



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0097650
(43) 공개일자 2017년08월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G02B 5/09 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03F 7/702 (2013.01)
G02B 5/09 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7016251
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월15일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년06월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/079829
- (87) 국제공개번호 WO 2016/096878
국제공개일자 2016년06월23일
- (30) 우선권주장
10 2014 226 272.0 2014년12월17일 독일(DE)

- (71) 출원인
칼 짜이스 에스엠테 게엠베하
독일 73447 오버코헨 루돌프-에버-슈트라세 2
- (72) 발명자
자로프 안코
독일 73431 아알렌 포이어바흐슈트라세 3
홀츠 마르쿠스
독일 73431 아알렌 갈겐베르그슈트라세 23
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 안국찬

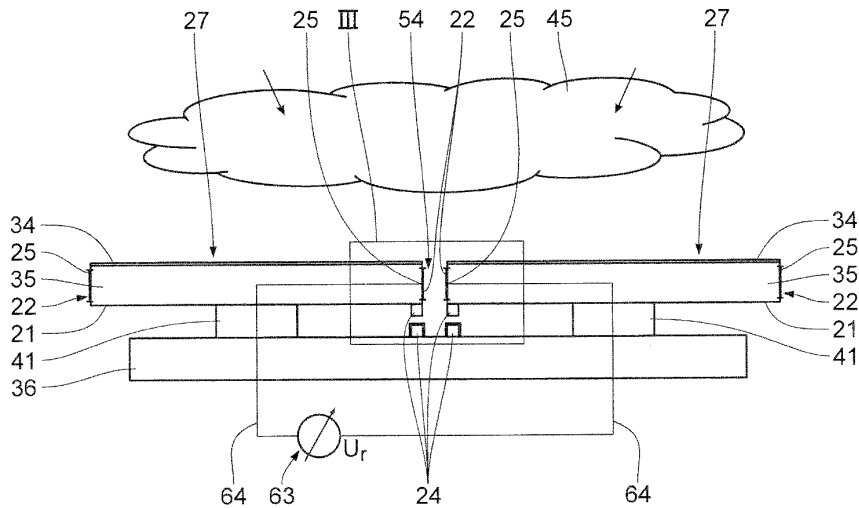
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **미러 디바이스**

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 전기 전도성 차폐 요소(25)를 포함하는 미러 디바이스(29)에 관한 것이고, 전기 전도성 차폐 요소는 미러 본체(35)의 적어도 하나의 측부 표면(22) 및/또는 후방 측부(21)에 인접한 영역에 전기 필드를 생성하기 위한 수단을 형성한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G03F 7/70075 (2013.01)

G03F 7/70116 (2013.01)

G03F 7/70908 (2013.01)

(72) 발명자

하아커 파비안

독일 73434 아알렌 비베르백 7

벵글러 마르크 크리스토프

독일 89522 하이덴하임 안 데어 브렌츠 슈타인슈트
라세 27

하우프 마르쿠스

독일 89075 울름 하펜베르크 4

명세서

청구범위

청구항 1

미러 디바이스(29)이며,

1.1. 미러 본체(35)를 가지는 적어도 하나의 미러(27)로서,

1.1.1. 전방으로 향하는 전방 측부,

1.1.2. 후방 측부(21), 그리고

1.1.3. 적어도 하나의 측부 표면(22)

을 가지는 미러, 및

1.2. 적어도 두 개의 전기 전도성 차폐 요소(25)로서,

1.2.1. 적어도 두 개의 전기 공급 라인(64)에 의해 상이한 전압(U_{r1} , U_{r2})이 차폐 요소에 적용될 수 있고;

1.2.2. 적어도 하나의 측부 표면(22) 및/또는 후방 측부(21)에 인접한 구역에 전기 필드를 생성하기 위한 수단을 형성하는

전기 전도성 차폐 요소

를 포함하는 미러 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 전기 전도성 차폐 요소(25) 중 적어도 하나는 미러(27)의 적어도 하나의 측부 표면(22)의 구역 및/또는 후방 측부(21) 상의 또는 그 뒤의 구역에 배열되는 것을 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 전기 전도성 차폐 요소(25) 중 적어도 하나에 $-300V$ 내지 $300V$ 범위의 전기 전압을 적용시키기 위한 전압 소스(63)를 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 전기 전도성 차폐 요소(25) 중 적어도 하나에 적용된 전기 전압을 제어하기 위한 제어 디바이스(60)를 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 전압(U_{r1} , U_{r2})이 미러 본체(35)의 전기 공급 라인에 의해 차폐 요소(25)에 적용될 수 있는 것을 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 두 개의 전기 전도성 차폐 요소(25)가 미러 본체(35) 중 하나의 상이한 측부 표면(22)에 또는 그 상에 배열되는 것을 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에서 청구된 바와 같은 복수의 미러(27)를 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 8

제7항에 있어서, 적어도 하나의 전기 전도성 차폐 요소(25)가 두 인접한 미러(27) 사이의 사이공간 뒤의 구역에

각각 배열되는 것을 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 두 전기 전도성 차폐 요소(25)는 인접한 미러(27)들의 상호 대향하는 측부 표면(22)의 구역에 쌍으로 각각 배열되는 것을 특징으로 하는 미러 디바이스(29).

청구항 10

투영 노광 장치(1)를 위한 조명 광학 유닛(4)이며, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 청구된 바와 같은 적어도 하나의 미러 디바이스(29)를 포함하는 조명 광학 유닛.

청구항 11

마이크로리소그래피 투영 노광 장치(1)를 위한 조명 시스템(2)이며,

11.1. 제10항에서 청구된 바와 같은 조명 광학 유닛(4) 그리고

11.2. 조명 방사선(10)을 발생시키기 위한 방사선 소스(3)

를 포함하는 마이크로리소그래피 투영 노광 장치.

청구항 12

마이크로리소그래피 투영 노광 장치(1)이며,

12.1. 제10항에서 청구된 바와 같은 조명 광학 유닛(4) 그리고

12.2. 대물 필드(5)로부터 영상 필드(8) 내로 조명 방사선(10)을 투영시키기 위한 투영 광학 유닛(7)

을 포함하는 마이크로리소그래피 투영 노광 장치.

청구항 13

마이크로 또는 나노구조화된 구성요소를 생성하는 방법이며,

13.1. 레티클(30)을 제공하는 단계,

13.2. 조명 방사선(10)에 민감한 코팅을 가지는 웨이퍼를 제공하는 단계,

13.3. 제12항에 청구된 바와 같은 투영 노광 장치(1)의 도움에 의해 웨이퍼 상으로 레티클(30)의 적어도 하나의 섹션을 투영하는 단계, 및

13.4. 조명 방사선(10)에 의해 노광된 웨이퍼 상에 감광층을 현상하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 14

제13항에 청구된 바와 같은 방법에 따라 생성된 구성요소.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 특허 출원은 그 전문이 본원에 참조로서 포함된 독일 특허 출원 DE 10 2014 226 272.0의 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 미러 디바이스, 구체적으로는 EUV 투영 노광 장치를 위한 미러 디바이스에 관한 것이다. 본 발명은 또한 투영 노광 장치를 위한 조명 광학 유닛, 그러한 조명 광학 유닛을 가지는 조명 시스템, 및 그러한 조명 광학 유닛을 가지는 투영 노광 장치에 관한 것이다. 마지막으로, 본 발명은 마이크로구조화된 또는 나노구조화된 구성요소를 생성하기 위한 방법 및 이러한 방법에 따라 생성된 구성요소에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 예컨대, WO 2009/100856 A1는 다수의 개별적으로 변위가능한 개별 미러를 가지는 투영 노광 장치를 위한 패시 미러를 개시한다. 투영 노광 장치의 광학 품질을 보장하기 위해, 변위가능한 개별 미러의 매우 정밀한 위치설정이 필수적이다.
- [0004] 본 발명은 미러 디바이스, 특히 투영 노광 장치를 위한 미러 디바이스를 개선시키려는 목적을 기초로 한다. 이러한 목적은 적어도 하나의 미러와 적어도 두 개의 전기 전도성 차폐 요소를 가지는 미러 디바이스에 의해 달성되고, 상이한 전기 전압이 적어도 두 개의 전기 전도 차폐 요소, 및 적어도 하나의 측부 표면 및/또는 후방 측부에 인접한 구역에서 전기 필드를 생성하기 위한 수단에 적용되는 것이 가능하다.
- [0005] 본 발명에 따라, 그러한 전기 필드는 자유 전하로부터 사전결정된 체적을 차폐하는 역할을 할 수 있다는 것이 인식되었다. 본 발명에 따른 차폐 요소에 의해서, 특히 미러의 후방 측부 뒤의 체적이 자유 전하로부터 차폐된다는 것이 보장될 수 있다. 특히, 민감한 구성요소, 특히 미러의 변위를 제어하고 및/또는 미러의 위치를 결정하는 역할을 하는 구성요소, 특히 액추에이터 및/또는 센서 및/또는 연관된 신호 라인은 자유 전하로부터 차폐된다는 것을 보장할 수 있다.
- [0006] 미러 디바이스는 특히 투영 노광 장치, 특히 EUV 투영 노광 장치에서 사용하기 위한 광학 구성요소이다. 미러 디바이스는 특히 희박화된 가스 환경, 특히 진공 환경 또는 특히 H₂ 분압이 최대 50Pa의 감소된 압력을 가지는 수소 환경에서 사용된다.
- [0007] 미러 본체의 전방 측부는 특히 반사 표면을 포함한다. 이는 특히 반사 표면을 형성할 수 있다. 반사 표면은 특히 미러 본체의 전체 전방 측부에 걸쳐 연장할 수 있다.
- [0008] 미러는 특히 EUV 방사선을 위한 미러로서 형성될 수 있다. 이는 특히, EUV 범위에서의 방사선의 반사를 위해서, 특히 5nm로부터 30nm까지의 범위의 파장, 특히 13.5nm의 파장을 가지는 방사선을 위해 설계된다. 반사 표면은 다층으로 형성될 수 있다. 또한 미러는 DUV 또는 VUV 방사선을 위한 미러일 수 있다.
- [0009] 미러 디바이스는 특히 배기가능 챔버에서 사용하기에 적절하다. 이는 특히 투영 노광 장치의 작동 중 50Pa 미만의, 특히 20Pa 미만의, 특히 10Pa 미만의, 특히 5Pa 미만의 압력으로 배기되는 투영 노광 장치의 배기가능 챔버 내에 배열된다. 이러한 압력은 특히 챔버 내에 수소의 분압을 나타낸다.
- [0010] 미러 디바이스는 특히 부분적으로나 완전히 이온화된 환경, 특히 플라즈마 환경에서 사용하기에 적절하다.
- [0011] 조명 방사선은 미러 디바이스의 환경에서 이온화나 플라즈마 형성을 유발할 수 있다는 것이 또한 인식되어왔다. 적절한 보호 수단 없이는, 이는 대전된 입자가 미러의 후방 측부, 특히 미러 뒤의 체적, 특히 미러의 변위를 위한 액추에이터 및/또는 센서 및/또는 이들의 연결 라인에 도달하며, 결과적으로 미러의 위치설정의 교란을 초래하는 효과를 가질 수 있다. 본 발명에 따르면, 미러의 적어도 하나의 측부 표면 및/또는 후방 측부에 인접한 구역에 전기 필드를 생성함으로써 이를 방지하는 것이 고려된다. 적절한 전기 필드는 특히 조명 방사선에 의해 이온화된 입자들이, 미러 뒤에서 보호될 체적에 도달하는 것을 방지하는 효과를 가질 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 양태에 따르면, 전기 필드는 10⁷V/m까지의, 특히 10⁸V/m까지의 필드 강도를 가진다. 필드 강도는 특히 적어도 10⁵V/m, 특히 최대 10⁶V/m이다.
- [0013] 전기 필드는 특히 미러 본체 바로 뒤의 구역의 체적, 특히 피봇되지 않은 상태에서 미러의 반사 표면에 대한 법선에 대해 평행한 방향으로 평행 투영하는 경우에, 경계지어지는 체적을 차폐하는 효과를 가질 수 있다. 이러한 체적은 또한 새도 캐스팅(shadow casting) 체적으로 지칭된다.
- [0014] 민감한 구성요소, 특히 민감한 전자 구성요소 및/또는 전도체 트랙 및/또는 이온화된 입자에 민감하게 반응하는 재료가 차폐된 체적 내에 배열될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 양태에 따라, 특히 미러의 반사 표면에 대한 전술된 법선에 수직하게 연장하는 미러의 측부 표면에 인접한 구역에서 전기 필드가 생성된다. 전기 필드는 특히 두 개의 인접한 미러들 사이의 영역에서, 즉 두 인접한 미러들 사이의 중간 공간의 구역에서 생성될 수 있다. 이는 대전된 입자들이 미러의 전방 측부 앞의 체적으로부터 미러의 후방 측부까지 이 중간 공간을 통해 통과할 수 있도록 하는 것을 방지하는 효과를 가질 수

있다.

