(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0025715
(43) 공개일자 2025년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) *G02B 17/06* (2006.01)
G02B 27/00 (2020.01) *G02B 5/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70233 (2023.05)
G02B 17/0647 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7001847
(22) 출원일자(국제) 2023년06월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년01월17일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/065623
(87) 국제공개번호 WO 2023/247238
국제공개일자 2023년12월28일
(30) 우선권주장
10 2022 206 110.1 2022년06월20일 독일(DE)

(71) 출원인
칼 짜이스 에스엠티 게엠베하
독일 오버코헨 73447 루돌프-에버-슈트라쎄 2
(72) 발명자
쉬밥, 마르쿠스
독일, 73447 오버코헨, 루돌프-에버-슈트라쎄 2
(74) 대리인
(유)한양특허법인

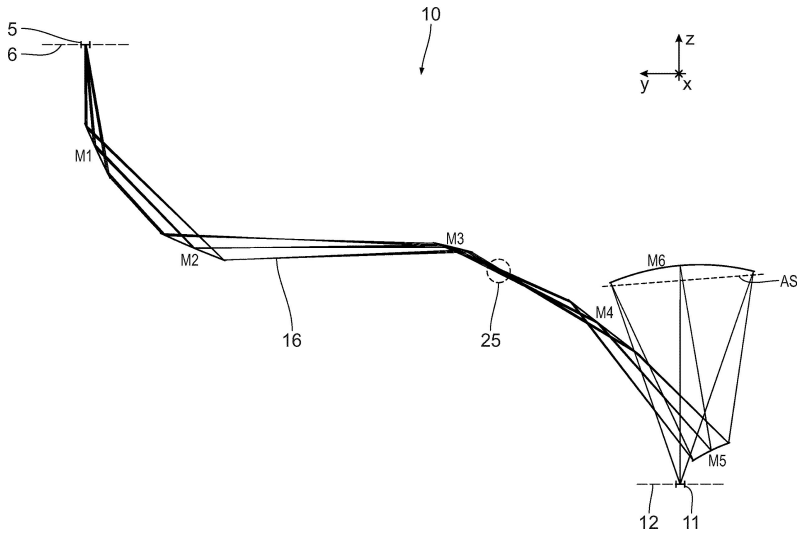
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **오브젝트 필드를 이미지 필드에 이미징하기 위한 이미징 EUV 광학 유닛**

(57) 요 약

이미징 EUV 광학 유닛(10)이 오브젝트 필드(5)를 이미지 필드(11)에 이미징하는 역할을 한다. 이 광학 유닛은 오브젝트 필드(5)로부터 이미지 필드(11)로의 이미징 빔 경로를 따라 30nm보다 짧은 파장에서 EUV 이미징 광(16)을 안내하기 위한 다수의 미러(M1 내지 M6)를 갖는다. 이 다수의 미러는 적어도 2개의 NI 미러(M5, M6)와 적어도 2개의 GI 미러(M1 내지 M4)를 포함한다. 이 다수의 미러(M1 내지 M6)의 전체 전달률이 10%보다 크다. 이로 인해, EUV 투영 노광 장치에 대한 유용성이 개선되는 이미징 EUV 광학 유닛을 얻는다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G02B 27/0012 (2013.01)
G02B 5/0891 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

오브젝트 필드(5)를 이미지 필드(11)에 이미징하기 위한 이미징 EUV 광학 유닛(10; 27; 28; 29; 30; 31)으로서,

상기 오브젝트 필드(5)로부터 상기 이미지 필드(11)로의 이미징 빔 경로를 따라 30nm보다 짧은 파장에서 EUV 이미징 광(16)을 안내하기 위한 다수의 미러(M1 내지 M6; M1 내지 M7; M1 내지 M8)를 가지며,

상기 다수의 미러(M1 내지 M6; M1 내지 M7; M1 내지 M8)는 적어도 2개의 NI 미러(M5, M6)와 적어도 2개의 GI 미러(M1 내지 M4; M1 내지 M6; M1 내지 M5)를 포함하며,

상기 다수의 미러(M1 내지 M6; M1 내지 M7; M1 내지 M8)의 총 전달률(total transmission)이 10%보다 큰, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 이미징 빔 경로에서 적어도 2개의 미러(M5, M6; M7, M8; M6, M7)가 NI 미러인 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 이미징 광학 유닛이 정확히 2개의 NI 미러(M5, M6; M7, M8; M6, M7)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이미징 광학 유닛이 정확히 4개의 GI 미러(M1 내지 M4) 또는 정확히 5개의 GI 미러(M1 내지 M5) 또는 정확히 6개의 GI 미러(M1 내지 M6)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이미징 광학 유닛이, 그 편향 효과(deflective effect) 면에서 추가하는 연속 GI 미러의 적어도 하나의 쌍(M1, M2; M3, M4; M1 내지 M3; M4 내지 M6; M4, M5)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서, 2개의 이미징 빔 경로 섹션이 각각의 2개의 연속 미러(M3, M4; M6, M7; M5, M6) 사이 및/또는 상기 EUV 광학 유닛(10)의 필드(11)와 미러(M6; M8; M7) 사이의 교차 영역(25)에서 교차하는 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 7

청구항 2 또는 청구항 6에 있어서, 2개의 교차하는 이미징 빔 경로 섹션이,

이미징 빔 경로 섹션으로서,

상기 이미징 빔 경로에서 끝에서 두 번째의 NI 미러(M5; M7; M6)의 상류의 미러(M4; M6; M5)와,

상기 이미징 빔 경로에서 끝에서 두 번째의 NI 미러(M5; M7; M6) 사이의 상기 이미징 빔 경로 섹션과,

상기 이미징 빔 경로에서 마지막 미러(M6; M8; M7)와 상기 이미지 필드(11) 사이의 이미징 빔 경로 섹션인 것을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오브젝트 필드(5) 상류의 이미징 빔 경로에서의 진입 퓨필을 특징으로 하는, 이미징 EUV 광학 유닛.

청구항 9

광학 시스템으로서,

이미징 광(16)으로 오브젝트 필드(5)를 조명하기 위한 조명 광학 유닛(4)과,

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 이미징 광학 유닛(10)을 갖는, 광학 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소들(28b; 30b; 33) 중 하나와 상기 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(28a; 30a; 32)과,

상기 오브젝트 필드(5)와 상기 이미징 광학 유닛(28; 30; 31)의 제1 구성요소 중 하나(M2) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(28c; 30c; 34)이 교차 영역(28d; 30d; 35)에서 교차하는 것을 특징으로 하는, 광학 시스템.

청구항 11

청구항 9 또는 청구항 10에 기재된 광학 시스템과, EUV 광원(3)을 갖는 투영 노광 장치.

청구항 12

구조화된 구성요소를 제조하는 방법으로서, 다음의 방법 단계:

레티클(7)과 웨이퍼(13)를 제공하는 단계,

청구항 9에 기재된 투영 노광 장치를 이용하여 상기 레티클(7) 상의 구조를 상기 웨이퍼(13)의 광 민감성 층 상에 투영하는 단계, 및

마이크로 구조 또는 나노 구조를 상기 웨이퍼(13) 상에 제조하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

청구항 12에 기재된 방법에 따라 제조되는 구조화된 구성요소.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 특허 출원은 독일 특허 출원 DE 10 2022 206.110.1의 우선권을 청구하며, 그 내용이 본 명세서에서 참조로서 인용된다.

[0002] 본 발명은 오브젝트 필드를 이미지 필드에 이미징하기 위한 이미징 EUV 광학 유닛에 관한 것이다. 더 나아가, 본 발명은 그러한 이미징 광학 유닛을 갖는 광학 시스템, 그러한 광학 시스템을 갖는 투영 노광 장치, 그러한 투영 노광 장치에 의해 마이크로 구조 또는 나노 구조의 구성요소를 제조하기 위한 방법, 및 이 방법에 의해 제조된 마이크로 구조 또는 나노 구조의 구성요소에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 앞서 기재한 타입의 투영 광학 유닛은 WO 2018/010 960A1, DE 10 2015 209 827A1, DE 10 2012 212 753A1, US 2010/0149509A1 및 US 4,964,706으로부터 알려져 있다. 전문가 논문, "EUV 스펙트럼 범위에서의 다층 반사의 편광 의존"(F. Scholze 등 저, SPIE의 프로시저, 볼륨 6151 615137-1 내지 -8)은 EUV 반사계에 의해 측정된 반사 데이터를 개시한다. DE 10 2011 075 579A1은 미러와, 그러한 미러를 갖는 마이크로리소그라픽 투영 노광 장치를 개시한다. DE 10 2015 226 529A1은 오브젝트 필드를 이미지 필드에 이미징하기 위한 이미징 광학 유닛과, 그러한 이미징 광학 유닛을 갖는 투영 노광 장치를 개시한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, EUV 투영 노광 장치에 대한 그 유용성(usability)이 개선되는 방식으로 앞서 기재한 타입의 이미징 EUV 광학 유닛을 개발하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명에 따라, 이 목적은 청구항 1에 명시한 특성을 갖는 이미징 EUV 광학 유닛에 의해 달성된다.

[0006] 본 발명에 따라, 이미징 EUV 광학 유닛 내에서 적어도 2개의 NI 미러와 적어도 2개의 GI 미러의 사용이 10%를 초과하는 매우 높은 총 전달률을 갖는 설계에 접근 가능하게 함이 인식되었다. 주어진 EUV 사용 광원 파워에 대해, 10%를 초과하는 총 전달률이 증가한 EUV 처리율을 이미지 필드에 허용하며, 그러므로 개선된 노광 파워를 허용한다. 대안적으로, 이미지 필드 상의 주어진, 필요한 노광 파워에 대해, 감소한 전원을 사용할 수 있다.

[0007] 이미징 EUV 광학 유닛은 적어도 4개의 GI 미러를 포함할 수도 있다.

[0008] 이미징 EUV 광학 유닛의 총 또는 전체 전달률은 11%보다 클 수도 있고, 12%보다 클 수도 있고, 13%보다 클 수도 있고, 14%보다 클 수도 있으며, 또한 15%보다 클 수도 있다. 이미징 EUV 광학 유닛의 전체 전달률은 적어도 11.8%일 수도 있다. 전체 전달률은, 미러의 개수로 인해 및 정기적으로는 최대로 80%인 이미징 광-안내 미러의 개별 전달률로 인해, 정상적으로는 20% 미만이다.

[0009] 이미징 EUV 광학 유닛은 0.5 미만, 특히 0.4 미만의 이미지측 개구수를 가질 수도 있다. 이미지측 개구수는 0.25보다 클 수도 있으며, 0.3보다 클 수도 있다.

[0010] 평균 파면수차(Mean Wavefront Aberration)(RMS)는 200mλ(λ: 사용 광의 파장) 미만일 수도 있으며, 100mλ 미만일 수도 있으며, 또한 50mλ 미만일 수도 있다. 이 파면 수차(RMS)는 정상적으로는 5mλ 초과일 수도 있다.

[0011] 이미징 EUV 광학 유닛의 오브젝트 필드는 오브젝트 평면에 위치할 수도 있다. 이미징 EUV 광학 유닛의 이미지 필드는 이미지 평면에 위치할 수도 있다. 오브젝트 평면은 이미지 평면에 평행하게 연장할 수도 있다. 오브젝트 평면은 0° 와 상이한 각도에서 이미지 평면에 대해 연장할 수도 있다.

[0012] 청구항 2에 따른 실시예는 특히 이미지 필드의 상류의 마지막 미러의 사용을 허용하며, 이 미러는, 그에 존재하는 아마도 상대적으로 작은 입사각에 의해 및 그 미러 치수에 의해 가능한 큰 이미지측 개구수를 명시한다.

[0013] 청구항 3 및 청구항 4에 따른 NI-GI 미러 양은 동시에 높은 전체 전달률과 우수한 이미징 품질의 유리한 조합인 것으로 알려졌다.

[0014] 청구항 5에 따른 미러 쌍은 그 빔 성형 효과 면에서 서로 잘 보상하는 것으로 알려졌다. 특히, 이미징 EUV 광학 유닛은 2개의 그러한 GI 미러 쌍을 포함할 수도 있으며, 이들 미러 쌍의 편향 효과(deflective effect)는 서로 상쇄하여, 제2 GI 미러 쌍의 편향 효과가 제1 GI 미러 쌍의 편향 효과에 대해 감산 효과를 갖는다. 결과적으로 전체적으로 달성될 수 있는 것은, 이미징 광에 관한 NI 미러의 총 편향 효과가 상대적으로 작으며, 결과적으로 오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 각도가 작으며, 오브젝트 평면이 바람직하게는 이미지 평면에 평행하게 연장하는 설계가 접근할 수 있게 남게 된다.

[0015] 청구항 6에 따른 교차 영역을 갖는 실시예는, 특히 미러 표면 상의 절대 입사각 면에서 및/또는 미러 상의 최소 가능 입사각 대역폭 면에서 반사도-최적화되는 이미징 EUV 광학 유닛의 미러 상의 입사각의 분배를 가능케 한다. 그러한 실시예는, 특히 미러의 고 반사성 코팅을 보장한다. 대안적으로, 그러한 교차 영역은 이미징 EUV 광학 유닛의 경우에는 존재하지 않을 수도 있다.

[0016] 이점은 청구항 7에 따른 교차 이미징 빔 경로 섹션의 구성에 적용되어, 끝에서 두 번째 NI 미러 상의 작은 입사각을 허용한다.

[0017] 청구항 8에 따른 진입 퓨필은 오브젝트 필드 상류의 이미징 광 빔 경로에서의 조명 광학 유닛의 사용을 허용하며, 그 경우에, 진입 퓨필에 배치된 조명 광학 유닛의 미러는 오브젝트 필드 상류의 마지막 EUV 광-안내 미러이다. 다른 경우에 필요했던, 개삽된 전달 광학 유닛으로 인한 반사도 손실이 삭제된다.

[0018] 청구항 9 또는 청구항 10에 따른 광학 시스템, 청구항 11에 따른 투영 노광 장치, 청구항 12에 따른 제조 방법

및 청구항 13에 따른 마이크로 구조 또는 나노 구조 구성요소의 장점은 본 발명에 따른 투영 광학 유닛을 참조하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응한다. 대안적인 조명 광 입력 결합이 청구항 10에 따른 광학 시스템에서 가능하며, 이 광학 시스템은 대응 설치 공간 요건을 만족할 수도 있다. 투영 노광 장치의 EUV 광원은, 최대 13.5nm, 13.5nm 미만, 10nm 미만, 8nm 미만, 7nm 미만, 예컨대 6.7nm 또는 6.9nm인 사용 파장이 나타나도록 구현될 수 있다. 6.7nm 미만, 특히 대략 6nm의 사용 파장이 또한 가능하다.

[0019] 특히, 반도체 구성요소, 예컨대 메모리 칩이 투영 노광 장치를 사용하여 제조될 수 있다.

[0020] 아래에서, 본 발명의 적어도 하나의 예시적인 실시예는 도면을 기반으로 하여 기재된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 EUV 투영 리소그라피를 위한 투영 노광 장치의 자오단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 7은, 도 1에 따른 투영 노광 장치에서 투영 렌즈로서 사용되는 이미징 광학 유닛의 실시예를 각 경우에 자오단면으로 도시하는 도면이며, 주광선에 대한, 및 상부 코마(coma) 광선 및 하부 코마 광선에 대한 이미징 빔 경로가 도시된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 다음의 기재에서, 마이크로리소그라픽 투영 노광 장치(1)의 핵심 구성요소가 먼저 예를 들어 도 1을 참조하여 기재된다. 투영 노광 장치(1) 및 그 구성요소의 기본 구조의 설명은 여기서 제한으로서 해석되지 않아야 한다.

[0023] 투영 노광 장치(1)의 조명 시스템(2)의 실시예는, 광 또는 복사선 소스(3) 외에, 오브젝트 평면(6)의 오브젝트 필드(5)를 조명하기 위한 조명 광학 유닛(4)을 갖는다. 대안적인 실시예에서, 광원(3)은 또한 조명 시스템의 나머지로부터 분리된 모듈로서 구비될 수도 있다. 이 경우에, 조명 시스템은 광원(3)을 포함하지 않는다.

[0024] 오브젝트 필드(5)에 배치된 레티클(7)이 노광된다. 레티클(7)은 레티클 홀더(8)에 의해 홀딩된다. 레티클 홀더(8)는 특히 스캐닝 방향으로, 레티클 변위 구동부(9)에 의해 변위될 수 있다.

[0025] 직교 xyz-좌표계를 설명용으로 도 1에 도시한다. x-방향은 도면의 평면에 수직으로 도면 내로 진행한다. y-방향은 수평으로 진행하며, z-방향은 수직으로 진행한다. 스캐닝 방향은 도 1에서 y-방향으로 진행한다. z-방향은 오브젝트 평면(6)에 수직으로 진행한다.

[0026] 투영 노광 장치(1)는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(10)을 포함한다. 투영 광학 유닛(10)은 오브젝트 필드(5)를 이미지 평면(12)의 이미지 필드(11)에 이미징하는 역할을 한다. 이미지 평면(12)은 오브젝트 평면(6)에 평행하게 연장한다. 대안적으로, 오브젝트 평면(6)과 이미지 평면(12) 사이에서 0° 와 상이한 각도가 또한 가능하다.

[0027] 레티클(7) 상의 구조가 이미지 평면(12)의 이미지 필드(11)의 영역에 배치되는 웨이퍼(13)의 광 민감성 층 상에 이미징된다. 웨이퍼(13)는 웨이퍼 홀더(14)에 의해 홀딩된다. 웨이퍼 홀더(14)는 특히 y-방향으로 웨이퍼 변위 구동부(15)에 의해 변위될 수 있다. 한편으론, 레티클 변위 구동부(9)에 의한 레티클(7)의 및 다른 한편으론 웨이퍼 변위 구동부(15)에 의한 웨이퍼(13)의 변위는 서로 동기화되는 방식으로 발생할 수도 있다.

[0028] 복사선 소스(3)는 EUV 복사선 소스이다. 복사선 소스(3)는 특히 사용 복사선 또는 조명 복사선으로서 이하에서 또한 지칭되는 EUV 복사선(16)을 방출한다. 특히, 사용 복사선은 5nm와 30nm 사이의 범위의 파장을 갖는다. 복사선 소스(3)는 플라스마 소스, 예컨대 LPP(Laser Produced Plasma) 소스 또는 GDPP(Gas Discharge Produced Plasma) 소스일 수 있다. 이것은 또한 싱크로트론-기반 복사선 소스일 수도 있다. 복사선 소스(3)는 자유 전자 레이저(FEL: Free Electron Laser)일 수도 있다.

[0029] 복사선 소스(3)로부터 발생하는 조명 복사선(16)은 컬렉터(17)에 의해 집속된다. 컬렉터(17)는 하나 이상의 타원 및/또는 쌍곡선(ellipsoidal and/or hyperboloidal) 반사 표면을 갖는 컬렉터일 수도 있다. 조명 복사선(16)은 그레이징 입사(GI: Grazing Incidence)로, 즉 45° 초과의 입사각으로 또는 수직 입사(NI: Normal Incidence)로, 즉 45° 미만의 입사각으로 컬렉터(17)의 적어도 하나의 반사 표면 상에 입사될 수 있다. 컬렉터(17)는 첫째 사용 복사선에 대해 그 반사도를 최적화하기 위해 및 둘째 부유 광을 억제하기 위해 구조화 및/또는 코팅될 수 있다.

[0030] 컬렉터(17) 하류에서, 조명 복사선(16)이 중간 초점 평면(18)에서 중간 초점을 통해 전파한다. 중간 초점 평면(18)은 복사선 소스(3)와 컬렉터(17)를 포함하는 복사선 소스 모듈과 조명 광학 유닛(4) 사이의 분리를 나타낼

수 있다.

[0031] 조명 광학 유닛(4)은 제1 퍼싯 미러(19)를 포함한다. 제1 퍼싯 미러(19)가 오브젝트 평면(6)에 광학적으로 켤레인 조명 광학 유닛(4)의 평면에 배치되며, 이 퍼싯 미러는 또한 필드 퍼싯 미러로서 지칭된다. 제1 퍼싯 미러(19)는 이하에서 또한 필드 퍼싯으로 지칭되는 복수의 개별 제1 퍼싯(20)을 포함한다. 이들 퍼싯 중 소수만이 설명용으로 도 1에 예시되어 있다.

[0032] 제1 퍼싯(20)은 마이크로스코픽 퍼싯, 특히 직사각형 퍼싯으로서 또는 아치형 에지 윤곽 또는 원의 일부의 에지 윤곽을 갖는 퍼싯으로서 구현될 수도 있다. 제1 퍼싯(20)은 평면 퍼싯으로서 또는 대안적으로 볼록 또는 오목 곡률을 갖는 퍼싯으로서 구현될 수도 있다.

[0033] DE 10 2008 009 600A1으로부터의 예로부터 알려진 바와 같이, 제1 퍼싯(20)은 그 자체가 각 경우에 복수의 개별 미러, 특히 복수의 마이크로미러로 구성될 수 있다. 제1 퍼싯 미러(19)는 특히 마이크로 전자기계식 시스템(MEMS 시스템)으로서 형성될 수도 있다. 상세하게는, DE 10 2008 009 600A1을 참조하기 바란다.

[0034] 평면 미러로서 구현될 수도 있지만, 대안적으로는 또한 빔 성형 효과를 가질 수도 있는 편향 미러(US)가 중간 초점 평면(18)의 중간 초점과 제1 퍼싯 미러(19) 사이에서 조명 광학 유닛(4)의 빔 경로에 위치한다.

[0035] 조명 광학 유닛(4)의 빔 경로에서, 제2 퍼싯 미러(21)가 제1 퍼싯 미러(19)의 하류에 배치된다. 제2 퍼싯 미러(21)가 조명 광학 유닛(4)의 퓨필 평면에 배치된다면, 이것은 또한 퓨필 퍼싯 미러로서 지칭된다. 제2 퍼싯 미러(21)는 또한 조명 광학 유닛(4)의 퓨필 평면으로부터 거리를 두고 배치될 수 있다. 이 경우에, 제1 퍼싯 미러(19)와 제2 퍼싯 미러(21)의 조합을 또한 정반사기로서 지칭한다. 정반사기는 US 2006/0132747A1, EP 1 614 008B1 및 US 6,573,978로부터 알려져 있다.

