략적인 횡단면도를 도시한다.

도 8a는 도 1의 리소그래피 시스템에서 이용하기 위한 조작기 디바이스의 개략적인 평면도를 도시한다.

도 8b는, 무비임 지역들 내의 전자 제어 회로를 개략적으로 도시한, 도 8a의 개략적인 평면도의 상세도를 도시한다.

도 9는 대전 입자 다중-빔릿 검사 장치의 개략적인 횡단면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 다중-전자 비임 시스템들은 높은 처리량 리소그래피, 다중-전자 비임 현미경, 및 다중-전자 비임 유도형 침착을 위해서 개발되었다. 특히, 리소그래피 및 침착 시스템들의 경우에, 온 또는 오프 스위칭되는 개별적인 비임 브랭킹 가공(blanking)이 패터닝을 위해서 이용된다.

[0051] 그러나, 이는 빔릿들을 개별적으로 배치, 포커스, 벡터 스캔 및 무수차화하는데 있어서 또한 유리할 수 있을 것이다. 이제까지, 배치, 포커스, 벡터 스캔 또는 무수차화에서 개별적인 조정에 대해서 복수의 대전 입자 빔릿들의 하나 이상의 대전 입자 비임들을 개별적으로 조작하기 위한 조작기 디바이스는 존재하지 않았다. 그러한 시스템의 하나의 문제점은 각각의 빔릿의 개별적인 제어를 위해서 필요한 데이터의 양이 막대하다는 것이다. 다른 문제는 각각의 조작기의 작은 크기 및 인접한 조작기들 사이의 작은 간격이다.

[0052] 본원 발명은 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 빔릿들을 조작하기 위한 조작기들의 어레이를 포함하는 조작기 디바이스들의 제조를 위해서 MEMS 기술을 이용하는 것을 제시한다. 바람직하게, 조작기들은, 그들의 목적에 의존하여, 약 150 마이크로미터 내지 2 마이크로미터 범위의 측방향 크기들을 가진다.

[0053] 난제들 중 하나는 칩 제조 및 전자 광학적 디자인 규칙들과 양립가능한(compatible) 제조 프로세스로 전극들을 디자인하는 것이다. 추가적으로, 수천 개의 외부 제어 와이어들을 가지지 않고 수천 개의 비임들을 제어하는 것이 바람직하다.

[0054] 도 1은, 대전 입자 빔릿들 모두에 대해 공통적으로 걸쳐 도시하지 않은 상태로, 대전 입자 비임 광학적 시스템을 기초로 대전 입자 다중-빔릿 리소그래피 디바이스(100)를 개략적으로 도시한 도면이다. 그러한 리소그래피 시스템은 확장(expanding) 대전 입자 비임(120)을 생산하기 위한 대전 입자 공급원(101), 예를 들어, 전자 공급원을 포함한다. 확장 비임은 대전 입자 비임(120)의 시준을 위한 시준기(collimator) 렌즈(102)를 통과한다.

[0055] 후속하여, 시준된 비임(120)이 개구 어레이(104)에 충돌하고, 상기 개구 어레이는 상기 시준된 비임(120)의 일부를 차단하여 하위(sub)-비임들(121)을 생성한다. 하위-비임들(121)이 추가적인 개구 어레이(105) 상에 충돌하여 빔릿들(122)을 생성한다. 하위-비임들(121)을 단부 모듈(107)의 비임 중단부 어레이(108) 내의 상응하는 개구부를 향해서 포커싱하기 위해서, 집광기 렌즈 어레이(103)(또는 집광기 렌즈 어레이들의 세트)가 포함된다.

[0056] 바람직하게, 빔릿 생성 개구 어레이(105)가 빔릿 블랭커 어레이(106)와 조합되어 포함되고, 예를 들어 블랭커 어레이(106) 전에 개구 어레이(105)와 함께 근접 배열되어 포함된다.

[0057] 도 1에 도시된 바와 같이, 집광기 렌즈 또는 렌즈들(103)은 하위-비임들(121)을 단부 모듈(107)의 비임 중단부 어레이(108) 내의 상응하는 개구부 내로 또는 그 개구부를 향해서 포커스한다. 이러한 예에서, 개구 어레이(105)는 하위-비임들(121)로부터 3개의 빔릿들(122)을 생성하고, 그러한 빔릿들은 상응하는 개구부에서 비임 중단부 어레이(108)를 타격하고 그에 따라 3개의 빔릿들(122)이 단부 모듈(107) 내의 투사 렌즈 시스템(109)에 의해서 타겟(110) 상으로 투사된다. 실제적으로, 상당히 많은 수의 빔릿들을 가지는 빔릿들의 그룹이 단부 모듈(107) 내에서 각각의 투사 렌즈 시스템(109)에 대해서 개구 어레이(105)에 의해서 생성될 수 있을 것이다. 실제적인 실시예에서, 전형적으로 약 50개의 빔릿들이 단일 투사 렌즈 시스템(109)을 통해서 지향될 수 있고, 그리고 이는 200개 또는 그 초과까지 증가될 수 있을 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 빔릿 블랭커 어레이(106)가 빔릿들(122)의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 특정 시간들에서(at certain times) 편향시켜 그 빔릿들을 브랭크할 수 있을 것이다. 이러한 것이 브랭크화된 빔릿들(123)로 도시되어 있으며, 그러한 브랭크화된 빔릿들(123)은 개구부에 인접하나 개구부에는 위치되지 않는 비임 중단부 어레이(108) 상의 위치로 편향된다.

[0058] 발명에 따라서, 대전 입자 광학적 컬럼이 이하에서 보다 구체적으로 설명되는 바와 같은 하나 이상의 조작기 디바이스들을 구비할 수 있을 것이다. 그러한 조작기 디바이스(300)는 시준기 렌즈(102) 뒤에 배열되어:

[0059] - 대전 입자 광학적 컬럼의 하나 이상의 디바이스들의 오정렬을 교정하기 위해서 대전 입자 광학적 컬럼의 광학적 축에 실질적으로 수직한 평면 내에서 편향을 제공할 수 있고; 및/또는

[0060] - 시준기 렌즈들(102)과 같이, 전체 비임(120), 모든 하위-비임들(121), 또는 모든 빔릿들(122)을 회절시키는 현미경 렌즈 - 일반적으로 자기 렌즈 - 에 의해서 유발될 수 있는 임의의 비점수차화를 위한 교정을 제공할 수 있을 것이다.

[0061] 그러한 조작기 디바이스(310)는 또한, 투사 렌즈 시스템(109)에서의 2 차원적인 편향을 제공하기 위해서 그리고 하나의 그룹 내의 빔릿들의 벡터 스캔을 가능하게 하기 위해서, 단부 모듈(107)의 일부로서 제공될 수 있을 것이다.

[0062] 조작기 디바이스(300, 310)가 전자 제어 회로(430)에 연결되고, 그러한 전자 제어 회로(430)는 조작기 디바이스(300, 310)로 제어 신호들(433, 434)을 제공한다.

[0063] 또한, 대전 입자 광학적 컬럼이 복수의 빔릿들 중의 빔릿의 적어도 하나의 특성을 결정하기 위한 센서를 구비하고, 상기 센서는 피드백 신호를 제공하기 위해서 전자 제어 회로(430)에 연결된다. 그러한 센서(410)는 비임 중단부 어레이(108)에, 바람직하게 브랭크될 때 상기 빔릿들이 지향되는 위치에 제공될 수 있다. 대안적으로, 센서(420)가, 프로세스된 타겟과 프로세스할 필요가 있는 타겟의 교환 중에 타겟(110)의 위치에서 실질적으로 배열될 수 있다. 이러한 교환 중에, 검출기(420)가 빔릿들 아래에서 XY로 이동될 수 있고 그리고 빔릿들의 정렬이 체크될 수 있고 그리고, 필요한 경우에, 조작기 디바이스(300, 310)가, 센서(410, 420)에 의해서 전자 제어 회로(430)로 제공된 피드백 신호(431, 432)를 기초로 - 바람직하게 자동적으로 - 조정될 수 있다.

[0064] 빔릿 블랭커 어레이(106)에 의해서, 빔릿들(122)의 편향과 대비할 때 매우 느린 페이스로, 빔릿들(122)의 정렬에서의 임의의 저하 및/또는 표류가 발생된다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 타겟의 교환 시마다, 빔릿들(122)이 센서들(410, 420)을 이용하여 체크되고 그리고 제어 회로(430)가 제어 신호들(431, 432)을 조정하여 조작기 디바이스들(300, 310)에 대한 교정된 셋팅들을 제공함으로써 하나 이상의 개별적인 빔릿들(122)의 저하 및/또는 표류에 대해서 적어도 실질적으로 교정한다. 후속하여, 조작기 디바이스들(300, 310)의 교정된 셋팅이 후속 타겟의 프로세싱 중에 유지된다.