- [0016] 본 발명의 일 양태에 따라, 차폐 요소는 전도체 트랙, 와이어, 전기 전도 스트립 또는 도핑된 실리콘의 층으로 형성되거나 그러한 구조를 포함한다. 차폐 요소는 특히 미러의 측부 벽의 전체 표면 영역을 커버할 수 있다. 이는 또한 오직 미러의 측부 벽의 더 좁은 스트립을 커버할 수 있다. 스트립은 특히 미러의 반사 표면에, 특히 미러의 측부 표면의 전방 경계부에 평행하게 진행된다. 일반적으로, 이러한 스트립이 더 넓게 형성되면, 차폐 요소에 적용되는 차폐 전압이 더 낮게 선택될 수 있다는 것이 발견되었다. 전압은 특히 미러 본체의 전기 공급 라인에 의해 차폐 요소에 적용될 수 있다.
- [0017] 차폐 요소는 또한 복수의 와이어, 특히 그리드로 구성될 수 있고 혹은 그러한 그리드를 포함할 수 있다. 이는 또한 코일 방식으로 형성되거나, 각각의 경우에 하나 이상의 코일 혹은 코일형 구조물을 포함할 수 있다. 이러한 경우에, 코일 또는 코일형 구조물에 의해 생성되는 자기 필드는 또한 자유 전하 캐리어로부터의 차폐부 역할을 할 수 있다. 이러한 경우에, 전도체 트랙의 전류 강도는 차폐 효과에 대한 결정적 파라미터이다.
- [0018] 본 발명의 추가적인 양태에 따라, 전기 전도성 차폐 요소 중 적어도 하나는 적어도 하나의 측부 표면의 구역에서 및/또는 미러의 후방 측부 상의 또는 그 뒤의 구역에서 배열된다. 전방으로 향하는 미러 반사 표면의 경우, 차폐 요소는 특히 미러 후방 측부 뒤에 배열될 수 있다.
- [0019] 그 결과, 미러 본체 뒤의 구역에서의 체적이 효과적으로 차폐될 수 있다는 것이 발견되었다.
- [0020] 전기 전도성 차폐 요소는 미러 본체 내에 또는 그 상에 직접 배열될 수 있다. 이는 또한 미러 본체의 기계적 장착부 역할을 하는 기관 상에 배열될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 미러 디바이스는 특히 -300V 내지 300V의 범위에서 전기 전도성 차폐 요소 중 적어도 하나에 전기 전압을 적용시키기 위한 전압 소스를 포함한다. 전압 소스에 의해 사용가능하게 된 전기 전압의 양은 특히 적어도 10V, 특히 적어도 20V, 특히 적어도 30V, 특히 적어도 50V, 특히 적어도 70V이다. 이는 특히 최대 300V, 특히 최대 200V이다. 이는 특히 최대 100V일 수 있다.
- [0022] 본 발명에 따르면, 자유 전하 캐리어를 차폐하기 위해 필요한 차폐 전압의 값은 미러 본체의 기하구조에, 특히 반사 표면에 수직인 방향에서 이들의 범위 및 인접한 미러 본체들 사이의 거리에도 의존한다. 이는 또한 조명 방사선의 광자의 에너지 및 미러 요소의 구역에서의 가스 입자의 이온화 에너지에도 의존한다. 민감한 구성 요소의 효과적인 차폐는 차폐 전압의 전송된 값에 의해 달성될 수 있다는 것을 보여주는 것이 가능하다.
- [0023] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 직류 전압, 특히 실질적으로 일정한 직류 전압이 차폐 요소에 적용된다. 차폐 요소에 적용되기 위해 사용된 전압은 또한 차폐 전압으로 지칭된다. 본 발명의 일 양태에 따르면, 차폐 전압은 적어도 미러의 위치설정을 제어하기 위해 제공된 신호 라인에서의 전압만큼 크다. 이는 미러의 위치설정을 제어하기 위해 제공된 신호 라인에서의 전압보다 특히 적어도 2배 만큼, 특히 적어도 3배만큼, 특히 적어도 5배 만큼, 특히 적어도 10배만큼 크다. 특히, 최대 100V, 특히 최대 24V, 특히 최대 12V, 특히 최대 6V, 특히 최대 3.3V의 전기 전압이 신호 라인에 적용된다.
- [0024] 차폐 전압의 정확한 값은 차폐될 구역과 차폐 요소의 기하학적 배열에 따라 선택될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 추가적인 양태에 따라, 미러 디바이스는 전기 전도성 차폐 요소 중 적어도 하나에 적용될 전기 전압을 설정점 값에 대해 제어하기 위한 제어 디바이스를 포함한다. 이는 차폐 전압을 각각의 요구사항에 대해 유연하게 적응시키는 것을 가능하게 한다. 차폐부는 이 경우 액티브 차폐부로서 지칭된다. 이는 특히 제어된 전압이 차폐 라인에 적용된다는 의미로서 이해되어야 한다.
- [0026] 본 발명의 추가적인 양태에 따라, 차폐 요소는 각각 쌍으로 배열된다. 이는 자유 전하로부터의 차폐 역할을 하는 전기 필드를 정밀하게 제어하는 것을 더욱 용이하게 한다.
- [0027] 특히, 하나 이상의 미러 본체 각각에, 특히 모든 미러 본체에 다수의, 특히 두 개의, 특히 네 개의 차폐 요소를 배열하는 것이 고려될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 양태에 따르면, 차폐 요소는 미러 본체의 상이한 측부 표면에 또는 그 상에 각각 배열된다. 본 발명의 일 양태에 따르면, 차폐 요소는 미러 본체의 측부 표면의 각각에 또는 그 상에 특히 배열된다. 이는 특히 인접한 미러들 사이의 각각의 모든 구역에 자유 전하로부터의 차폐를 위한 전기 필드를 생성하는 것을 가능하게 한다.
- [0029] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 미러 디바이스는 복수의 미러를 포함한다. 미러는 특히 어레이(array)로,

특히 행과 열으로, 즉 행렬의 방식으로 배열된다. 본 발명은 특히 다중 미러 어레이라고도 지칭되는 그러한 미러 어레이에 관한 것이다. 미러 디바이스의 미러의 개수는 특히 적어도 100개, 특히 적어도 1000개, 특히 적어도 10000개, 특히 적어도 100000개이다. 개수는 통상적으로 1000000개 미만이다.

- [0030] 미러 디바이스는 특히 마이크로전자기계 시스템(MEMS)으로, 특히 마이크로광전기계 시스템(MOEMS)으로서 형성된다. 이는 특히 투영 노광 장치를 위한 조명 광학 유닛의 패킷 미러, 특히 필드 패킷(field facet) 미러의 역할을 할 수 있고, 또는 그러한 패킷 미러를 형성할 수 있다.
- [0031] 미러 디바이스의 인접한 미러들은 작은 사이공간에 의해 서로로부터 각각 이격되어 배열된다. 여기서 상기 사이공간을 가능한 작게, 특히 가능한 좁게 유지하는 것이 고려된다. 사이공간의 상대 크기는 미러 디바이스의 충전율에 의해 특징지어질 수 있다. 이러한 값은 집적 밀도로도 지칭된다. 집적 밀도는 특히 미러 디바이스의 전체 표면 영역, 즉 미러의 반사 표면이나 이들 사이의 사이공간의 합에 대한 개별 미러의 반사 표면의 합의 비율을 지칭한다. 미러 디바이스의 집적 밀도 또는 충전율은 적어도 0.5, 특히 적어도 0.6, 특히 적어도 0.7, 특히 적어도 0.8, 특히 적어도 0.9, 특히 적어도 0.96이다.
- [0032] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 차폐 요소 또는 차폐 요소의 쌍은 각각 두 개의 인접한 미러들 사이의 각각의 사이공간에 할당된다. 또한 사이공간에 두 개보다 많은 차폐 요소에 할당하는 것이 가능하다.
- [0033] 본 발명의 일 양태에 따르면, 적어도 하나의 차폐 요소는 두 개의 인접한 미러들 사이의 사이공간 뒤의 구역에 각각 배열된다. 차폐 요소는 이 경우 미러 본체의 장착부의 역할을 하는 및/또는 미러의 변위에 대한 제어 전자장치의 배열을 위한 역할을 하는 기관 상에 바람직하게 배열된다.
- [0034] 여기서 사이공간 뒤의 구역은 특히, 궤적이 직선일 때 미러 본체의 전방 측부 앞의 체적 구역으로부터의 자유 전하가 이론적으로 도달할 수 있는 미러 본체의 후방 측부에서의 체적 구역을 지칭한다. 이는 특히 기관상으로서의, 두 인접한 미러들 사이의 사이공간의 구역의 투영에 의해 형성되는 구역일 수 있다. 투영부는 기관상으로서의 수직 투영일 수 있다. 이는 또한 기관상으로서의 경사 투영일 수 있다.
- [0035] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 두 개의 차폐 요소는 인접한 미러들의 상호 대향하는 측부 표면의 구역에 쌍으로 각각 배열된다. 이들은 특히 인접한 미러들 사이에서 사이공간의 구역의 전기 필드를 구축하는 역할을 한다.
- [0036] 사이공간 뒤의 구역의 차폐 요소 및/또는 사이공간의 상호 대향 측부들에 쌍으로 배열된 차폐 요소는 특히 미러의 전방 측부 앞의 구역으로부터의 전하가, 특히 고-에너지 전하 캐리어가 미러의 후방 측부 뒤의 구역, 즉 민감한 전기 구성요소를 가지는 구역에 도달하는 것을 방지하는 효과적인 방식이다. 이는 개별 미러의 위치설정이 개선되는 것을 허용한다. 특히 개별 미러의 위치설정의 안정성을 개선시키는 것이 가능하다.
- [0037] 본 발명의 추가적인 목적은 투영 노광 장치를 위한 조명 광학 유닛 및 조명 시스템, 그리고 또한 대응하는 투영 노광 장치를 개선시키는 것이다. 이러한 목적은 진술한 설명에 따르는 적어도 하나의 미러 디바이스 혹은 조명 시스템을 가지는 조명 광학 유닛과 그러한 조명 광학 유닛을 가지는 투영 노광 장치에 의해 달성된다. 이점들은 미러 디바이스의 이점으로부터 명확하다.
- [0038] 본 발명의 추가적인 목적은 마이크로구조화된 또는 나노구조화된 구성요소를 생성하는 방법 및 대응하는 구성요소를 개선시키는 것이다. 이러한 목적은 본 발명에 따라 투영 노광 장치를 제공함으로써 달성된다. 마찬가지로 이점들은 미러 디바이스의 이점으로부터 명확하다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 본 발명의 추가적인 세부사항 및 이점들이 도면을 참조하여 예시적 실시예의 설명으로부터 자명해질 것이다.
 - 도 1은 마이크로리소그래피 투영 노광 장치의 개략도를 도시한다.
 - 도 2는 두 개의 인접한 개별 미러의 구역에서 다중-미러 어레이의 단면 모습의 세부사항의 개략도를 도시한다.
 - 도 3a 및 도 3b는 개별 미러의 변위를 위한 액추에이터의 동작의 다양한 상태에서의 전기 필드의 필드 라인(field line) 패턴의 예시적 모습과 함께 도 2로부터의 구역(III)의 세부사항의 확대도를 도시한다.
 - 도 4는 인접한 개별 미러들의 측부 표면의 구역에서 차폐 전극의 쌍의 배열의 예시를 위한 다중-미러 어레이의 평면도로부터의 세부사항을 간략하게 도시한다.
 - 도 5는 개별 미러를 생성하기 위한 방법의 경우 중간 생성물의 시퀀스의 위로부터의(좌측 열), 아래로부터의(우

측 열), 그리고 수직 단면(중간 열)의 도면을 간략하게 도시한다.

도 6은 보유 핀을 생성하기 위한 방법의 경우에 도 5에 대응하는 도면을 도시한다.

도 7은 도 5에서 도시된 바와 같은 미러 및 도 6에서 도시된 바와 같은 보유 핀으로부터 조립된 미러 요소를 생성하기 위한 방법의 경우에 도 5 및 도 6에 대응하는 도면을 도시한다.

도 8은 도 7에 도시된 바와 같은 조립된 미러로부터 다중-미러 어레이를 생성하기 위한 방법의 경우에 중간 생성물을 통한 수직 단면의 도면을 도시한다.

도 9 내지 도 12는 대안례에 따라 도 5 내지 도 8에 도시된 바와 같은 도면을 도시한다.

도 13은 차폐 요소의 대안적인 실시예의 도 2에 도시된 바와 같은 도면을 도시한다.