[0036] 제2 퍼싯 미러(21)는 다수의 제2 퍼싯(22)을 포함한다. 퓨필 퍼싯 미러의 경우에, 제2 퍼싯(22)은 또한 퓨필 퍼싯으로서 지칭된다.

[0037] 제2 퍼싯(22)은 또한 매크로스코픽 퍼싯일 수도 있으며, 이들 매크로스코픽 퍼싯은 예컨대 둥근, 직사각형 또는 그 밖의 육각형 경계를 가질 수도 있거나, 대안적으로는 마이크로미러로 구성되는 퍼싯일 수도 있다. 이 점에서, DE 10 2008 009 600A1를 또한 참조하기 바란다.

[0038] 제2 퍼싯(22)은 평면 반사 표면을 가질 수도 있거나, 대안적으로는 볼록하게 또는 오목하게 만곡된 반사 표면을 가질 수도 있다.

[0039] 조명 광학 유닛(4)은 결국 이중 퍼싯 시스템을 형성한다. 이 근본 원리는 또한 플라이스 아이 집광기(플라이스 아이 인테그레이터)로 지칭된다.

[0040] 투영 광학 유닛(10)의 퓨필 평면에 광학적으로 켤레인 평면에 정확히는 아니게 제2 퍼싯 미러(21)를 배치하는 것이 유리할 수 있다. 특히, 퓨필 퍼싯 미러(22)는, 예컨대 DE 10 2017 220 586A1에 기재된 바와 같이, 투영 광학 유닛(10)의 퓨필 평면에 대해 기울어지도록 배치될 수 있다.

[0041] 개별 제1 퍼싯(20)은 제2 퍼싯 미러(21)를 이용하여 및 선택적으로는 도 1에 도시하지 않은 전달 광학 유닛의 형태의 이미징 광학 조립체를 이용하여 오브젝트 필드(5)에 이미징된다.

[0042] 전달 광학 유닛은 정확히 하나의 미러를 포함할 수도 있지만, 대안적으로 또한 2개 이상의 미러를 포함하며, 이들 2개 이상의 미러는 조명 광학 유닛(4)의 빔 경로에서 앞뒤로 배치된다. 전달 광학 유닛은 특히 1개 또는 2개의 수직-입사 미러(NI 미러) 및/또는 1개 또는 2개의 그레이징-입사 미러(GI 미러)를 포함할 수도 있다. 조명 광학 유닛(4)은 도 1에 도시한 실시예에서, 즉 컬렉터(17)의 하류에 정확히 3개의 미러, 특히 편향 미러(US), 제1 퍼싯 미러(19) 및 제2 퍼싯 미러(21)를 갖는다.

[0043] 제2 퍼싯 미러(21)의 하류의 전달 광학 유닛이 필요 없을 정도로, 제2 퍼싯 미러(21)는 오브젝트 필드(5) 상류의 빔 경로에서 조명 복사선(16)에 대해 마지막 빔 성형 미러 또는 그 밖의 사실 마지막 미러이다. 전달 광학 유닛이 없는 조명 광학 유닛(4)의 예가 WO 2019/096654A1의 도 2에 개시되어 있다.

[0044] 제2 퍼싯(22)에 의해 또는 제2 퍼싯(22) 및 전달 광학 유닛을 사용한 제1 퍼싯(20)의 오브젝트 평면(6)으로의 이미징은 종종 오직 근사 이미징이다.

[0045] 투영 광학 유닛(10)은 다수의 미러, 즉 6개의 미러(M1 내지 M6)(도 2 비교)를 포함하며, 이들 미러는 투영 노광 장치(1)의 빔 경로에서 그 순서에 따라 연속적으로 번호가 매겨진다.

[0046] 도 1에 예시한 예에서, 투영 광학 유닛(10)은 6개의 미러(M1 내지 M6)를 포함한다. 4개, 5개 또는 임의의 다른 수의 미러(Mi)를 갖는 대안이 또한 가능하다.

[0047] 투영 광학 유닛(10)은 가려지지 않는(non-obscured) 광학 유닛이다. 미러(M1 내지 M6) 중 어느 것도 조명 복사선(16)에 대한 통과 개구를 포함하지 않는다.

[0048] 투영 광학 유닛(10)은 0.33의 이미지측 개구수를 갖는다. 투영 광학 유닛(10)의 실시예에 의존하여, 이미지측 개구수는 예컨대 0.25와 0.4 사이의 범위를 가질 수도 있다. 실시예에 의존하여, 투영 광학 유닛(10)의 이미지측 개구수는 또한 상이한 값을 채택할 수도 있다.

[0049] 미러(Mi)의 반사 표면은 회전 대칭 축이 없는 자유-형태 표면으로서 구현된다. 대안적으로, 미러(Mi)의 반사 표면은 반사 표면 형상의 정확히 하나의 회전 대칭 축을 갖는 비구면으로서 설계될 수 있다. 조명 광학 유닛(4)의 미러와 같이, 미러(Mi)는 조명 복사선(16)에 대한 고 반사성 코팅을 가질 수 있다. 이들 코팅은 다층 코팅, 예컨대 몰리브덴과 실리콘의 교호 층을 갖게 설계될 수 있다. 루테늄 코팅은 또한, 특히 그레이징 입사를 위한 미러(GI 미러)를 코팅하기 위해 가능하다.

[0050] 투영 광학 유닛(10)은 x-방향으로, 즉 스캐닝 방향(y)에 수직인 방향으로 4:1의 비를 갖는 크기의 감소를 초래한다. 게다가, 투영 광학 유닛(10)은 이 x-방향으로 이미지 반전(inversion)을 초래한다. 그에 따라, x-방향으로의 이미징 스케일(β_x)는 -4.00이다.

[0051] 스캐닝 방향(y)으로, 투영 광학 유닛(10)은 다시 한번 4:1의, 그러나 이 경우에 이미지 반전을 갖지 않는 크기 감소(β_y=+4.00)를 초래한다.

[0052] 투영 광학 유닛(10)은 또한 대안적인 실시예에서 아나모픽(anamorphic) 설계를 가질 수도 있다. 그 경우에, 투영 광학 유닛은 x- 및 y-방향으로 상이한 이미징 스케일(β_x, β_y)을 갖는다. 투영 광학 유닛(7)의 2개의 이미징 스케일(β_x, β_y)은 바람직하게는 (β_x, β_y) = (+/-4, +/-8)이다.

[0053] 다른 이미징 스케일이 또한 가능하다. 동일한 부호를 갖는 이미징 스케일이 또한 x- 및 y-방향으로 가능하다.

[0054] 이미지 필드(11)는 26㎜의 x-범위 및 2.5㎜의 y-범위를 갖는다.

[0055] 이미지 필드는 부분-링-형상 실시예를 가질 수도 있다.

[0056] 대안적으로, 이미지 필드는 또한 직사각형 실시예를 가질 수도 있다.

[0057] 오브젝트 필드(5)와 이미지 필드(11) 사이의 빔 경로에서 x-방향 및 y-방향에서의 중간 이미지 평면의 개수는 투영 광학 유닛(10)의 경우에 상이하다. yz-평면에서, 투영 광학 유닛(10)은, 도 2에 따른 자오단면에 도시한 바와 같이, 미러(M3와 M4) 사이의 중간 이미지 평면(24)에서 중간 이미지를 갖는다. 이미징 스케일(β_x=-4.00)을 갖고 그에 수직인 이미징 방향에서, 투영 광학 유닛(10)은 중간 이미지를 갖지 않는다. x- 및 y-방향으로의 상이한 개수의 그러한 중간 이미지를 갖는 투영 광학 유닛의 예가 US 2018/0074303A1으로부터 알려져 있다. 대안적으로, 투영 광학 유닛(10)은 또한 x-방향 및 y-방향으로 중간 이미지가 없거나 동일한 수의 중간 이미지를 갖고 설계될 수도 있다.

[0058] 각 경우에 퓨필 퍼싯(22) 중 하나가 오브젝트 필드(5)를 조명하기 위한 조명 채널을 각 경우에 형성하기 위한 필드 퍼싯(20) 중 정확히 하나에 할당된다. 특히, 이점은 콜러 원리에 따라 조명을 산출할 수 있다. 먼 필드는 필드 퍼싯(20)을 이용하여 복수의 오브젝트 필드(5)로 분해된다. 필드 퍼싯(20)은 그에 각각 할당되는 퓨필 퍼싯(22) 상의 중간 초점의 다수의 이미지를 생성한다.

[0059] 필드 퍼싯(20)은, 오브젝트 필드(5)를 조명할 목적으로 서로 중첩되는 방식으로 각 경우에 할당된 퓨필 퍼싯(22)에 의해 레티클(7) 상에 이미징된다. 오브젝트 필드(5)의 조명은 특히 가능한 균일하다. 이것은 바람직하게는 2% 미만의 균일성 에러를 갖는다. 필드 균일성은 상이한 조명 채널을 중첩함으로써 달성될 수 있다.

[0060] 투영 광학 유닛(10)의 진입 퓨필의 조명은 퓨필 퍼싯의 배치에 의해 기하학적으로 규정될 수 있다. 투영 광학 유닛(10)의 진입 퓨필에서의 세기 분포는 조명 채널, 특히 광을 안내하는 퓨필 퍼싯의 서브세트를 선택함으로써 설정될 수 있다. 이 세기 분포는 또한 조명 설정 또는 조명 퓨필 채움으로서 지칭된다.

[0061] 규정된 방식으로 조명된 조명 광학 유닛(4)의 조명 퓨필의 섹션의 영역에서의 마찬가지로 바람직한 퓨필 균일성은 조명 채널의 재분배에 의해 달성될 수 있다.

[0062] 오브젝트 필드(5)의 조명 및 특히 투영 광학 유닛(10)의 진입 퓨필의 추가 양상 및 상세를 이후 기재할 것이다.

[0063] 투영 광학 유닛(10)은 특히 공심(homocentric) 진입 퓨필을 가질 수도 있다. 이것은, 도 2에 따른 투영 광학 유닛(10)의 실시예에서처럼, 접근 가능할 수도 있다.

[0064] 투영 광학 유닛(10)은, x-방향 및 y-방향 모두에서, 빔 경로에서 오브젝트 필드(5)의 상류 1500mm와 2000mm 사이의 범위에 있으며 특히 1800mm와 2200mm 사이의 범위에 위치하는 진입 퓨필(EP)(도 1과 비교)을 갖는다. 이 진입 퓨필의 배치 평면은 도 1에서 EP로 표시된다. 그에 따라, 퓨필 퍼싯 미러(21)가 조명 또는 이미징 광(16)의 빔 경로에서 오브젝트 필드(5)의 상류 대략 2m에 배치된다면, 퓨필 퍼싯 미러(21)는 "투영 광학 유닛의 진입 퓨필의 영역의 배치"의 포지션 조건을 만족한다.

[0065] 진입 퓨필은 또한 투영 광학 유닛(10)의 대안적인 실시예의 경우에 접근할 수 없을 수도 있어서, 결과적으로, 퓨필 퍼싯 미러(21)의 배치 평면은 조명 광학 유닛(4)의 추가 구성요소를 이용하여 진입 퓨필에 이미징된다.

[0066] 투영 광학 유닛(10)의 진입 퓨필은, 대체로, 퓨필 퍼싯 미러(21)를 사용하여 정확히 조명될 수 없다. 애퍼처 광선은 종종, 퓨필 퍼싯 미러(21)의 중심을 웨이퍼(13) 상에 텔레센트릭적으로 이미징하는 투영 광학 유닛(10)을 이미징할 때 단일 지점에서 가로지르지 않는다. 그러나 쌍으로 결정되는 애퍼처 광선의 간격이 최소가 되는 에어리어를 찾을 수 있다. 이 에어리어는 진입 퓨필 또는 그에 켤레인 실제 공간에서의 에어리어를 나타낸다. 특히, 이 에어리어는 유한 곡률을 갖는다.

[0067] 투영 광학 유닛(10)은 접선 빔 경로에 대해 및 시상 빔 경로에 대해 진입 퓨필의 상이한 자세를 갖는 경우가 있을 수도 있다. 이 경우에, 이미징 요소, 특히 전달 광학 유닛의 광학 구성요소 부분이 제2 퍼싯 미러(21)와 레티클(7) 사이에 구비되어야 한다. 이 광학 요소를 이용하여, 접선 진입 퓨필과 시상 진입 퓨필의 상이한 포지션이 고려될 수 있다.

[0068] 도 1에 예시한 조명 광학 유닛(4)의 구성요소의 배치에서, 퓨필 퍼싯 미러(21)는 이미지 평면(5)에 관해 기울어지도록 배치된다. 제2 퍼싯 미러(21)는 제1 퍼싯 미러(19)에 의해 규정된 배치 평면에 관해 기울어지도록 또한 배치된다.

[0069] 투영 광학 유닛(10)에 관한 추가 상세가 이후 도 2를 기초로 하여 기재될 것이다.

[0070] 투영 광학 유닛(10)은 투영 광학 유닛(10)의 이미징 빔 경로에서 2개의 NI 미러(수직 입사를 위한 미러; 수직 입사 미러), 즉 2개의 마지막 미러(M5 및 M6)를 갖는다. 이미징 광(16)이 45° 미만의 입사각에서 이들 2개의 NI 미러(M5, M6) 상에 충돌한다. 각각의 NI 미러 상에 입사한 이미징 광(16)의 최대 입사각이 40° 미만일 수도 있고, 35° 미만일 수도 있고, 30° 미만일 수도 있고, 25° 미만일 수도 있고, 20° 미만일 수도 있고, 15° 미만일 수도 있고, 또한 10° 미만일 수도 있다.

[0071] 투영 광학 미러(10)의 다른 미러(M1 내지 M4)는 GI 미러(그레이징 입사를 위한 미러, 그레이징 입사 미러)이다. 이들 미러(M1 내지 M4)에 대해, 각 경우에 45° 초과의 미러 상의 조명 광(16)의 입사각이 있다. 각각의 GI 미러 상에 입사하는 최소 입사각은 50° 초과일 수도 있고, 55° 초과일 수도 있고, 60° 초과일 수도 있고, 65° 초과일 수도 있고, 70° 초과일 수도 있고, 75° 초과일 수도 있으며, 또한 80° 초과일 수도 있다.

[0072] GI 미러(그레이징 입사 미러)에서의 반사에 관한 정보가 WO 2012/126867A에서 찾을 수 있다. NI 미러(수직 입사 미러)의 반사도에 관한 추가 정보는 DE 101 55 711A에서 찾을 수 있다.

[0073] 미러(M1 내지 M6) 중 어느 것도 통과 개구를 갖지 않으며, 각 경우에 간격을 갖지 않는 연속 영역에서 반사 방식으로 사용된다.

[0074] 도 2는 미러(M1 내지 M6)의 계산된 반사 표면을 예시한다. 미러(M1 내지 M6)의 사용 반사 표면은 (미도시한) 미러 본체에 의해 알려진 방식으로 운반된다.

[0075] 투영 광학 유닛(10)을 통한 이미징 빔 경로를 따른 조명 광(16)에 대한 미러(M1 내지 M6)의 반사도의 곱(product)으로서 나타나는, 투영 광학 유닛(10)의 전체 전달률은 도 2에 따른 투영 광학 유닛(10)에서 15.12%의 값을 갖는다. 평균적으로, 미러(M1 내지 M6)의 각각의 개별 하나는 그에 따라 73%의 반사도를 갖는다.

[0076] 투영 광학 유닛(10)의 이미징 빔 경로에서 처음 2개의 미러(M1, M2)는, 그 편향 효과 면에서 추가하는 연속 GI 미러의 쌍이다. 그에 따라, 투영 광학 유닛(10)의 이미징 빔 경로에서의 2개의 후속한 미러(M3 및 M4)는 그 편향 효과 면에서 추가하는 연속 GI 미러의 쌍이다. 이들 2개의 쌍, 한편으론 M1, M2 및 다른 한편으론 M3, M4가 서로 반대 면에 있는 편향 효과를 갖는다. 다시 말해, 제2 GI 미러 쌍(M3, M4)의 편향 효과는 제1 GI 미러 쌍

(M1, M2)의 편향 효과에 관해 감산 효과를 갖는다.

[0077] yz-평면에서, 투영 광학 유닛(10)의 제1 퓨필 평면은 미러(M2와 M3) 사이의 이미징 광의 빔 경로에 위치한다. yz-평면의 제2 퓨필 평면은, 미러(M6)에서 이미징 광(16)의 반사에 인접한 이미징 빔 경로의 위치에서, 그에 수직인 xz-평면에서 퓨필 평면과 동일한 위치에 위치한다. 애퍼처는, 특히 에지 측 상에서 이미징 빔 경로의 경계를 정하며(bound) 미러(M6)에 부착될 수도 있는 애퍼처 조리개에 의해 투영 광학 유닛(10)의 경우에 제한될 수 있다. 필요한 경우, 내부 가려짐(inner obscuration)이 또한 적절한 조리개 부분을 이용하여 미러(M6) 상에서 규정될 수도 있다.

[0078] 오브젝트 필드(5)의 중심 필드 점과 이미지 필드(11)의 중심 필드 점 사이의 y-오프셋은 투영 광학 유닛(10)의 경우에 대략 3570mm이다.

[0079] 미러(M5)와 이미지 필드(11) 사이의 z-거리는 140mm이다.

[0080] 오브젝트 필드(5)와 이미지 필드(11) 사이의 거리는 오브젝트 필드에 수직인 방향으로 2600mm이다.

[0081] 오브젝트 평면(6)과 이미지 평면(12)은 서로 평행하게 연장한다.

[0082] 전체 투영 광학 유닛(10)은 860mm, 4011mm 및 1993mm의 xyz-에지 길이를 갖는 직육면에에 수용될 수 있다.

[0083] 투영 광학 유닛(10)의 이미징 빔 경로는 교차 영역(25)을 포함하며, 이 영역에서, 이미징 빔 경로의 2개의 이미징 빔 경로 섹션이 교차한다. 이들 교차하는 이미징 빔 경로 섹션 중 제1은 미러(M4와 M5) 사이의 섹션이다. 이들 교차하는 이미징 빔 경로 섹션 중 제2는 미러(M6)와 이미지 필드(11) 사이의 섹션이다.

[0084] 미러(M1 내지 M6)는 이미징 광(16)에 대해 미러(M1 내지 M6)의 반사도를 최적화하는 코팅을 운반한다. 특히 GI 미러의 경우, 이 코팅은 란타늄 코팅, 붕소 코팅 또는 란타늄의 최상부 층을 갖는 붕소 코팅 또는 그 밖에 루테늄 코팅일 수도 있다. 다른 코팅 재료, 특히 질화 란타늄 및/또는 B_4C가 사용될 수도 있다. 그레이징 입사를 위한 미러(M1 내지 M4)에서, 예컨대 붕소 또는 란타늄의 하나의 플라이(ply)를 갖는 코팅을 사용할 수 있다. 특히 수직 입사를 위한 미러(M5 및 M6)의 고 반사성 층은 복수-플라이 층으로서 구성될 수 있으며, 연속 층이 상이한 재료로 제조될 수 있다. 대안적인 재료 층이 또한 사용될 수 있다. 전형적인 복수-플라이 층이, 각각 붕소의 층과 란타늄의 층으로 각각 이루어진 50개의 이중 층을 가질 수 있다. 질화 란타늄 및/또는 붕소, 특히 B_4C를 함유하는 층이 또한 사용될 수도 있다.

[0085] 표 1은, 아래에서 투영 광학 유닛(10)의 파라미터를 요약한다. 앞서 이미 설명한 데이터 외에, 표 1은 또한 z-축에 대한 중심 필드 점의 주광선의 각도(5.20°), 투영 광학 유닛의 사용 가능한 에텐듀(etendue) 및 평균 파면 수차(RS)를 명시한다.

[0086] [도 2에 대한 표 1]

파장	13.5 nm
이미지측 애퍼처	0.33
β_x	-4.00 (중간 이미지 갖지 않음)
β_y	+4.00 (중간 이미지 가짐)
주 광선각	5.20°
에텐듀	7.08 mm^2
평균 파면 수차(RMS)	+175.579 mλ
전체 전달률	15.12%
진입 퓨필의 포지션(x)	-2219.985 mm
진입 퓨필의 포지션(y)	-2023.237 mm
y-방향에서의 오브젝트-이미지 오프셋	3567.91 mm
이미지 필드 크기(x)	26 mm
이미지 필드 크기(y)	2.5 mm
M5와 이미지 평면 사이의 거리	140 mm
오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 거리	2600.10 mm
오브젝트와 이미지 평면 사이의 기울기	0.0°
설치 공간 직육면체	(860 x 4011 x 1993) mm

[0087]

[0088] 표 2a 및 표 2b는 아래에서 투영 광학 유닛(10)의 미러(M1 내지 M6)에 대한 파라미터, "최대 입사각", "x-방향에서의 반사 표면의 범위", "y-방향에서의 반사 표면의 범위" 및 "최대 미러 직경"을 요약한다.

[0089] [도 2에 대한 표 2a]

	M1	M2	M3
최대 입사각[°]	73.6	67.9	79.3
최소 입사각[°]	67.0	66.6	73.5
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	240.6	347.5	552.9
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	350.4	415.8	244.8
최대 미러 직경[mm]	374.1	440.6	557.3

[0090]

[0091] [도 2에 대한 표 2b]

	M4	M5	M6
최대 입사각[°]	83.5	27.3	5.6
최소 입사각[°]	75.6	6.3	2.9
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	485.8	291.5	859.9
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	535.8	237.7	859.9
최대 미러 직경[mm]	549.1	291.6	860.8

[0092]

[0093] 4개의 GI 미러(M1 내지 M4)에 대해, 66.6° 의 입사 광(16)의 최소 입사각과 83.5° 의 최대 입사각이 있다. 2개의 NI 미러(M5, M6)에 대해, 2.9° 의 최소 입사각과 27.3° 의 최대 입사각이 있다. 최대 입사각은 10° 미만이며, 특히 마지막 미러(M6)에서 6° 미만이다.