[0065] 그 대신에, 조작기(300), 제어 회로(430) 및 센서들(410, 420)의 조합이 또한, 대전 입자 다중-빔릿 장치에서, 특히 다중-빔릿 대전 입자 리소그래피 시스템에서 각각의 빔릿을 조정 및/또는 최적화하기 위한 및/또는 각각의 빔릿을 개별적으로 정렬시키기 위한 피드백 시스템을 제공한다. 실시예에서, 피드백 시스템이 각각의 빔릿을 동적으로 조정 및/또는 최적화하기 위해서 및/또는 각각의 빔릿을 개별적으로 정렬시키기 위해서 배열된다. 바람직하게, 이러한 피드백 시스템은 바람직하게 전체로서 대전 입자 다중-빔릿 장치 내에, 특히 다중-빔릿 대전 입자 리소그래피 시스템 내에 배열된다.

[0066] 본 발명에 따른 조작기 디바이스(300, 310)의 제 1 예가, 부분적으로, 도 2 및 3에 도시되어 있다. 도 2는 MEMS 기술을 이용하여 제조된 다중-빔릿 사중극자 편향기(1)를 도시한다. 제조 프로세스는, 예를 들어 샘플 및

유지 기능을 가능하게 하는, 국소적인 전자장치들이 통합될 수 있게 허용하는 이중극자 양립형이다.

[0067] 다중-빔릿 사중극자 편향기(1)는 실질적으로 평면형인 기판(3)을 포함하고, 상기 평면형 기판(3)은 행들(rows) 및 열들로 규칙적으로 배열된 관통 개구부들(2)의 어레이를 구비한다. 관통 개구부들(2)은 상기 평면형 기판(3)의 표면(S)에 대해서 실질적으로 횡방향으로 연장하고, 그리고 적어도 하나의 대전 입자 빔릿이 통과하도록 배열된다.

[0068] 평면형 기판(3)의 상단부 상에는, 이러한 예에서 Si 칩이 되는, 전자 제어 회로(4)가 배열된다. 전자 제어 회로(4)는, 관통 개구부들(2)에 인접하여, 특히 평면형 기판(3)의 무비임 지역들 상에 배열된 집적 회로를 포함한다. 상기 전자 제어 회로(4)의 상단부 상에는 절연 층(5)이 제공되고, 상기 절연 층(5)의 상단부 상에, 전극 층(6)이 배열된다.

[0069] 상기 관통 개구부들(2)의 각각은, 상기 기판(3) 상에서 관통 개구부들(2) 주위에 배열된 4개의 전극들(7)을 구비한다. 4개의 전극들(7)을 가지는 각각의 관통 개구부(2)가 그러한 관통 개구부(2)를 통해서 횡단하는 하나 이상의 빔릿들을 조작하기 위한 개별적인 조작기(10)를 형성한다. 그에 따라, 조작기 디바이스(1)가, 행들 및 열들로 배열된 개별적인 조작기들(10)의 어레이를 포함한다.

[0070] 바람직하게, 전극들(7)이 몰리브덴으로 제조되나, 그 전극들이 다른 전도성 재료들로 또한 제조될 수 있을 것이다. 전극 층(6)은 약 4 마이크로미터의 두께를 가지고, 그리고 전극들은 반응성 이온 에칭을 이용한 몰리브덴의 이방성 에칭에 의해서 제조된다.

[0071] 도 2의 개략적인 평면도에 도시된 바와 같이, 4개의 전극들(7)이 전극 층(6)의 나머지 부분(8)에 의해서 둘러싸인다는 것을 알 수 있을 것이다. 전극들(7)로부터 전기적으로 격리되는 이러한 나머지 부분(8)은, 거리를 두고 4개의 전극들(7)을 둘러싸는 접지된 전극(8)으로서 이용된다. 전극 층(6) 아래에, 전극들(7)의 각각을 절연 재료(5)의 층 아래의 전자 제어 회로(4)에 연결하기 위한 비아들(51)을 구비하는 절연 재료(5)의 층이 존재한다.

[0072] 전자 제어 회로(4)는 각각의 관통 개구부(2)의 4개의 전극들(7)의 각각에 대해서 제어 신호들을 제공한다. 전자 제어 회로(4)는 상기 평면형 기판(3) 상에 그리고 적어도 부분적으로 상기 관통 개구부들(2)에 인접하여 배열되고, 그리고 각각의 관통 개구부(2)의 4개의 전극들(7)의 각각으로 하나 이상의 대전 입자 빔릿을 편향시키기 위한 개별적으로 조정가능한 전압을 제공하도록 배열되며, 상기 대전 입자 빔릿은, 사용 중에, 상기 개구부(2)를 통해서 횡단한다. 그에 따라, 상기 편향기(10)에 의해서 유도된 대전 입자 빔릿의 편향의 양을 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압을 이용하여, 상기 조작기 디바이스(1)의 각각의 조작기(10)가 평면형 기판(3)의 표면(S)에 평행한 평면을 따른 임의 방향으로 대전 입자 빔릿을 편향시키기 위해서 이용될 수 있다.

[0073] 도 4 및 5는 발명의 디바이스 내에서 이용하기 위한 조작기(11)의 제 2 예를 도시한다. 본질적으로, 이러한 제 2 예의 조작기 디바이스는 도 2의 분해도에서 도시된 디바이스와 동일한 구조를 가진다. 즉, 도 4의 평면도에서 도시된 바와 같이, 디바이스는 실질적으로 평면형인 기판(13)을 포함하고, 상기 평면형 기판(13)은 행들 및 열들로 규칙적으로 배열된 관통 개구부들(12)의 어레이를 구비한다. 관통 개구부들(12)은 적어도 하나의 대전 입자 빔릿이 통과하도록 배열되고, 그리고 상기 관통 개구부(12)를 둘러싸는 하나의 전극(17)을 구비한다.

[0074] 상기 평면형 기판(13)의 상단부 상에는 전자 제어 회로(14)가 배열된다. 전자 제어 회로(14)는, 관통 개구부들(12)에 인접하여 배열된 집적 회로를 포함한다. 이러한 예에서, 상기 전자 제어 회로(14)는, 비아들(51)과 상호 연결된, 집적된 전자 회로망을 이용하여 몇몇 층들(15)로부터 구축된다.

[0075] 또한, 관통 개구부들(12)의 엣지에서, 비아들(52)이 제공되고, 그러한 비아들(52)은 상단부 전극(17)에 연결된다. 상기 비아들(52)은 상기 관통 개구부들(12) 내부에서 상단부 전극(17)의 연장부를 제공한다. 그에 따라, 관통 개구부의 전극(17)이 상기 관통 개구부의 내측 대면 벽에 대하여 적어도 부분적으로 배열된다. 관통 개구부들(12)의 엣지에서의 비아들(52)이 집적된 전자 제어 회로(14)의 제조를 위해서 이용되는 프로세스와 동일한 프로세스를 이용하여 그리고 동시에 제조된다.

[0076] 관통 개구부들(12)의 각각이 상기 기판(13) 상에서 관통 개구부들(12) 주위로 배열된 하나의 전극(17)을 구비한다. 상기 평면형인 기판(13) 위의 소정 거리에서, 추가적인 전극(19)이 배열된다. 상기 추가적인 전극(19)은 또한 관통 개구부들(12')의 어레이를 포함하고, 도 5의 횡단면에서 개략적으로 도시된 바와 같이, 상기 관통 개구부들(12')은 기판(13)의 관통 개구부들(12)과 정렬된다. 전극(17) 및 추가적인 전극(19)을 가지는 관통 개구부(12) 각각이 개별적인 아인젤 렌즈(11)를 형성하고, 상기 아인젤 렌즈(11)에는, 사용 중에, 상기 렌즈(11)의

포커스 거리 또는 강도를 개별적으로 조정하기 위한 조정가능 전압이 제공된다.

[0077] 그에 따라, 이러한 제 2 예는 조작기 디바이스(16)를 제공하고, 상기 조작기 디바이스(16)는 정전기 렌즈들(11)의 어레이를 포함하고, 상기 정전기 렌즈들(11)의 각각이 상기 관통 개구부들 중의 하나의 관통 개구부(12)를 포함하고, 상기 관통 개구부들(12)의 각각은 상응하는 관통 개구부(12) 주위로 배열된 하나의 전극(17)을 포함하고, 그리고 상기 전자 제어 회로(14)는, 상기 렌즈(11)의 강도를 개별적으로 조정하기 위한 조정가능 전압을 상기 정전기 렌즈들의 어레이 중의 렌즈(11)의 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나의 전극(17)으로 제공하도록 배열된다.

