



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I479583 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098111147

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/66 (2006.01)**

(30)優先權：2008/04/04 美國

61/064,949

(71)申請人：南達科技有限公司 (德國) NANDA TECHNOLOGIES GMBH (DE)
德國(72)發明人：馬克沃特 拉斯 MARKWORT, LARS (DE)；奇伯 拉吉斯瓦 CHHIBBER,
RAJESHWAR (US)；艾可爾 克勞斯 ECKERL, KLAUS (DE)；赫雷特 諾伯特
HARENDT, NORBERT (DE)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

(56)參考文獻：

US 5175652

US 6256144B1

US 6491836B1

US 7312432B2

US 2004/0207836A1

US 2006/0219930

US 2007/0013661A1

審查人員：孫建文

申請專利範圍項數：49 項 圖式數：13 共 72 頁

(54)名稱

光學檢驗的系統與方法

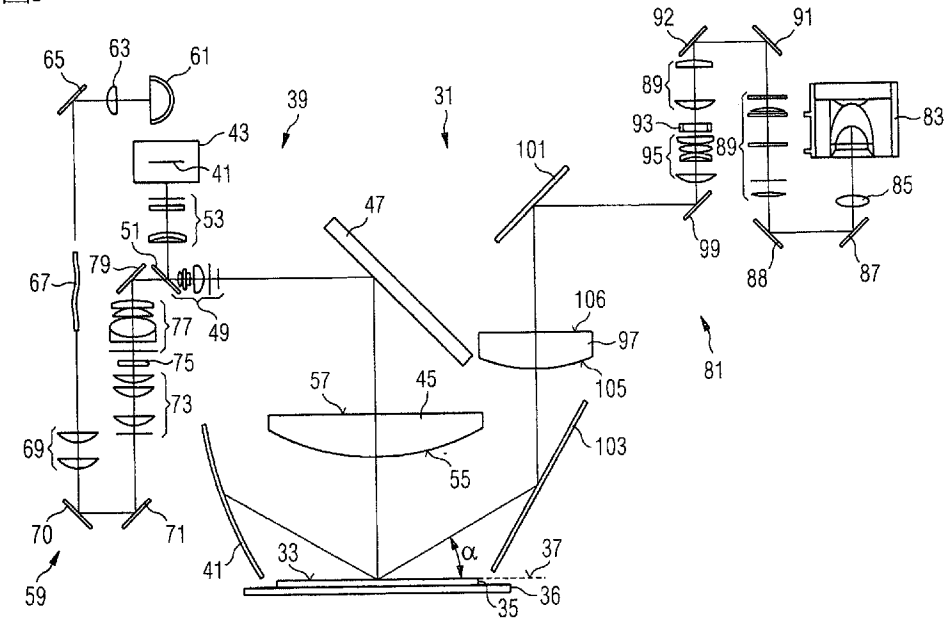
OPTICAL INSPECTION SYSTEM AND METHOD

(57)摘要

本發明提供一種晶圓檢驗系統，其具有一亮場成像射束路徑與一暗場成像射束路徑，用以取得一全部為 300 毫米晶圓的亮場影像與暗場影像。該光學系統可用於進行遠心成像並且具有低光學像差。該等亮場射束路徑與暗場射束路徑會折疊，使得該系統能夠被整合而用以佔據具有小覆蓋範圍的小體積。

A wafer inspection system has a bright field imaging beam path and a dark field imaging beam path to obtain bright field images and dark field images of a full 300 mm wafer. The optical system provides for telecentric imaging and has low optical aberrations. The bright field and dark field beam paths are folded such that the system can be integrated to occupy a low volume with a small foot print.

