



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월25일

(11) 등록번호 10-2424717

(24) 등록일자 2022년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G02B 5/09 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G03F 7/70075 (2013.01)
G02B 5/09 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7025881

(22) 출원일자(국제) 2015년02월17일

심사청구일자 2020년02월17일

(85) 번역문제출일자 2016년09월20일

(65) 공개번호 10-2016-0124205

(43) 공개일자 2016년10월26일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/053287

(87) 국제공개번호 WO 2015/124555

국제공개일자 2015년08월27일

(30) 우선권주장

102014203189.3 2014년02월21일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008091907 A

JP2013541729 A*

JP2010518595 A

JP2007052256 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

칼 짜이스 에스엠티 게엠베하

독일 오버코헨 73447 루돌프-에버-슈트라스 2

(72) 발명자

비엘링, 스티그

독일, 73434 아알렌, 알바트로스베그 46

하우프, 마르쿠스

독일, 89075 울름, 하펜베르그 4

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

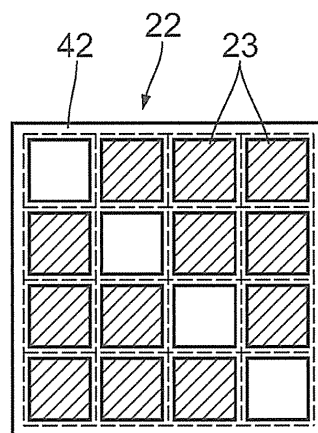
심사관 : 정성용

(54) 발명의 명칭 **미러 어레이**

(57) 요약

미러 어레이(22)는 적어도 2개의 그룹으로 세분화되는 변위 가능한 복수의 개별 미러(23)를 포함하며, 제1 그룹의 개별 미러(23)는 매우 정확하게 변위 가능하며, 상기 제2 그룹의 개별 미러(23)는 매우 빠르게 변위 가능하다.

대표도 - 도12



(52) CPC특허분류

G03F 7/70116 (2013.01)

G03F 7/702 (2013.01)

(72) 발명자

비쉬마이어, 라르스

독일, 73431 아알렌, 헤겔스트라쎄 88

하아커, 파비안

독일, 73434 아알렌, 비버베그 7

엔드레스, 마틴

독일, 89551 괴닉스브론, 볼렌베르그스트라쎄 7

아이셴멩거, 요하네스

독일, 89075 울름, 비르초브스트라쎄 14/6

명세서

청구범위

청구항 1

투영 노광 장치(1)의 조명 광학 유닛(4)용 미러 어레이(22)로서,
복수의 변위 가능한 개별 미러들(23)을 포함하고, 상기 개별 미러들(23)은,
1.1. 제1 그룹의 개별 미러들(23)은 1: 100 초과의 상대 정확도로 변위 가능하고,
1.2. 제2 그룹의 개별 미러들(23)은 100ms 미만의 스위칭 시간으로 변위 가능한 방식으로,
적어도 2개의 그룹으로 분할되는, 미러 어레이(22).

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 2개의 그룹은 별개인 것을 특징으로 하는, 미러 어레이(22).

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 제2 그룹의 개별 미러들(23)은 피드포워드(feedforward) 제어에 의해서만 변위되는 것을 특징으로 하는,
미러 어레이(22).

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 제2 그룹의 개별 미러들(23)은 하나 또는 두 개의 직선을 따라 배치되는 것을 특징으로 하는, 미러 어레이(22).

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
개별 미러들(23)의 총 수 중 상기 제2 그룹의 개별 미러들(23)의 비율은 0.1% 내지 10%의 범위에 있는 것을 특징으로 하는, 미러 어레이(22).

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 기재된 복수의 미러 어레이(22)를 포함하는, 광학 부품.

청구항 7

청구항 6에 있어서,
상기 개별 미러들(23)의 그룹화는 각 미러 어레이(22) 상에서 동일한 것을 특징으로 하는, 광학 부품.

청구항 8

청구항 6에 기재된 광학 부품을 적어도 한 개 포함하는, 투영 노광 장치(1)용 패킷 미러(13, 14).

청구항 9

조명 광학 유닛(4)의 패킷 미러(62)를 구성하는 방법으로서,
청구항 8에 기재된 패킷 미러(62)를 제공하는 단계;

오브젝트 필드(5)를 조명하기 위한 적어도 하나의 조명 설정을 미리 결정하는 단계;

적어도 하나의 미리 결정된 상기 조명 설정에 의존하는 방식으로, 상기 미리 어레이(22)의 상기 개별 미러들(23)의 포지셔닝(positioning)을 결정하는 단계;

상기 오브젝트 필드(5)의 조명을 정정하는 각각의 경우에, 미리 결정된 상기 조명 설정마다 상기 제2 그룹에 할당되어야 하는 상기 미리 어레이(22)의 개별 미러들(23)의 서브셋을 결정하는 단계; 및

상기 미리 어레이(22)의 개별 미러들(23)의 서브셋을 상기 제2 그룹에 할당하는 단계를 포함하는, 조명 광학 유닛의 패킷 미러 구성 방법.

청구항 10

청구항 7에 기재된 광학 부품을 적어도 한 개 포함하는, 투영 노광 장치(1)용 조명 광학 유닛(4).

청구항 11

청구항 10에 기재된 조명 광학 유닛(4)과 방사선 소스(3)를 포함하는, 투영 노광 장치(1)용 조명 시스템(2).

청구항 12

오브젝트 필드(5)를 조명하는 방법으로서,

청구항 11에 기재된 조명 시스템(2)을 제공하는 단계;

상기 오브젝트 필드(5)의 미리 결정된 영역에서 조명 방사선(10)의 의도된 강도 분포를 미리 결정하는 단계;

상기 조명 시스템(2)에 의한 조명 방사선(10)으로 상기 오브젝트 필드(5)를 조명하는 단계;

상기 오브젝트 필드(5)의 미리 결정된 상기 영역의 의도된 상기 강도 분포로부터의 상기 조명 방사선(10)의 실제 강도 분포의 편차를 확립하는 단계; 및

상기 편차에 의존하는 방식으로 상기 제2 그룹의 개별 미러들(23)의 변위 위치를 조정하는 단계를 포함하는, 오브젝트 필드(5)를 조명하는 방법.

청구항 13

마이크로리소그래피용 투영 노광 장치(1)로서,

13.1 청구항 10에 기재된 조명 광학 유닛(4); 및

13.2 투영 광학 유닛(7)을 포함하는, 마이크로리소그래피용 투영 노광 장치.

청구항 14

마이크로 구조 또는 나노 구조의 부품을 제조하는 방법으로서,

청구항 13에 기재된 투영 노광 장치(1)를 제공하는 단계;

감광 재료로 만들어진 층이 각 경우에 도포되는, 노광될 복수의 필드를 갖는 기판(64)을 제공하는 단계;

이미징될 구조를 갖는 레티클(24)을 제공하는 단계;

노광될 개별 필드들의 서로에 대한 편차에 관한 데이터를 갖는 적어도 하나의 정정 프로필을 미리 결정하는 단계;

적어도 하나의 상기 정정 프로필에 의존하는 방식으로, 상기 제2 그룹으로의 상기 개별 미러들(23)의 할당을 결정하는 단계; 및

상기 투영 노광 장치(1)에 의해서, 상기 레티클(24)의 적어도 일부를 상기 기판의 감광층의 영역에 투영하는 단계를 포함하며;

상기 제2 그룹의 적어도 일부의 개별 미러들(23)이 2개의 연속적인 필드들의 노광 사이에서, 상기 정정 프로필에 의존적인 방식으로 변위되는, 부품 제조 방법.

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 독일 특허 출원 DE 10 2014 203 189.3의 내용이 여기에 참조로 포함되어 있다.

[0002] 본 발명은 투영 노광 장치의 조명 광학 유닛용 미러 어레이에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 미러 어레이를 복수 개 구비하는 광학 부품 및 이러한 광학 부품을 구비한 패킷 미러(facet mirror)에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 패킷 미러를 구성하는 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 투영 노광 장치용 조명 광학 유닛, 조명 시스템, 및 이러한 조명 시스템과 마이크로리소그래피용 투영 노광 장치를 사용하여 오브젝트 필드를 조명하는 방법에 관한 것이다. 마지막으로, 본 발명은 마이크로 구조 또는 나노 구조의 소자를 제조하는 방법, 및 이 방법에 따라서 제조된 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 예를 들면, 투영 노광 장치의 조명 광학 유닛에 대한 미러 어레이는 WO 2012/130768 A2에서 알 수 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 목적은 이러한 미러 어레이를 개선시키는 것이다.

[0005] 이 목적은 적어도 두 개 이상의 그룹으로 미러 어레이의 개별 미러들을 세분화시키는 것에 의해 이루어지며, 여기서, 제1 그룹의 개별 미러들은 매우 정확하게 위치 결정가능하며, 제2 그룹의 개별 미러들은 매우 짧은 스위칭 시간으로 변위 가능하다.

[0006] 발명에 따르면, 미러 어레이의 개별 미러들은 상이한 오브젝트를 가질 수 있는 것으로 하고, 이들 오브젝트는 특히 개별 미러들의 변위성에 관하여 상이한 요구 사항과 관련되어 있는 것이 확인되었다. 이러한 요구 사항들은 서로 적어도 부분적으로 양립할 수 없다. 예를 들어, 포지셔닝(positioning)에 있어서 더 높은 상대 정확도는 일반적으로 스위칭 시간을 증가시킨다. 역으로, 스위칭 시간의 감소는 일반적으로 포지셔닝의 정확도를 감소시킨다. 본 발명에 따르면, 미러 어레이의 개별 미러들을 상이한 그룹들로 세분화하며, 상이한 그룹의 개별 미러들은 상이한 요구 사항을 충족하며, 특히 상이한 기능을 갖는 것이 편리하고 유리하다고 확인되었다.

[0007] 특히, 미러 어레이의 개별 미러들이 매우 정확하게 위치 결정될 수 있도록 개별 미러의 서브셋을 구현 및/또는 작동시키는 것이 유리할 수 있다. 특히, 미러 어레이의 개별 미러들은 1: 100 초과의, 특히 1:300 초과의, 특히 1: 500 초과의, 특히 1:1000 초과의, 특히 1: 2000 초과의 상대 정확도로 변위 가능하다. 여기에서, 상대 정확도는 변위의 전체 범위로 변위하는 경우, 정의된 끝 위치로부터의 최대 허용 편차의 비율을 나타낸다.

[0008] 바람직하게, 제1 그룹의 개별 미러들은 또한 높은 절대 정확도로 변위 가능하다. 특히, 제1 그룹의 개별 미러들은, 1mrad 초과의, 특히 500 μ rad 초과의, 특히 200 μ rad 초과의, 특히 100 μ rad 초과의, 특히 50 μ rad 초과의 정확도로 소정의 위치가 가정될 수 있도록 변위 가능하다. 특히, 제1 그룹의 개별 미러들은, 적어도 5 분, 특히 적어도 10 분, 특히 적어도 15 분, 특히 적어도 30 분의 시간 동안 해당 절대 정확도로 이러한 포지셔닝을 보장하는 안정성을 갖는다.

[0009] 특히, 제2 그룹의 개별 미러들은 100ms 미만의 스위칭 시간에 처음 위치로부터 정의된 끝 위치로 변위 가능하다. 스위칭 시간은, 특히 50ms 미만, 특히 20ms 미만, 특히 10ms 미만, 특히 5ms 미만, 특히 2ms 미만, 특히 1ms 미만, 특히 500 μ s 미만, 특히 200 μ s 미만이다.

[0010] 제2 그룹의 개별 미러는 고속(fast) 미러로도 칭한다.

[0011] 미러 어레이의 개별 미러들은 두 개보다 많은 서로 다른 그룹으로 세분화될 수도 있다. 여기에서, 위의 설명에 따른 개별 미러의 최대 스위칭 시간 및/또는 위의 설명에 따른 변위의 최소 정확도가 그룹마다 미리 정의되어 있을 수 있다.

[0012] 그룹화는 개별 미러의 구조 세부 사항, 특히 기계적인 세부사항 및/또는 그 변위의 전자 세부 사항에 의해 미리

결정될 수 있다. 그룹화는 제어 장치에 의한 적절한 작동에 의해 유연하게 결정될 수도 있다.

- [0013] 특히, 미러는 마이크로-미러, 즉, 반사면을 갖고, 5mm 미만, 특히 1.5mm 미만, 특히 0.8mm 미만, 특히 0.5mm 미만의 축 길이를 갖는 미러이다. 특히, 미러는 EUV 미러이다.
- [0014] 본 발명의 일 양태에 따라서, 두 그룹은 별개이다. 이것은, 각 개별 미러가 정확하게 두 그룹 중 하나에만 속하고 두 그룹 모두에 속하지 않는 것을 의미한다. 이 결과로서, 미러 어레이의 제조는 단순화될 수 있다.
- [0015] 또 다른 대안에 따르면, 서로 다른 그룹들은 공통되는 개별 미러들을 갖지 않는 것은 아니다. 이 경우에, 제1 그룹과 제2 그룹에 속하는 각 미러 어레이의 개별 미러들은 적어도 1 개, 특히 적어도 10 개, 특히 적어도 100 개가 있다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 제2 그룹의 개별 미러들은 피드 포워드 제어에 의해서만 변위된다. 특히, 제2 그룹의 개별 미러는 피드백없이 변위될 수 있다. 이 결과로서, 처음 위치로부터 정의된 끝 위치로의 개별 미러들의 변위에 대한 스위칭 시간을 크게 단축할 수 있다. 개별 미러의 변위를 조절하기 위한 제어 루프를 사용할 수 있으면, 고속 미러를 더 정확하게 다시 한번 설정하기 위해 노광 과정시 사용될 수 있다.
- [0017] 제1 그룹의 개별 미러는 폐-루프 제어에 의해 변위될 수 있다. 특히, 피드백, 특히 제어 루프를 가질 수 있다. 이 결과로서, 변위의 정확도, 특히 포지셔닝의 정확도 및 그 안정성을 높일 수 있다.
- [0018] 다른 그룹으로 개별 미러를 세부분할하는 것은 구조적 차이에 의해 고정적으로 미리 결정될 수 있다. 이것은 미러 어레이의 제조를 단순화시킨다. 하나의 대안에 따르면, 그 작동에 의해 선택되는 그룹으로 개별 미러가 세부분할된다. 이로써, 그룹화의 유연성이 증가된다. 특히, 그룹화는 변경 가능하다. 이것은 가상 그룹화이다.
- [0019] 발명의 일 양태에 따르면, 모든 개별 미러들은 동일하게 구체화될 수 있다. 특히, 동일한 액추에이터 장치로, 특히 동일한 폐-루프 또는 개-루프 제어 장치로, 미러 어레이의 모든 개별 미러들을 구현할 수 있다. 여기에서, 개별 미러의 변위가 피드백에 의해, 즉, 제어 루프를 갖고 행해져야 하는지, 또는 피드포워드에 의해서만, 즉, 피드백없이 행해져야 하는지를 요구 사항에 따라서 결정할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 제2 그룹의 개별 미러들은 1 개 또는 2 개의 직선을 따라 배치된다. 특히, 개별 미러들은 미러 어레이의 행 및/또는 열에 배치된다. 그들은 또한 미러 어레이의 1 개의 대각선 또는 2 개의 대각선을 따라 배치될 수 있다. 또한, 2 개 이상의 행 및/또는 열의 개별 미러들을 제2 그룹에 할당할 수 있다. 특히, 제2 그룹의 개별 미러들의 배치를 위해서 선 밀도를 결정 및/또는 규정할 수 있다.
- [0021] 원칙적으로, 노광의 로컬 선량(dose) 변화와 관련된 요구 사항이 만족되기만 하면, 고속 미러의 임의의 이산 배치는 브릭에서 한정될 수 있다.
- [0022] 개별 미러의 작동은 이러한 배치에 의해 단순화될 수 있다. 또한, 특히, 오브젝트 필드를 조명할 때 소정의 조명 파라미터에 영향을 미치는 개별 미러의 기능을 단순화시키고 향상시킨다.
- [0023] 발명의 또 다른 양태에 따르면, 개별 미러의 총 수 중 제2 그룹의 개별 미러의 비율은 최대 10%이고, 특히 0.1% 과 10% 사이, 특히 1% 와 10% 사이에 있고, 개별 미러의 총 수 중 제2 그룹의 개별 미러의 비율은 특히 3% 내지 5%의 범위에 있다.
- [0024] 이것은 소정의 오브젝트에 대해서, 특히, 오브젝트 필드의 조명의 강도 분포를 보정하는데 충분한 것을 알 수 있다. 광원을 조절함으로써, 선량은 스캔 방향으로도 수정될 수 있다.
- [0025] 고속 미러에 의해, 특히, 미리 계산된, 웨이퍼 상의 개별 필드(다이)에 대한 스캔-집적 선량을 변경할 수 있다. 특히, 웨이퍼 상의 상이한 다이들의 노광 사이에서 고속 미러를 조정할 수 있다. 이 결과로서, 미리 결정된 노광되는 웨이퍼의 속성의 변화, 특히, 개별 다이들의 속성의 변화를 고려할 수 있다. 웨이퍼의 노광 동안, 특히 2 개의 다이의 노광 사이 (다이 조정 사이) 및/또는 개별 다이의 노광 동안 (다이 조정 내) 개별 미러의 빠른 조정에 의해 웨이퍼의 구조화가 개선될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 목적은 광학 부품을 개선시키는 것이다.
- [0027] 목적은, 선행 발명에 따른 복수의 미러 어레이를 구비하는 광학 부품에 의해 이루어진다. 미러 어레이로부터 명백한 장점이 있다.
- [0028] 본 발명의 일 양태에 따르면, 개별 미러의 그룹화는 광학 부품의 각 미러 어레이 상에서 동일하다. 특히, 이것

은, 고속 미러의 배치가 다양한 미러 어레이에서 동일한 것을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 이로 인해, 개별 미러의 작동이 단순화된다. 또한, 이로 인해, 광학 부품의 미러 어레이의 호환성이 단순화된다. 광학 부품의 미러 어레이는 특히 모듈로 구현되고, 특히 브릭으로 구현된다. 원칙적으로, 미러 어레이들은 원하는 대로 교체될 수 있다. 특히, 결합이 있는 미러 어레이들을 교체할 수 있다.

