

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/027

(45) 공고일자 2005년06월17일
(11) 등록번호 10-0470953
(24) 등록일자 2005년01월31일

(21) 출원번호 10-1997-0022137
(22) 출원일자 1997년05월30일

(65) 공개번호 10-1998-0005331
(43) 공개일자 1998년03월30일

(30) 우선권주장 188365/1996 1996년06월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3초메 2방 3고

(72) 발명자 다카하시 데쓰오
일본 도쿄 지요다-구 마루노우찌 3-쫘메 2-3 후지빌딩니콘 코포레이션 내
오무라 야스히로
일본 도쿄 지요다-구 마루노우찌 3-쫘메 2-3 후지빌딩니콘 코포레이션 내

(74) 대리인 박장원

심사관 : 이재완

(54) 반사굴절광학계및그조정방법

요약

최적 위치에 수차 보정 시스템을 설치함으로써, 용이한 수정에 의해 반사 굴절 광학계의 각 광학 수차를 보정한다.

제 1 면 R로부터의 광속(光束)이 왕로(往路) 만을 투과하는 왕로(往路) 광학계 A₁ 및 오목경 Mc와 그 오목경 Mc로의 입사광과 반사광 쌍방이 투과하는 렌즈군으로 이루어진 왕복 광학계 A₂에 의해 제 1 결상 광학계 A를 형성하고, 그 제 1 결상 광학계 A에 의해 제 1 면 R의 중간상을 형성하고, 그 중간상의 근처에 제 1 결상 광학계 A로부터의 광속을 제 2 결상 광학계 B로 유도하도록 제 1 미러 M₁을 배치하고, 제 2 결상 광학계 B에 따라 중간상의 재결상을 제 2 면 W에 형성하는 반사 굴절 광학계에 있어서, 왕로 광학계 A₁ 내의 적어도 1매의 렌즈를 광축에 따라 이동 가능하도록, 또는 광축과 직교하는 방향에 이동 가능하도록, 또는 광축과 직교하는 축을 중심으로 하여 회전 가능하도록 배치한 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예를 도시한 구성도이다.

도 2는 본 발명에 따른 조정 방법에 이용되는 수차측정 장치를 도시한 구성도이다.

도 3은 테스트 패턴을 도시한 평면도이다.

도 4는 개구판을 도시한 평면도이다.

도 5는 테스트 패턴의 하나의 마크상 및 개구관을 도시한 평면도이다.

도 6은 마크 상의 x방향의 좌표의 측정 방법을 도시한 설명도이다.

도 7은 마크 상의 z방향의 좌표의 측정 방법을 도시한 설명도이다.

**** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ****

A : 제 1 결상 광학계 A_1 : 왕로(往路) 광학계

A_2 : 왕복 광학계 B : 제 2 결상 광학계

Mc : 오목경 M_1, M_1 : 미러

R : 레티클 W : 웨이퍼

S : 개구 조리개 L_1, L_2, L_3, L_4 : 렌즈

1 : 광원 2, 3 : 집속(集束, condenser) 렌즈

4 : 셔터 5 : 테스트 패턴

6 : 반사 굴절 광학계 7 : 스테이지

8 : 개구판 8a : x 방향 개구

8b : y방향 개구 9 : 광전 검출기

10 : 웨이퍼 11 : 웨이퍼 홀더

12 : 갭(gap) 센서 13 : 간섭계

14 : 반사경 15 : 홀더

$M_{i,j}$: 마크 $m_{i,j}$: 마크의 상

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 제 1 면에 배치된 물체에 있는 패턴을 중간상(interim image)을 매개로 하여 제 2 면에 배치된 물체에 투영 노광하기 위한 반사 굴절 광학계와, 이 광학계의 조정 방법에 관한 것이다.

반도체 소자 등을 제조하기 위한 포토 리소그래피 공정에서 사용되는 투영 노광 장치에 있어서는, 상면 만곡의 보정과 배울 색수차 보정을 위해, 반사 굴절 광학계가 제안 된다(USP 4, 779, 966).

또한, 굴절 광학계의 투영 노광 장치에 있어서는, 작성된 광학 부재를 조합하여 투영 광학계로서 형성할 때, 실제로 투영 광학계의 수차를 측정하면서, 예를 들면 각 광학 부재를 보호하는 경통(鏡筒)(lens cylinders)간의 워셔(washer) 두께를 변경함으로써, 각 광학 부재의 간격을 조정하는 방법과, 광학 부재를 틸트(광축 수직 방향을 축으로 하는 회전)하는 방법, 광학 부재를 시프트(광축 수직 방향을 따라 이동)하는 방법 등으로 매우 미소한 조정을 수행한다. 이와 같은 조정에 의해 광학 부재의 조합할 때에 발생하는 광학 성능의 저하를 최소화한다.

또한, 비교적 등배에 가까운 반사 굴절 광학계에는 배울 보정 광학계에 대해 제안되어 있다.(특개평 6-331932)

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 비교적 큰 노광 영역을 가지고 높은 N. A.(開口數, numerical aperture) 축소계의 반사 굴절광학계에 있어서는, 상술과 같은 적절한 수차 보정 시스템이 확립되어 있지 않다. 그래서, 본 발명은 이러한 점에 착안한 것이며, 최적 위치에 수차 보정 시스템을 배치함으로써 용이한 수정에 의해 반사 굴절 광학계의 각 광학 수차를 보정하는 것을 과제로 한다.

