

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02B 27/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년10월11일 10-0632812 2006년09월29일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-1999-0006260	(65) 공개번호	10-1999-0077474
(22) 출원일자	1999년02월25일	(43) 공개일자	1999년10월25일

(30) 우선권주장 19809395 1998년03월05일 독일(DE)

(73) 특허권자 칼 짜이스 에스엠테 아게
독일 73447 오버코헨 칼-짜이스-슈트라쎄 22

(72) 발명자 슐츠에르크
독일73431아알렌비머발트슈트라쎄23

방글러요하네스
독일89551괴니크스브론안테어로이테15

(74) 대리인 리엔목특허법인

심사관 : 정소연

(54) 렌즈가 이동되는 REMA 대물렌즈, 조명 시스템 및 그 작동 프로세스

요약

본 발명은 2차 광원 (1) 이 레티클 (33) 상에 이미지화되는, 마이크로리소그래피 투사 노광 장치용 조명 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따라 이미지의 왜곡이 광학 소자 (15, 16; 17, 18) 사이의 적어도 하나의 가변 광로(광학 경로)에 의해 세팅될 수 있고, 왜곡의 변동으로 인해 조명의 균일성이 특히 가장자리쪽으로 상승하도록 변동된다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 REMA 대물 렌즈내에 이동 가능한 렌즈 그룹을 가진 투사 노광 장치의 개략도.

도 2 는 이동 가능한 렌즈 그룹을 가진 REMA 대물 렌즈의 종단면도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

1: 2차 광원

2, 3, 4, 5, 15, 16, 17, 18: 광학 소자

21: 그레이 필터 33: 레티클

123: REMA 대물렌즈 500: 웨이퍼

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 조명 시스템, REMA 대물렌즈 및 REMA 대물렌즈의 작동 방법에 관한 것이다.

미국 특허 제 4,851,882 호에는 레티클 마스크 (REMA; reticle mask) 를, 구조화된 리소그래피 마스크를 가진 레티클상에 이미지화하는 간단한 REMA 대물렌즈를 가진 마이크로리소그래피 투사 노광장치용 조명 시스템이 개시되어 있다. 줌 시스템이 앞에 접속됨으로써, 상이한 마스크 치수 및 그에 따라 상이한 개구 크기를 가진 레티클에서 REMA 가 적은 광 손실로 전체 REMA-표면의 조명을 보장한다. 구체화된 실시예는 없다.

더욱 개발된 REMA 대물렌즈는 동일 출원인의 독일 특허 출원 제 195 48 805 호 및 독일 특허 출원 제 196 53 983.8 호에 공지되어 있다. 이것은 유럽 특허 출원 공개 제 0 687 956 호에 따른 줌-엑시콘-조명장치와 상호 작용하기에 적합하며, 미국 특허 제 5,646,715 호에 따른 유리 바 (bar) 의 배출구에 REMA 마스크를 배치하기에 적합하다. 동일한 출원인의 인용된 출원은 본 출원의 선행 기술에 속한다. 반글러 (Wangler) 는 본 출원과 인용된 출원에 대해 공통 발명자이다.

유럽 특허 제 0 500 393 B1 호에는 가변 사극자 조명장치를 가진 마이크로리소그래픽 투사 노광 시스템이 개시되어 있다. 여기서는 벌집 커패시터와 레티클 마스크 사이에 조명 균일성을 조절하기 위한 조절 가능성을 가진 광학 장치가 제공된다. 상기 특허는 당업자에게 블록 회로도형 기능적 광학 그룹만을 제시하며 구체적인 실시예를 제시하지 않기 때문에, 상기 공지 기술의 특징은 과제를 수반한다.

미국 특허 제 5,311,362 호에는 가변 개구수 (NA; numerical aperture) 를 가진 마이크로리소그래픽 투사 노광 시스템이 공지되어 있다. 여기서는, 투사 대물렌즈의 NA 가 변동될 수 있으며 두 NA 에 따라 투사 대물렌즈 사이의 광로(광학 경로) 길이가 변동될 수 있기 때문에, 수차, 일차적으로 수직 구면 수차가 보정된다.

