

請日期： 89.11.8

案號：

89123571

類別：

G02B 7/18, G03F 7/20

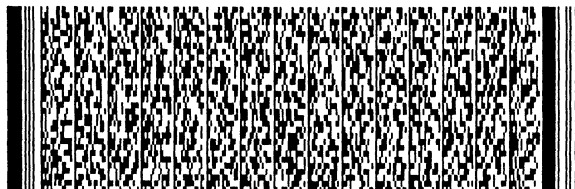
公告本

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

533322

一、 發明名稱	中文	具物理分束器之反折射物鏡
	英文	CATADIOPTRIC OBJECTIVE WITH PHYSICAL BEAM SPLITTER
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 威利·烏爾里克 2. 赫爾穆特·貝耶爾
	姓名 (英文)	1. Willi Ulrich 2. Helmut Beierl
	國籍	1. 德國 2. 德國
	住、居所	1. 德國阿倫-德萬吉市萊德阿克圓環44號 2. 德國海登海姆郡羅伯特-科克-街53號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 卡爾蔡司史帝唐亦以卡爾蔡司名稱貿易
	姓名 (名稱) (英文)	1. Carl-Zeiss-Stiftung trading as Carl Zeiss
	國籍	1. 德國
	住、居所 (事務所)	1. 德國海登海姆郡八九五一八
	代表人 姓名 (中文)	1. K·納齊 2. 塔爾林格
	代表人 姓名 (英文)	1. K. Gnatzig 2. Thallinger



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
德國 DE	1999/11/12	199 54 727.0	有
德國 DE	2000/04/27	100 20 592.5	有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

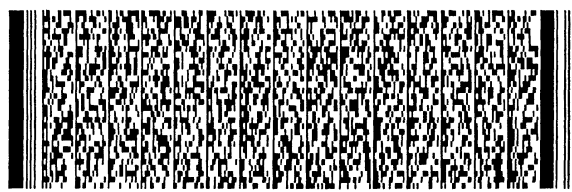
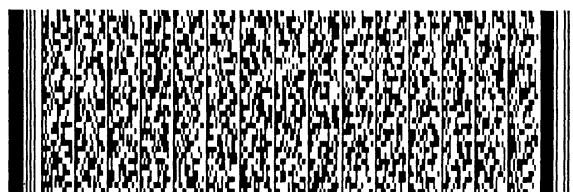
本發明係有關一種反折射投影物鏡，包括一物平面、一物理分束器、一凹面鏡、一像平面、一第一物鏡部份、一第二物鏡部份及一第三物鏡部份。

將光遮蔽罩或標線板，以下通稱遮蔽罩或調制盤，上的圖樣投影或曝光到塗覆有光敏材料的半導體晶圓或玻璃板上之投影曝光裝置使用最高解析度之光學投影系統。為進一步縮小受限於衍射極限解析度之結構寬度，顯現此種小結構多使用波長 ≤ 260 nm的DUV及VUV射束。此種投影裝置的投影物鏡則主要使用反折射系統。反折射系統容許大的帶寬，而可抑低雷射曝光源的成本，且效率高。

專利US 5636066曾提出一種具中間像之反折射系統。分束採幾何方法藉助一偏向鏡，其中間斷裂，對被凹面鏡反折射部份反射的射束而言構成一光闌。US 5636066系統的結構為，中間像在偏向鏡光闌平面上。

專利US-A-5691802提出另一種設幾何分束器之系統，該幾何分束器被設作偏轉鏡。US-A-5691802之投影物鏡為一具中間像之投影物鏡，其中間像在第一物鏡部份的反折射物鏡部份前方。US-A-5691802系統的缺點在於，由於是幾何分束而為一軸外系統。

專利EP-A-0475020提出一種設物理分束器之系統。EP-A-0475020系統包括至少一反折射輸入系統及一折射輸出系統。欲成像之遮蔽罩直接設在一最好是方塊狀的分束器上。藉助分束器使一部份反折射系統反射的光偏轉至折射系統。



五、發明說明 (2)

EP-A-0475020 系統的缺點在於，欲成像之物直接設在分束器上，且中間像的校正限制了校正整個系統的可能性。

專利US-A-4302079 提出一種設偏振光學分束器之系統。反折射物鏡部份凹面鏡反射之射束偏振方向的改變藉助感生雙重折射。

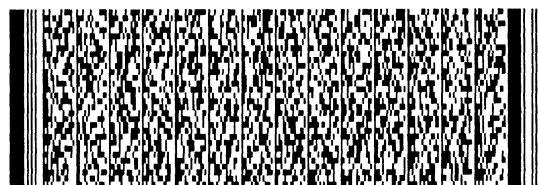
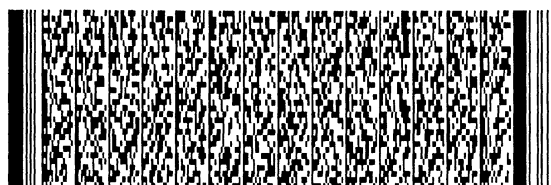
專利US-A-4896952 提出一種設偏振光學分束器之系統，其反折射物鏡部份中偏振方向的改變藉助一 $\lambda/4$ 波長板。

專利DD-C-215179 同樣提出一種設物理分束器之系統，該分束器被設作部份透光的分束器方塊。DD-C-215179 之系統具兩面設在分束器方塊兩側平行於一指定面的相同反射鏡及兩個設在分束器方塊另兩側的折射元件。折射元件的設計使得兩系統的佩茲瓦總和(Petzval sum)補償了反射鏡的佩茲瓦總和。

專利EP-A-0350955 提出一種沒有中間像的反折射投影物鏡，其在物，即調制盤，與物理分束器間設一第一透鏡組或第一物鏡部份，在物理分束器與凹面鏡間設一第二透鏡組，在物理分束器與像平面間設一第三透鏡組。

專利US-A-5808805 及專利US-A-5999333 提出一設有中間像、分束器及至少兩物鏡部份的反折射物鏡，其物鏡部份的設計使得中間像位在物理分束器面附近。US 5808805 的分束器是物理分束器，例如一分束器方塊，US 5999333 則使用一反射鏡作為幾何分束器。

使用幾何分束器之系統的缺點在於構成一軸外系統。US-A-5808805 及專利US-A-5999333 之系統由凹面鏡反射回



五、發明說明 (3)

來到達分束器面的射束皆具極大的入射角範圍。

US-A-5861997 提出一種近似US-A-5808805及US-A-5999333有兩中間像的系統，其中一中間像同樣在分束器附近，故到達分束器的射束入射角大。

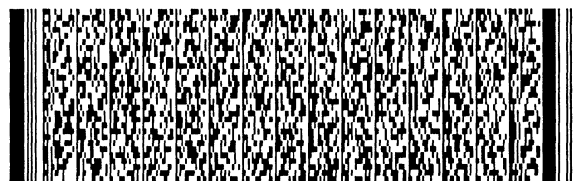
US-A-4302079, US-A-4896952, EP-A-0350955, DD-C-215179, US-A-5808805, US-A-5861997及US-A-5999333之系統的主要缺點因此為，到達分束器層的射束具大角度範圍。尤其是US-A-5808805, US-A-5861997及US-A-5999333中間像位在分束器面附近之實施型式。