상술한 과제를 달성하기 위해, 본 발명에서는 제 1 면으로부터의 광속이 왕로(往路)에만 투과되는 왕로(unidirectional) 광학계 및 오목경과 오목경으로의 입사광과 반사광 쌍방이 투과되는 렌즈군으로 구성되는 왕복(bidirectional) 광학계에 의해서 제 1 결상 광학계를 형성하고, 그 제 1 결상 광학계에 의해 제 1 면에 중간상을 형성하고 그 중간상의 부근에 제 1 결상 광학계로부터의 광속을 제 2 결상 광학계로 인도하는 제 1 미러를 배치하고 제 2 결상 광학계에 따라 중간상의 재결상을 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계에 있어서, 왕로 광학계내의 적어도 1개의 렌즈를 광축을 따라서 이동 가능하도록, 또는 광축과 직교하는 방향으로 이동 가능하도록, 또는 광축과 직교하는 축을 중심으로 하여 회전 가능하도록 배치했다.

일반적으로, 광축 주위에 대칭인 수차의 계수는,

$$N = \sum_i N_i$$

의 형태로 나타난다. 여기에서, N은 각각의 수차에 대한 광학계 전체의 수차 계수이며, Ni는 각각의 수차에 대한 광학계의 각 광학면 i의 수차 계수이며, k는 광로를 따라서 합산한 광학면 i의 총수를 나타낸다. 왕복 광학계의 각 광학계의 각 광학면은, 개개의 수차 계수 Ni에 2회씩 기여하므로 왕복 광학계의 각 광학면에 따라 개개의 최대칭인 수차를 독립으로 보정하는 것은 곤란하다. 이것에 대해 본 발명에서는 왕로 광학계에 각종의 수차 보정 기구를 배치하므로 최대칭인 수차를 용이하게 보정할 수 있다.

한편, 광축 주위에 대칭적인 편심 수차 계수는, 하나의 엘리먼트가 시프트 또는 틸트된 경우, 그 엘리먼트 및 그 이하의 엘리먼트에 의해 발생하는 수차 계수의 영향만을 받는다. 그러나, 비교적 큰 노광 영역을 가지고 높은 N.A.의 반사 굴절 광학계에 있어서는, 일반적으로, 중간 결상 위치에서는 수차가 완전하게는 보정되지 않고, 특히 고차 수차가 발생되기 쉽다. 이로 인하여, 중간상 근처에 편심에 의한 조정 기구를 배치하더라도 고차 수차가 발생하기 쉽도록 편심 수차를 보정하는 것이 곤란하다. 그러나 반사 굴절 광학계 전체의 측면에서 보면, 수차를 대부분 보정한 설계는 가능하다.

그래서, 반사 굴절 광학계의 전체에서 수차를 가능한 한 보정한 다음 왕로 광학계에 편심 수차 보정 기구를 배치하면, 이 수차 보정 기구에 발생하는 수차만의 영향을 받은 편심 수차가 발생된다. 왜냐하면, 광로를 역으로 거슬러 물상 관계를 역전하면, 왕로 광학계는 최종단에 배치되기 때문이다. 게다가 왕로 광학계에 편심 수차 보정 기구를 배치하는 구성의 경우에는 소수의 엘리먼트만으로 수차를 보정하므로 고차 수차 계수는 발생되기 어렵다.

이상과 같이 본 발명에 있어서는, 제 1 결상 광학계의 왕로 광학계에 각종 수차 보정 기구를 배치하므로, 그 수차 보정 기구를 조정함으로써 축 대칭인 수차는 물론 편심 수차도 용이하게 보정할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태를 설명한다. 도 1은 본 발명의 일실시예를 도시하고, 이 반사 굴절 광학계는 레티클 R상의 회로 패턴을 반도체 웨이퍼 W에 축소 전사하는 투영 광학계에 본 발명을 적용한 것이다. 이 투영 광학계는 레티클 R에 도시된 패턴의 중간상을 형성하는 제 1 결상 광학계 A와, 중간상의 근처에 배치된 제 1 미러 M₁와 중간상의 재결상을 웨이퍼 W에 형성하는 제 2 결상 광학계 B를 가진다.

제 1 결상 광학계 A는 레티클 R로부터의 광속이 왕로에만 투과하는 왕로 광학계 A₁과, 왕로 광학계 A₁로부터의 광속이 왕복 투과하는 왕복 광학계 A₂로 이루어진다. 왕복 광학계 A₂에는 왕로 광학계 A₁로부터의 광속을 반사하기 위한 오목경 Mc가 배치되며, 그 오목경 Mc에 가장 가까운 렌즈는 오목렌즈로 이루어진다. 왕복 광학계 A₂를 복로(復路)(return path)로 통과한 광속은, 제 1 미러 M₁에 의해 제 2 결상 광학계 B에 유도된다. 제 2 결상 광학계 B내에는 개구 조리개 S가 배치되며, 이 개구 조리개 S의 바로 앞측에 제 2 미러 M₂가 배치되어 있다.

이 반사 굴절 광학계에 의한 노광 범위는, 광축을 포함하지 않는 슬릿형상 또는 원호형상이므로, 레티클 R과 웨이퍼 W를 동기(同期)화하여 주사함으로써 큰 노광 영역을 얻도록 구성되어 있다.