[0078] 도 6은 발명의 조작기 디바이스(20)의 제 3 예를 도시한다. 본질적으로, 이러한 제 3 의 조작기 디바이스(20)는 도 2의 분해도에 도시된 디바이스와 동일한 구조를 가진다. 즉, 도 6의 평면도에서 도시된 바와 같이, 디바이스가 실질적으로 평면형인 기판을 포함하고, 상기 평면형인 기판은 행들 및 열들로 규칙적으로 배열된 관통 개구부들(22)의 어레이를 구비한다. 관통 개구부들(22)은 적어도 하나의 대전 입자 빔릿이 통과하도록 배열된다. 각각의 관통 개구부(22)는 관통 개구부(12)를 둘러싸는 8개의 전극들(27)을 구비한다. 전극들(17)을 가지는 각각의 관통 개구부(12)가 개별적인 팔중극자 편향기를 형성하고, 사용 중에, 상기 팔중극자 편향기로, 예를 들어, 각각의 개별적인 빔릿에 대한 무수차 교정을 제공하기 위해서, 상기 관통 개구부들(12) 중 하나를 횡단하는 빔릿들의 궤적을 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압이 제공된다.

[0079] 그에 따라, 이러한 제 3 예의 조작기 디바이스(20)는, 예를 들어 빔릿들의 임의의 비점수차를 교정하기 위한, 정전기 무수차 교정기들(21)을 포함하고, 상기 정전기 무수차 교정기들(21)의 각각이 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부(22)를 포함하고, 상기 관통 개구부들(22)의 각각이 상응하는 관통 개구부(22) 주위로 배열된 8개의 전극들(27)을 포함하고, 그리고 상기 무수차 교정기에 의해서 유도되는 대전 입자 빔릿들의 무수차 교정의 양을 개별적으로 조정하기 위한 조정가능한 전압을 상기 정전기 무수차 교정기들의 어레이 중의 무수차 교정기(21)의 각각의 개별적인 관통 개구부(22)의 8개의 전극들(27)로 제공하도록 상기 전자 제어 회로가 배열된다.

[0080] 발명의 디바이스의 추가적인 예에서, 도 7의 부분적인 횡단면도에서 도시된 바와 같이, 디바이스(31)는, 제 1 평면형인 기판(33)의 평면 내에 관통 개구부들(32)의 제 1 어레이를 포함하는 제 1 평면형인 기판(33)을 가지는 제 1 조작기 디바이스(30)를 포함하고, 상기 관통 개구부들(32)의 각각은 상기 상응하는 관통 개구부(32) 주위에 배열된 하나 이상의 전극들(37)을 포함하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들(37)이 상기 기판(33) 상에 배열된다. 또한, 디바이스(31)는 제 2 평면형 기판의 평면 내에서 관통 개구부들(32')의 제 2 어레이를 포함하는 제 2 평면형인 기판(33')을 가지는 제 2 조작기 디바이스(30')를 포함하고, 상기 관통 개구부들(32')의 각각은 상응하는 관통 개구부(32') 주위에 배열된 하나 이상의 전극들(37')을 포함하고, 그리고 상기 하나 이상의 전극들(37')이 상기 기판(33') 상에 배열된다. 제 2 평면형인 기판(33')은 상기 제 1 평면형 기판(33)에 대해서 거리(d)를 두고 그리고 실질적으로 평행하게 배열되고, 제 2 조작기 디바이스(30')의 각각의 관통 개구부(32')가 상기 제 1 조작기 디바이스(30)의 관통 개구부(32)와 적어도 실질적으로 일직선으로 위치된다. 하나의 실시예에서, 제 1 조작기 디바이스(30) 및 제 2 조작기 디바이스(30')가 하나의 유닛으로 형성된다.

[0081] 관통 개구부들(32, 32')이 반경(r)을 가지고, 그리고 상기 제 1 및 제 2 평면형 기판들 사이의 거리(d)가 적절하게 상기 반경(r)과 같거나 그보다 작다. 또한, 제 1 및 제 2 조작기 디바이스들(30 및 30')의 하나 이상의 전극들(37, 37')이 상기 제 1 및 제 2 기판들(33, 33') 상에 배열되고, 그에 따라, 상기 제 1 기판(33) 상의 하나 이상의 전극들(37) 및 상기 제 2 기판(33') 상의 하나 이상의 전극들(37')이 서로 대면한다. 제 1 조작기 디바이스(30)의 각각의 관통 개구부(32)를 제 2 조작기 디바이스(30')의 상응하는 관통 개구부(32')와 조합하기 위해서, 상기 제 2 조작기 디바이스(30')가 상기 제 1 조작기 디바이스(30)에 대해서, 적어도 상기 제 1 및 제 2 조작기 디바이스들(30, 30') 사이의 중심 평면에 대해서, 실질적으로 거울 대칭이 된다.

[0082] 제 1 조작기 디바이스(30) 및 제 2 조작기 디바이스(30')의 각각이 각각의 관통 개구부(32, 32')에 대해서 둘 이상의 전극들(37, 37')을, 예를 들어 도 2 및 3에 도시된 바와 같이 4개의 전극들을 가지는 편향기들의 어레이, 도 4에 도시된 바와 같이 각각의 관통 개구부(32, 32')를 위한 전극(37, 37')을 가지는 정전기 렌즈들의 어레이, 및/또는 도 6에 도시된 바와 같이 각각이 관통 개구부(32, 32')를 위한 8개의 전극들을 가지는 정전기 무수차 교정기들의 어레이를 포함할 수 있을 것이다.

[0083] 도 1에 도시된 바와 같은 대전 입자 다중-빔릿 리소그래피 디바이스(100)를 다시 참조하면, 빔릿들(122)이 그룹들로 배열된다는 것을 알 수 있을 것이다. 빔릿들(122)의 그룹화로 인해서, 하위-비임들(121)을 생성하기 위해서 시준된 비임(120)의 일부를 차단하는 개구 어레이(104) 이후의 대전 입자 컬럼의 디바이스들이, 도 8a에 개

략적으로 도시된 바와 같이, 비임 지역들(200)과 무비임 지역들(210)로 분할될 수 있다. 예를 들어 하위-비임들(121)에 의해서 규정되는 바와 같이, 빔릿들의 그룹들 사이에 위치되는 이들 무비임 지역들(210)은, 도 8b에 개략적으로 도시된 바와 같이, 비임 지역들(200) 내에 배열된 조작기들(520)을 제어하는 전자 제어 회로(510)를 위한 위치로서 이용될 수 있다. 무비임 지역들의 엣지에 근접하여, 커넥터들(500)이 제공되고, 그러한 커넥터들은, 데이터 라인들을 이용하여, 비임 지역(200) 내의 각각의 조작기(520)를 위한 전자 제어 회로들(510)에 연결된다. 각각의 전자 제어 회로들(510)로부터, 전압 라인들이, 개별적인 조정가능한 전압을 각각의 전극으로 제공하기 위해서, 각각의 조작기(520)의 개별적인 전극들로 지향된다.

[0084] 무비임 지역들(210)의 위치에서, 비임 지역(200)에 인접하여 배열된 조작기 디바이스들을 위한 제어 데이터를 저장하기 위한 집적된 전자 제어 회로의 메모리 디바이스들을 배열하기 위해서 충분한 공간이 이용될 수 있다. 특히, 메모리들은 각각의 개별적인 조작기(520)를 위한 여러 상이한 레벨들에서 전압을 셋팅하기 위한 제어 데이터를 저장하기 위해서 배열된다.

[0085] 또한, 다중화된 데이터 신호를 역다중화하기 위해서 그리고 역다중화된 데이터를 전자 제어 회로 및/또는 그 메모리 디바이스들로 전달하기 위해서, 역다중화기가 무비임 지역들(210) 내에 배열된다. 그러한 실시예는 무비임 지역(201) 마다 실질적으로 하나의 데이터 리드를 필요로 하고, 이는 연결 리드들의 수를 크게 줄인다.