- [0029] 발명의 또 다른 목적은, 투영 노광 장치의 조명 광학 유닛의 패킷 미러를 개선시키는 것이다. 이 목적은, 위의 설명에 기재된 적어도 하나의 광학 부품을 갖는 패킷 미러에 의해 이루어진다. 미러 어레이로부터 명백한 장점이 있다.
- [0030] 위에서 설명한 광학 부품은 특히, 패킷 미러, 특히 필드 패킷 미러를 형성할 수 있다. 원칙적으로, 필드 패킷 미러도 이러한 광학 부품을 복수 개 구비할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 목적은 패킷 미러를 형성하는 방법을 특정하는 것이다.
- [0032] 이 방법에 따르면, 제2 그룹의 개별 미러가, 소정의 경계 조건을 고려하여, 미러 어레이에서 목표된 방식으로 배치된다.
- [0033] 특히, 제2 그룹에 할당되는 개별 미러는, 첫째, 미리 선택된 오브젝트 필드의 일부, 특히, 오브젝트 필드의 각 영역이 스캔-집적 강도의 최소 값에 의해 조절될 수 있지만, 둘째, 그로 인해 미러 어레이의 기술적인 실현이 이익을 얻을 수 있도록, 선택된다.
- [0034] 제2 그룹에 할당되는 미러 어레이의 개별 미러들의 서브셋은 하나 이상의 소정의 정정 프로필에 따라서 결정될 수 있다. 여기에서, 정정 프로필로 인해서, 특히, 노광되는 웨이퍼의 면에 걸친 변화, 특히, 웨이퍼 상의 개별 필드(다이)들 사이에 편차를 가져 온다. 이것은 아래에 더 자세히 설명된다.
- [0035] 특히, 미러 어레이를 구성할 때 오브젝트 필드를 조명하기 위한 복수의 소정의 조명 설정을 고려할 수 있다. 특히, 적어도 하나의 소정의 조명 설정이 고려된다. 미러 어레이의 개별 미러의 포지셔닝이 소정의 조명 설정 및 설정들에 의존하는 방식으로 결정된다. 또한, 오브젝트 필드의 조명을 정정하기 위해, 제2 그룹에 할당되어야 하는, 미러 어레이의 개별 미러의 서브셋이 소정의 조명 설정마다 결정된다. 그 후, 미러 어레이의 개별 미러의 서브셋이 제2 그룹에 할당된다.
- [0036] 특히, 미러 어레이 상의 고속 개별 미러의 배치가 제1 패킷 미러, 특히, 필드 패킷 미러 상의 일반적으로 설정-의존된 제1 면의 배치에 대하여 견고한 방식으로 할당이 실행될 수 있다.
- [0037] 고속 미러의 배치는, 투영 노광 장치의 동작 이전에, 특히, 웨이퍼의 노광 이전에, 결정될 수 있다.
- [0038] 하나 이상의 조명 설정을 사용하여 미러 어레이의 개별 미러의 서브셋을 제2 그룹에 할당하는 것을 테스트할 수 있다. 여기에서, 제2 그룹에 개별 미러를 할당하는 것에 대한 정정이 착수될 수 있다. 두 단계, 즉 할당 테스트, 필요한 경우 정정의 착수를 포함하는 시퀀스가 반복적으로 실행될 수 있다.
- [0039] 미러 어레이의 고속 미러의 선 밀도, 및/또는 고속 미러가 미러 어레이 상에 배치되는 라인들의 방향, 또는 일반적으로 미러 어레이 상의 고속 미러의 배치를 미리 결정할 수 있다.
- [0040] 제2 그룹에 할당되는, 미러 어레이의 개별 미러의 배치는, 특히, 전체적으로, 즉, 모든 제공된 조명 설정의 전체에 적응될 수 있고, 특히, 거기에 종속하는 방식으로 최적화될 수 있다.
- [0041] 발명의 또 다른 목적은, 투영 노광 장치용 조명 광학 유닛 및 조명 시스템을 개선시키는 것이다. 이러한 목적은 상기 설명에 따른 적어도 하나의 광학 부품을 구비하는 조명 광학 유닛 및 조명 시스템에 의해 이루어진다. 미러 어레이로부터 명백한 장점이 다시 한번 있다.
- [0042] 방사선 소스는, 특히, EUV 방사선 소스, 즉, EUV 방사선을 생성하기 위한 방사선 소스이다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 목적은 오브젝트 필드를 조명하는 방법을 개선시키는 것이다. 이 목적은,
- [0044] 조명 시스템을 제공하는 단계;
- [0045] 상기 조명 시스템에 의해 조명 방사선으로 오브젝트 필드를 조명하는 단계;
- [0046] 상기 오브젝트 필드의 소정 영역에서 조명 방사선의 의도된 강도 분포를 미리 결정하는 단계;
- [0047] 상기 오브젝트 필드의 상기 소정의 영역의 상기 의도된 강도 분포로부터 상기 조명 방사선의 실제 강도 분포의 편차를 확립하는 단계; 및

- [0048] 상기 편차에 의존하는 방식으로 상기 제2 그룹의 개별 미러의 변위 위치를 조정하는 단계를 포함하는 방법에 의해 이루어진다.
- [0049] 본 발명의 요지는 조명 방사선의 실제 강도 분포를 정정하기 위해 상기 제2 그룹의 개별 미러의 변위 위치를 사용하는 것이다. 짧은 스위칭 시간으로 인해서 이러한 정정은 매우 신속하게 실행될 수 있다. 특히, 100ms 미만, 특히 30ms 미만, 특히 10ms 미만, 특히 3ms 미만, 특히 1ms 미만의 정정 시간 내에서 정정이 실행될 수 있다. 정정은 레티클의 조명 동안 실행될 수 있다. 특히, 정정은 스캔 과정 동안 실행될 수 있다. 특히, 정정은 레티클의 2 개의 변위 단계들 사이에서 실행될 수 있다.
- [0050] 이러한 정정에 의해서, 스캔 방향에 직교하는 방향으로 및/또는 스캔 방향으로 필드 조명을 수정할 수 있다. 제2 그룹의 개별 미러들은, 특히, 스캔 방향에 직교한 방향의 레티클 마스킹 중지 (X-ReMa 중지) 및/또는 스캔 방향의 레티클 마스킹 중지 (Y-ReMa 중지)의 기능을 가질 수 있다.
- [0051] 개별 미러의 변위 위치는, 특히, 스캐닝 과정 동안, 즉, 스캔 슬릿을 통해서 레티클이 변위되는 동안에 조정될 수 있다.
- [0052] 변위 위치의 조정은, 특히 자동화된 방식으로, 특히 제어 루프를 사용하여 실행될 수 있다.
- [0053] 제어 루프는, 특히, 예를 들어, 오브젝트 평면에 또는 거기로부터 떨어져서 배치되는 센서들을 구비한다. 특히, 센서는, 오브젝트 필드의 소정 영역에서 조명 방사선의 강도 분포를 검출하는 역할을 행한다. 개별 미러의 포지셔닝을 조절하는 센서도 미러 어레이에 통합될 수 있다.
- [0054] 발명의 또 다른 목적은, 마이크로리소그래피용, 특히, EUV 리소그래피용 투영 노광 장치를 개선시키는 것이다. 이 목적은 상기 설명에 따른 조명 광학 유닛을 구비한 투영 노광 장치에 의해 이루어진다. 미러 어레이로부터 명백한 장점이 있다.
- [0055] 본 발명의 또 다른 목적은 마이크로 구조 또는 나노 구조의 소자를 제조하는 방법을 개선 시키는 것이고, 및 이 방법에 따라서 제조된 소자를 제공하는 것이다.
- [0056] 이를 위해, 웨이퍼의 노광 동안, 특히, 웨이퍼 상의 2 개의 연속적인 필드 (다이)의 노광 사이에서, 미리 결정된, 정정 프로필에 따르는 방식으로, 적어도 일부의 고속 미러가 변위된다.
- [0057] 예를 들어, 이러한 정정을 통해, 즉, 제2 그룹의 개별 미러의 변위 위치를 조절함으로써, 특히 시스템 에러를 보상하기 위해, 로컬 선량이 필드 간에서 (다이 간에서) 변경될 수 있다.
- [0058] 일반적으로, 다이라고도 칭해지는, 복수의 상이한 필드들이 개별 웨이퍼 상에서 노광된다. 개별 다이들 사이의 차이로 인해서, 웨이퍼를 구성하는데 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 구성하는데 필요한 웨이퍼의 노광 시간은, 거기에 도포되는 감광층의 두께에 따라 달라질 수 있다. 웨이퍼의 속성, 특히, 그 표면에 대한 속성의 변화, 특히 하나 이상의 웨이퍼의 다른 필드들 사이의 차이를 미리 결정할 수 있다. 예를 들어, 이러한 데이터는 웨이퍼를 측정하여 확립될 수 있다. 발명의 유리한 양태에 따르면, 개별 미러들은 웨이퍼의 속성에 대한 이러한 정보에 의존하는 방식으로 변위된다. 특히, 제2 그룹의 어느 개별 미러가 웨이퍼 상의 2개의 다른 다이들의 노광 사이에서 변위되어야 하는지 즉, 스위칭되어야 하는지를, 미리 결정된 웨이퍼의 정정 프로필로부터 결정할 수 있다. 이들 개별 미러들의 변위, 즉, 스위칭은, 웨이퍼의 노광 동안, 특히, 대응하는 다이들의 노광 사이에서 및/또는 2개의 웨이퍼의 노광 사이에서 자동적으로 실행될 수 있다. 고속 개별 미러의 짧은 스위칭 시간을 고려하면, 스위칭 과정은 웨이퍼 상의 1 개의 다이의 노광 후에 시작하여 다음 다이의 노광 시작 전에 끝날 수 있다.
- [0059] 정정 프로필은, 웨이퍼의 표면에 걸쳐 발생될 수 있는 변화, 특히, 웨이퍼 상의 및/또는 상이한 웨이퍼들 상의 노광되는 개별 필드들 사이의 차이를 특히 반영한다. 이러한 변화는, 노광을 조절함으로써, 특히, 2개의 연속적인 필드 사이의 노광을 조절함으로써, 적어도 부분적으로, 특히 완전히 보상될 수 있다. 이 결과로서, 웨이퍼의 구조화가 개선된다.
- [0060] 위에서 설명한 것과 같이, 짧은 스위칭 시간에 개별 미러들을 스위칭함으로써 웨이퍼의 노광이 정정될 수 있다.
- [0061] 정정은 미리, 즉, 웨이퍼의 노광이 실제로 시작하기 전에, 계산될 수 있다. 예를 들어, 정정은 제어 장치의 메모리에 저장될 수 있다. 웨이퍼의 노광 동안 정정이 착수될 수 있고, 특히, 자동화 방식으로 착수될 수 있다.
- [0062] 특히, 추가 측정 단계없이 정정이 착수될 수 있다. 그러나, 소정의 시간에, 예를 들면, 15분 마다, 특히, 이미

지 필드의 영역에서 노광 속성을 측정할 수 있고, 필요한 경우 적절한 조정에 착수할 수 있다.

[0063] 웨이퍼를 측정함으로써, 웨이퍼-특정 정정 프로필을 확립할 수 있다. 또한, 프로필은 외부에서 미리 결정될 수 있다.

[0064] 본 발명의 추가 효과들 및 상세한 내용들은 도면을 참조한 예시적인 실시예들의 설명으로부터 분명해진다.

도면의 간단한 설명

[0065] 도 1은 자오선 부분에서 조명 시스템 및 투영 광학 유닛을 갖는, 마이크로 리소그래피용 투영 노광 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 미러 어레이(MMA: mirror array) 및 조명되는 퓨필 패킷 미러를 구비하는 투영 노광 장치의 조명 시스템의 실시예를 나타내는 도면이다.

도 3은 조명 설정에 대응하는 퓨필 면 조명을 갖는, 도 2에 따른 퓨필 패킷 미러의 예시적인 평면도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 4는 미러 소자의 변위에 의해 생성가능한, 퓨필 패킷 미러에 미러 어레이의 채널이 할당된, 도 2에 따른 조명 시스템을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 5는 환형 조명 설정에 대응하는 퓨필 면 조명을 갖는, 도 3에 따른 퓨필 패킷 미러의 평면을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 6은 서로 나란히 위치하는, 도 2 및 도 4에 따른, 미러 어레이의 2개의 미러 소자들을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 7은 미러 어레이(MMA)를 구비하는 광학 부품의 실시예의 단면을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 8은 투영 노광 장치에서 일 예의 빔 경로를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 9는, 도 8에 따른 투영 노광 장치의 조명 광학 유닛의 제1 패킷 미러를 갖는 영역(IX)의 단면 확대를 나타내는 도면이다.

도 10은, 도 8에 따른 투영 노광 장치의 조명 광학 유닛의 제2 패킷 미러를 갖는 영역(X)의 단면 확대를 나타내는 도면이다.

도 11은 도 9에 따른 패킷 미러의 마이크로-미러 어레이 중 하나의 영역(XI)의 단면 확대를 나타내는 도면이다.

도 12는, 개별 미러가 두 개의 서로 다른 그룹으로 세분화된, 도 11에 따른 미러 어레이를 나타내는 도면이다.

도 13 및 도 14는, 복수의 미러 어레이에 의해 형성된, 필드 패킷 미러상의 필드 면들의 상이한 배치를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 13a 및 14a는 도 13 및 도 14의 단면 확대를 나타내는 도면이다.

도 15는, 도 13 또는 도 14 중 하나에 따른 패킷 미러를 구비하는, 도 8에 따른 투영 노광 장치의 빔 경로의 단면을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 16은 대상 위치, 관련된 파크(park) 위치 및 복수의 금지 위치들이 표시된, 제2 패킷 미러의 정렬을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 17 및 도 18은 2개의 대상 위치, 2개의 파크 위치 및 복수의 금지 위치를 갖는, 도 16에 따른 개략 도시를 나타내는 도면이다.

도 19는 투영 노광 장치의 오브젝트 필드를 조명하는 방법의 시간에 따른 진행을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 20은 패킷 미러를 설계하는 방법의 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0066] 우선, 투영 노광 장치(1)의 기본 설계를 도면에 기초하여 아래에 설명한다.

[0067] 도 1은 자오선 부분에서 마이크로리소그래피용 투영 노광 장치(1)를 개략적으로 나타낸다. 투영 노광 장치(1)

의 조명 시스템(2)은, 방사선 소스(3) 뿐 아니라, 오브젝트 필드(5)의 노광을 위한 조명 광학 유닛(4)을 오브젝트 면(6)에 구비한다. 오브젝트 필드(5)는, 예를 들면 13/1의 x/y 중횡비를 갖는, 직사각형 또는 아치형의 형상을 갖는다. 이 경우에, 오브젝트 필드(5)에 배치된 반사 레티클(도 1에 미도시)이 노광되며, 이 레티클은 마이크로 구조 또는 나노 구조의 반도체 부품을 제조하기 위해 투영 노광 장치(1)에 의해 투영되는 구조를 갖는다. 투영 광학 유닛(7)은 오브젝트 필드(5)를 이미지 면(9)의 이미지 필드(8)에 이미징하는 역할을 한다. 레티클 상의 구조는, 도면에는 도시되어 있지 않은, 이미지 면(9)의 이미지 필드(8)의 영역에 배치된, 웨이퍼의 감광층으로 이미징된다.

[0068] 레티클 홀더(미도시)에 의해 보유된 레티클 및 웨이퍼 홀더(미도시)에 의해 보유된 웨이퍼는, 투영 노광 장치(1)의 동작 중에, y-방향으로 동기하여 스캔된다. 웨이퍼와 레티클은 다른 속도로 이동할 수 있다. 투영 광학 유닛(7)의 이미징 규모에 따라서, 레티클은 웨이퍼에 대해서 반대 방향으로 스캔될 수 있다.

[0069] 투영 노광 장치(1)에 의해서, 레티클의 적어도 일부가, 마이크로구조 또는 나노구조의 부품, 특히, 반도체 부품, 예를 들면, 마이크로칩의 리소그래피 제조를 위해 웨이퍼 상의 감광층의 영역에 이미징된다. 스캐너 또는 스테퍼로서의 투영 노광 장치(1)의 실시예에 따라서, 레티클 및 웨이퍼는, 시간적으로 동기되어, y-방향으로, 스캐너 동작에서는 연속적으로 또는 스테퍼 동작에서는 단계적으로 이동된다.

[0070] 방사선 소스(3)는, 5nm 내지 30nm의 범위의 방출 및 사용되는 방사선을 갖는 EUV 방사선 소스이다. 이것은, 플라즈마 소스, 예를 들어, GDPP (가스 방전 생산 플라즈마) 소스 또는 LPP (레이저 생산 플라즈마) 소스일 수 있다. 예를 들면, 싱크로트론 또는 자유 전자 레이저 (FEL) 기반의 다른 EUV 방사선 소스가 또한 가능하다.

[0071] 방사선 소스(3)로부터 방출된 EUV 방사선(10)은 집광기(11)에 의해 집광된다. 해당 집광기는, 예를 들면, EP 1 225 481 A에 알려져 있다. 집광기(11)의 하류에서, EUV 방사선(10)은, 복수의 필드 면(13a)을 갖는 필드 패킷 미러(13)에 입사되기 전에 중간 초점면(12)을 통하여 전파된다. 필드 패킷 미러(13)는, 오브젝트 면(6)에 대해서 광학적으로 컬레를 이루는 조명 광학 유닛(4)의 면에 배치된다.

[0072] 이하, EUV 방사선(10)은 사용 방사선, 조명 광, 또는 이미징광으로도 칭한다.

[0073] 필드 패킷 미러(13)의 하류에서, EUV 방사선(10)은 복수의 퓨필 면(14a)을 갖는 퓨필 패킷 미러(14)에 의해 반사된다. 퓨필 패킷 미러(14)는, 투영 광학 유닛(7)의 입사 퓨필 면, 또는 거기에 대해서 광학적으로 컬레를 이루는 면에 위치한다. 필드 패킷 미러(13)와 퓨필 패킷 미러(14)는, 아래에 더욱 상세히 설명되는, 복수의 개별 미러에 의해 구성된다. 이 경우에, 필드 패킷 미러(13)는, 전체의 오브젝트 필드(5)를 그 자신에 의해서 조명하는 각각의 필드 면(13a)이 정확히 한 개의 개별 미러에 의해 표현되도록, 개별 미러들로 세분화될 수 있다. 또는, 복수의 이러한 개별 미러들을 사용하여 적어도 일부 또는 모든 필드 면(13a)을 구성할 수 있다. 대응되게, 필드 면(13a)에 각각 할당되고, 각각의 경우에 단일 개별 미러에 의해, 또는 복수의 이러한 개별 미러들에 의해 형성될 수 있는, 퓨필 패킷 미러(14)의 퓨필 면(14a)의 구성에 동일하게 적용된다.

[0074] EUV 방사선(10)은, 미러면의 법선에 대해서 측정된, 25° 이하의 입사각으로, 2 개의 패킷 미러(13, 14)에 입사된다. 그러므로, EUV 방사선(10)이 2개의 패킷 미러(13, 14)에 수직 입사 동작의 범위에서 충돌한다. 그레이징 입사의 충돌이 또한 가능하다. 퓨필 패킷 미러(14)는, 투영 광학 유닛(7)의 퓨필 면을 구성하거나 또는 투영 광학 유닛(7)의 퓨필 면에 대해서 광학적으로 컬레를 이루는 조명 광학 유닛(4)의 면에 배치된다. 퓨필 패킷 미러(14), 및 EUV 방사선(10)용 빔 경로의 순서에 지정되어 있는 미러들(16, 17, 18)을 갖는 전송 광학 유닛(15)의 형태의 이미징 광학 조립체에 의해서, 필드 패킷 미러(13)의 필드 면이 서로 중첩되는 방식으로 오브젝트 필드(5)에 이미징된다. 전송 광학 유닛(15)의 마지막 미러(18)는 그레이징 입사 미러이다. 퓨필 패킷 미러(14)와 함께 전송 광학 유닛(15)은, EUV 방사선(10)을 필드 패킷 미러(13)로부터 오브젝트 필드(5)로 전송하기 위한 순차적 광학 유닛으로도 칭해진다. 조명 광(10)은 방사선 소스(3)로부터 복수의 조명 채널을 통해서 오브젝트 필드(5)로 안내된다. 각각의 조명 채널이 필드 패킷 미러(13)의 필드 면(13a)과 퓨필 패킷 미러(14)의 퓨필 면(14a)에 할당되고, 이 퓨필 면은 필드 면의 하류에 위치한다. 필드 패킷 미러(13)와 퓨필 패킷 미러(14)의 개별 미러들은 액추에이터 시스템에 의해 틸트(tilt)되어질 수 있으므로, 필드 면(13a)에 퓨필 면(14a)을 할당하는데 있어서 조명 채널의 변화된 구성에 따라서 변화가 생긴다. 상이한 조명 설정은, 오브젝트 필드(5)에 대한 조명광(10)의 조명 각의 분포를 다르게 한다.