이하 [표 1]에는 본 실시예의 모든 광학 부재를 도시한다, 이표 중, 제 1 칼럼(column)은 레티클 R로부터의 각 광학면의 번호, 제 2 칼럼 r은 각 광학면의 곡률 반경, 제 3 칼럼 d는 각 광학면의 간격, 제 4 칼럼은 각 렌즈의 재질, 제 5 칼럼은 각 광학 부재의 순번호를 도시한다. 제 5 칼럼 중, *표는 복로(復路)를 도시한다. 또한 합성 석영(SiO₂)과 형석(CaF₂)의 사용 기준 파장(193nm)에 대한 굴절률 n은 다음과 같다.

SiO₂ : n=1.56019

CaF₂ : n=1.50138

[표 1]

	r	d			
0	-	60.000	레티클 R		
1	-210.000	18.000	SiO ₂	A ₁	L ₁
2	-233.058	1.734			
3	301.818	32.109	CaF ₂	A ₁	L ₂
4	-415.393	19.449			
5	154862.242	15.248	SiO ₂	A ₁	L ₃
6	-528.109	5.460			
7	-316.309	18.000	SiO ₂	A ₁	L ₄
8	275.570	74.064			
9	342.313	48.000	CaF ₂	A ₂	
10	-248.024	1.806			
11	-250.000	20.000	SiO ₂	A ₂	
12	3438.110	286.849			
13	390.013	40.000	CaF ₂	A ₂	
14	-2017.162	22.849			
15	421.041	20.000	SiO ₂	A ₂	
16	230.317	47.916			
17	-222.542	20.000	SiO ₂	A ₂	

18	988.626	7.270		
19	-11949.023	27.617	CaF ₂	A ₂
20	-328.913	0.500		
21	365.306	42.285	SiO ₂	A ₂
22	-1713.365	160.144		
23	-283.704	30.000	SiO ₂	A ₂
24	1076.349	30.701		
25	-353.136	30.701	오목경Mc	A ₂
26	1076.349	30.000	SiO ₂	A ₂ *
27	-283.704	160.144		
28	-1713.365	42.285	SiO ₂	A ₂ *
29	365.306	0.500		
30	-328.913	27.617	CaF ₂	A ₂ *
31	-11949.023	7.270		
32	988.626	20.000	SiO ₂	A ₂ *
33	-222.542	47.916		
34	230.317	20.000	SiO ₂	A ₂ *
35	421.041	22.849		
36	-2017.162	40.000	CaF ₂	A ₂ *
37	390.013	286.849		
38	3438.110	20.000	SiO ₂	A ₂ *
39	-250.000	1.806		
40	-248.024	48.000	CaF ₂	A ₂ *
41	342.313	4.064		
42	∞	180.000	제 1 미러	M ₁
43	506.214	34.041	CaF ₂	B
44	-256.332	3.017		
45	-250.000	20.000	SiO ₂	B

46	-1453.242	422.966		
47	∞	15.000	제 2 미러 M ₂	
48	-285.380	30.000	SiO ₂	B
49	-954.824	50.000		
50	-	78.332	개구 조리개 S	
51	-220.000	45.000	CaF ₂	B
52	-2665.536	6.535		
53	-200.000	27.411	SiO ₂	B
54	-516.467	18.844		
55	632.373	30.000	SiO ₂	B
56	-1060.585	19.112		
57	-553.788	45.000	SiO ₂	B
58	5823.302	0.500		
59	-153.299	45.000		
60	-120.000	1.243		
61	-125.615	66.000	SiO ₂	B
62	3036.218	17.000		
63	-	웨이퍼		

왕로 광학계 A₁은 레티클 R측에서 차례로 레티클 R측에 오목면을 향하고 있는 매니스커스 렌즈 L₁, 제 1 양 블록렌즈 L₂, 제 2의 양 블록 렌즈 L₃, 및 양 오목 렌즈 L₄로 이루어지며, 이들의 렌즈에는 수차 보정 기구가 부착되어 있다. 즉, 우선 렌즈 L₁, L₂, L₃은 일체로서 광축 방향으로 이동가능 하도록 배치되어 있으며, 또한 이와는 달리 렌즈 L₁ 이 단독으로 광축 방향에 이동가능 하도록 배치되어 있다.

또한, 렌즈 L₁, L₂, L₃, L₄ 는 일체로서 광축과 직교하는 축을 중심으로 하여 회전 가능하도록 배치되어 있고, 이와는 별도로 렌즈 L₁, L₂, L₃ 이 일체로서 광축과 직교하는 축을 중심으로 하여 회전가능 하도록 배치되어 있으며, 또한 이것과는 달리 렌즈 L₁ 광축과 직교하는 축을 중심으로 하여 회전 가능하도록 배치되어 있다.

아래의 [표 2]에 렌즈 L₁을 단독으로 광축 방향으로 이동했을 때 렌즈 L₁, L₂, L₃ 을 일체로 이동했을 때의 최대 상높이 Y₁₀의 변화와 비점 격차 Δ_{m-s}의 변화를 나타낸다.