圖3



- 31 . . . 系統
- 33 . . . 表面
- 35 . . . 晶圓
- 36 . . . 物件支撐架
- 37 . . . 物件平面
- 39 . . . 射束路徑
- 41 . . . 輻射敏感基板
- 43 . . . 影像偵測器
- 45 . . . 物鏡
- 47 . . . 折疊面鏡
- 49 . . . 第一透鏡群
- 51 . . . 射束分離器
- 53 . . . 第二透鏡群
- 55 . . . 凸表面
- 57 . . . 表面
- 59 . . . 亮場照射射束路徑
- 61 . . . 亮場光源
- 63 . . . 準直透鏡
- 65 . . . 面鏡
- 67 . . . 光纖
- 69 . . . 透鏡群
- 70 . . . 面鏡
- 71 . . . 面鏡
- 73 . . . 群
- 75 . . . 孔徑
- 77 . . . 透鏡群
- 79 . . . 面鏡
- 81 . . . 暗場照射射束路徑
- 83 . . . 高功率寬頻光源
- 85 . . . 透鏡
- 87 . . . 面鏡
- 88 . . . 面鏡
- 89 . . . 光操縱光學系統

- 91 . . . 面鏡
- 92 . . . 面鏡
- 93 . . . 孔徑
- 95 . . . 透鏡群
- 97 . . . 投射透鏡
- 99 . . . 面鏡
- 101 . . . 面鏡
- 103 . . . 面鏡
- 105 . . . 表面
- 106 . . . 表面

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：98111147

※申請日：98.4.3

※IPC 分類：H01L 21/66 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光學檢驗的系統與方法

Optical Inspection System and Method

二、中文發明摘要：

本發明提供一種晶圓檢驗系統，其具有一亮場成像射束路徑與一暗場成像射束路徑，用以取得一全部為 300 毫米晶圓的亮場影像與暗場影像。該光學系統可用於進行遠心成像並且具有低光學像差。該等亮場射束路徑與暗場射束路徑會折疊，使得該系統能夠被整合而用以佔據具有小覆蓋範圍的小體積。

三、英文發明摘要：

A wafer inspection system has a bright field imaging beam path and a dark field imaging beam path to obtain bright field images and dark field images of a full 300 mm wafer. The optical system provides for telecentric imaging and has low optical aberrations. The bright field and dark field beam paths are folded such that the system can be integrated to occupy a low volume with a small foot print.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

31	系 統
33	表 面
35	晶 圓
36	物 件 支 撐 架
37	物 件 平 面
39	射 束 路 徑
41	輻 射 敏 感 基 板
43	影 像 偵 測 器
45	物 鏡
47	折 疊 面 鏡
49	第 一 透 鏡 群
51	射 束 分 離 器
53	第 二 透 鏡 群
55	凸 表 面
57	表 面
59	亮 場 照 射 射 束 路 徑
61	亮 場 光 源
63	準 直 透 鏡
65	面 鏡
67	光 纖
69	透 鏡 群

70	面 鏡
71	面 鏡
73	群
75	孔 徑
77	透 鏡 群
79	面 鏡
81	暗 場 照 射 射 束 路 徑
83	高 功 率 寬 頻 光 源
85	透 鏡
87	面 鏡
88	面 鏡
89	光 操 縱 光 學 系 統
91	面 鏡
92	面 鏡
93	孔 徑
95	透 鏡 群
97	投 射 透 鏡
99	面 鏡
101	面 鏡
103	面 鏡
105	表 面
106	表 面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於光學檢驗的系統與方法。

受檢驗的物件大體上可為任何類型的物件；而且，明確地說，可能係半導體晶圓。在半導體晶圓應用中，本發明係針對所謂的大型缺陷檢驗。

【先前技術】

半導體電路係藉由使用微影法於一平坦的半導體晶圓基板上形成微圖案化結構所製成的。一晶圓基板的直徑可能約為 300 毫米，其中，數百個電路會被排列在通常具有數毫米至數十毫米大小等級之直徑的個別晶粒上，其中，半導體電路中該等結構的維度會在 0.1 微米以下。本領域會希望在半導體製造的早期階段處偵測到已製造圖案中的缺陷以及製程的缺失。已知有數種技術可用來檢驗半導體基板。

圖 1 為一微型缺陷檢驗系統的概略示意圖，其目標為偵測 0.1 微米及更小維度之最小圖案化結構中的缺失。圖 1 概略地顯示一晶圓 1，其具有形成在其表面上的矩形晶粒陣列 3。