일반적으로 가변 이미지 에러를 보정하기 위한 조정 수단을 가진 투사 대물렌즈의 여러 가지 실시예가 공지되어 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 웨이퍼의 전체 표면에 걸쳐 광학 균일성, 즉 조명 세기의 균일성이 얻어지도록, 조명 시스템 및 REMA 대물렌즈를 구성하는 것이다. 상기 균일성은 조명장치의 NA, 및 예컨대 원형, 링형, 사극자형과 같은 개구 형태가 가변될 때 발생할 수 있는 바와 같은 여러 가지 장애에서도 얻어져야 한다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적은 청구항 제 1 항에 따른 조명 시스템, 청구항 제 3 항에 따른 REMA 대물렌즈 및 청구항 제 11 항에 따른 그 작동 방법에 의해 달성된다.

바람직한 실시예는 청구항 제 2 항, 4 항 내지 9 항 및 12 항 내지 14 항에 제시된다.

최초로 조명장치의 왜곡이 세팅될 수 있으며, 이것으로부터 조명장치 균일성의 제어 가능성이 유도된다.

마찬가지로 최초로 REMA 대물렌즈에서 조정 가능성이 주어진다.

본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참고로 상세히 설명하면 하기와 같다.

도 1의 실시예는 전체 투사 노광 장치(웨이퍼 스캐너)의 광학 부분을 나타낸 개략도이다. 상기 노광 장치내에는 이동 가능한 렌즈 그룹(301)을 포함하는 3개의 렌즈 그룹(100), (200), (300)을 가진 본 발명에 따른 REMA 대물렌즈(123)가 장착된다.

본 실시예에서는 248 nm의 파장을 가진 엑시머 레이저(50)가 광원으로 사용된다. 장치(60)는 광선의 형성 및 간섭의 감소를 위해 사용된다. 줌-엑시콘(Axicon)-대물렌즈(70)는 상이한 조명 방식의 필요에 따른 세팅을 가능하게 한다. 이것을 위해, 조절 가능한 줌(71) 및 조절 가능한 엑시콘 쌍(72)이 제공된다. 전체 배열은 동일 출원인의 독일 출원 제 196 53 983 호에 개시되어 있다.

광은 혼합 및 균일화를 위해 사용되는 유리 바(80) 내로 결합된다.

상기 유리 바(80) 바로 다음에는 레티클 마스크 시스템(90)이 접속된다. 상기 레티클 마스크 시스템(90)은 REMA 대물렌즈(123)의 물체 평면에 놓인다. REMA 대물렌즈(123)는 제 1 렌즈 그룹(100), 개구 조리개 평면(동공 평면, pupil plane)(14), 제 2 렌즈 그룹(200), 편향 거울(240), 제 3 렌즈 그룹(300) 및 이미지 평면(image plane, 19)으로 이루어진다. 적합한 REMA 대물렌즈는 독일 특허 공개 DE-A 제 195 48 805 호 및 독일 특허 출원 DE 제 196 53 983 호에 공지되어 있다.

REMA 대물렌즈(123)의 이미지 평면(19)에는 레티클(330)이 배치되고, 상기 레티클(330)은 교체 및 조절 유니트(331)에 의해 정밀하게 위치 설정된다.

그 다음에는 투사 대물렌즈(400), 예컨대 개구 조리개 평면(동공 평면, pupil plane)(410)을 가진 WO 95/32446 호에 따른 카타 다이옵트릭 대물렌즈가 접속된다. 투사 대물렌즈(400)의 이미지 평면에는 웨이퍼(500) 및 관련 조절 및 이동 유니트(501)가 배치된다.

이하에서는 장치가 스캐너로 형성된다는 사실을 전제로 한다. 즉, 레티클(33) 및 웨이퍼(500)가 투사 대물렌즈(400)의 가로 배열의 속도비로 동기로 선형으로 이동되고 조명 시스템(50 내지 123)은 이동 방향에 대해 횡으로 향한 좁은 슬릿을 형성한다는 사실을 전제로 한다.

REMA 대물렌즈(123)의 제 3 렌즈 그룹(300)에는 본 발명에 따른 조절 가능한 렌즈 그룹(301)이 제공된다. 렌즈 그룹(301)은 공간의 변동에 의해 광로(광학 경로) 길이에 영향을 준다. 제어 유니트(600)는 조절 가능한 부재(71, 72, 301)에 접속되어 이것들을 상호 의존해서 제어한다.

