

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4236397号
(P4236397)

(45) 発行日 平成21年3月11日 (2009. 3. 11)

(24) 登録日 平成20年12月26日 (2008. 12. 26)

(51) Int. Cl.

F I

GO 2 B 17/08 (2006. 01)
 GO 2 B 5/30 (2006. 01)
 GO 2 B 13/18 (2006. 01)
 GO 3 F 7/20 (2006. 01)
 HO 1 L 21/027 (2006. 01)

GO 2 B 17/08 A
 GO 2 B 5/30
 GO 2 B 13/18
 GO 3 F 7/20 5 2 1
 HO 1 L 21/30 5 1 5 D

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-221852 (P2001-221852)
 (22) 出願日 平成13年7月23日 (2001. 7. 23)
 (65) 公開番号 特開2002-90626 (P2002-90626A)
 (43) 公開日 平成14年3月27日 (2002. 3. 27)
 審査請求日 平成17年12月22日 (2005. 12. 22)
 (31) 優先権主張番号 09/620886
 (32) 優先日 平成12年7月21日 (2000. 7. 21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 503195263
 エーエスエムエル ホールディング エヌ
 . ブイ.
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 550
 4 ディー アール, デ ラン 6501
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 デイヴィッド エム ウィリアムソン
 イギリス国 ウースター ダブリュアル
 14 4 ディーダブリュ ウェスト マル
 ヴァーン ハーコート ロード (番地な
 し) ヴァーノン コテージ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 縮小光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ほぼ以下の第 1 表に記載の構造データに基づく構造からなり、

【表 1】

第 1 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
12	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			6.0000	
14	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			7.6907	
16	-507.9899 CC	425.0110 CC	23.6604	シリカ
空間			23.6491	
18	482.8744 CX	-334.9535 CX	32.3037	シリカ
空間			12.0839	
20	-210.1022 CC	-342.7380 CX	35.5779	シリカ
空間			1.5001	
22	254.8364 CX	-1377.8565 CX	38.5079	シリカ
空間			83.5499	
24	∞		-64.0738	リフレクタ

【表 2】

26	-200.6185 CX	-294.6182 CC	-30.0000	シリカ
空間			-33.6639	
28	A(1)	207.0105 CX	-30.2428	シリカ
空間			-1.9989	
30	2223.6648 CC	-166.4311 CC	-27.4282	シリカ
空間			-21.5924	
31	∞	∞	-91.0000	シリカ
32	∞	∞		リフレクタ
31	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
34	∞	∞	6.000	シリカ
空間			23.3211	
36	A(2)		-23.3211	リフレクタ
34	∞	∞	-6.000	シリカ
空間			-1.7156	
31	∞	∞	-91.0000	シリカ
31	∞	∞	-68.0000	シリカ
空間			-1.7156	
38	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
40	-627.6194 CX	211.4176 CX	-21.5127	CaF ₂
空間			-0.5000	
42	-87.2228 CX	-200.3029 CC	-19.1435	CaF ₂
空間			-0.5000	
44	-91.9856 CX	-59.4578 CC	-27.1671	シリカ
空間			-2.9551	
46	-73.3403 CX	-160.4650 CC	-21.3988	CaF ₂
空間			-1.4194	
48	-126.8033 CX	-368.0257 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
49	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

かつ非球面定数 A (1) 及び A (2) が以下の方程式及び第 1 A 表に基づき設けられており、

【数 1】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【表 3】

第 1 A 表						
非球面	曲率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00497390	0.000000	2.35640E-08	-7.81654E-14	-4.40789E-17	2.12263E-20
A(2)	-0.00289239	0.000000	2.36370E-09	1.65324E-13	7.69607E-18	9.96953E-23
		E	F	G	H	J
A(1)		-6.05312E-24	9.94327E-28	-8.75026E-28	3.18657E-36	0.00000E+00
A(2)		4.61249E-26	-3.24220E-30	2.06573E-34	-4.86011E-40	0.00000E+00

それにより像野が形成されることを特徴とする縮小光学系。

【請求項 2】

ほぼ以下の第 2 表に記載の構造データに基づく構造からなり、

【表 4】

第 2 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
112	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			6.0014	
114	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			9.1702	
116	-433.0968 CC	2598.0412 CC	29.3027	シリカ
空間			28.9382	
118	-5578.3482 CC	-382.9273 CX	29.8579	シリカ
空間			16.6017	
120	-189.0676 CC	-239.8621 CX	18.0000	シリカ
空間			1.5014	
122	259.603 CX	-2163.768 CX	37.8249	シリカ
空間			86.0743	
124	∞		-64.0738	リフレクタ
126	-200.8102 CX	-363.2248 CC	-28.2405	シリカ
空間			-48.5160	
128	A(1)	215.5519 CX	-30.2428	シリカ
空間			-2.0011	
130	-718.0642 CX	-142.9228 CC	-12.1060	シリカ
空間			-23.8197	
131	∞	∞	-91.0000	シリカ
132	∞	∞		リフレクタ
131	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
134	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			25.1737	
136	A(2)		-25.1737	リフレクタ
134	∞	∞	-6.0000	シリカ
空間			-1.7156	

【表 5】

131	∞	∞	-91.0000	シリカ
131	∞	∞	-68.0000	シリカ
空間			-1.7156	
138	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
140	-366.1837 CX	259.6264 CX	-22.6130	CaF ₂
空間			-0.5000	
142	-85.8999 CX	-176.3075 CC	-19.0232	CaF ₂
空間			-0.5000	
144	-86.4495 CX	-64.6738 CC	-15.3239	CaF ₂
空間			-5.5180	
146	-100.7188 CX	-180.9651 CC	-31.1363	CaF ₂
空間			-1.2329	
148	-138.0675 CX	-502.9595 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
149	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

かつ非球面定数 A (1) 及び A (2) が以下の方程式及び第 2 A 表に基づき設けられており、

【数 2】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} \\ + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【表 6】

第 2 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00576125	0.000000	3.60293E-09	-4.18487E-13	-4.80164E-17	1.86225E-20
A(2)	-0.00288476	0.000000	1.74269E-09	1.17255E-13	6.94898E-18	-2.48358E-22
		E	F	G	H	J
A(1)		-5.22691E-24	8.72143E-28	-7.89947E-32	2.97093E-36	0.00000E+00
A(2)		7.10580E-26	-5.86680E-30	3.49595E-34	-6.83825E-39	0.00000E+00