[0086] 발명들의 추가적인 예시적 실시예가 도 9에 도시되어 있다. 도 9는 개별적인 빔릿들의 비임 성질들을 측정하기 위한 대전 입자 다중-빔릿 검사 장치의 개략적인 횡단면도를 도시한다. 대전 입자 다중-빔릿 검사 장치는, 사용 중에, 빔릿들(1220)의 그룹과 정렬되는 입구 개구 어레이(1050)를 포함하며, 그에 따라 이러한 빔릿들(1220)이 검사 장치로 진입한다. 발명에 따라서, 검사 장치는, 제어기(4300)로부터의 제어 신호(4330)에 따라서 하나 이상의 빔릿들(1220)을 개별적으로 편향시키기 위해서, 예를 들어 도 2, 3 및 6에 도시된 바와 같이, 개별적인 빔릿들 조작기들(2, 22)을 포함하는 조작기 디바이스(3000)를 포함한다. 입구 개구 어레이(1050)로부터 멀어지는 쪽으로 대면하는 조작기 디바이스(3000)로부터의 측부에서 그리고 상기 조작기 디바이스(3000)로부터 거리를 두고, 일련의 센서들(4100, 4101, 4200)이 배열된다.

[0087] 이러한 예에서, 일련의 센서들이 패러데이(Faraday) 컵을 포함하는 중앙 센서(4200)를 포함한다. 모든 빔릿들(1220)을 패러데이 컵(4200)으로 편향시키기 위해서 제어기(4300)가 조작기 디바이스(3000)의 개별적인 빔릿 조작기들로 제어 신호들(4330)을 제공할 때, 대전 입자 빔릿들(1220)의 전체 전류가 측정된다. 패러데이 컵(4200)의 측정의 측정 신호(4310)가 제어기(4300)로 지향되고 그리고 디스플레이되고, 저장되고 및/또는 제어기(4300)에서 추가적으로 평가될 수 있다.

[0088] 또한, 중앙 센서(4200)가 개별적인 빔릿들(1230)의 비임 성질들을 측정하기 위한 몇 개의 센서들(4100, 4101)에 의해서 둘러싸인다. 개별적인 빔릿(1230)의 비임 성질을 측정하기 위해서, 제어기(4300)는 개별적인 빔릿(1230)을 센서들(4100) 중 하나 상으로 편향시키기 위한 제어 신호(4330)를 제공한다. 조작기 디바이스(3000)가 도 2, 3에 도시된 바와 같이 개별적인 편향기들(2)을 포함하는 경우에, 개별적인 빔릿들(1230)이 임의 방향으로 편향될 수 있고 그리고 특정 방향을 따른 편향량이 개별적으로 조정될 수 있다. 그에 따라, 상이한 비임 성질들을 측정하기 위해서, 각각의 개별적인 빔릿(1230)이 둘 이상의 센서들(4100, 4101)로 순차적으로 지향될 수 있다. 예를 들어, 둘 이상의 센서들(4100, 4101) 중 하나가 개별적인 빔릿(1230)의 전체 전류를 측정하도록 배열되고, 둘 이상의 센서들(4100, 4101) 중의 제 2 센서가, 상기 제 2 센서에 걸쳐서 제 1 방향으로 개별적인 빔릿(1230)이 스캔되는 동안, 제 1 비임 프로파일을 측정하도록 배열되고, 그리고 둘 이상의 센서들(4100, 4101) 중의 제 3 센서가, 상기 제 1 방향에 적어도 실질적으로 수직인 제 2 방향으로 상기 제 3 센서에 걸쳐서 상기 개별적인 빔릿(1230)이 스캔되는 동안, 제 2 비임 프로파일을 측정하도록 배열된다. 센서들(4100, 4101)의 측정의 측정 신호(4320)가 제어기(4300)로 지향될 수 있고, 디스플레이될 수 있고, 및/또는 제어기(4300) 내에서 추가적으로 평가될 수 있다.

[0089] 전술한 설명은 바람직한 실시예들의 동작을 설명하기 위해서 포함된 것이고 발명의 범위를 제한하는 것을 의미하지 않는다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 전술한 설명으로부터, 당업자는 본원 발명의 사상 및 범주에 여전히 포함될 수 있는 많은 변경들을 명확하게 인지할 수 있을 것이다.

[0090] 요약하면, 본원 발명은 대전 입자 다중-빔릿 장치에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중의 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 상기 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿의 통과를 위해서 배열되고, 상기 관통 개구부들의 각각이 상기 관통 개구부 주위에 배열된 하나 이상의 전극들을 구비하는, 평면형 기판, 그리고 상기 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회

로를 포함하며, 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정가능한 전압을 상기 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제공하도록 배열된다.

[0091] 본 발명에 따른 일 실시예는, 대전 입자 다중 빔릿 장치 내에서 하나 이상의 대전 입자 빔릿들의 궤적을 좌우하기 위한 및/또는 제어하기 위한 방법으로서, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 대전 입자 공급원을 이용하여 확장하는 대전 입자 비임을 생성하기 위해서, 시준기를 이용하여 대전 입자 비임을 시준하기 위해서, 개구 어레이를 이용하여 타겟을 노광하기 위한 다중 빔릿들을 생성하기 위해서, 빔릿 블랭커 어레이(beamlet blander array)를 이용하여 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 블랭크(blank)하기 위해서, 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 특정 시기에 편향시키기 위해서, 비임 중단부 어레이를 이용하여 편향된 개별적인 빔릿들을 중단시키기 위해서, 그리고 투사 렌즈 시스템을 이용하여 중단되지 않은 빔릿들을 타겟 상으로 투사하기 위해서 광학 컬럼을 포함하고, 다중 빔릿 각각은 빔릿 블랭커 어레이에 의해 블랭크되지 않는 경우에 타겟을 노광하며, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 이 장치 내에서 복수의 대전 입자 빔릿 중 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하고, 상기 조작기 디바이스는 빔릿 블랭커 어레이와 빔 중단부 어레이 사이에 배치되며, 상기 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿을 통과시키도록 배치되고, 관통 개구부들의 각각에는 관통 개구부 주위로 배치된 하나 이상의 전극들이 마련되고, 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 기판 상에 배치되는, 평면형 기판과, 관통 개구부들의 어레이의 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 방법은 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제공함으로써 각각의 관통 개구부에 대한 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함하고, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 입사하는 상기 대전 입자 빔릿들의 적어도 하나의 특성을 측정하기 위한 센서를 포함하고, 상기 센서는 상기 전자 제어 회로에 연결되며, 상기 센서는, 빔릿들이 블랭크될 때에 지향되는 위치 또는 처리 완료된 타겟과 처리 대상 타겟의 교환 중에 타겟의 위치에 마련되고, 상기 방법은, 하나 이상의 개별적인 빔릿의 악화 및/또는 드리프트를 적어도 실질적으로 교정하도록 조작기 디바이스에 대한 교정된 셋팅들을 제공하기 위해, 센서에 의해 전자 제어 회로에 제공되는 피드백 신호에 기초하여, 각각의 조정 가능한 전압을 각각의 빔릿의 원하는 교정을 얻기 위한 값으로 셋팅하는 것에 의해 각각의 관통 개구부에 대한 상기 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함한다.

[0092] 상기 조작기 디바이스는 정전 렌즈(electrostatic lens)들의 어레이를 포함하고, 상기 정전 렌즈들의 각각은 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하며, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배치된 하나의 전극을 포함하고, 상기 전자 제어 회로는, 상기 정전 렌즈들의 어레이 중의 렌즈의 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나의 전극으로 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 제공함으로써, 상기 정전 렌즈들의 각각의 강도를 개별적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0093] 상기 조작기 디바이스가 정전 편향기들의 어레이를 포함하고, 상기 정전 편향기들의 각각이 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하며, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배치된 둘 이상의 전극들을 포함하고, 상기 전자 제어 회로는, 상기 정전 편향기들의 어레이 중의 편향기의 각각의 개별적인 관통 개구부의 둘 이상의 전극들에 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 제공함으로써, 상기 편향기에 의해서 유도된 대전 입자 빔릿의 편향의 양을 개별적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0094] 상기 조작기 디바이스는 정전 비점수차(astigmatism) 교정기들의 어레이를 포함하고, 상기 정전 비점수차 교정기들의 각각이 상기 관통 개구부들의 어레이 중의 하나의 관통 개구부를 포함하며, 상기 관통 개구부들의 각각이 상응하는 관통 개구부 주위에 배치된 8개의 전극들을 포함하고, 상기 전자 제어 회로는, 상기 정전 비점수차 교정기들의 어레이 중의 비점수차 교정기의 각각의 개별적인 관통 개구부의 8개의 전극들에 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 제공함으로써, 상기 비점수차 교정기에 의해서 유도된 대전 입자 빔릿의 비점수차의 교정량을 개별적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0095] 상기 조작기 디바이스는 - 대전 입자 광학 컬럼의 하나 이상의 디바이스들의 오정렬을 교정하기 위해서 상기 대전 입자 광학 컬럼의 광학 축에 실질적으로 수직한 평면 내에서 상기 하나 이상의 대전 입자 빔릿들 중 하나 이상을 편향시키기 위해서, 및/또는 - 비점수차에 대해서 상기 하나 이상의 대전 입자 빔릿들 중 하나 이상을 교정하기 위해서 배치될 수 있다.