도 2의 렌즈 단면도에 도시된 REMA 대물렌즈는 독일 특허 출원 제 916 53 983 호의 도 1에 따른 대물렌즈의 변형예이다. 인용된 간행물의 표 1에 따른 크기가 표면(1 내지 19)에 적용된다.

그러나, 표면(16, 17) 사이의 공간은 액츄에이터(161)에 의해 축방향으로 조절될 수 있으므로, 수 밀리미터 증가(또는 감소)될 수 있다. 렌즈(17, 18) 및 그레이 필터(21)가 집단으로 이동되므로, REMA 대물렌즈의 왜곡이 커지고(감소되고) 이미지 평면(19)(레티클(33)에서)에서 세기 분포가 가장자리쪽으로 커진다(감소된다). 동일한 효과가 웨이퍼에 나타난다. 대물렌즈(123)의 초점 인터셉트는 변동되지 않는다.

본 실시예에서 그리고 많은 유사한 실시예에서 이로 인해 레티클(33) 상에 REMA 시스템(90)의 이미지화시 가장자리 경사도(에지 가파름, edge steepness)의 열화가 나타난다. 그러나, 이것은 액츄에이터(91)에 의한 REMA 시스템(90)의 이동에 의해 물체 간격이 미미하게 증가되거나 또는 REMA 대물렌즈(123)의 부가 공간이 작게 변동됨으로써 보상될 수 있다. 본 실시예에서 상기 공간은 액츄에이터(31)에 의해 축방향으로 변동되는 표면(3)과(4)사이의 공간이다.

본 실시예에서는 표면(16)과(17)사이의 공간이 2.2 mm 만큼 증가되며, 이것은 이미지 필드의 가장자리에서 0.5%의 세기 증가를 일으킨다. 이것과 함께 약 0.1 mm의 에지 확대 및 0.1 mrad의 텔레센트릭 손실(telecentric loss)이 나타난다.

표면(1)과(2)사이의 물체 폭이 0.02 mm 만큼 단축되면, 동일한 텔레센트릭 품질에서 확산이 0.01 mm로 감소된다. 대안으로서 또는 그것에 부가해서 표면(3)과(4)사이의 공간이 감소될 수 있다.

표 1 은 이동 가능한 소자의 기본 위치에 대한 REMA 대물렌즈의 설계 데이터를 제시한다.

공간의 변동에 의해 전송된 빛의 양이 일정하다. 대안으로서, 중심으로 점점 더 어두어지는 그레이 필터가 사용되면, 어떤 경우에도 빛의 일부가 흡수된다.

제시된 해결책은 레티클 평면 (19 또는 33) 에서 세기 분포가 작은 한계(델타 I = $\pm 0.5\%$ 내지 2.0%)로 손실 없이 연속적으로 외부로부터 제어되어 변동되어야 할 때 적용된다. 그에 따라 그 경우에도 웨이퍼에서 균일성이 상응하게 제어될 수 있다.

이 경우, 균일성 보정은 예컨대 줌-엑시콘-기능을 제어하는 제어 유닛 (600) 에 결합될 수 있다.

공간의 변동폭이 더욱 커지면, 균일성 이득에 대한 텔레센트릭의 열화가 너무 커지게 된다.

작은 개구로부터 큰 개구를 거쳐 링 개구로 균일성의 편차가 변동되면, 보정 수단으로서 렌즈 그룹의 이동이 평균값에 따른 방사상 투과를 나타내는 그레이값 눈금 필터 (도 2의 21) 와 결합되는 것이 중요하다. 이것을 위해, 웨이퍼 (500) 상에서 노광 분포가 전체 투사 노광장치를 고려해서 경험적으로 평가될 수 있다.

이 경우, 본 발명에 따른 이동은 조명 개구에 따라 평균값 정도의 가변 양만을 보정한다.

발명의 효과

본 발명에 따른 조명 시스템 및 REMA 대물렌즈에서는 웨이퍼의 전체 표면에 걸쳐 광학 균일성이 얻어진다.