10

それにより像野が形成されることを特徴とする縮小光学系。

【請求項 3】

ほぼ以下の第 3 表に記載の構造データに基づく構造からなり、

【表 7】

第 3 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
212	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			5.9995	
214	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			4.5575	
216	-1237.3096 CC	A(1)	19.5803	シリカ
空間			7.4171	
218	364.2097 CX	-674.5230 CX	25.6054	シリカ
空間			25.3077	
220	-185.3015 CC	-283.9553 CX	30.8746	シリカ
空間			1.5004	
222	332.0965 CX	-480.2185 CX	42.1200	シリカ
224	∞		-64.0738	リフレクタ
226	-197.3304 CX	-362.9388 CC	-30.0000	シリカ
空間			-38.3129	
228	A(2)	303.6930 CX	-30.2428	シリカ
空間			-2.0000	
230	-686.9764 CX	-140.3749 CC	-19.1575	シリカ
空間			-25.2130	
231	∞	∞	-91.0000	シリカ
232	∞			リフレクタ
231	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
234	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			23.4104	
236	A(3)		-23.4104	リフレクタ
234	∞	∞	-6.0000	シリカ
空間			-1.7156	
231	∞	∞	-91.0000	シリカ
231	∞	∞	-68.0000	シリカ
空間			-1.7156	
238	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
240	-294.3870 CX	285.2516 CX	-22.3559	CaF ₂
空間			-0.5000	
242	-90.0227 CX	-143.4682 CC	-15.3841	CaF ₂
空間			-0.5000	
244	-86.3937 CX	A(4)	-16.8094	CaF ₂
空間			-4.2386	
246	-91.3982 CX	A(5)	-35.1077	CaF ₂
空間			-1.2404	

【表 8】

248	-193.8008 CX	-584.4706 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
249	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

かつ非球面定数 A (1) , A (2) , A (3) , A (4) 及び A (5) が以下の方程式及び第 3 A 表に基づき設けられており、

【数 3】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

10

20

30

40

50

【表 9】

第3A表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00383949	0.000000	-5.74812E-09	1.78952E-13	3.56502E-18	-4.29928E-22
A(2)	0.00408685	0.000000	3.46415E-09	-2.46236E-13	2.98339E-21	3.46678E-21
A(3)	-0.00290152	0.000000	1.61839E-09	1.11129E-13	5.08685E-18	-5.96371E-23
A(4)	-0.01476551	0.000000	6.79788E-08	2.28037E-11	4.76211E-15	2.35042E-18
A(5)	-0.00407592	0.000000	-1.85475E-07	-5.95105E-11	2.46369E-14	-3.41676E-17
		E	F	G	H	J
A(1)		1.07476E-25	-7.13558E-30	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A(2)		-1.14760E-24	1.97684E-28	-1.74440E-32	6.27538E-37	0.00000E+00
A(3)		5.45877E-23	-5.30479E-30	3.27535E-34	-5.74203E-39	0.00000E+00
A(4)		-3.36512E-22	2.71804E-25	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A(5)		2.68515E-25	1.36619E-30	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

それにより像野が形成されることを特徴とする縮小光学系。

【請求項 4】

ほぼ以下の第1表に記載の構造データに基づく構造からなり、

【表 10】

第 4 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
312	∞	∞	6.0000	CaF ₂
空間			5.9971	
314	∞	-1637.5100 CX	17.8788	CaF ₂
空間			6.8555	
316	-601.0743 CC	337.2385 CC	19.3530	CaF ₂
空間			39.1414	
318	372.9672 CX	-444.4615 CX	35.0514	CaF ₂
空間			17.5760	
320	-238.7418 CC	-374.7892 CX	33.5080	CaF ₂
空間			1.5026	
322	271.2372 CX	-2141.5952	41.9745	CaF ₂
空間			85.7471	
324	∞		-64.0738	リフレクタ
326	-218.7966 CX	-378.3046 CC	-30.0000	CaF ₂
空間			-41.2869	
328	A(1)	331.4015 CX	-30.2428	CaF ₂
空間			-2.0021	
330	-473.0920 CX	-138.9426 CC	-15.0066	CaF ₂
空間			-25.4542	
331	∞	∞	-91.9338	CaF ₂
332	∞	∞		リフレクタ
空間			91.9338	CaF ₂
334	∞	∞	1.7156	
空間			6.0000	CaF ₂
325	A(2)		23.9891	
334	∞	∞	-23.2891	リフレクタ
空間			-6.0000	CaF ₂
331	∞	∞	-1.7156	
331	∞	∞	-91.9336	CaF ₂
空間			-68.0000	CaF ₂
328	∞	∞	-1.7156	
空間			-4.4503	CaF ₂
340	-379.1353 CX	304.9678 CX	-0.5000	
空間			-21.8077	CaF ₂
342	-94.2814 CX	-162.6972 CC	-0.5000	
空間			-17.3319	CaF ₂
344	-115.8596 CX	-73.3964 CC	-1.0800	
空間			-20.5225	CaF ₂
346	-92.2350 CX	-218.2297 CC	-3.0075	
空間			-42.4471	CaF ₂
348	-155.2317 CX	-656.3405 CC	-1.1466	
空間			-5.2755	CaF ₂
349	∞	∞	-1.0000	
			-0.9000	CaF ₂
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

かつ非球面定数 A (1) 及び A (2) が以下の方程式及び第 4 A 表に基づき設けられており、

【数 4】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【表 1 1】

第 4 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00475685	0.000000	8.25386E-09	-1.36412E-13	-4.41072E-17	2.29567E-20
A(2)	-0.00272498	0.000000	1.82601E-09	9.56998E-14	6.16098E-18	-4.25832E-22
		E	F	G	H	J
A(1)		-6.72654E-24	1.13058E-27	-1.00992E-31	3.72128E-36	0.00000E+00
A(2)		8.51395E-26	-7.80032E-30	4.75429E-34	-1.14164E-38	0.00000E+00