도 14는 도 13에 도시된 바와 같은 차폐 요소의 동작의 경우에 전기 필드의 필드 라인의 예시적인 패턴의 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 우선 마이크로리소그래피 투영 노광 장치(1)의 일반적인 구조와 주요 구성요소 부분의 예에 대한 설명이 이어진다. 일반적인 세부사항의 설명은 특히 제한적이지 않으며, 순전히 예시인 것으로서 이해되어야 한다.
- [0041] 도 1은 자오 단면에서 마이크로리소그래피 투영 노광 장치(1)를 개략적으로 도시한다. 투영 노광 장치(1)의 조명 시스템(2)은 방사선 소스(3) 이외에도, 대물 평면(6)의 대물 필드(5)의 노광을 위한 조명 광학 유닛(4)을 가진다. 대물 필드(5)는 직사각형 방식, 또는 예를 들어 13/1의 x/y 중횡비를 가지는 아치형 방식으로 형상화될 수 있다. 이 경우에, 대물 필드(5)에 배열된 반사 레티클(30)(도 1에 도시되지 않음)이 노광되고, 상기 레티클은 마이크로구조화된 또는 나노구조화된 반도체 구성요소의 생성을 위해서 투영 노광 장치(1)에 의해 투영될 구조를 보유한다. 투영 광학 유닛(7)은 영상 평면(9)의 영상 필드(8) 내로 대물 필드(5)를 영상화하는 역할을 한다. 레티클(30) 상의 구조는 웨이퍼의 감광층 상으로 영상화되고, 이는 도면에서 표현되지 않으며 영상 평면(9)의 영상 필드(8)의 구역 내에 배열된다.
- [0042] 레티클 보유기(미도시)에 의해 보유되는 레티클(30)과 웨이퍼 보유기(미도시)에 의해 보유되는 웨이퍼는 투영 노광 장치(1)의 작동 중 y 방향으로 동기식으로 스캔된다. 투영 광학 유닛(7)의 영상화 스케일에 따라, 레티클(30)이 웨이퍼에 대해 대향하는 방향으로 스캔되는 것도 가능하다.
- [0043] 방사선 소스(3)는 5nm와 30nm 사이의 범위에서 방출된 사용 방사선을 가지는 EUV 방사선 소스이다. 이는 플라즈마 소스, 예컨대 GDPP(Gas Discharge Produced Plasma) 소스나 LPP(Laser Produced Plasma) 소스일 수 있다. 다른 EUV 방사선 소스, 예컨대 싱크로트론이나 자유 전자 레이저(FEL, free electron laser)에 기초한 EUV 방사선 소스도 가능하다.
- [0044] 이는 또한, 특히 200nm 미만의 파장을 가지는 방사선을 발생시키기 위한 VUV 방사선 소스일 수 있다.
- [0045] 방사선 소스(3)로부터 나온 EUV 방사선(10)은 집광기(11)에 의해 집중된다. 대응하는 집광기가 예로서 EP 1 225 481 A로부터 알려져 있다. 집광기(11)의 하류에서, 필드 패킷 미러(13) 상에 입사되기 전의 EUV 방사선(10)이 중간 초점 평면(12)을 통해 전파된다. 필드 패킷 미러(13)는 대물 평면(6)에 대해 광학적으로 켈레인 조명 광학 유닛(4)의 평면에 배열된다.
- [0046] EUV 방사선(10)은 또한 이하에서 사용 방사선, 조명 광 또는 영상화 광으로 지칭된다. 사용 방사선은 또한, 특히 200nm 미만의 파장을 가지는 VUV 방사선일 수 있다.
- [0047] 필드 패킷 미러(13)의 하류에서, EUV 방사선(10)은 동공 패킷 미러(14)에 의해 반사된다. 동공 패킷 미러(14)는 조명 광학 유닛(7)의 입사 동공 평면이나 그에 대한 광학 켈레 평면에 놓인다. 필드 패킷 미러(13) 및 동공 패킷 미러(14)는 다수의 개별 미러로 구성되며, 이는 아래에서 더욱 상세히 설명될 것이다. 이러한 경우에, 개별 미러로의 필드 패킷 미러(13)의 세분화는, 그들 자체로 전체 대물 필드(5)를 조명하는 각각의 필드 패킷(19)이 개별 미러 중의 정확히 하나로 표현되도록 이루어질 수 있다. 대안적으로, 복수의 그러한 개별 미러를 사용하여 필드 패킷(19)의 적어도 일부나 전체를 구성하는 것이 가능하다. 동일한 내용이 동공 패킷 미러(14)의 동공 패킷(20)의 구성에 대응하여 적용되며, 이는 각각 필드 패킷(19)에 할당되고 단일 개별 미러 혹은 복수의 그러한 개별 미러에 의해 각각의 경우에 형성될 수 있다.
- [0048] EUV 방사선(10)은 25° 보다 작거나 그에 동일한 입사 각도로 두 개의 패킷 미러(13, 14) 상에 충돌한다. EUV

방사선(10)은 그러므로 수직 입사 작동 범위에서 두 개의 패킷 미러 상에 충돌한다. 스킴 입사에 의한 충돌이 또한 가능하다. 동공 패킷 미러(14)는, 투영 광학 유닛(7)의 동공 평면을 구성하거나 투영 광학 유닛(7)의 동공 평면에 대해 광학적으로 켈레인 조명 광학 유닛(4)의 평면에 배열된다. EUV 방사선(10)에 대한 비임 경로의 순서로 지정된 미러(16, 17, 18)를 가지는 전송 광학 유닛(15) 형태의 영상화 광학 조립체 및 동공 패킷 미러(14)의 도움에 의해, 필드 패킷 미러(13)의 필드 패킷(19)은 이들이 서로에 대해 중첩되는 방식으로 대물 필드(5) 상에 영상화된다. 전송 광학 유닛(15)의 마지막 미러(18)는 스킴 입사를 위한 미러("스킴 입사 미러")이다. 동공 패킷 미러(14)와 함께, 전송 광학 유닛(15)은 대물 필드(5)를 향해 필드 패킷 미러(13)로부터 EUV 방사선(10)을 전송하기 위한 순차 광학 유닛으로서도 지칭된다. 조명광(10)은 복수의 조명 채널을 통해 방사선 소스(3)로부터 대물 필드(5)를 향해 안내된다. 각각의 이러한 조명 채널은 필드 패킷 미러(13)의 필드 패킷(19) 및 동공 패킷 미러(14)의 동공 패킷으로 할당되고, 상기 동공 패킷은 필드 패킷의 하류에 배치된다. 필드 패킷 미러(13) 및 동공 패킷 미러(14)의 개별 미러는, 필드 패킷(19)에 대한 동공 패킷(20)의 할당에서의 변화와, 대응하여 조명 채널에서의 변화된 구성이 달성될 수 있도록, 액추에이터 시스템에 의해 틸팅가능하게 될 수 있다. 이는 대물 필드(5)에 걸쳐 이루어지는 조명광(10)의 조명 각도의 분포가 구별되는, 다양한 조명 설정을 야기한다.

- [0049] 위치적 상관관계의 설명을 용이하게 하기 위해, 아래에서 특히 글로벌 데카르트 xyz-좌표 시스템이 사용된다. x 축은 도 1에서 관찰자를 향해 도면의 평면에 수직하게 진행한다. y 축은 도 1에서 우측을 향해 진행한다. z 축은 도 1에서 상방으로 진행한다.
- [0050] 다양한 조명 설정은, 필드 패킷 미러(13)의 개별 미러의 대응하는 틸팅 및 동공 패킷 미러(14)의 개별 미러에 대한 필드 패킷 미러(13)의 상기 개별 미러의 할당에서의 대응하는 변화에 의해 달성될 수 있다. 필드 패킷 미러(13)의 개별 미러의 틸팅에 따라, 상기 개별 미러에 새롭게 할당된 동공 패킷 미러(14)의 개별 미러는 필요하다면 대물 필드(5)로의 필드 패킷 미러(13)의 필드 패킷(19)의 영상화가 다시 한 번 보장되도록 하는 틸팅에 의해 추적된다.
- [0051] 다중 혹은 마이크로 미러 어레이(MMA) 형태의 필드 패킷 미러(13)는 사용 방사선(10), 즉 EUV 방사선 비임을 안내하기 위한 광학 조립체를 형성한다. 필드 패킷 미러(13)는 마이크로전자기계 시스템(MEMS)으로 형성된다. 이는 어레이의 행과 열으로 행렬형 방식으로 배열된 다수의 개별 미러(27)를 가진다. 개별 미러(27)는 아래에서 설명되는 바와 같이 액추에이터 시스템에 의해 틸팅가능하도록 설계된다. 전체적으로, 필드 패킷 미러(13)는 대략 100000개의 개별 미러(27)를 가진다. 개별 미러(27)의 크기에 따라, 필드 패킷 미러(13)는 또한 예컨대 1000, 5000, 7000개, 그렇지 않으면 특히 적어도 100000개, 특히 적어도 300000개, 특히 적어도 500000개의, 수십만 개의 개별 미러(27)를 가질 수 있다.
- [0052] 투영 노광을 위해 사용가능하지 않은 방사선 소스(3)의 다른 방출 파장 성분으로부터 사용 방사선(10)을 분리하는 스펙트럼 필터가 필드 패킷 미러(13)의 상류에, 즉 필드 패킷 미러(13)와 방사선 소스(3) 사이에 배열될 수 있다. 스펙트럼 필터는 표현되지 않는다.
- [0053] 840W의 전력과 6.5 kW/m^2 의 전력 밀도를 가지는 사용 방사선(10)이 필드 패킷 미러(13) 상에 충돌한다. 일반적으로, 다른 전력 및 전력 밀도 또한 가능하다. 전력 밀도는 적어도 500W/m^2 , 특히 적어도 1kW/m^2 , 특히 적어도 5kW/m^2 , 특히 적어도 10kW/m^2 , 특히 적어도 60kW/m^2 이다.
- [0054] 패킷 미러(13)의 전체 개별 미러 어레이는 500mm의 직경을 가지며, 개별 미러(27)와 조밀 패키징 방식으로 설계된다. 필드 패킷(19)이 각 경우에 정확히 하나의 개별 미러로 실현되지만 한다면, 개별 미러(27)는 스케일링 인자와 별도로 대물 필드(5)의 형상을 표현한다. 패킷 미러(13)는 각각 필드 패킷(19)을 표현하고 y 방향에서 대략 5mm, 그리고 x 방향에서 100mm의 치수를 가지는 500개의 개별 미러(27)로부터 형성될 수 있다. 정확히 하나의 개별 미러(27)에 의한 각 필드 패킷(19)의 실현예에 대한 대안으로서, 각각의 필드 패킷(19)은 더 작은 개별 미러(27)의 그룹에 의해 근사화될 수 있다. y 방향에서 5mm, 그리고 x 방향에서 100mm의 치수를 가지는 필드 패킷(19)은 예컨대 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 의 치수를 가지는 개별 미러(27)의 1×20 어레이 내지는 $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 의 치수를 가지는 개별 미러(27)의 10×200 어레이에 의해 구성될 수 있다. 미러 표면의 더욱 복합적인 분할이 가능하다. 개별 미러(27)는 특히 개별적으로 틸팅될 수 있다. 개별 미러(27)에 의한 완전한 필드 패킷 어레이의 영역 커버리지는 적어도 70%, 특히 적어도 80%, 특히 적어도 90%일 수 있다.
- [0055] 사용광(10)은 동공 패킷 미러(14)를 향해서 패킷 미러(13)의 개별 미러(27)에 의해 반사된다. 동공 패킷 미러(14)는 대략 2000개의 정적 동공 패킷(20)을 가진다. 체일 안쪽의 링의 동공 패킷(20)이 부채꼴 형상의 방식으

로 제작되고 그에 바로 인접한 링의 동공 패킷(20)은 링-부채꼴 형상의 방식으로 제작되도록, 정적 동공 패킷은 복수의 동심 링에서 서로의 옆에 배열된다. 동공 패킷 미러(14)의 사분면에서, 12개의 동공 패킷(20)은 각각의 링에서 서로의 옆에 존재할 수 있다. 동공 패킷(20)은 각 경우에 단순히 연결된 방식으로 형성될 수 있다. 동공 패킷(20)의 일부 다른 배열이 마찬가지로 가능하다. 또한 이들은 다수의 개별 미러(27)에 의해 형성될 수 있다. 동공 패킷 미러(14)는 특히 다수의 개별 미러(27)를 가지는 다중-미러 어레이(MMA, multi-mirror array)로서도 형성될 수 있다. 이는 특히 MEMS로서 형성될 수 있다. 이는 일반적으로 제2 패킷 미러를 형성한다.

- [0056] 사용광(10)은 대물 평면(6)에 배열된 반사 레티클(30)을 향해서 동공 패킷(20)에 의해 반사된다. 그 다음, 위에서 설명된 바와 같이, 투영 광학 유닛(7)이 이에 후속된다.
- [0057] 필드 패킷 미러(13)와 동공 패킷 미러(14)의 개별 미러(27)는 사용 방사선(10)의 파장에서 그의 반사성을 최적화 하기 위해 다중층 코팅을 포함한다. 다중층 코팅의 온도는 투영 노광 장치(1)의 작동 중 425K를 초과해서는 안된다.
- [0058] 개별 미러(27)의 구조의 세부사항과 이들의 변위성에 대하여, WO 2010/049 076 A1을 참조해야 한다. 이 공보는 본 출원에서 구성요소 부분으로서 그 전체 범위가 포함되어 있다.
- [0059] 조명 광학 유닛(4)은 배기가능 챔버(32) 내에 수용되고, 그의 경계 벽(33)은 도 1에 나타난다. 챔버(32)는 유체 라인(26)을 통해서 차단 밸브(28)가 수용된 진공 펌프(31)와 연통한다.
- [0060] 배기가능 챔버(32)에서의 작동 압력은 몇 Pa(H₂의 분압)이다. 수소의 분압은 특히 최대 50Pa, 특히 최대 20Pa, 특히 최대 10Pa, 특히 최대 5Pa이다. 모든 다른 분압들은 1×10^{-7} mbar의 상당히 아래에 있다. 챔버(32)는 특히 고진공 또는 초고진공까지 배기될 수 있다.
- [0061] 배기가능한 챔버(32)와 함께, 복수의 개별 미러(27)를 가지는 미러는 EUV 방사선(10) 묶음을 안내하기 위한 광학 구성요소의 구성요소 부분이다. 개별 미러(27)는 패킷 미러(13, 14) 중 하나의 부품일 수 있다.
- [0062] 각각의 개별 미러(27)는 0.5mm×0.5mm, 그렇지 않으면 5mm×5mm, 또는 보다 큰 치수를 가지는 충돌가능한 반사 표면(34)을 가질 수 있다. 반사 표면(34)은 개별 미러(27)의 미러 본체(35)의 부품이다. 미러 본체(35)는 다중층 코팅을 포함한다. 개별 미러(27) 또는 그의 반사 표면(34)은 또한 다른 치수를 가질 수 있다. 이들은 특히 타일로 형성되며, 2-차원 표면 영역은 타일에 의해 모자이크식이 될 수 있다. 이들은 특히 삼각형, 사각형, 특히 정사각형, 또는 육각형 방식으로 형성될 수 있다. 이들의 측부 길이는 특히 최대 10mm, 특히 최대 5mm, 특히 최대 3mm, 특히 최대 1mm, 특히 최대 0.5mm, 특히 최대 0.3 mm, 특히 최대 0.1mm의 치수를 가진다. 이들은 결과적으로 특히 마이크로-미러일 수 있다. 이는 특히 마이크로미터 범위의 치수를 가지는 미러로서 이해되어야 한다.
- [0063] 개별 미러(27)는 각 경우에, 다수의 전자기적으로, 특히 정전식으로 작동하는 액추에이터를 가지는 액추에이터 디바이스에 의해 변위가능, 즉 위치설정가능하다. 액추에이터는 마이크로전자기계 시스템(MEMS)으로서 일괄 프로세스에서 생성될 수 있다. 세부사항에 대해, WO 2010/049 076 A1을 다시 한 번 참조해야 한다.
- [0064] 미러 본체(35) 상의 반사 표면(34)의 합은 필드 패킷 미러(13)의 전체 반사 표면에 의해 커버되는 합계 표면 영역의 0.5배 보다 크다. 합계 표면 영역은 이 경우 반사 표면 영역(34)과, 반사 표면 영역(34)들 사이의 사이공간에 의해 커버되는 영역이 더해진 합계로서 규정된다. 한편으로 이러한 합계 표면 영역에 대한 미러 본체의 반사 표면의 합계의 비율은 또한 집적 밀도로서 지칭된다. 이러한 집적 밀도는 또한 0.6보다 크고, 특히 0.7보다 크고, 특히 0.8보다 크고, 특히 0.9보다 클 수 있다.
- [0065] 투영 노광 장치(1)의 도움에 의해, 레티클(30)의 적어도 하나의 부분이 마이크로 또는 나노구조화된 구성요소, 특히 반도체 구성요소, 예컨대 마이크로칩의 마이크로리소그래피 생성을 위해 웨이퍼 상의 감광층의 구역 상으로 영상화된다. 스캐너 또는 스테퍼로서의 투영 노광 장치(1)의 실시예에 따라, 레티클(30)과 웨이퍼는 스테퍼 작동 시 단계식으로, 또는 스캐너 작동 시 연속적으로 y 방향에서 일시적으로 동기화된 방식으로 이동한다.
- [0066] 조명 광학 유닛(4)은 바람직하게는 고진공 또는 초고진공에서 작동된다. 플라즈마(45), 특히 수소 플라즈마는 개별 미러(27) 앞의, 특히 반사 표면(34)을 가지는 미러 본체(35) 앞의 구역에서 형성될 수 있다. 플라즈마(45)는 특히 사용 방사선(10)의 고-에너지 광자에 의해 생성될 수 있다. 플라즈마(45)의 속성은 결과적으로 방사선 소스(3)의 속성, 특히 그의 작동 모드, 특히 그의 펄스 주파수 및/또는 펄스 지속시간 및/또는 강도, 그리