[0096] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 대전 입자 다중 빔릿 장치 내에서 하나 이상의 대전 입자 빔릿들의 궤적을 좌우하기 위한 및/또는 제어하기 위한 방법으로서, 대전 입자 다중 빔릿 장치는 대전 입자 공급원을 이용하여 확장하는 대전 입자 비임을 생성하기 위해서, 시준기를 이용하여 상기 대전 입자 비임을 시준하기 위해서, 개구 어

레이를 이용하여 타겟을 노광하기 위한 다중 빔릿들을 생성하기 위해서, 빔릿 블랭커 어레이를 이용하여 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 블랭크(blank)하기 위해서, 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 편향시키기 위해서, 비임 중단부 어레이를 이용하여 편향된 개별적인빔릿들을 중단시키기 위해서, 그리고 투사 렌즈 시스템을 이용하여 중단되지 않은 빔릿들을 타겟 상으로 투사하기 위해서 광학 컬럼을 포함하고, 다중 빔릿 각각은 빔릿 블랭커 어레이에 의해 블랭크되지 않는 경우에 타겟을 노광하며, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 이 장치 내에서 복수의 대전 입자 빔릿 중 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하고, 상기 조작기 디바이스는 투사 렌즈 시스템에서 상기 하나 이상의 대전 입자 빔릿들 중 하나 이상의 편향 및/또는 포커싱이나 디포커싱을 제공하기 위해 투사 렌즈 시스템의 부분으로서 마련되며, 상기 조작기 디바이스는 대전 입자 공급원으로부터 멀어지는 방향을 향하는 비임 중단부 어레이의 측부에 배치되고, 상기 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿을 통과시키도록 배치되고, 관통 개구부들의 각각에는 관통 개구부 주위로 배치된 하나 이상의 전극들이 마련되고, 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 기판 상에 배치되는, 평면형 기판과, 관통 개구부들의 어레이의 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들로 제어 신호들을 제공하기 위한 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 방법은 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제공함으로써 각각의 관통 개구부에 대한 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함하고, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 입사하는 상기 대전 입자 빔릿들의 적어도 하나의 특성을 측정하기 위한 센서를 포함하고, 상기 센서는 상기 전자 제어 회로에 연결되며, 상기 센서는, 빔릿들이 블랭크될 때에 지향되는 위치 또는 처리 완료된 타겟과 처리 대상 타겟의 교환 중에 타겟의 위치에 마련되고, 상기 방법은, 하나 이상의 개별적인 빔릿의 악화 및/또는 드리프트를 적어도 실질적으로 교정하도록 조작기 디바이스에 대한 교정된 셋팅들을 제공하기 위해, 센서에 의해 전자 제어 회로에 제공되는 피드백 신호에 기초하여, 각각의 조정 가능한 전압을 각각의 빔릿의 원하는 교정을 얻기 위한 값으로 셋팅하는 것에 의해 각각의 관통 개구부에 대한 상기 개별적인 조정 제어를 제공하는 단계를 포함한다.

[0097] 본 발명에 따른 일 실시예는, 광학 컬럼을 포함하는 대전 입자 다중 빔릿 장치로서, 확장하는 대전 입자 비임을 생성하는 대전 입자 공급원, 대전 입자 비임을 시준하는 시준기 렌즈, 타겟을 노광하기 위한 다중 빔릿들을 생성하는 개구 어레이, 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 특정 시기에 편향시켜 블랭크하는 빔릿 블랭커 어레이, 편향된 개별적인 빔릿들을 중단하는 빔 중단부 어레이, 및 중단되지 않은 빔릿을 타겟으로 투사하는 투사 렌즈 시스템을 포함하고 다중 빔릿 각각은 빔릿 블랭커 어레이에 의해 블랭크되지 않는 경우에 타겟을 노광하며, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 이 대전 입자 다중 빔릿 장치 내에서 복수의 대전 입자 빔릿 중 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하고, 상기 조작기 디바이스는 빔릿 블랭커 어레이와 빔 중단부 어레이 사이에 배치되며, 상기 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿을 통과시키도록 배치되고, 관통 개구부들의 각각에는 관통 개구부 주위로 배치된 하나 이상의 전극들이 마련되고, 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 기판 상에 배치되는, 평면형 기판과, 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제어 신호를 제공하는 전자 제어 회로를 포함하며, 상기 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제공하도록 구성되고, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는 입사하는 상기 대전 입자 빔릿들의 적어도 하나의 특성을 측정하는 센서를 더 포함하고, 상기 센서는, 센서에 의해 전자 제어 회로에 제공되는 피드백 신호에 기초하여, 각각의 관통 개구부의 개별적인 조정 제어를 제공하도록 상기 전자 제어 회로에 연결되며, 상기 센서는, 빔릿들이 블랭크될 때에 지향되는 위치 또는 처리 완료된 타겟과 처리 대상 타겟의 교환 중에 타겟의 위치에 마련되는 것인 대전 입자 다중 빔릿 장치를 포함한다.

[0098] 전압은 상기 조작기의 각각의 전극에 대해 개별 조정 가능할 수 있다.

[0099] 상기 조작기 디바이스는, 상기 복수 개의 빔릿의 개별적인 빔릿의 포커싱, 편향 또는 무수차화(stigmation)를 위해 구성될 수 있다.

[0100] 상기 조작기 디바이스의 평면형 기판은 웨이퍼이고, 상기 전자 제어 회로는 상기 평면형 기판 상에 집적 회로를 포함할 수 있다.

[0101] 상기 전자 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 상기 조작기 디바이스 상의 2개의 관통 개구부들 사이에 배치될 수 있다.

[0102] 상기 전자 제어 회로는 2개의 관통 개구부들 사이의 또는 상기 조작기 디바이스 상의 관통 개구부들의 2개의 그

롭들 사이의 무비임(non-beam) 영역들 내에 배치될 수 있다.

[0103] 상기 전자 제어 회로는 하나 이상의 개별적인 관통 개구부들의 하나 이상의 전극들에 대한 제어 데이터를 저장하기 위한 메모리를 포함하고, 상기 메모리는 상기 조작기 디바이스의 평면형 기판 상에 그리고 상기 관통 개구부들에 인접하여 배치될 수 있다.

[0104] 상기 메모리는 하나의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 대한 제어 데이터를 저장하도록 구성되며, 상기 메모리는 상기 조작기 디바이스의 평면형 기판 상에 그리고 상기 개별적인 관통 개구부에 인접하여 배치될 수 있다.

[0105] 상기 메모리는 2개의 관통 개구부들 사이에 배치될 수 있다.

[0106] 상기 조작기 디바이스의 하나 이상의 전극들은 평면형 기판 상에 성막된 금속을 포함할 수 있다.

[0107] 상기 금속은 몰리브덴을 포함할 수 있다.

[0108] 상기 조작기 디바이스 내의 관통 개구부의 하나 이상의 전극은 상기 관통 개구부의 내측 대면 벽에 대하여 적어도 부분적으로 배치될 수 있다.

[0109] 상기 하나 이상의 전극들은 상기 관통 개구부의 중심선에 실질적으로 평행한 방향으로 상기 관통 개구부 내로 연장할 수 있다.

[0110] 상기 조작기 디바이스에 있는 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들은 접지된 전극에 의해서 적어도 실질적으로 둘러싸이고, 상기 접지된 전극은 상기 평면형 기판 상에서 하나 이상의 전극들과 동일한 평면에 배치되고, 하나 이상의 전극들을 거리를 두고 둘러쌀 수 있다.

[0111] 상기 접지된 전극은 평면형 기판 상에 성막된 금속을 포함할 수 있다.

[0112] 상기 금속은 몰리브덴을 포함할 수 있다.

[0113] 상기 평면형 기판으로부터 멀어지는 방향을 향하는 상기 조작기 디바이스의 하나 이상의 전극들의 표면은 평면형 기판과 상기 평면형 기판으로부터 멀어지는 방향을 향하는 접지된 전극의 표면 사이의 높이에 배치될 수 있다.

[0114] 상기 조작기 디바이스에 있는 평면형 기판 상의 접지된 전극의 두께는, 평면형 기판 상의 하나 이상의 전극들의 두께보다 두꺼울 수 있다.