それにより像野が形成されることを特徴とする縮小光学系。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に半導体製造装置において使用される投影光学系、及び特に短波長で使用される高い開口数を有する反射屈折投影光学系に関する。

【 0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体製造においては、ホトリソグラフィ技術がしばしば使用される。これらのホトリソグラフィ技術は、レチクルの像をウェーハ又は感光性基板に投影することを必要とする。レチクルの像をウェーハ又は感光性基板に投影するためには、しばしば比較的複雑な投影光学系が使用される。極めて小さい特徴を極めて小さい収差で正確に結像することができるよう、レチクルの極めて高い品質の像を提供する投影光学系が要求される。投影光学系は、しばしば縮小された像において生じる 1 未満の倍率を要求する。しばしば、最良の結像品質を有する像質を有する像野の小さい部分のみが利用される。しかしながら、処理量を強化しかつ半導体デバイスの生産を増大するためにはできるだけ大きな像野を提供することが望まれる。高い処理量と組み合わせた減少した特徴寸法に対する強大な要求に伴い、新たなかつ改良された投影光学系が絶えず必要とされる。半導体製造工業により要求される常に縮小される特徴寸法のために、高い開口数を有しかつ一層短い波長で操作するように設計された投影光学系が必要とされる。慣用の光学的設計は、半導体の製造の要求を満足することができない。例えば、先行技術の光学系は、ウィリアムソン (Williamson) 対して 1990 年 9 月 4 日に公告された発明の名称「縮小光学系 (Optical Reduction System)」の米国特許第 4,953,960 号明細書に開示されている。この明細書には、248 ナノメートルの波長領域で作動しかつ 0.45 の開口数を有する縮小光学系が開示されている。別の光学系は、シン他 (Singh et al.) に 1992 年 2 月 18 日に公告された名称「高解像力縮小反射屈折リレーレンズ」の米国特許第 5,089,913 号明細書に開示されており、これは引用することにより本願発明に組み込まれる。該明細書には、248 ナノメートルに制限されたスペクトル波長を有しかつ 0.6 の開口数を有する光学系が開示されている。別の投影光学系は、ウィリアムソンに対して 1996 年 7 月 16 日に公告された名称「高い開口数を有する反射屈折縮小光学系 (Catadioptric Optical Reduction System With High Numerical Aperture)」の米国特許第 5,537,260 号明細書に開示されており、これも引用により本願発明に組み込まれる。該明細書には、360 ~ 193 ナノメートルの波長範囲で作動する異なった実施例を有する 0.7 の開口数を有する投影光学系が開示されている。前記光学系は十分に作動したが、慣用の系の特徴寸法よりも実質的に小さい特徴寸法を再生するために半導体製造で使用される投影光学系に対する必要性が存在する。

20

30

40

【 0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、慣用の投影光学系よりも高い開口数を有する投影光学系を提供することである。

【 0 0 0 4】

本発明のもう 1 つの目的は、投影光学系のレンズ部材を減少させることである。

【 0 0 0 5】

50

なお、本発明のもう１つの目的は、偏光した照明によって惹起されるレチクル回折における非対称を阻止することである。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は、性能を改善しかつレンズ部材の数を減少させる多重の非球面を使用する反射屈折光学投影系からなる。ウェーハ又は感光性表面に最も近いレンズ群においてフッ化カルシウムレンズ部材が使用されている。レチクルの後方であって、ビームスプリッタの前方に少なくとも１つの非球面を有するレンズ群の前方に、ゼロ次の１／４波長板が配置されている。ビームスプリッタに隣接しかつレンズ群に対して垂直な表面に隣接して非球面が配置されている。ビームスプリッタに隣接し非球面凹面鏡の反対側に、フッ化カルシウムからなるレンズ部材の大部分を有しかつレチクルをウェーハ又は感光性基板に結像する別のレンズ群が配置されている。０．７５の比較的高い開口数が得られ、かつ１実施例においては１５７ナノメートルの波長が使用される。

10

【０００７】

本発明の利点は、減少された収差が生じることである。

【０００８】

本発明のもう１つの利点は、縮小された特徴寸法を結像することができることである。

【０００９】

本発明のなもう１つの利点は、レチクルを通過する円偏光した電磁放射線を使用することである。

20

【００１０】

本発明の特徴は、ウェーハの近くのレンズ群においてレンズ材料としてフッ化カルシウムを使用することである。

【００１１】

本発明のもう１つの特徴は、多重の非球面レンズ部材を使用することである。

【００１２】

本発明のなもう１つの特徴は、レチクルの後方にゼロ次の１／４波長板を配置することである。

【００１３】

これらの及びその他の目的、利点、及び特徴は、以下の記載を見れば容易に明らかになるであろう。

30

【００１４】

【実施例】

図１は、本発明の第１実施例を示す。レチクル１０は、物体位置に配置され、かつ、ウェーハ又は感光性表面もしくは基板５０は像位置に配置されている。レチクル１０と、ウェーハ又は感光性基板５０は、１未満の倍率又はほぼ４～１の縮小比を提供する。図１に示された実施例は、４０ピコメートルのフル-ワイドス-ハーフ-マキシマム (full-width-half maximum: FWHM) のスペクトルバンド幅にわたり２４８ナノメートル波長の電磁放射線を使用する、０．７５の開口数、ウェーハもしくは感光性基板５０で２６×５ｍｍの視野を有する。レチクル１０に、第１の１／４波長板１２が引き続いている。１／４波長板１２は、有利にはゼロ次の１／４波長板である。このゼロ次の１／４波長板１２は、円偏光した光を使用してレチクルを通過させ、レチクル特徴及び光偏光ベクトルの相対的配向から生じる回折非対称を回避することを可能にする。１／４波長板１２には、平凸レンズ１４が続いている。平凸レンズ１４には、両凹レンズ１６が続いている。レンズ１６には、両凸レンズ１８、メニスカスレンズ２０、及び両凸レンズ２２が続いている。この第１レンズ群に、偏向鏡２４が続いている。偏向鏡２４に、メニスカスレンズ２６が続いている。メニスカスレンズ２６に、非球面レンズ２８が続いている。非球面レンズ２８は、球面凹面及び非球面凸面を有する。非球面レンズ２８に、球面凹面及び非球面凸面が続いている。非球面レンズ２８に、両凹レンズ３０が続いている。このレンズ群に引き続きかつ偏向鏡２４の後方に、ビームスプリッタ３１が配置されている。ビームスプリッタ３１は、