[표 2]

광축 방향 이동량 : -100×10^{-3}

	Y ₁₀ ($\times 10^{-3}$)	Δ _{m-s} ($\times 10^{-3}$)
L ₁	0.392	0.087
L ₁ , L ₂ , L ₃	-4.141	-0.228

이번에는 광학계를 조립했을 때의 최고 상높이가 본래 값보다도 y만큼 높고, 또한 비점 격차가 Δ만큼 발생되었다고 하자. 렌즈 L₁을 광축 방향에 z₁만큼 이동하고, 렌즈 L₁, L₂, L₃ 을 일체로 하여 광축 방향으로 z₁₋₃ 만큼 이동함으로써, 상높이를 최대로 하고, 또한 비점 격차 Δ_{m-s}를 0으로 했을 때에는,

[수학식 1]

$$0.392/(-100) \cdot z_1 - 4.141/(-100) \cdot z_{1-3} = -y$$

$$0.087/(-100) \cdot z_{1-3} - 0.228/(-100) \cdot z_{1-3} = -\Delta$$

을 만족시키면 된다. 따라서 상기 [수학식 1] 인 연립 방정식을 풀어서 이동량 z_1, z_{1-3} 을 구할 수 있으며, 이와 같이 최대 상높이 Y_{10} 을 본래의 값으로 할 수 있으며 또한 비점 격차 Δ_{m-s} 를 0으로 할 수 있다.

또한, 아래의 [표 3]에 렌즈 L_1 을 단독으로 회전했을 때, 렌즈 L_1, L_2, L_3 을 일체로 하여 회전했을 때, 및 렌즈 L_1, L_2, L_3, L_4 를 일체로 하여 회전했을 때의 m-dis(광축을 포함하고 회전축과 직교하는 면 내에 있는 최대 상높이의 상점의 이동 잔차(殘差)), s-dis(광축과 회전축을 포함하는 면 내에 있는 최대 상높이의 상점의 이동 잔차), 및 광축에 관해서 비대칭인 비점 격차 δ_{m-s} 의 변화를 도시한다. 같은 표 중, 회전축의 위치와는 레티클 R에서 측정된 거리이다.

[표 3]

회전각 : 36°

	회전축 위치 (× 1)	m-dis (× 10 ⁻³)	s-dis (× 10 ⁻³)	δ_{m-s} (× 10 ⁻³)
L_1	104	0.1094	-0.0324	-0.002
L_1, L_2, L_3	178	0.2246	-0.0726	-0.5524
L_1, L_2, L_3, L_4	198	0.0015	-0.0269	-0.2638

이번에는 광학계를 조립했을 때의 m-dis, s-dis 및 비대칭인 비점 격차가 각각 m, s 및 δ 만 발생되고 있다고 하자. 렌즈 L_1 을 θ_1 만큼 회전하고 렌즈 L_1, L_2, L_3 을 일체로 하여 θ_{1-3} 만큼 회전하고 또한, 렌즈 L_1, L_2, L_3, L_4 를 일체로 하여 θ_{1-4} 만큼 회전함으로써, m-dis, s-dis 및 비대칭인 비점 격차 δ_{m-s} 를 0으로 하기 위해서는,

[수학식 2]

$$0.1094/36 \cdot \theta_1 + 0.2246/36 \cdot \theta_{1-4} = -m$$

$$-0.0324/36 \cdot \theta_1 - 0.0726/36 \cdot \theta_{1-3} - 0.0269/36 \cdot \theta_{1-4} = -s$$

$$-0.002/36 \cdot \theta_1 - 0.5524/36 \cdot \theta_{1-3} - 0.2638/36 \cdot \theta_{1-4} = -\delta$$

충족시키면 된다. 따라서 [수학식 2] 인 상기 연립 방정식을 푸는 것으로써 회전각 $\theta_1, \theta_{1-3}, \theta_{1-4}$ 를 구할 수 있으며, 이와 같이하여 m-dis, s-dis 및 비대칭인 비점 격차 δ_{m-s} 를 0으로 할 수 있다.

이상과 같은 본 실시예에 따르면, 광축에 관하여 대칭인 성분 중, 배율과 비점 격차에 대해 각 렌즈를 광축 방향으로 이동함으로써 수정할 수 있으며, 또한 광축에 관하여 비대칭인 편심수차에 대해서는 각 렌즈를 광축과 직교하는 회전축의 주위에 회전함으로써 비대칭인 왜곡수차와 비대칭인 비점수차를 보정할 수 있다.

또한, 편심 수차의 보정에 대해서는 광축과 직교하는 회전축의 주위에 회전하는 틸트를 대신하여 광축과 직교하는 방향으로 이동하는 시프트를 이용할 수 있다.

다음에, 이상과 같이 광학계의 조정을 수행할 때는, 광학계의 수차를 측정할 필요가 있다. 이 수차의 측정으로서는 예를 들면, 특공평 7-54794호 공보에 개시된 장치를 이용할 수 있다. 이하에 이 수차를 측정하는 장치에 대해 간단히 설명한다.

도 2는 수차 측정 장치를 도시하고, 광원 1로부터의 조명광은 제 1 집속(集束) 렌즈 2에 따라 한 번 집광된 후, 제 2 집속 렌즈 3에 입사되고 있다. 제 1 집속 렌즈 2에 의한 집광점에는 조명광을 차단, 통과하기 위한 셔터 4가 설치된다. 제 2 집속 렌즈 3을 통과한 빛은, 테스트 패턴 5를 조명한다. 테스트 패턴 5는 홀더 15에 따라서 보호되고, 홀더 15에 따라서 광축 z와 직교하는 x, y방향에 테스트 패턴 5의 위치 결정을 실시할 수 있다. 테스트 패턴 5의 하면에는 도 3에 도시한 바와 같이, 미리 정해진 복수의 위치에 광을 투과하는 +자형의 마크 $M_{1,1} \sim M_{6,6}$ 이 그려져 있다.