[0075] 위치 관계의 설명을 용이하게 하기 위해, 특히, 이하 글로벌 데카르트 xyz 좌표 시스템이 사용된다. x 축은 도 1에서 관찰자 쪽으로 도면의 평면에 수직으로 진행한다. y 축은 도 1에서 오른쪽으로 진행한다. z 축은 도 1에서 위쪽으로 진행한다.

- [0076] 후속의 도면들 중에서 선택된 도면들에서, 로컬 데카르트 xyz 좌표 시스템이 도시되어 있고, x 축은 도 1의 x 축에 평행하고, 상기 x 축과 함께 y 축은 각각 광학 소자의 광 영역에 걸쳐 있다.
- [0077] 도 2는 투영 노광 장치(1)에 대한 조명 시스템(19)의 대체 구성을 나타낸다. 도 1을 참조하여 이미 위에 설명된 것에 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 부호를 가지므로, 다시 상세히 논의하지 않는다.
- [0078] LPP 소스로서 구현될 수 있는, 방사선 소스(3)로부터 나오는 사용 방사선(10)은 우선 제 1 집광기(20)에 의해 수집된다. 집광기(20)는, 방사선 소스(3)를 중간 초점면(12)에 이미징하거나 방사선 소스(3)로부터의 광을 중간 초점면(12)의 중간 초점에 집광하는 타원형 미러일 수 있다. 집광기(20)는, 사용 방사선(10)이 0° 에 가까운 입사 각으로 집광기에 충돌하도록 동작할 수 있다. 집광기(20)는 수직 입사에 가깝게 동작하므로, 수직 입사(NI: normal incidence) 미러로 칭해질 수도 있다. 그레이징 입사로 동작하는 집광기가 집광기(20) 대신에 사용될 수도 있다.
- [0079] 사용 방사선(10), 즉 EUV 방사 빔을 안내하는 광학 어셈블리의 예로서 멀티 또는 마이크로 미러 어레이(MMA)의 형태로, 필드 패킷 미러(21)가 중간 초점면(12)의 하류에 배치된다. 멀티 미러 또는 마이크로 미러 어레이(MMA)는 이하의 문장들에서 단지 미러 어레이(22)로도 칭해진다. 필드 패킷 미러(21)는 MEMS(microelectromechanical system)로 구현된다. 그것은 매트릭스와 같은 방식으로 행과 열의 배열로 배치되는 복수의 개별 미러들을 갖는다. 다음의 설명에서, 개별 미러들은 또한 미러 소자(23)로 불린다. 미러 소자(23)는 액추에이터 시스템에 의해 아래의 설명대로 틸트되어질 수 있도록 설계되어 있다. 전반적으로, 필드 패킷 미러(21)는 약 100,000개의 미러 소자들(23)을 갖는다. 미러 소자(23)의 크기에 따라, 필드 패킷 미러(21)는 예를 들어 1000, 5000, 7000 또는 수 십만, 예를 들어 500,000의 미러 소자(23)를 또한 가질 수 있다.
- [0080] 스펙트럼 필터가 필드 패킷 미러(21)의 상류에 배열되어, 사용 방사선(10)을, 투영 노광에 사용할 수 없는 방사선 소스(3)가 방출한 다른 파장 요소와 분리시킨다. 스펙트럼 필터는 도시되지 않는다.
- [0081] 필드 패킷 미러(21)에 840W의 출력과 6.5kW/m^2 의 출력 밀도를 갖는 사용 방사선(10)이 충돌한다. 사용 방사선(10)은 다른 출력 및/또는 출력 밀도를 가질 수도 있다.
- [0082] 패킷 미러(21)의 전체 개별 미러 어레이의 직경은 500mm이며, 미러 소자(23)와 밀봉된 방식으로 설계되어 있다. 또한 충전도 또는 통합 밀도로 불리는, 미러 소자(23)의 완전한 필드 면 어레이의 표면 커버리지는, 적어도 70%, 특히 적어도 80%, 특히 적어도 85%, 특히 적어도 90%, 특히 적어도 95%이다. 각 경우에 필드 면(21a)이 정확히 하나의 미러 소자(23)에 의해 실현되지만 하면, 미러 소자(23)는, 배울 인수를 제외하고, 오브젝트 필드(5)의 형상을 나타낸다. 패킷 미러(21)는 500개의 미러 소자(23)로 형성될 수 있으며, 각각의 미러 소자는 필드 면(21a)을 나타내고, x 방향으로 약 100mm 및 y 방향으로 약 5mm의 치수를 갖는다. 정확히 하나의 미러 소자(23)에 의해 각 필드 면(21a)을 구현하는 대신, 각 필드 면(21a)은 작은 미러 소자들(23)의 그룹에 의해 형성될 수 있다. y 방향으로 5mm 및 x 방향으로 100mm의 치수를 갖는 필드 면(21a)은, 예를 들면, $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 의 치수를 갖는 미러 소자(23)의 1×20 어레이 내지 $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 의 치수를 갖는 미러 소자(23)의 10×200 어레이로 구성될 수 있다. 본 발명에 따르면, 필드 면(21a)에 대하여 미러 소자(23)를 유연하게 할당할 수 있다. 특히, 필드 면(21a)만 미러 소자(23)의 적절한 작동에 의해 한정된다. 특히, 미러 소자(23)의 형태는 거시적인 필드 면의 형태로 독립적일 수 있다.
- [0083] 사용 광(10)은 퓨필 패킷 미러(14)를 향한 패킷 미러(21)의 미러 소자(23)에 의해 반사된다. 퓨필 패킷 미러(14)는 약 2000개의 정적 퓨필 면(14a)을 갖는다. 정적 퓨필 면은 복수의 동심 고리로 서로 나란히 정렬되므로, 가장 안쪽 링의 퓨필 면(14a)이 섹터 모양의 방식으로 만들어지고, 거기에 직접 인접하는 링들의 퓨필 면들(14a)은 링-섹터 모양의 방식으로 만들어진다. 퓨필 패킷 미러(14)의 하나의 사분면에서, 12개의 퓨필 면들(14a)이 각 링에서 서로 나란히 존재할 수 있다. 각각 하나의 퓨필 면(14a)은 미러 어레이(22)로 구현될 수 있다.
- [0084] 사용 광(10)은 퓨필 면(14a)에 의해 오브젝트 면(6)에 배열되어 있는 반사 레티클(24)을 향해 반사된다. 도 1에 따른 투영 노광 장치와 관련하여 상기 설명한 것 같이 투영 광학 유닛(7)은, 다음에 위치한다.
- [0085] 도 1에 따른 조명 광학 유닛(4)과 관련하여 위에서 설명한 것 같이, 전송 광학 유닛(15)은 패킷 미러(14)와 레티클(24) 사이에 일단 설치될 수 있다.
- [0086] 도 3은, 도 2에 따른 종래의 조명 설정을 대략적으로 얻을 수 있는 퓨필 패킷 미러(14)의 퓨필 면(14a)의 조명을 예를 들어 나타낸다. 퓨필 패킷 미러(14)의 2개의 내측 퓨필 면 링에서, 퓨필 면(14a) 중 두 번째 퓨필 면

마다 원주 방향으로 조명된다. 도 3에 도시된 교대의 조명 표현은, 이 조명 설정의 경우에 실현된 충전 밀도가 환형 조명 설정의 경우보다 2 배 낮은 것을 상징한다. 2배 낮은 점유 밀도를 가지고 있지만, 균일한 조명 분포가 2개의 내부 필드 면에 대해서도 마찬가지로 이루어진다. 도 3에 도시되어 있는 2개의 외측 필드 면 링은 조명되지 않는다.

[0087] 도 4는 환형 조명 설정이 설정된, 조명 광학 유닛(4)의 상태를 개략적으로 나타낸다. 필드 패킷 미러(21)의 미러 소자(23)는 링-섹터 형상의 필드 면(14a)의 외측 링이 필드 패킷 미러(14) 상에서 사용 광(10)에 의해 조명되는 방식으로, 아래에 상세하게 설명되는 액추에이터에 의해 틸트된다. 필드 패킷 미러(14)의 일 예의 조명도 도 5에 도시되어 있다. 이 조명을 만드는 미러 소자(23)의 틸트가, 미러 소자들(23) 중 일 예로 하나를 사용하여 도 4에 예시적인 방식으로 도시되어 있다.

[0088] 도 2 ~ 5에 따른 조명 설정을 변경하기 위해, 미러 소자들(23)이 대략 틸트 각도로 선회가능하다. 특히, 미러 소자들은 적어도 $\pm 50\text{mrad}$, 특히 적어도 $\pm 80\text{mrad}$, 특히 $\pm 100\text{mrad}$ 의 영역에서 대략 틸트각으로 피봇가능하다. 여기, 적어도 0.2mrad , 특히 적어도 0.1mrad , 특히 적어도 0.05mrad , 특히 적어도 0.03mrad 의 정확도로 각각의 틸트 위치가 유지될 수 있다.

[0089] 미러 소자들(23)은 사용 방사선(10)의 파장에서 그 반사율을 최적화하기 위한 다층 코팅을 갖는다. 다층 코팅의 온도는 투영 노광 장치(1)의 동작 중 425 K를 넘지 말아야 한다. 이것은, 아래에 예시적인 방식으로 설명되어 있는 미러 소자(23)의 구성에 의해 이루어진다. 도 2에 개략적으로 나타난 것 같이, 조명 광학 유닛(4)의 미러 소자(23)는 배기가능한 챔버(25)에 수용된다. 도 2는 배기가능한 챔버(25)의 경계 벽(26) 만을 개략적으로 나타낸다. 챔버(25)는 진공 펌프(29)와 유체 라인(27)을 통해 연결되며, 차단 밸브(28)가 수용되어 있다. 배기가능한 챔버(25)의 동작 압력은 몇 Pa (부분 압력 H_2)이다. 다른 모든 부분 압력은 크게 10^{-7} mbar 미만이다.

[0090] 미러 소자(23)가 기관(30)에 배열된다. 기관은 열 전도부(31)를 통해 미러 몸체(32)에 기계적으로 연결되어 있다. 기관(30)에 대해서 미러 몸체(32)의 틸트를 허용하는 관절체(33)는 열 전도부(31)의 일부이다. 관절체(33)는, 대략 한정된 틸트 자유도의, 예를 들면, 특히 서로 직교하게 배치되어 있는, 하나 또는 2 개의 틸트 축 주위로, 미러 몸체(32)의 틸트됨을 허용하는 굴곡부로서 구현될 수 있다. 관절체(33)는, 기관(30)에 고정되는 외측 홀딩 링(34)를 갖는다. 또한, 관절체(33)는 외측 홀딩 링(34)에 관절 방식으로 연결된 내측 홀딩 몸체(35)를 갖는다. 상기 홀딩 몸체는 미러 소자(23)의 반사면(36) 아래에 중앙 정렬된다. 스페이서(37)는 중앙 홀딩 몸체(35)와 반사면(36) 사이에 배열된다.

[0091] 열, 특히, 미러 몸체(32)에 놓여진, 입사된 사용 방사선(10)의 흡수에 의해 생성된 열이, 열 전도부(31), 즉, 스페이서(37), 중앙 홀딩 몸체(35), 관절 몸체(33) 및 외측 홀딩 링(34)을 통해서, 기관(30)을 향해서 방출된다. 적어도 10kW/m^2 , 특히 적어도 30kW/m^2 , 특히 적어도 50kW/m^2 의 화력(thermal power) 밀도가 열 전도부(31)를 통해 기관(30)으로 방출될 수 있다. 기관(30)에 소멸되는 화력은 각 미러 소자(23)에 대해서 적어도 2.5mW , 특히 적어도 7.5mW , 특히 적어도 12.5mW 일 수 있다. 또는, 열전도부(31)는 적어도 1kW/m^2 의 화력 밀도 또는 적어도 0.25mW 의, 미러 몸체(32)에 의해 취해진 화력을 기관(30)에 방출하도록 구현된다. 방사선 소스(3)로부터 방사되는 사용 방사선(10)으로부터의 흡수 출력에 추가하여, 취해진 출력은, 예를 들면, 취해진 전력일 수 있다.

[0092] 액추에이터 핀(38)은 스페이서(37)의 반대 측에서 홀딩 몸체(35)에 배치된다. 액추에이터 핀(38)은 스페이서(37) 보다 작은 외부 직경을 가질 수 있다. 액추에이터 핀(38)은 스페이서(37)와 동일하거나 보다 큰 직경을 가질 수 있다.

[0093] 기관(30)은 액추에이터 핀(38)을 둘러싸는 슬리브를 형성한다. 각각의 경우에 총 3 개의 전극(54)이 슬리브에 통합되어 있고, 이 전극들은 서로 전기적으로 절연되도록 배열되고, 각각의 경우에 원주 방향으로 120° 바로 아래로 연장되어 있다. 이 실시예에서, 전극(54)은 전극 핀으로 구현된 액추에이터 핀(38)에 대한 카운터 전극을 구성한다. 여기에, 특히, 액추에이터 핀(38)은 중공 실린더로 구현될 수 있다. 원칙적으로, 액추에이터 핀(38) 당 상이한 수의 전극(54)을 제공할 수도 있다. 특히, 액추에이터 핀(38)당 4 개 이상의 전극(54)을 제공할 수 있다. 하나 이상의 전극(54)과 액추에이터 핀(38) 사이에 전위차를 생성함으로써, 액추에이터 핀(38)에 정전력을 생성할 수 있고, 도 6의 오른쪽 절반에 예시적인 방식으로 도시되어 있는 것 같이, 그 정전력으로 인해 미러 소자(23)가 편향된다.

- [0094] 특히, 기관(30)은, 미러 소자(23)의 전체 어레이가 배열되어 있는 실리콘 웨이퍼로 형성될 수 있다.
- [0095] 액추에이터 핀(38)은 또한 로렌츠 액추에이터의 일부가 될 수 있다. 이 경우에 영구 자석이 액추에이터 핀(38)의 자유단에 배치된다. 영구 자석은, 북극과 남극이 액추에이터 핀(38)을 따라 나란히 배열되는 방식으로 정렬될 수 있다. 예를 들어, 이러한 로렌츠 액추에이터는 미국 7 145 269 B2에 개시되어 있다. 이것은 MEMS(microelectromechanical system)로서 일괄 처리에 의해 생산될 수 있다. 이러한 로렌츠 액추에이터를 통해, 20kPa의 힘 밀도를 얻을 수 있다. 힘 밀도는, 액추에이터 힘이 작용하는, 액추에이터의 그 지역에 대한 액추에이터 힘의 비율로 한정된다. 액추에이터 핀(38)의 횡단면이, 액추에이터 힘이 작용하고, 액추에이터 자체로 고려되는, 액추에이터의 측면에 대한 측정을 위해 사용될 수 있다.
- [0096] 로렌츠 액추에이터로 구현하는 대신에, 미러 소자(23)를 틸트하기 위한 액추에이터는 예를 들면, WO 2007/134 574 A의 스타일의 자기저항 액추에이터 또는 피에조 액추에이터로서 구현될 수 있다. 자기저항 액추에이터를 통해 50kPa의 힘 밀도를 얻을 수 있다. 실시예에 따라서, 50kPa 내지 1Mpa의 힘 밀도를 피에조 액추에이터를 통해 얻을 수 있다.
- [0097] 더욱 상세한 설명을 위해서, 특히, 기관(30) 상의 개별 미러들(23)의 배열, 및 액추에이터에 의한 회전성(pivotability)뿐 아니라, 관절 몸체 및 열 전도부(31)의 실시예에 대해서, WO 2010/049 076 A2를 참조한다.
- [0098] 미러 어레이(22)는 특히 적어도 4, 특히 적어도 16, 특히 적어도 64, 특히 적어도 256, 특히 적어도 1024, 특히 적어도 1296, 특히 적어도 1600개의 미러 소자(23)를 갖는다. 이 미러 소자들은 직사각형 매트릭스로, 특히 정사각형 매트릭스로 배열되는 것이 바람직하다. 미러 소자(23)는 정사각형 단면을 갖는다. 원칙적으로, 미러 소자는 또한 삼각형, 직사각형 또는 육각형으로 구현될 수 있다. 미러 소자는 쪽매 붙임(parquet) 요소들로 구현된다. 전체의 미러 소자(23)는 미러 어레이(22)의 전체 반사면의 쪽매 붙임(parqueting)을 형성한다. 쪽매 붙임은 특히, 바둑판 무늬의 배열이다. 미러 소자(23)는 특히 단단히 포장된 방식으로 배열된다. 특히, 미러 어레이는 적어도 0.85, 특히 적어도 0.9, 특히 적어도 0.95의 충전도를 갖는다. 여기서, 때때로 집적 밀도로도 칭해지는 충전도는, 총 어레이(22) 면적에 대한, 전체 반사면, 즉, 미러 어레이(22)의 모든 미러 소자들(23)의 반사면들(36)의 합을 나타낸다.
- [0099] 미러 소자(23)의 반사면(36)은 일 예로 평면형으로 구현된다. 원칙적으로, 그것은 또한 오목면 또는 볼록면으로 구현되거나, 자유 곡면으로 구현될 수 있다.
- [0100] 미러 소자(23)의 반사면(36)은, 특히, 사용 방사선(10)의 파장에서 그 반사율을 최적화하기 위한 (다층) 코팅을 갖는다. 특히, 다층 코팅으로 인해서 EUV 범위, 특히 5nm 내지 30nm의 범위의 파장을 갖는 사용 방사선(10)의 반사가 가능하다.
- [0101] 미러 어레이(22)는 모듈형으로 구현된다. 특히, 복수의 이러한 타일링 요소들, 즉, 동일하게 구현된 복수의 미러 어레이들(22)을 타일링(tiling)함으로써, 미러 어레이(22)의 전체 반사면의 쪽매 붙임이, 원하는 대로 확장 가능한 방식으로, 타일링 요소로서 구현된다. 여기서, 상이한 용어 "쪽매 붙임"과 "타일링"은, 미러 소자들(23)에 의한 개별 미러 어레이(22)의 전체 반사면의 쪽매 붙임과 복수의 미러 어레이들(22)에 의한 멀티 미러 어레이의 경우를 구별하기 위해서만 사용된다. 그들은 둘 다 평면에서 간단한 연속 영역의 겹없고 중첩없는 커버리지를 나타낸다. 전체 반사면의 커버리지가, 1보다 작은 충전도로 반사된, 본 경우에, 완벽하게 겹이 없지 않아도, 충전도가 상기 특정된 값, 특히 적어도 0.85이면, 쪽매 붙임과 타일링이 아래에 여전히 참조된다.
- [0102] 미러 소자(23)는 기관(30)에 의해 보유된다. 기관(30)은 표면 법선(41)에 수직인 방향으로 연장하는 가장자리 영역(42)을 갖는다. 특히, 가장자리 영역(42)은 미러 소자(23)를 둘러싸는 방식으로 배열된다. 표면 법선(41)에 수직인 방향으로, 폭 b, 특히 최대 5mm, 특히 최대 3mm, 특히 최대 1mm, 특히 최대 0.5mm, 특히 최대 0.3mm, 특히 최대 0.2mm의 최대 폭 b를 갖는다. 따라서, 표면 법선(41)에 수직인 방향으로, 전체 반사면, 즉, 외측 가장자리에 걸쳐서, 미러 어레이(22)의 전체 영역은, 최대 5mm, 특히 최대 3mm, 특히 최대 1mm, 특히 최대 0.5mm, 특히 최대 0.3mm, 특히 최대 0.2mm만큼 돌출한다.
- [0103] 미러 어레이(22)의 전체 영역은, 1mm × 1mm 내지 50mm × 50mm의 범위, 특히, 10mm × 10mm 내지 25mm × 25mm의 범위에 존재한다. 원칙적으로, 다른 치수가 또한 가능하다. 특히, 정사각형 형태가 아닐 수 있다. 그 전체 반사면에 걸친 미러 어레이(22)의 전체 영역의 돌출은 측 또는 측면 오버 헤드로도 또한 칭한다. 동일 방향에서 전체 범위에 대한 측면 오버헤드의 비율은 최대 0.1, 특히 최대 0.05, 특히 최대 0.03, 특히 최대 0.02, 특히 최대 0.01이다. 따라서, 측면 돌출은, 적어도 1의 크기 차수만큼, 미러 어레이(22)의 전체 반사면의 전체 범위보다 작다.