[0115] 상기 전자 제어 회로는 이 전자 제어 회로를 상기 조작기 디바이스의 하나 이상의 전극들과 연결하기 위한 연결 리드(lead)들을 포함하고, 상기 연결 리드들 중 적어도 하나는 2개의 접지된 전기 전도 층들 사이에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다.

[0116] 상기 연결 리드들 중 적어도 하나는 2개의 접지된 리드들 사이에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다.

[0117] 상기 전자 제어 회로는 다중화된 신호로부터 하나 이상의 개별적인 관통 개구부들에 대한 제어 데이터를 추출하기 위한 디멀티플렉서(demultiplexer)를 포함하고, 상기 디멀티플렉서는 상기 조작기 디바이스의 평면형 기판 상에 그리고 상기 관통 개구부들에 인접하여 배치될 수 있다.

[0118] 상기 디멀티플렉서는 하나의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 대한 제어 데이터를 추출하도록 구성되며, 상기 디멀티플렉서는 상기 조작기 디바이스의 평면형 기판 상에 그리고 상기 개별적인 관통 개구부에 인접하여 배치될 수 있다.

[0119] 상기 디멀티플렉서는 인접한 관통 개구부들 사이에 배치될 수 있다.

[0120] 상기 조작기 디바이스에 대한 연결 리드들의 개수가 전극들의 개수보다 적을 수 있다.

[0121] 상기 조작기 디바이스의 관통 개구부에 대한 연결 리드들의 개수가 상기 관통 개구부의 전극들의 개수보다 적을 수 있다.

[0122] 상기 조작기 디바이스는, 제 1 평면형 기판의 평면 내에 관통 개구부들의 제 1 어레이를 포함하는 제 1 평면형 기판을 가지는 제 1 조작기 디바이스이고, 상기 대전 입자 다중 빔릿 장치는, 제 2 평면형 기판의 평면 내에 관통 개구부들의 제 2 어레이를 포함하는 제 2 평면형 기판을 가지는 제 2 조작기 디바이스를 포함하며, 상기 관통 개구부들의 각각은 상응하는 관통 개구부 주위에 배치된 하나 이상의 전극들을 포함하고, 상기 하나 이상

의 전극들은 상기 기판 내에 및/또는 상기 기판 상에 배치되며, 상기 제 2 평면형 기판은 제 1 평면형 기판에 대해서 거리를 두고 그리고 실질적으로 평행하게 배치되고, 상기 관통 개구부들의 제 2 어레이의 각각의 관통 개구부는 관통 개구부들의 제 1 어레이의 관통 개구부와 적어도 실질적으로 일직선이 될 수 있다.

[0123] 상기 관통 개구부들의 제2 어레이의 관통 개구부들은 반경(r)을 가지고, 상기 제 1 평면형 기판과 및 제 2 평면형 기판 사이의 거리(d)는 상기 반경(r) 이하일 수 있다.

[0124] 상기 제 1 및 제 2 조작기 디바이스의 하나 이상의 전극들은 상기 제 1 및 제 2 평면형 기판 상에 각각 배치되고, 상기 제 1 평면형 기판 상의 하나 이상의 전극들 및 상기 제 2 평면형 기판 상의 하나 이상의 전극들은 서로 대면할 수 있다.

[0125] 상기 제 2 조작기 디바이스는 적어도 제 1 조작기 디바이스와 제 2 조작기 디바이스 사이의 중심 평면에 관하여 제 1 조작기 디바이스에 대해 실질적으로 거울 대칭일 수 있다.

[0126] 상기 센서는 비임 블랭커 어레이를 향하는 빔 중단부 어레이의 측부에 배치될 수 있다.

[0127] 상기 센서는 비임 블랭커 어레이를 향하는 빔 중단부 어레이의 측부에 배치될 수 있다.

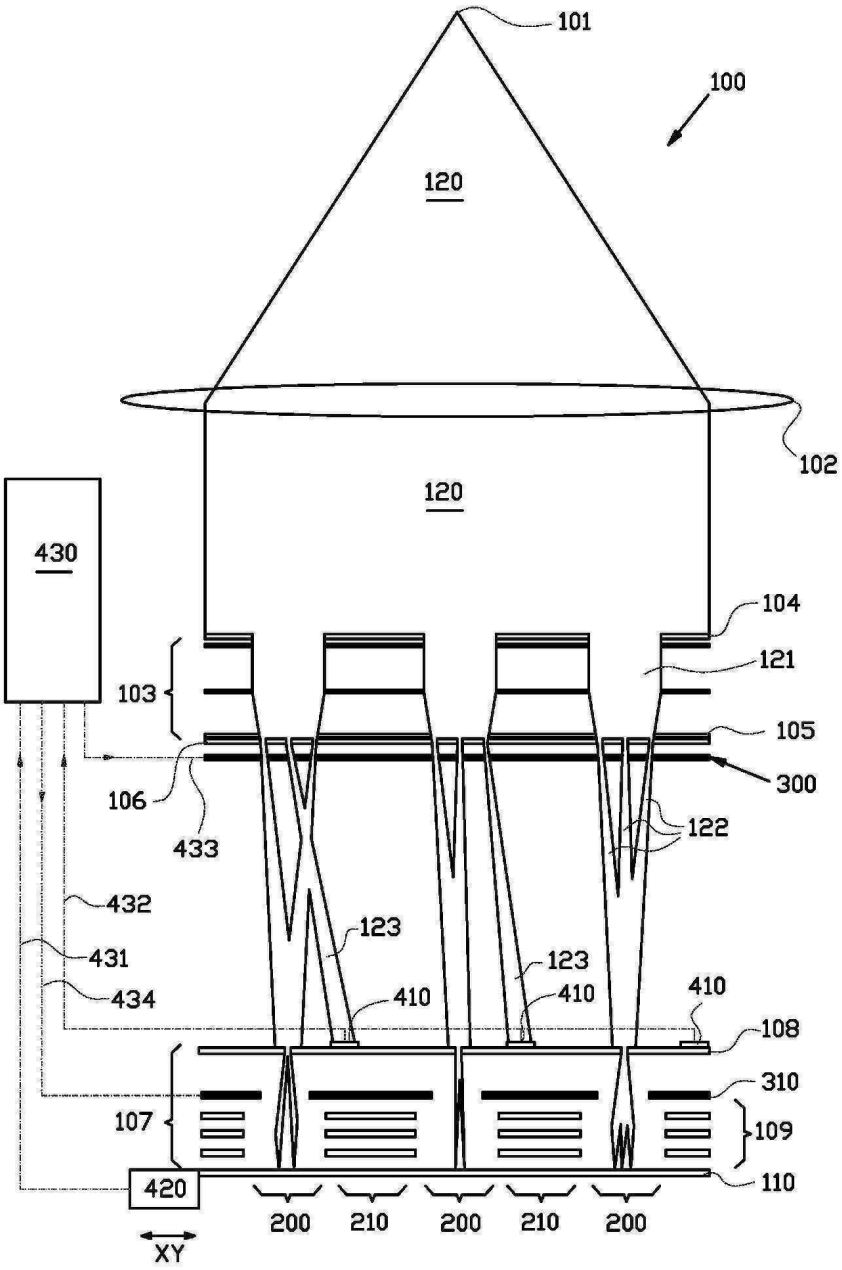
[0128] 상기 센서는, 빔 중단부 어레이 상에서 빔릿들이 블랭크될 때에 빔릿 블랭커 어레이에 의해 지향되는 위치에 배치될 수 있다.

[0129] 상기 센서는, 빔 중단부 어레이 상에서 빔릿들이 블랭크될 때에 빔릿 블랭커 어레이에 의해 지향되는 위치에 배치될 수 있다.