晶圓 1 係被安置在一晶圓平台 5 之上，該晶圓平台 5 會被配置成用於以一顯微鏡的物鏡 7 為基準來平移與旋轉該晶圓。該顯微鏡包含一影像感測器 11、一光源 13 以及一射束分離器 15。由該光源所產生的一測量光束 17 的一部分會從該射束分離器 15 處被反射，穿過鏡 7，並且被該物鏡

聚焦用以照射晶圓 1 之表面的一小部分。該晶圓中被照射的部分會進一步被成像在影像感測器 11 上，使得該晶圓之表面的該小部分的放大顯微影像能夠被偵測到。最後，比較所偵測到的影像和此小部分的所希影像便可偵測該晶圓上已製造結構的缺陷或缺失。藉由以光學系統為基準來平移該晶圓，便可以偵測該晶圓表面中其它部分的影像。微型缺陷檢驗方法(例如上面參考圖 1 所示者)具有偵測該已製造半導體之超小結構中的缺陷與缺失的優點；但是，它們卻具有低處理量的缺點，因為其要花費龐大的時間來取得該晶圓表面中所有部分的影像。其它的已知微型缺陷檢驗方法包含雷射掃描方法以及電子顯微方法。

圖 2 所示的係一大型缺陷檢驗系統，其中，包含晶圓 1 之表面上複數個晶粒 3 的較大部分或整個晶圓表面會被成像在影像感測器 11 上。因為可用影像感測器的大小通常會小於該晶圓上被成像區域的大小，所以，成像光學系統(圖中以 19 所示處)通常是縮小光學系統。暗場光源 21 係用來產生一暗場照射光束 22，其會以銳角被導向該晶圓表面，使得該入射暗場照射光束的主要部分會從該晶圓表面處被鏡面反射而陷落在射束收集器 23 中。晶圓表面上的缺陷(例如小顆粒或刮痕)會散射入射暗場照射光，使得其會被成像光學系統 19 收集並且可被影像感測器 11 偵測到。或者，甚至除此之外，可能會提供一亮場光源 25，用以產生一入射在該晶圓表面上的亮場照射光束 26，使得從該晶圓表面處被反射的亮場照射光束 26 的主要部分同樣會被成像光學

系統 19 收集並且被影像感測器 11 偵測到。上面參考圖 2 所解釋的大型缺陷檢驗方法具有高處理量的優點，因為可以在短時間中取得晶圓表面中非常大部分的影像；但是，它們的缺點係，由於可用影像感測器的有限解析度的關係而無法偵測該晶圓上的小型缺陷。又，大型缺陷檢驗方法還能夠偵測出現在半導體晶圓製造期間的大量可能缺陷與缺失。

所以，本領域需要一種可達到高處理量與高成像品質的光學大型缺陷檢驗的系統與方法。

【發明內容】

本發明已經將上面的問題納入考量。

本發明的目的係提供一種可達到高處理量與高成像品質的光學檢驗系統與方法。

本發明的實施例提供可達到高處理量與高成像品質的檢驗系統與方法。

本發明的特殊實施例提供用於光學檢驗已圖案化和未被圖案化晶圓的大型缺陷檢驗系統與方法。

本發明的實施例提供一種包括光學系統與一影像偵測器的檢驗系統，其在該光學系統之影像平面的一區域中設置著一輻射敏感基板，其中，該光學系統與影像偵測器會被配置成讓非常大型的物件場而被成像在該輻射敏感基板上，其中，被成像在該輻射敏感基板上的物件場的直徑會大於晶圓直徑的 0.6 倍，其中，該晶圓直徑可能為 300 毫米或更大，舉例來說，400 毫米。於本文的其它實施例中，該

物件場的直徑可能會大於晶圓直徑的 0.7 或 0.8 倍，或者相當於完整的晶圓直徑。

根據其它實施例，該物件場的直徑可能大於 200 毫米，大於 250 毫米，或是大於 300 毫米；而且從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度會小於 1500 毫米，小於 1300 毫米，小於 1100 毫米，或小於 900 毫米。根據其它實施例，從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度除以該物件場直徑可能會小於 6.0，明確地說，會小於 5.0，而根據其它示範性實施例，會小於 4.0。