到達分束器層的射束具大角度範圍降低像品質，因分束器層的反射及透射受分束器層的入射角左右，不同的入射角會產生不同的強度分佈。

為避免這些缺點，EP-A-0602923建議在物理分束器前方設一透鏡，以使到達分束器的射束平行。

專利US-A-5771125提出之反折射投影系統亦實現了平行的光程。但EP-A-0602923及US-A-5771125之系統的缺點在於，反折射部份之反射鏡的正折射率不被補償。此意味著，到達分束器層的射束雖然平行了，但在凹面鏡反射回來的射束並不平行。分束器層於是在一方向上承受較大的孔徑角負荷，結果無法完美地分光至偏振方向而產生雙像或對比損失。

為最小化分束器層的入射角，DE-A-4417489建議在具物理分束器之反折射投影系統中物理分束器前方物側至少設一會聚透鏡，以使射至分束器層的光束平行，且在物理分



五、發明說明 (4)

束器後方的反折射物鏡部份設一具一發散透鏡之發散透鏡組，以補償會聚透鏡使射至分束器層之光束平行的作用。此外，在分束器稜鏡後方像側再設另一會聚透鏡，以補償雙重穿越時由凹面鏡射回光束之發散透鏡組作用。

DE-A-4417489 的缺點在於，縱向色差(CHL)的校正由於過度校正之反折射物鏡部份而不足。

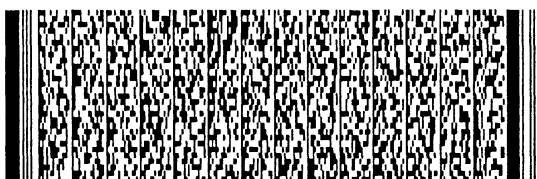
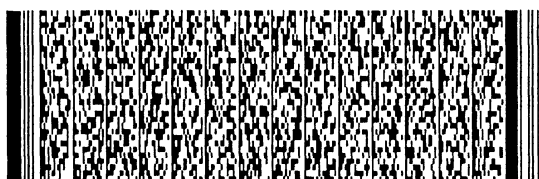
本發明之目的因此在於，提出一種反折射投影物鏡，其可克服DE-A-4417489系統的缺點，尤其可達到縱向色差之完全校正。

本目的因本發明第一種實施型式之投影系統而達成，其在第二物鏡部份的分束器與凹面鏡間設負折射率。此強負折射率分成至少兩負透鏡甚為有利。

在另一實施型式中，第二物鏡部份在縱向色差上被過度校正，第一及第三物鏡部份則校正不足，雙重穿越之第二物鏡部份的過度校正補償了至少70%，最好是85%以上，第一及第三物鏡部份的校正不足。

此種投影物鏡的優點在於：

- 縱向色差的校正不再受限
- 物平面與第一物鏡部份以及第三物鏡部份與像平面間的工作距離足夠使用於微石版印刷
- 穿越至凹面鏡以及由凹面鏡射回分束器面皆具平行的光程
- 整個系統可為同軸系統
- 有中間像時，可在第三物鏡部份設一共軛的可達光闌



五、發明說明 (5)

平面。

第一實施型式中第二物鏡部份的發散透鏡在空間上彼此分離。

一具偏振反射層系統的偏振光學分束器被優先使用作為物理分束器。但亦可使用斜置的平板。

特別優先的是，使物理分束器接近方塊狀，亦即物理分束器朝向物的面縱橫比 $A_1:B_1$ 為 $0.7 < A_1:B_1 \leq 0.1$ ，且分束器朝向晶圓之面縱橫比 $A_2:B_2$ 為 $0.7 < A_2:B_2 \leq 1.0$ 。

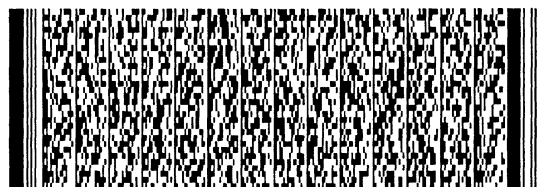
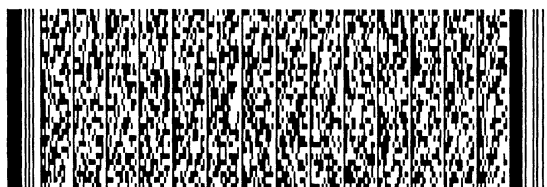
第二物鏡部份、凹面鏡及物理分束器接近系統孔徑時，達到特別良好的成像品質。

如系統為有中間像之系統，則由物至中間像的整個物鏡部份，亦即第一物鏡部份、雙重穿越的第二物鏡部份與凹面鏡及至中間像的第三物鏡部份，的成像比例尺 β_{zw} 為 1 ± 0.7 ，最好是1.5。

為將主光線聚焦於凹面鏡頂點，有利的是使第一物鏡部份包括一場透鏡。

設一或多面偏向鏡時可縮短物鏡結構長度。優先的是在物理分束器後方第三物鏡部份中設一偏向鏡。設一偏向鏡可使調制盤與晶圓平行。在第三物鏡部份中設非球面時，可減少第三物鏡部份中透鏡的數目。第二物鏡部份及包括場透鏡的第一物鏡部份亦是如此。亦可以將偏向鏡設在第一物鏡部份中。

在一特別有利實施型式中，反折射投影物鏡有中間像並具一遠焦配置，包括在物理分束器前方第一物鏡部份中之



五、發明說明 (6)

一會聚透鏡、物理分束器後方中間像前方第三物鏡中之一發散透鏡及一會聚透鏡，以使到達分束器層的射束儘量平行。

以下將依據附圖進一步說明本發明。

圖1係圖2a反折射物鏡分束器範圍之部份圖。

圖2a係具中間像及設作縮小物鏡之第三物鏡部份的反折射物鏡實施例。

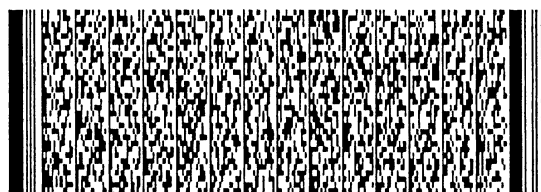
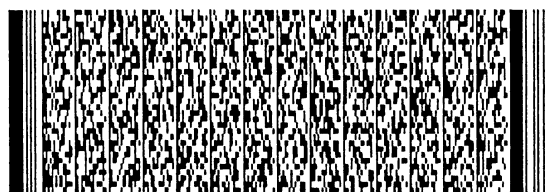
圖2b係具中間像及偏向鏡之反折射物鏡實施例。