- [0104] 미러 어레이(22) 뿐만 아니라, 광학 부품(40)은 반송 구조(43)를 갖는다. 반송 구조(43)는 표면 법선(41)의 방향으로, 미러 어레이(22)로부터 오프셋되어, 특히 인접하여 배열된다. 반송 구조는 미러 어레이(22)의 기관(30)과 동일한 단면을 갖는 것이 바람직하다. 일반적으로, 표면 법선(41)에 수직인 방향으로, 기관(30)에 걸쳐서, 그러므로, 미러 어레이(22)의 전체 영역에 걸쳐서, 최대 5mm, 특히 최대 3mm, 특히 최대 1mm, 특히 최대 0.5mm, 특히 최대 0.1mm, 특히 최대 0.05mm만큼 돌출하거나, 특히 전혀 돌출하지 않는다. 이러한 배열은 또한 "그림자 캐스팅 원리"에 따른 배열이라고 칭한다. 이것은, 특히, 반송 구조(43)가 표면 법선(41)의 방향으로 미러 어레이(22)의 전체 영역의 평행 돌기 내에 완전하게 배열되어 있는 것을 의미하는 것으로 이해된다.
- [0105] 반송 구조(43)는 세라믹함유 및/또는 실리콘함유 및/또는 알루미늄함유 물질로 형성된다. 이에 의해, 동시에, 높은 기계적 안정성을 갖는 미러 어레이(22)에서 열을 방출할 수 있다. 이 반송 구조(43)의 재료는 예를 들면, 세라믹 물질, 실리콘, 이산화 실리콘, 질화 알루미늄 및 산화 알루미늄이며, 예를 들면, Al_2O_3 세라믹 재료이다. 특히, 반송 구조(43)는 웨이퍼에서 생산될 수 있다. 반송 구조(43)는, 소위 열 비아가 설치되어 있는, 석영 또는 유리 웨이퍼에서 또한 생산될 수 있다.
- [0106] 반송 구조(43)는 일 측에 개방된 컷아웃(44)을 갖는다. 컷아웃(44)은, 일측에 열려 있고, 또 다른 기능 구성 요소들을 수용하는 수용 공간을 형성한다. 미러 어레이(22)의 반대 측에, 컷아웃(44)이 표면 법선(41)의 방향으로 반송 구조의 베이스(45)에 의해 구분되어 있다. 측면으로, 즉, 표면 법선(41)에 수직인 방향으로, 반송 구조(43)의 가장자리 영역(46)에 의해 구분되어 있다. 표면 법선(41)에 수직인 방향으로, 가장자리 영역(46)은 폭 bc 를 갖는다. 여기서, $0.5 \times b \leq bc \leq 2 \times b$ 가 적용된다. 특히, 반송 구조(43)의 가장자리 영역(46)은 기관(30)의 가장자리 영역(42) 만큼 넓다. $b = bc$.
- [0107] 반송 구조(43)는 이 가장자리 영역(46)에서만 미러 어레이(22)에 기계적으로 연결된다. 밀봉 요소(61)가 반송 구조(43)와 미러 어레이(22) 사이에 배열된다. 밀봉 요소(61)는 미러 어레이(22)의 기관(30)의 뒷면(48)의 급속에 통합된다. 이것은 또한 반송 구조(43)의 가장자리 영역(46)에 배열된 밀봉 링으로 구현될 수 있다. 그러므로, 컷아웃(44)에 의해 형성된 수용 공간은, 적어도 부품(40)의 제조 동안, 액체 밀폐, 특히 가스 밀폐 방식으로 캡슐화 즉, 밀봉된다. 원칙적으로, 캡슐화방식, 즉, 액체 밀폐, 특히 가스 밀폐 방식의 밀봉에서, ASIC(52)를 배치가능하다. 결국, 미러 어레이(22)와 ASIC(52) 사이에 연속 중간 레이어(도면에 도시되어 있지 않음)가 여전히 필요하다.
- [0108] 복수의 신호 라인(47)들이 반송 구조(43)에 통합된다. 신호 라인(47)은, 수직 상호연결 액세스, 소위 "비아"로 구현된다. 비아들은 반사면(36)의 반대측의 미러 어레이(22)의 후면(48)에 직접 본딩되어 있다. 그들은 또한, 미러 어레이(22)의 반대측, 즉, 반송 구조(43)의 후면(49)에 컨택트 소자(50)가 설치되어 있다. 각 부품(40)은 30개 초과, 특히 50개 초과, 특히 70개 초과 신호 라인(47)을 가질 수 있다. 이러한 신호 라인(47)은 특히, 미러 소자(23)의 변위를 제어하는 제어 장치(51)에 전력을 공급하도록 기능한다. 미러 소자(23)의 변위를 제어하는 제어 장치(51)는 반송 구조(43)에 통합된다. 특히, 이것은 주문형 집적 회로(application-specific integrated circuit: ASIC)(52)로 구현된다. 부품(40)은 복수의 ASIC(52)를 가질 수 있다. 적어도 하나의 ASIC(52), 특히 적어도 2 개, 특히 적어도 4 개, 특히 적어도 9 개, 특히 적어도 16 개, 특히 적어도 25 개, 특히 적어도 100개의 ASIC(52)를 갖는다. 여기에서, 각각 하나의 ASIC(52)는 적어도 하나의 미러 소자(23), 특히 복수의 미러 소자(23), 특히 적어도 2 개, 특히 적어도 4 개, 특히 적어도 8개의 미러 소자(23)와 신호끼리 연결되어 있다. 미러 소자(23)를 변위시키는 액추에이터를 제어하는 것에 대한 세부 설명은 WO 2010/049 076 A2를 참조한다.
- [0109] ASIC(52)에 대한 신호 라인(47)은 반송 구조(43)의 후면(49)으로부터 반송 구조(43)를 통해서 미러 어레이(22)의 후면(48)까지 이어지고, 거기로부터 미러 어레이(22)의 후면(48)을 따라서 진행하고, 플립 칩 컨택트(53)를 거쳐 ASIC(52)까지 이어진다. 통합 또는 로컬 드라이버 전자 기기에 대한 신호 라인은 미러 어레이(22)의 후면(48)에 따라서 안내된다. 하나의 미러 소자(23)의 변위를 제어하는, ASIC(52)에서 생성된 제어 전압이, 미러 어레이(22)의 후면(48) 상으로의 또 다른 플립 칩 컨택트(53)를 거쳐 대응하는 전극(54)에 주어진다. 따라서, 하나의 ASIC(52)의 모든 전기 컨택트는 ASIC(52)의 동일 측에 있다. 특히, 상기 컨택트는 미러 어레이(22)를 향하는 ASIC(52) 측에 놓여 있다. ASIC(52)의 양측 컨택팅 및 관통 컨택팅은 원칙적으로 가능하지만, 여기에서는 피해야 한다. 이러한 배열의 신호 라인들(47)의 추가 장점은, 모든 신호 라인들(47)이 단일 급속 층의 미러 어레이(22)의 후면(48)에 놓여질 수 있는 것이다. 이로 인해, 제조 과정이 단순화되고, 따라서 제조 비용이 감소한다.
- [0110] 또한, 신호 라인(47)들은, 특정 신호 라인(47)들이, 미러 어레이(22)를 향하는 반송 구조(43)의 전면(43) 및/또

는 그 후면(49)에서 결합되는 방식으로 구현되고 배치된다. 예를 들어, ASIC(52)의 공급 전압에 대해서 신호 라인들(47)이 결합된다. 이것은 반송 구조(43)의 영역에서 신호 감소를 가져 온다. 특히, 반송 구조(43)의 영역에서 신호 감소는 적어도 10:1 이다.

[0111] 반송 구조(43)의 후면(49)에, 부품(40)은 전기 인터페이스(55)를 갖는다. 특히, 인터페이스(55)는 미러 어레이(22)의 반대 측에 위치하는 반송 구조(43)의 후면(49)에 완전히 배치된다. 원칙적으로 가능한, 측면 컨택트가 완전히 생략될 수 있다. 따라서, "그림자 캐스팅 원리"가 또한 신호 흐름에서 관찰된다(도 27과 비교). 따라서, 부품(40)의 구성 부품과 또한 거기에서의 신호 및 열 흐름은 표면 법선(41)의 방향으로 배향된다. 따라서, 부품(40)은 수직 통합 구조를 갖는다.

[0112] 도 7에 도시된 실시예의 경우, 전기 인터페이스(55)는 반송 구조(43)의 후면(49)에 적용된 복수의 컨택트 핀(56)을 갖는다. 대신에, 전기 인터페이스(55)의 컨택트 소자(50)들은 평면 방식으로 구현될 수 있다.

[0113] 대신에, 전기 인터페이스(55)의 컨택트 소자(50)들은 반송 구조(43)의 통합 핀으로도 구현될 수 있다. 이 경우에, 예를 들면, 금으로 충전된 관통-보어로서 구현된, 반송 구조(43)의 수직 상호연결 액세스(비아)는 반송 구조(43)의 후면(49)의 영역에서 부분적으로 노출된다. 특히, 이것은 비아를 둘러싸는 반송 구조(43)의 재료의 일부를 에칭하여 얻을 수 있다. 비아의 노출된 조각은 컨택트 소자(50)를 형성한다.

[0114] 또한, 반송 구조(43)는 강자성 소자(57)를 포함한다. 특히 적어도 하나의 강자성 소자(57)를 포함한다. 복수의 강자성 소자(57)가 또한 제공될 수 있다. 강자성 소자(57)는 금속 판 또는 금속 호일로 구현된다. 강자성 소자(57)는 또한 영구 자석 소자로 구현될 수 있다. 예를 들어 도 7 및 9에 도시된 실시예에 따라서, 금속 호일(57)이 반송 구조(43)의 컷아웃(44)에 배치된다. 특히, 상기 금속 호일은 반송 구조(43)에 고정적으로 연결된다. 이것은 예를 들면, 반송 구조(43)에 본딩될 수 있다. 이것은 접착제에 의해 본딩될 수 있다. 강자성 요소(57)로서 반송 구조(43)에 강자성 금속 층을 직접 전해 퇴적하는 것이 마찬가지로 가능하다. 금속 호일(57)은, 도 10에 예를 통해 도시된 것 같이, 반송 구조(43)의 후면(49)에 또한 배치될 수 있다. 원칙적으로, 컷아웃(44)과 반송 구조(43)의 후면(49)에서의 금속 호일(57)의 배치의 조합이 또한 가능하다.

[0115] 특히, 금속 호일(57)은 ASIC(52)와 반송 구조(43)의 베이스(45) 사이에 배치될 수 있다. 이와 같이 하여, ASIC(52)와 반송 구조(43) 사이에 열 인터페이스를 형성할 수도 있다. 이 경우에, 금속 호일(57)이 부드러운, 골 판지 금속 호일, 즉 소위, 스프링 호일로 구현되는 것이 유리하다.

[0116] 또한, 추가의 열 전도성 소자(58)가 ASIC(52)와 반송 구조(43)의 베이스(45) 사이에, 특히, ASIC(52)와 금속 호일(57) 사이에 배치될 수 있다. 복수의 열 전도성 소자도 설치될 수 있다. ASIC(52)는, 특히, 컷아웃(44) 내에 열 전도성 소자에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. ASIC(52)와 반송 구조(43)의 베이스(45) 사이의 이러한 열 인터페이스는 부품(40)을 통해 열 흐름의 수직 통합을 향상시킨다. 미러 어레이(22)로부터 및 특히 ASIC(52)로부터의 열은 이 경우에, 직접적으로, 즉, 실질적으로, 표면 법선(41)의 방향으로, 반송 구조(43)의 베이스(45)로 반송 구조(43)를 통하여 방출될 수 있다.

[0117] 발명의 또 다른 구성을 도 8 내지 15를 참조하여 아래에 설명한다.

[0118] 도 8은 투영 노광 장치(1)의 조명 방사선(10)의 빔 경로를 다시 한번 개략적으로 도시한다. 도 8에서, 방사선 소스(3)와 집광기(11)는 함께 조명 장치(61)로서 도시되어 있다.

[0119] 조명 광학 유닛의, 제1 패킷 미러(62)와 제2 패킷 미러(63)는 일 예로서 단지 도시되어 있다. 제1 패킷 미러(62)는 특히 필드 패킷 미러(13)일 수 있다. 제2 패킷 미러(63)는 특히 퓨필 패킷 미러(14)일 수 있다. 그러나, 제2 패킷 미러(63)를 조명 광학 유닛의 퓨필 면에서 떨어진 거리에 배치할 수도 있다. 이 경우에, 일반적으, 정반사의 리플렉터로 칭한다.

[0120] 도 8은 투영 광학 유닛(7)을 개략적으로 나타낸다. 투영 광학 유닛(7)은 6개의 미러 M_1 내지 M_6 를 포함한다. 투영 광학 유닛(7)은 상이한 수의 미러 M_i 를 포함할 수 있다. 특히, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8개 또는 그 이상의 미러를 포함할 수 있다.

[0121] 또한, 도 8은 상면(9)에 배열된 웨이퍼(64)를 개략적으로 나타낸다. 웨이퍼(64)는 웨이퍼 홀더(65)에 의해 보유된다. 특히, 그것은 웨이퍼 홀더(65)에 의해 변위 가능하다.

[0122] 도 9는 제1 패킷 미러(62)의 실시예를 개략적으로 나타낸다. 제1 패킷 미러(62)는 복수의 미러 어레이(22)로 구성된다. 미러 어레이(22)의 도시된 배열은 일 예인 것으로 이해되어야 한다. 제1 패킷 미러(62)의 미러 어

레이(22)의 실제 수는 실질적으로 클 수 있다. 그것은 몇 천까지 될 수 있다.

- [0123] 미러 어레이(22)는 평행하게 배열된다.
- [0124] 따라서, 도 10은 제2 패킷 미러(63)의 실시예를 개략적으로 나타낸다. 제2 패킷 미러(63)는 복수의 미러 어레이(22)를 포함한다. 미러 어레이(22)는 평행하게 배치된다. 제1 패킷 미러(62)의 미러 어레이(22)의 실제 수는 실질적으로 클 수 있다. 그것은 몇 천까지 될 수 있다.
- [0125] 도 11은 미러 어레이(22)중 하나를 확대방식으로 다시 한번 개략적으로 도시한다. 미러 어레이(22)의 구조적 상세 사항에 대해서, 도 7에 도시되고, 상기 설명된 실시예를 참조한다. 그러나, 미러 어레이(22)의 마이크로-미러(23)의 수는 도 11에 도시된 것보다 실질적으로 더 클 수 있는 것에 다시 한번 주의한다.
- [0126] 미러 어레이(22)는 모듈형, 특히 브릭(brick)형 방식으로 구현된다. 그들은 또한 브릭이라고도 칭한다.
- [0127] 미러 어레이(22)의 바람직한 실시예가 아래에 설명되어 있다.
- [0128] 본 발명에 따르면, 미러 어레이(22)의 모든 개별 미러(23)가 동일한 요구 사항을 충족하지는 않는 것이 확인되었다. 특히, 미러 어레이(22)의 개별 미러들(23)을 2개의 그룹으로 구분하는 것이 유리할 수 있으며, 다른 그룹의 개별 미러(23)들은 상이한 기능을 수행한다. 명확하게 하기 위해, 제1 그룹의 개별 미러들(23)은 도 12에 해치 방식으로 도시되며, 제2 그룹의 개별 미러들(23)은 해치없이 도시되어 있다. 도 12에 예시적인 방식으로 도시된 실시예에서, 제2 그룹의 개별 미러들(23)은 미러 어레이(22)의 대각선 중 하나에 따라서 배열된다. 일반적으로, 그들은 하나 또는 두 개 이상의 직선을 따라 배치된다.
- [0129] 구조적 관점에서 제1 그룹의 개별 미러들(23)과 제2 그룹의 개별 미러들(23)이 동일할 수 있다. 개별 미러들(23)의 그룹은 별개일 수 있다. 그러나, 하나 이상의 개별 미러들(23)이 2 개의 그룹에 모두 속할 수도 있다. 특히, 그들은 정확하고 빠른 방식으로 변위 가능하다. 특히, 상이한 그룹으로의 개별 미러들(23)의 할당을 동적으로 설정 가능하다. 여기서, 매우 짧은 스위칭 시간에 변위 가능하도록 제2 그룹에 개별 미러(23)들의 서브셋을 처음으로 할당하는 것이 특히 유리할 수 있지만, 변위가 행해진 후, 그 포지셔닝이 매우 정확하고 안정적인 방식으로 제어되고 특히 조절될 수 있도록 이들 개별 미러들(23)을 다시 제1 그룹에 할당하는 것이 유리하다.
- [0130] 도 12의 개별 미러(23)의 도시는 일 예인 것으로 이해되어야 한다. 미러 어레이(22)의 개별 미러(23)의 실제 수는 실질적으로 더 클 수 있다. 미러 어레이(22)의 전체 개별 미러(23)의 수를 고려한 제2 그룹의 개별 미러(23)의 수의 백분율은 최대 10%이고, 특히 0.1% 내지 10%의 범위, 특히 1% 내지 10%의 범위, 특히 3% 내지 5%의 범위에 있다. 미러 어레이(22)의 개별 미러(23)의 수에 대한 제2 그룹의 개별 미러(23)의 수의 백분율은 요구 사항에 따라 더 높을 수 있다. 원칙적으로, 최대 100%까지 일 수 있다.
- [0131] 제1 그룹의 개별 미러(23)는 적어도 1mrad, 특히 적어도 500 μ rad, 특히 적어도 200 μ rad, 특히 적어도 100 μ rad, 특히 50 μ rad의 정확도로 포지셔닝 가능하다. 특히, 그들은 1: 100 초과, 특히 1:300 초과, 특히 1: 500 초과, 특히 1:1000 초과, 특히 1: 2000 초과 상대 정확도로 변위 가능하다.
- [0132] 그들은 최대 100mrad, 특히 최대 200mrad, 특히 최대 300mrad, 특히 최대 500mrad의 전체 변위 범위를 갖는다. 제1 그룹의 개별 미러(23)의 전체 변위 범위는 특히 적어도 10mrad, 특히 적어도 20mrad, 특히 적어도 30mrad, 특히 적어도 50mrad일 수 있다.
- [0133] 제2 그룹의 개별 미러(23)는 매우 짧은 스위칭 시간에 변위 가능하다. 처음의 위치에서 한정된 끝 위치로의 제2 그룹의 개별 미러(23)의 변위에 대한 스위칭 시간은, 특히 100ms 미만, 특히 5ms 미만, 특히 2ms 미만, 특히 1ms 미만, 특히 500 μ s 미만, 특히 200 μ s 미만이다. 이하, 제2 그룹의 개별 미러(23)를 고속 개별 미러(23)로도 칭한다.
- [0134] 제2 그룹의 개별 미러(23)는 제1 그룹의 개별 미러(23)에 비해 더 작은 전체 변위 범위를 가질 수 있다. 제2 그룹의 개별 미러(23)의 전체 변위 범위는 특히 50mrad 미만, 특히 30mrad 미만, 특히 20mrad 미만, 특히 10mrad 미만일 수 있다. 이것은 제2 그룹의 개별 미러(23)의 빠른 변위를 지원한다.
- [0135] 제1 그룹의 개별 미러(23)를 변위시키거나 및/또는 포지셔닝하기 위해 제어 루프가 작동한다. 특히, 제1 그룹의 개별 미러(23)가 피드백으로 포지셔닝된다. 여기, 특히 포지셔닝의 부정확성은 제어 루프에 의하여 조정될 수 있다.
- [0136] 제2 그룹의 개별 미러(23)는 포워드-결합 제어(forward-coupled control) (피드포워드 제어)에 의해서

변위된다. 특히, 제2 그룹의 개별 미러(23)는 피드백없이 포지셔닝 및/또는 변위된다. 이 결과로서, 제2 그룹의 개별 미러(23)를 변위시키는데 필요한 스위칭 시간이 실질적으로 감소된다.