[0094] 최소 입사각은 70° 초과이며, 마지막 2개의 GI 미러(M3, M4)에서 심지어 73° 초과이다. 최소 입사각은 마지막 GI 미러(M4)에서 75° 초과이다.

[0095] x-방향에서 최소 반사 표면 범위를 갖는 미러가 미러(M1)이며, 그 범위는 250mm 미만이다. y-방향에서 최소 반사 표면 범위를 갖는 미러는 미러(M5)이며, 240mm 미만의 범위를 갖는다. 미러(M3 및 M5)의 y-범위는 250mm 미만이다. 모든 미러(M1 내지 M6)는 200mm 초과의 x/y-반사 표면 범위를 갖는다.

[0096] 가장 큰 미러는 미러(M6)이며, 이 미러는 실질적으로 860mm의 직경을 갖는 원형이다.

[0097] 미러(M1 내지 M6)는 회전 대칭 함수에 의해 기술될 수 없는 자유-형태 표면으로서 구현된다. 미러(M1 내지 M6) 중 적어도 하나가 회전 대칭 비구면으로서 구현되는 투영 광학 유닛(10)의 다른 실시예가 또한 가능하다. 또한 모든 미러(M1 내지 M6)는 그러한 비구면으로서 구현될 수 있다.

[0098] 자유-형태 표면은 다음의 자유-형태 표면 수학식(수학식 1)에 의해 기재될 수 있다:

$$Z=\frac{c_x x^2+c_y y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_x)(c_x x)^2-(1+k_y)(c_y y)^2}}$$

$$+C_1x+C_2y$$
$$+C_3x^2+C_4xy+C_5y^2$$
$$+C_6x^3+\ldots+C_9y^3$$
$$+C_{10}x^4+\ldots+C_{12}x^2y^2+\ldots+C_{14}y^4$$
$$+C_{15}x^5+\ldots+C_{20}y^5$$
$$+C_{21}x^6+\ldots+C_{24}x^3y^3+\ldots+C_{27}y^6$$
$$+\ldots \qquad (1)$$

[0099]

[0100] 다음이 이 수학식 1의 파라미터에 적용된다:

[0101] Z는 지점(x, y)에서의 자유-형태 표면의 시상 높이이며, 여기서 $x^2+y^2=r^2$이다. 여기서 r은 자유-형태 표면 수학식의 기준 축(x=0; y=0)으로부터의 거리이다.

[0102] 이 자유-형태 표면 수학식 1에서, C_1, C_2, C_3...은 x 및 y의 멱(powers)에서의 자유-형태 표면 시리즈 확장의 계수를 나타낸다.

[0103] 원뿔 베이스 에어리어의 경우에, c_x, c_y는 대응 비구면의 정점 곡률에 대응하는 상수이다. 그에 따라, $c_x=1/R_x$(1/RDX) 및 $c_y=1/R_y$(1/RDY)가 적용된다. k_x 및 k_y(CCX, CCY) 각각은 대응 비구면의 원뿔 상수에 대응한다. 그에 따라, 수학식 1은 쌍원뿔 자유-형태 표면을 기재한다.

[0104] 대안적인 가능 자유-형태 표면은 회전 대칭 기준 표면으로부터 생성될 수 있다. 마이크로리소그라픽 투영 노광 장치의 투영 광학 유닛의 미러의 반사 표면의 그러한 자유-형태 표면이 US 2007 0 058 269A1으로부터 알려져 있다.

[0105] 대안적으로, 자유-형태 표면은 또한 2차원 스플라인 표면을 이용하여 기재할 수 있다. 이에 대한 예로 베지어 곡선(Bezier curves) 또는 비-균일 유리 기저 스플라인(NURBS: Non-Uniform Rational Basis Splines)이 있다. 예를 들어, 2-차원 스플라인 표면은 xy-평면에서의 지점 격자 및 관련 z-값에 의해 또는 이들 지점 및 그와 연관된 그레디언트에 의해 기재될 수 있다. 스플라인 표면의 각각의 타입에 의존하여, 전체 표면은, 예컨대 연속성 및 그 미분 가능성(continuity and differentiability) 면에서 특정 속성을 갖는 다항식 또는 함수를 사용하여 격자 지점 사이의 보간에 의해 획득된다. 이에 대한 예로 해석 함수(analytical function)가 있다.

[0106] 투영 광학 유닛(10)의 미러(M1 내지 M6)의 반사 표면의 광학 설계 데이터를 아래의 추가 표로부터 모을 수 있다.

[0107] 표 3은, 이미지 필드(11)의 xyz-좌표계와 관련하여, 오브젝트 필드(5)의 에어리어 및 각각의 미러 표면의 표면 원점의 좌표를 명시한다.

[0108] 제1 열은 y-방향(제1 열) 및 z-방향(제2 열)에서의 이미지 필드(11)의 중심에서의 좌표 원점으로부터 오브젝트 필드(5) 또는 각각의 미러의 거리를 명시한다.

[0109] 표 3의 추가 열은, x-, y- 및 z-축에 관련하여 오브젝트 필드(5) 또는 미러(M1 내지 M6)의 각각의 표면의 기울기 값을 추가로 명시한다. 도 2에 따른 실시예에서, 오브젝트 필드(5)나 이미지 필드(11) 중 어느 것도 x-축에 관해 기울어지지 않으며 서로 평행하게 연장하지 않는다.

[0110] 표 4는, 미러(M1 내지 M6)에 대해 별도로, 파라미터(RDX, RDY, CCX, CCY) 및 상기 수학식 1에 따른 자유-형태 표면 시리즈 확장의 계수(C1, C2, C3...)의 값을 x 및 y에서 멱에 따라 정렬하여 표로 나타낸 것이다.

[0111] 표 5는, 미러(M1 내지 M6)의 반사도와, 또한 15.4584%인 투영 광학 유닛(10)의 총 또는 전체 전달률을 또한 표로 나타낸 것이다.

[0112] 표 6은, 미러(M6)의 영역에서 배치되는 투영 광학 유닛(10)의 애퍼쳐 조리개(AS)에 대한 개구(opening) 데이터를 표로 나타낸 것이다. 이 애퍼쳐 개구는 다각형에 의해 규정되며, 그 x- 및 y-값은 표 6에 명시되어 있다.

[0113] 값(RDX 및 RDY)에 대한 상이한 부호를 갖는 미러는 새들 지점-타입 또는 미니맥스(minimax) 기본 형상을 갖는다.

[0114] [도 2에 대한 표 3a]

[0115]

	y-거리[mm]	z-거리[mm]	x-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3567.908119	2600.104852	-0.000000
M1	3513.528571	2002.574213	65.101421
M2	2915.894055	1396.476224	202.479826
M3	1393.145977	1408.255078	13.144114
M4	495.301563	956.069380	37.339438
M5	-186.764134	199.954174	-25.871920
M6	0.000000	1293.569087	-4.845651
조리개(AS)	-186.764134	199.954174	-9.691301
이미지 필드	0.000000	0.000000	-0.000000

[0116] [도 2에 대한 표 3b]

	y-거리[mm]	y-축에 대한 기울기[도]	z-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3567.908119	0.00	-0.00
M1	3513.528571	180.00	0.00
M2	2915.894055	0.00	-0.00
M3	1393.145977	0.00	180.00
M4	495.301563	0.00	-0.00
M5	-186.764134	180.00	0.00
M6	0.000000	0.00	-0.00
조리개(AS)	-186.764134	180.00	0.00
이미지 필드	0.000000	0.00	-0.00

[0117]

[0118] [도 2에 대한 표 4]

M1	
RDX	-1760.946185
RDY	-5237.759532
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	6.406136e-08
x**0 * y**3	-6.433069e-08
x**4 * y**0	1.000447e-11
x**2 * y**2	-4.764589e-11
x**0 * y**4	4.633559e-11
x**4 * y**1	-1.829146e-14
x**2 * y**3	2.455213e-14
x**0 * y**5	-1.054203e-13
x**6 * y**0	1.746749e-16
x**4 * y**2	1.495781e-16
x**2 * y**4	-2.484178e-16
x**0 * y**6	8.721206e-17
x**6 * y**1	-3.515794e-18
x**4 * y**3	-1.498001e-18
x**2 * y**5	4.457463e-19
x**0 * y**7	2.677524e-19
x**8 * y**0	-3.664711e-20
x**6 * y**2	-3.106743e-20
x**4 * y**4	-7.085191e-21
x**2 * y**6	1.683354e-21
x**0 * y**8	-2.551276e-22

[0119]

x**8 * y**1	1.729245e-22
x**6 * y**3	3.050984e-22
x**4 * y**5	1.862203e-23
x**2 * y**7	1.735637e-23
x**0 * y**9	-5.208052e-24
x**10 * y**0	2.330707e-24
x**8 * y**2	2.843855e-24
x**6 * y**4	1.798415e-24
x**4 * y**6	-2.599972e-25
x**2 * y**8	5.134572e-26
x**0 * y**10	-1.400791e-26
x**10 * y**1	-2.573046e-27
x**8 * y**3	-6.423368e-27
x**6 * y**5	-4.901082e-27
x**4 * y**7	-2.458385e-29
x**2 * y**9	-2.747342e-28
x**0 * y**11	-2.005664e-28
x**12 * y**0	-5.202450e-29
x**10 * y**2	-6.867124e-29
x**8 * y**4	-6.100441e-29
x**6 * y**6	-1.995147e-29
x**4 * y**8	6.903854e-30
x**2 * y**10	-1.581698e-30
x**0 * y**12	-6.100383e-31
M2	
RDX	17482.656386
RDY	-6010.436574
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.399225e-07
x**0 * y**3	2.105416e-08
x**4 * y**0	-1.126305e-10
x**2 * y**2	3.499238e-11
x**0 * y**4	-8.683992e-12
x**4 * y**1	-1.372085e-13
x**2 * y**3	-5.010190e-14
x**0 * y**5	1.318466e-13
x**6 * y**0	7.252188e-17
x**4 * y**2	7.955072e-17
x**2 * y**4	-5.820814e-16

[0120]

x**0 * y**6	1.782464e-16
x**6 * y**1	1.205256e-19
x**4 * y**3	1.204799e-18
x**2 * y**5	-2.236854e-18
x**0 * y**7	-1.131829e-18
x**8 * y**0	2.441587e-21
x**6 * y**2	2.072854e-21
x**4 * y**4	1.052274e-20
x**2 * y**6	1.261384e-20
x**0 * y**8	-9.254009e-21
x**8 * y**1	8.492242e-25
x**6 * y**3	-3.822826e-23
x**4 * y**5	-5.684027e-23
x**2 * y**7	1.028469e-22
x**0 * y**9	2.643501e-24
x**10 * y**0	-5.556497e-26
x**8 * y**2	-8.556832e-26
x**6 * y**4	1.022405e-25
x**4 * y**6	-4.403374e-25
x**2 * y**8	-5.810470e-26
x**0 * y**10	4.403417e-26
x**10 * y**1	-2.448642e-29
x**8 * y**3	1.075413e-28
x**6 * y**5	1.510835e-27
x**4 * y**7	9.447116e-29
x**2 * y**9	-5.592951e-28
x**0 * y**11	-2.079429e-29
x**12 * y**0	3.638082e-31
x**10 * y**2	1.497973e-30
x**8 * y**4	-2.383690e-30
x**6 * y**6	-1.990041e-30
x**4 * y**8	1.862157e-30
x**2 * y**10	6.728020e-31
x**0 * y**12	-4.844624e-32
M3	
RDX	-1252.860823
RDY	-6353.177499
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	5.763516e-09

[0121]

x**0 * y**3	-1.103481e-08
x**4 * y**0	1.229126e-11
x**2 * y**2	8.768648e-12
x**0 * y**4	-3.900753e-12
x**4 * y**1	-2.042166e-14
x**2 * y**3	2.113252e-14
x**0 * y**5	1.388383e-13
x**6 * y**0	1.927140e-17
x**4 * y**2	2.415560e-17
x**2 * y**4	8.655066e-17
x**0 * y**6	2.283663e-17
x**6 * y**1	-6.232552e-20
x**4 * y**3	-2.248586e-19
x**2 * y**5	-2.028411e-18
x**0 * y**7	-2.035040e-17
x**8 * y**0	-9.637963e-23
x**6 * y**2	-4.672737e-22
x**4 * y**4	-2.280757e-21
x**2 * y**6	-1.407526e-20
x**0 * y**8	6.975746e-20
x**8 * y**1	3.793096e-25
x**6 * y**3	-8.300586e-25
x**4 * y**5	1.970293e-23
x**2 * y**7	2.546581e-22
x**0 * y**9	1.311848e-21
x**10 * y**0	1.202878e-28
x**8 * y**2	3.453621e-28
x**6 * y**4	4.824982e-26
x**4 * y**6	-1.648306e-25
x**2 * y**8	1.249094e-24
x**0 * y**10	-9.498957e-24
x**10 * y**1	-6.313414e-31
x**8 * y**3	4.925126e-29
x**6 * y**5	-3.284459e-28
x**4 * y**7	2.110322e-27
x**2 * y**9	-2.598280e-26
x**0 * y**11	6.879295e-27
x**12 * y**0	2.155258e-33
x**10 * y**2	4.321712e-32
x**8 * y**4	-1.405714e-31
x**6 * y**6	1.343962e-30
x**4 * y**8	-9.192435e-30

[0122]

x**2 * y**10	8.624423e-29
x**0 * y**12	5.351773e-29
M4	
RDX	-1441.900784
RDY	59943.749225
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.549588e-07
x**0 * y**3	2.950403e-08
x**4 * y**0	-2.019838e-11
x**2 * y**2	-5.954269e-11
x**0 * y**4	4.141965e-11
x**4 * y**1	1.413198e-13
x**2 * y**3	8.225660e-14
x**0 * y**5	3.998081e-14
x**6 * y**0	1.100566e-17
x**4 * y**2	-1.283482e-16
x**2 * y**4	4.984228e-17
x**0 * y**6	-1.734188e-18
x**6 * y**1	-2.486322e-21
x**4 * y**3	2.517291e-19
x**2 * y**5	-1.831486e-19
x**0 * y**7	-3.403598e-19
x**8 * y**0	-3.431398e-23
x**6 * y**2	-1.030752e-21
x**4 * y**4	-2.369550e-21
x**2 * y**6	-2.902918e-21
x**0 * y**8	-1.239722e-21
x**8 * y**1	2.954455e-25
x**6 * y**3	1.741106e-25
x**4 * y**5	-7.711712e-24
x**2 * y**7	-7.817498e-24
x**0 * y**9	2.707831e-25
x**10 * y**0	4.265635e-27
x**8 * y**2	1.962032e-26
x**6 * y**4	1.773890e-26
x**4 * y**6	5.434733e-27
x**2 * y**8	1.640253e-26
x**0 * y**10	1.295684e-26
x**10 * y**1	-1.116084e-30

[0123]

x**8 * y**3	-2.019029e-29
x**6 * y**5	2.678016e-29
x**4 * y**7	1.402944e-28
x**2 * y**9	1.244088e-28
x**0 * y**11	3.447209e-29
x**12 * y**0	-3.070120e-32
x**10 * y**2	-1.176180e-31
x**8 * y**4	-1.083643e-31
x**6 * y**6	1.476958e-31
x**4 * y**8	3.233136e-31
x**2 * y**10	1.739797e-31
x**0 * y**12	3.058760e-32
M5	
RDX	814.915668
RDY	1064.785763
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.523860e-07
x**0 * y**3	-3.711242e-07
x**4 * y**0	6.424692e-10
x**2 * y**2	1.577065e-09
x**0 * y**4	2.691353e-10
x**4 * y**1	-1.412585e-12
x**2 * y**3	-2.101526e-12
x**0 * y**5	-8.424872e-13
x**6 * y**0	2.658374e-15
x**4 * y**2	9.128788e-15
x**2 * y**4	4.343159e-15
x**0 * y**6	1.003564e-15
x**6 * y**1	-6.699348e-18
x**4 * y**3	-1.049497e-17
x**2 * y**5	1.530269e-18
x**0 * y**7	-2.675489e-17
x**8 * y**0	1.123665e-20
x**6 * y**2	4.721025e-20
x**4 * y**4	1.976406e-20
x**2 * y**6	3.561459e-20
x**0 * y**8	2.021328e-19
x**8 * y**1	-1.393489e-22
x**6 * y**3	-6.655753e-22

[0124]

x**4 * y**5	-1.119129e-21
x**2 * y**7	-2.216427e-21
x**0 * y**9	-2.263138e-22
x**10 * y**0	1.069370e-25
x**8 * y**2	1.818265e-24
x**6 * y**4	5.415765e-24
x**4 * y**6	1.059522e-23
x**2 * y**8	1.364480e-23
x**0 * y**10	5.019754e-24
x**10 * y**1	1.104013e-27
x**8 * y**3	1.111711e-26
x**6 * y**5	2.263477e-26
x**4 * y**7	1.337363e-27
x**2 * y**9	1.610230e-26
x**0 * y**11	9.938594e-29
x**12 * y**0	-7.805277e-31
x**10 * y**2	-3.812939e-29
x**8 * y**4	-1.718695e-28
x**6 * y**6	-2.528162e-28
x**4 * y**8	-2.133976e-28
x**2 * y**10	-2.264975e-28
x**0 * y**12	-1.753868e-28
M6	
RDX	-1437.718613
RDY	-1393.710808
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	4.601597e-09
x**0 * y**3	1.043431e-08
x**4 * y**0	-4.977031e-12
x**2 * y**2	-9.057223e-12
x**0 * y**4	-2.475770e-12
x**4 * y**1	3.280234e-15
x**2 * y**3	8.426880e-15
x**0 * y**5	6.559054e-15
x**6 * y**0	-2.653887e-18
x**4 * y**2	-8.372822e-18
x**2 * y**4	-6.336595e-18
x**0 * y**6	-2.218949e-18
x**6 * y**1	1.150051e-21

[0125]

x**4 * y**3	4.671247e-21
x**2 * y**5	5.114692e-21
x**0 * y**7	4.792744e-21
x**8 * y**0	-4.899836e-25
x**6 * y**2	4.944263e-24
x**4 * y**4	7.348172e-24
x**2 * y**6	3.520540e-24
x**0 * y**8	1.842609e-25
x**8 * y**1	3.250363e-27
x**6 * y**3	1.559184e-26
x**4 * y**5	2.518773e-26
x**2 * y**7	2.679849e-26
x**0 * y**9	2.825601e-27
x**10 * y**0	-6.406000e-30
x**8 * y**2	-1.052891e-28
x**6 * y**4	-2.266009e-28
x**4 * y**6	-1.722895e-28
x**2 * y**8	-6.592506e-29
x**0 * y**10	-1.186383e-29
x**10 * y**1	-5.787120e-33
x**8 * y**3	-3.793665e-32
x**6 * y**5	-7.081706e-32
x**4 * y**7	-8.416613e-32
x**2 * y**9	-7.740717e-32
x**0 * y**11	-4.059046e-32
x**12 * y**0	2.034921e-35
x**10 * y**2	4.604484e-34
x**8 * y**4	1.360790e-33
x**6 * y**6	1.519608e-33
x**4 * y**8	7.580739e-34
x**2 * y**10	1.451376e-34
x**0 * y**12	-6.878871e-36
x**12 * y**1	5.707160e-39
x**10 * y**3	5.127100e-38
x**8 * y**5	1.132638e-37
x**6 * y**7	1.424641e-37
x**4 * y**9	1.755082e-37
x**2 * y**11	1.451319e-37
x**0 * y**13	8.495699e-38
x**14 * y**0	-2.827501e-41
x**12 * y**2	-7.789406e-40
x**10 * y**4	-2.951970e-39
x**8 * y**6	-4.503472e-39
x**6 * y**8	-3.370191e-39
x**4 * y**10	-1.257640e-39
x**2 * y**12	-1.151027e-40
x**0 * y**14	8.334981e-41

[0126]

[0127] [도 2에 대한 표 5]

미러	반사도
M6	0.676098
M5	0.651536
M4	0.848054
M3	0.801719
M2	0.706179
M1	0.730898
전체 전달률	0.154584

[0128]

[0129] [도 2에 대한 표 6]

x[mm]	y[mm]
-0.000	127.595
-27.002	125.095
-52.977	117.734
-76.939	105.912
-97.975	90.258
-115.276	71.569
-128.175	50.731
-136.163	28.644
-138.918	6.190
-136.321	-15.796
-128.465	-36.532
-115.654	-55.303
-98.384	-71.471
-77.319	-84.515
-53.268	-94.064
-27.159	-99.882
0.000	-101.835
27.159	-99.882
53.268	-94.064
77.319	-84.515
98.384	-71.471
115.654	-55.303
128.465	-36.532
136.321	-15.796
138.918	6.190
136.163	28.644
128.175	50.731
115.276	71.569
97.975	90.258
76.939	105.912
52.977	117.734
27.002	125.095

[0130]

[0131] 도 3은, 도 2에 따른 실시예의 투영 광학 유닛(10) 대신 투영 노광 장치(1)에 사용될 수 있는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(27)의 추가 실시예를 도시한다. 도 1 및 도 2와 연계하여 및 특히 도 2와 연계하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응하는 구성요소 및 기능은 동일한 참조번호로 표시하며 다시 상세하게 논의하지 않을 것이다.