利用此種配置，可以使用在其光軸中具有較短縱向延伸長度的光學系統而取得晶圓表面中大部分或完整晶圓表面的影像。接著便可以將該檢驗系統中的必要光學系統併入一非常小的體積之中，使得該系統能夠輕易地被整合在一半導體製造設施的既有工具鏈之中。

根據本發明的實施例，從該晶圓至該偵測器的成像是一放大倍數小於 1.0 的縮小或縮減成像。

於特殊的實施例中，該放大倍數小於 0.25 或小於 0.20。

根據該檢驗系統的某些實施例，該系統包括一亮場光源，而該光學系統包括被排列成用以提供一成像射束路徑與一亮場照射射束路徑的一物鏡與一射束分離器。為達成此目的，該等器件會被排列成用以讓該物件平面、該物鏡、該射束分離器、以及該輻射敏感基板依此順序被排列在該成像射束路徑之中，以及讓該射束分離器、該物鏡、以及該物件平面依此順序被排列在該亮場照射射束路徑之中。

利用此種排列，可以整合該等亮場照射光學系統或該等成像光學系統而不會大幅增加被該系統佔據的總體積；而且相較於整合大型場成像與亮場照射的習知排列(例如圖 2 中所示)，被該系統佔據的總體積亦不會大幅增加。在本申請案所使用的「亮場照射」一詞所指的配置中，入射在平坦的基板表面上並且以相對於其鏡射反射方向小於 20° 的角度在該表面處被散射的照射光線可能會被該光學系統收集。另一方面，在本申請案所使用的「暗場照射」一詞所指的配置中，入射照射光線則必須以相對於它們的鏡射反射方向大於 30° 被散射，以便被該成像光學系統收集。

根據本發明的實施例，該檢驗系統包括成像光學系統，用以將該物件場的成像在該影像偵測器的輻射敏感基板上，且其中，該成像光學系統係由一具有正光學功率的物鏡、一具有負光學功率的第一透鏡群、以及一具有正光學功率的第二透鏡群所組成，其中，該物鏡、該第一透鏡群、以及該第二透鏡群會依此順序被排列在一共同光軸中，且其中，該成像射束路徑的光瞳平面係位於該等第一透鏡群和第二透鏡群之間。

根據本文的實施例，該物鏡係一具有兩個透鏡表面的單一非膠合式透鏡元件，其中，具有較大表面曲率的表面會符合下面關係：透鏡的自由直徑除以具有較大曲率的表面的曲率半徑會大於 0.5，大於 0.7，或大於 0.9。此物鏡具有高光學功率。需要高成像品質的習知成像應用會使用包括二或多個透鏡元件及/或膠合式透鏡元件的物鏡用以減少

透鏡的高光學功率所產生的色差和球面誤差。根據本發明的此實施例，大直徑與高功率非膠合式透鏡元件會產生由第一透鏡群來補償之非常高的色差和非常高的球面誤差。利用此種配置，可以保持高成像品質，同時讓物鏡有簡易的配置。明確地說，於目標場直徑很大(例如 300 毫米且更大)以及物鏡的直徑必須略大於該物件場之直徑的應用中，具有該尺寸的膠合式透鏡元件可能非常昂貴。由於物鏡引入的色差及/或球面誤差獲得補償的關係，可以使用重量輕且廉價的單一透鏡元件作為該物鏡。

根據本文的示範性實施例，該單一非膠合式透鏡元件具有球形透鏡表面，且，根據一特殊實施例，其具有一球形表面與一平坦表面(具有無限大的曲率半徑)。根據本文的一特殊實施例，該單一透鏡元件的彎曲表面會被定位成朝向該物件，而該平坦表面會被定位成朝向該影像偵測器。