- [0137] 두 그룹의 개별 미러(23)는 동일한 변위 회로를 가질 수 있다. 특히, 미러 어레이(22)의 모든 개별 미러(23)가 그 포지셔닝 및/또는 변위에 대한 제어 루프, 즉, 피드백을 가질 수 있다. 이러한 제어 루프는 각각 유연한 방식으로 활성화 및 비활성화될 수 있다. 이 결과로서, 2 개의 그룹에 대한 이 개별 미러(23)들의 할당을 유연하게 선택할 수 있고, 특히, 수정할 수 있고, 특히, 투영 노광 장치(1)가 동작 중 일 때 수정할 수 있다.
- [0138] 제2 그룹의 개별 미러(23)의 최대 가능한 또는 최대 제공된 스위칭 경로를 줄임으로써, 첫째, 스위칭 시간을 더 줄일 수 있고, 둘째, 제2 그룹의 개별 미러(23)의 포지셔닝의 절대 정확도를 소정의 한계 내에서 유지할 수 있다. 특히, 제2 그룹의 개별 미러(23)를 10mrad 초과, 특히 5mrad 초과, 특히 2mrad 초과, 특히 1mrad 초과, 절대 정확도로 포지셔닝 가능한 것을 보장할 수 있다.
- [0139] 또한, 전자 장치로부터 시스템으로의 큰 열 부하의 유입이 감소된 스위칭 경로에 의해 방지될 수 있다.
- [0140] 제2 그룹의 개별 미러(23)의 전체 변위 범위를 줄임으로써, 그 열 균형을 개선시킬 수 있다. 전체 변위 정도를 줄임으로써, 특히 빠른 변위에 필요한 슬루 레이트(slew rate)를 줄이는 것이 가능하게 되므로, 바이어스 전류를 줄일 수 있다. 이 결과로서, 전력 소모, 따라서, 열 소모를 줄일 수 있다.
- [0141] 특히, 미러 어레이(22)에서 고속 마이크로-미러(23)의 배열이, 우선, 조명 방사선(10)의 스캔-집적 강도의 측면에서 오브젝트 필드(5)의 각 영역이 충분히 조절가능하고, 둘째, 미러 어레이(22)의 구조, 기술 현실화가 간단하게 되는 방식으로 선택될 수 있다.
- [0142] 패킷 미러(62)를 설계하는 방법에 대하여 도 20을 참조하여 아래에 설명한다.
- [0143] 처음, 패킷 미러(62)가 제공 단계 90에서 제공된다. 그래서, 오브젝트 필드(5)를 조명하기 위한 적어도 하나의 조명 설정이 선택 단계 91에서 미리 결정된다.
- [0144] 조명 설정하는데, 즉, 제 2면(69)에 제1 면(68)을 할당하는데 필요한 조명 채널이 제1 결정 단계 92에서 결정된다.
- [0145] 그래서, 레티클(29)에서 형상 및/또는 부분 필드 조명이 제2 결정 단계에서 결정된다.
- [0146] 패킷 미러(62)의 대응하는 원래 이미지의 형상이 후속 제3 결정 단계에서 결정된다.
- [0147] 그래서, 이들 원래 이미지들이 배치 단계 95에서 패킷 미러(62)에 배치된다. 특히, 조명의 패킹 밀도 및/또는 패킹 효율이 패킷 미러(62)에서 가능한 한 높게 되도록 이미지들이 배치된다.
- [0148] 제2 그룹에 할당된 고속 개별 미러(23)의 비율은 후속 제4 결정 단계 96에서 결정된다.
- [0149] 레티클(24)의 조명이 테스트 단계 97에서 테스트(샘플링)된다.
- [0150] 그래서, 고속 미러(23)의 비율이 충분한지 아닌지 결정 단계 98에서 결정된다. 그렇지 않은 경우, 다른 배치 단계 95에서 이 방법이 계속된다. 고속 미러(23)의 비율이 충분하면, 오브젝트 필드(5)의 조명 단계 99부터 시작 가능하다.
- [0151] 배치 단계 95에서 다른 조명 설정을 고려할 수도 있다. 이 경우에, 선택 단계 91에서 복수의 조명 설정이 선택된다. 다음 단계들은 이에 따라 적절하게 적응된다.
- [0152] 바람직하게, 일반적으로 제1 패킷 미러(62)에서 설정에 의존하는 면(68)의 배치에 관하여 견고한 방식으로 고속 개별 미러(23)가 미러 어레이(22)에 배치된다. 이러한 배치는 도 20에 개략적으로 도시된 방법을 사용하여 발견될 수 있다.
- [0153] 제2 패킷 미러(63)가 픽셀 패킷 미러인 정도까지, 특히, 제2 패킷 미러(63)의 면(69)이 스위칭되도록 의도되지 않은 정도까지, 채널 수는 설정에 의존하지 않는다. 이 경우에, 도 20에 개략적으로 도시되어 있는 프로세스를 오직 한번 행하는 것으로 충분하다. 일반적으로, 이 프로세스는 여러 번 실행될 수 있다. 이것은 정반사의 리플렉터와 조합하여 제1 패킷 미러를 설계할 때 특히 유리하다.
- [0154] 특히, 고속 미러는 미러 어레이(22)에서 직선을 따라 배열될 수 있다. 고속 미러(23)의 비율이 미리 결정되어 있고, 개별 미러(23)의 총 수와 제1 패킷 미러(62)의 제1 면(68)의 수를 알고 있으면, 미러 어레이(22)에서 고속 개별 미러(23)의 선 밀도를 결정할 수 있다.

- [0155] 정반사 리플렉터의 경우, 제1 패킷 미러(62)에서 면(68)들의 배치는 조명 설정마다 변경된다. 위에서 설명한 방법은 이 경우에 개별 조명 설정마다 행해진다. 이 경우에, 고속 개별 미러(23)의 배치는 전체 최적화 방법에 의해 결정되는 것이 유리하다. 이 대신에, 제1 패킷 미러(62)에서 면(68)의 배치는 설정마다 재정의될 수 있다.
- [0156] 고속 개별 미러(23)의 유리한 배치가 도 13 내지 도 15에 기초하여 아래에 설명되어 있다.
- [0157] 도 13 및 도 14에서, 부분 필드(66)는 제1 패킷 미러(62)에서 예시적인 방식으로 도시되어 있다. 예시적인 방식으로 도시되어 있는 각 하나의 부분 필드(66)는 필드 면(13a)에 해당한다. 부분 필드(66)는, 도면에 상세하게 도시되어 있지 않은 미러 어레이(22)의 개별 미러들(23)로 각각의 경우에 구성된다. 도 13 내지 도 15는 미러 어레이(22)를 갖는 필드 면(13a)의 커버리지를 개략적으로 나타낸다. 여기서, 미러 어레이(22) 상의 라인들(88)은 고속 개별 미러(23)의 배치, 즉, 미러 어레이(22)의 제2 그룹의 개별 미러(23)의 배치를 특징짓는다.
- [0158] 두 도면은, 정반사 리플렉터에서 2개의 서로 다른 조명 설정을 위한 필드 면의 배치를 예시적인 방식으로 나타낸다. 퍼즐링은 설정마다 상이하다.
- [0159] 도 13 및 도 14에 도시된 예에서, 고속 개별 미러(23)는 미러 어레이(22)의 구간을 따라서 행 및 열로 배치된다.
- [0160] 미러 어레이(22)는, 행과 열이 필드 면(13a)의 길이 방향(67)에 대해서 트위스트되는 방식으로 배열되어 있다. 미러 어레이(22)의 개별 미러(23)의 행과 열은, 특히, 필드 면(13a)의 길이 방향(67)과 10° 내지 80° 의 범위, 특히, 30° 내지 60° 의 범위의 각도를 갖는다. 미러 어레이(22)의 개별 미러(23)의 행 및/또는 열은, 특히, 필드 면(13a)의 길이 방향(67)과 37° 의 각도 또는 45° 의 각도를 가질 수 있다.
- [0161] 도 15는, 제1 패킷 미러(62)의 일부의 단면 확대를 일 예로, 면(68)으로부터 레티클(24)까지의 빔 경로를 예시적인 방식으로 나타낸다. 제1 패킷 미러(62)의 면(68)은, 간단하게 하기 위해 도 15에 보다 상세하게 도시되어 있지 않은, 제2 패킷 미러(63)의 면(69)을 통해서 오브젝트 면(6)에서 이미지(70)에 이미징된다. 면(68)은, 레티클(24)의 치수보다 작은 오브젝트 필드(5)의 영역에 이미지(70)를 가져온다.
- [0162] 면(69)과 함께, 면(68)은 조명 채널을 한정한다.
- [0163] 예시적인 방식으로 도 15에 도시된 것 같이, 오브젝트 면(6)에서 그 이미지는 y 방향에 대해서 비스듬하게, 즉, 스캐닝 방향에 대해서 비스듬하게 연장되는 방식으로, 고속 개별 미러(23)가 배치된다. 여기서 달성될 수 있는 것은, 오브젝트 필드(5)의 영역에서 조명 방사선(10)의 강도 분포를 정정하기 위해, 및/또는 특히 웨이퍼(64)를 노광시키기 위한 방사선량에 맞도록, 이미지 필드(8)에서 선량을 변경시키기 위해, 고속 개별 미러(23)가 사용될 수 있다는 것이다. 특히, 오브젝트 필드(5)의 영역에서 스캔-집적 강도를 정정하기 위해, 고속 개별 미러(23)를 사용할 수 있다. 제2 그룹의 개별 미러(23)를 빠르게 변위시킴으로써, 특히, 웨이퍼(64)에서 필드(다이)를 노광하기 위해서 의도된 프로필을 설정 및/또는 채택할 수 있다. 특히, 웨이퍼(64)에서 두 개의 서로 다른 필드의 노광(다이간 변위) 사이에서 제2 그룹의 개별 미러(23)를 변위시킬 수 있다. 이 결과로서, 노광되는 웨이퍼들 상의 다른 필드 사이에서, 미리 결정된, 차이들, 특히, 거기에 연결되는 시스템 오류를, 적어도 부분적으로, 특히 완전히, 보상할 수 있다.
- [0164] 미러 어레이(22)에서 고속 개별 미러(23)의 목표 배치 및/또는 제1 패킷 미러(62)의 미러 어레이(22)의 정렬의 결과로서, 및 제2 패킷 미러(63)의 면(69)에 대한 제1 패킷 미러(62)의 면(68)의 목표 채널 할당, 즉, 정렬의 결과로서, 오브젝트 필드(5)의 영역에서, 특히 레티클(24)의 영역에서, 조명 방사선(10)의 조절에 목표한 방식으로 영향을 줄 수 있고, 특히 최적화할 수 있다.
- [0165] 고속 개별 미러(23)를 변위시킴으로써, 특히, 오브젝트 필드(5), 특히, 레티클(24)로 향하는 빔 경로에/로부터 조명 방사선(10)을 결합시키고 및/또는 분리시키는 것이 가능하다. 즉, 고속 개별 미러(23)를 틸트함으로써, 오브젝트 필드(5)의 영역에서, 특히 레티클(24)의 영역에서, 조명 방사선(10)의 강도 분포에 목표한 방식으로 영향을 줄 수 있고, 특히 조절할 수 있다. 이것은 특히 스캔-집적 강도에 관한 것이다.
- [0166] 고속 개별 미러(23)를 틸트하고, 특히 스위칭하여, 이미지 필드(8)의 영역에서 조명 방사선(10)의 선량을 조절할 수 있다.
- [0167] 상기 설명한 다른 집광기들 중 하나를 갖는 투영 노광 장치(1)를 사용하는 경우, 조명 광(10)에 감광성의 코팅을 갖는 레티클(24) 및 웨이퍼가 제공된다. 그 후, 레티클(24)의 적어도 일부는 투영 노광 장치(1)의 도움으로 웨이퍼에 투영된다. 웨이퍼에 레티클(24)을 투영하는 경우, 레티클 홀더 및/또는 웨이퍼 홀더가 오브젝트 평면

(6)에 평행한 또는 이미지 평면(9)에 평행한 방향으로 변위될 수 있다. 레티클(24) 및 웨이퍼의 변위는 바람직하게 서로 동기 방식으로 행해질 수 있다. 마지막으로, 조명 광(10)으로 노광된 웨이퍼 상에 감광층이 형성된다. 마이크로 구조 또는 나노 구조의 구성 요소, 특히, 반도체 칩은 이 방법으로 제조된다.

- [0168] 발명의 또 다른 구성을 도 16 내지 도 19를 참조하여 아래에 설명한다.
- [0169] 도면에서, 제2 패킷 미러(63)의 일부의 면(69)은 예시적인 방식으로 도시된다. 특정 조명 설정에 사용되지 않는 면(69)은 개방 원형 링(74)에 의해 예시적인 방식으로 도시되어 있다. 조명 설정에 사용되는 면(69)은 해칭 원(75)으로 표시된다.
- [0170] 명확하게 하기 위하여, 아래에 상세히 설명되는, 목표 면(71)이 도 16 내지 도 18에서 채워진(filled-out) 기호에 의해 표시된다. 스캐어 심볼은, 아래에 더욱 상세히 설명되는, 파크 면(73)을 예시적인 방식으로, 재생성한다.
- [0171] 제1 면(68)의 변위, 특히, 개별 미러들의 변위는 제2 패킷 미러(63) 상의 이미지의 해당 궤적으로 이어지기 때문에, 제2 패킷 미러(63)의 영역에서 제1 패킷 미러(62)의 면(68)의 이미지의 위치는 또한 각 면(68)의 위치, 특히, 개별 미러의 위치로서, 간단하게 아래에 칭해진다.
- [0172] 발명의 일 양태에 따르면, 고속 개별 미러(23)가 오브젝트 필드(5)의 조명, 특히, 강도 분포의 특정 수정에 있어서, 선량 제어, 특히, 신속한 선량 제어, 즉, 신속한 변화를 위해 사용된다. 이를 위해 사용되는 것은, 개별 미러(23)가 우선, 오브젝트 필드(5)의 조명에 헌신하는 방식으로 포지셔닝될 수 있고, 둘째, 오브젝트 필드(5)의 조명에 헌신하지 않는 방식으로, 특히, 산란광 또는 미광이 아닌 방식으로, 또한 포지셔닝될 수 있다. 고속 개별 미러(23)는 웨이퍼(64)의 노광 동안 이러한 포지셔닝 사이에서 스위칭될 수 있다.
- [0173] 특히, 제1 패킷 미러(62)는 복수의 개별 미러(23), 특히, 마이크로 미러를 포함하는 것을 알 수 있고, 이들 개별 미러(23)를 선량 조작자로 사용하는 것이 가능한 것을 알 수 있다. 소위 핑거 UNICOM을 생략할 수 있다.
- [0174] 두 개의 필드 (다이)의 조명 사이의 오브젝트 필드(5)에서 조명 방사선(10)의 강도 프로파일의 변경은 수십ms의 스위칭 시간을 필요로 한다. 이러한 빠른 스위칭 성능은 본 발명에 따른 고속 미러(23)에 의해 가능하다. 특히, 고속 개별 미러(23)의 스위칭 시간은 웨이퍼(64)를 하나의 노광된 필드로부터 다음 필드로 구동하는데 필요한 시간보다 짧다.
- [0175] 고속 개별 미러(23)로, 노광 동안 로컬 선량을 채택가능하다. y-ReMa 기능이 또한 가능하다.
- [0176] 개별 미러(23)를 변위시킬 때, 각각의 경우에, 제1 패킷 미러(62)의 면(68)의 스위칭되는 개별 미러(23)를 오브젝트 필드(5)로, 또는 그의 부근으로 원치 않는 방식으로 이미징하는 제2 패킷 미러(63)의 면(69)이 스위칭 궤적에서 발생하지 않는 것이 보장된다. 특히, 그 스위칭 궤적에서 개별 미러(23)는 이미지 필드에서 웨이퍼(64)의 노광에 기여하지 않는 것이 보장된다.
- [0177] 아래에, 스위칭 프로세스에 대한 스위칭 시간이 감소될 수 있고, 및/또는 제2 패킷 미러(63)의 원치 않는 면(69)의 조명이 방지될 수 있는 방법의 몇 개의 변형이 일 예의 방식으로 도시되어 있다.
- [0178] 오브젝트 필드(5)를 조명할 때, 즉, 레티클(24)을 웨이퍼(64)에 이미징할 때, 2 패킷 미러(63) 상의 하나 이상의 목표 면(71)이, 제1 패킷 미러(62)의 각 면(68)에 대해서 결정된다. 각각의 경우에 오브젝트 필드(5)로 안내되도록 의도되어 있는 면(68)에 의해 반사된 조명 방사선(10)이 하나 이상의 목표 면에 의해 제공된다. 도 16 내지 도 18에서, 이러한 목표 면(71)은 예시적인 방식으로 채워진 원으로 표시된다.
- [0179] 해당 채널 할당을 가져오는, 즉, 개별 미러(23)로부터 또는 면(68)으로부터 목표 면(71)까지 조명 방사선(10)의 안내를 가져오는, 제1 패킷 미러(62) 상의 면(68)의 포지셔닝은 목표 위치로도 불린다.
- [0180] 면(68)은 복수의 개별 미러(23)로 형성되는 것을 주의해야 한다. 이하, 면(68)의 포지셔닝을 참조하면, 각각의 경우에 이 면(68)을 형성하는 개별 미러(23)의 포지셔닝을 의미하는 것으로 이해하여야 한다. 특히, 각각의 경우에 면(68)의 목표 위치는 각각의 면(68)을 형성하는 개별 미러(23)의 목표 위치를 의미하는 것으로 이해된다. 조명 성질의 빠른 미세 튜닝을 위해, 주어진 면(68)을 형성하는 개별 미러(23)의 각각이 개별적으로 스위칭 온 또는 오프될 수 있다. 특히, 그들은 목표 위치로 또는 목표 위치 밖으로, 또는 2개의 목표 위치 사이로 변위될 수 있다.
- [0181] 오브젝트 필드(5)의 소정의 의도된 조명을 위해서, 이러한 목표 위치, 즉, 변위 위치가 제1 패킷 미러(62)의 면(68)에 대해서 결정된다.