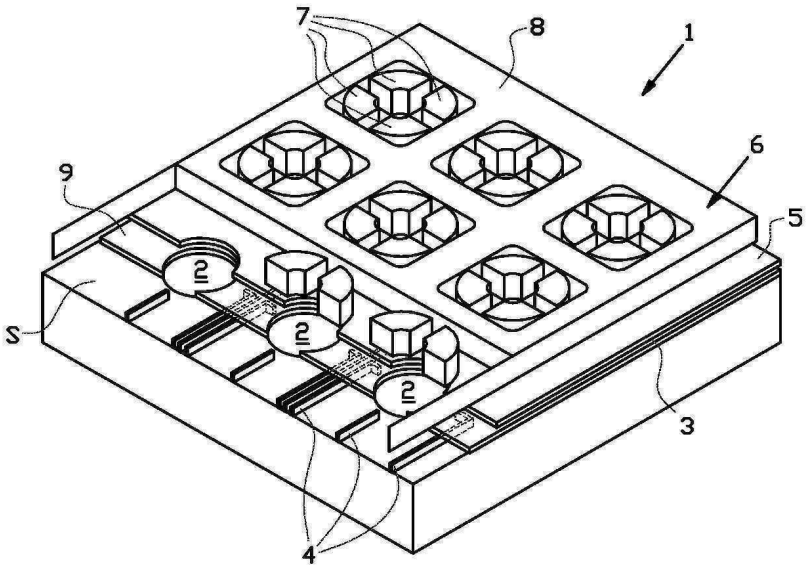
[0130] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 광학 컬럼을 포함하는 대전 입자 다중 빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스로서, 확장하는 대전 입자 비임을 생성하는 대전 입자 공급원, 대전 입자 비임을 시준하는 시준기 렌즈, 타겟을 노광하기 위한 다중 빔릿들을 생성하는 개구 어레이, 빔릿들의 그룹 내의 개별적인 빔릿들을 특정 시기에 편향시켜 블랭크하는 빔릿 블랭커 어레이, 편향된 개별적인 빔릿들을 중단하는 빔 중단부 어레이, 및 중단되지 않은 빔릿들을 타겟으로 투사하는 투사 렌즈 시스템을 포함하고, 다중 빔릿 각각은 빔릿 블랭커 어레이에 의해 블랭크되지 않는 경우에 타겟을 노광하며, 상기 대전 입자 다중 빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스는 이 다중 빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스 내에서 복수의 대전 입자 빔릿들 중 하나 이상의 대전 입자 비임들의 조작을 위한 조작기 디바이스를 포함하고, 상기 조작기 디바이스는 기판의 평면 내의 관통 개구부들의 어레이를 포함하는 평면형 기판으로서, 관통 개구부들의 각각은 하나 이상의 대전 입자 빔릿을 통과시키도록 배치되고, 관통 개구부들의 각각에는 관통 개구부 주위로 배치된 하나 이상의 전극들이 마련되고, 하나 이상의 전극들이 상기 기판 내에 및/또는 기판 상에 배치되는, 평면형 기판과, 각각의 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제어 신호를 제공하는 전자 제어 회로를 포함하며, 전자 제어 회로는 적어도 실질적으로 아날로그 조정 가능한 전압을 각각의 개별적인 관통 개구부의 하나 이상의 전극들에 제공하도록 구성되고, 상기 대전 입자 다중 빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스는 입사하는 상기 대전 입자 빔릿들의 적어도 하나의 특성을 측정하는 센서를 더 포함하고, 상기 센서는, 센서에 의해 전자 제어 회로에 제공되는 피드백 신호에 기초하여, 각각의 관통 개구부의 개별적인 조정 제어를 제공하도록 상기 전자 제어 회로에 연결되며, 상기 센서는, 빔릿들이 블랭크될 때에 지향되는 위치 또는 처리 완료된 타겟과 처리 대상 타겟의 교환 중에 타겟의 위치에 마련되고, 상기 조작기 디바이스는 투사 렌즈 시스템에서 상기 하나 이상의 대전 입자 빔릿들 중 하나 이상의 편향 및/또는 포커싱이나 디포커싱을 제공하기 위해 투사 렌즈 시스템의 부분으로서 마련되며, 상기 조작기 디바이스는 대전 입자 공급원으로부터 멀어지는 방향을 향하는 비임 중단부 어레이의 측부에 배치되는 것인 대전 입자 다중 빔릿 무마스크 리소그래피 디바이스를 포함한다.

도면

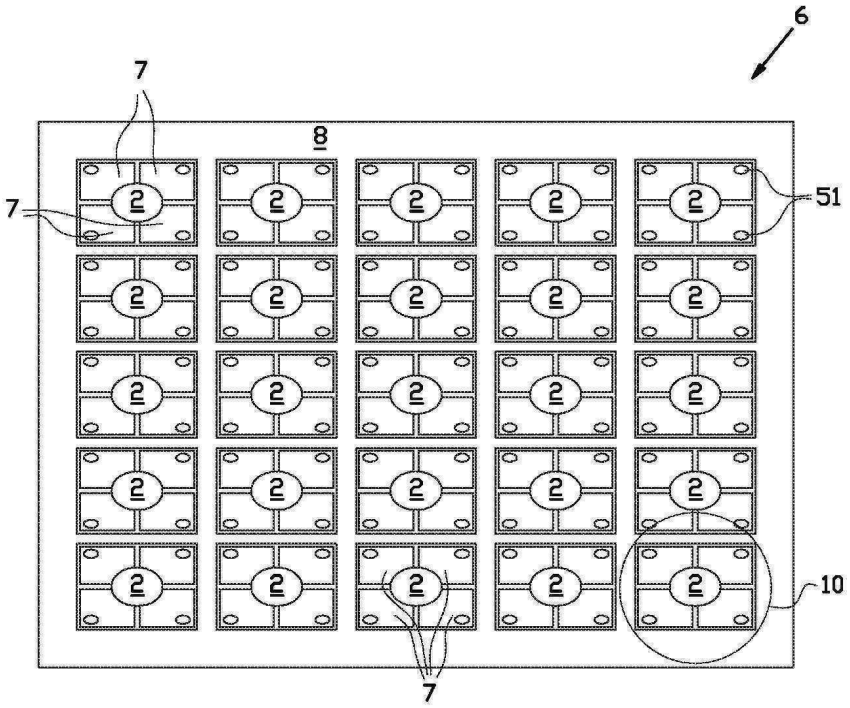
도면1


101
100
120
102
120
430
104
121
103
105
300
106
433
122
432
123
431
123
434
410
410
410
108
310
107
109
420
110
200
210
200
210
200
XY