테스트 패턴의 마크 $M_{i,j}$ 를 투과한 빛은, 수차를 측정하려고 하는 반사 굴절 광학계 6을 투과한 후, 스테이지 7에 따라 보호된 개구관 8상에 결상되어 있다. 개구관 8에는 도 4에 도시한 바와 같이, x방향의 폭이 좁은 x방향 개구 8a와 y방향의

폭이 좁은 개수 8b가 설치되어 있다. 이들의 개구 8a, 8b를 통과한 빛은, 광전 검출기 9에 도달하여 광전 변환된다. 스테이지 7 상에는 웨이퍼 홀더 11을 매개로하여 웨이퍼 10도 올려져 있다. 스테이지 7의 x방향 단면과 y방향 단면에는 반사경 14가 고정되며, 이 반사경 14에 대향하여 간섭계 13이 설치되어 있다. 또한 반사 굴절 광학계 6과 개구관 8과의 간격을 측정하도록 갭 센서 12가 배치되어, 이와 같이 하여 스테이지 7의 x, y 및 z방향의 위치가 측정될 수 있도록 구성된다.

그러나, 도 5에 도시한 바와 같이, x방향 개구 8a가 테스트 패턴의 마스크 $M_{i,j}$ 중 어느 한 상 $m_{i,j}$ 을 가로지르도록 개구관 8을 x방향에 주사하면, 광전검출기 9의 출력 I는 도 6에 도시한 바와 같이, 처음에는 증대하다가 후에는 감소된다. 따라서, 피크치 I_{max} 의 예를 들면 80%의 신호를 도시한 위치 x_{8a} , x_{8b} 를 구하여 그것을 평균하여, 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 x방향의 좌표 $x_{i,j}$ 를 얻을 수 있다. 마찬가지로 개구관 8을 y방향으로 주사함으로써 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 y방향의 좌표 $y_{i,j}$ 를 얻을 수 있다.

또한, 스테이지 7을 z방향으로 이동하여 디포커스된 위치를 x방향으로 주사하면, 광전 검출기 9의 출력은 도 7에 점선으로 도시한 바와 같이, 피크치 I_{max} 의 예를 들면, 80%의 신호를 도시한 위치 x_{8a} , x_{8b} 의 폭 d_8 은 좁으며, 피크치 I_{max} 의 예를 들면, 30%의 신호를 도시한 위치 x_{3a} , x_{3b} 의 폭 d_3 은 넓어진다. 따라서, z방향으로 이동량을 변경하면서, 양 쪽의 차 $d_3 - d_8$ 가 가장 좁아지는 위치를 조사함으로써 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 z방향의 좌표 $z_{i,j}$ 를 얻을 수 있다. 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 증대하는 측에 있어서, 30%의 신호를 도시한 위치 x_{3a} 와의 차 e_{3-8} 가 가장 좁아지는 위치를 조사함으로써 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 z방향의 좌표를 얻을 수 있다.

이상과 같이 하여 하나의 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 x, y, z좌표를 모두 얻을 수 있으므로 다른 모든 마크 $M_{i,j}$ 의 상의 x, y, z좌표를 모두 조사함으로써 테스트 패턴의 상을 완전히 파악할 수 있다. 따라서 이 데이터에 근거하여 각 수차가 완전히 파악될 수 있으므로 이 수차를 보정하는 렌즈 L_1, L_2, L_3, L_4 를 이동 또는 회전함으로써 반사 굴절 광학계 6을 조정할 수 있다.

발명의 효과

이상과 같은 본 발명에 따르면, 비교적 큰 노광 영역을 가지고 높은 N. A.의 반사 굴절 광학 시스템에 있어서, 배율, 비점 수차, 비대칭인 왜곡, 비대칭인 왜곡, 비대칭인 비점수차를 보정할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제 1 면의 상을 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법에 있어서,

상기 반사 굴절 광학계는, 상기 제 1 면의 중간상을 형성하는 제 1 결상 광학계와, 상기 제 1 결상 광학계에 의한 상기 중간상의 상을 상기 제 2 면에 재결상하는 제 2 결상 광학계와, 상기 제 1 결상 광학계로부터 상기 제 2 결상 광학계로 향하는 광속의 광로 중에 배치되는 미러를 구비하고,

상기 제 1 결상 광학계는,

상기 제 1 면에서의 광속이 왕로만 통과하는 왕로(往路) 광학계와,

오목 미러, 및 상기 오목 미러에의 입사광과 상기 오목 미러로부터의 반사광의 쌍방이 통과하는 렌즈군을 구비하는 왕복 광학계를 구비하고,

상기 왕로 광학계는, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있는 하나 이상의 렌즈를 구비하고,

상기 제 1 면에 테스트 패턴을 배치하고, 상기 제 2 면에 투영되는 테스트 패턴상의 일부분의 결상 위치를 검출하는 위치 검출 수단을 설치하고,

상기 위치 검출 수단을 이동하여 상기 테스트 패턴에서의 복수 부분의 결상 위치를 검출하고, 이들 복수 부분의 결상 위치를 기초로 상기 하나 이상의 렌즈를 이동시키는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법.

청구항 2.