고 챔버(32)의 대기에도 의존한다.

- [0067] 다중-미러 어레이(29)(MMA)로 형성된 패킷 미러(13)의 추가적인 세부사항의 설명이 이어진다. 다중-미러 어레이(29)는 일반적으로 다수의 개별 미러(27)의 미러 디바이스를 형성한다. 개별 미러(27)는 지지 구조물(36) 상에 배열된다. 세부사항에 대하여, 특히 WO 2010/049976 A1을 참조해야 한다.
- [0068] 미러 디바이스는 일반적으로 적어도 하나의 미러(27)를 포함한다. 다중-미러 어레이(29)(MMA)의 개별 미러(27)의 개수는 1로부터 1000000까지의 범위에 놓인다. 또한 이론적으로는 이보다 클 수 있다. 이는 이론적으로는 요구사항에 따라 자유롭게 선택가능하다.
- [0069] 개별 미러(27)는 적어도 80mrad, 특히 적어도 100mrad, 특히 적어도 120mrad만큼 각각의 반경방향에서 피봇될 수 있다. 이들은 특히 적어도 2 변위 자유도, 특히 적어도 2 피봇 자유도를 가진다.
- [0070] 마이크로 미러로서 형성된 개별 미러(27)는 미세한 굴곡 구조 상에 현수된다. 미세한 굴곡 구조는 얇은 실리콘 웨이퍼 또는 금속 멤브레인 등으로부터 절삭되거나 에칭된다. 굴곡 구조는 특히 2-차원, 즉 멤브레인 방식으로, 또는 비임 형식이나 카르단식(cardanically)으로 형성될 수 있다.
- [0071] 개별 미러(27)는 액추에이터 시스템에 의해 변위가능하다. 동작은 바람직하게는 정전식이거나 전기기계식이거나 압전식이다. 이에 대한 대안이 마찬가지로 가능하다.
- [0072] 다중-미러 어레이(29)(MMA)는 마이크로구조화에 의해, 특히 마이크로전자기계 구조화 단계의 시퀀스에 의해, 특히 예를 들어 리소그래피 단계, 퇴적, 본딩 또는 성형과 같은 방법 단계를 사용하여 생성된다. 이는 특히 프로세싱 후에 서로 본딩된 다수의 개별 웨이퍼로부터 생성된다. 세부사항들이 아래에서 더욱 구체적으로 설명된다.
- [0073] 전기적 연결, 특히 회로가 다음과 같이 생성된다: 수평하게 진행되는 것들, 즉 웨이퍼 표면에 평행한 방향으로 진행되는 것들은 개별 웨이퍼의 표면에 얇은 금속성 또는 도핑된 반도체 층으로 적용될 수 있다. 프린팅 또는 증착 프로세스는 이를 위해 제공될 수 있다. 수직 전기 연결부, 즉 웨이퍼, 예컨대 지지 구조물(36)을 통과하여 연장하는 연결부는 예를 들어 소위 관통 실리콘 비아로 생성될 수 있다. 마이크로전자기계 구조화 단계를 가지는 방법(MEMS 방법)이 이를 위해 제공될 수 있다. 구조화 단계는 특히 기판의 함몰부, 특히 트렌치를 생성하기 위한 에칭 단계, 그리고 특히 예를 들어 금속 또는 도핑된 반도체 재료와 같은 전기 전도성 재료로 트렌치를 후속 충전하는, 또는 전기 절연 재료로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0074] 반사 표면(34)은 미러 본체(35)의 전방으로 향하는 전방 측부 상에 배열된다. 이는 특히 전방 측부를 형성한다. 개별 미러(27)의 반사 표면(34)으로부터 대향하는 미러(35)의 측부는 미러 본체(27)의 후방 측부(21)로 지칭된다. 이하에서 사용되는 "전방" 및 "후방"의 방향 지시는 미러 본체(35)의 전방 및 후방 측부의 정렬에 관한 것이다. 이들은 특히 위치적 상관관계의 더 용이한 설명을 위해 사용된다.
- [0075] 반사 표면(34)은 정사각형 방식으로 형성된다. 이는 일반적으로 바람직하게는 사변형, 특히 평행사변형, 특히 직사각형 또는 육각형 방식으로 형성된다. 이는 또한 이론적으로 대안적인 기하학적 형태를 가질 수 있다. 이는 특히 미러 디바이스의 전체 반사 표면이 실질적으로 어떠한 간극도 없이 개별 미러(27)에 의해 모자이크화될 수 있는 방식으로 형성된다.
- [0076] 미러 본체(35) 각각은 네 개의 측부 표면(22)을 가진다. 측부 표면(22)은 각각 미러 본체(35)의 전방 측부와 미러 본체의 후방 측부(21) 사이에서 진행한다. 이들은 특히 미러 본체(35)의 전방 및 후방 측부(21)에 대해 수직하게 진행한다. 이들은 또한 이들 측부에 대해 경사지게 진행할 수 있다. 이 경우에, 미러 본체(35)는 절두피라미드 방식으로 형성된다.
- [0077] 도 2에 도시된 실시예의 경우에, 스페이서(41)가 미러 본체(35)와 지지 구조물(36) 사이에 배열된다. 스페이서(41)는 또한 미러 현수체로서 역할을 한다. 미러 현수체는 기부 판으로부터 고정된 거리에서 미러의 피봇점을 고정시킨다.
- [0078] 일반적으로, 다중-미러 어레이(29)는 마이크로전자기계 시스템(MEMS)으로서 형성된다. 개별 미러(27)는 유연하게, 특히 피봇가능하게 장착된다. 개별 미러(27)의 후방 측부(21) 뒤의 구역에서, 전자 회로, 특히 액추에이터 및/또는 센서 회로가 특히 개별 미러(27)의 변위를 제어하기 위해 제공된다. 회로는 특히 주문형 집적 회로(ASICs)로서 형성된다. ASIC는 지탱 구조물의 후방 측부 상으로 본딩된다. 액추에이터 또는 센서와 ASIC 사이의 전기 라인은 지탱 구조물(36)을 통해 진행한다. ASIC는 특히 캡슐화된 구역, 특히 외부로부터 밀폐 방식으로, 특히 진공 밀폐 방식으로 밀봉된 구역에 배열될 수 있다. 이들은 특히, 이들이 진공 환경에서 사용될 수

있는 방식으로 형성 및/또는 배열된다.

[0079] 다중-미러 어레이의 추가적인 세부사항의 설명이 후속하며, 이들은 특히 조명 방사선에 의해 생성될 수 있는 대전된 입자로부터 특히 전자 장치, 특히 미러 뒤의 전자 구성요소, 특히 회로 및/또는 액추에이터 시스템 및/또는 센서 시스템, 그리고 또한 가능하게는 ASIC를 보호하는 역할을 한다. 특히 조명 방사선(10)에 의해 생성된 플라즈마(45)가 개별 미러(27)들 사이를 통해 관통하는 것과 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 뒤에 배열된 전자 장치, 특히 센서 및/또는 액추에이터 및/또는 그의 신호 라인에 영향을 미치는 것을 방지하는 수단이 제공된다.

[0080] 본 발명에 따라 제공된 수단의 효율성이 검증될 수 있고, 특히 분석적으로 그리고 시뮬레이션에 의해 검증된다.

[0081] 일반적으로 미러 본체(35)의 전방 측부 앞의 체적 구역으로부터 미러 본체의 후방 측부(21) 뒤의 구역 내로의 대전된 입자의 관통은 미러 본체(35)의 측부 표면(22)들 사이의 구역에서 전기 필드(23)를 생성함으로써 방지될 수 있다는 것이 인식되었다.

[0082] 본 발명에 따라, 전기 필드에서의 대전된 입자의 궤적은 그의 운동 에너지, 그의 펄스 및 전기 필드 강도의 분포로부터 결정될 수 있다는 것이 인식되었다. 또한 알려진 최대 운동 에너지를 가지는 대전 입자가 미러 본체(35)의 전방 측부 앞의 구역으로부터 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 뒤의 구역 내로 통과하는 것을 방지하는 것이 필드(23)의 전기 필드 강도의 적절한 적응에 의해 가능하다는 것이 인식되었다.

[0083] 미러 본체(35)의 두께(d), 특히 차폐 전극(25) 그리고 또한 인접한 미러 본체(35)들 사이의 거리(g)의 대응하는 범위, 조명 방사선(10)의 광자의 알려진 에너지(E_{ph})(EUV에 대하여 $E_{ph}=91.8\text{eV}$), 또한 챔버(32)의 가스 입자의 이온화 에너지(E_{ion})(H_2 에 대하여 $E_{ion}=15.4\text{eV}$)에 따라, 효율적으로 이온화된 입자를 감속하기 위해서 전압(U_r)이 얼마나 커야하는지를 결정할 수 있다. 50V 내지 100V의 크기 정도의 전압(U_r)이, 대전된 입자가 플라즈마(45)로부터 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 뒤의 구역 내로 통과하는 것을 방지하기에 충분하다는 것이 발견되었다.

[0084] 후속하는 추산치가 특히 플라즈마로부터 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 뒤의 구역 내로의 대전된 입자의 관통을 방지하기 위해 필요한 전압(U_r)에 대해 획득되었고:

[0085]
$$U_r = 2 \frac{g}{d} \frac{(E_{ph} - E_{ion})}{e} \quad (d \leq 4g \text{에 대하여})$$

[0086]
$$U_r = \left(\frac{16g^2}{d^2 + 16g^2} \right) \frac{(E_{ph} - E_{ion})}{e} < \frac{1}{2} \frac{(E_{ph} - E_{ion})}{e} \quad (d > 4g \text{에 대하여})$$

[0087] 여기서, e는 기본 전하를 나타낸다.

[0088] 이러한 추산치는 미러 본체(35)의 측부 표면(22) 사이의 사이공간(54)의 구역에서의 전기 필드(23)는 최대한 균일하다는 가정에 기초한다. 현실적인 시뮬레이션에 의해 이것이 상당한 근사도로 정확하다는 것을 보여줄 수 있다. 필드 라인의 예시적인 분포가 도 3a 및 도 3b에 도시된다. 여기서 한 쌍의 콤팩트 전극(24)이 각 경우에 개별 미러(27)의 변위를 위한 역할을 한다는 것이 가정되었다. 콤팩트 전극(24)은 각각 $20\mu\text{m} \cdot 20\mu\text{m}$ 의 치수를 가진다. 이들은 각 경우에 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 상에 배열된다. 이들은 특히 미러 본체(35)의 측부 표면(22)의 구역에 배열된다. 200V의 최대 전압이 이들에게 적용되는 것이 시뮬레이션에 대해서 가정된다.

[0089] 또한 미러 본체(35)가 이들의 전방 및 후방 측부(21)에 평행한 방향으로 $600\mu\text{m}$ 의 치수, $70\mu\text{m}$ 의 두께(d)를 가지며, 스페이서(41) 상의 지지 구조물(36)으로부터 $50\mu\text{m}$ 의 거리에서 유지된다는 것이 시뮬레이션에 대해서 가정된다. 스페이서(41)는 $140\mu\text{m}$ 의 직경을 가진다. 인접한 미러 본체(35)들 사이의 거리(g)는 $35\mu\text{m}$ 이다. 이러한 치수들은 대응하는 미러 디바이스의 실제 조건에 대응한다. 이들은 제한적인것으로 이해되어서는 안된다. 미러의 대안적인 실시예에 대해, 특히 1mm의 치수를 가지는 미러 본체에 대해서 본 발명에 따라 제공된 차폐 요소의 적응은 어떠한 문제도 없이 가능하다.