40

50

部分反射面 3 2 を有する。ビームスプリッタ 3 1 の一方に面に隣接して 1 / 4 波長板 3 4 が配置され、それに非球面凹面鏡 3 6 が引き続いている。1 / 4 波長板 3 4 は、有利にはゼロ次の 1 / 4 波長板である。ビームスプリッタ 3 1 の反対側の表面に隣接して、もう 1 つの 1 / 4 波長板 3 8 が配置され、それに両凸レンズ 4 0、及びメニスカスレンズ 4 2 が続いている。1 / 4 波長板 3 8 は、有利にはまたゼロ次の 1 / 4 波長板である。レンズ 4 0 及びレンズ 4 2 は、フッ化カルシウムからなる。レンズ 4 2 には、シリカからなるメニスカスレンズ 4 4 が続いている。メニスカスレンズ 4 4 には、メニスカスレンズ 4 6 及びメニスカスレンズ 4 8 が引き続いている。レンズ 4 6 及び 4 8 は、フッ化カルシウムからなる。レンズ 4 8 には、プレート 4 9 が続いている。ビームスプリッタ 3 1 とウェーハもしくは感光性基板 5 0 の間の第 3 レンズ群は、レンズ 4 4、1 / 4 波長板 3 8 及びプレート 4 9 を除き、フッ化カルシウムからなる。この実施例は、ビームスプリッタ 3 1 の後方のこのレンズ群内のレンズ部材の大部分においてフッ化カルシウムを使用する。2 4 8 ナノメータの波長で操作するために設計されたこの実施例は、予め決められた距離のレチクル 1 0 とウェーハもしくは感光性基板 5 0 の間の距離を有するパッケージにおいて高い開口数を提供するという利点を有する。この予め決められた共役距離は、この実施例を予め決められた同じ距離を有する先行技術の設計の光学系のための代用品として使用する際に有利である。

10

【 0 0 1 5 】

有利な構成において、図 1 に示された光学系は、以下の第 1 表及び第 1 A 表の構造データに基づき製造することができる。

20

【 0 0 1 6 】

【 表 1 2 】

第 1 表				
部材番号	曲率半径(前面)mm	曲率半径(背面)mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
12	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			6.0000	
14	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			7.6907	
16	-507.9899 CC	425.0110 CC	23.6604	シリカ
空間			23.6491	
18	482.8744 CX	-334.9535 CX	32.3037	シリカ
空間			12.0839	
20	-210.1022 CC	-342.7380 CX	35.5779	シリカ
空間			1.5001	
22	254.8364 CX	-1377.8565 CX	38.5079	シリカ
空間			83.5499	
24	∞		-64.0738	リフレクタ

30

【 0 0 1 7 】

【 表 1 3 】

40

26	-200.6185 CX	-294.6182 CC	-30.0000	シリカ
空間			-33.6639	
28	A(1)	207.0105 CX	-30.2428	シリカ
空間			-1.9989	
30	2223.6648 CC	-166.4311 CC	-27.4282	シリカ
空間			-21.5924	
31	∞	∞	-91.0000	シリカ
32	∞	∞		リフレクタ
31	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
34	∞	∞	6.000	シリカ
空間			23.3211	
36	A(2)		-23.3211	リフレクタ
34	∞	∞	-6.000	シリカ
空間			-1.7156	
31	∞	∞	-91.0000	シリカ
31	∞	∞	-68.0000	シリカ
空間			-1.7156	
38	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
40	-627.6194 CX	211.4176 CX	-21.5127	CaF ₂
空間			-0.5000	
42	-87.2228 CX	-200.3029 CC	-19.1435	CaF ₂
空間			-0.5000	
44	-91.9856 CX	-59.4578 CC	-27.1671	シリカ
空間			-2.9551	
46	-73.3403 CX	-160.4650 CC	-21.3988	CaF ₂
空間			-1.4194	
48	-126.8033 CX	-368.0257 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
49	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

【 0 0 1 8 】

非球面定数は、以下の方程式及び第 1 A 表に基づき提供される：

【 0 0 1 9 】

【 数 5 】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【 0 0 2 0 】

【 表 1 4 】

第 1 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00497390	0.000000	2.35640E-08	-7.81654E-14	-4.40789E-17	2.12263E-20
A(2)	-0.00289239	0.000000	2.36370E-09	1.65324E-13	7.69607E-18	9.96953E-23
		E	F	G	H	J
A(1)		-6.05312E-24	9.94327E-28	-8.75026E-28	3.18657E-36	0.00000E+00
A(2)		4.61249E-26	-3.24220E-30	2.06573E-34	-4.86011E-40	0.00000E+00

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

図 2 は、25 ピコメータのフル-ワイドス-ハーフ-マキシマムのスペクトルバンド幅にわたり 193 ナノメータ波長の電磁放射線を使用する、0.75 の開口数、ウェーハでの 26 × 5 mm の視野を有する投影光学系の第 2 実施例を示す。レチクル 10 に、ゼロ次の 1 / 4 波長板 112、平凸レンズ 114、両凹レンズ 116、メニスカスレンズ 118、メニスカスレンズ 120 及び両凸レンズ 122 が続いている。この第レンズ群の後方に、偏向鏡 124 が配置されている。偏向鏡 124 に、メニスカスレンズ 126、非球面レンズ 128 及びメニスカスレンズ 130 が続いている。非球面レンズ 128 は、球面凹面及び非球面凸面を有する。このレンズ群に引き続き、偏向鏡 124 の後方に、ビームスプリッタ 131 が配置されている。ビームスプリッタ 131 は、部分反射面 132 を有する。ビームスプリッタ 131 の一方の表面に隣接して、第 2 の 1 / 4 波長板 134 が配置されている。第 2 の 1 / 4 波長板 134 は、有利にはゼロ次の 1 / 4 波長板である。第 2 のビームスプリッタ 134 には、非球面凹面鏡 136 が引き続いている。ビームスプリッタ 131 の反対側の面に隣接して、第 3 の 1 / 4 波長板 138 が配置されている。この第 3 の 1 / 4 波長板も、有利にはゼロ次の 1 / 4 波長板である。第 3 の 1 / 4 波長板 138 には、両凸レンズ 140、メニスカスレンズ 142、メニスカスレンズ 146、メニスカスレンズ 148、及びプレート 149 が引き続いている。レンズ 140、142、144、146 及び 148 はフッ化カルシウムからなる。プレート 149 に隣接して、像位置にウェーハ 50 が配置される。この実施例においては、第 2 の 1 / 4 波長板 138 とプレート 149 の間にフッ化カルシウムレンズ又は部材を使用することは、コンパクション及び放射線により誘導される屈折率の変化を著しく小さくする。このレンズ群は、比較的小さいビーム寸法及び高いフラックス密度に基づきコンパクションに一部影響されやすい。この実施例は、2 つの非球面を利用する。非球面の使用は、レンズ部材の数が減少されている点で有利である。