- [0182] 또한, 면(68)이 변위되지 않아야 하는 금지 위치가, 제1 패킷 미러(62)의 면(68)에 대해서 각각의 경우에 결정될 수 있다. 면(68), 예시적인 방식으로 강조 표시된 목표 면(71)에 대한 제2 패킷 미러(63) 상의 관련된 금지 위치(72)는, 각각의 경우에, 예시적인 방식으로 작은 x로 표시된다. 각각의 경우에, 금지 위치는 각 면(68)의 모든 개별 미러(23)에 관계한다.
- [0183] 또한, 도면에서, 각각의 경우에 각 목표 면(61)에 대해서 소위 파크 면(73) 이 정사각형으로 표시된다. 일반적으로, 적어도 제1 면(68)의 서브셋에 대해서, 각각의 경우에 적어도 하나의 파크 위치가 결정되고, 파크 위치는 관련된 목표 위치로부터 각각, 최대 거리 d_{\max} 만큼 떨어져 있다. 표시된 예에서, 파크 위치와 관련 목표 위치 사이의 거리 d는 하나의 면의 직경이다. 즉, 파크 면(73)은 정확히 목표 면(71)에 인접한 면(69)이다. 또한, 각각의 경우에, 파크 위치는 주어진 면(68)의 모든 개별 미러(23)에 관계한다. 그러나, 종래, 주어진 면(68)을 형성하는 개별 미러(23)의 서브셋만 파크 위치로 변위되어 있다.
- [0184] 원칙적으로, 주어진 면(68)을 형성하는 모든 개별 미러(23)는 동일한 파크 위치로 변위될 수 있다. 유리하게, 스위칭 오프되는 것을 목적으로 상이한 파크 위치로 분산되는 주어진 면(68)을 형성하는 개별 미러(23)가 제공된다. 이 결과로서, 파크 면(73)의 열 부하가 감소될 수 있다. 특히, 열 부하를 상이한 파크 면(73)들로 가능한 균일하게 분산시킬 수 있다.
- [0185] 오브젝트 필드(5)를 조명할 때, 파크 위치에 위치되는 제1 면(68)의 개별 미러(23)의 서브셋이 제공된다. 각 경우에 파크 위치는 주어진 목표 위치로부터 최대한 최대 거리 d_{\max} 를 가지므로, 매우 짧은 스위칭 경로로, 이들 개별 미러(23)가 추가될 수 있고, 즉, 각 목표 위치로 변위될 수 있다. 특히, 그들은 매우 짧은 스위칭 시간에 추가될 수 있다.
- [0186] 제1 패킷 미러(62)의 제1 면(68)의 개별 미러(23) 중 하나를 파크 위치로부터 관련 목표 위치로, 또는 역으로, 목표 위치로부터 파크 위치로 변위시키기 위한 스위칭 시간은 특히 최대 200ms, 특히 최대 100ms 특히 최대 50ms, 특히 최대 20ms, 특히 최대 10ms, 특히 최대 5ms, 특히 최대 2ms, 특히 최대 1ms, 특히 최대 500 μ s, 특히 최대 200 μ s, 특히 최대 100 μ s이다.
- [0187] 제1 면(68)의 개별 미러(23)의 파크 위치로부터 목표 위치로의 또는 그 반대로의 이러한 빠른 변위를 위한 변위 경로(76)가 도 16 내지 도 18에 실선으로 표시되어 있다.
- [0188] 저속 변위를 위한 변위 경로(77)가 도면에 예시적인 방식으로 파선으로 표시되어 있다.
- [0189] 저속 변위가 200ms 초과인 스위칭 시간, 특히 1s까지, 특히 2s까지, 특히 5s까지의 스위칭 시간으로 실행될 수 있다. 변위는 매우 정확하게 실행될 수 있다. 특히, 변위는 1:1000 이상의 상대 정확도로 실행될 수 있다. 제1 면을 변위시키는 경우의 절대 정확도는 1mrad 초과, 특히 500 μ rad 초과, 특히 200 μ rad 초과, 특히 100 μ rad 초과, 특히 50 μ rad 초과일 수 있다. 이것은 특히 저속 포지셔닝에 적용된다.
- [0190] 짧은 거리로 인해서, 1% 내지 10%의 범위의 상대 정확도는 개별 미러(23)의 고속 변위에 대해서 충분하다. 이 결과로서, 매우 짧은 스위칭 시간의 실현이 크게 간소화된다.
- [0191] 개별 미러(23), 특히 선량 설정을 위해 제공된 개별 미러(23)가, 제공된 파크 위치들 중 하나로, 특히, 웨이퍼(64)가 노광되지 않는 위상 동안에, 변위될 수 있다. 또한, 웨이퍼(64)가 노광되지만 노광에는 기여하지 않는 위상 동안에, 파크 위치들 중 하나라도 변위될 수 있다. 이 프로세스에서, 변위 동안 임의의 금지 위치(72)는 갖지 않는 것이 보장된다. 특히, 이러한 변위 중 금지 위치(72)로부터 최소 거리 d_{\min} 를 준수하는 것을 보장할 수 있다.
- [0192] 모든 개별 미러(23)의 목표 위치는, 각각의 경우에, 가장 가까운 금지 위치(72)로부터 적어도 하나의 면 직경의 최소 거리 d_{\min} 만큼, 특히 적어도 두 개 또는 세 개의 면 직경 만큼 떨어져 있는 방식으로 선택 및/또는 구성된다.
- [0193] 각 목표 위치에 대해서 충분히 많은 근접 파크 면(73), 특히 적어도 1 개, 특히 적어도 2 개, 특히 적어도 3 개, 특히 적어도 6개의 면이 있다.
- [0194] 특히, 목표 면(71)은 파크 면(73)에 의해 완전히 둘러싸여 있다. 특히, 그들은 가장 가까운 금지 위치(72)로부터 떨어져 배치된다. 특히, 그들은 가장 가까운 금지 위치(72)로부터, 적어도 한 개의 면 직경의 최소 거리 d_{\min} , 특히 두 개 또는 세 개의 면 직경을 갖는다.

- [0195] 도 17은 제1 면(68) 중 하나가 관련 파크 면(73)을 갖는 2개의 상이한 목표 면(71)에 할당되어 있는 변형예를 예시적인 방식으로 나타낸다.
- [0196] 실선은 고속 변위에 대한 변위 경로(76)를 다시 나타낸다. 예시적인 방식으로 나타낸 것 같이, 해당 제1 면(68)의 개별 미러(23)는 급속하게 추가되거나 또는 스위칭될 뿐만 아니라, 2개의 목표 면(71) 사이에서 급속하게 스위칭될 수도 있다. 마찬가지로, 개별 미러(23)를 하나의 목표 면(71)의 파크 면(73)으로부터 다른 목표 면(71)으로 또는 그 반대로 급속하게 스위칭할 수 있다.
- [0197] 도 18은 제1 패킷 미러(62)의 개별 미러(23)의 변위 속도가 도 17에 도시된 일 예의 실시예보다 느린 경우를 개략적으로 나타낸다. 도 18에 도시된 경우에, 해당 제1 면(68)의 개별 미러(23), 특히 동일한 개별 미러(23)가 파크 위치와 관련 목표위치 사이에서 급속하게 스위칭가능하지만, 2개의 목표 위치 사이의 급속한 스위칭은 제공되지 않는다.
- [0198] 2개의 목표 면(71) 사이의 직접 스위칭은 도 18에 도시된 일 예의 실시예에서는 제공되지 않는다. 이것은 정밀도의 증가에 유리할 수 있다.
- [0199] 제1 면(68), 특히, 동일한 개별 미러(23)의 설정의 시간적 진행이, 도 19에 따른 순서도에 기초하여 예시적인 방식으로 아래에 다시 한번 도시되어 있다.
- [0200] 우선, 이미징되는 레티클(24)이 제1 제공 단계 78에서 제공된다.
- [0201] 그래서, 오브젝트 필드(5), 특히, 레티클(24)의 의도된 조명이 처방 단계 79에서 미리 결정되어 있다. 레티클(24)의 공칭(nominal) 조명으로도 불리는 의도된 조명은 특히 조명 방사선(10)의 필드 치수, 필드 형식 및 각도 분포를 결정한다. 이것은, 투영 노광 장치(1)의 성질, 특히 조명 시스템(2) 및/또는 투영 광학 유닛(7)의 성질에 대한 현재 최고의 지식을 고려하여 계산되고 조정된다. 이를 위해, 계산 및 조정 단계 80이 제공된다. 계산 및 조정 단계 80은, 제1 면(68), 특히, 그 개별 미러(23)에 대한 목표 위치를, 소정의 의도된 조명에 의존하는 방식으로 결정하는 것을 포함한다. 조정 단계 80은 제1 면(68), 특히, 그 개별 미러(23)를 해당 목표 위치로 변위 시키는 것을 또한 포함한다. 제2 면(69)이 스위칭가능면인 경우, 제1면의 이미지가 오브젝트 필드(5)에 놓여 지는 방식으로 그 법선이 계산 및 조정된다.
- [0202] 그래서, 새로운 웨이퍼(64)가 제2 제공 단계 81에서 제공된다.
- [0203] 그래서, 레티클(24)의 영역 및/또는 웨이퍼(64)의 영역에서의 조명 방사선(10)의 분포가 측정 단계 82에서 결정된다. 적합한 센서가 이를 위해 제공된다. 이 측정 단계 82는 제2 제공 단계 81 전에 실행될 수 있다.
- [0204] 특히, 측정 단계 82에서, 웨이퍼(64)에서 조명 방사선(10)의 강도 프로파일, 균일성, 타원성(ellipticity), 텔리센트리시티(telecentricity), 또는 각도 분포 등의 속성을 측정할 수 있다.
- [0205] 일반적으로, 측정 단계 82에서 확립된 실제 조명은 소정의 의도된 조명에서 특정 편차만큼 벗어나 있다. 이 편차는 제1 면(68)의 서브셋 또는 그 개별 미러(23)를 스위칭하여 수정될 수 있다. 이를 위해, 정정 미러 역할을 해야 하는 이들 개별 미러(23)는 처음에 결정 단계 83에서 결정된다. 특히, 상기 설명된 고속 개별 미러(23)는 정정 미러의 역할을 한다.
- [0206] 정정 미러를 결정하는 경우에 더 고려해야 할 것은, 웨이퍼(64) 상의 각 필드가 개별 강도 프로파일을 필요로 한다는 사실이다. 결정 단계 83는, 결국 스위칭되는 제1 면(68), 특히 그 개별 미러(23)를 결정하는 것을 포함한다. 이렇게 함으로써, 특히, 미리 확립되거나 제공되는 웨이퍼에 대한 정보, 특히, 그 표면에 대한 상기 웨이퍼의 속성의 변화, 특히 노광되는 웨이퍼(64)의 상이한 필드 사이의 변화에 대한 정보를 고려할 수 있다. 특히, 노광되는 웨이퍼(64)의 각각의 필드에 대해서 결정되는 정정 미러를 제공할 수 있으며, 정정 미러는 특히, 2개의 필드 사이의 연속 노광 사이(다이 변위 사이)의 데드 시간(dead time) 동안에 스위칭 온, 오프 또는 오버되도록 의도된다. 해당 스위칭 프로토콜은 제어 장치, 특히, 제어 장치의 메모리에 저장될 수 있다. 해당 제어 프로토콜은 웨이퍼(64)의 노광 동안 자동화 방식으로 리콜 및 실행될 수 있다.
- [0207] 또한, 결정 단계 83은, 스위칭되는 제1 면(68), 특히, 그 개별 미러(23)에 대해서 금지 위치(72)를 확립하는 것을 포함할 수 있다. 원칙적으로, 이것은, 계산 및 조정 단계 80 전에 미리 결정될 수도 있다. 그러나, 실제 시스템에서 허가된 및 특히, 금지된 위치(72)를 확인하는 것이 유리할 수 있다.
- [0208] 따라서, 웨이퍼(64)의 필드는 노광 단계 84에서 노광된다.
- [0209] 복수의 노광 단계 84가 전체 웨이퍼(64)를 노광하기 위해 제공된다. 여기, 웨이퍼(64) 상의 각각 하나의 필드

(다이)가 스캔 또는 단계별 방식으로 노광된다. 필드의 노광 동안 또는 두 필드의 노광 사이의 일시 중지시 빠른 스위칭 프로세스 85가 실행될 수 있다. 여기서, 제1 면(68)의 소정의 개별 미러(23)는 소정의 제2 면(69)으로 스위칭되거나, 거기로부터 멀리 스위칭된다. 상이한 제2 면(69)들 사이에 제1 면의 소정의 개별 미러(23)를 스위칭할 수 있다. 각각의 경우에, 고속 스위칭 프로세스 85에 대한 초기 지점 또는 목표 지점은 소정의 파크 위치, 즉, 파크 면(73), 또는 다른 목표 위치, 즉, 또 다른 목표 면(71)이다. 특히, 고속 스위칭 프로세스 85는 최대 200ms, 특히 최대 100ms, 특히 최대 50ms, 특히 최대 20ms, 특히 최대 10ms, 특히 5ms, 특히 최대 2ms, 특히 최대 1ms, 특히 최대 500 μ s, 특히 최대 200 μ s, 특히 최대 100 μ s의 스위칭 시간을 필요로 한다.

[0210] 스위칭 경로는 매우 짧다. 특히, 최대 30mrad, 특히 최대 10mrad, 특히 최대 3mrad 이다.

[0211] 짧은 스위칭 경로가 실현될 수 있도록, 추가되는 제1 면(68), 특히, 그 개별 미러(23)는, 사용되지 않는 동안에 각각의 파크 위치로 변위된다. 이를 위해, 추가 스위칭 프로세스 86이 제공된다. 적합한 변위 궤적, 특히, 모든 금지 위치(72)를 피하는 변위 궤적이 이 스위칭 프로세스 86 동안 선택되면, 이 스위칭 프로세스 86은 마찬가지로 웨이퍼(64)의 노광 동안 행해질 수 있다.

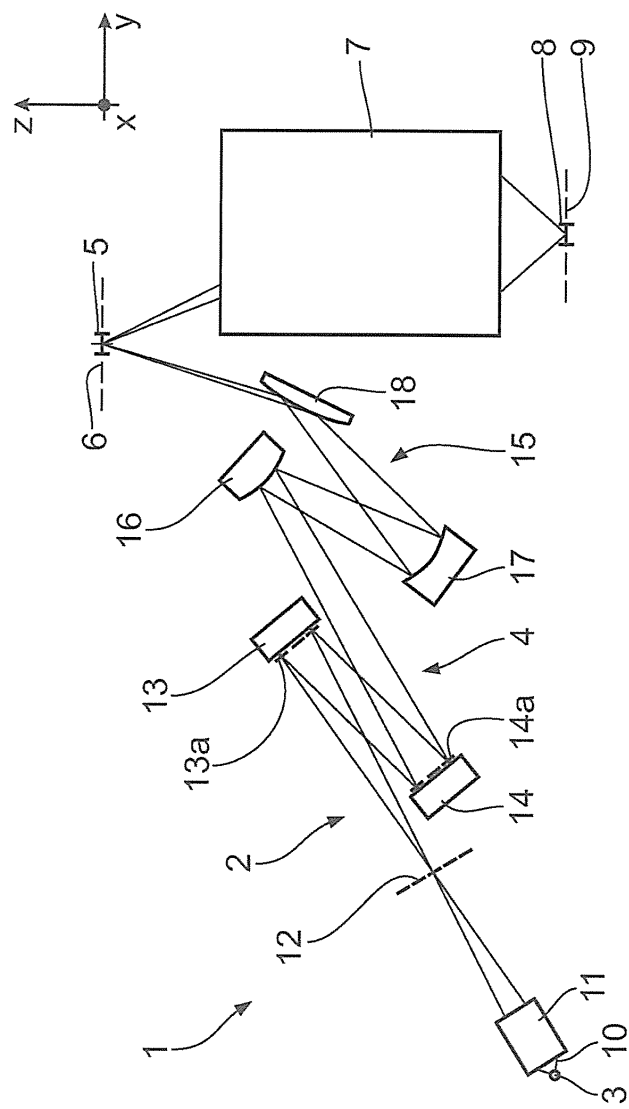
[0212] 또한, 면(68), 특히 그 각각의 미러(23)들, 특히 그 위치가 측정 및 조절 프로세스 87에서 측정될 수 있다. 이것은, 특히, 면(68)에, 특히 변위된 그 각각의 미러(23)들에 제공된다. 특히, 측정 및 조절 프로세스 87에서 제어 루프가 사용될 수 있다. 특히, 제어 루프는 반복적으로 실행될 수 있다. 이 결과로서, 스위칭된 면(68)들의 정확도가 나머지 면(68)들의 정확도와 비교적 긴 기간 동안 연속적으로 다시 일치할 수 있다.

[0213] 웨이퍼(64)의 노광 후, 레티클(24)이 또 다른 웨이퍼(64)에 이미징된다. 이를 위해, 측정 단계 82와, 정정 미러를 결정하기 위한 후속 결정 단계 83가 반복해서 행해진다. 여기서, 다음 웨이퍼(64)의 필드의 작은 정정이 산출될 수 있고, 면(68) 특히, 그 개별 미러(23)의 포지셔닝이 따라서 적용될 수 있다.

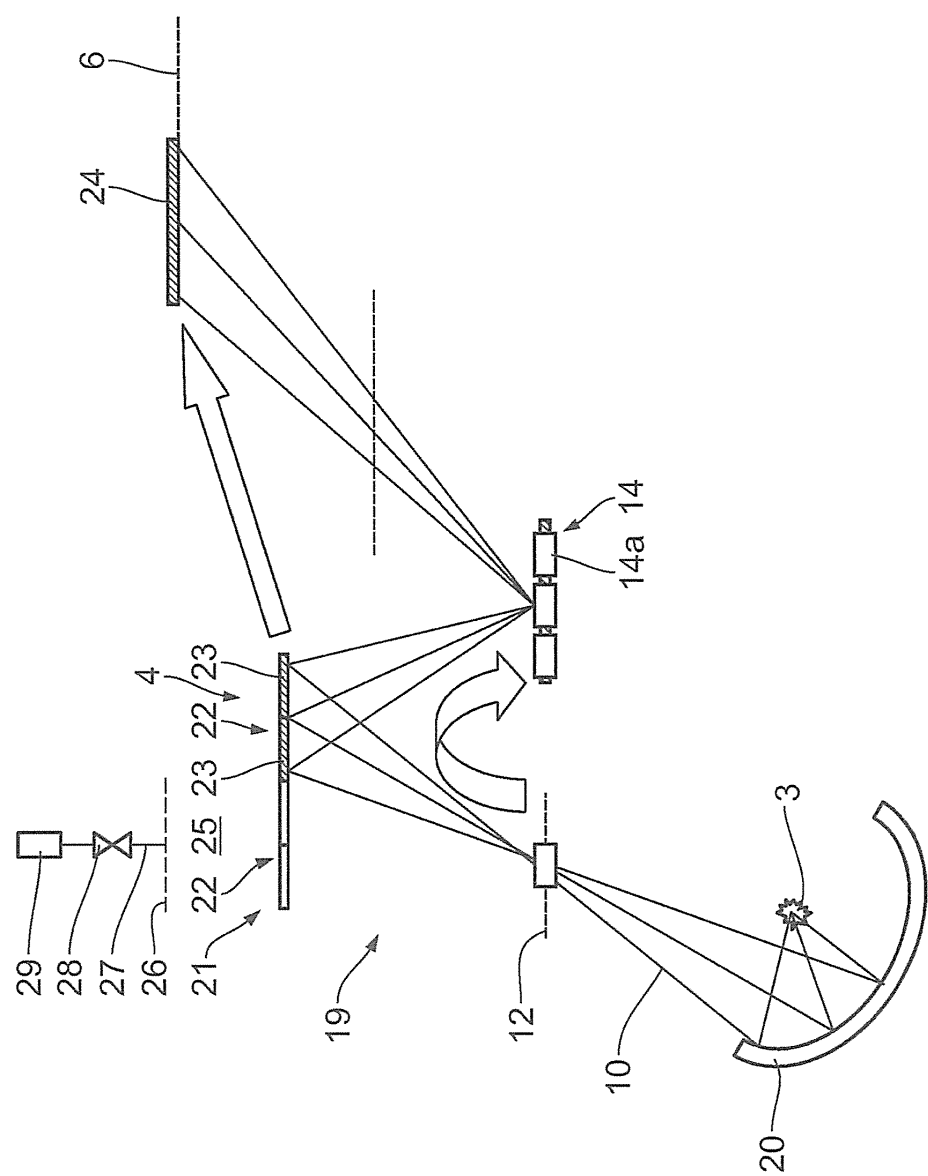
[0214] 예를 들면, 새로운 레티클(24)의 사용이 의도되기 때문에, 레티클(24)의 의도된 조명에 근본적인 변화가 있으면, 이 과정이 재시작된다.