[0132] 오브젝트 필드(5)로부터 시작하여, 투영 광학 유닛(27)의 빔 경로는 먼저, 그 편향 효과 면에서 추가하는 3개의 GI 미러(M1, M2 및 M3)에 걸쳐서 진행하며, 그 결과로, 90° 를 약간 초과하는 전체 편향 효과가 이미징 광(16)에 대해 발생한다. 이 빔 경로의 추가 코스에 걸쳐서, 이미징 광(16)은 3개의 추가 GI 미러(M4, M5 및 M6)에서 반사되며, 이들 미러의 편향 효과는 미러(M1 내지 M3)의 편향 효과에 반대이며, 다시 그 편향 효과 면에서 추가된다. 미러(M4 내지 M6)의 이 전체 편향 효과는 대략 60° 이다. 그에 따라, 투영 광학 유닛(27)은 총 6개의 GI 미러를 갖는다.

[0133] 후속하여, 이미징 광(16)은 NI 미러(M7)에서 반사되며, 그 다음에, 이 광은 마지막 NI 미러(M8)에서 반사되며, 이 마지막 미러는 투영 광학 유닛(27)의 이미지측 개구수를 규정한다. 미러(M1 내지 M8) 중 어느 것도 이미징 광(16)에 대한 통과 개구를 포함하지 않는다.

[0134] 애퍼처 조리개(AS)에 사용될 수 있는 퓨필 평면이 미러(M7와 M8) 사이의 이미징 광(16)의 빔 경로에 위치한다.

[0135] 또한 투영 광학 유닛(10)의 경우에서처럼, 투영 광학 유닛(27)의 끝에서 두 번째의 미러는, 투영 광학 유닛(10 및 27)의 다른 미러에 관해 이미지 필드(11)와 마지막 애퍼처-제한 미러(M6/M8) 사이의 빔 경로 섹션의 반대 측상에서, 이미징 광(16)의 빔 경로에 위치한다(투영 광학 유닛(10)의 미러(M5); 투영 광학 유닛(27)의 미러(M7).

[0136] 다음의 표는 투영 광학 유닛(27)의 광학 설계와 파라미터를 요약한다. 그 구조 면에서, 이들 표는 도 2와 연계

하여 앞서 이미 설명한 표들에 대응한다.

[0137] [도 3에 대한 표 1]

파장	13.5 nm
이미지측 애퍼처	0.33
β_x	-4.00 (중간 이미지 갖지 않음)
β_y	4.00 (중간 이미지 가짐)
주 광선각	5.87°
에텐듀	7.08 mm^2
평균 파면 수차(RMS)	157.67 mλ
전체 전달률	11.90%
진입 퓨필의 포지션(x)	-2164.72 mm
진입 퓨필의 포지션(y)	-2131.42 mm
y-방향에서의 오브젝트-이미지 오프셋	3800.00 mm
이미지 필드 크기(x)	26 mm
이미지 필드 크기(y)	2.5 mm
M7와 이미지 평면 사이의 거리	124 mm
오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 거리	2301.15 mm
오브젝트와 이미지 평면 사이의 기울기	0.0°
설치 공간 직육면체	(911 x 4243 x 1227) mm

[0138]

[0139] [도 3에 대한 표 2a]

	M1	M2	M3	M4
최대 입사각[°]	67.7	71.7	85.2	84.5
최소 입사각[°]	63.9	64.0	83.1	79.0
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	462.9	544.9	527.8	463.6
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	736.6	224.3	1243.9	527.5
최대 미러 직경[mm]	756.2	544.9	1249.5	608.0

[0140]

[0141] [도 3에 대한 표 2b]

	M5	M6	M7	M8
최대 입사각[°]	82.2	82.0	29.5	6.7
최소 입사각[°]	74.3	74.1	7.0	5.0
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	458.4	450.2	313.4	910.7
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	172.2	186.1	148.6	894.8
최대 미러 직경[mm]	463.5	451.8	313.4	911.3

[0142]

[0143] [도 3에 대한 표 3a]

	y-거리[mm]	z-거리[mm]	x-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3800.003886	2301.154447	-0.000000
M1	3632.805120	675.181589	61.417114
M2	2986.815842	157.548151	194.548927
M3	2235.173063	284.779726	-14.963247
M4	853.247408	796.491442	-12.383322
M5	600.262003	816.169093	6.988275
M6	370.147843	739.512505	30.480551
M7	-253.736945	167.087017	-29.817950
M8	0.000000	1343.366093	-6.086420
조리개(AS)	-146.582552	663.835608	-12.172840
이미지 필드	0.000000	0.000000	-0.000000

[0144]

[0145] [도 3에 대한 표 3b]

	y-거리[mm]	y-축에 대한 기울기[도]	z-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3800.003886	0.00	-0.00
M1	3632.805120	180.00	0.00
M2	2986.815842	0.00	-0.00
M3	2235.173063	180.00	0.00
M4	853.247408	-0.00	-0.00
M5	600.262003	0.00	180.00
M6	370.147843	0.00	-0.00
M7	-253.736945	180.00	0.00
M8	0.000000	0.00	-0.00
조리개(AS)	-146.582552	180.00	0.00
이미지 필드	0.000000	0.00	-0.00

[0146]

[0147] [도 3에 대한 표 4]

M1	
RDX	-3392.413258
RDY	-3541.261916
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	7.669713e-09
x**0 * y**3	3.461858e-08
x**4 * y**0	1.703295e-11
x**2 * y**2	-7.017329e-12
x**0 * y**4	-3.239278e-11
x**4 * y**1	8.812347e-15
x**2 * y**3	1.170367e-14
x**0 * y**5	2.387645e-14
x**6 * y**0	-6.795346e-18
x**4 * y**2	9.575026e-18
x**2 * y**4	-1.356156e-17
x**0 * y**6	-6.540952e-17
x**6 * y**1	-2.458175e-21
x**4 * y**3	5.092915e-21
x**2 * y**5	8.095220e-20
x**0 * y**7	1.147232e-19
x**8 * y**0	8.396015e-23

[0148]

x**6 * y**2	-3.601376e-23
x**4 * y**4	-1.016965e-22
x**2 * y**6	-1.126336e-22
x**0 * y**8	-7.512382e-24
x**8 * y**1	4.931643e-27
x**6 * y**3	-1.322977e-25
x**4 * y**5	1.158704e-25
x**2 * y**7	-1.180292e-25
x**0 * y**9	4.948356e-26
x**10 * y**0	5.405453e-29
x**8 * y**2	-5.071741e-28
x**6 * y**4	2.217663e-29
x**4 * y**6	5.252069e-28
x**2 * y**8	-2.118197e-29
x**0 * y**10	-8.637652e-29
M2	
RDX	-3292.080005
RDY	1481.984572
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-8.610316e-08
x**0 * y**3	-5.573778e-08
x**4 * y**0	-4.761204e-12
x**2 * y**2	5.342179e-11
x**0 * y**4	6.974044e-10
x**4 * y**1	2.886130e-14
x**2 * y**3	-6.193769e-13
x**0 * y**5	-5.372573e-12
x**6 * y**0	1.619272e-18
x**4 * y**2	1.018999e-16
x**2 * y**4	3.365180e-15
x**0 * y**6	3.647141e-14
x**6 * y**1	-7.178651e-20
x**4 * y**3	-4.265293e-19
x**2 * y**5	-3.686009e-17
x**0 * y**7	2.816087e-16
x**8 * y**0	-6.532861e-23
x**6 * y**2	-2.657085e-22
x**4 * y**4	2.064932e-20
x**2 * y**6	-1.306626e-19

[0149]

x**0 * y**8	1.213070e-18
x**8 * y**1	7.992184e-25
x**6 * y**3	-2.950675e-24
x**4 * y**5	5.978120e-23
x**2 * y**7	-6.328843e-22
x**0 * y**9	5.741619e-21
x**10 * y**0	1.578306e-28
x**8 * y**2	5.580327e-27
x**6 * y**4	-2.519659e-26
x**4 * y**6	-3.148591e-25
x**2 * y**8	-6.197273e-24
x**0 * y**10	6.195741e-26
M3	
RDX	-5633.911904
RDY	-21861.916811
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	2.946316e-08
x**0 * y**3	-2.336458e-09
x**4 * y**0	-7.906282e-11
x**2 * y**2	-1.528884e-11
x**0 * y**4	-3.301249e-12
x**4 * y**1	5.864822e-14
x**2 * y**3	8.162620e-15
x**0 * y**5	-8.615315e-16
x**6 * y**0	-1.940344e-17
x**4 * y**2	-2.006574e-17
x**2 * y**4	-8.026618e-19
x**0 * y**6	-3.823107e-19
x**6 * y**1	5.838093e-20
x**4 * y**3	6.378118e-21
x**2 * y**5	6.099181e-21
x**0 * y**7	4.964755e-22
x**8 * y**0	8.516043e-22
x**6 * y**2	5.099263e-23
x**4 * y**4	-2.898714e-24
x**2 * y**6	5.952930e-25
x**0 * y**8	5.163887e-25
x**8 * y**1	-9.316550e-25
x**6 * y**3	1.299113e-26

[0150]

x**4 * y**5	1.951952e-26
x**2 * y**7	1.175752e-26
x**0 * y**9	-1.324128e-28
x**10 * y**0	-5.593750e-27
x**8 * y**2	-2.861856e-28
x**6 * y**4	-6.110590e-29
x**4 * y**6	4.287001e-29
x**2 * y**8	1.439865e-29
x**0 * y**10	-7.857728e-31
M4	
RDX	4607.556254
RDY	-8743.538895
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-8.225314e-08
x**0 * y**3	5.068497e-08
x**4 * y**0	3.062945e-10
x**2 * y**2	7.316096e-11
x**0 * y**4	-8.776456e-11
x**4 * y**1	-3.005486e-13
x**2 * y**3	-1.863037e-13
x**0 * y**5	1.898828e-13
x**6 * y**0	9.141514e-17
x**4 * y**2	4.549265e-16
x**2 * y**4	9.186901e-16
x**0 * y**6	-4.322991e-16
x**6 * y**1	-4.781174e-19
x**4 * y**3	-2.701629e-18
x**2 * y**5	-5.303339e-18
x**0 * y**7	7.780527e-19
x**8 * y**0	-3.037275e-21
x**6 * y**2	3.008955e-21
x**4 * y**4	1.707917e-20
x**2 * y**6	1.973402e-20
x**0 * y**8	-9.203437e-22
x**8 * y**1	4.271877e-24
x**6 * y**3	-1.853444e-23
x**4 * y**5	-5.292414e-23
x**2 * y**7	-3.676534e-23
x**0 * y**9	6.430798e-25

[0151]

x**10 * y**0	2.950171e-26
x**8 * y**2	-4.038402e-27
x**6 * y**4	3.962229e-26
x**4 * y**6	5.778787e-26
x**2 * y**8	2.626455e-26
x**0 * y**10	-2.242512e-28
M5	
RDX	-8515.086688
RDY	9595.599886
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-1.021063e-08
x**0 * y**3	-1.341784e-07
x**4 * y**0	-4.127338e-12
x**2 * y**2	-5.489398e-10
x**0 * y**4	-2.498626e-10
x**4 * y**1	-2.852403e-13
x**2 * y**3	5.556293e-13
x**0 * y**5	1.028605e-12
x**6 * y**0	-5.923089e-17
x**4 * y**2	2.021479e-15
x**2 * y**4	-3.178041e-15
x**0 * y**6	-2.485901e-15
x**6 * y**1	6.909088e-19
x**4 * y**3	-1.441991e-17
x**2 * y**5	-2.302546e-17
x**0 * y**7	-2.788828e-16
x**8 * y**0	3.206142e-24
x**6 * y**2	-1.887775e-20
x**4 * y**4	-6.070998e-20
x**2 * y**6	-1.412123e-18
x**0 * y**8	-8.605460e-19
x**8 * y**1	4.104945e-25
x**6 * y**3	-1.726424e-22
x**4 * y**5	-3.182963e-21
x**2 * y**7	-6.185073e-22
x**0 * y**9	1.144665e-20
x**10 * y**0	1.756733e-27
x**8 * y**2	2.411810e-26
x**6 * y**4	-3.025338e-24

[0152]

x**4 * y**6	-3.331273e-24
x**2 * y**8	2.809004e-23
x**0 * y**10	3.271562e-23
M6	
RDX	-1561.007639
RDY	13724.816968
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	2.983944e-07
x**0 * y**3	-7.389127e-08
x**4 * y**0	-2.527862e-10
x**2 * y**2	-2.346756e-10
x**0 * y**4	5.379872e-10
x**4 * y**1	1.972027e-13
x**2 * y**3	-9.497902e-14
x**0 * y**5	-8.840195e-13
x**6 * y**0	4.398254e-18
x**4 * y**2	-9.973955e-16
x**2 * y**4	-2.087661e-15
x**0 * y**6	1.007357e-14
x**6 * y**1	1.514153e-19
x**4 * y**3	3.402735e-18
x**2 * y**5	1.221503e-17
x**0 * y**7	6.426230e-17
x**8 * y**0	2.000018e-21
x**6 * y**2	1.327798e-22
x**4 * y**4	1.962076e-20
x**2 * y**6	2.254577e-20
x**0 * y**8	8.722817e-19
x**8 * y**1	-4.757397e-24
x**6 * y**3	-1.071570e-23
x**4 * y**5	4.678715e-23
x**2 * y**7	-1.923549e-21
x**0 * y**9	5.477334e-21
x**10 * y**0	-2.136373e-26
x**8 * y**2	-9.660899e-27
x**6 * y**4	-3.918399e-25
x**4 * y**6	-8.181502e-25
x**2 * y**8	-1.492083e-23
x**0 * y**10	2.234947e-23

[0153]

M7	
RDX	985.187285
RDY	577.682453
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-4.221187e-07
x**0 * y**3	-7.087330e-07
x**4 * y**0	4.773979e-10
x**2 * y**2	4.274766e-09
x**0 * y**4	-5.071565e-10
x**4 * y**1	-3.349265e-12
x**2 * y**3	-4.696164e-12
x**0 * y**5	-5.100248e-11
x**6 * y**0	1.841036e-15
x**4 * y**2	2.488233e-14
x**2 * y**4	1.242376e-13
x**0 * y**6	1.757040e-13
x**6 * y**1	-1.815868e-17
x**4 * y**3	-1.424643e-16
x**2 * y**5	-8.429020e-16
x**0 * y**7	1.134581e-15
x**8 * y**0	6.934470e-21
x**6 * y**2	1.970444e-19
x**4 * y**4	1.432653e-18
x**2 * y**6	-8.966157e-19
x**0 * y**8	1.105551e-18
x**8 * y**1	-2.136276e-22
x**6 * y**3	-2.938632e-21
x**4 * y**5	-9.668625e-21
x**2 * y**7	6.430791e-21
x**0 * y**9	2.034125e-20
x**10 * y**0	8.133413e-26
x**8 * y**2	2.825289e-24
x**6 * y**4	2.397173e-23
x**4 * y**6	5.371385e-23
x**2 * y**8	-3.292094e-23
x**0 * y**10	-3.451419e-22
M8	
RDX	-1537.031629

[0154]

RDY	-1391.412955
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.432458e-09
x**0 * y**3	5.841131e-09
x**4 * y**0	-4.067976e-12
x**2 * y**2	-1.030804e-11
x**0 * y**4	-1.913759e-12
x**4 * y**1	9.897499e-16
x**2 * y**3	4.103487e-15
x**0 * y**5	6.629274e-15
x**6 * y**0	-1.929544e-18
x**4 * y**2	-7.015431e-18
x**2 * y**4	-6.828544e-18
x**0 * y**6	-3.676589e-18
x**6 * y**1	2.046584e-22
x**4 * y**3	1.907346e-21
x**2 * y**5	3.658246e-21
x**0 * y**7	4.661843e-21
x**8 * y**0	-8.111823e-25
x**6 * y**2	-4.080847e-24
x**4 * y**4	-5.057029e-24
x**2 * y**6	-3.279252e-24
x**0 * y**8	-2.338327e-24
x**8 * y**1	1.303246e-27
x**6 * y**3	5.870146e-27
x**4 * y**5	4.731851e-27
x**2 * y**7	2.235796e-27
x**0 * y**9	-1.157629e-26
x**10 * y**0	-4.079542e-31
x**8 * y**2	-1.433605e-30
x**6 * y**4	-3.951554e-30
x**4 * y**6	-8.437097e-30
x**2 * y**8	2.945539e-30
x**0 * y**10	8.760649e-30
x**10 * y**1	-1.964756e-33
x**8 * y**3	-1.046456e-32
x**6 * y**5	-1.343333e-32
x**4 * y**7	4.957374e-33
x**2 * y**9	1.272612e-32
x**0 * y**11	2.094888e-32

[0155]

x**12 * y**0	-2.974136e-37
x**10 * y**2	-3.028238e-36
x**8 * y**4	-1.106608e-35
x**6 * y**6	-7.744168e-36
x**4 * y**8	-3.288303e-36
x**2 * y**10	-2.070242e-35
x**0 * y**12	-8.200759e-36

[0156]

[0157] [도 3에 대한 표 5]

미러	반사도
M8	0.674897
M7	0.645442
M6	0.825635
M5	0.835327
M4	0.887578
M3	0.924327
M2	0.697153
M1	0.707727
전체 전달률	0.121609

[0158]

[0159] 도 4는, 도 2에 따른 실시예의 투영 광학 유닛(10) 대신에 투영 노광 장치(1)에 사용될 수 있는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(28)의 추가 실시예를 도시한다. 도 1 내지 도 3과 연계하여 및 특히 도 2 및 도 3과 연계하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응하는 구성요소 및 기능은 동일한 참조번호로 표시하며 다시 상세하게 논의하지 않을 것이다.

[0160] 오브젝트 필드(5)의 하류의 이미징 광(16)의 빔 경로에서, 투영 광학 유닛(28)은 먼저, 그 편향 효과 면에서 추가되는 3개의 GI 미러(M1, M2 및 M3)를 가져, 90° 를 약간 초과하는 전체 편향 효과가 발생한다. 그에 후속하여, 다시 추가되며 GI 미러(M1 내지 M3)의 편향 효과에 반대인 편향 효과를 갖는 2개의 추가 GI 미러(M4 및 M5)가 온다. GI 미러(M4 및 M5)의 전체 편향 효과는 대략 75° 이다. 그에 후속하여, 2개의 추가 NI 미러(M6 및 M7)가 오며, 이들 미러의 기본 배치는 앞서 기재한 투영 광학 유닛(10 및 27)의 2개의 끝에서 두 번째 미러와 필적한다. 그에 따라, 투영 광학 유닛(28)은 5개의 GI 미러(M1 내지 M5)와 2개의 NI 미러(M6 및 M7)를 갖는다.

[0161] 투영 광학 유닛(28)의 경우에, 오브젝트 필드(5)에서 시작하는 중심 필드 점의 주광선(CR)은, 오브젝트 필드(5)의 이 중심 필드 점의 법선(N)에 관련하여, 및 먼저 각각의 법선(N) 및 이 x-축에 평행한 축에 의해 형성되는 평면(xN)에 관련하여 상이한 반-공간으로 진행하며, 이 공간은, 미러(M2 이하)의 배치 포지션과 비교하여, 도 4에서 법선(N)의 우측으로 연장한다.

[0162] 이점은 첫째 도 4에서 미러로서 표시된 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소(28b)와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(28a)과, 둘째 교차 영역(28d)에서 교차하는 투영 광학 유닛(28)의 처음 2개의 미러(M1과 M2) 사이의 조명/이미징 광 빔 경로 섹션(28c)을 초래한다. 그에 따라, 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소 중 하나(구성요소(28b))와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(28a)과, 오브젝트 필드(5)와 이미징 광학 유닛(28)의 제1 구성요소 중 하나 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(28c)(미러(M1과 M2) 사이의 빔 경로 섹션)가 교차 영역(28d)에서 교차한다.

[0163] 또한, 다른 미러(M2 이하)와 비교하여, 미러(M1)는 이 xN-평면에 관련하여 다른 반-공간에 위치한다.

[0164] 다음의 표는 투영 광학 유닛(28)의 파라미터 및 광학 설계를 요약한다. 그 구조 면에서, 이들 표는 도 2와 연계하여 앞서 이미 설명한 표들에 대응한다.