【 0 0 2 2 】

有利な構成において、図 2 に示された光学系は、以下の第 2 表及び第 2 A 表の構造データに基づき製造することができる。

【 0 0 2 3 】

【 表 1 5 】

第 2 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
112	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			6.0014	
114	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			9.1702	
116	-433.0968 CC	2598.0412 CC	29.3027	シリカ
空間			28.9382	
118	-5578.3482 CC	-382.9273 CX	29.8579	シリカ
空間			16.6017	
120	-189.0676 CC	-239.8621 CX	18.0000	シリカ
空間			1.5014	
122	259.603 CX	-2163.768 CX	37.8249	シリカ
空間			86.0743	
124	∞		-64.0738	リフレクタ
126	-200.8102 CX	-363.2248 CC	-28.2406	シリカ
空間			-48.5160	
128	A(1)	215.5519 CX	-30.2428	シリカ
空間			-2.0011	
130	-718.0642 CX	-142.9228 CC	-12.1060	シリカ
空間			-23.8197	
131	∞	∞	-91.0000	シリカ
132	∞			リフレクタ
131	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
134	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			25.1737	
136	A(2)		-25.1737	リフレクタ
134	∞	∞	-6.0000	シリカ
空間			-1.7156	

【 0 0 2 4 】

【 表 1 6 】

131	∞	∞	-91.0000	シリカ
131	∞	∞	-68.000	シリカ
空間			-1.7156	
138	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
140	-366.1837 CX	259.6264 CX	-22.6130	CaF ₂
空間			-0.5000	
142	-85.8999 CX	-176.3075 CC	-19.0232	CaF ₂
空間			-0.5000	
144	-86.4495 CX	-64.6738 CC	-15.3239	CaF ₂
空間			-5.5180	
146	-100.7188 CX	-180.9651 CC	-31.1363	CaF ₂
空間			-1.2329	
148	-138.0675 CX	-502.9595 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
149	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

【 0 0 2 5 】

非球面定数は、以下の方程式及び第 2 A 表に基づき提供される：

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

【 数 6 】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【 0 0 2 7 】

【 表 1 7 】

10

第 2 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00576125	0.000000	3.60293E-09	-4.18487E-13	-4.80164E-17	1.86225E-20
A(2)	-0.00288476	0.000000	1.74269E-09	1.17255E-13	6.94898E-18	-2.48358E-22
		E	F	G	H	J
A(1)		-5.22691E-24	8.72143E-28	-7.89947E-32	2.97093E-36	0.00000E+00
A(2)		7.10580E-26	-5.86680E-30	3.49595E-34	-6.83625E-39	0.00000E+00

【 0 0 2 8 】

図 3 は、本発明の第 3 実施例を示す。この実施例は、0.75 の開口数、ウェーハでの 26 × 5 mm の視野を有し、かつ 25 ピコメータのフル-ワイドス-ハーフ-マキシマムのスペクトルバンド幅にわたり 193 ナノメータ波長の電磁放射線を使用するために設計されている。この第 3 実施例は、収差を減少させるために 5 つの非球面を有する。レチクル 10 に隣接し又は引き続き、1/4 波長板 212 が配置されている。1/4 波長板 212 に、平凸レンズ 214、及び非球面レンズ 216 が続いている。非球面レンズ 216 は、凹面及び非球面を有する。非球面レンズ 216 に引き続き、両凸レンズ 218、メニスカスレンズ 220 及び両凸レンズ 222 が配置されている。この第 1 レンズ群に偏光鏡 224 が引き続き、偏光鏡 224 に引き続き、メニスカスレンズ 226 及び非球面レンズ 228 が存在する。非球面レンズ 228 は非球面凹面及び非球面凸面を有する。非球面レンズ 228 に、メニスカスレンズ 230 が引き続き、偏光鏡 224 の後方のこのレンズ群に、ビームスプリッタ 231 が引き続き、ビームスプリッタ 231 は、部分反射性面 232 を有する。ビームスプリッタ 231 に 1 つの側面に隣接して、第 2 の 1/4 波長板 234 が存在する。第 2 の 1/4 波長板 234 に引き続き非球面凹面鏡 236 が存在する。ビームスプリッタ 231 の反対側の面に隣接して、第 3 の 1/4 波長板 238 が存在し、それに両凸レンズ 240、メニスカスレンズ 242、非球面レンズ 244 が引き続き、非球面レンズ 244 は、非球面凹面を有する。非球面レンズ 244 に引き続き、非球面レンズ 246 が存在する。非球面レンズ 246 は、メニスカスレンズ 248 に隣接して配置されている。レンズ 240、242、244、及び 246 及び 248 は、フッ化カルシウムからなる。レンズ 248 に隣接して、プレート 249 が存在する。プレート 249 に引き続きいた像面に、ウェーハ 50 が配置される。この実施例、第 3 実施例では、5 つの非球面が使用されている。その第 1 の非球面はレチクル 10 と偏光鏡 224 の間のレンズ群内の非球面レンズ 216、第 2 は偏光鏡 224 とビームスプリッタ 231 の間のレンズ群内にある非球面レンズ 228 にある。第 3 の非球面は、凹面鏡 236 に配置されている。第 4 の非球面は非球面レンズ 244 に配置され、第 5 の非球面はレンズ 246 に配置されており、それらの両者はビームスプリッタ 231 とウェーハもしくは感光性基板 50 の間のレンズ群内にある。この本発明の第 3 実施例における 5 つの非球面の使用は、収差を著しく減少させる。