圖3a至3c係圖2a實施例之縱向球面像差、像散場分佈及失真。

圖1所示為圖2a完全顯示之反折射投影物鏡的部份圖，其只顯示出第一物鏡部份100，包括會聚透鏡101，102，其具面2，3，4，5；分束器稜鏡500；第二物鏡部份200，包括三個發散透鏡及兩個會聚透鏡，其具第一次穿越的面9，10，11，12，13，14，15，16，17，18，及第二次穿越的面20，21，22，23，24，25，26，27，28，29；凹面鏡202，其具面19，不屬於第二物鏡部份；以及設在中間像前方第三物鏡部份300之會聚透鏡302，其具面34。

第一物鏡部份100之會聚透鏡102作用在於使由物1射入的光束儘量平行，而在分束器層504只出現極小的射入光束502入射角變化。第二物鏡部份之折射元件發散的作用目的則在於儘量補償會聚透鏡102使分束器層504射入光束平行的作用，且使一發散光束射至凹面鏡202。

分束器稜鏡最好是一偏振光學分束器稜鏡500，亦即射



五、發明說明 (7)

入光例如為p偏振。凹面鏡202反射的光射回時穿過一旋轉偏振的工具，例如一 $\lambda/4$ 波長板，而成為例如s偏振，其不被偏振光學分束器層504反射，而穿透之。穿透偏振光學分束器層504的光束到達第三物鏡部份，圖1中只顯示中間像前的會聚透鏡302。反射透射分束器層的順序亦可倒過來。於凹面鏡202反射回程後為補償第二物鏡部份透鏡面10，15，17之會聚群的作用，而在中間像前方第三物鏡部份中至少設一會聚透鏡302。由於此種設置，分束器層504的角負荷，亦即入射角變化，不管由物1射至凹面鏡202或由凹面鏡射回至像1000都極小。第二物鏡部份200的折射率絕對值最好是凹面鏡202折射率的40-80%。雙重穿越之第二物鏡部份200與凹面鏡202的焦距至少是凹面鏡202自由直徑之三倍。

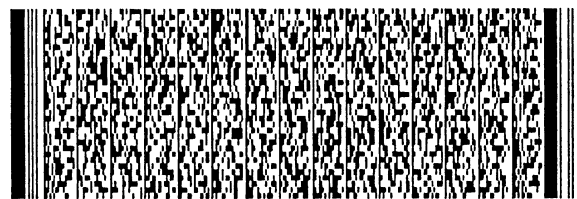
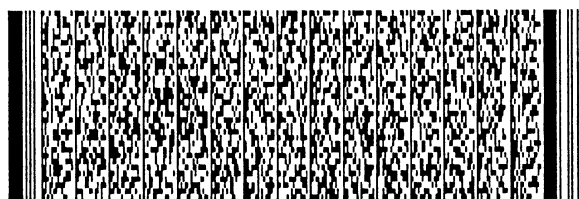
主光線以及旁光線與分束器光軸在空氣中的角度最好小於 10° ，尤其最好小於 5° 。

除了分束器方塊外，亦可設一斜置的分束器板。

特別優先的是，設計分束器稜鏡，使得朝向物1之面縱橫比 $A1:B1$ 為 $0.7 < A1:B1 \leq 0.1$ 。分束器稜鏡朝向第三物鏡部份之面縱橫比 $A2:B2$ 則最好為 $0.7 < A2:B2 \leq 1.0$ 。

圖2a顯示本發明投影物鏡，其係一具中間像Z之投影物鏡。與圖1相同之構件標示以相同圖號。

圖2a之系統包括一第一物鏡部份100、一第二物鏡部份200、一凹面鏡202及一第三物鏡部份300，中間像Z在第三物鏡部份中。該投影物鏡係一4:1縮小物鏡。除了4:1縮小



五、發明說明 (8)

物鏡外亦可設一其他投影比例尺之縮小物鏡。物-調制盤-為1，晶圓上的像為84。表1列出所有光學有效面2-83之半徑及距離。面2-5在第一物鏡部份，面6-8為射入穿越時之分束器面，面9-18為射入穿越時第二物鏡部份200之面，面19為凹面鏡，面20-29為射回穿越時第二物鏡部份200之面，面30-32為射回穿越時之分束器面，面34-35，37-68，70-83為第三物鏡部份300之面。36係中間像，69係共軛光闌。自由工作距離在物側(0-1)大於30 mm，在晶圓側(83-84)大於5 mm。數值孔徑NA為0.7。

在所示實施例中第一物鏡部份100包括一場透鏡101，其具面2，3，作用在於使主光線聚焦於凹面鏡頂點。

圖2a之實施例由於中間像而具兩共軛光闌平面。其中之一，光闌平面B，在凹面鏡202，第二光闌平面B'則在第三物鏡部份透鏡面70前方。由於第三物鏡部份中的第二光闌B'易於達到，其最好使用作為系統光闌。

圖2a之實施例係針對193 nm波長，但不以此為限。此實施例之設計理念亦可使用於其他波長，尤其是157 nm。

第一及第三物鏡部份在縱向色差(CHL)上為校正不足，雙重穿越之第二物鏡部份則校正過度。第一與第三物鏡部份的校正不足被第二物鏡部份過度校正。

$$2 * (CHL_{\text{物鏡部份2}}) = -106\% * (CHL_{\text{物鏡部份1}} + CHL_{\text{物鏡部份3}})$$

雙重穿越之第二物鏡部份在佩茲瓦總和上校正過度，第一及第三物鏡部份則校正不足。

$$2 * (\text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份2}}) + \text{佩茲瓦總和}_{\text{凹面鏡}} =$$



五、發明說明 (9)

$-(90 \text{ 至 } 110)\% \times (\text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份1}} + \text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份3}})$

圖2a所示實施例：

$$2 \times (\text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份2}}) + \text{佩茲瓦總和}_{\text{凹面鏡}} = 0.025087$$

且

$$(\text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份1}} + \text{佩茲瓦總和}_{\text{物鏡部份3}}) = -0.025094$$

亦即第一及第三物鏡部份的校正不足至少90%被第二物鏡部份及凹面鏡的校正過度補償。

凹面鏡的折射率為 0.01488 mm^{-1} ，第二物鏡部份的折射率為 -0.00866 mm^{-1} 。在所示實施例中雙重穿越之第二物鏡部份及凹面鏡的焦距為 622.8 mm ，凹面鏡的自由直徑約為 100 mm 。

投影物鏡至中間像的投影比例尺為 $\beta_{zw} = 1.5$ 。

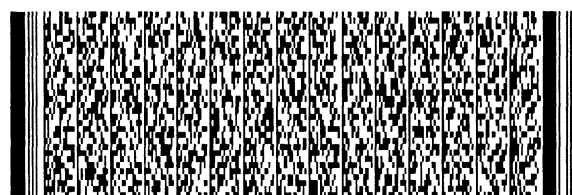
為簡化成像誤差的校正，整個投影物鏡被設計作一所謂的同軸系統，亦即主光線對稱於系統的主軸HA。