[0165] [도 4에 대한 표 1]

파장	13.5 nm
이미지측 애퍼처	0.33
β	- 4.00
주 광선각	6.05°
에텐듀	7.08 mm^2
평균 파면 수차(RMS)	30.88 mλ
전체 전달률	11.90%
진입 퓨필의 포지션(x)	5065.79 mm
진입 퓨필의 포지션(y)	26362.45 mm
y-방향에서의 오브젝트-이미지 오프셋	2481.53 mm
이미지 필드 크기 (x)	26 mm
이미지 필드 크기 (y)	2.5 mm
M6과 이미지 평면 사이의 거리	56 mm
오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 거리	2290.21 mm
오브젝트와 이미지 평면 사이의 기울기	19.3°
설치 공간 직육면체	(1115 x 2935 x 1588) mm

[0166]

[0167] [도 4에 대한 표 2a]

	M1	M2	M3	M4
최대 입사각[°]	68.0	79.2	84.0	69.6
최소 입사각[°]	64.0	74.0	77.9	64.0
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	231.8	350.4	479.8	524.9
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	384.2	515.3	265.1	99.9
최대 미러 직경[mm]	393.3	521.9	481.1	525.5

[0168]

[0169] [도 4에 대한 표 2b]

	M5	M6	M7
최대 입사각[°]	80.1	24.0	5.5
최소 입사각[°]	70.5	1.9	1.3
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	540.9	578.4	1114.7
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	82.3	179.0	1090.2
최대 미러 직경[mm]	541.2	578.4	1114.7

[0170]

[0171] [도 4에 대한 표 3a]

	y-거리[mm]	z-거리[mm]	x-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	2617.613579	2897.162348	0.000000
M1	2538.995709	2080.684552	246.834158
M2	2086.772773	1557.364578	34.360602
M3	1015.810934	1177.004195	185.384997
M4	670.383832	1230.373545	11.919326
M5	447.145957	1087.488653	46.011129
M6	-138.535923	97.126614	-17.756720
M7	0.000000	1708.401781	-2.457076
조리개(AS)	-78.335286	797.304506	-4.914152
이미지 필드	0.000000	0.000000	-0.000000

[0172]

[0173] [도 4에 대한 표 3b]

	y-거리[mm]	y-축에 대한 기울기[도]	z-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	2617.613579	0.00	180.00
M1	2538.995709	0.00	-0.00
M2	2086.772773	180.00	0.00
M3	1015.810934	0.00	-0.00
M4	670.383832	0.00	180.00
M5	447.145957	0.00	-0.00
M6	-138.535923	180.00	0.00
M7	0.000000	0.00	-0.00
조리개(AS)	-78.335286	180.00	0.00
이미지 필드	0.000000	0.00	-0.00

[0174]

[0175] [도 4에 대한 표 4]

M1	
RDX	-6022.044874
RDY	-6151.193878
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-4.359830e-08
x**0 * y**3	1.753754e-08
x**4 * y**0	-1.308429e-11
x**2 * y**2	-1.666187e-11
x**0 * y**4	-2.738503e-11
x**4 * y**1	-3.173120e-14
x**2 * y**3	-6.246259e-15
x**0 * y**5	1.509583e-14
x**6 * y**0	2.531883e-16
x**4 * y**2	4.403745e-17
x**2 * y**4	3.911238e-17
x**0 * y**6	-6.642873e-17
x**6 * y**1	1.784220e-18
x**4 * y**3	8.267175e-19
x**2 * y**5	2.745811e-19
x**0 * y**7	-1.046170e-19
x**8 * y**0	-5.739054e-20
x**6 * y**2	-2.571995e-20
x**4 * y**4	-2.887711e-21
x**2 * y**6	-1.538535e-22
x**0 * y**8	-7.380270e-23
x**8 * y**1	-2.063032e-22
x**6 * y**3	-1.107641e-22
x**4 * y**5	-2.855709e-23
x**2 * y**7	-7.410164e-24
x**0 * y**9	4.052050e-24
x**10 * y**0	5.264334e-24
x**8 * y**2	3.139515e-24
x**6 * y**4	8.268862e-25
x**4 * y**6	6.523616e-26
x**2 * y**8	2.052319e-26
x**0 * y**10	-1.367309e-26
x**10 * y**1	9.438779e-27
x**8 * y**3	6.973530e-27
x**6 * y**5	2.382623e-27
x**4 * y**7	6.164347e-28

[0176]

x**2 * y**9	1.566279e-28
x**0 * y**11	-8.481061e-29
x**12 * y**0	-2.336153e-28
x**10 * y**2	-1.833850e-28
x**8 * y**4	-6.777491e-29
x**6 * y**6	-1.125688e-29
x**4 * y**8	-9.777818e-31
x**2 * y**10	-4.313483e-31
x**0 * y**12	2.795925e-31
x**12 * y**1	-1.438995e-31
x**10 * y**3	-1.520849e-31
x**8 * y**5	-6.630891e-32
x**6 * y**7	-2.111666e-32
x**4 * y**9	-5.845336e-33
x**2 * y**11	-1.024570e-33
x**0 * y**13	6.563092e-34
x**14 * y**0	4.084101e-33
x**12 * y**2	4.015212e-33
x**10 * y**4	1.871066e-33
x**8 * y**6	4.597435e-34
x**6 * y**8	7.070175e-35
x**4 * y**10	1.144414e-35
x**2 * y**12	3.592714e-36
x**0 * y**14	-2.533151e-36
M2	
RDX	6839.268518
RDY	-9685.117345
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-9.995847e-08
x**0 * y**3	2.621991e-08
x**4 * y**0	-5.815399e-11
x**2 * y**2	5.484343e-11
x**0 * y**4	-1.154406e-11
x**4 * y**1	3.693228e-14
x**2 * y**3	-5.451156e-14
x**0 * y**5	2.912616e-14
x**6 * y**0	1.483880e-16
x**4 * y**2	-4.486027e-17
x**2 * y**4	1.272432e-16

[0177]

x**0 * y**6	8.827984e-18
x**6 * y**1	-3.561112e-19
x**4 * y**3	3.364003e-20
x**2 * y**5	-1.021464e-19
x**0 * y**7	-1.455992e-20
x**8 * y**0	-7.030263e-21
x**6 * y**2	-3.652954e-21
x**4 * y**4	-1.801149e-21
x**2 * y**6	-3.466084e-22
x**0 * y**8	-1.904075e-23
x**8 * y**1	3.346482e-23
x**6 * y**3	7.958264e-24
x**4 * y**5	3.213513e-24
x**2 * y**7	1.241671e-24
x**0 * y**9	1.270350e-24
x**10 * y**0	4.313113e-25
x**8 * y**2	3.284227e-25
x**6 * y**4	1.211272e-25
x**4 * y**6	3.574127e-26
x**2 * y**8	1.108107e-26
x**0 * y**10	2.385952e-27
x**10 * y**1	-1.126172e-27
x**8 * y**3	-8.873078e-29
x**6 * y**5	-1.234919e-28
x**4 * y**7	-4.685468e-29
x**2 * y**9	-1.359490e-29
x**0 * y**11	-1.009751e-29
x**12 * y**0	-1.358738e-29
x**10 * y**2	-1.093876e-29
x**8 * y**4	-4.438986e-30
x**6 * y**6	-1.819889e-30
x**4 * y**8	-4.363670e-31
x**2 * y**10	-1.044487e-31
x**0 * y**12	-2.276102e-32
x**12 * y**1	1.436185e-32
x**10 * y**3	-2.425574e-33
x**8 * y**5	1.310690e-34
x**6 * y**7	9.036943e-34
x**4 * y**9	2.582823e-34
x**2 * y**11	6.920985e-35
x**0 * y**13	4.538543e-35
x**14 * y**0	1.599812e-34

[0178]

x**12 * y**2	1.345811e-34
x**10 * y**4	4.859574e-35
x**8 * y**6	2.870601e-35
x**6 * y**8	9.732914e-36
x**4 * y**10	1.914379e-36
x**2 * y**12	4.323017e-37
x**0 * y**14	1.083771e-37
M3	
RDX	1076.063864
RDY	-21046.272844
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.810350e-07
x**0 * y**3	-1.742288e-07
x**4 * y**0	1.333828e-10
x**2 * y**2	5.467360e-10
x**0 * y**4	5.661242e-11
x**4 * y**1	-7.819822e-13
x**2 * y**3	-1.028978e-12
x**0 * y**5	-4.778648e-13
x**6 * y**0	2.358496e-16
x**4 * y**2	2.527667e-15
x**2 * y**4	2.887721e-15
x**0 * y**6	4.583351e-16
x**6 * y**1	-1.705771e-18
x**4 * y**3	-8.089034e-18
x**2 * y**5	-7.239544e-18
x**0 * y**7	-8.399193e-18
x**8 * y**0	1.011450e-21
x**6 * y**2	1.118888e-20
x**4 * y**4	2.160795e-20
x**2 * y**6	2.971218e-20
x**0 * y**8	-2.147604e-20
x**8 * y**1	-2.865200e-23
x**6 * y**3	-5.262215e-23
x**4 * y**5	-1.312682e-22
x**2 * y**7	3.103055e-22
x**0 * y**9	1.103882e-21
x**10 * y**0	-3.168396e-27
x**8 * y**2	7.154729e-26

[0179]

x**6 * y**4	4.839326e-25
x**4 * y**6	1.303379e-25
x**2 * y**8	-3.319774e-24
x**0 * y**10	7.940533e-24
x**10 * y**1	3.050581e-28
x**8 * y**3	-5.215936e-28
x**6 * y**5	-1.623675e-28
x**4 * y**7	4.908679e-27
x**2 * y**9	-7.201781e-26
x**0 * y**11	-3.661229e-26
x**12 * y**0	3.119869e-32
x**10 * y**2	-2.539567e-31
x**8 * y**4	-1.342215e-30
x**6 * y**6	-2.476014e-29
x**4 * y**8	1.681520e-28
x**2 * y**10	-9.529436e-29
x**0 * y**12	-3.518712e-28
x**12 * y**1	-2.301309e-33
x**10 * y**3	2.352859e-33
x**8 * y**5	2.133444e-32
x**6 * y**7	-1.675453e-31
x**4 * y**9	6.826927e-31
x**2 * y**11	1.758727e-30
x**0 * y**13	4.315241e-31
x**14 * y**0	4.929847e-37
x**12 * y**2	4.718446e-36
x**10 * y**4	-2.562073e-35
x**8 * y**6	2.649479e-34
x**6 * y**8	-9.401007e-34
x**4 * y**10	-3.089305e-33
x**2 * y**12	3.552945e-33
x**0 * y**14	5.104003e-33
M4	
RDX	-1370.961067
RDY	-3298.925130
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	2.800494e-07
x**0 * y**3	1.189568e-07
x**4 * y**0	-7.740937e-11

[0180]

x**2 * y**2	-2.317791e-10
x**0 * y**4	6.089350e-10
x**4 * y**1	2.862300e-13
x**2 * y**3	2.953048e-14
x**0 * y**5	6.966254e-12
x**6 * y**0	-7.081041e-17
x**4 * y**2	-5.403479e-16
x**2 * y**4	-7.304828e-15
x**0 * y**6	1.107454e-13
x**6 * y**1	1.653990e-19
x**4 * y**3	4.364237e-18
x**2 * y**5	-1.670857e-16
x**0 * y**7	-1.613173e-15
x**8 * y**0	1.836414e-23
x**6 * y**2	-2.585855e-21
x**4 * y**4	1.212040e-19
x**2 * y**6	2.080202e-18
x**0 * y**8	-8.347715e-17
x**8 * y**1	5.146889e-24
x**6 * y**3	-5.873341e-23
x**4 * y**5	-1.882196e-21
x**2 * y**7	1.580817e-19
x**0 * y**9	5.826956e-19
x**10 * y**0	-1.542377e-27
x**8 * y**2	3.939218e-26
x**6 * y**4	5.862114e-25
x**4 * y**6	-1.364258e-22
x**2 * y**8	9.719638e-25
x**0 * y**10	3.248335e-20
x**10 * y**1	-4.286089e-29
x**8 * y**3	-2.150550e-28
x**6 * y**5	6.969220e-26
x**4 * y**7	8.450910e-26
x**2 * y**9	-6.497028e-23
x**0 * y**11	-1.313558e-22
x**12 * y**0	1.315631e-32
x**10 * y**2	-3.162774e-31
x**8 * y**4	-1.286320e-29
x**6 * y**6	6.518244e-29
x**4 * y**8	4.846687e-26
x**2 * y**10	-1.689430e-25
x**0 * y**12	-4.074139e-24

[0181]

x**12 * y**1	1.507759e-34
x**10 * y**3	5.499076e-33
x**8 * y**5	2.351498e-32
x**6 * y**7	-3.145581e-29
x**4 * y**9	2.173238e-28
x**2 * y**11	8.888697e-27
x**0 * y**13	2.538366e-26
x**14 * y**0	-6.417929e-38
x**12 * y**2	1.225831e-36
x**10 * y**4	-1.120307e-34
x**8 * y**6	6.331036e-33
x**6 * y**8	9.559200e-32
x**4 * y**10	-5.082977e-30
x**2 * y**12	-1.043617e-29
x**0 * y**14	-1.075075e-28
M5	
RDX	-4998.576664
RDY	5447.179645
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.515989e-07
x**0 * y**3	-3.250054e-08
x**4 * y**0	5.539109e-11
x**2 * y**2	4.748234e-11
x**0 * y**4	-2.233383e-10
x**4 * y**1	1.254932e-13
x**2 * y**3	-7.666036e-13
x**0 * y**5	-1.220062e-12
x**6 * y**0	4.574711e-17
x**4 * y**2	-8.240937e-16
x**2 * y**4	-4.293733e-15
x**0 * y**6	-5.085227e-15
x**6 * y**1	-1.609272e-19
x**4 * y**3	-6.444357e-18
x**2 * y**5	-2.107933e-17
x**0 * y**7	-2.104762e-17
x**8 * y**0	-2.786721e-23
x**6 * y**2	-3.982201e-21
x**4 * y**4	-3.415767e-20
x**2 * y**6	-9.925500e-20

[0182]

x**0 * y**8	-1.024091e-19
x**8 * y**1	-4.181780e-24
x**6 * y**3	-1.759230e-23
x**4 * y**5	-1.285656e-22
x**2 * y**7	-4.649591e-22
x**0 * y**9	-9.205944e-22
x**10 * y**0	-1.028975e-27
x**8 * y**2	-1.806308e-26
x**6 * y**4	-1.247949e-25
x**4 * y**6	-4.320972e-25
x**2 * y**8	-2.071994e-24
x**0 * y**10	-5.061803e-24
x**10 * y**1	1.359972e-29
x**8 * y**3	-2.827423e-28
x**6 * y**5	-1.742472e-27
x**4 * y**7	-4.389750e-27
x**2 * y**9	8.514759e-27
x**0 * y**11	3.313946e-26
x**12 * y**0	7.392378e-33
x**10 * y**2	-1.102466e-31
x**8 * y**4	-1.824503e-30
x**6 * y**6	-1.454001e-29
x**4 * y**8	-2.796006e-29
x**2 * y**10	2.056926e-28
x**0 * y**12	6.253987e-28
x**12 * y**1	-7.848736e-35
x**10 * y**3	2.958145e-34
x**8 * y**5	-3.869160e-33
x**6 * y**7	-5.250018e-32
x**4 * y**9	-2.954661e-32
x**2 * y**11	9.186617e-31
x**0 * y**13	3.282384e-30
x**14 * y**0	-2.968699e-38
x**12 * y**2	3.105981e-37
x**10 * y**4	2.755519e-36
x**8 * y**6	1.021245e-36
x**6 * y**8	-4.694652e-35
x**4 * y**10	1.249056e-34
x**2 * y**12	8.472723e-34
x**0 * y**14	6.311045e-33
M6	

[0183]

RDX	3970.682005
RDY	1090.488372
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.339788e-07
x**0 * y**3	3.062861e-07
x**4 * y**0	5.593089e-11
x**2 * y**2	2.178406e-10
x**0 * y**4	5.992996e-10
x**4 * y**1	-2.148197e-13
x**2 * y**3	-4.652973e-14
x**0 * y**5	2.079211e-12
x**6 * y**0	3.571626e-17
x**4 * y**2	3.484457e-16
x**2 * y**4	-3.747067e-16
x**0 * y**6	2.126847e-15
x**6 * y**1	-2.330367e-19
x**4 * y**3	1.625092e-20
x**2 * y**5	7.007978e-19
x**0 * y**7	1.969341e-17
x**8 * y**0	1.992574e-23
x**6 * y**2	1.251042e-22
x**4 * y**4	-1.278408e-21
x**2 * y**6	-9.476191e-21
x**0 * y**8	1.095020e-19
x**8 * y**1	-2.186461e-25
x**6 * y**3	-4.159235e-24
x**4 * y**5	5.056679e-24
x**2 * y**7	-1.352631e-22
x**0 * y**9	6.316251e-23
x**10 * y**0	1.668553e-28
x**8 * y**2	9.105553e-27
x**6 * y**4	6.580729e-26
x**4 * y**6	2.796208e-25
x**2 * y**8	-4.945124e-25
x**0 * y**10	-5.348054e-24
x**10 * y**1	-1.117431e-31
x**8 * y**3	6.919770e-29
x**6 * y**5	2.184470e-28
x**4 * y**7	-5.979367e-28
x**2 * y**9	1.326032e-26

[0184]

x**0 * y**11	1.222603e-26
x**12 * y**0	-8.869146e-34
x**10 * y**2	-8.084286e-32
x**8 * y**4	-1.129105e-30
x**6 * y**6	-6.514322e-30
x**4 * y**8	-2.569663e-29
x**2 * y**10	7.572863e-30
x**0 * y**12	7.919210e-30
x**12 * y**1	-3.374402e-36
x**10 * y**3	-4.266026e-34
x**8 * y**5	-2.968627e-33
x**6 * y**7	7.983826e-34
x**4 * y**9	5.959706e-32
x**2 * y**11	-3.239608e-31
x**0 * y**13	-3.932216e-31
x**14 * y**0	3.093117e-39
x**12 * y**2	3.365922e-37
x**10 * y**4	6.763241e-36
x**8 * y**6	5.434381e-35
x**6 * y**8	2.082429e-34
x**4 * y**10	7.434201e-34
x**2 * y**12	-7.244599e-34
x**0 * y**14	2.013395e-33
M7	
RDX	-2295.336411
RDY	-1844.166643
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	8.329363e-09
x**0 * y**3	-1.570214e-09
x**4 * y**0	-1.771610e-12
x**2 * y**2	-3.966989e-12
x**0 * y**4	-5.981146e-13
x**4 * y**1	1.979474e-15
x**2 * y**3	1.230814e-15
x**0 * y**5	-4.067206e-16
x**6 * y**0	-3.964893e-19
x**4 * y**2	-1.780559e-18
x**2 * y**4	-1.584997e-18
x**0 * y**6	-1.645571e-19

[0185]

x**6 * y**1	4.861763e-22
x**4 * y**3	8.808525e-22
x**2 * y**5	4.417499e-22
x**0 * y**7	-4.962963e-22
x**8 * y**0	8.768270e-26
x**6 * y**2	1.427108e-24
x**4 * y**4	2.081026e-24
x**2 * y**6	5.939373e-25
x**0 * y**8	3.218226e-25
x**8 * y**1	-3.009925e-28
x**6 * y**3	-1.318691e-27
x**4 * y**5	-1.934132e-27
x**2 * y**7	-1.384139e-28
x**0 * y**9	1.549665e-27
x**10 * y**0	-7.527227e-31
x**8 * y**2	-1.440493e-29
x**6 * y**4	-3.528172e-29
x**4 * y**6	-2.694551e-29
x**2 * y**8	-7.379039e-30
x**0 * y**10	-2.673449e-30
x**10 * y**1	1.249653e-33
x**8 * y**3	7.171222e-33
x**6 * y**5	1.613513e-32
x**4 * y**7	1.198686e-32
x**2 * y**9	4.015148e-34
x**0 * y**11	-5.580335e-33
x**12 * y**0	2.025902e-36
x**10 * y**2	5.598396e-35
x**8 * y**4	1.964698e-34
x**6 * y**6	2.373219e-34
x**4 * y**8	1.160415e-34
x**2 * y**10	2.531804e-35
x**0 * y**12	1.195760e-35
x**12 * y**1	-2.098419e-39
x**10 * y**3	-1.640894e-38
x**8 * y**5	-5.010745e-38
x**6 * y**7	-5.857987e-38
x**4 * y**9	-2.938110e-38
x**2 * y**11	1.173577e-39
x**0 * y**13	7.831128e-39
x**14 * y**0	-3.036170e-42
x**12 * y**2	-1.116503e-40

[0186]

x**10 * y**4	-5.186957e-40
x**8 * y**6	-8.791787e-40
x**6 * y**8	-6.768868e-40
x**4 * y**10	-2.438044e-40
x**2 * y**12	-4.808899e-41
x**0 * y**14	-2.146562e-41
x**14 * y**1	1.435783e-45
x**12 * y**3	1.513158e-44
x**10 * y**5	5.778385e-44
x**8 * y**7	9.289158e-44
x**6 * y**9	7.230514e-44
x**4 * y**11	2.780128e-44
x**2 * y**13	-2.384354e-45
x**0 * y**15	-4.742498e-45
x**16 * y**0	1.861992e-48
x**14 * y**2	8.852231e-47
x**12 * y**4	5.169585e-46
x**10 * y**6	1.149013e-45
x**8 * y**8	1.232166e-45
x**6 * y**10	6.939880e-46
x**4 * y**12	1.986361e-46
x**2 * y**14	3.882393e-47
x**0 * y**16	1.552441e-47

[0187]

[0188] [도 4에 대한 표 5]

미러	반사도
M7	0.677606
M6	0.662439
M5	0.804769
M4	0.722823
M3	0.792973
M2	0.783720
M1	0.749441
전체 전달률	0.121614

[0189]

[0190] [도 4에 대한 표 6]

x[mm]	y[mm]	z[mm]
-0.000	314.157	0.000
-83.603	308.604	0.000
-164.035	292.092	0.000
-238.216	265.064	0.000
-303.257	228.270	0.000
-356.576	182.779	0.000
-396.028	129.988	0.000
-420.032	71.622	0.000
-427.666	9.715	0.000
-418.715	-53.430	0.000
-393.655	-115.317	0.000
-353.591	-173.369	0.000
-300.171	-225.059	0.000
-235.494	-268.060	0.000
-162.032	-300.373	0.000
-82.548	-320.436	0.000
0.000	-327.241	0.000
82.548	-320.436	0.000
162.032	-300.373	0.000
235.494	-268.060	0.000
300.171	-225.059	0.000
353.591	-173.369	0.000
393.655	-115.317	0.000
418.715	-53.430	0.000
427.666	9.715	0.000
420.032	71.622	0.000
396.028	129.988	0.000
356.576	182.779	0.000
303.257	228.270	0.000
238.216	265.064	0.000
164.035	292.092	0.000
83.603	308.604	0.000

[0191]

[0192] 도 5는, 도 2에 따른 실시예의 투영 광학 유닛(10) 대신 투영 노광 장치(1)에 사용될 수 있는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(29)의 추가 실시예를 도시한다. 도 1 내지 도 4와 연계하여 및 특히 도 2 내지 도 4와 연계하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응하는 구성요소 및 기능은 동일한 참조번호로 표시하며 다시 상세하게 논의하지 않을 것이다.

[0193] 먼저, 5개의 GI 미러(M1 내지 M5)와, 후속하여 2개의 추가 NI 미러(M6 및 M7)를 갖는 투영 광학 유닛(29)의 기본 구조는 도 4에 따른 투영 광학 유닛(28)의 기본 구조에 대응한다. 투영 광학 유닛(29)은 투영 광학 유닛(28)보다 y-방향에서 상당히 더 큰 범위를 가지며, 결과적으로, 미러(M3와 M4) 사이의 y-거리는, 특히 도 4에 따른 투영 광학 유닛(28)의 경우에서보다 투영 광학 유닛(29)의 경우에 상당히 더 크다.