【 0 0 2 9 】

有利な構成においては、図 3 に示された光学系は、以下の第 3 表及び 3 A の構造データに基づき製造することができる：

【 0 0 3 0 】

50

【表 18】

第 3 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞		71.0257	
212	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			5.9995	
214	∞	-1637.5100 CX	17.8788	シリカ
空間			4.5575	
216	-1237.3096 CC	A(1)	19.5803	シリカ
空間			7.4171	
218	364.2097 CX	-674.5230 CX	25.6054	シリカ
空間			25.3077	
220	-185.3015 CC	-283.9553 CX	30.8746	シリカ
空間			1.5004	
222	332.0965 CX	-480.2185 CX	42.1200	シリカ
224	∞		-64.0738	リフレクタ
226	-197.3304 CX	-362.9388 CC	-30.0000	シリカ
空間			-38.3129	
228	A(2)	303.6930 CX	-30.2428	シリカ
空間			-2.0000	
230	-686.9764 CX	-140.3749 CC	-19.1575	シリカ
空間			-25.2130	
231	∞	∞	-91.000	シリカ
232	∞	∞		リフレクタ
231	∞	∞	91.0000	シリカ
空間			1.7156	
234	∞	∞	6.0000	シリカ
空間			23.4104	
236	A(3)		-23.4104	リフレクタ
234	∞	∞	-6.0000	シリカ
空間			-1.7156	
231	∞	∞	-91.0000	シリカ
231	∞	∞	-68.0000	シリカ
空間			-1.7156	
238	∞	∞	-4.4503	シリカ
空間			-0.5000	
240	-294.3870 CX	285.2516 CX	-22.3559	CaF ₂
空間			-0.5000	
242	-90.0227 CX	-143.4682 CC	-15.3841	CaF ₂
空間			-0.5000	
244	-86.3937 CX	A(4)	-16.8094	CaF ₂
空間			-4.2386	
246	-91.3982 CX	A(5)	-35.1077	CaF ₂
空間			-1.2404	

【 0 0 3 1 】

【表 19】

248	-193.8008 CX	-584.4706 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
249	∞	∞	-0.9000	シリカ
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

【 0 0 3 2 】

非球面定数は、以下の方程式及び第 3 A 表に基づき与えられる：

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

【 数 7 】

$$z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【 0 0 3 4 】

【 表 2 0 】

10

第 3 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00383949	0.000000	-5.74812E-09	1.78952E-13	3.56502E-18	-4.29928E-22
A(2)	0.00408685	0.000000	3.46415E-09	-2.46236E-13	2.98339E-18	3.46678E-21
A(3)	-0.00290152	0.000000	1.61839E-09	1.11129E-13	5.08685E-18	-5.96371E-23
A(4)	-0.01476551	0.000000	6.79788E-08	2.28037E-11	4.76211E-15	2.35042E-18
A(5)	-0.00407592	0.000000	-1.85475E-07	-5.95105E-11	2.46369E-14	-3.41676E-17
		E	F	G	H	J
A(1)		1.07476E-25	-7.13558E-30	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A(2)		-1.14760E-24	1.97684E-28	-1.74440E-32	6.27538E-37	0.00000E+00
A(3)		5.45877E-23	-5.30479E-30	3.27535E-34	-5.74203E-39	0.00000E+00
A(4)		-3.36512E-22	2.71804E-25	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A(5)		2.68515E-25	1.36619E-30	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

20

【 0 0 3 5 】

第 4 表は、図 2 及び図 3 に示された本発明の実施例のための像高さの関数として波面収差を示す。波形もしくは線 5 2 は、2 つの非球面を有する図 2 に示された実施例のための像高さの関数としての収差を示す。波形もしくは破線 5 4 は、図 3 に示された 5 つの非球面を有する実施例の像高さの関数としての波面収差を示す。図 4 によって容易に認識することができるように、波面収差は 5 つの非球面を有する実施例においては著しく減少される。

【 0 0 3 6 】

30

図 5 は、0 . 7 5 の開口数、ウェーハで 2 6 × 5 m m の視野を有し、かつ 1 . 5 ピコメータのフル-ワイドス-ハーフ-マキシマムのスペクトルバンド幅にわたり 1 5 7 ナノメータ波長の電磁放射線を使用するために設計されている本発明及び第 4 実施例を示す。この実施例は 2 つの非球面を使用しかつ全体がフッ化カルシウムから形成されている。レチクル 1 0 に引き続いて、1 / 4 波長板 3 1 2、平凸レンズ 3 1 4、両凹レンズ 3 1 6、両凸レンズ 3 1 8、メニスカスレンズ 3 2 0、及び両凸面レンズ 3 2 2 が存在する。このレンズ群に、偏光鏡 3 2 4 が引き続いて存在する。偏光鏡 3 2 4 に引き続き、メニスカスレンズ 3 2 6、非球面レンズ 3 2 8、及びメニスカスレンズ 3 3 0 が存在する。非球面レンズ 3 2 8 は、非球面凹面を有する。偏光鏡 3 2 4 の後方のこのレンズ群に引き続き、ビームスプリッタ 3 3 1 が存在する。ビームスプリッタ 3 3 1 は、部分反射面 3 3 2 を有する。ビームスプリッタ 3 3 1 の一方の面に隣接して、第 2 の 1 / 4 波長板 3 3 4 が存在する。該第 2 の 1 / 4 波長板に引き続き、非球面凹面鏡 3 3 6 が存在する。ビームスプリッタ 3 3 1 の、第 2 の 1 / 4 波長板 3 3 4 の反対側の面に隣接して第 3 の 1 / 4 波長板 3 3 8 が配置されている。該 1 / 4 波長板 3 3 8 に引き続き、両凸面レンズ 3 4 0、メニスカスレンズ 3 4 2、メニスカスレンズ 3 4 4、メニスカスレンズ 3 4 6 及びメニスカスレンズ 3 4 8 が存在する。メニスカスレンズ 3 4 8 に隣接して、プレート 3 4 9 が配置されている。プレート 3 4 9 は、ウェーハもしくは感光性基板 5 0 が配置された像面に隣接している。