根據本發明一實施例，該檢驗系統包括：一物件支撐架，用以安置一具有預設周圍形狀的物件；一影像偵測器與光學系統，用以將包含其周圍的物件成像在該影像偵測器的輻射敏感基板之上。該檢驗系統進一步包括一亮場光源，用以供應一入射在該物件上的亮場照射光束，使得該物件的周圍會接收亮場照射光。該光學系統包括：一物鏡；第一透鏡群、第二透鏡群、以及第三透鏡群；以及一場孔徑。下面的元件會依照順序被排列在成像射束路徑中：物件平面、物鏡、第二透鏡群、以及該影像偵測器的輻射敏感基板。一被成像在該輻射敏感基板上的物件場具有大於

300 毫米的直徑。進一步言之，下面的元件會依照順序被排列在亮場照射射束路徑中：亮場光源、第三透鏡群、第一場孔徑、第二透鏡群、物鏡、以及物件平面。該亮場照射射束路徑中的元件會被排列成讓該物件的周圍會接收低強度的亮場照射光，而該物件表面的內部則會接收高強度的亮場照射光。利用此種配置，還可以讓該物件的周圍在被偵測的影像中非常明顯，使得能夠精確地決定該物件在該影像內的位置。接著，還可以建立該影像裡面的位置和被附接至該物件的座標系統中的對應位置之間精確的對應關係或轉換。不過，物件周圍通常會產生非常高的反射輻射強度，所以，本發明希望防止亮場照射光入射在物件的周圍，用以避免過多的光強度入射在偵測器上並且避免可能會破壞該物件表面之內部部分的影像品質的高雜散光強度。根據本發明此實施例，周圍會接收實質上很低的光強度，其足以在該被偵測影像裡面決定該物件的周圍，而且光強度會在與該周圍相隔一經過謹慎選擇的距離內上升至其完全強度。

根據本發明的一示範性實施例，在 3 毫米至 6 毫米長度內，照射光強度會從被照射場周圍處介於最大照射強度 0.001 與 0.010 倍之間的數值上升至大於最大照射強度 0.900 倍的數值。

根據本發明的一實施例，該檢驗系統提供一成像射束路徑與一暗場照射射束路徑，其中，該成像射束路徑與該暗場照射射束路徑會被設計成讓跨越物件平面的個別射束

路徑的光線的角度變異非常低。這意謂著，在該物件平面上的一給定位置處，入射暗場照射光會看來好像來自一非常狹窄的錐體，而對該物件平面裡面的所有位置來說，此錐體具有實質上相同的定向。同樣地，於一給定位置處從該物件平面發出的所有光線中，僅有一非常狹窄的錐體會被用來將該物件平面成像於該偵測器上，對該物件平面上的所有可能位置來說，此等錐體的定向實質上相同。

根據本文的一示範性實施例，跨越物件場的照射射束路徑的主要光線的定向會小於 5° 。本文中所使用的主要光線一詞代表一射束路徑中穿越其光軸上個別光學系統之光瞳平面的光線。

根據進一步示範性實施例，成像射束路徑中主要光線的定向變異會小於 5° 。

根據進一步示範性實施例，該成像射束路徑在該物件平面某一側上的數值孔徑會小於 0.1，小於 0.08，小於 0.06，小於 0.04，或是小於 0.02。本文所使用的「數值孔徑」一詞係代表入射在所探討平面或從所探討平面處發出並且穿越個別光學系統的光線的最大錐體的頂角的正弦。

根據進一步示範性實施例，該照射射束路徑在該物件平面的該側上的數值孔徑會小於 0.1，小於 0.08，小於 0.06，小於 0.04，或是小於 0.02。

具有遠心暗場光源照射與遠心成像射束路徑的檢驗系統的優點係適合檢驗承載週期性結構的大型物件表面。此等週期性結構可能會形成入射暗場照射光的布拉格光柵，

使得入射光會被繞射至成像光學系統所接受的方向中。該物件中的多個區域會滿足以照射射束路徑為基礎的布拉格條件，而成像射束路徑接著會看似亮度超過該受檢物件之特徵元件的多個超廣區域。這意謂著位於滿足布拉格條件之位置處的受檢物件的特徵元件並無法被偵測。由於該等遠心照射與成像射束路徑的關係，在該受檢物件的整個表面上會在入射光和用於成像的光之間實行實質上相同的角度調整。所以，實質上整個受檢表面會符合或完全不符合布拉格條件。接著，繞著成像射束路徑的光軸來旋轉物件便可以改變該暗場照射光所看見的週期性結構的晶格週期，使得能夠避免整個受檢物件符合布拉格條件。因此，便能夠偵測到該受檢物件的暗場影像，而不會因布拉格繞射遭到破壞。