도면

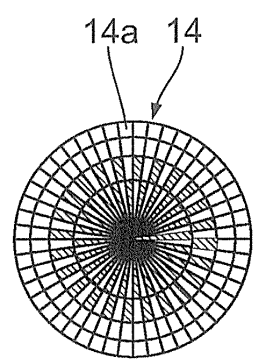
도면1



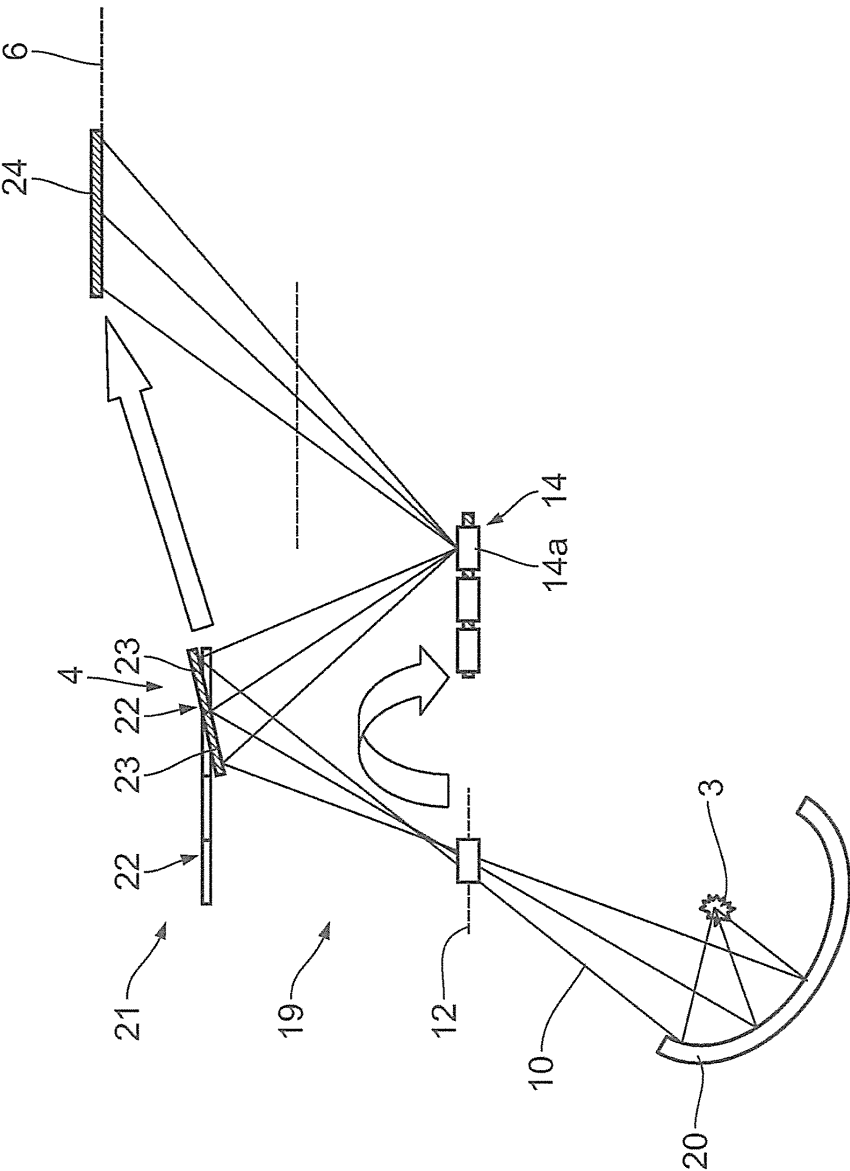
도면2



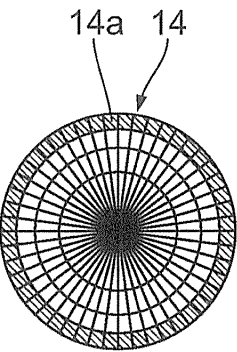
도면3



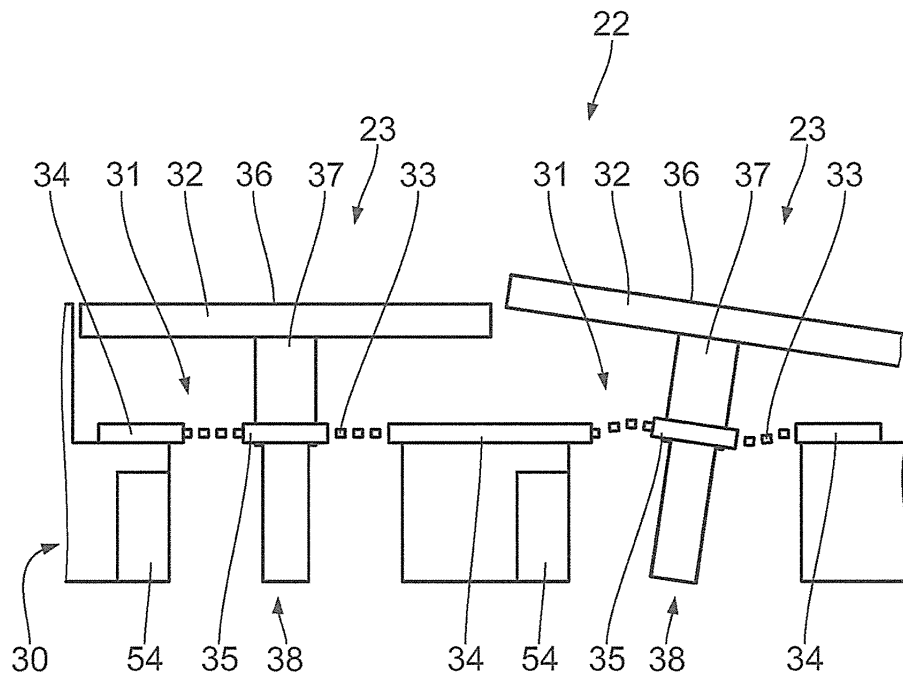
도면4



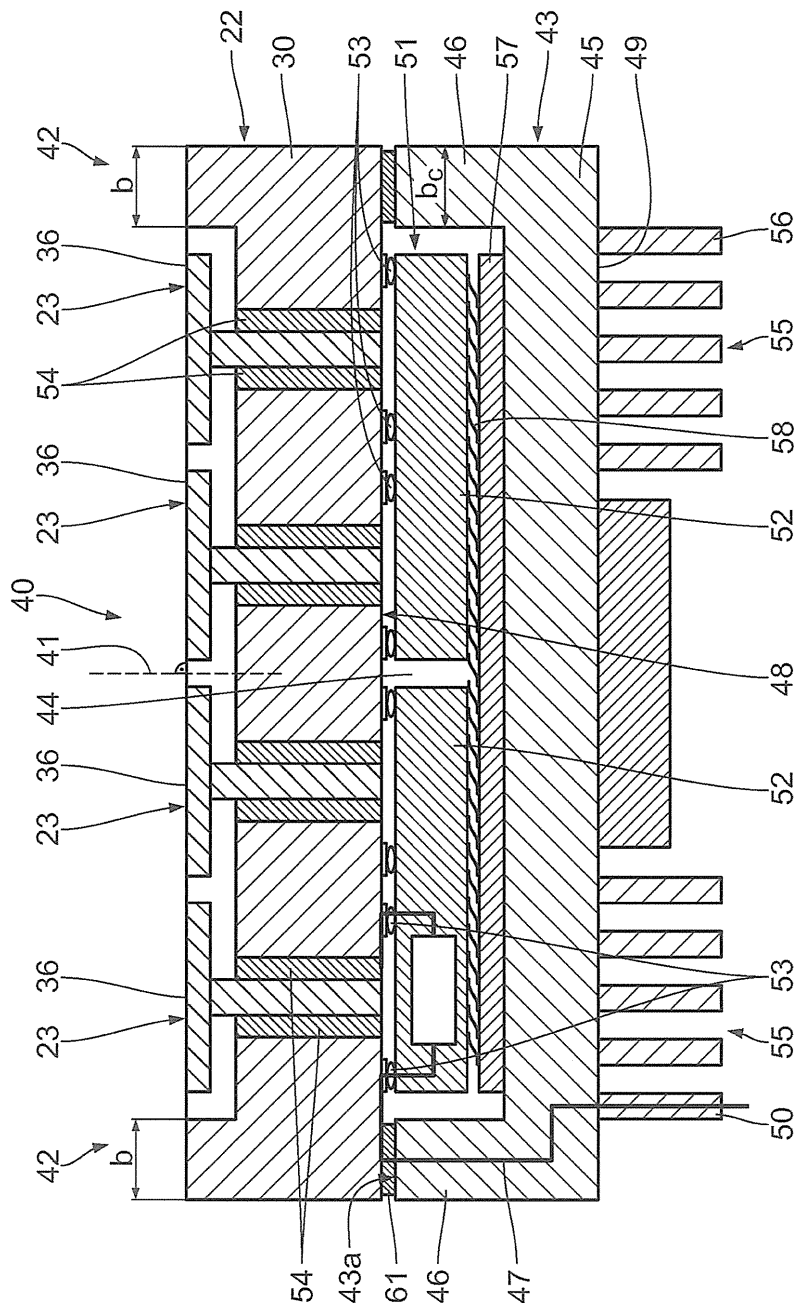
도면5



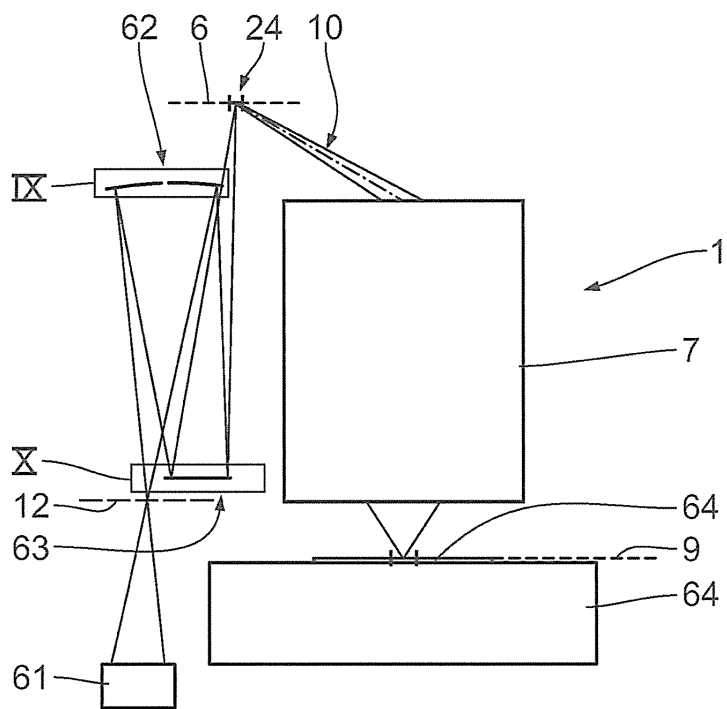
도면6



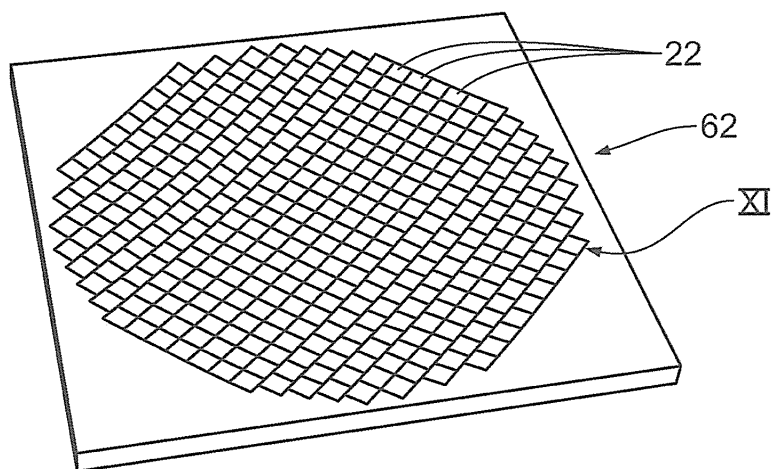
도면7



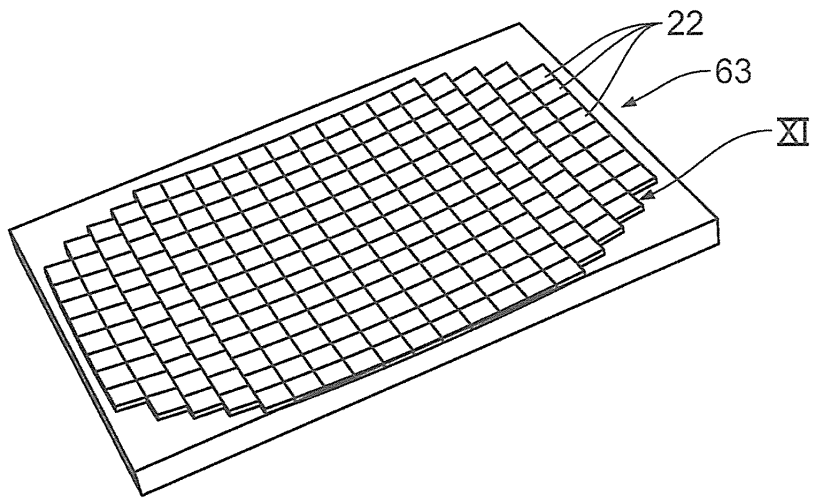
도면8



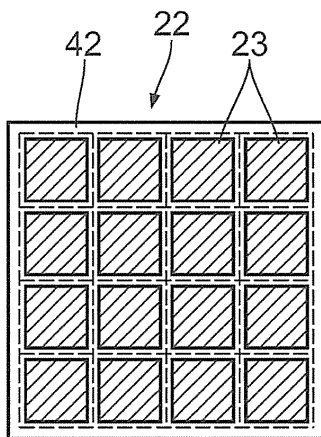