[0090] 도 2에 도시된 바와 같은 예시적 실시예의 경우에, 미러 본체(35)의 측부 표면(22)들 사이의 구역에서 전기 필드(23)를 생성하기 위해서, 차폐 전극(25)은 각각 측부 표면(22)의 구역에 배열된다. 차폐 전극(25)은 각 경우에 실질적으로 미러 본체(35)의 전체 측부 표면(22)에 걸쳐, 특히 그의 전체 두께(d)에 걸쳐 연장한다. 반면에, U_r 에 대한 공식에서, 전술한 d는 미러 본체(35)의 두께의 범위의 방향에서 차폐 전극(25)의 범위를 나

타낸다.

- [0091] 미러 본체(35)의 측부 표면(22)에 대한 차폐 전극(25)의 표면 영역의 비율은 특히 적어도 0.5, 특히 적어도 0.7, 특히 적어도 0.8, 특히 적어도 0.9, 특히 적어도 0.95, 특히 적어도 0.99이다.
- [0092] 전압 소스(63)는 차폐 전극(25)에 차폐 전압(U_r)을 적용시키기 위해 제공된다. 전압 소스(63)는 도면에서 오직 개략적으로 나타내어진다. 이는 다중-미러 어레이(29)의 구성요소 부분일 수 있다. 이는 특히 지지 구조물(36)의 구역에 배열될 수 있다. 이는 또한 외부 전압 소스일 수 있다.
- [0093] 전압 소스(63)는 전기 공급 라인(64)에 의해 차폐 전극(25)에 연결된다. 전기 공급 라인(64)은 미러 본체(35)와 지지 구조물(36)에 적어도 부분적으로 배열된다.
- [0094] 도 3a는 인접한 개별 콤팩트 미러(27)들의 콤팩트 전극(24)이, 이들이 생성한 전기 필드가 각각의 미러 본체(35)의 측부 표면(22)들 사이의 전기 필드(23)에 실질적으로 대향하게 정렬되는 방식으로 동작되는 경우를 도시한다. 도 3b는 콤팩트 전극(24)에 의해 생성된 전기 필드가 대응하는 미러 본체(35)의 측부 표면(22)들 사이의 구역에서 차폐 전극(25)에 의해 생성된 전기 필드(23)와 같은 방향으로 지향하는 경우를 도시한다.
- [0095] 도 3a 및 3b에서 정성적으로 알 수 있는 바와 같이, 콤팩트 전극(24)에 의해 생성된 전기 필드는 인접한 개별 미러(27)의 측부 표면(22)들 사이의 구역에서 전기 필드(23)의 전기 필드 강도의 분포에 대하여, 만일 있다면, 언급된 조건하에서 무시할만한 영향을 가진다. 이러한 구역에서의 전기 필드(23)는 차폐 전극(25)에 적용된 전압(U_r)에 의해 지배된다. 80V의 차폐 전압(U_r)은 개별 미러(27)의 후방 측부(21) 뒤의 체적 구역의 완전 전기 차폐를 초래한다. 차폐 전극(25)에 의해 생성된 전기 필드(23)는 실질적으로 인접한 개별 미러(27)의 측부 표면(22) 사이의 구역으로 제한된다. 차폐 전압(U_r)을 적용시키는 것은 평행 등전위 라인의 플래토를 생성하는 효과를 가진다. 전기 필드(23)는 즉 개별 미러(27)의 반사 표면(34)에 평행하며 균일한 것으로서 간주될 수 있다. 미러 본체(35)의 전방 측부 앞의 구역 내로 도달하는 전기 필드(23)는 이러한 구역의 대전된 입자에 대한 효과에 영향을 미칠 수 있지만, 이는 이들의 운동 에너지에서의 유의한 증가를 초래하지 않을 것이다. 즉, 도 3a 및 도 3b의 예로서 표현된 상황은 콤팩트 전극(24)으로의, 그리고 일반적으로 미러 본체(35)의 후방 측부(21) 뒤의 구역 내로의 플라즈마(45)의 어떠한 누출도 초래하지 않는다.
- [0096] 또한, 이는 인접한 개별 미러(27) 중 하나 또는 양쪽 모두가 피봇된 위치, 특히 최대로 피봇된 위치에 있는 경우에도 적용된다는 것을 보여줄 수 있다.
- [0097] 도 4를 참조로 하여 차폐 요소의 추가적인 세부사항, 특히 다중-미러 어레이(29)의 차폐 전극(25)의 배열의 설명이 이어진다.
- [0098] 플라즈마를 차폐(25)하기 위해 전기 필드(23)가 각각의 모든 인접한 개별 미러(27)들 사이에서 생성될 수 있는 방식으로 개별 미러(27)의 미러 본체(35)의 측부 표면(22)의 구역에 차폐 전극(25)이 배열된 다중-미러 어레이(29)의 개별 미러(27)의 배열체가 도 4의 예시에 의해 도시된다.
- [0099] 차폐 전극(25)은 각각 인접한 개별 미러(27)의 상호 대향하는 측부 표면(22)의 구역에서 쌍으로 배열된다. 이들은 각 경우에 인접한 개별 미러(27) 사이의 구역에서 전기 필드(23)를 구축하는 역할을 한다.
- [0100] 도 4에서, 상이한 전압(U_r)이 차폐 전극(25)에 적용되었다는 것이 개략적으로 나타내어진다. 제1 전압(U_{r1})은 차폐 전극(25)의 제1 부분집합에 적용된다. 제2 전압(U_{r2})은 차폐 전극(25)의 제2 부분집합에 적용된다. 이러한 경우에, $U_{r1} \neq U_{r2}$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 10V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 20V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 30V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 40V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 50V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 70V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \geq 100V$ 가 참이 된다. 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \leq 300V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \leq 200V$, 특히 $|U_{r1} - U_{r2}| \leq 100V$ 가 참이 된다.
- [0101] 도 4에 도시된 바와 같은 배열의 경우에, 미러 본체(35)의 서로에 대해 인접한 측부 표면(22)에서의 두 개의 차폐 전극(25)은 각각 등전위이며, 즉 동일한 차폐 전위가 이들에게 적용되었다.
- [0102] 도 4에 도시된 바와 같은 배열체의 경우, 차폐 전극(25)에 대한 전기 전압의 적용은 특히 모든 개별 미러(27)가 특정 차폐 전위를 가지는 차폐 전극(25)의 동일한 배열을 가지도록 선택된다. 특히, 도 4에서 하방으로 그리고 좌측으로 표시된 개별 미러의 차폐 전극(25)은 각 경우에 제1 전위(U_{r1})를 가진다. 상방으로 그리고 우측으로 표시된 차폐 전극(25)은 각 경우에 제2 전위($U_{r2} \neq U_{r1}$)에서 유지된다. 바람직한 실시예에 따라, 상이한 차폐 전

위는 동일한 크기를 가지지만 반전된 극성을 가진다($U_{r1}=-U_{r2}$).

- [0103] 개별 미러(27)의 다른 배열, 즉 차폐 전극(25)에 각각 적용되는 차폐 전위가 마찬가지로 가능하다. 예컨대, 도 4에 도시된 바와 같은 배열로부터 시작하여, 90° 반시계 방향으로 제2, 제4, 제6, ...제(2n) 행의 각각의 개별 미러(27)를 회전하는 것이 가능하다. 또한 90° 시계 방향으로 제2, 제4, 제6, ...제(2n) 열의 각각의 개별 미러(27)를 회전하는 것이 마찬가지로 가능하다.
- [0104] 또한 각각의 경우에 각 개별 미러(27)의 상호 대향하는 차폐 전극(25)에 동일한 차폐 전위를 적용시키는 것이 가능하다. 이러한 경우에, 행 또는 열의 인접한 개별 미러(27)는 각각 이들이 서로에 대해 90° 로 회전되도록 배열된다.
- [0105] 어떤 배열이 선택되는가는 전기 아키텍처, 차폐 케이블 및 공급 라인의 가능한 배열에 달려있다. 다중-미러 어레이(29)를 생성하기 위한 방법의 도 5 내지 도 12를 참조하는 설명이 이어진다. 도면에서, 다중-미러 어레이(29)의 두 개의 개별 미러(27)의 세부사항만이 각 경우에 표시된다. 전체 다중-미러 어레이(29)는 더 클 수 있다. 이는 특히 개별 미러(27)가 있는 다수의 행과 열을 포함할 수 있다. 도면에서, 상이한 개별 방법 단계 후, 중간 생성물의 위로부터의(좌측 열), 단면에서의(중간 열) 도면, 그리고 아래로부터의(우측 열) 도면이 예로서 각각 표현된다. 도면에서, 상이한 재료는 상이한 종류의 해칭으로 표현되었다.
- [0106] 도면은 플라즈마 환경에서 사용하기에 적합한 MEMS 다중-미러 어레이(29)를 생성하기 위한 방법 단계의 가능한 시퀀스를 도시한다. 이를 위해 필수적인 전제조건은, 내부 전기 구성요소, 특히 회로, 액추에이터, 센서 그리고 또한 특히 ASIC가 교란되지 않고 작동하는 것이다. 이들은 특히 플라즈마 환경으로부터의 자유 전하로부터 보호되어야 한다.
- [0107] 도 5 내지 도 8은 세 개의 상이한 전기 전위가 반사 표면(34)과 또한 각각의 경우에 두 쌍의 인접한 측부 표면(22)에 적용되는 다중-미러 어레이(29)를 생성하기 위한 방법 단계의 시퀀스를 보여준다. 도 5 내지 도 8은 상이한 전압이 각각 개별 미러(27)의 전방 측부와 각각의 경우에 두 쌍의 각각 인접한 측부 표면(22)에 적용되는 방식으로 형성되는 다중-미러 어레이(29)를 생성하기 위한 방법 단계의 시퀀스를 예로서 보여준다. 도 9 내지 도 12는 한 쌍의 측부 표면(22)에 적용된 것과 같은 전위가 개별 미러(27)의 전방 측부에 적용되는 대안례를 도시한다. 방법 단계의 시퀀스는 실질적으로 동일하며 그러므로 둘 모두의 대안례에 대해 함께 설명된다. 임의의 차이점이 지적된다.
- [0108] 먼저, 미러 웨이퍼(46)의 생성은 도 5 및 도 9를 참조로 설명된다. 미러 웨이퍼(46)의 생성을 위해서, 제1 이중 SOI 웨이퍼(47)(silicon-on-insulator wafers)가 제공된다(1-0). SOI 웨이퍼(47)의 도핑은 미러의 원하는 전기 저항에 달려있다. 이는 요구사항에 따라 적절하게 선택될 수 있다.
- [0109] 제1 방법 단계(1-1)에서, 미러(48)와 대각 절개부(49)의 경계가 형성된다. 대각 절개부(49)는 미러판을 세 부분-미러 표면에 대해 전기 접촉부를 형성하는 역할을 하는 원통형 체적부(50), 그리고 또한 두 개의 삼각형 부분(51)-으로 분할한다. 두 개의 삼각형 부분(51) 각각은 두 개의 인접 측부 표면(22)을 가진다.
- [0110] 도 9에 따른 변형례의 경우, 원통형 체적부(50)는 완전히 분리되는 것이 아니라, 삼각형 부분(51) 중 하나에 연결된다.
- [0111] 그 다음, 리소그래피 제작이 수직 프로파일을 가지는 SOI 웨이퍼(47)의 마이크로구조화를 위해 제공된다. 리소그래피 제작 이후 DRIE(Deep Reactive Ion Etching)이 이어진다. 이는 정확한 에칭 가스를 적절하게 선택하는 것과, 사전 결정된 시퀀스(소위 보쉬 프로세스)로 에칭과 부동태화를 반복적으로 수행하는 것을 포함한다.
- [0112] 에칭 가스로서 SF₆ 또는 폴리머 형성 가스로서 CHF₃ 또는 C₄F₈을 가지는 ICP 에칭기(Inductively Coupled Plasma Etcher)는 그러한 DRIE 프로세스를 위해 제공될 수 있다.
- [0113] 그 다음(1-2), 에칭된 절개부(49)가 충전된다. TEOS-SiO₂(tetraethylorthosilicate) 방법이 이를 위해 사용될 수 있다. 이는 빠르게, 특히 25nm/min으로부터 100nm/min 까지의 범위에서의 비율로 SiO₂ 층(52)을 퇴적하려는 목적으로 사용된다. 여기서 온도는 600° C로부터 800° C까지의 범위에 놓인다.
- [0114] 그 다음 SOI 웨이퍼(47)의 후방 측부는 연마될 수 있다.
- [0115] 이어서 미러 표면에 대한 접촉 영역을 생성하는 것이 고려된다. 리소그래피 단계는 이를 위해 제공된다. 특히 미러의 중심의 구역에서 포토레지스트에 틸새, 특히 원형 틸새를 생성하는 것이 고려된다. 그 다음, 수직 실리