[0194] 다음의 표는 투영 광학 유닛(29)의 파라미터 및 광학 설계를 요약한다. 그 구조 면에서, 이들 표는 도 2와 연계하여 앞서 이미 설명한 표에 대응한다.

[0195] [도 5에 대한 표 1]

파장	13.5 nm
이미지측 애퍼처	0.33
β	- 4.00
주 광선각	5.91°
에텐듀	7.08 mm^2
평균 파면 수차(RMS)	36.14 mλ
전체 전달률	11.45%
진입 퓨필의 포지션(x)	132329.75 mm
진입 퓨필의 포지션(y)	956.05 mm
y-방향에서의 오브젝트-이미지 오프셋	3841.37 mm
이미지 필드 크기(x)	26 mm
이미지 필드 크기(y)	2.5 mm
M6과 이미지 평면 사이의 거리	50 mm
오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 거리	2298.27 mm
오브젝트와 이미지 평면 사이의 기울기	11.3°
설치 공간 직육면체	(1138 x 4186 x 1627) mm

[0196]

[0197] [도 5에 대한 표 2a]

	M1	M2	M3	M4
최대 입사각[°]	67.6	81.1	82.0	69.7
최소 입사각[°]	65.0	73.4	76.6	64.0
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	312.6	401.9	463.0	698.7
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	540.9	513.7	478.0	224.8
최대 미러 직경[mm]	547.2	522.0	548.2	699.0

[0198]

[0199] [도 5에 대한 표 2b]

	M5	M6	M7
최대 입사각[°]	77.6	24.1	6.2
최소 입사각[°]	68.9	3.0	1.1
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	695.4	679.2	1138.3
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	265.6	236.5	1116.3
최대 미러 직경[mm]	695.5	679.2	1138.3

[0200]

[0201] [도 5에 대한 표 3a]

	y-거리[mm]	z-거리[mm]	x-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3841.367302	2298.271500	-11.313866
M1	3472.067232	1106.730472	230.067622
M2	2715.380121	715.250226	14.289855
M3	2016.558570	700.313827	170.019689
M4	737.855663	1195.906402	2.923211
M5	469.216382	1058.841885	42.545793
M6	-138.006550	84.809786	-18.449873
M7	0.000000	1675.064709	-2.479927
조리개(AS)	-74.346569	818.366260	-4.959854
이미지 필드	0.000000	0.000000	-0.000000

[0202]

[0203] [도 5에 대한 표 3b]

	y-거리[mm]	y-축에 대한 기울기[도]	z-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	3841.367302	-0.00	-0.00
M1	3472.067232	0.00	-0.00
M2	2715.380121	180.00	0.00
M3	2016.558570	0.00	-0.00
M4	737.855663	0.00	180.00
M5	469.216382	0.00	-0.00
M6	-138.006550	180.00	0.00
M7	0.000000	0.00	-0.00
조리개(AS)	-74.346569	180.00	0.00
이미지 필드	0.000000	0.00	-0.00

[0204]

[0205] [도 5에 대한 표 4]

M1	
RDX	-4085.603569
RDY	-3649.056731
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-1.273025e-08
x**0 * y**3	-3.438227e-08
x**4 * y**0	-7.769419e-12
x**2 * y**2	6.297340e-12
x**0 * y**4	-5.158602e-11
x**4 * y**1	-9.899688e-15
x**2 * y**3	4.146723e-14
x**0 * y**5	-8.153198e-14
x**6 * y**0	7.191049e-17
x**4 * y**2	5.559633e-17
x**2 * y**4	-3.573411e-17

[0206]

x**0 * y**6	-6.130103e-17
x**6 * y**1	6.589301e-19
x**4 * y**3	1.139784e-19
x**2 * y**5	2.779372e-19
x**0 * y**7	-2.413345e-19
x**8 * y**0	-6.681059e-21
x**6 * y**2	-3.092385e-21
x**4 * y**4	-5.433992e-22
x**2 * y**6	-8.815848e-24
x**0 * y**8	-2.860896e-22
x**8 * y**1	-3.046562e-23
x**6 * y**3	-1.066796e-23
x**4 * y**5	-1.432229e-24
x**2 * y**7	-1.208128e-24
x**0 * y**9	6.098871e-25
x**10 * y**0	2.229445e-25
x**8 * y**2	1.683819e-25
x**6 * y**4	6.098177e-26
x**4 * y**6	9.162500e-27
x**2 * y**8	1.037580e-27
x**0 * y**10	-1.470792e-27
x**10 * y**1	5.042841e-28
x**8 * y**3	3.053156e-28
x**6 * y**5	2.401037e-29
x**4 * y**7	1.019674e-29
x**2 * y**9	1.017093e-29
x**0 * y**11	-7.473416e-30
x**12 * y**0	-2.600644e-30
x**10 * y**2	-3.383696e-30
x**8 * y**4	-1.330296e-30
x**6 * y**6	-3.069509e-31
x**4 * y**8	3.127145e-33
x**2 * y**10	1.162177e-32
x**0 * y**12	3.821978e-34
M2	
RDX	-6983.645291
RDY	9136.794097
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-4.360286e-08

[0207]

x**0 * y**3	8.934124e-08
x**4 * y**0	-5.337350e-11
x**2 * y**2	1.773389e-11
x**0 * y**4	3.091970e-11
x**4 * y**1	3.123146e-14
x**2 * y**3	-1.138731e-13
x**0 * y**5	6.441166e-14
x**6 * y**0	8.583164e-17
x**4 * y**2	-2.656928e-16
x**2 * y**4	-1.220463e-16
x**0 * y**6	-1.438273e-16
x**6 * y**1	-1.088957e-18
x**4 * y**3	-4.064829e-19
x**2 * y**5	-9.670426e-19
x**0 * y**7	2.620221e-19
x**8 * y**0	4.907101e-22
x**6 * y**2	-7.345245e-22
x**4 * y**4	-2.527358e-22
x**2 * y**6	1.641948e-21
x**0 * y**8	4.623661e-23
x**8 * y**1	2.646394e-23
x**6 * y**3	1.202139e-23
x**4 * y**5	-2.729489e-25
x**2 * y**7	-2.239946e-24
x**0 * y**9	-9.015879e-25
x**10 * y**0	-1.292348e-27
x**8 * y**2	5.732097e-26
x**6 * y**4	-2.906914e-26
x**4 * y**6	-6.046095e-26
x**2 * y**8	-2.087834e-26
x**0 * y**10	-4.242941e-27
x**10 * y**1	-2.711893e-28
x**8 * y**3	-2.315435e-28
x**6 * y**5	-5.517932e-29
x**4 * y**7	8.814392e-29
x**2 * y**9	-7.603188e-29
x**0 * y**11	3.584957e-29
x**12 * y**0	-1.658459e-31
x**10 * y**2	-7.728240e-31
x**8 * y**4	-7.529083e-32
x**6 * y**6	7.964693e-31
x**4 * y**8	5.501948e-32

[0208]

x**2 * y**10	2.989977e-31
x**0 * y**12	-7.200295e-32
M3	
RDX	1859.305170
RDY	-12549.291172
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.548489e-09
x**0 * y**3	-2.217791e-08
x**4 * y**0	3.345135e-11
x**2 * y**2	2.403626e-11
x**0 * y**4	7.781153e-12
x**4 * y**1	-7.064279e-14
x**2 * y**3	-9.024852e-14
x**0 * y**5	-2.821094e-14
x**6 * y**0	-3.271710e-17
x**4 * y**2	2.277953e-16
x**2 * y**4	1.343676e-16
x**0 * y**6	3.085285e-17
x**6 * y**1	3.247774e-19
x**4 * y**3	-1.282329e-19
x**2 * y**5	-2.742670e-19
x**0 * y**7	-1.315234e-19
x**8 * y**0	-6.061351e-22
x**6 * y**2	-2.211620e-22
x**4 * y**4	8.038324e-22
x**2 * y**6	2.466578e-22
x**0 * y**8	-4.777765e-22
x**8 * y**1	-1.082147e-23
x**6 * y**3	-1.519695e-23
x**4 * y**5	-3.841606e-24
x**2 * y**7	2.416449e-24
x**0 * y**9	-1.970885e-24
x**10 * y**0	8.389623e-27
x**8 * y**2	3.655064e-26
x**6 * y**4	2.246442e-26
x**4 * y**6	7.261152e-27
x**2 * y**8	1.060631e-26
x**0 * y**10	-4.437540e-27
x**10 * y**1	6.827519e-29

[0209]

x**8 * y**3	1.553683e-28
x**6 * y**5	3.801003e-29
x**4 * y**7	-3.346055e-29
x**2 * y**9	8.316397e-31
x**0 * y**11	-1.659253e-29
x**12 * y**0	8.034968e-33
x**10 * y**2	-4.043774e-31
x**8 * y**4	-3.078403e-31
x**6 * y**6	-6.629508e-32
x**4 * y**8	2.240967e-32
x**2 * y**10	6.212947e-32
x**0 * y**12	-1.329679e-32
M4	
RDX	-3045.704722
RDY	-3191.141149
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.909961e-07
x**0 * y**3	-2.464574e-07
x**4 * y**0	-4.082252e-11
x**2 * y**2	1.755332e-10
x**0 * y**4	-6.145404e-10
x**4 * y**1	-9.112299e-15
x**2 * y**3	6.569317e-13
x**0 * y**5	-3.070086e-12
x**6 * y**0	-1.102138e-18
x**4 * y**2	-2.476258e-17
x**2 * y**4	3.713340e-15
x**0 * y**6	-4.308461e-15
x**6 * y**1	9.261363e-22
x**4 * y**3	1.922998e-19
x**2 * y**5	1.840142e-17
x**0 * y**7	9.363928e-19
x**8 * y**0	6.237878e-23
x**6 * y**2	2.687486e-23
x**4 * y**4	-7.820550e-21
x**2 * y**6	-4.194316e-20
x**0 * y**8	-1.352347e-18
x**8 * y**1	-3.868180e-25
x**6 * y**3	-1.170523e-23

[0210]

x**4 * y**5	-9.142445e-23
x**2 * y**7	-2.970260e-22
x**0 * y**9	-1.046450e-20
x**10 * y**0	-1.981690e-28
x**8 * y**2	2.294318e-27
x**6 * y**4	5.001376e-26
x**4 * y**6	6.914053e-25
x**2 * y**8	2.074285e-23
x**0 * y**10	9.919384e-23
x**10 * y**1	1.564087e-30
x**8 * y**3	5.536159e-29
x**6 * y**5	5.589537e-28
x**4 * y**7	2.599863e-28
x**2 * y**9	7.325592e-26
x**0 * y**11	2.791184e-25
x**12 * y**0	-9.615942e-35
x**10 * y**2	-1.243918e-32
x**8 * y**4	-2.876814e-31
x**6 * y**6	-2.212425e-30
x**4 * y**8	-6.878128e-29
x**2 * y**10	-7.927877e-28
x**0 * y**12	-5.107379e-27
M5	
RDX	-186175.422862
RDY	3331.273103
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-3.126565e-08
x**0 * y**3	5.445123e-08
x**4 * y**0	2.439703e-12
x**2 * y**2	-5.117207e-12
x**0 * y**4	3.203437e-10
x**4 * y**1	9.404469e-14
x**2 * y**3	-1.167678e-13
x**0 * y**5	1.271221e-12
x**6 * y**0	-7.037218e-18
x**4 * y**2	-3.416487e-16
x**2 * y**4	-4.847189e-16
x**0 * y**6	1.876668e-15
x**6 * y**1	-1.617697e-19

[0211]

x**4 * y**3	-1.466163e-18
x**2 * y**5	-1.031635e-18
x**0 * y**7	5.456301e-18
x**8 * y**0	-9.769663e-23
x**6 * y**2	-9.200464e-22
x**4 * y**4	-1.697692e-21
x**2 * y**6	1.799961e-20
x**0 * y**8	1.477419e-19
x**8 * y**1	5.531172e-25
x**6 * y**3	9.132599e-24
x**4 * y**5	1.941099e-23
x**2 * y**7	1.799926e-22
x**0 * y**9	1.206099e-21
x**10 * y**0	5.824201e-28
x**8 * y**2	2.296743e-27
x**6 * y**4	-1.406507e-26
x**4 * y**6	5.774789e-27
x**2 * y**8	4.223062e-25
x**0 * y**10	1.445489e-24
x**10 * y**1	-3.018532e-30
x**8 * y**3	-6.304825e-29
x**6 * y**5	-2.730838e-28
x**4 * y**7	1.202038e-29
x**2 * y**9	2.485853e-27
x**0 * y**11	-3.914385e-27
x**12 * y**0	-1.021653e-33
x**10 * y**2	-1.638816e-32
x**8 * y**4	-9.903359e-32
x**6 * y**6	-2.879879e-31
x**4 * y**8	1.132378e-30
x**2 * y**10	1.768791e-29
x**0 * y**12	1.720227e-29
M6	
RDX	4844.388967
RDY	1085.550019
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.125704e-07
x**0 * y**3	7.328291e-07
x**4 * y**0	3.917897e-11

[0212]

x**2 * y**2	2.530514e-10
x**0 * y**4	1.417440e-09
x**4 * y**1	-1.933922e-13
x**2 * y**3	9.969059e-14
x**0 * y**5	6.032311e-12
x**6 * y**0	2.384313e-17
x**4 * y**2	3.992748e-16
x**2 * y**4	1.055154e-15
x**0 * y**6	2.068528e-14
x**6 * y**1	-1.402956e-19
x**4 * y**3	-8.809152e-20
x**2 * y**5	7.894166e-18
x**0 * y**7	8.115682e-17
x**8 * y**0	1.791800e-23
x**6 * y**2	3.012999e-22
x**4 * y**4	-3.766486e-21
x**2 * y**6	-2.101726e-20
x**0 * y**8	9.702062e-20
x**8 * y**1	-3.638420e-25
x**6 * y**3	-3.856549e-24
x**4 * y**5	9.233598e-24
x**2 * y**7	-2.011490e-22
x**0 * y**9	-1.575903e-21
x**10 * y**0	1.383011e-29
x**8 * y**2	3.018944e-27
x**6 * y**4	3.110150e-26
x**4 * y**6	4.975118e-25
x**2 * y**8	2.385142e-24
x**0 * y**10	-2.197473e-24
x**10 * y**1	1.498072e-31
x**8 * y**3	9.070557e-30
x**6 * y**5	3.594623e-29
x**4 * y**7	6.977140e-28
x**2 * y**9	9.890157e-27
x**0 * y**11	2.044802e-26
x**12 * y**0	2.674083e-35
x**10 * y**2	-4.828328e-33
x**8 * y**4	-1.129917e-31
x**6 * y**6	-1.162263e-30
x**4 * y**8	-1.072604e-29
x**2 * y**10	-2.757398e-29
x**0 * y**12	1.361150e-29

[0213]

M7	
RDX	-2354.999339
RDY	-1820.941106
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	9.094834e-09
x**0 * y**3	-4.748186e-09
x**4 * y**0	-1.635019e-12
x**2 * y**2	-6.816157e-12
x**0 * y**4	-2.619961e-13
x**4 * y**1	2.056950e-15
x**2 * y**3	1.259552e-15
x**0 * y**5	-2.033735e-15
x**6 * y**0	-3.464273e-19
x**4 * y**2	-2.571028e-18
x**2 * y**4	-3.207578e-18
x**0 * y**6	3.019732e-19
x**6 * y**1	9.352336e-23
x**4 * y**3	1.474799e-22
x**2 * y**5	1.415053e-22
x**0 * y**7	-8.794472e-22
x**8 * y**0	-3.560971e-26
x**6 * y**2	-4.417151e-25
x**4 * y**4	-6.563779e-25
x**2 * y**6	3.915908e-26
x**0 * y**8	1.073214e-24
x**8 * y**1	7.011652e-28
x**6 * y**3	1.833210e-27
x**4 * y**5	1.830931e-27
x**2 * y**7	1.872865e-27
x**0 * y**9	-2.911255e-28
x**10 * y**0	-8.703567e-32
x**8 * y**2	-8.503637e-31
x**6 * y**4	-3.024299e-30
x**4 * y**6	-3.376009e-30
x**2 * y**8	-3.021966e-30
x**0 * y**10	-1.443412e-30
x**10 * y**1	-1.141488e-33
x**8 * y**3	-4.526944e-33
x**6 * y**5	-5.784917e-33

[0214]

x**4 * y**7	-5.536356e-33
x**2 * y**9	-2.119949e-33
x**0 * y**11	2.842371e-33
x**12 * y**0	1.177480e-37
x**10 * y**2	5.625487e-37
x**8 * y**4	3.456288e-36
x**6 * y**6	5.940305e-36
x**4 * y**8	6.590123e-36
x**2 * y**10	3.422978e-36
x**0 * y**12	-1.542815e-36
x**12 * y**1	8.333377e-40
x**10 * y**3	4.466346e-39
x**8 * y**5	8.177509e-39
x**6 * y**7	9.026110e-39
x**4 * y**9	6.659326e-39
x**2 * y**11	-1.883548e-39
x**0 * y**13	-3.762577e-39
x**14 * y**0	-9.459026e-44
x**12 * y**2	-1.721172e-43
x**10 * y**4	-1.954920e-42
x**8 * y**6	-3.851487e-42
x**6 * y**8	-5.910161e-42
x**4 * y**10	-6.850531e-42
x**2 * y**12	2.839030e-42
x**0 * y**14	4.121394e-42

[0215]

[0216] [도 5에 대한 표 5]

미러	반사도
M7	0.677596
M6	0.660615
M5	0.774072
M4	0.697506
M3	0.838904
M2	0.809802
M1	0.707723
전체 전달률	0.116199

[0217]

[0218] [도 5에 대한 표 6]

x[mm]	y[mm]	z[mm]
-0.000	317.649	0.000
-86.416	312.067	0.000
-169.633	295.463	0.000
-246.520	268.271	0.000
-314.102	231.216	0.000
-369.671	185.324	0.000
-410.921	131.933	0.000
-436.105	72.704	0.000
-444.173	9.617	0.000
-434.854	-55.053	0.000
-408.655	-118.812	0.000
-366.797	-179.040	0.000
-311.094	-233.105	0.000
-243.827	-278.469	0.000
-167.624	-312.823	0.000
-85.347	-334.276	0.000
0.000	-341.574	0.000
85.347	-334.276	0.000
167.624	-312.823	0.000
243.827	-278.469	0.000
311.094	-233.105	0.000
366.797	-179.040	0.000
408.655	-118.812	0.000
434.854	-55.053	0.000
444.173	9.617	0.000
436.105	72.704	0.000
410.921	131.933	0.000
369.671	185.324	0.000
314.102	231.216	0.000
246.520	268.271	0.000
169.633	295.463	0.000
86.416	312.067	0.000

[0219]

[0220] 도 6은, 도 2에 따른 실시예의 투영 광학 유닛(10) 대신 투영 노광 장치(1)에 사용될 수 있는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(30)의 추가 실시예를 도시한다. 도 1 내지 도 5와 연계하여 및 특히 도 2 내지 도 5와 연계하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응하는 구성요소 및 기능은 동일한 참조번호로 표시하며 다시 상세하게 논의하지 않을 것이다.

[0221] 투영 광학 유닛(30)의 기본 미러 구조는, 특히 GI 미러의 배치에 관련하여, 도 4에 따른 투영 광학 유닛(28)의 기본 미러 구조에 대응한다. 실질적인 차이점은, 도 6에 따른 투영 광학 유닛(30)에서, 끝에서 두 번째 NI 미러(M6)가 마지막 미러(M7)와 이미지 필드(11) 사이의 부분 빔 경로 섹션에 관련하여 다른 미러(M1 내지 M5)와 동일 측 상에 배치된다는 점이다. 그러므로 도 6에 따른 투영 광학 유닛(30)은, 도 2 내지 도 5에 따른 투영 광학 유닛에서 존재하는 교차 영역(25)에 대응하는 교차 영역을 갖지 않는다.

[0222] 투영 광학 유닛(30)의 경우에, 오브젝트 필드(5)에서 시작한 중심 필드 점의 주광선(CR)은, 오브젝트 필드(5)의 이 중심 필드 점의 법선(N)에 관련하여, 및 먼저 각각의 법선(N) 및 이 x-축에 평행한 축에 의해 형성되는 평면(xN)에 관련하여 상이한 반-공간으로 진행하며, 이 공간은, 미러(M2 이하)의 배치 포지션과 비교하여, 도 6에서 법선(N)의 우측으로 연장한다.

[0223] 이점은 첫째 도 6에서 미러로서 표시된 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소(30b)와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(30a)과, 둘째 교차 영역(30d)에서 교차하는 투영 광학 유닛(30)의 처음 2개의 미러(M1과 M2) 사이의 조명/이미징 광 빔 경로 섹션(30c)을 초래한다. 그에 따라, 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소 중 하나(구성요소(30b))와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(30a)과, 오브젝트 필드(5)와 이미징 광학 유닛(30)의 제1 구성요소 중 하나 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(30c)(미러(M1과 M2) 사이의 빔 경로 섹션)이 교차 영역(30d)에서 교차한다.

[0224] 또한, 다른 미러(M2 이하)와 비교하여, 미러(M1)는 이 xN-평면에 관련하여 다른 반-공간에 위치한다.

[0225] 다음의 표는 투영 광학 유닛(30)의 파라미터 및 광학 설계를 요약한다. 그 구조 면에서, 이들 표는 도 2와 연계하여 앞서 이미 설명한 표들에 대응한다.