제 1 면의 축소상을 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법에 있어서,

상기 반사 굴절 광학계는, 제 1 광로를 형성하는 제 1 광학계와, 제 2 광로를 형성하는 제 2 광학계를 구비하고,

상기 제 1 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕로만을 통과하고, 상기 제 2 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕복 통과하고,

상기 제 1 광로에 배치되는 적어도 하나의 광학 부재를 이동시키고, 상기 반사 굴절 광학계의 대칭 수차 및 비대칭 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 반사 굴절 광학계의 수차를 측정하는 수차 측정 공정을 포함하고,

상기 측정된 수차에 기초하여 상기 적어도 하나의 광학 부재를 이동시키는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 수차 측정 공정에서는, 상기 제 1 면에 배치되는 패턴을 상기 제 2 면에 투영하는 공정과,

상기 제 2 면에 투영된 패턴을 검출하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계의 조정 방법.

청구항 5.

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 광로에 배치되는 적어도 하나의 광학 부재는, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있는 것을 특징으로 하는 조정 방법.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 따른 조정 방법에 의해 조정되는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 7.

제 1 면의 상을 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계에 있어서,

상기 제 1 면의 중간상을 형성하는 제 1 결상 광학계와,

상기 제 1 결상 광학계에 의한 상기 중간상의 상을 상기 제 2 면에 재결상하는 제 2 결상 광학계와,

상기 제 1 결상 광학계로부터 상기 제 2 결상 광학계로 향하는 광속의 광로중에 배치되는 미러를 구비하고,

상기 제 1 결상 광학계는,

상기 제 1 면에서의 광속이 왕로만 통과하는 왕로 광학계와,

오목 미러, 및 상기 오목 미러로의 입사광과 상기 오목 미러로부터의 반사광 쌍방이 통과하는 렌즈군을 구비하는 왕복 광학계를 구비하고,

상기 왕로 광학계는, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있는 하나 이상의 렌즈를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 왕로 광학계는, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있는 둘 이상의 렌즈를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 9.

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 결상 광학계는, 상기 제 1 면의 1차 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 결상 광학계는, 상기 제 1 면의 2차 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 11.

제 7 항에 있어서,

상기 왕로 광학계중의 상기 움직일 수 있는 렌즈의 광축은, 상기 반사 굴절 광학계의 광축과 공축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 12.

제 1 면의 상을 소정 배율에 기초하여 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계에 있어서,

제 1 광로를 형성하는 제 1 광학계와,

제 2 광로를 형성하는 제 2 광학계를 구비하고,

상기 제 1 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕로만 통과하고, 상기 제 2 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕복 통과하고,

상기 제 1 광로에 배치되는 광학 부재 중의 적어도 하나의 광학 부재는, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있도록 배치되고,

상기 움직일 수 있도록 배치되는 광학 부재의 광축은, 상기 반사 굴절 광학계의 광축과 공축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 소정의 배율은 축소 배율을 갖는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 14.

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 광로중에 배치되는 오목 미러를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 15.

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 면의 중간상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 중간상을 형성하는 제 1 결상 광학계와, 상기 중간상의 상을 재결상하는 제 2 결상 광학계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 결상 광학계는, 상기 제 1 광학계와 상기 제 2 광학계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 18.

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 결상 광학계는, 상기 제 1 면의 1차 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 19.

제 16 항에 있어서,

상기 제 2 결상 광학계는, 상기 제 1 면의 2차 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 20.

제 7 항 내지 제 19 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 면의 축소 상을 상기 제 2 면에 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 21.

제 1 면의 상을 소정의 축소 배율에 기초하여 제 2 면에 형성하는 반사 굴절 광학계에 있어서,

제 1 광로를 형성하는 제 1 광학계와,

제 2 광로를 형성하는 제 2 광학계를 구비하고,

상기 제 1 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕로만 통과하고, 상기 제 2 광로에는 상기 제 1 면에서 상기 제 2 면으로 향하는 광속이 왕복 통과하고,

상기 제 1 광로에 배치되어, 상기 반사 굴절 광학계의 대칭 수차 및 비대칭 수차를 보정하기 위한 수차 보정 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 수차 보정 수단은, 광축에 따른 방향, 광축과 직교하는 방향, 및 광축과 직교하는 축을 중심으로 한 회전 방향 중의 적어도 한 방향으로 움직일 수 있도록 배치된 하나 이상의 광학 부재를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 움직일 수 있도록 배치된 광학 부재의 광축은, 상기 반사 굴절 광학계의 광축과 공축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 24.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 면의 중간상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 25.

제 24 항에 있어서,

상기 중간상을 형성하는 제 1 결상 광학계와, 상기 중간상의 상을 재결상하는 제 2 결상 광학계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 26.

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 결상 광학계는, 상기 제 1 광학계와 상기 제 2 광학계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 27.

제 26 항에 있어서,

상기 제 1 결상 광학계는, 상기 제 1 면의 1차 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절 광학계.

청구항 28.

제 1 면 상의 패턴을 제 2 면에 투영 노광하는 투영 노광 장치에 있어서,

상기 제 7 항 내지 제 19 항 및 제 21항 내지 제 27항 중의 어느 한 항에 따른 반사 굴절 광학계를 사용하여 상기 패턴 상을 상기 제 2 면에 형성하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 29.

제 28 항에 있어서,

상기 제 1 물체와 상기 제 2 물체를 동기하여 주사하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 30.

제 29 항에 있어서,

상기 반사 굴절 광학계에 의한 노광 범위는 광축을 포함하지 않는 슬릿형상 또는 원호형상인 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 31.