為縮短物鏡1.1m之結構長度，本發明另一實施例在分束器後方中間像Z前方設一偏向鏡。該偏向鏡亦可設在分束器前方。由於設偏向鏡而可使調制盤與晶圓位置平行。

此實施例顯示於圖2b。與圖2a相同的構件，尤其是相同的透鏡面，標示以相同的圖號。可清楚看出偏向鏡2000。此實施例之總長約為0.9m。

圖2b所示投影物鏡的數值孔徑一樣為 $NA = 0.7$ 。

表1列出圖2a透鏡系統之值，流水號碼係系統面或透鏡面號碼，其圖號見圖2a及圖2b，「半徑」為其半徑，「厚度」為其厚度，「玻璃」表示使用的材料。 SiO_2 是石英玻



五、發明說明 (10)

璃， CaF_2 是氟化鈣單晶。



五、發明說明 (11)

表 1

流水號碼	半徑	厚度	玻璃
	無窮大	35.000	
1	無窮大	0.000	
2	無窮大	10.000	SiO ₂
3	-356.062	157.473	
4	452.316	20.000	SiO ₂
5	-207.509	15.494	
6	無窮大	46.000	SiO ₂
7	無窮大	-46.000	SiO ₂
8	無窮大	-11.450	
9	714.294	-10.000	SiO ₂
10	-233.153	-14.053	
11	11257.822	-7.319	SiO ₂
12	5681.926	-0.267	
13	-294.457	-29.996	SiO ₂
14	2624.912	-21.085	
15	118.549	-6.000	SiO ₂
16	372.661	-9.645	
17	89.531	-6.000	SiO ₂
18	220.679	-3.803	
19	134.415	3.803	
20	220.679	6.000	SiO ₂
21	89.531	9.645	
22	372.661	6.000	SiO ₂
23	118.549	21.085	
24	2624.912	29.996	SiO ₂
25	-294.457	0.267	
26	5681.926	7.319	SiO ₂
27	11257.822	14.053	
28	-233.153	10.000	SiO ₂
29	714.294	11.450	



五、發明說明 (12)

表 1-1

30	無窮大	46.000	SiO ₂
31	無窮大	46.000	SiO ₂
32	無窮大	0.000	
33	無窮大	11.000	
34	-6197.720	20.000	SiO ₂
35	-220.468	289.683	
36	無窮大	35.000	
37	283.114	27.145	SiO ₂
38	-291.549	0.100	
39	169.089	12.856	SiO ₂
40	2565.581	24.511	
41	-380.925	6.000	SiO ₂
42	-3955.807	18.475	
43	-360.725	6.000	SiO ₂
44	-890.059	2.723	
45	179.574	11.560	SiO ₂
46	339.906	16.696	
47	147.862	16.312	SiO ₂
48	65.737	18.352	
49	-103.682	7.718	SiO ₂
50	-197.447	2.785	
51	-111.946	15.000	SiO ₂
52	-106.336	38.908	
53	152.811	22.411	SiO ₂
54	-194.069	0.375	
55	199.667	7.318	SiO ₂
56	93.342	30.484	
57	-89.837	7.125	SiO ₂
58	-197.820	35.858	
59	713.001	13.228	SiO ₂
60	-274.158	0.375	
61	106.260	6.375	SiO ₂



五、發明說明 (13)

表 1-2

62	76.991	18.205	
63	207.243	16.125	SiO ₂
64	-265.976	0.375	
65	105.981	6.937	SiO ₂
66	70.150	5.069	
67	110.354	11.250	SiO ₂
68	337.355	1.500	
69	無窮大	0.000	
70	83.053	13.500	SiO ₂
71	64.019	0.100	
72	60.890	13.500	SiO ₂
73	102.439	0.100	
74	65.465	8.392	SiO ₂
75	75.287	0.523	
76	74.115	10.249	SiO ₂
77	48.411	4.971	
78	70.660	26.249	SiO ₂
79	-135.364	0.037	
80	38.280	23.827	CaF ₂
81	41.066	0.037	
82	46.927	9.291	CaF ₂
83	-187.500	5.625	
84	無窮大	0.000	
IMG:	無窮大	0.000	



五、發明說明 (14)

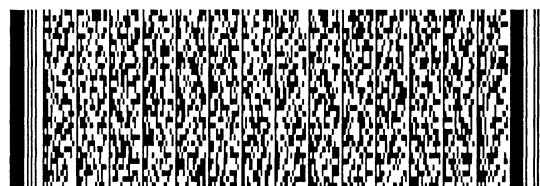
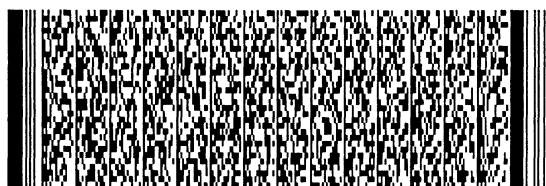
圖3a顯示依據表1實施例所得之縱向球面像差，圖3b顯示像散與物高的關係，圖3c顯示失真與物高的關係。

實施例如上面所述在色度上被凹面鏡前方具大射束高的負透鏡校正，並使用一第二材料。如此而得到對193nm而言極寬帶的設計，亦即帶寬 $\Delta\lambda=20\text{ pm}$ 時，縱向色差只為 $0.22\text{ }\mu\text{m}$ 。即使只使用一種材料，例如 CaF_2 ，在157 nm時，光靠凹面鏡前的負透鏡便可得到比純折射系統更大的帶寬。

對同軸系統而言，本發明首度提出了一種可避免習知設物理分束器系統缺點的投影物鏡。本系統之特徵尤其在於，使縱向色差之校正不再受限，物平面與第一物鏡部份以及第三物鏡部份與像平面間的工作距離皆足夠應用於微石版印刷，且穿越凹面鏡及由凹面鏡射回皆在分束器面產生雙重的平行光程。

元件編號說明

1	物平面
2-5, 9-18, 20-29, 30-32, 34-35, 37-68, 70-83	透鏡面
19	凹面鏡面
84	像平面
100	第一物鏡部份
101, 102	會聚透鏡
200	第二物鏡部份
202	凹面鏡



五、發明說明 (15)

300	第三物鏡部份
302	會聚透鏡
500	分束器
504	分束器層
1000	像
2000	偏向鏡
B, B'	光闌平面
HA	光軸
Z	中間像



圖式簡單說明

圖1係圖2a反折射物鏡分束器範圍之部份圖。

圖2a係具中間像及設作縮小物鏡之第三物鏡部份的反折射物鏡實施例。

圖2b係具中間像及偏向鏡之反折射物鏡實施例。

圖3a至3c係圖2a實施例之縱向球面像差、像散場分佈及失真。



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具物理分束器之反折射物鏡)

一種反折射投影物鏡，包括：

一物平面；

一物理分束器；

一凹面鏡；

一像平面；

一第一物鏡部份，其位在物平面與物理分束器之間；

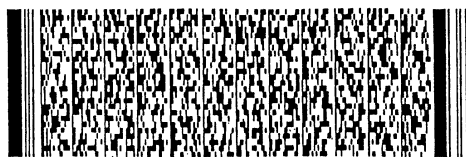
一第二物鏡部份，其位在物理分束器與凹面鏡之間；

一第三物鏡部份，其位在物理分束器與像平面之間。

本發明之特徵在於，第二物鏡部份至少包括兩發散透鏡。

英文發明摘要 (發明之名稱：CATADIOPTRIC OBJECTIVE WITH PHYSICAL BEAM SPLITTER)

A catadioptric projection objective comprises an object plane, a physical beam splitter, a concave mirror, an image plane, a first objective part, a second objective part, and a third objective part. The first objective part is located between the object plane and the physical beam splitter. The second objective part is located between the physical beam splitter and the concave mirror, and includes at least two divergent lenses. The third objective part is located between the physical beam splitter and the image plane.