40

【 0 0 3 7 】

図 5 に示された、光学系の有利な構成は、以下の第 4 表及び第 4 A 表の構造データに基づき製造することができる：

50

【 0 0 3 8 】

【 表 2 1 】

第 4 表				
部材番号	曲率半径 (前面) mm	曲率半径 (背面) mm	厚さ mm	ガラス
10	∞	∞	71.0257	
312	∞	∞	6.0000	CaF ₂
空間			5.9971	
314	∞	-1637.5100 CX	17.8788	CaF ₂
空間			6.8555	
316	-601.0743 CC	337.2385 CC	19.3530	CaF ₂
空間			39.1414	
318	372.9672 CX	-444.4615 CX	35.0514	CaF ₂
空間			17.5760	
320	-238.7418 CC	-374.7892 CX	33.5080	CaF ₂
空間			1.5026	
322	271.2372 CX	-2141.5952	41.9745	CaF ₂
空間			85.7471	
324	∞		-64.0738	リフレクタ
326	-218.7966 CX	-378.3046 CC	-30.0000	CaF ₂
空間			-41.2869	
328	A(1)	331.4015 CX	-30.2428	CaF ₂
空間			-2.0021	
330	-473.0920 CX	-138.9426 CC	-15.0066	CaF ₂
空間			-25.4542	
331	∞	∞	-91.9338	CaF ₂
332	∞	∞		リフレクタ
331	∞	∞	91.9338	CaF ₂
空間			1.7156	
334	∞	∞	6.0000	CaF ₂
空間			23.9891	
326	A(2)		-23.2891	リフレクタ
334	∞	∞	-6.0000	CaF ₂
空間			-1.7156	
331	∞	∞	-91.9336	CaF ₂
331	∞	∞	-68.0000	CaF ₂
空間			-1.7156	
328	∞	∞	-4.4503	CaF ₂
空間			-0.5000	
340	-379.1353 CX	304.9678 CX	-21.8077	CaF ₂
空間			-0.5000	
342	-94.2814 CX	-162.6972 CC	-17.3319	CaF ₂
空間			-1.0800	
344	-115.8596 CX	-73.3964 CC	-20.5225	CaF ₂
空間			-3.8075	
346	-92.2350 CX	-218.2297 CC	-42.4471	CaF ₂
空間			-1.1466	
348	-155.2317 CX	-656.3405 CC	-5.2755	CaF ₂
空間			-1.0000	
349	∞	∞	-0.9000	CaF ₂
	像距離 =		-2.3000	
50	∞			

【 0 0 3 9 】

非球面定数は、以下の方程式及び第 4 A 表に基づき与えられる：

【 0 0 4 0 】

【 数 8 】

$$Z = \frac{(curv)y^2}{1 + (1 - (1 + K)(curv)^2 y^2)^{1/2}} + (A)y^4 + (B)y^6 + (C)y^8 + (D)y^{10} + (E)y^{12} + (F)y^{14} + (G)y^{16} + (H)y^{18} + (J)y^{20}$$

【 0 0 4 1 】

【 表 2 2 】

第 4 A 表						
非球面	曲 率	K	A	B	C	D
A(1)	0.00475685	0.000000	8.25386E-09	-1.36412E-13	-4.41072E-17	2.29567E-20
A(2)	-0.00272498	0.000000	1.82601E-09	9.56998E-14	6.16098E-18	-4.25832E-22
		E	F	G	H	J
A(1)		-6.72654E-24	1.13058E-27	-1.00992E-31	3.72128E-36	0.00000E+00
A(2)		8.51395E-26	-7.80032E-30	4.75429E-34	-1.14164E-38	0.00000E+00

10

【 0 0 4 2 】

従って、本発明の実施例の全ては、レチクル 10 の長い共役端部からウェーハもしくは感光性基板 50 の短い共役端部に向かって、レチクル 10 に引き続く 1 / 4 波長板、及び 1 / 4 波長板と第 1 の偏光鏡の間の第 1 レンズ群、及び偏光鏡とビームスプリッタの間の第 2 レンズ群を提供する。それぞれの実施例において、偏光鏡 24 , 124 , 224 , 及び 324 の前方のレンズ群は第 1 レンズ群と見なすことができ、かつ偏光鏡 24 , 124 , 224 , 及び 324 とビームスプリッタ 31 , 131 , 231 , 及び 331 の間のレンズ群は第 2 レンズ群と見なすことができる。選択的に、この第 1 及び第 2 レンズ群は、単レンズ群と見なすことができる。ビームスプリッタ上の部分反射面は、電磁放射線を第 2 の 1 / 4 波長板そして非球面レンズ凹面鏡に反射し、該非球面レンズ凹面鏡は電磁放射線を反対向きにビームスプリッタを通過させかつ部分反射面を通過させて第 3 の 1 / 4 波長板に向けてかつ第 3 レンズ群を通過させて感光性基板もしくはウェーハ 50 に反射する。実施例の全てはレチクルに続く 1 / 4 波長板を備えかつ偏光鏡とビームスプリッタキューブの間に非球面を有するレンズを有し、かつビームスプリッタキューブと感光性基板の間にレンズ部材を有し、それらの大部分はフッ化カルシウムから形成されている。従って、本発明は、157 ナノメートル程度の波長で十分に形成する改良された像特徴を有する比較的高い開口数を有する投影光学系を提供する。従って、本発明は光学技術を進歩させかつ半導体デバイスの製造を著しく容易にする。

20

30

【 0 0 4 3 】

有利な実施例を示しかつ説明してきたが、当業者にとっては本発明の思想及び範囲から逸脱することなく様々な変更を行うことができることは認識されるべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 248 ナノメートルの波長の電磁放射線で使用するために設計された本発明の 1 実施例の略示図である。