제 1 면 상의 패턴을 제 2 면에 투영 노광하는 투영 노광 방법에 있어서,

상기 제 7 항 내지 제 19 항 및 제 21항 내지 제 27항 중의 어느 한 항에 따른 반사 굴절 광학계를 사용하여 상기 패턴의 상을 상기 제 2 면에 형성하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 32.

제 31 항에 있어서,

상기 제 1 물체와 상기 제 2 물체를 동기하여 주사하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

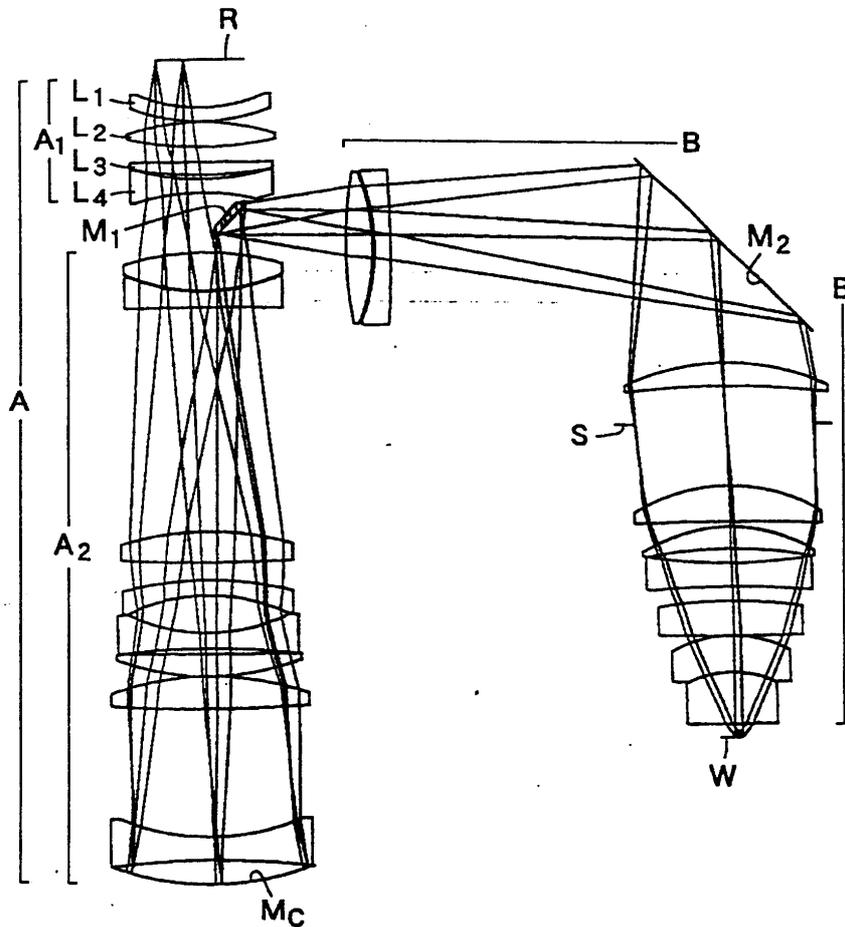
청구항 33.

제 32 항에 있어서,

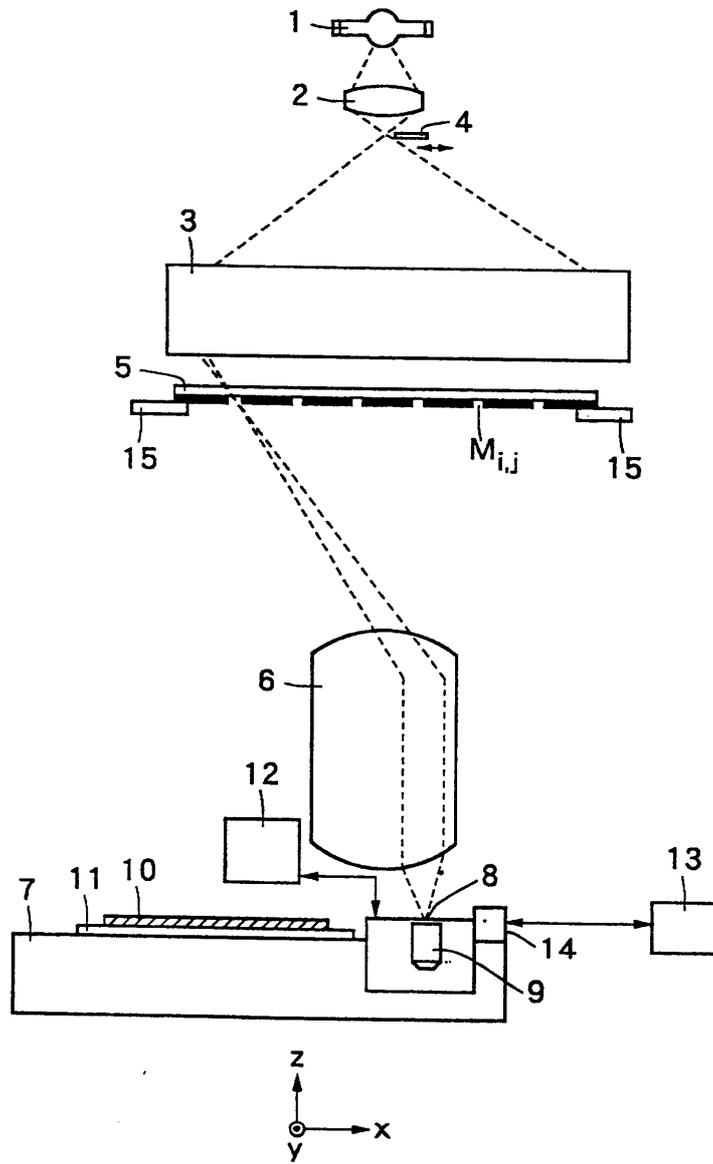
상기 반사 굴절 광학계에 의한 노광범위는 광축을 포함하지 않는 슬릿형상 또는 원호 형상임을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