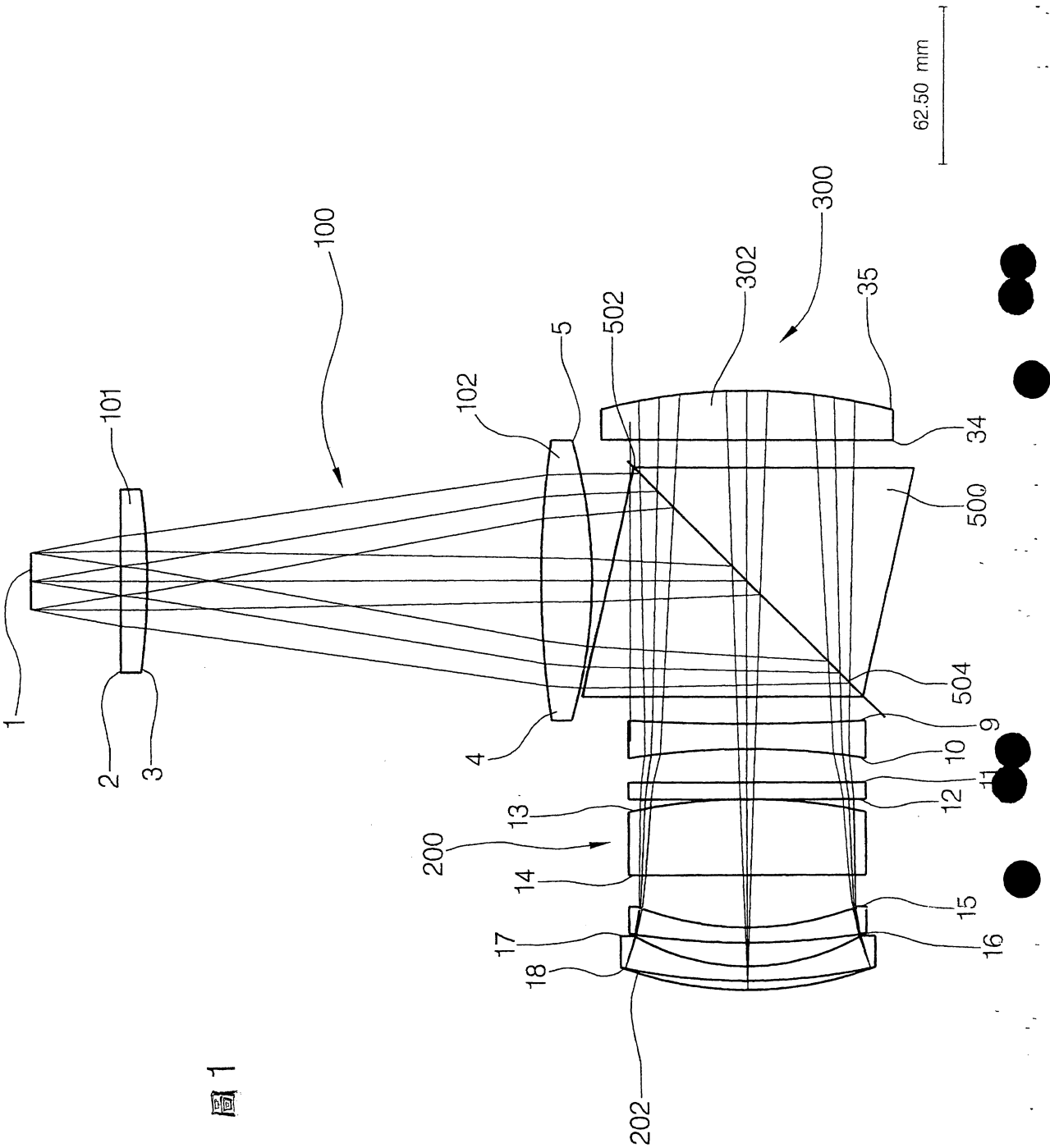
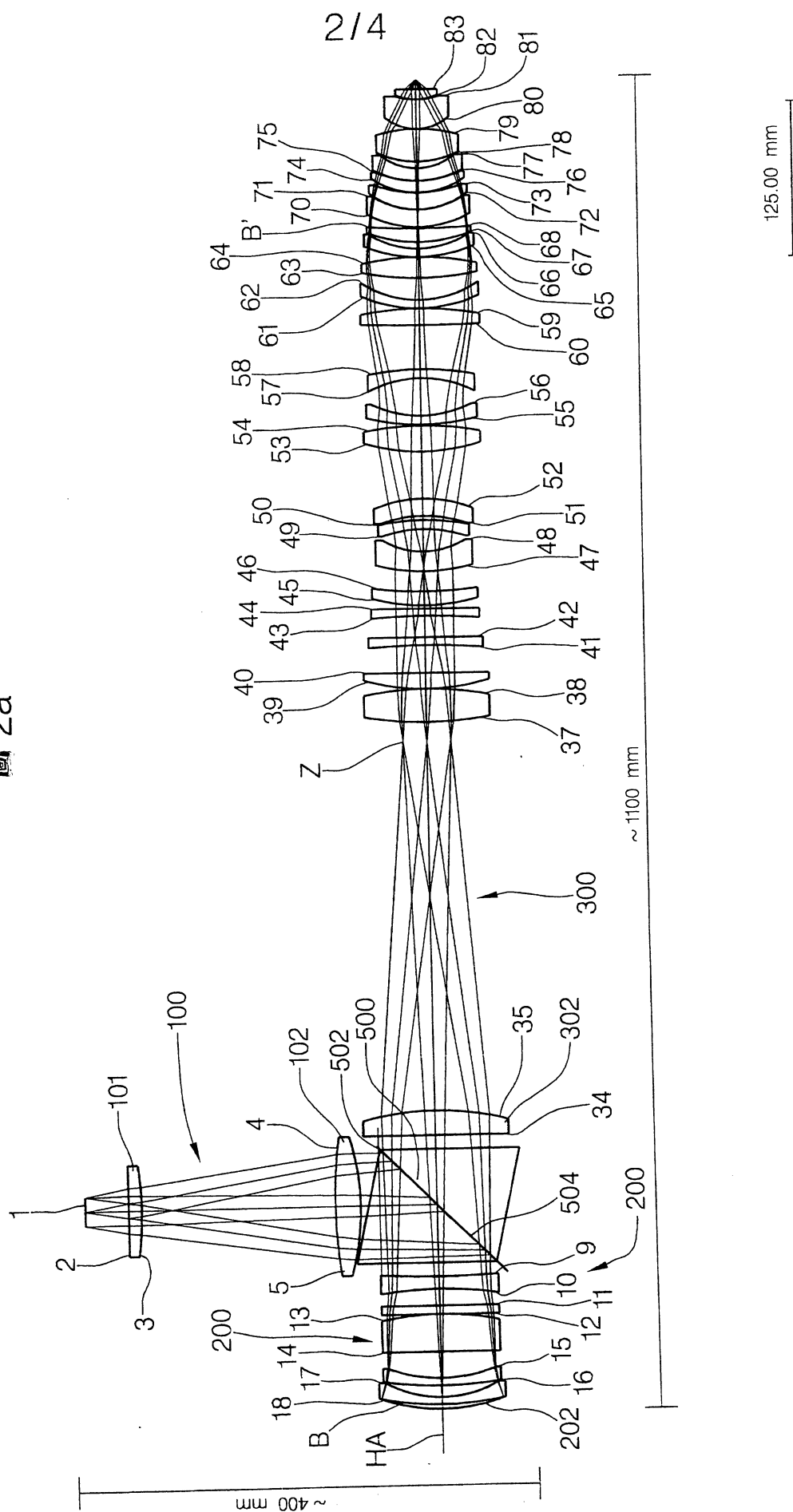