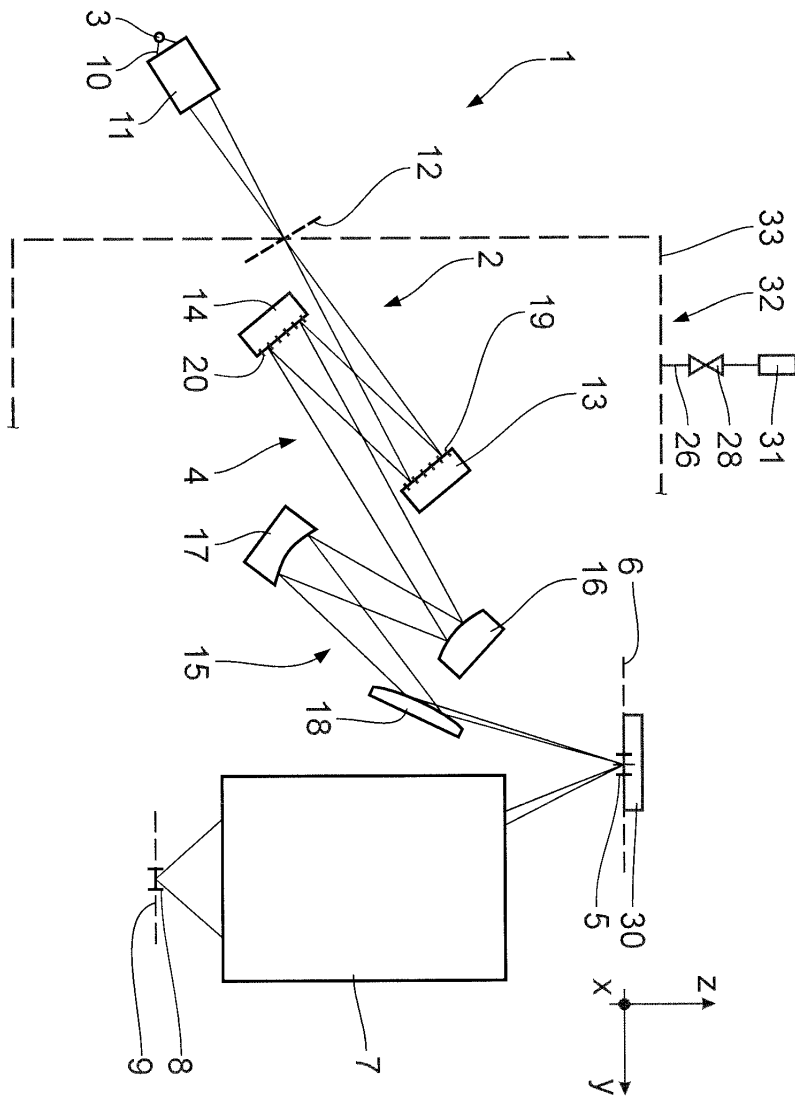
큰 DRIE 프로세스는 제2 커버된 산화물 상의 에칭 레지스트에 의해 수행된다.

- [0116] 도 5에 도시된 바와 같은 대안의 경우, 에칭 프로세스는 외부 실리콘 이산화물 증공 원통 그 자체에 의해 측방향으로 제한된다. SF₆ 가스를 사용하는 급속 등방성 실리콘 에칭이 사용될 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같은 대안의 경우, 소위 보쉬 프로세스, 즉 반복된 에칭 및 부동태화 단계의 시퀀스를 사용하는 것이 고려된다.
- [0117] 상방 미러층에 대한 접근은 SiO₂ 측부 벽의 폴리머 부동태화 및 CHF₃+Ar 또는 CHF₃+CF₄ 가스 및 가스 압력을 사용하는 후속하는 비등방성 SiO₂-반응성 이온 에칭(RIE)에 의해 완료된다. 에칭 프로세스의 더 큰 비등방성은 더 높은 웨이퍼 바이어스, 특히 100V 초과인 웨이퍼 바이어스에 의해 달성된다. 미러의 상방층에 대한 전기적 연결은 도핑된 폴리실리콘으로 에칭된 구조를 충전함으로써 완료된다. 후속하여, 후방-측부 연마는 필요하다면 제공될 수 있다(1-4).
- [0118] 이어서, 개별 미러(27) 사이의 사이공간(54)이 개방된다. 이를 위해, 개별 미러(27)들 사이의 충전된 TEOS는 BHF(Buffered Hydrofluoric Acid)로 화학적으로 에칭될 수 있다. 웨이퍼 표면의 나머지는 에칭 도중 포토레지스트 마스크에 의해 보호될 수 있다(1-5).
- [0119] 미러 웨이퍼(46) 생성의 마지막 단계로서, 측부 표면(22)은 부동태화된다. 또한, 두 개의 매립된 산화물층 사이의 실리콘이 구조화된다. DRIE 프로세스가 이를 위해 사용된다. 프로세스는 상부 산화물층이 도달될 때 자동으로 정지한다. 종결 시에, 포토레지스트가 제거된다. 완성된 미러 웨이퍼(46)는 3개 층의 미러 판(65)을 가진다(1-6).
- [0120] 스페이서(41)의 생성은 도 6 및 도 10을 기초로 설명된다. 스페이서(41)의 생성을 위해, 제2 SOI 웨이퍼(55)가 제공된다(2-0). 제2 SOI 웨이퍼(55)는 DRIE 프로세스에 의해 구조화된다(2-1). 이는 2-부분 스페이서(41)(도 10) 또는 3-부분 스페이서(41)(도 6)를 생성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0121] 스페이서(41)는 이들의 현수부 위에 미러 본체(35)의 배열을 허용한다. 스페이서(41) 상의 미러 본체(35)의 설계는 특히 2 피봇 자유도를 가지는 통합 마이크로 액추에이터의 도움에 의해 미러(27)를 피봇시키는 것을 가능하게 한다.
- [0122] 기계적 성능 뿐만 아니라, 스페이서(41)는 미러 본체(35)에 대한 전기적 연결을 수용하는 임무를 가진다.
- [0123] 복합 미러 웨이퍼(56)의 생성은 도 7 및 도 11을 기초로 설명된다. 복합 미러 웨이퍼(56)의 생성을 위해, 미러 웨이퍼(46)는 스페이서(41)로 구조화된 제2 SOI 웨이퍼(55)에 연결된다. 직접 또는 공용 본딩 프로세스가 이를 위해 제공될 수 있다(3-1). 후속하여, 제2 SOI 웨이퍼(55)의 커버된 산화물 및 보유 웨이퍼가 제거된다. 후속하는 실리콘 및 실리콘-이산화물 에칭이 이를 위해 제공될 수 있다. SF₆ 또는 XeF₂ 플라즈마는 예컨대 실리콘의 등방성 에칭을 위해 제공될 수 있다. CHF₃/CF₄ 플라즈마 또는 HF 산 증기는 커버된 산화물의 에칭을 위해 제공될 수 있다.
- [0124] 그러한 방식으로 생성된 조립 미러는 알려진 프로세스 시퀀스로 더 처리될 수 있다. 개략적으로 그리고 도 8 및 도 12의 예로서 표현된 바와 같이, 복합 미러 웨이퍼(56)는 액추에이터 웨이퍼(57)에 연결될 수 있다. 액추에이터 웨이퍼(57)는 통합 액추에이터를 포함한다. 또한 이는 특히 개별 미러(27)의 변위 위치를 감지하기 위해 센서를 포함할 수 있다. 에칭 단계(4-2)에서, 중앙 전극(58)은 액추에이터 웨이퍼(57)의 후방 측부로부터 시작하여 에칭 분리된다.
- [0125] 그 다음, 미러 표면이 노광된다(4-3). SOI 웨이퍼(47)의 구성요소 부분이었던 커버된 SiO₂층과 상부 상에 배치된 보유 웨이퍼의 연속하는 에칭은 이를 위해 제공된다.
- [0126] 마지막으로, EUV-반사 코팅(59)은 개별 미러(27)의 반사 표면(34)을 생성하기 위해 미러 표면 상으로 퇴적된다. 미러 표면은 나노미터 미만의 조도(roughness)를 가진다. 이는 이중 SOI 웨이퍼(47)의 커버된 산화물층에 의해 EUV-반사 코팅의 퇴적의 시간까지 전체 생성 프로세스동안 결함과 오염으로부터 보호된다.
- [0127] 차폐 요소를 가지는 다중-미러 어레이(29)의 대안적인 실시예의 도 13 및 도 14를 참조로 하는 설명이 이어진다. 동일한 부분에는 전술된 예시적 실시예의 경우와 동일한 참조 부호가 주어지고, 이로써 그에 대한 참조가 이루어진다. 도 13 및 도 14에 도시된 실시예의 경우, 차폐 전극(25)은 개별 미러(27)의 후방 측부(21) 뒤의 구역에 배열된다. 차폐 전극(25)은 특히 지지 구조물(36) 상에 배열된다. 이들은 특히 차폐 와이어로 형성될 수 있다.

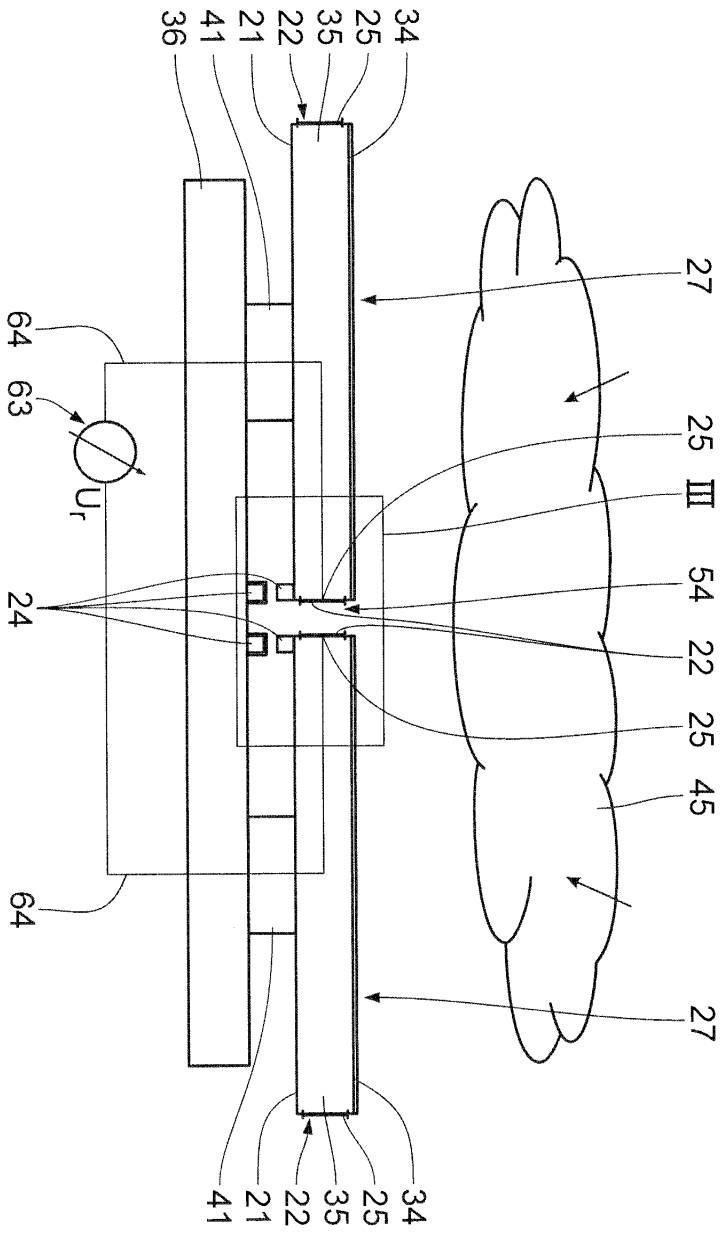
- [0128] 차폐 전극(25)은 특히 두 인접한 미러(27) 사이의 사이공간 뒤의 구역에 배열된다.
- [0129] 이들은 각 경우에 인접한 개별 미러(27) 사이의 거리(g)보다 더 큰 폭(b)을 가질 수 있다. 이는 플라즈마의 누출이 특히 효율적으로 방지되는 것을 허용한다. 특히 $b: g \geq 0.5$, 특히 $b: g \geq 0.7$, 특히 $b: g \geq 1.5$, 특히 $b: g \geq 2$, 특히 $b: g \geq 3$ 가 성립한다. 차폐 전극(25)의 폭(b)은 인접한 라인에 대한 전기 방전을 방지하기 위해서 이용가능한 전체 공간 및 기능적으로 안전한 틈새에 의해 실질적으로 제한된다.
- [0130] 차폐 전극(25)은 또한 액티브 와이어로 지칭된다. 이들은 개별 미러(27)의 후방 측부 뒤의 체적 구역 및 특히 거기에 배열된 전자 구성요소도 자유 전하로부터 보호할 수 있다. 이들은 특히 이러한 체적 구역에서 자유 전하의 확산을 방지할 수 있다. 특히, 제어가능한 전기 전압이 제어 디바이스(60)에 의해 차폐 전극(25)에 적용된다. 차폐 전극(25)에 적용된 차폐 전압은 특히 미러 기하구조와 또한 미러(27)의 전방 측부 앞의 구역에서 자유 전하 캐리어의 기대된 에너지에 적응될 수 있다.
- [0131] 양의 차폐 전압은 차폐 전극(25)에 적용될 수 있다. 이들은 이 경우 자유 전자 그리고 또한 음으로 대전된 이온을 위한 어트랙터로서 역할을 한다. 이 경우, 이들은 양으로 대전된 입자에 반발 효과를 가진다.
- [0132] 음의 전압은 또한 차폐 전극(25)에 적용될 수 있다. 이 경우, 이들은 전자 및 다른 음으로 대전된 입자에 반발 효과를 가지고 양으로 대전된 입자에 인력 효과를 가진다.
- [0133] 차폐될 사전결정된 체적 구역(62)에서의 민감한 전자 구성요소(61)의 교란은 차폐 전극(25)에 의해 효과적으로 방지된다.
- [0134] 차폐될 민감한 전자 구성요소(61)가 도 13 및 도 14에서 예로서 나타내어진다. 이들은 민감한 신호 및/또는 전류 라인일 수 있다. 이들은 또한 더욱 복잡한 전자 구성요소, 예컨대 ASIC일 수 있다.
- [0135] 지지 구조물(36) 상에 배열된 차폐 전극(25)으로서 차폐 요소를 구현하는 것은 특히 용이하게 실현될 수 있다. 이는 매우 낮은 전력 소비만을 요구한다. 이는 차폐될 체적 구역(62)의 매우 신뢰가능한 차폐를 초래한다.
- [0136] 도 13 및 도 14에 표현된 실시예의 대안례 및 발전예가 키워드의 형식으로 아래에서 설명된다.
- [0137] 개별 차폐 전극(25)의 대신에, 차폐 요소는 또한 상이한 형태 및/또는 구조를 가질 수 있다. 이들은 특히 각 경우에 두 개 이상의 와이어, 특히 서로 평행하게 배열된 와이어를 포함할 수 있다. 또한 이들은 그리드에 의해 형성될 수 있다. 이러한 대안례의 경우, 상이한 와이어 및/또는 상이한 그리드의 구역에 상이한 전압을 적용시키는 것이 가능하다.
- [0138] 차폐 전극(25)은 금속 표면을 가질 수 있다. 이들은 또한 폴리실리콘 표면을 가질 수 있다.
- [0139] 차폐 요소는 또한 코일 또는 코일형 구조로 형성될 수 있다. 이 경우에, 차폐 요소에 의해 생성되는 자기 필드는 특히 체적 구역(62)을 차폐하기 위해서도 사용될 수 있다.
- [0140] 차폐 요소의 다양한 대안례의 조합이 가능하다.