[0226] [도 6에 대한 표 1]

파장	13.5 nm
이미지측 애퍼처	0.33
β	- 4.00
주 광선각	5.99°
에텐듀	7.08 mm^2
평균 파면 수차(RMS)	18.59 mλ
전체 전달률	11.63%
진입 퓨필의 포지션(x)	25190.57 mm
진입 퓨필의 포지션(y)	2205.50 mm
y-방향에서의 오브젝트-이미지 오프셋	2680.38 mm
이미지 필드 크기(x)	26 mm
이미지 필드 크기(y)	2.5 mm
M6와 이미지 평면 사이의 거리	53 mm
오브젝트 평면과 이미지 평면 사이의 거리	2300.01 mm
오브젝트와 이미지 평면 사이의 기울기	22.8°
설치 공간 직육면체	(1112 x 3074 x 1591) mm

[0227]

[0228] [도 6에 대한 표 2a]

	M1	M2	M3	M4
최대 입사각[°]	67.7	87.7	82.1	73.9
최소 입사각[°]	64.3	78.5	69.2	66.1
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	242.4	343.8	423.5	450.9
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	368.7	646.2	233.0	231.6
최대 미러 직경[mm]	382.4	653.6	458.4	489.6

[0229]

[0230] [도 6에 대한 표 2b]

	M5	M6	M7
최대 입사각[°]	70.9	23.9	5.2
최소 입사각[°]	62.5	2.7	1.4
x-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	472.4	519.3	1111.7
y-방향에서의 반사 표면의 범위[mm]	198.4	162.6	1089.7
최대 미러 직경[mm]	483.2	519.3	1112.8

[0231]

[0232] [도 6에 대한 표 3a]

	y-거리[mm]	z-거리[mm]	X-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	2680.382457	2300.010557	-22.847106
M1	2434.840558	1489.891018	229.558257
M2	1595.484414	1080.904466	16.965774
M3	902.729497	984.119557	176.716845
M4	783.883818	1014.898592	4.717944
M5	469.669777	875.293664	45.797711
M6	138.399446	69.980230	-8.664747
M7	0.000000	1642.220303	2.515302
조리개(AS)	70.332781	843.228538	5.030604
이미지 필드	0.000000	0.000000	-0.000000

[0233]

[0234] [도 6에 대한 표 3b]

	y-거리[mm]	Y-축에 대한 기울기[도]	Z-축에 대한 기울기[도]
오브젝트 필드	2680.382457	-0.00	-0.00
M1	2434.840558	0.00	-0.00
M2	1595.484414	180.00	0.00
M3	902.729497	0.00	-0.00
M4	783.883818	0.00	180.00
M5	469.669777	0.00	-0.00
M6	138.399446	180.00	0.00
M7	0.000000	0.00	-0.00
조리개(AS)	70.332781	180.00	0.00
이미지 필드	0.000000	0.00	-0.00

[0235]

[0236] [도 6에 대한 표 4]

M1	
RDX	-3313.530346
RDY	-3181.111962
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-7.582118e-08
x**0 * y**3	1.625021e-09
x**4 * y**0	-1.844386e-11
x**2 * y**2	-4.310334e-11
x**0 * y**4	-9.714942e-11
x**4 * y**1	-3.570331e-14
x**2 * y**3	-9.535826e-14
x**0 * y**5	-6.946156e-14
x**6 * y**0	1.427766e-16
x**4 * y**2	9.074740e-19
x**2 * y**4	-1.557101e-16
x**0 * y**6	-3.163685e-16
x**6 * y**1	4.630309e-19
x**4 * y**3	1.653687e-20
x**2 * y**5	-1.097765e-19
x**0 * y**7	-3.591852e-19
x**8 * y**0	-2.007583e-20
x**6 * y**2	-1.184243e-20
x**4 * y**4	-3.010348e-21
x**2 * y**6	4.439019e-22
x**0 * y**8	-6.041298e-22
x**8 * y**1	-4.030616e-23
x**6 * y**3	-1.803344e-23
x**4 * y**5	-6.243843e-24
x**2 * y**7	-9.461471e-24
x**0 * y**9	-6.156404e-25
x**10 * y**0	1.186587e-24
x**8 * y**2	1.071000e-24
x**6 * y**4	4.337366e-25
x**4 * y**6	7.270102e-26
x**2 * y**8	-1.451449e-26
x**0 * y**10	-3.559025e-26
x**10 * y**1	1.213805e-27
x**8 * y**3	7.439958e-28
x**6 * y**5	3.600159e-28
x**4 * y**7	1.074975e-28

[0237]

x**2 * y**9	1.744898e-28
x**0 * y**11	-7.590744e-29
x**12 * y**0	-2.604785e-29
x**10 * y**2	-3.202548e-29
x**8 * y**4	-1.500887e-29
x**6 * y**6	-6.020977e-30
x**4 * y**8	-4.322349e-31
x**2 * y**10	-1.243331e-31
x**0 * y**12	2.757043e-31
M2	
RDX	11992.468309
RDY	-20981.241416
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-7.852900e-08
x**0 * y**3	2.854992e-08
x**4 * y**0	-2.562820e-11
x**2 * y**2	1.198367e-10
x**0 * y**4	-2.890190e-11
x**4 * y**1	1.244608e-13
x**2 * y**3	-1.221425e-13
x**0 * y**5	4.905688e-14
x**6 * y**0	4.066450e-17
x**4 * y**2	-8.766498e-17
x**2 * y**4	2.943755e-16
x**0 * y**6	-7.331828e-17
x**6 * y**1	-1.669019e-19
x**4 * y**3	7.788913e-19
x**2 * y**5	-5.264513e-19
x**0 * y**7	1.100287e-19
x**8 * y**0	6.439791e-22
x**6 * y**2	1.723751e-22
x**4 * y**4	-8.373117e-22
x**2 * y**6	1.084288e-21
x**0 * y**8	-9.453920e-23
x**8 * y**1	1.869151e-24
x**6 * y**3	-8.157366e-24
x**4 * y**5	2.156686e-24
x**2 * y**7	-4.915753e-25
x**0 * y**9	2.551637e-25

[0238]

x**10 * y**0	-9.432030e-27
x**8 * y**2	-8.658648e-27
x**6 * y**4	-2.721782e-26
x**4 * y**6	-1.433560e-26
x**2 * y**8	1.639116e-27
x**0 * y**10	-1.137262e-27
x**10 * y**1	-4.632339e-29
x**8 * y**3	1.304128e-28
x**6 * y**5	9.984786e-30
x**4 * y**7	2.722387e-29
x**2 * y**9	-1.720073e-29
x**0 * y**11	1.799996e-30
x**12 * y**0	-1.050270e-31
x**10 * y**2	1.770933e-31
x**8 * y**4	5.304236e-31
x**6 * y**6	3.303230e-31
x**4 * y**8	-3.118373e-32
x**2 * y**10	2.383182e-32
x**0 * y**12	-9.754717e-34
M3	
RDX	1170.345602
RDY	336650.662649
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-1.301381e-07
x**0 * y**3	-3.108255e-07
x**4 * y**0	9.906214e-11
x**2 * y**2	7.910174e-10
x**0 * y**4	7.141068e-12
x**4 * y**1	-5.206903e-13
x**2 * y**3	-1.077146e-12
x**0 * y**5	-2.187340e-12
x**6 * y**0	2.723090e-16
x**4 * y**2	2.325337e-15
x**2 * y**4	9.069795e-15
x**0 * y**6	1.056337e-15
x**6 * y**1	-1.508388e-19
x**4 * y**3	-1.704144e-17
x**2 * y**5	-1.938077e-17
x**0 * y**7	-1.679574e-17

[0239]

x**8 * y**0	-1.039542e-20
x**6 * y**2	2.047151e-20
x**4 * y**4	5.287340e-20
x**2 * y**6	6.171953e-20
x**0 * y**8	-1.608577e-19
x**8 * y**1	2.050179e-23
x**6 * y**3	-1.452791e-23
x**4 * y**5	-1.418740e-22
x**2 * y**7	7.927469e-22
x**0 * y**9	-1.699021e-21
x**10 * y**0	8.524747e-26
x**8 * y**2	-1.455150e-25
x**6 * y**4	4.567030e-25
x**4 * y**6	-9.761752e-25
x**2 * y**8	1.606602e-23
x**0 * y**10	-4.033586e-24
x**10 * y**1	-3.986670e-28
x**8 * y**3	-1.124048e-27
x**6 * y**5	-8.739915e-28
x**4 * y**7	-3.840304e-26
x**2 * y**9	3.632931e-26
x**0 * y**11	-4.475851e-26
x**12 * y**0	-9.909627e-32
x**10 * y**2	2.589160e-30
x**8 * y**4	-8.795731e-33
x**6 * y**6	4.908845e-29
x**4 * y**8	-1.086216e-28
x**2 * y**10	-8.754918e-29
x**0 * y**12	-2.927123e-28
M4	
RDX	-1622.090444
RDY	-3452.298466
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	1.099886e-07
x**0 * y**3	5.595355e-07
x**4 * y**0	-7.618175e-11
x**2 * y**2	-1.557522e-09
x**0 * y**4	2.483125e-09
x**4 * y**1	1.035235e-12

[0240]

x**2 * y**3	-5.681863e-12
x**0 * y**5	1.938797e-11
x**6 * y**0	-2.554714e-16
x**4 * y**2	3.881774e-15
x**2 * y**4	-5.923605e-14
x**0 * y**6	1.235608e-13
x**6 * y**1	-2.017153e-18
x**4 * y**3	6.887264e-17
x**2 * y**5	-4.252346e-16
x**0 * y**7	7.613249e-16
x**8 * y**0	4.806633e-21
x**6 * y**2	-4.779376e-20
x**4 * y**4	5.654709e-19
x**2 * y**6	-2.769703e-18
x**0 * y**8	2.800231e-18
x**8 * y**1	9.993880e-24
x**6 * y**3	-4.043017e-22
x**4 * y**5	4.143514e-21
x**2 * y**7	-6.489472e-21
x**0 * y**9	-1.392074e-20
x**10 * y**0	-3.171919e-26
x**8 * y**2	2.702425e-25
x**6 * y**4	-2.671298e-24
x**4 * y**6	-1.250227e-24
x**2 * y**8	1.048776e-22
x**0 * y**10	-3.156565e-22
x**10 * y**1	5.936951e-29
x**8 * y**3	5.536071e-28
x**6 * y**5	4.403273e-27
x**4 * y**7	-2.325259e-25
x**2 * y**9	1.297646e-24
x**0 * y**11	-2.236824e-24
x**12 * y**0	2.568808e-33
x**10 * y**2	-6.074430e-31
x**8 * y**4	-4.035613e-30
x**6 * y**6	2.086143e-28
x**4 * y**8	-1.328473e-27
x**2 * y**10	4.336924e-27
x**0 * y**12	-6.668026e-27
M5	
RDX	-30627.891357

[0241]

RDY	6586.817156
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	3.064996e-07
x**0 * y**3	1.010858e-07
x**4 * y**0	8.330443e-11
x**2 * y**2	6.865447e-10
x**0 * y**4	-8.960675e-10
x**4 * y**1	7.539391e-13
x**2 * y**3	-8.282665e-13
x**0 * y**5	-7.388737e-12
x**6 * y**0	1.966392e-16
x**4 * y**2	1.060598e-15
x**2 * y**4	-1.906236e-14
x**0 * y**6	-4.537160e-14
x**6 * y**1	1.844114e-18
x**4 * y**3	-1.604985e-17
x**2 * y**5	-1.457868e-16
x**0 * y**7	-2.378789e-16
x**8 * y**0	2.009977e-22
x**6 * y**2	2.149098e-22
x**4 * y**4	-1.888461e-19
x**2 * y**6	-7.768943e-19
x**0 * y**8	-2.464003e-19
x**8 * y**1	1.762717e-24
x**6 * y**3	-1.681493e-22
x**4 * y**5	-1.353773e-21
x**2 * y**7	-1.221226e-21
x**0 * y**9	1.062952e-20
x**10 * y**0	5.774756e-28
x**8 * y**2	-6.692987e-26
x**6 * y**4	-2.100580e-24
x**4 * y**6	-7.809298e-24
x**2 * y**8	1.328897e-23
x**0 * y**10	1.210966e-22
x**10 * y**1	2.019261e-29
x**8 * y**3	-2.374099e-28
x**6 * y**5	-1.096049e-26
x**4 * y**7	-4.688181e-26
x**2 * y**9	6.695085e-26
x**0 * y**11	7.125792e-25

[0242]

x**12 * y**0	2.597919e-32
x**10 * y**2	3.001802e-31
x**8 * y**4	4.824781e-30
x**6 * y**6	-4.006222e-29
x**4 * y**8	-1.755183e-28
x**2 * y**10	1.223227e-28
x**0 * y**12	1.882347e-27
M6	
RDX	3480.131965
RDY	727.595471
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	-2.357711e-07
x**0 * y**3	-1.723813e-08
x**4 * y**0	8.034696e-11
x**2 * y**2	5.315819e-10
x**0 * y**4	4.602352e-09
x**4 * y**1	-2.845429e-13
x**2 * y**3	-6.861795e-13
x**0 * y**5	-1.008870e-11
x**6 * y**0	6.059158e-17
x**4 * y**2	8.612866e-16
x**2 * y**4	1.207400e-14
x**0 * y**6	9.517748e-14
x**6 * y**1	-3.896940e-19
x**4 * y**3	-2.593091e-18
x**2 * y**5	-5.339517e-17
x**0 * y**7	-5.038421e-16
x**8 * y**0	2.492915e-23
x**6 * y**2	9.517560e-22
x**4 * y**4	2.631068e-20
x**2 * y**6	3.987602e-19
x**0 * y**8	4.606525e-18
x**8 * y**1	-5.383268e-25
x**6 * y**3	-6.971349e-24
x**4 * y**5	-1.348941e-22
x**2 * y**7	-1.616132e-21
x**0 * y**9	-2.364787e-22
x**10 * y**0	4.173368e-28
x**8 * y**2	6.927402e-27

[0243]

x**6 * y**4	1.566798e-25
x**4 * y**6	2.576389e-24
x**2 * y**8	2.214849e-23
x**0 * y**10	-7.880745e-23
x**10 * y**1	-9.772732e-31
x**8 * y**3	-2.762274e-29
x**6 * y**5	-1.255950e-27
x**4 * y**7	-2.906333e-26
x**2 * y**9	-3.684470e-25
x**0 * y**11	-3.136608e-24
x**12 * y**0	-1.466477e-33
x**10 * y**2	-1.728110e-32
x**8 * y**4	-4.213140e-31
x**6 * y**6	5.716133e-30
x**4 * y**8	1.423235e-28
x**2 * y**10	2.478966e-27
x**0 * y**12	2.306638e-26
M7	
RDX	-2104.968470
RDY	-1740.817502
CCX	0.000000
CCY	0.000000
x**i * y**j	계수
x**2 * y**1	6.797398e-09
x**0 * y**3	1.142756e-09
x**4 * y**0	-2.250314e-12
x**2 * y**2	-3.554959e-12
x**0 * y**4	-2.144288e-12
x**4 * y**1	1.617744e-15
x**2 * y**3	8.635572e-16
x**0 * y**5	9.742439e-16
x**6 * y**0	-6.175986e-19
x**4 * y**2	-1.946051e-18
x**2 * y**4	-1.900601e-18
x**0 * y**6	-9.709810e-19
x**6 * y**1	3.780822e-22
x**4 * y**3	5.083467e-22
x**2 * y**5	5.681208e-22
x**0 * y**7	4.825237e-22
x**8 * y**0	-9.315651e-26
x**6 * y**2	-5.448412e-25

[0244]

x**4 * y**4	-8.835854e-25
x**2 * y**6	-7.462077e-25
x**0 * y**8	-7.777217e-25
x**8 * y**1	7.004813e-29
x**6 * y**3	1.420867e-28
x**4 * y**5	2.498356e-28
x**2 * y**7	-1.229940e-28
x**0 * y**9	-3.616363e-28
x**10 * y**0	-1.549880e-31
x**8 * y**2	-9.094072e-31
x**6 * y**4	-2.004726e-30
x**4 * y**6	-2.019169e-30
x**2 * y**8	-1.046688e-30
x**0 * y**10	1.512057e-30
x**10 * y**1	9.517938e-35
x**8 * y**3	4.112679e-34
x**6 * y**5	4.872679e-34
x**4 * y**7	5.046987e-34
x**2 * y**9	2.128447e-33
x**0 * y**11	1.552697e-33
x**12 * y**0	1.500824e-37
x**10 * y**2	1.631796e-36
x**8 * y**4	5.137121e-36
x**6 * y**6	5.471485e-36
x**4 * y**8	3.299602e-36
x**2 * y**10	4.525601e-37
x**0 * y**12	-3.047623e-36
x**12 * y**1	-7.062957e-41
x**10 * y**3	-3.870527e-40
x**8 * y**5	-8.221576e-40
x**6 * y**7	-4.723529e-40
x**4 * y**9	-6.414242e-40
x**2 * y**11	-3.032636e-39
x**0 * y**13	-1.970546e-39
x**14 * y**0	-7.679596e-44
x**12 * y**2	-1.625621e-42
x**10 * y**4	-6.616056e-42
x**8 * y**6	-1.050786e-41
x**6 * y**8	-7.502592e-42
x**4 * y**10	-3.474008e-42
x**2 * y**12	6.940224e-43
x**0 * y**14	3.053356e-42

[0245]

[0246] [도 6에 대한 표 5]

미러	반사도
M7	0.677581
M6	0.660010
M5	0.714146
M4	0.734803
M3	0.838417
M2	0.871903
M1	0.701377
전체 전달률	0.120323

[0247]

[0248] [도 6에 대한 표 6]

x[mm]	y[mm]	z[mm]
-0.000	326.867	0.000
-81.446	320.449	0.000
-159.543	301.465	0.000
-231.082	270.713	0.000
-293.141	229.471	0.000
-343.225	179.443	0.000
-379.394	122.674	0.000
-400.364	61.464	0.000
-405.555	-1.720	0.000
-395.083	-64.359	0.000
-369.692	-123.984	0.000
-330.655	-178.309	0.000
-279.667	-225.338	0.000
-218.752	-263.457	0.000
-150.181	-291.468	0.000
-76.406	-308.572	0.000
0.000	-314.321	0.000
76.406	-308.572	0.000
150.181	-291.468	0.000
218.752	-263.457	0.000
279.667	-225.338	0.000
330.655	-178.309	0.000
369.692	-123.984	0.000
395.083	-64.359	0.000
405.555	-1.720	0.000
400.364	61.464	0.000
379.394	122.674	0.000
343.225	179.443	0.000
293.141	229.471	0.000
231.082	270.713	0.000
159.543	301.465	0.000
81.446	320.449	0.000

[0249]

[0250] 도 7은, 도 2에 따른 실시예의 투영 광학 유닛(10) 대신 투영 노광 장치(1)에 사용될 수 있는 투영 광학 유닛 또는 이미징 광학 유닛(31)의 추가 실시예를 도시한다. 도 1 내지 도 6과 연계하여 및 특히 도 2 내지 도 6과 연계하여 앞서 이미 설명한 것들에 대응하는 구성요소 및 기능은 동일한 참조번호로 표시하며 다시 상세하게 논의하지 않을 것이다.

[0251] 투영 광학 유닛(31)의 경우에, 오브젝트 필드(5)에서 시작하는 중심 필드 점의 주광선(CR)은, 오브젝트 필드(5)의 이 중심 필드 점의 법선(N)에 관련하여, 및 먼저 이 법선(N) 및 이 x-축에 평행한 축에 의해 형성되는 평면(xN)에 관련하여 상이한 반-공간으로 진행하며, 이 공간은, 미러(M2 이하)의 배치 포지션과 비교하여, 도 7에서 법선(N)의 우측으로 연장한다.

[0252] 이점은 첫째 도 7에서 미러로서 표시된 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소(33)와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(32)과, 둘째 교차 영역(35)에서 교차하는 투영 광학 유닛(31)의 처음 2개의 미러(M1과 M2) 사이의 조명/이미징 광 빔 경로 섹션(34)을 초래한다. 그에 따라, 조명 광학 유닛(4)의 마지막 구성요소 중 하나(구성요소(33))와 오브젝트 필드(5) 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(32)과, 오브젝트 필드(5)와 이미징 광학 유닛(31)의 제1 구성요소(미러(M1과 M2)) 중 하나 사이의 조명/이미징 빔 경로 섹션(34)이 교차 영역(35)에서 교차한다.

[0253] 또한, 다른 미러(M2 이하)와 비교하여, 미러(M1)는 이 xN-평면에 관련하여 다른 반-공간에 위치한다.

[0254] 그 밖에, 도 7에 따른 투영 광학 유닛(31)은 GI 미러(M1 내지 M5)의 배치와 관련하여 도 4에 따른 투영 광학 유닛(28)과의 대응, 및 후속한 NI 미러(M6 및 M7)의 배치와 관련하여 도 6에 따른 투영 광학 유닛(30)과의 대응을 갖는다.