圖 1

圖 2a



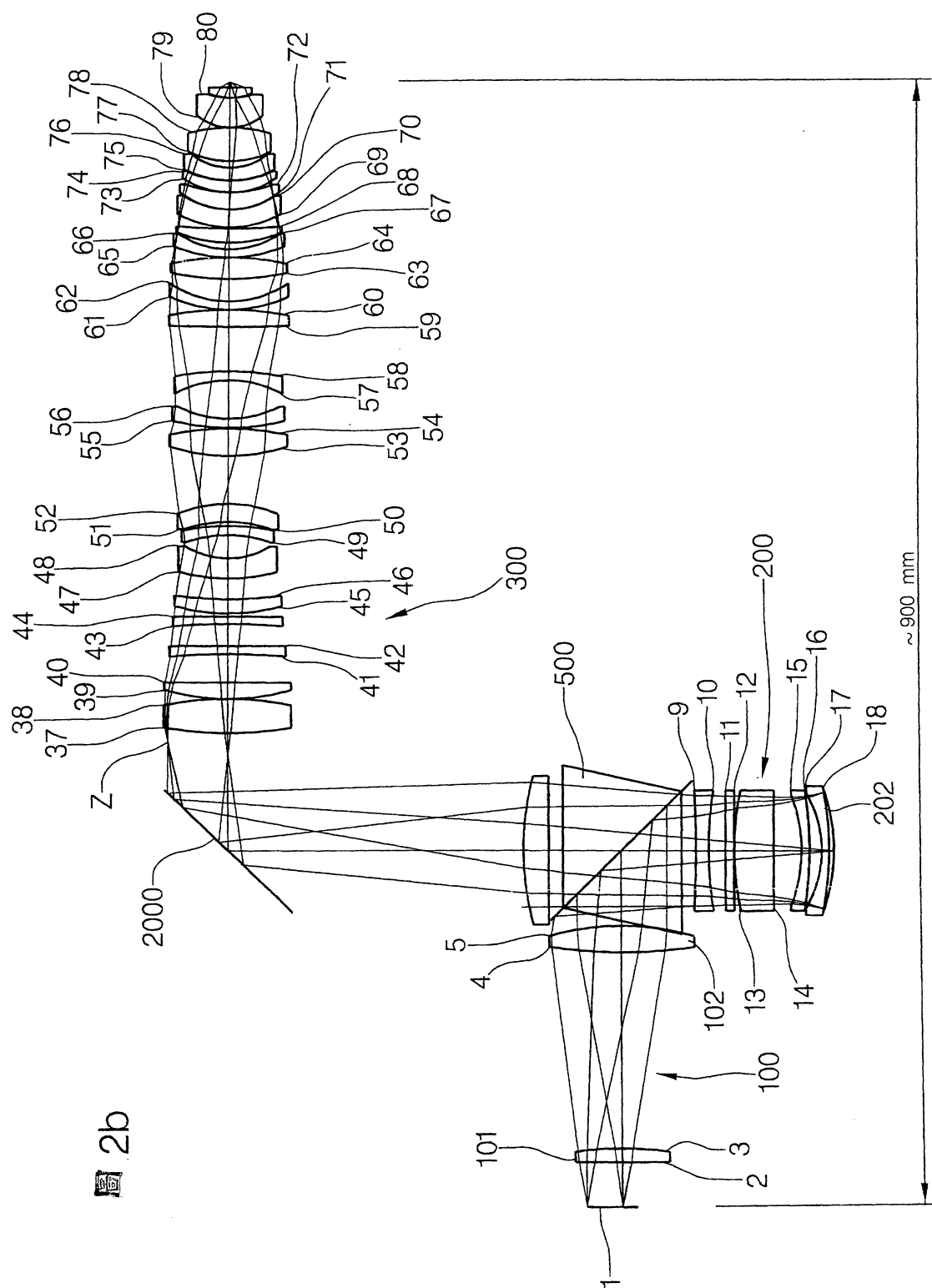


圖 3a

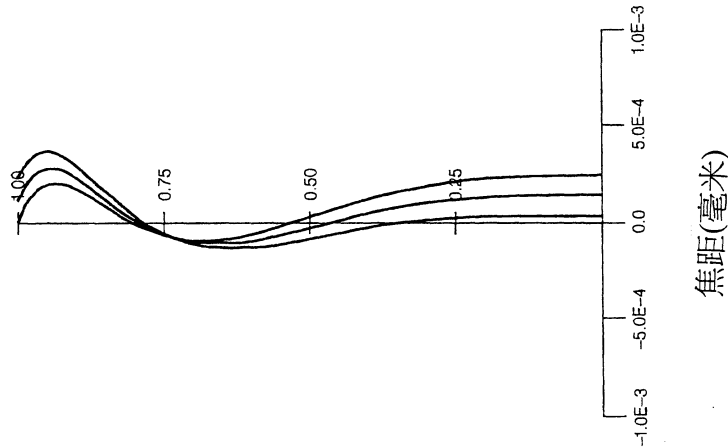


圖 3b

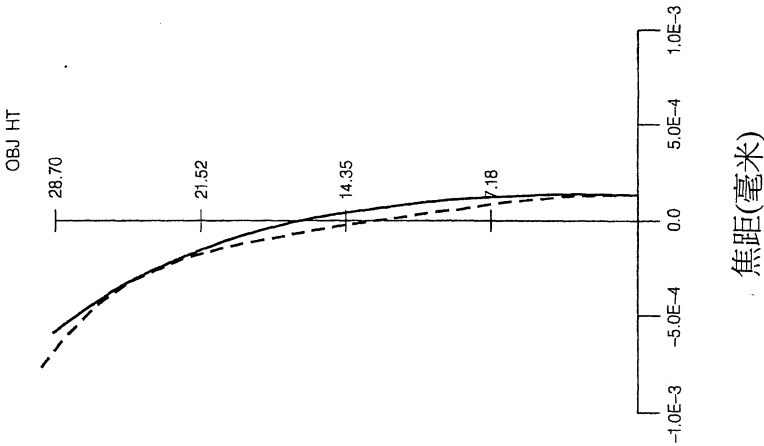
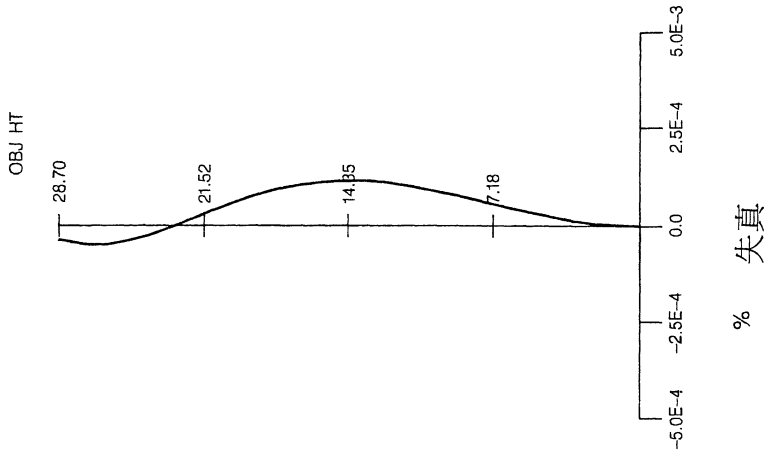


圖 3c



六、申請專利範圍

1. 一種反折射投影物鏡，包括：

一物平面；

一物理分束器；

一凹面鏡；

一像平面；

一第一物鏡部份，其位在物平面與物理分束器之間；

一第二物鏡部份，其位在物理分束器與凹面鏡之間，且至少包括兩發散透鏡；

一第三物鏡部份，其位在物理分束器與像平面之間。

2. 如申請專利範圍第1項之反折射投影物鏡，其中，該兩發散透鏡在該第二物鏡部份中係空間上分離的。

3. 一種反折射投影物鏡，包含：

一物平面；

一物理分束器；

一凹面鏡；

一像平面；

一第一物鏡部份，其位在物平面與物理分束器之間；

一第二物鏡部份，其位在物理分束器與凹面鏡之間；

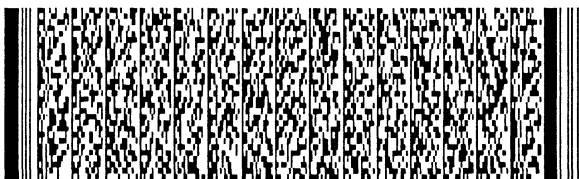
一第三物鏡部份，其位在物理分束器與像平面之間；

其中該反折射投影物鏡具有縱向色差；

其中第二物鏡部份在縱向色差上被過度校正；

其中第一及第三物鏡部份則校正不足；以及

其中雙重穿越之第二物鏡部份的過度校正補償了至少70%第一及第三物鏡部份的校正不足。



六、申請專利範圍

4. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，第二物鏡部份的折射率為負。

5. 如申請專利範圍第4項之反折射投影物鏡，其中，該凹面鏡具有一折射率，以及其中該第二物鏡部份的該折射率為凹面鏡折射率之40至80%。

6. 如申請專利範圍第3項中之反折射投影物鏡，其中，第二物鏡部份至少包括一正透鏡。

7. 如申請專利範圍第6項之反折射投影物鏡，其中，該第二物鏡部份包含一第一負透鏡和一第二負透鏡，以及其中，至少一正透鏡是位於該第一負透鏡和該第二透鏡間。

8. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，在該第二物鏡部份中包含一光闌平面。

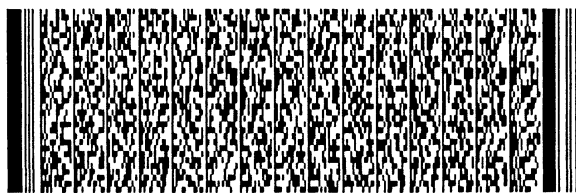
9. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該凹面鏡上包含一光闌平面。

10. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，第一物鏡部份具正折射率。

11. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，第三物鏡部份具正折射率。

12. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第一透鏡導引一光束朝向該物理分束器，以及其中該光束之角度小於10度，其係相於對該該物理分束器表面上之光軸而言。

13. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第二透鏡和該凹面鏡同導引一光束朝向該物理分束器，以



六、申請專利範圍

及其中該光束之角度小於10度，其係相於對該該物理分束器表面上之光軸而言。

14. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該凹面鏡具有一有效直徑，以及其中該第二物鏡部份具一焦距，其至少是該有效直徑之三倍。

15. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第一物鏡部份具有一佩茲瓦總和 (P_1)，其中該第二物鏡具有一佩茲瓦總和 (P_2)，其中該第三物鏡具有一佩茲瓦總和 (P_3)，其中該凹面鏡具有一佩茲瓦總和 (P_c)，以及其中 P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_c 滿足方程式：

$$2 \times (P_2) + P_c = -(90 \text{ 至 } 110)\% \times (P_1 + P_3)。$$

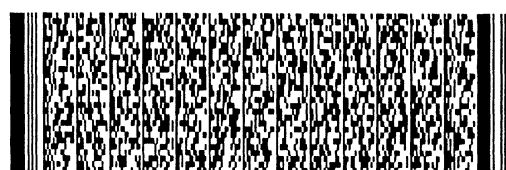
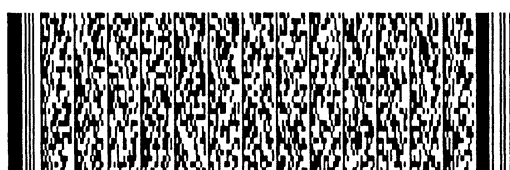
16. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第二物鏡部份在雙重穿越中具有一佩茲瓦總和，其中，該第二物鏡部份在佩茲瓦總和上校正過度，以及其中，該第二物鏡部份的過度校正至少補償了90%第一及第三物鏡部份的校正不足。

17. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第三物鏡具有一像邊透鏡表面，以及其中該像邊透鏡表面和該像平面至少分隔 $>5 \text{ mm}$ 之距離。

18. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，第三物鏡部份為折射。

19. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，投影物鏡是具有一縮小率 β ，其範圍從4:1到6:1。

20. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該



六、申請專利範圍

第三物鏡部份中包含一光闌平面。

21. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第一物鏡部份具有一穿過該物平面之第一主軸。

22. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影物鏡係位於於一第一光軸和一第二光軸之中心。

23. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，物平面之主光線以 $0^{\circ} \pm 20$ 微徑度(mrad)行進。

24. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，第一物鏡部份至少包括一正場透鏡。

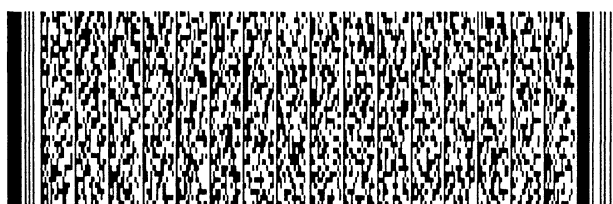
25. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，該第二物鏡部份在光束雙重穿越中之過度校正，至少補償了85%第一及第三物鏡部份的校正不足。

26. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，更包含一偏向鏡，以將光束從該物平面偏向至該物理分束器。

27. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，更包含一偏向鏡，以將光束從該物理分束器偏向至該像平面。

28. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第一物鏡部份、第二物鏡部份、第三物鏡部份和凹面鏡之至少一者包含一具有非球面之物鏡。

29. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該物理分束器是一具極化依賴、反射層系統的分束器稜鏡。



六、申請專利範圍

30. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該物理分束器是一具極化依賴、傳送層系統的分束器稜鏡。

31. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該物理分束器是一斜置板。

32. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該第三物鏡部份包含一中間像。

33. 一種反折射投影物鏡，包含：

一物平面；

一物理分束器；

一凹面鏡；

一像平面；

一第一物鏡部份，其位在物平面與物理分束器之間；

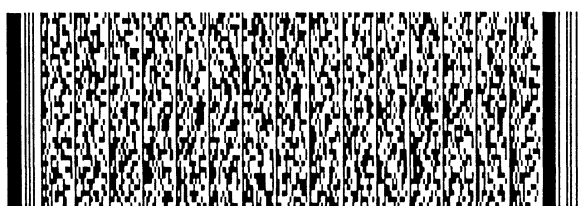
一第二物鏡部份，其位在物理分束器與凹面鏡之間；

一第三物鏡部份，其位在物理分束器與像平面之間，並包含一中間像。

34. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，該第三物鏡部份包含一第一透鏡和一第二透鏡，以及其中，該中間像係位於該第一透鏡和該第二透鏡間。

35. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影物鏡在該物平面和該中間像間具有一成像比例，以及其中該成像比例係在 1.0 ± 0.7 之範圍間。

36. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，第三物鏡部份包含一具正折射率之透鏡，以及其中該透鏡係位於該物理分束器和該中間像間。



六、申請專利範圍

37. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，第三物鏡部份包含一透鏡系統，其位於該中間像和該像平面之間，以及其中該透鏡系統具有一小於1之成像比例。

38. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，第三物鏡部份包含一透鏡系統，其位於該中間像和該像平面之間，以及其中該透鏡系統包含一具有非球面之透鏡。

39. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，第二物鏡部份包含一第一光闌平面，其中該第三物鏡部份包含一透鏡系統，其位於該中間像和該像平面之間，以及其中該透鏡系統包含一第二光闌平面。

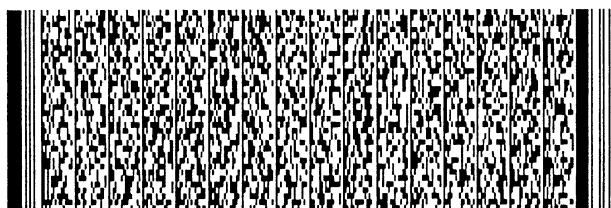
40. 如申請專利範圍第39項之反折射投影物鏡，其中，該第一及第二光闌平面具有不同之直徑，以及其中該不同直徑中之較大者為該不同直徑中之較小者之 ≤ 1.5 倍。

41. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影物鏡在該物平面和該像平面之至少一者中設作遠心。

42. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影具有多種透鏡，以及其中該多種透鏡係由相同材質組成。

43. 如申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影物鏡包含一透鏡，其能使具波長(λ)之光束通過，以及其中該透鏡係根據下列公式，由基於該波長(λ)之材質所組成：

對 $180 \leq \lambda \leq 250 \text{ nm}$ ，使用二氧化矽(SiO_2)；



六、申請專利範圍

對 $150 \leq \lambda \leq 200$ nm，使用二氟化鈣(CaF_2)；

對 $\lambda < 160$ nm，使用氟化鹼。

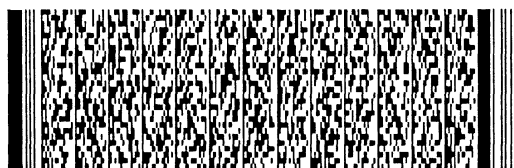
44. 如申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡，其中，該反折射投影物鏡包含一透鏡，其能使具波長(λ)之光束通過，其中波長 $150 \leq \lambda \leq 250$ nm，以及其中組成該透鏡之材質係由包含二氧化矽(SiO_2)、二氟化鈣(CaF_2)、氟化鋇(BaF)之組群及其混合物中選出。

45. 一種用於微石版印刷投影曝光裝置，其包含如申請專利範圍第1項之反折射投影物鏡；一照明系統，其具有一光源以照明該反折射投影物鏡之該物平面；以及一設於第一載體系統上之覆罩，該覆罩設於反折射投影物鏡之該平面上；其中反射投影物鏡投影該覆罩至第二載體上之光感應物上，該第二載體上位於反折射投影物鏡之該像平面上。

46. 一種製造半導體之方法，其包含實施申請專利範圍第45項之投影曝光技術之步驟。

47. 一種用於微石版印刷之投影曝光裝置，其包含申請專利範圍第3項之反折射投影物鏡；一照明系統，其具有一光源以照明該反折射投影物鏡之該物平面；以及一設於第一載體系統上之覆罩，該覆罩設於反折射投影物鏡之該平面上；其中反射投影物鏡投影該覆罩至第二載體上之光感應物上，該第二載體上位於反折射投影物鏡之該像平面上。

48. 一種製造半導體之方法，其包含實施申請專利範圍



六、申請專利範圍

第47項之投影曝光技術之步驟。

49. 一種用於微石版印刷之投影曝光裝置，其包含申請專利範圍第33項之反折射投影物鏡；一照明系統，其具有一光源以照明該反折射投影物鏡之該物平面；以及一設於第一載體系統上之覆罩，該覆罩設於反折射投影物鏡之該平面上；其中反折射投影物鏡投影該覆罩至第二載體上之光感應物上，該第二載體上位於反折射投影物鏡之該像平面上。

50. 一種製造半導體之方法，其包含實施申請專利範圍第49項之投影曝光技術之步驟。