根據本發明的示範性實施例，該暗場照射射束路徑包含一射束收集器，用以吸收從該物件表面處被反射的暗場照射光。

根據本文的一特殊實施例，該射束收集器包括第一光吸收部分與第二光吸收部分，其中，該第一光吸收部分會被排列成用以在其表面上接收從該受檢物件處被反射的照射射束的一部分。該射束收集器的第二光吸收部分則會被排列成使其會（在其表面上）接收從該第一光吸收部分的表面處被反射的照射光的一部分。該第一光吸收部分係由透明的光吸收材料（例如暗玻璃）所製成。根據本發明的示範性實施例，該吸收材料會被配置成當強度 I_0 的光入射在一

厚度為 1 毫米的平板上時，在從 200 毫米至 800 毫米的波長範圍內，透射穿過該平板的光的強度 I_t 會滿足下面的關係： $1 \cdot 10^{-7} \leq I_t/I_0 \leq 0.8$ 。

根據進一步示範性實施例，該第二光吸收部分同樣係由光吸收材料所製成。根據進一步示範性實施例，該第一光吸收部分的及/或該第二光吸收部分的光接收表面會承載一反反射塗料。

利用此種射束收集器，便可以有效地吸收從該物件處被反射的暗場照射光並且防止該檢驗系統的隔室裡面有雜散光。入射在該第一光吸收部分上的光的主要部份會在該吸收材料的本體內被吸收，而且此光中僅有一小部分會從該第一光吸收部分的表面處被反射並且接著被該第二光吸收部分吸收。

根據本發明的進一步實施例，光學系統會提供一成像射束路徑、一亮場照射射束路徑、以及一暗場照射射束路徑，其中，一或多個折疊面鏡表面會被設置在每一條該等射束路徑之中，用以達到整個系統會佔據小總體積的目的。

根據一示範性實施例，該成像射束路徑包含該物件平面、該物鏡、一第一折疊面鏡、一射束分離器、以及該偵測器的輻射敏感表面；該亮場照射射束路徑包含該亮場光源、該射束分離器、該第一折疊面鏡、該物鏡、以及該物件平面；而該暗場照射射束路徑包含該暗場光源、一投射透鏡、一第二折疊面鏡、該物件平面、以及該射束收集器。根據本文的一示範性實施例，當從被投射在一平行於該物

件平面的平面看去時，在位於該第一面鏡與該射束分離器之間的部分中的成像射束路徑的光軸和位於該第二面鏡與該射束收集器之間的部分中的暗場照射射束路徑的光軸之間的角度會小於 70° 。

根據本文的一示範性實施例，該射束分離器係位於比較靠近該投射透鏡而比較遠離該射束收集器的位置處。根據本文的進一步示範性實施例，該暗場光源係位於比較靠近該射束收集器而比較遠離該射束分離器的位置處。

根據進一步示範性實施例，該系統包括一物件供應設備，用以將物件載入該系統之中。此供應設備會被配置成用以於裝載方向中平移該等物件，其中，當從被投射在平行於該物件平面的平面看去時，該裝載方向和該暗場照射射束路徑中位於該第三面鏡與該射束收集器之間的部分之間的角度會小於該裝載方向和該成像射束路徑中位於該第一折疊面鏡與該射束分離器之間的部分之間的角度。