도면

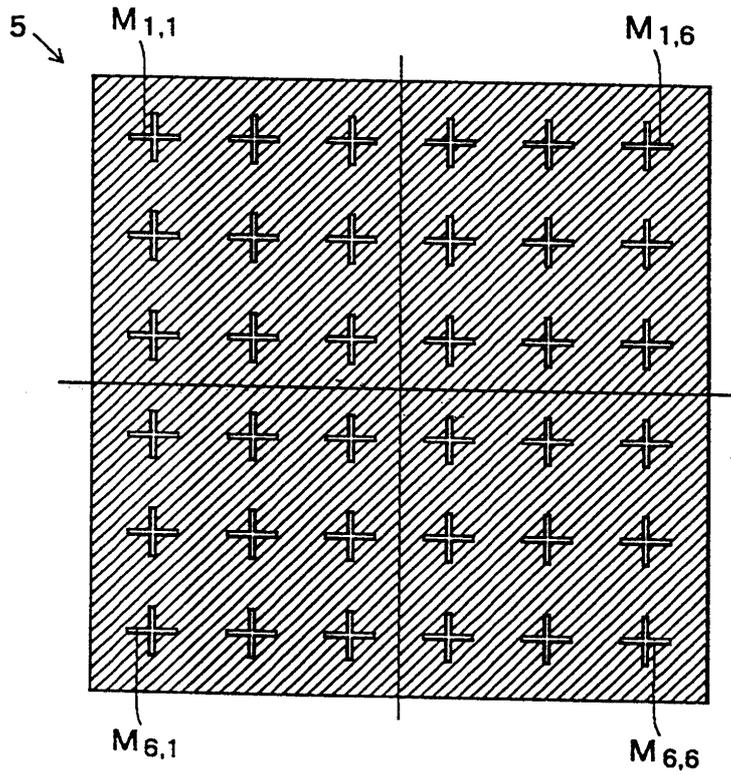
도면1



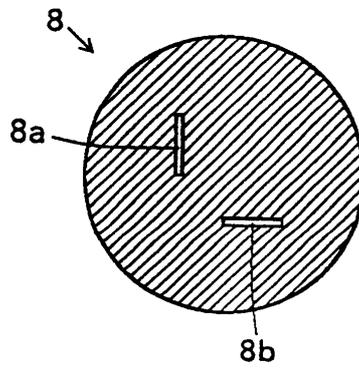
도면2



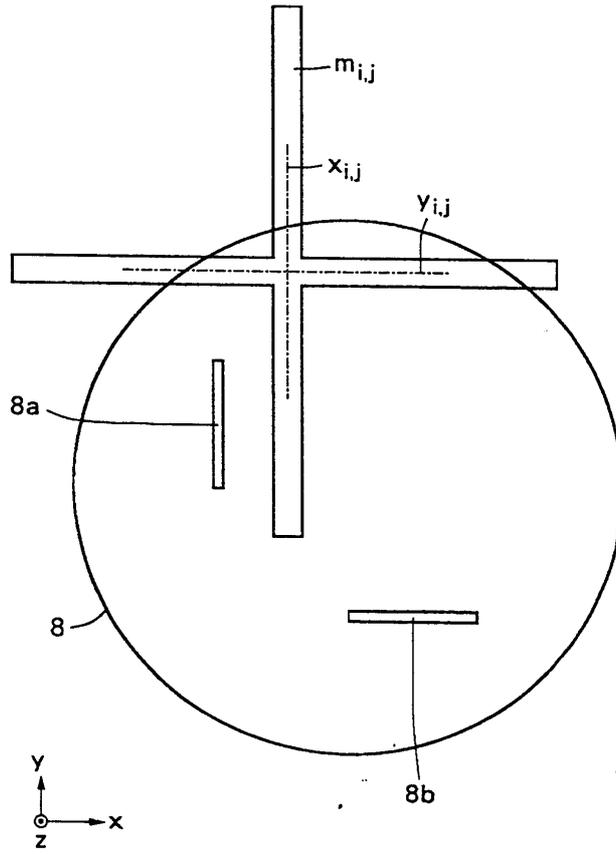
도면3



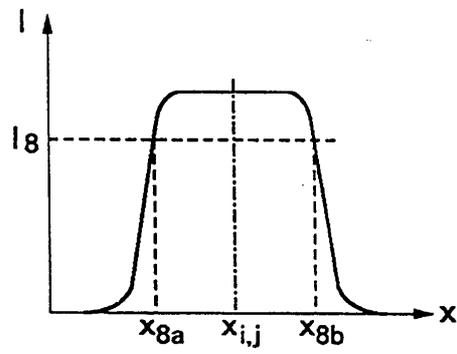
도면4



도면5



도면6



도면7