[표 1]

축척 : 4,444 : 1

파장 : 248,33 nm

	반경	두께	재료
1		55,240	
2	-38,258	46,424	석영
3	-66,551	,633	
4	881,696	45,341	석영
5	-190,791	,924	
6	374,111	47,958	석영
7	-287,518	222,221	
8	조리개	17,900	
9	∞	79,903	
10	164,908	52,350	석영
11	-1246,141	27,586	
12	280,226	19,580	석영
13	114,495	133,941	
14	∞	365,253	
15	-216,480	12,551	석영
16	-113,446	1,399	
17	-329,056	10,797	석영
18	-552,687	60,000	
19	∞	,000	

표면 비구면 상수

7	K = -,00640071 C1 = ,347156E-07 C2 = ,802432E-13 C3 = -,769512E-17 C4 = ,157667E-21
11	K = +,00104108 C1 = ,431697E-07 C2 = -,564977E-13 C3 = -,125201E-16 C4 = ,486357E-21
17	K = +,00121471 C1 = -,991033E-07 C2 = -,130790E-11 C3 = -,414621E-14 C4 = ,200482E-17 C5 = -,392671E-21

(57) 청구의 범위

청구항 1.

마이크로리소그래픽 투사 장치용 조명 시스템으로서,

광원;

복수개의 제 1 광학 소자;

레티클 마스크 시스템;

제 1 렌즈 그룹을 정의하는 복수개의 제 2 광학 소자;

동공 평면;

제 2 렌즈 그룹을 정의하는 복수개의 제 3 광학 소자

제 3 렌즈 그룹을 정의하는 복수개의 제 4 광학 소자; 및

레티클 평면;을 구비하며,

상기 복수개의 제 1 광학 소자는 상기 광원으로부터의 광을 모아 상기 레티클 마스크 시스템을 조명하고,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 렌즈 그룹 및 상기 동공 평면은 레마(REMA) 대물렌즈를 정의하며,

상기 레마 대물렌즈는 상기 레티클 마스크 시스템의 이미지를 상기 레티클 평면에 형성하고,

상기 이미지는 왜곡을 가지며,

상기 제 3 렌즈 그룹의 상기 광학 소자 중 두 광학 소자 사이의 제 1 광학 경로가 조정가능하여 상기 왜곡을 조정하는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 이미지는 균일성 있는 광 강도 분포를 가지며, 상기 균일성은 상기 왜곡을 조정함에 따라 변하는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 광 강도 분포는 상기 왜곡을 조정함에 따라 상기 이미지의 가장자리 쪽으로 증가하거나 감소하는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광학 경로는 연속적인 이동에 의하여 조정가능한 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 광학 경로는 수 밀리미터만큼 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 이미지는 가장자리 경사도(에지 가파름, edge steepness)를 가지며, 상기 제 1 렌즈 그룹의 상기 광학 소자 중 두 광학 소자 사이의 제 2 광학 경로는 조정가능하여 상기 왜곡을 조정할 시 상기 가장자리 경사도의 악화를 보상하는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 이미지는 상기 왜곡을 조정함에 따라 상기 이미지의 가장자리 쪽으로 증가하거나 감소하는 광 강도 분포를 갖는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 8.

마이크로리소그래픽 투사 장치용 조명 시스템으로서,

광원;

복수개의 제 1 광학 소자;

레티클 마스크 시스템;

복수개의 제 2 광학 소자; 및

레티클 평면;을 구비하며,

상기 복수개의 제 1 광학 소자는 상기 광원의 광을 모아 상기 레티클 마스크 시스템을 조명하고,

상기 복수개의 제 2 광학 소자는 레마(REMA) 대물렌즈를 정의하며,

상기 레마 대물렌즈는 상기 레티클 마스크 시스템의 이미지를 상기 레티클 평면에 형성하고,

상기 이미지는 개구를 가지며 상기 개구는 상기 복수개의 제 1 광학 소자의 하나 이상의 광학 소자를 조정하거나 변화시키거나 교체함으로써 형상에 있어서 또는 크기에 있어서 변화되며,

상기 이미지는 왜곡을 가지고 상기 왜곡은 상기 복수개의 제 2 광학 소자 중 두 광학 소자 사이의 제 1 가변 광학 경로를 조정함으로써 조정되며,

상기 왜곡은 상기 개구에 의존하여 조정되는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 이미지는 광 강도 분포를 가지며, 상기 광 강도 분포는 상기 제 1 가변 광학 경로를 조정함에 따라 상기 이미지의 가장자리 쪽으로 증가하거나 감소하는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 가변 광학 경로는 연속적인 이동에 의하여 조정가능한 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 11.