【 図 2 】 193 ナノメートルの波長の電磁放射線で使用するために設計されかつ 2 つの非球面を有する本発明の第 2 実施例の略示図である。

40

【 図 3 】 193 ナノメートルの波長の電磁放射線で使用するために設計されかつ 5 つの非球面を有する本発明の第 3 実施例の略示図である。

【 図 4 】 図 2 に示された実施例と図 3 に示された実施例の像高さの関数として波面収差を比較するグラフである。

【 図 5 】 193 ナノメートルの波長の電磁放射線で使用するために設計されかつフッ化カルシウム材料を使用した本発明の第 4 実施例の略示図である。

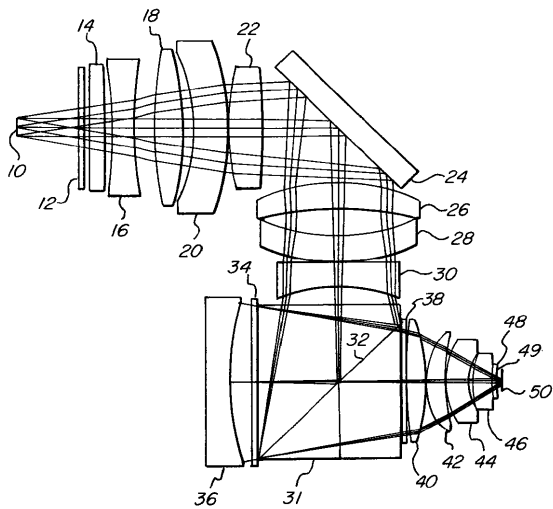
【 符号の説明 】

10 レチクル、 50 ウェーハもしくは感光性基板、 12 第 1 の 1 / 4 波長板、 14 平凸レンズ、 16 レンズ、 18 , 22 , 40 両凸レンズ、 20 , 26 , 42 , 44 , 46 , 48 メニスカスレンズ、 24 偏光鏡、 28 非球面レンズ

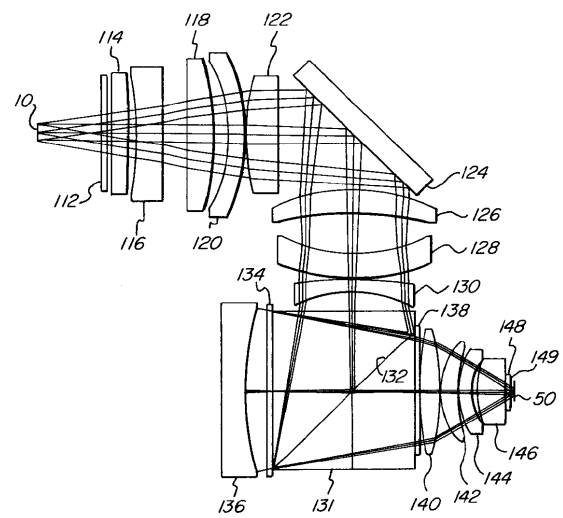
50

、 30 両凹レンズ、 31 ビームスプリッタ、 32 部分反射面、 34 , 38
 1 / 4 波長板、 36 非球面凹面鏡、
 49 プレート

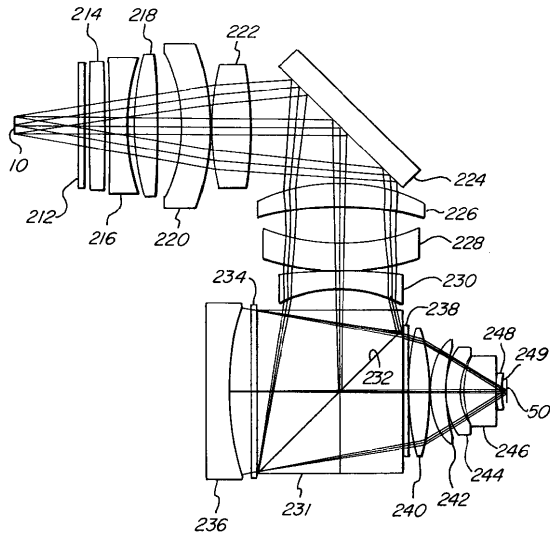
【図 1】



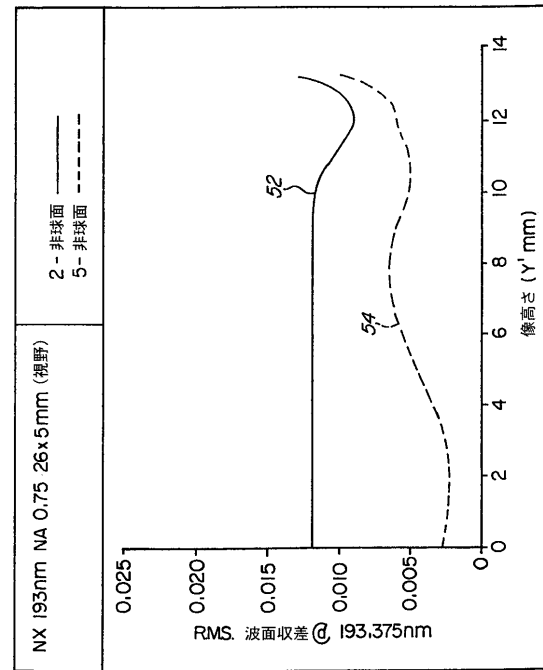
【図 2】



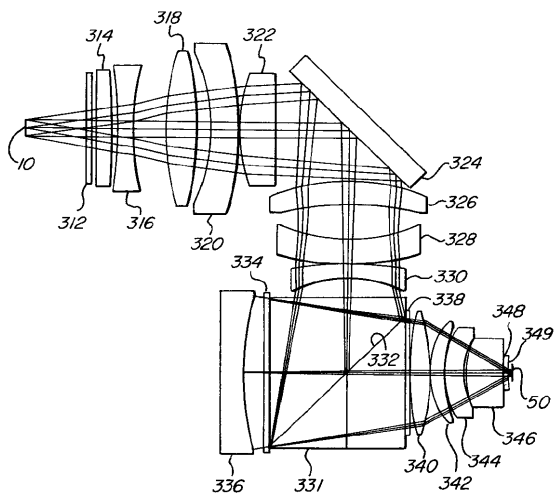
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 3 3 5 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 3 1 0 1 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G02B 17/00-17/08