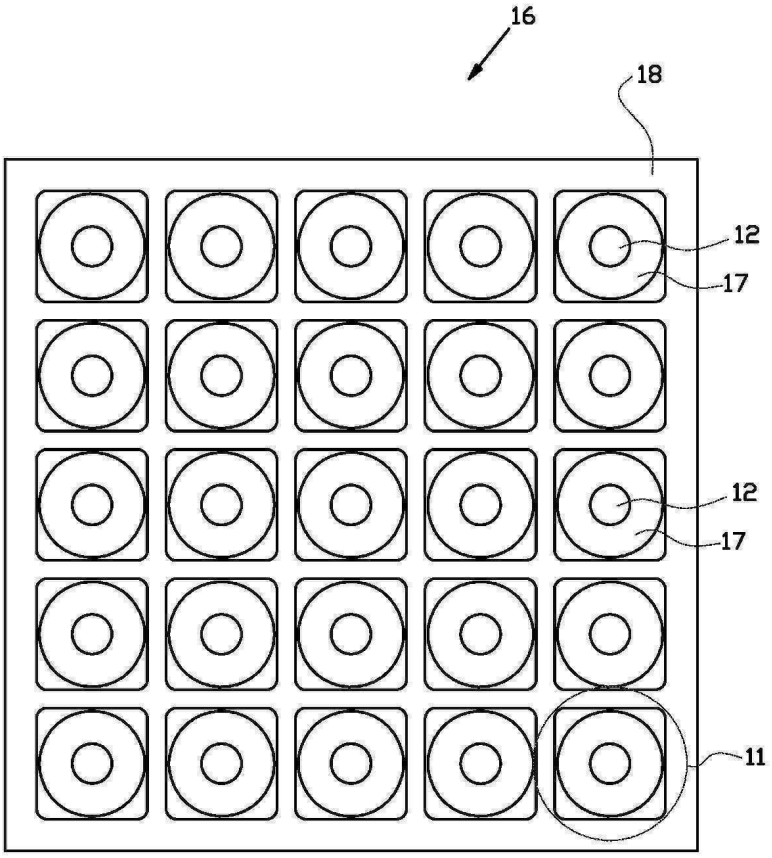
도면2



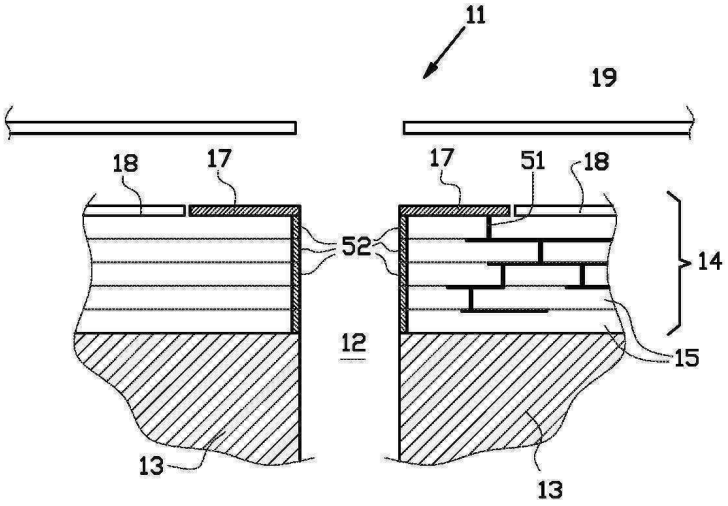
도면3



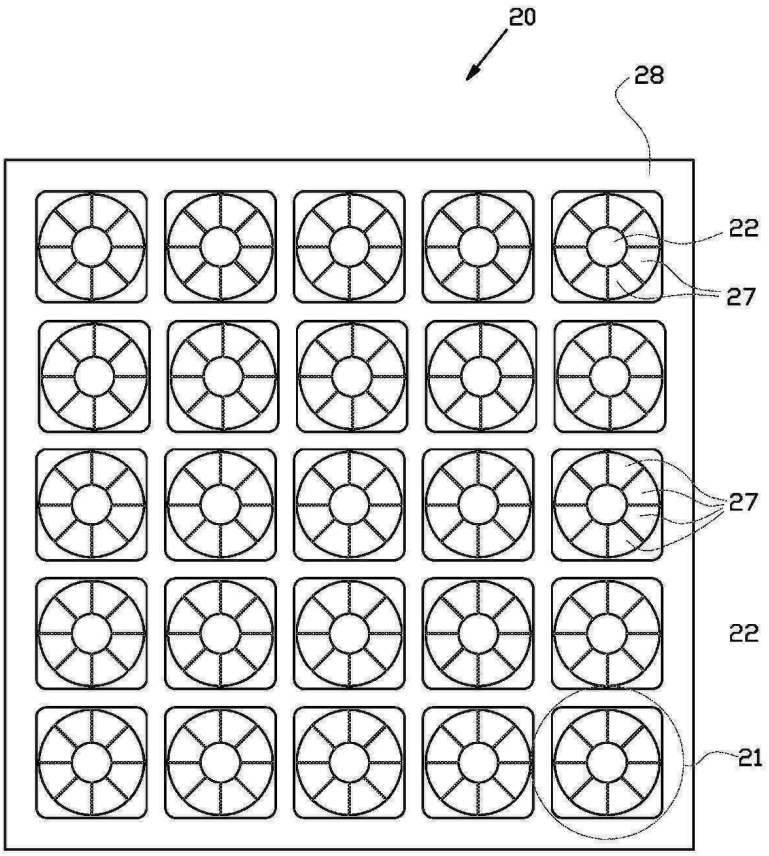
도면4



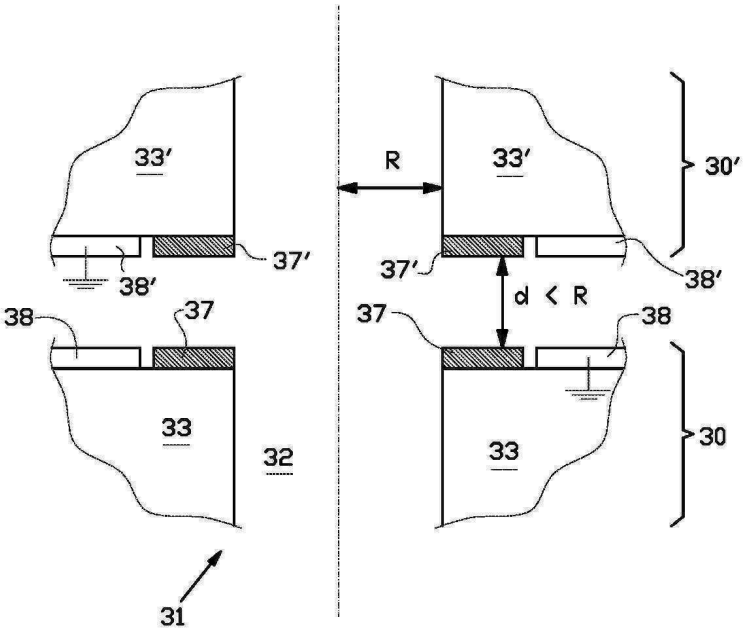
도면5



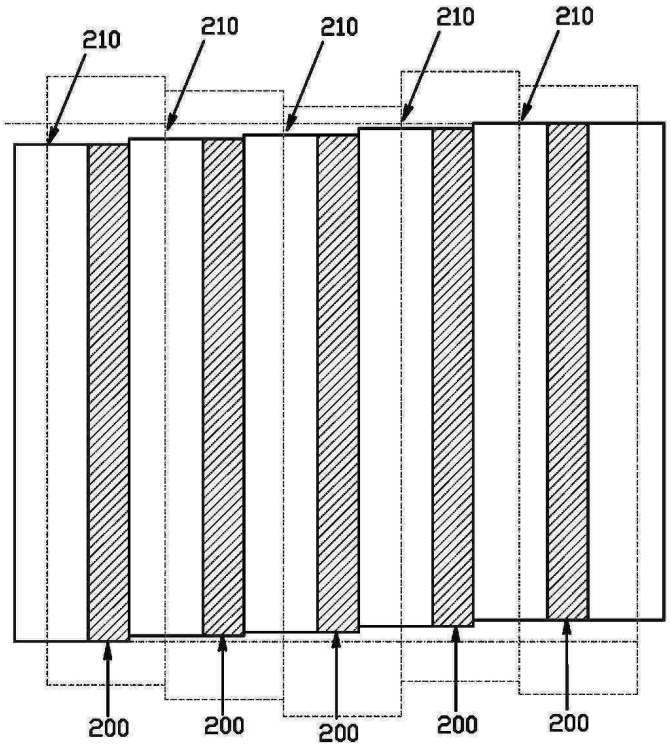
도면6



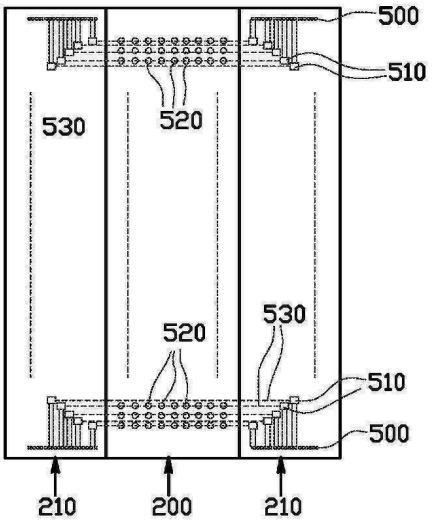
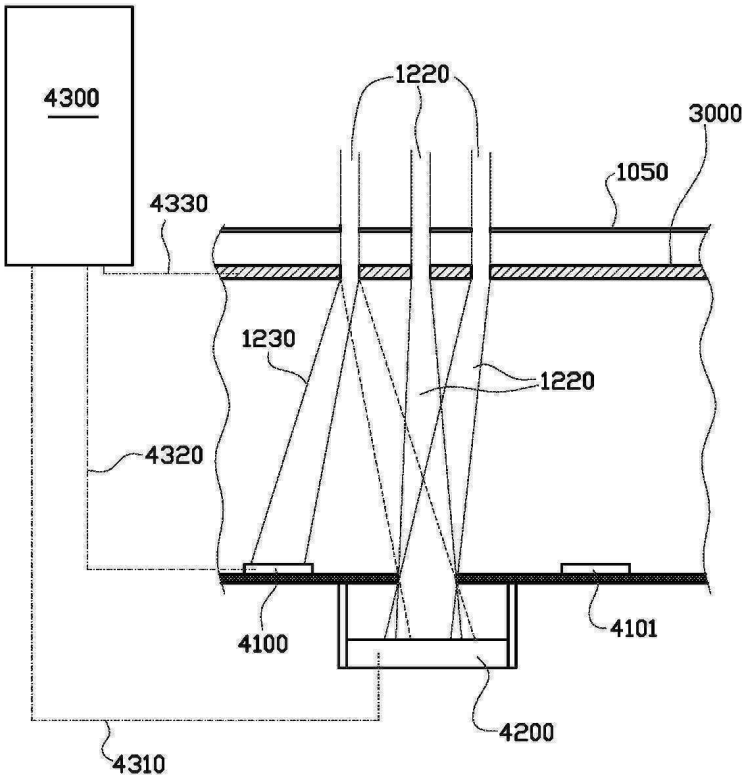
도면7



도면8a


210
210
210
210
210
200
200
200
200
200

도면8b


500
510
530
520
520
530
510
500
210
200
210

도면9