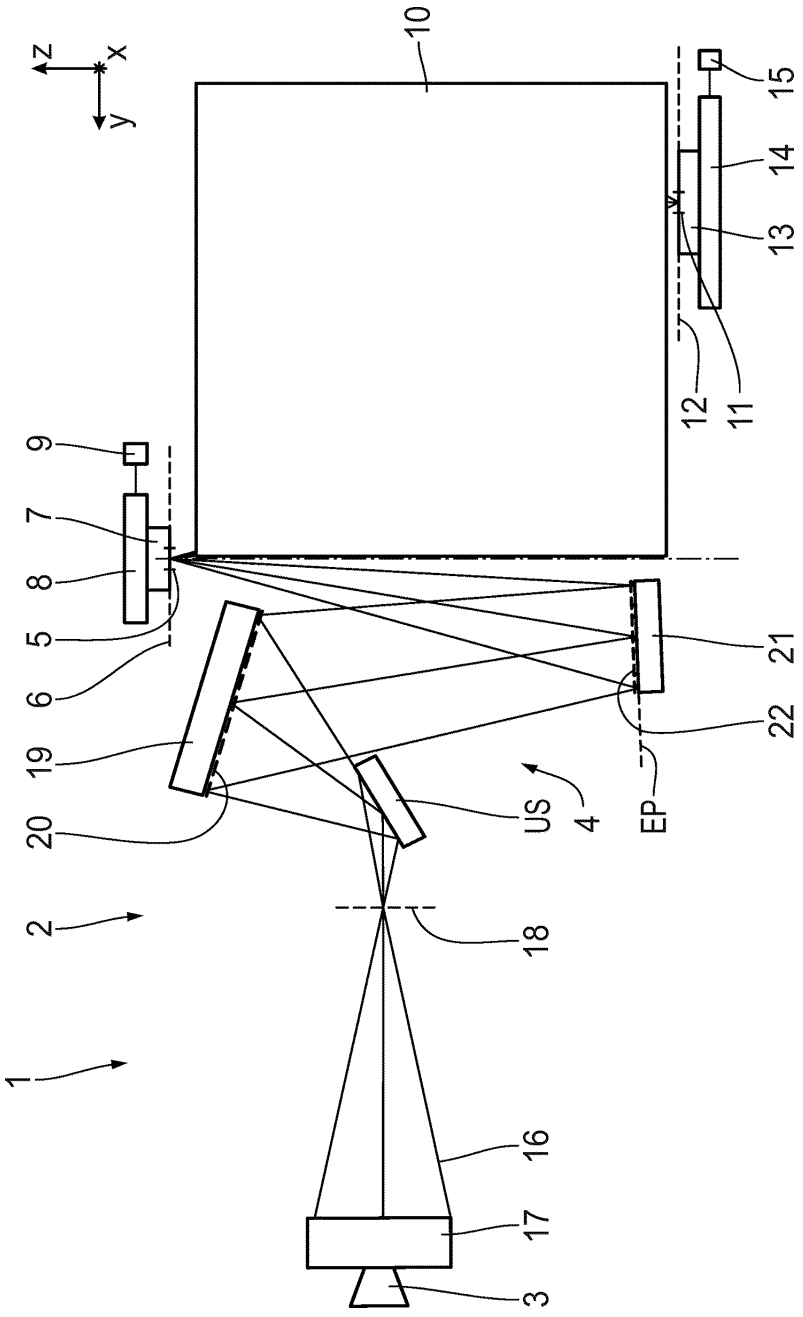
[0255] 앞서 기재한 투영 광학 유닛의 실시예에 의존하여, 이들 유닛은 또한 상이한 수의 NI 미러 및/또는 GI 미러, 예

컨대 정확히는 2개의 GI 미러 또는 그 밖에 정확히는 3개의 GI 미러를 가질 수도 있다. 2개 초과의 NI 미러, 예컨대 3개 또는 4개의 NI 미러도 가능하다.

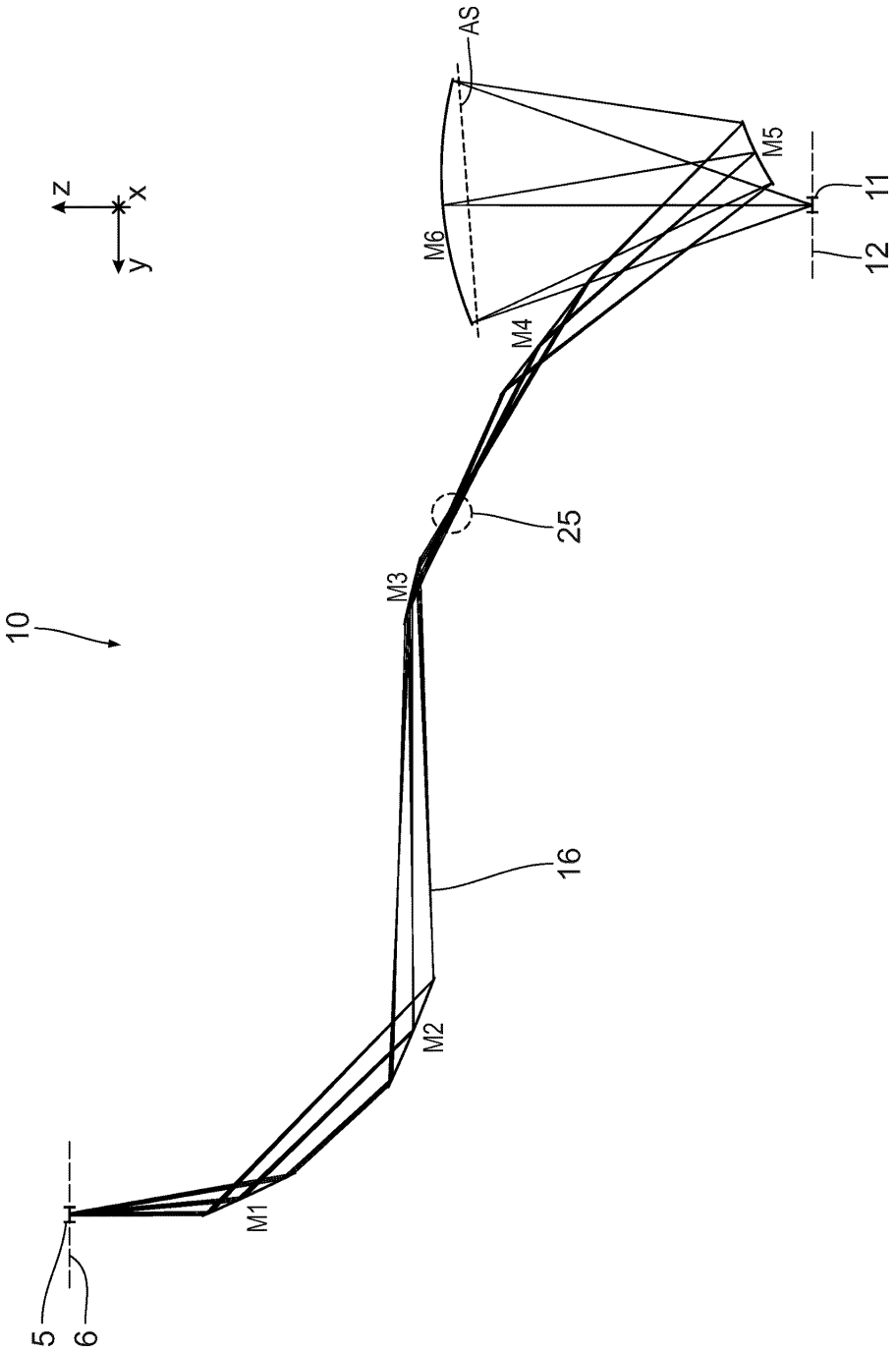
[0256] 마이크로 구조 또는 나노 구조의 구성요소를 제조하기 위해, 투영 노광 장치(1)가 다음과 같이 사용된다: 첫째, 반사 마스크(7) 또는 레티클과 기판 또는 웨이퍼(13)가 제공된다. 후속하여, 레티클(7) 상의 구조가 투영 노광 장치(1)를 이용하여 웨이퍼(13)의 광 민감성 층 상에 투영된다. 그 후, 웨이퍼(13) 상의 마이크로 구조 또는 나노 구조와, 그러므로 마이크로 구조의 구성요소가 광 민감성 층을 현상함으로써 제조된다.

도면

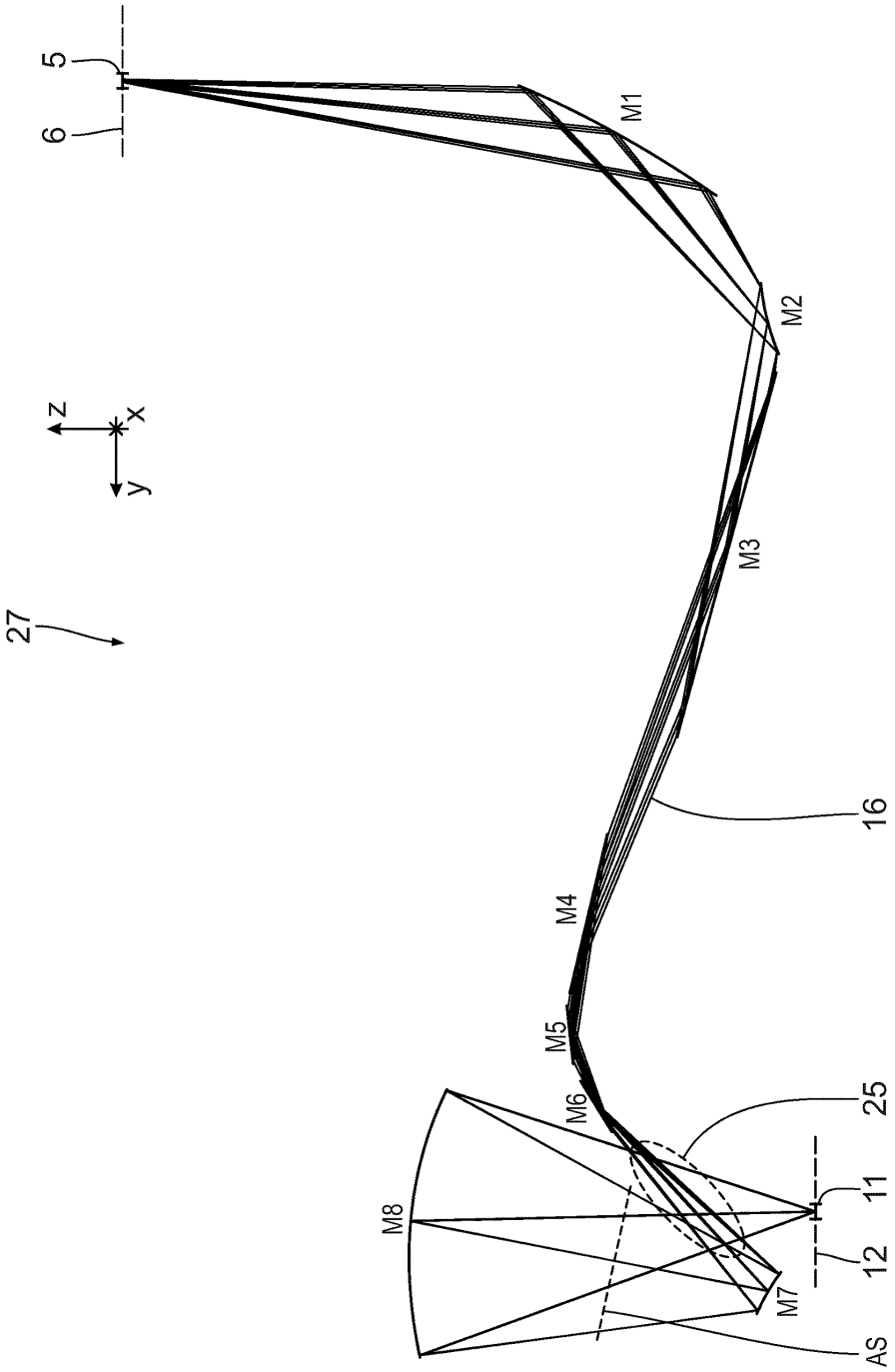
도면1



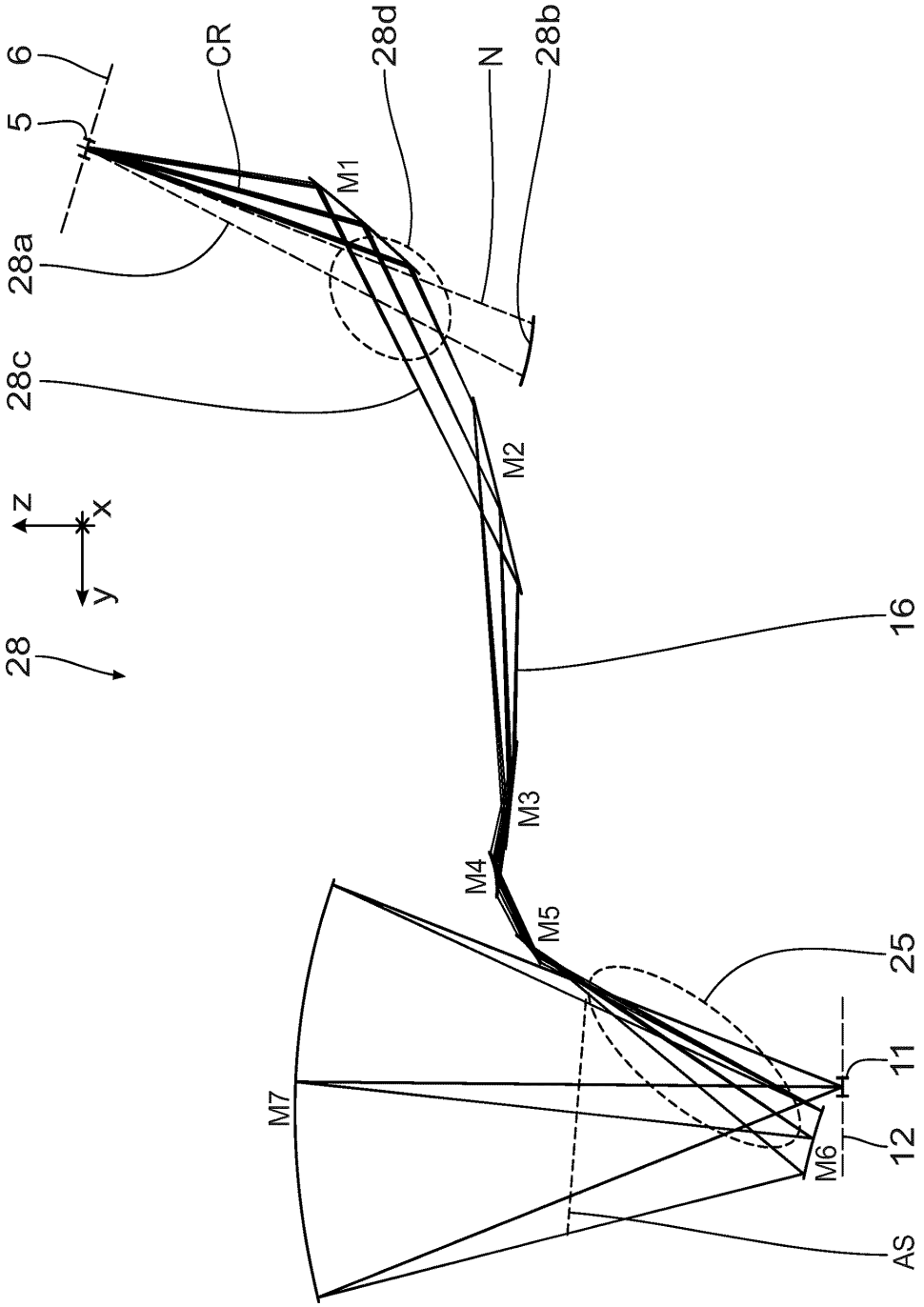
도면2



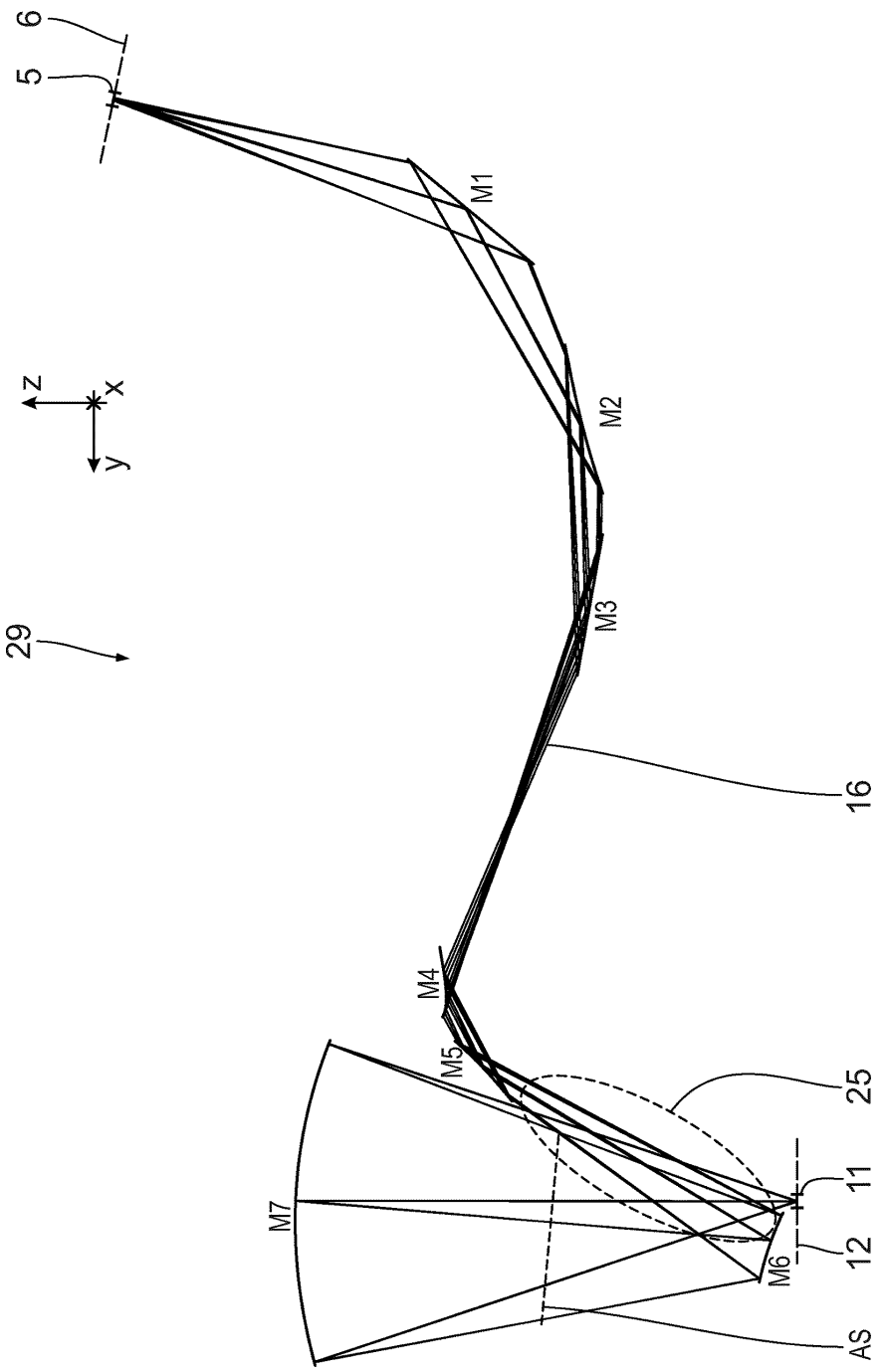
도면3



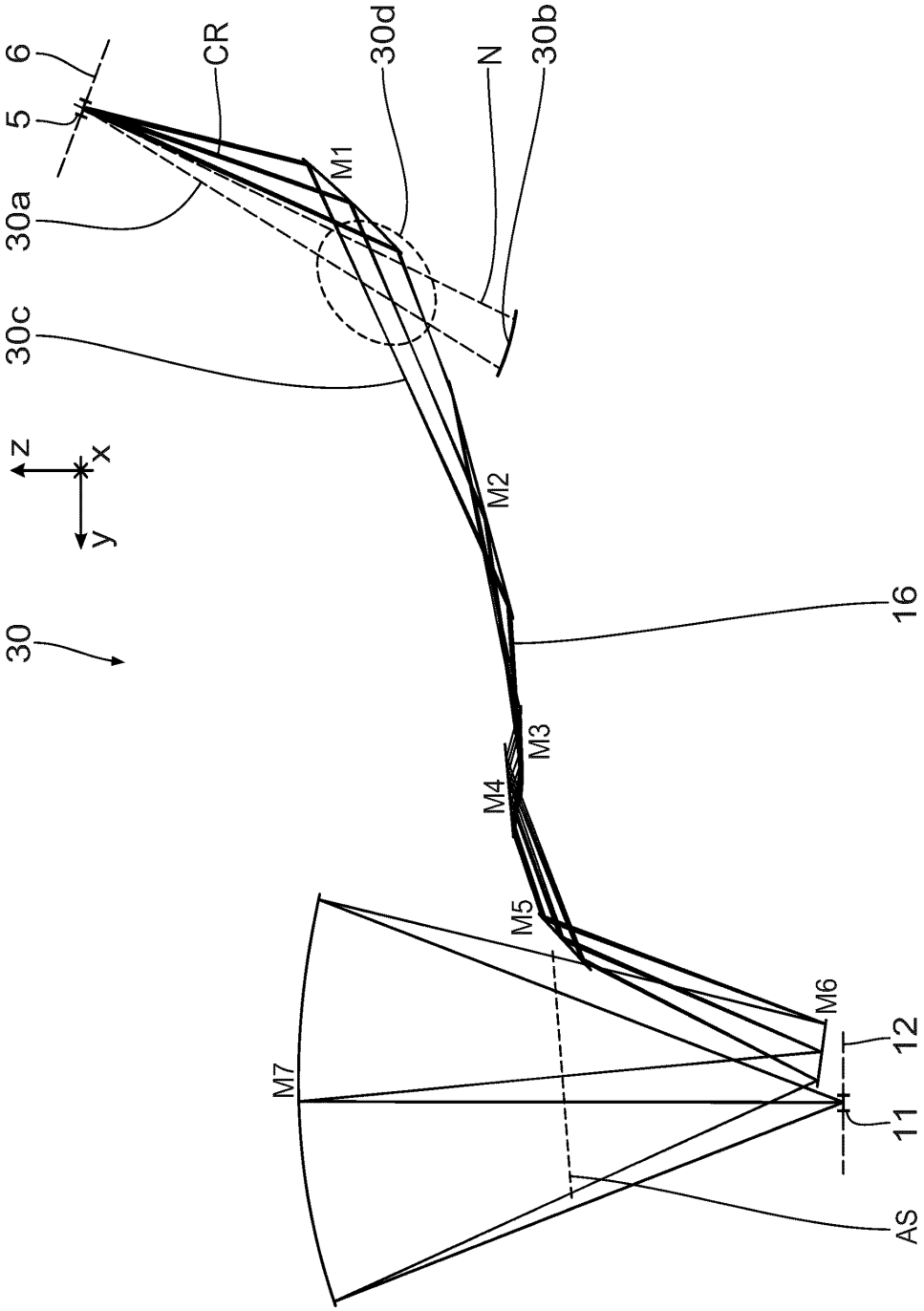
도면4



도면5



도면6



도면7