根據本發明的進一步實施例，該檢驗系統於存在可能由該檢驗系統本身的器件所誘發或是由該檢驗系統外面的振動源所誘發的振動下仍會保持高成像品質。

根據本文的一實施例，該檢驗系統包括一用以支撐該系統所有器件的共同基底結構，其中，光學系統會提供一包含該物件平面、該物鏡、該第一折疊面鏡、該射束分離器、以及該偵測器之輻射敏感表面的成像射束路徑，以及一包括該亮場光源、該射束分離器、該第一折疊面鏡、該物鏡、以及該物件平面的亮場照射射束路徑，且其中，該

物鏡的框架與該第一折疊面鏡的框架中至少其中一者會被安置於一第一光學系統載體並且由其承載，該第一光學系統載體則會被安置於該基底並且由其承載。

根據本文的一示範性實施例，該影像偵測器會被安置於該物鏡的框架及/或該第一面鏡的框架並且由其承載。其優點係可以形成堅固的支撐鏈，用以支撐從該物鏡與該第一折疊面鏡經過該射束分離器至該偵測器的成像射束路徑中的器件的結構。

根據進一步示範性實施例，光學系統會提供包含一暗場光源的暗場照射射束路徑，該暗場光源會被安置於一第二光學系統載體並且由其承載，該第二光學系統載體則會被安置於該基底並且由其承載。該等第一載體與第二載體會被共同安置於該基底之上，但卻是不會彼此連接的分離機械式結構。此種排列的優點可能係源自於該暗場光源之冷卻系統的振動將不會直接誘發物鏡及/或第一折疊面鏡的振動。

根據進一步示範性實施例，一被排列成用於安置待檢驗物件的物件支撐架會被安置於該共同基底並且由其承載，而不會進一步機械連接至該等第一載體或第二載體。

【實施方式】

在下面所述的示範性實施例中，具有相同功能與結構的器件會盡可能以相同的元件符號的表示。所以，為瞭解一特定實施例中個別器件的特點，應該參考本發明其它實施例和發明內容的說明。

圖 3 所示的係根據本發明一實施例的大型缺陷檢驗系統的概略示意圖。

系統 31 會被設計成用以取得半導體晶圓 35 的表面 33 的影像。於此實施例中，晶圓 35 為目前用於製造直徑約 300 毫米的半導體中所使用的晶圓。不過，本發明並不受限於此等晶圓直徑並且可以應用至其它晶圓直徑，例如未來可能會使用的 400 毫米或更大。再者，本發明通常可用於檢驗其它物件，該等物件可能不同於半導體晶圓並且包含下面物件，例如：資料載體、生物樣本、化學處理系統、...等。

晶圓 35 會被安置在一物件支撐架 36 之上，使得其表面 33 會被設置在系統 31 的成像射束路徑 39 的物件平面 37 之中。該成像射束路徑 39 會被配置且被排列成用以將晶圓 35 的整個表面 33 成像在影像偵測器 43 的一輻射敏感基板 41 之上。為達此目的，成像射束路徑 39 包括：一物鏡 45；一折疊面鏡 47；一第一透鏡群，大體上以 49 來表示；一射束分離器 51；一第二透鏡群，大體上以 53 來表示；以及影像偵測器 43 的輻射敏感表面 41。該成像射束路徑 39 在該物件平面 37 的側上為遠心，而且在其與該輻射敏感表面 41 一致的影像平面側上同樣為遠心。由於該物件平面 37 的側上的遠心特性的關係，物鏡 45 的直徑會大於晶圓表面 33 的直徑。不過，在該物件平面 37 之側上的遠心特性為非必要的實施例中，則可以使用小直徑的物鏡。進一步言之，於圖 3 中概略顯示的實施例中，物鏡 45 係以單一非膠合式透鏡元件來表示，其具有一被定向朝著該物件平面 37 的凸

表面 55 以及一被定向朝著該影像平面 41 的實質平坦表面 57。應該注意的係，本發明的其它實施例可能包括具有兩個彎曲表面之單一透鏡元件的其它類型物鏡；而且其它物鏡亦可能包括二或多個透鏡元件。