도면

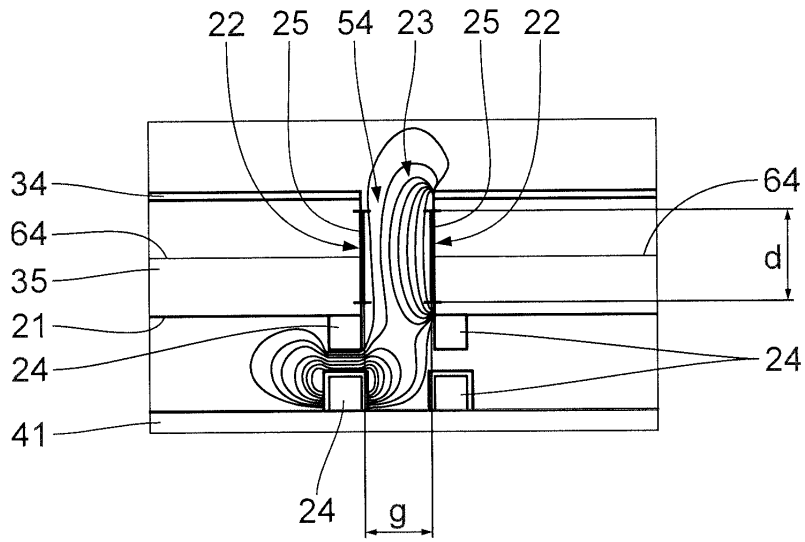
도면1



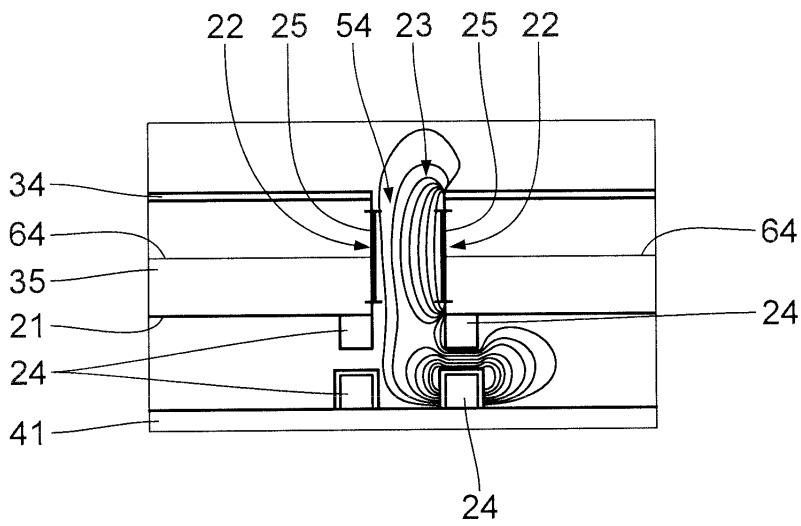
도면2



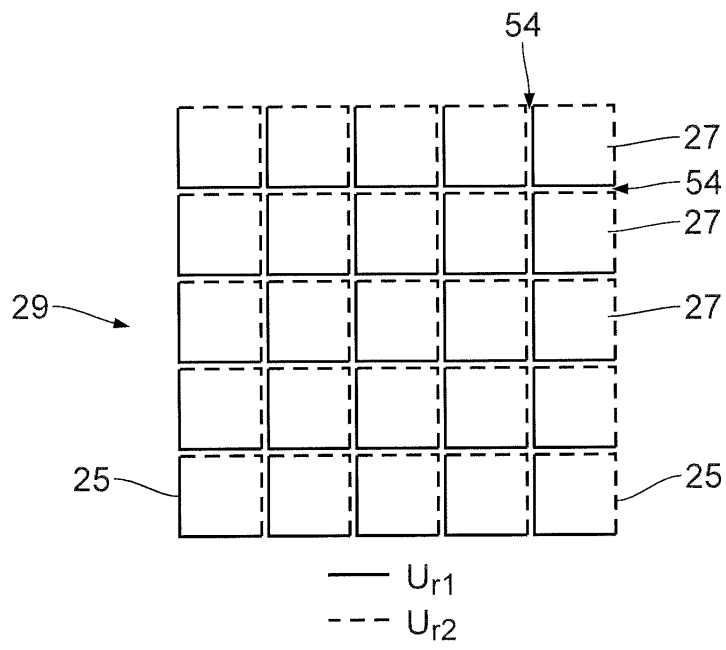
도면3a



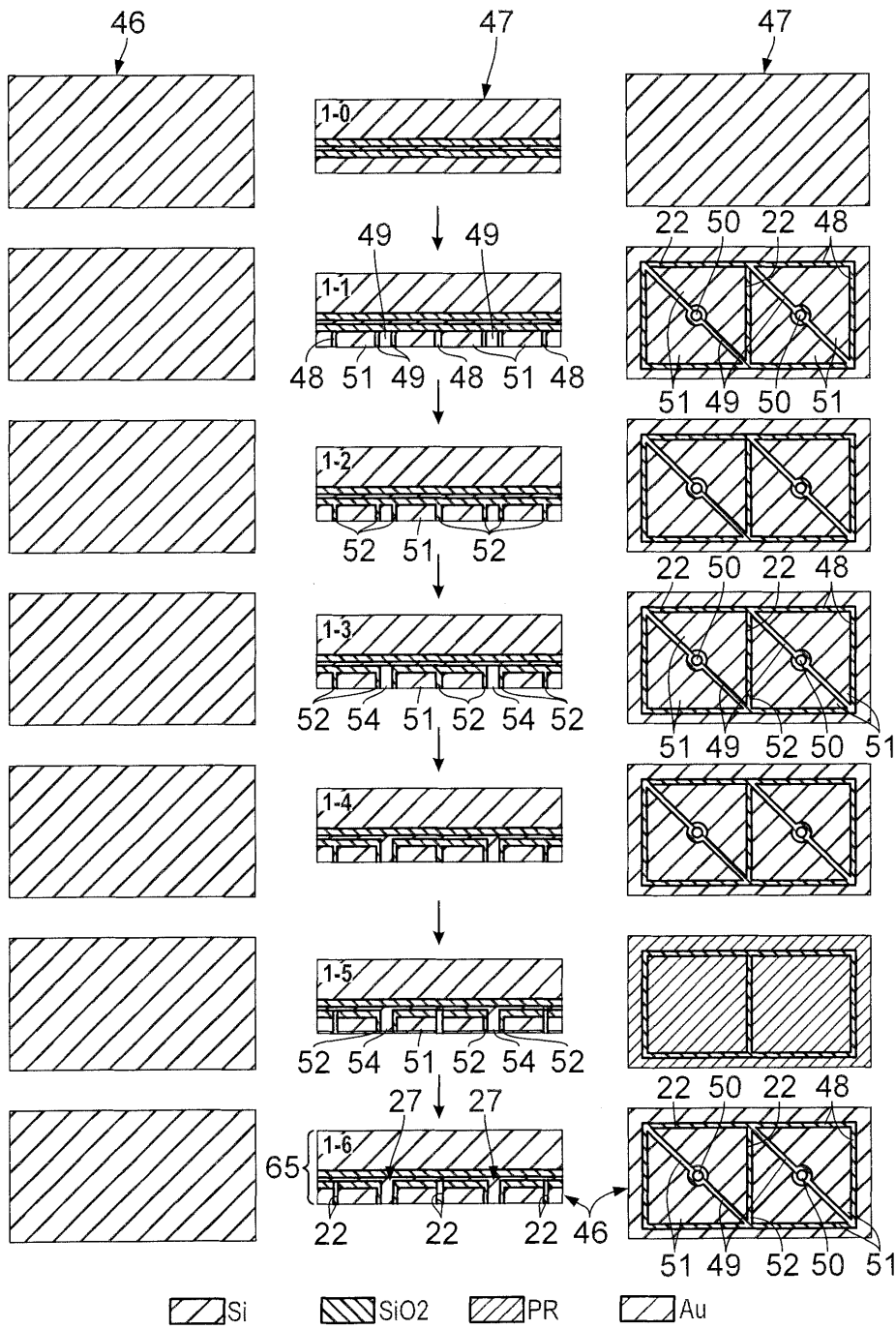
도면3b



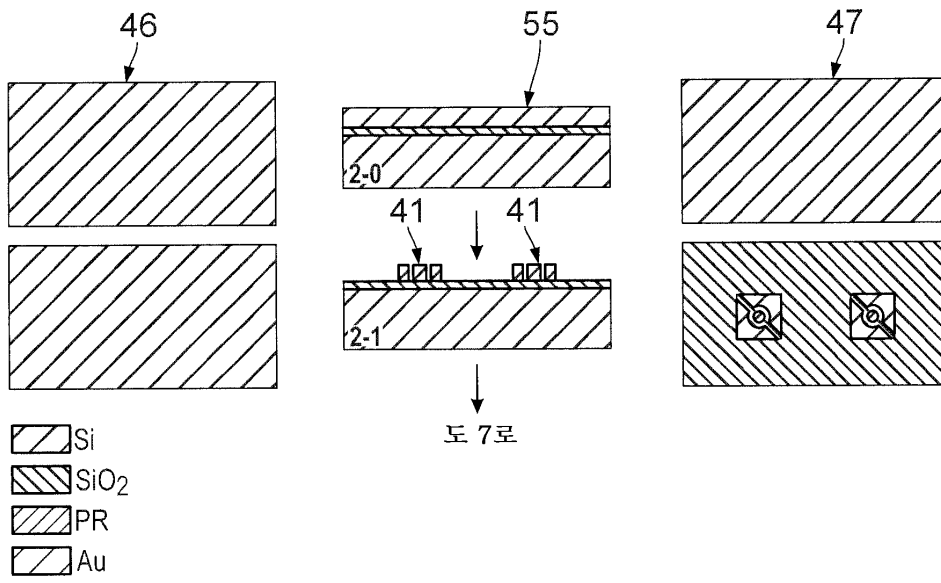
도면4



도면5

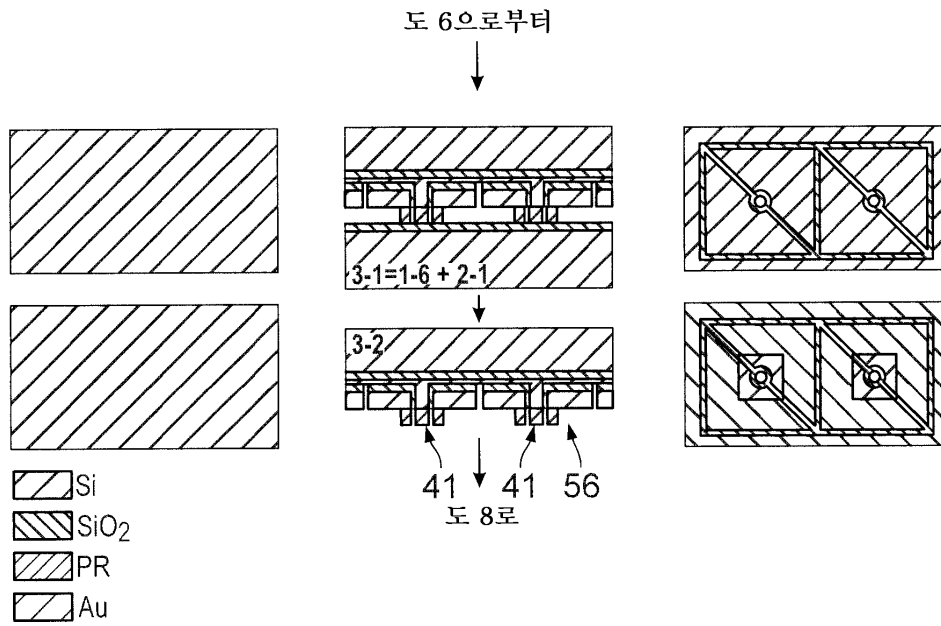


도면6



도 7로