제 1 항 또는 제 8 항에 있어서,

REMA 대물렌즈(123)에서 두 광학 소자(2, 3; 4, 5) 사이의 적어도 하나의 제 2 광학 경로가 가변되는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 12.

제 1 항 또는 제 8 항에 있어서,

REMA 대물렌즈(123)의 물체 간격(1-2)이 가변되는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 13.

제 1 항 또는 제 8 항에 있어서,

조명 시스템이 슬릿형 조명 횡단면을 가진 웨이퍼 스캐너의 조명 시스템으로 형성되는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 14.

제 1 항 또는 제 8 항에 있어서,

부가적으로 그레이값 눈금 필터(21)가 제공되는 것을 특징으로 하는 조명 시스템.

청구항 15.

광원과, 복수개의 제 1 광학 소자와, 레티클 마스크 시스템과, 복수개의 제 2 광학 소자와, 레티클 평면을 구비하며, 상기 복수개의 제 1 광학 소자는 상기 광원의 광을 모아 상기 레티클 마스크 시스템을 조명하고, 상기 복수개의 제 2 광학 소자는 레마(REMA) 대물렌즈를 정의하며, 상기 레마 대물렌즈는 상기 레티클 마스크 시스템의 이미지를 상기 레티클 평면에 형성하고, 상기 이미지는 왜곡과 조명 개구와 광 강도 분포와 가장자리 가파름을 갖는 마이크로리소그래픽 투사 장치의 작동 프로세스로서,

상기 복수개의 제 1 광학 소자의 하나 이상의 상기 광학 소자를 조정하거나 변화시키거나 교체함으로써 상기 개구를 형성 또는 크기에 있어서 조정하는 단계; 및

상기 개구에 의존하여 상기 레마 대물렌즈의 상기 두 광학 소자 사이의 제 1 가변 광학 경로를 변화시킴으로써 상기 왜곡을 조정하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로세스.

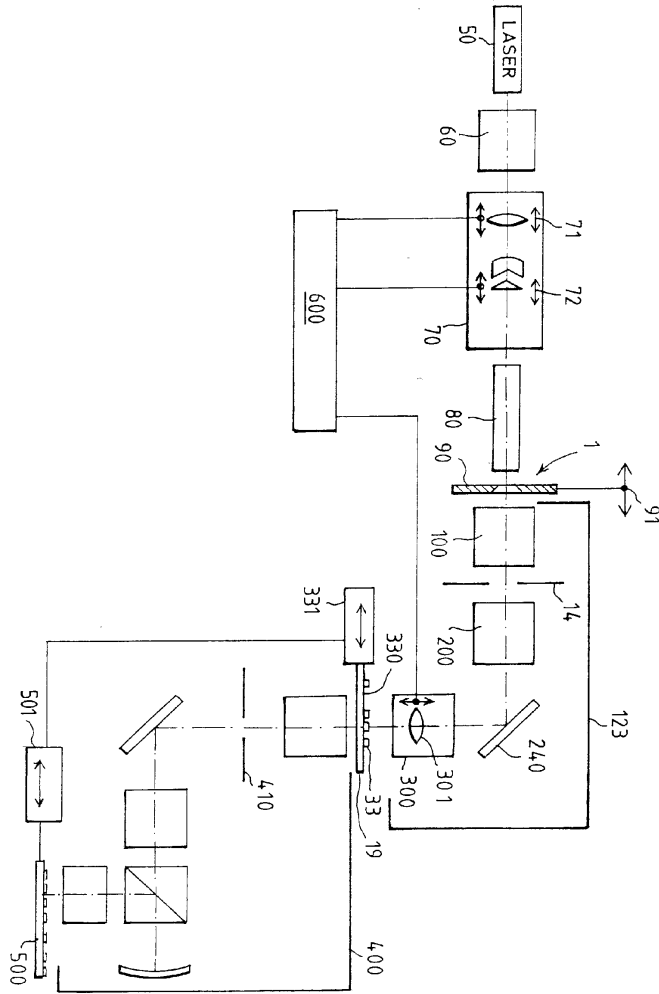
청구항 16.

제 15 항에 있어서,

레마 대물렌즈(123) 내의 적어도 하나의 제 2 광학 경로 또는 레마 대물렌즈(123)의 물체 간격이 조정되는 것을 특징으로 하는 프로세스.

도면

도면1



도면2