도면9



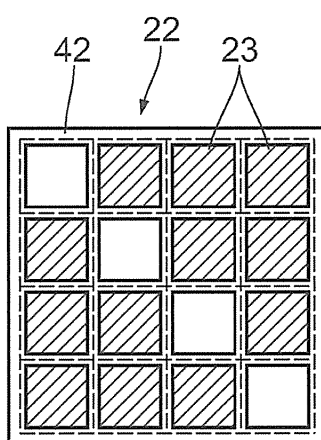
도면10



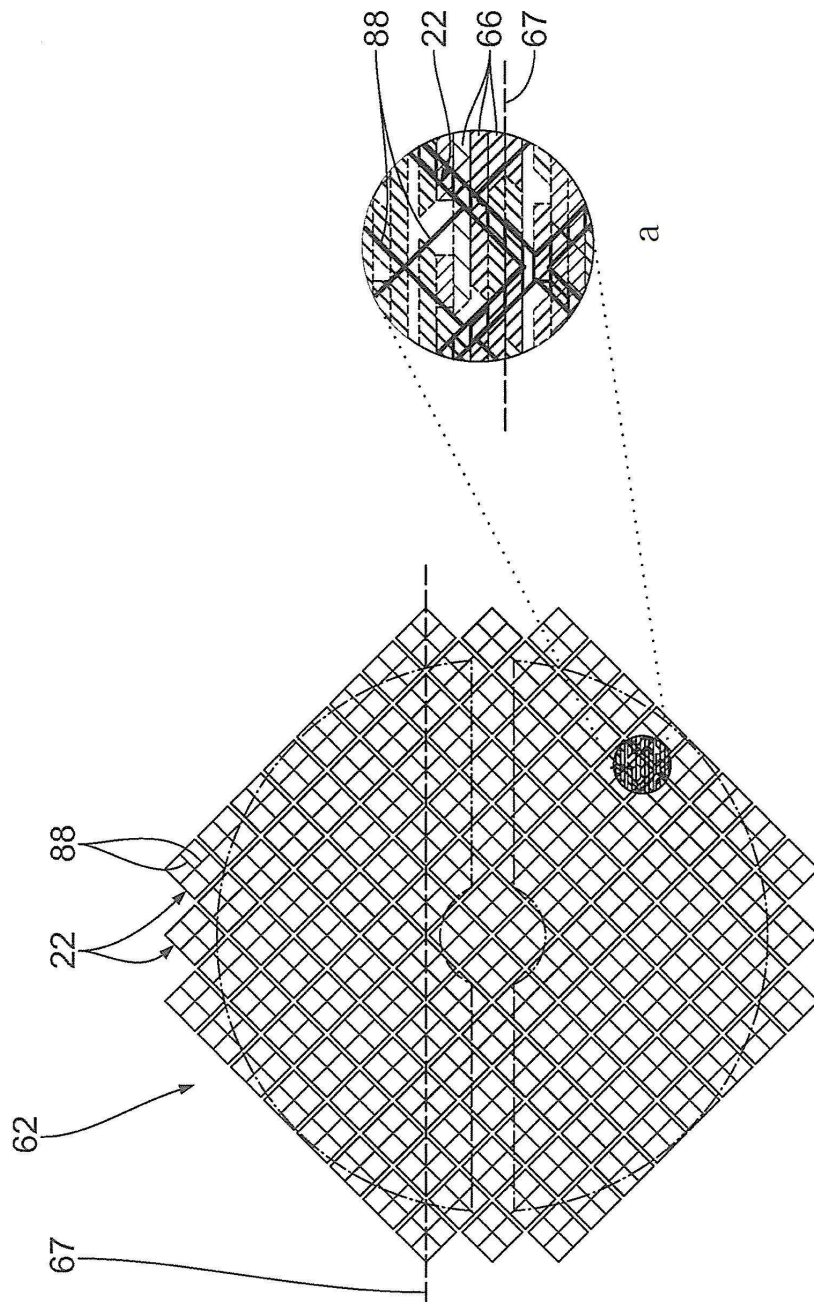
도면11



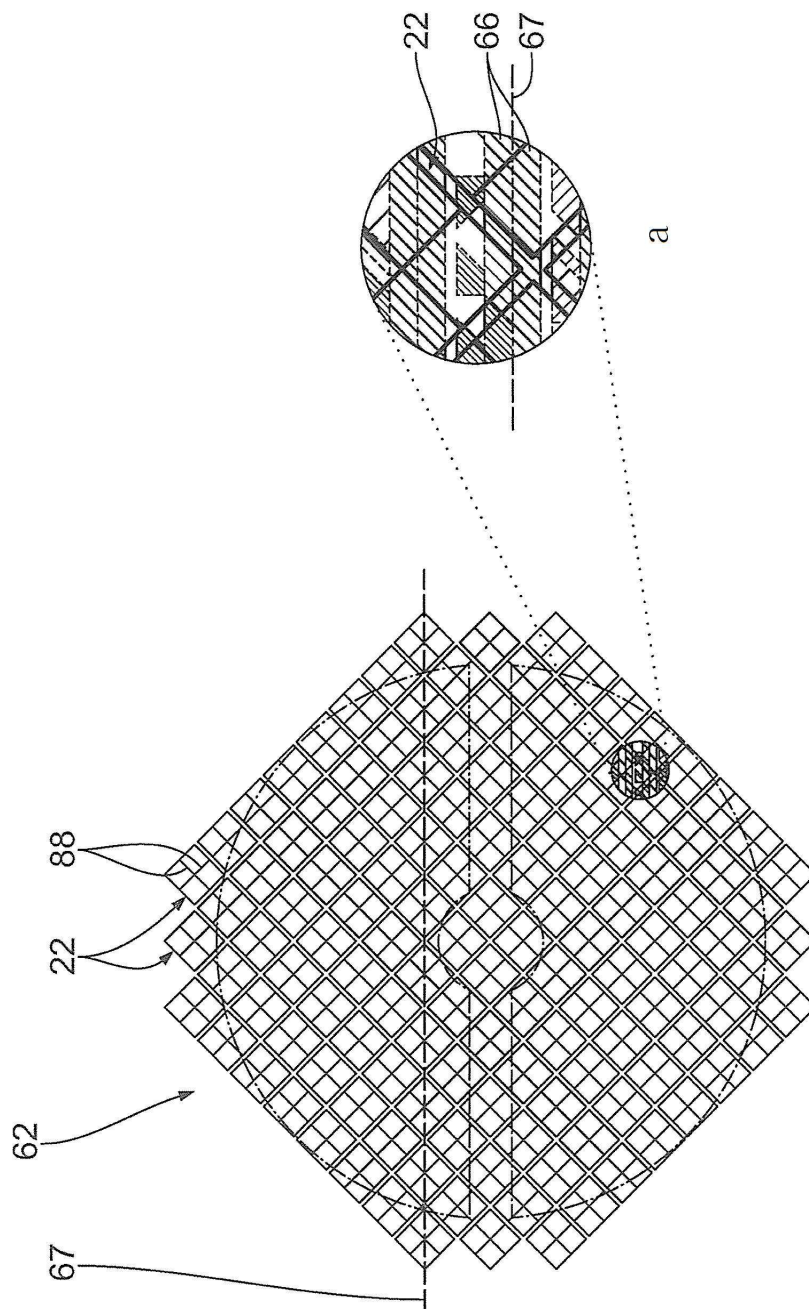
도면12



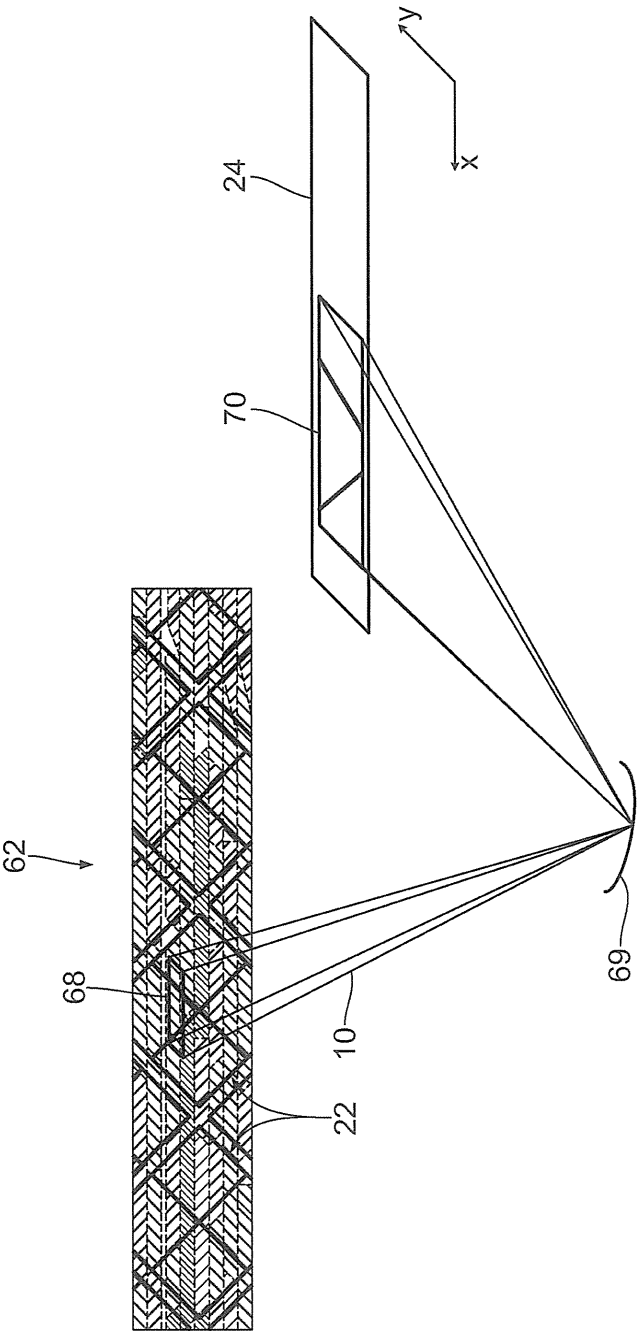
도면13



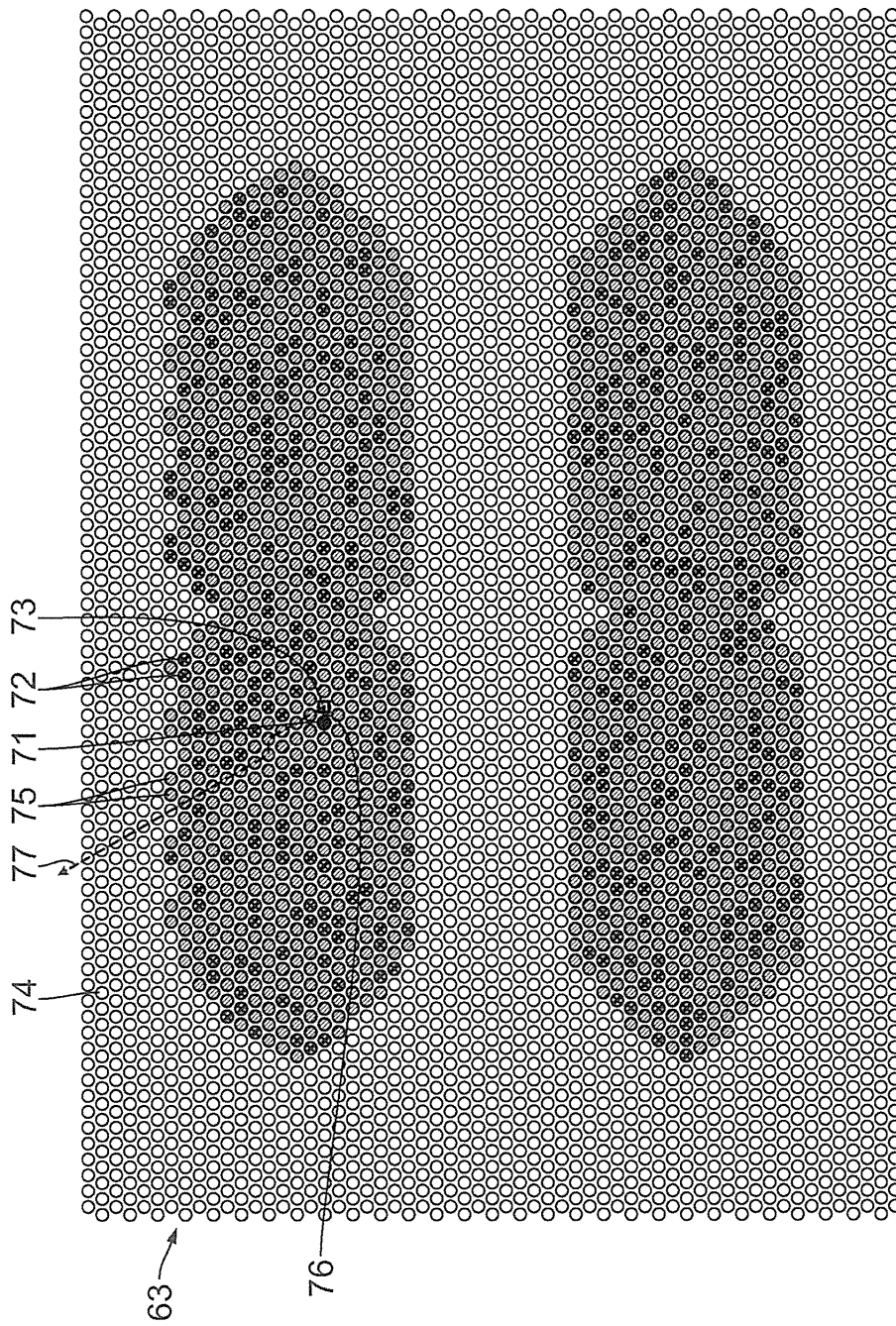
도면14



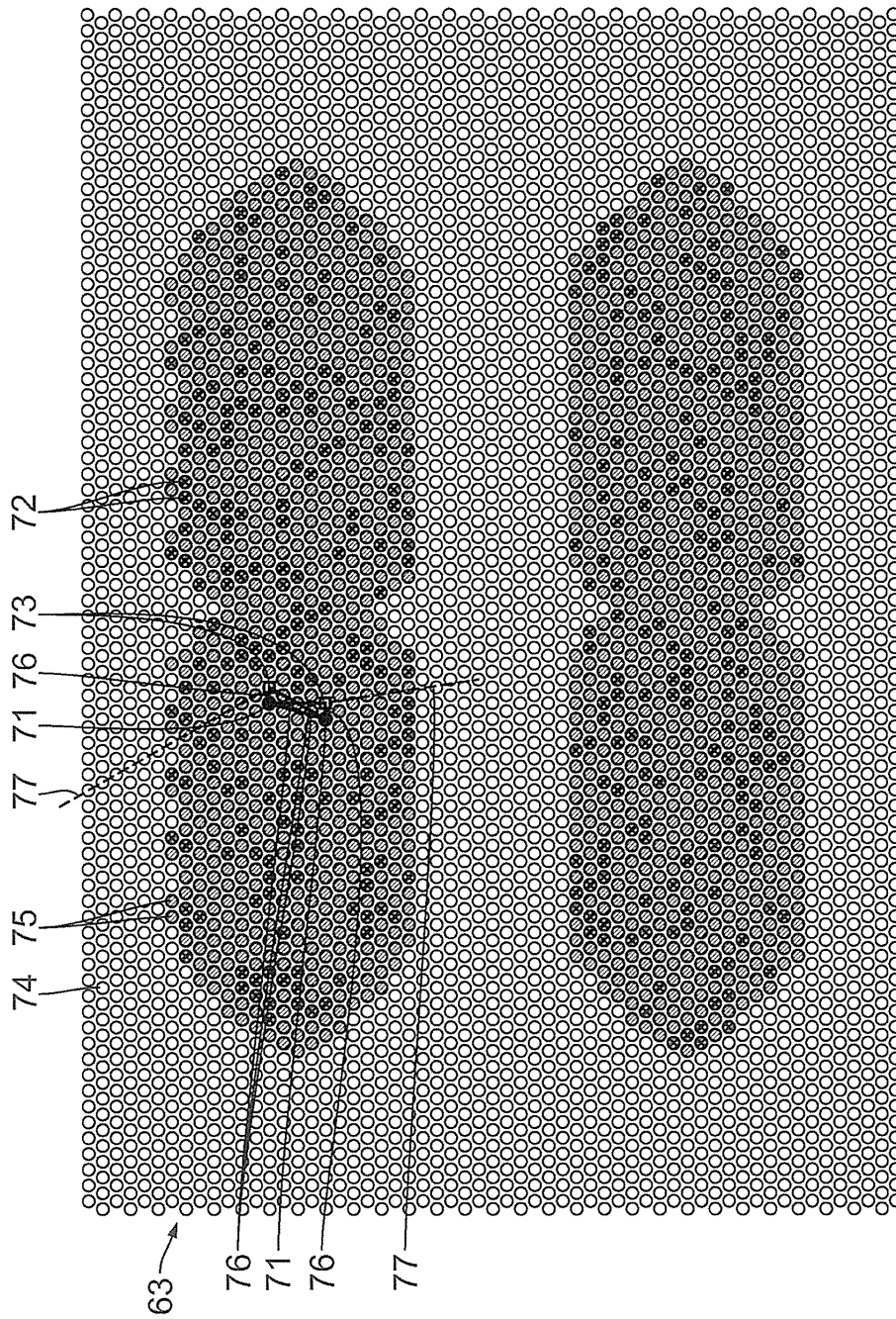
도면15



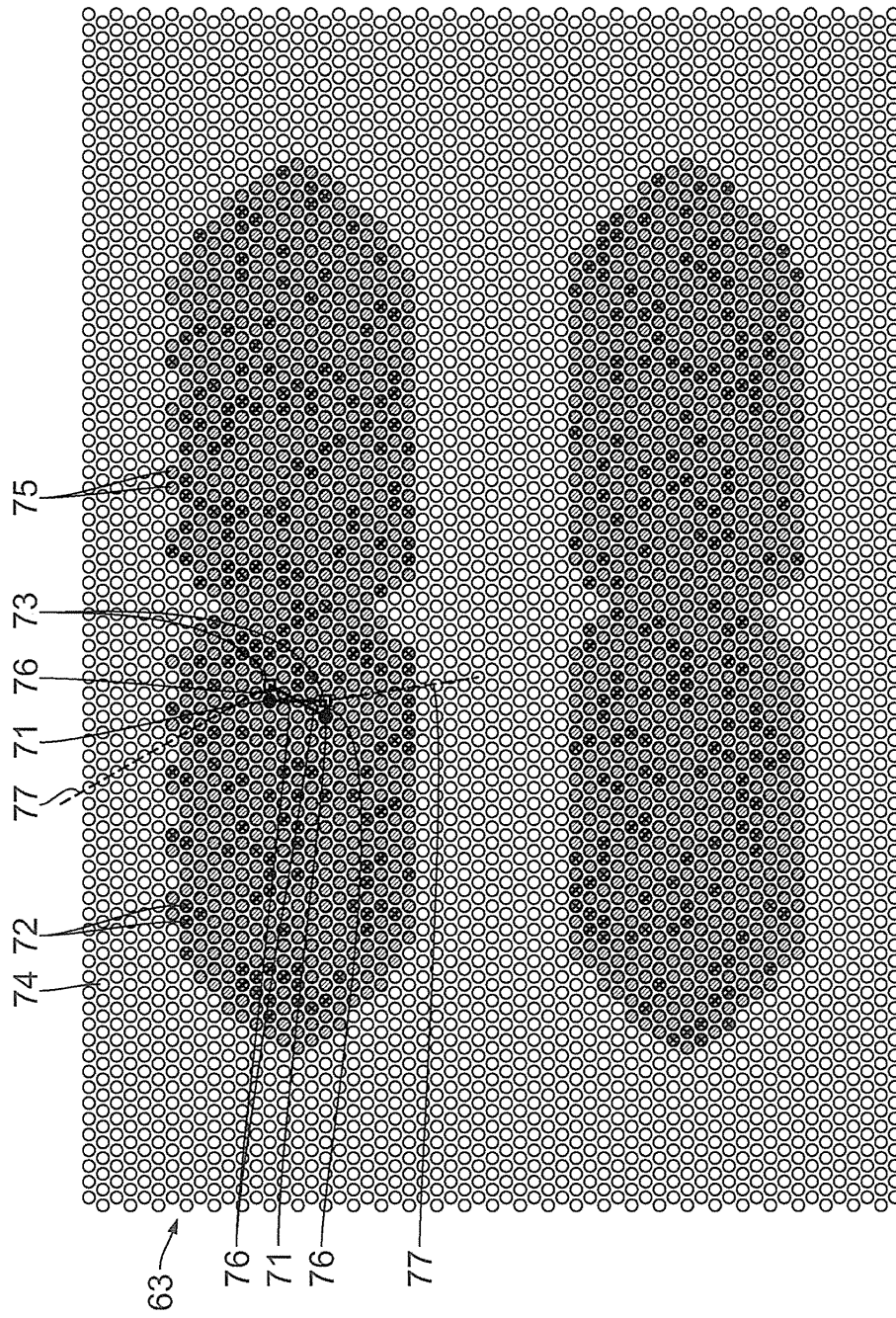
도면16



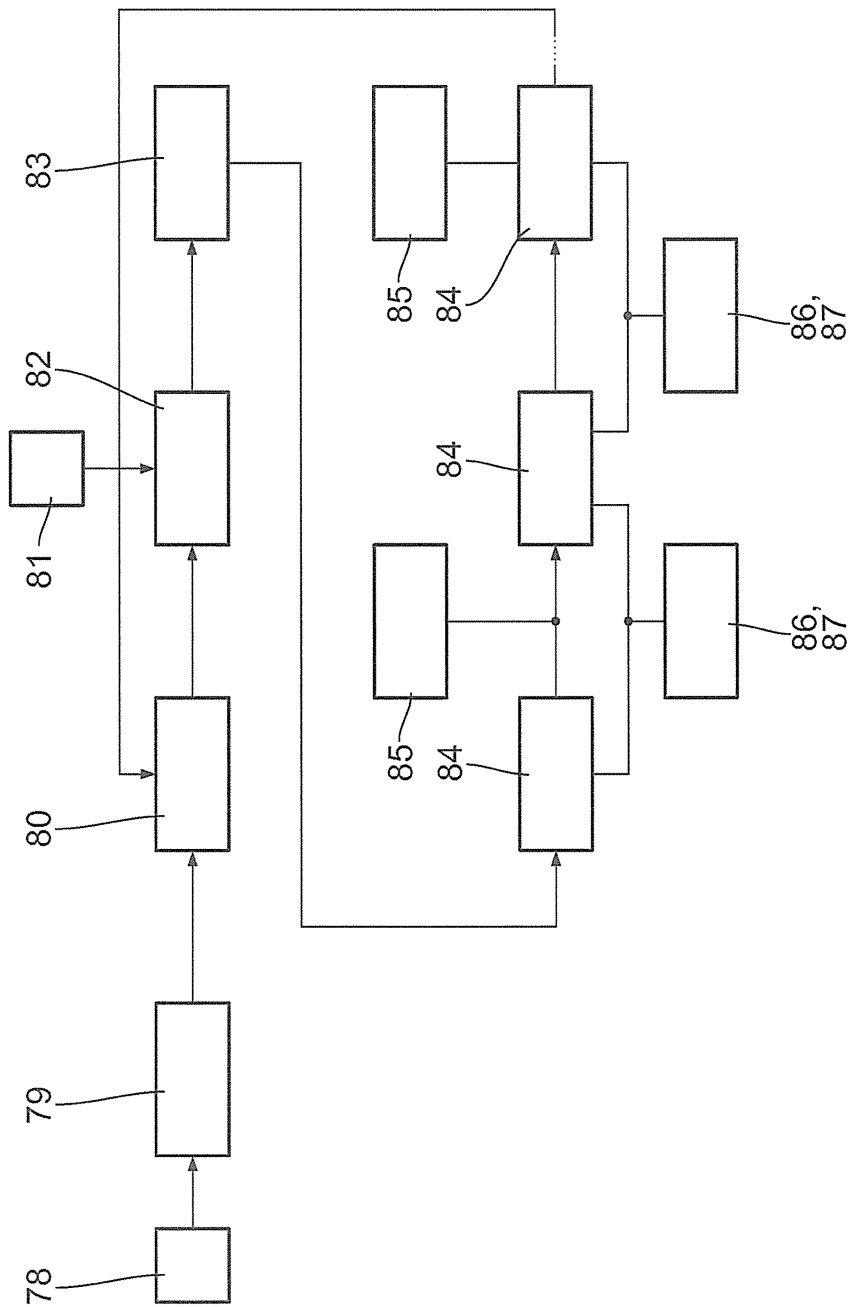
도면17



도면18



도면19



도면20