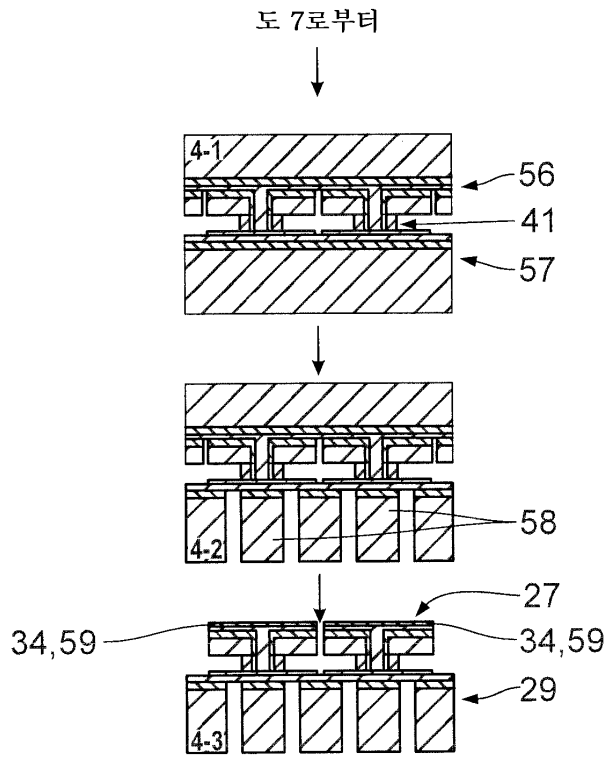
도면7



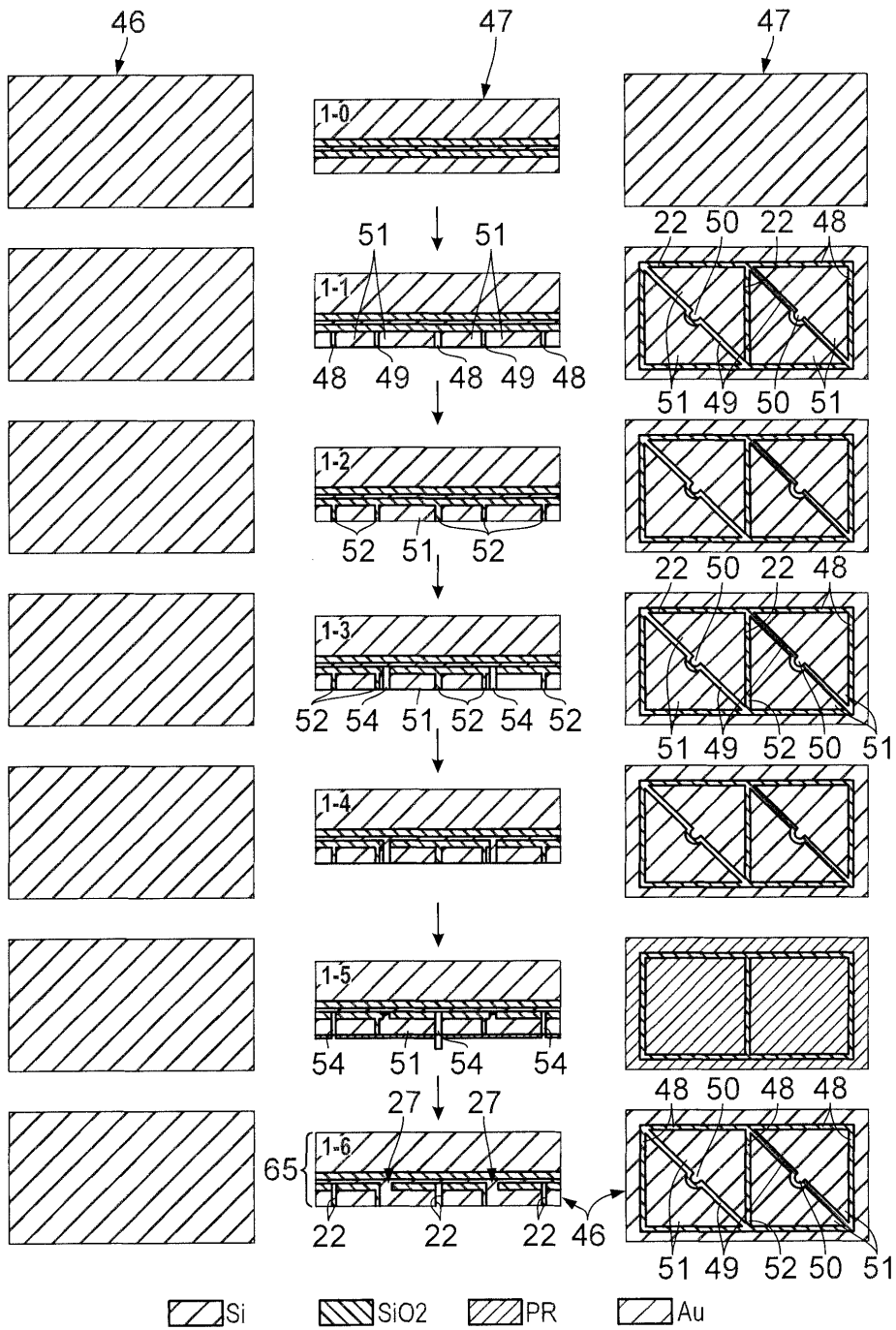
도 6으로부터

도 8로

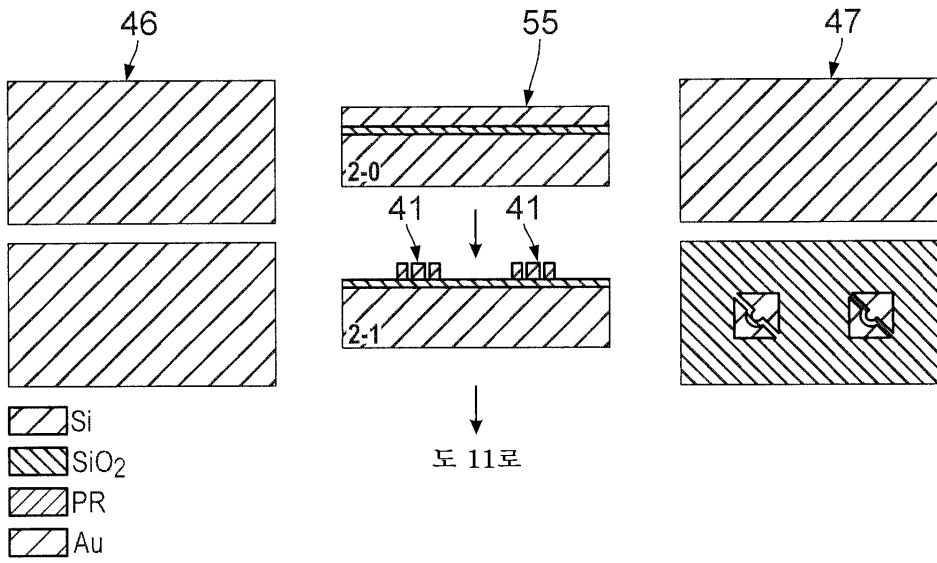
도면8



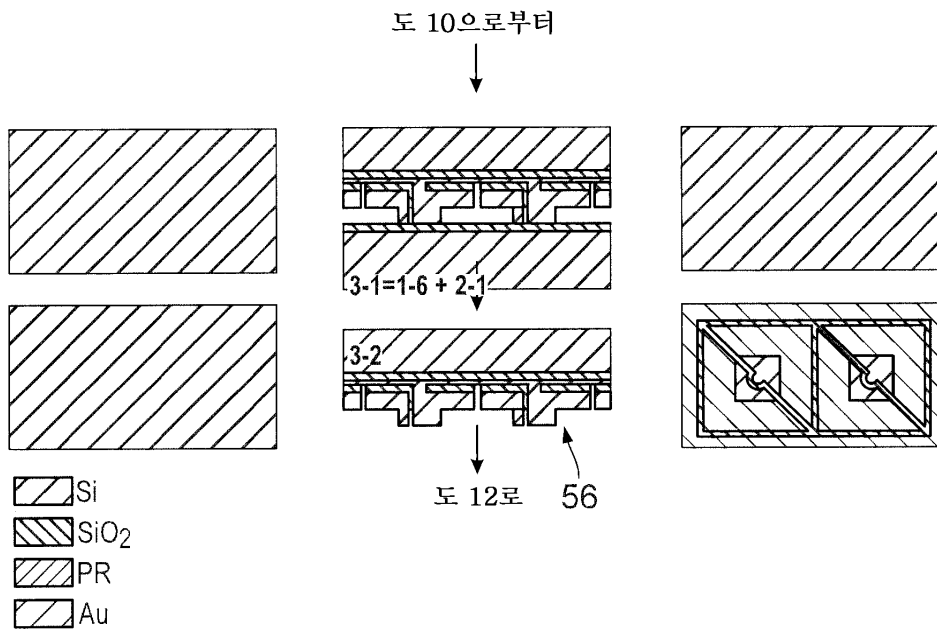
도면9



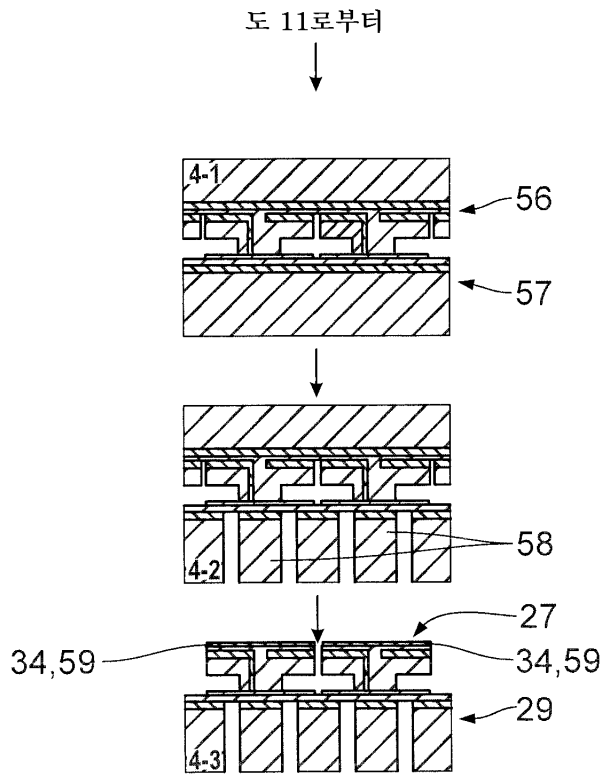
도면10



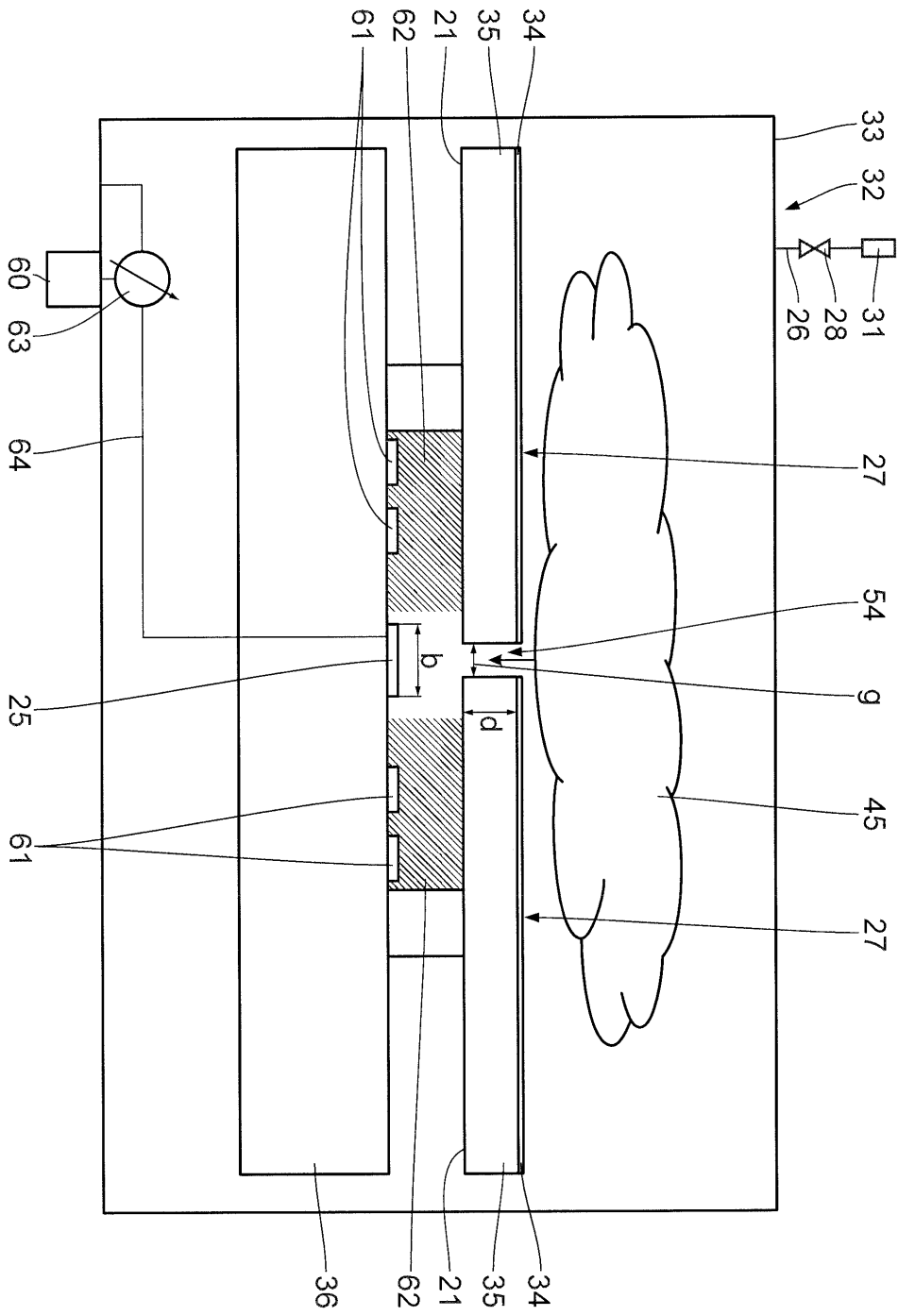
도면11



도면12



도면13



도면14