雖然物鏡 45 具有正光學功率，透鏡群 49 卻具有負光學功率，透鏡群 53 則具有正光學功率，而射束分離器 51 則會被設置在該等第一透鏡群 49 與第二透鏡群 53 之間的空間中。

射束分離器 51 具有分離該成像射束路徑 39 與一亮場照射射束路徑 59 的功能。該亮場照射射束路徑 59 包括：一亮場光源 61；一準直透鏡 63，其可能包括一或多個個別透鏡元件；以及一面鏡 65。此示範性實施例中的光源 61 係一氬氣弧光燈，其具有 35 瓦的功率並且會發出寬頻譜範圍的光。燈 61 具有一具有 IR 濾鏡功能的視窗，使得波長在 800 奈米以上的光實質上不會朝晶圓 35 透射。從面鏡 65 處被反射的光會被耦合至一光纖 67 之中，光纖 67 為撓性並且可以安置該亮場照射光源 61，使得由光源 61 的冷卻系統所誘發的振動在該亮場照射系統與該成像系統的其餘部分處會消退。

從該光纖 67 處發出的亮場照射光在其進入一光學元件群 73 之前會先被透鏡群 69 準直並且會從兩個面鏡 70、71 處被反射。群 73 具有調整亮場照射光束之形狀的功能，使得孔徑 75 會被均勻地照射。為達此目的，透鏡群 73 包括透鏡以及一或多個光學積分器，該等一或多個光學積分器

可能包括複眼透鏡及/或玻璃棒。孔徑 75 係一場孔徑並且會界定物件平面 37 中要利用亮場照射光來照射的部分。為達此目的，亮場照射光學系統會被配置成用以讓該場孔徑 75 被成像在與該成像射束路徑之物件平面 37 一致的晶圓表面 33 上。已經穿過該場孔徑 75 的亮場照射光會受到透鏡群 77 的操縱，從面鏡 79 處被反射，穿過射束分離器 51 與透鏡群 49，並且從面鏡 47 處被反射且穿過物鏡 45，以便被入射在該物件平面 37 之上。

在圖 3 中所示的實施例中，射束分離器 51 會被亮場照射射束路徑 59 穿越，而成像射束路徑 39 則會從射束分離器 51 處被反射。再者，射束分離器 51 係由一具有兩個光學表面的平板所製成，其中，其中一個表面載有半反射性塗料，用以反射該成像射束路徑。射束分離器 51 的平板會被定向成讓該反射表面被定向朝著該物件平面 37。其優點係該成像射束路徑會從該射束分離器處被反射，不會穿越或進入射束分離器 51 的平板，使得該平板的透明介質或是其表面處的折射不會破壞成像品質。

不過，在本發明的其它實施例中，可能會將該亮場照射射束路徑與該成像射束路徑排列成讓該成像射束路徑穿越該射束分離器，而該亮場照射射束路徑則會從該射束分離器處被反射。

檢驗系統 31 的光學系統會進一步提供一暗場照射射束路徑 81。該暗場照射射束路徑包括一高功率寬頻光源 83，於本實施例中，其係一具有 1500 瓦電功率的氬氣弧光燈。

從光源 83 處發出的光會被一或多個透鏡 85 準直並且會從面鏡 87 與 88 處被反射，面鏡 87 與 88 具有下面兩項功能：折疊射束路徑，以及藉由讓頻譜中長波長的成分(例如紅外光)穿過面鏡 87 使得它們不再包含於被供應至該物件表面 33 的暗場照射光之中來調整暗場照射光之頻譜的形狀。

暗場照射射束路徑 81 進一步包括一光操縱光學系統 89 以及面鏡 91 與 92，用以均勻地照射孔徑 93。為達此目的，光學系統 89 包括透鏡以及光學積分器，例如複眼透鏡及玻璃棒。孔徑 93 會界定物件平面 37 中要利用該暗場照射光來照射的部分。為達此目的，會使用一透鏡群 95 與一投射透鏡 97 讓孔徑 93 被成像在一靠近晶圓表面 33 的區域之中，其中，該射束路徑會再度被面鏡 99、101、以及 103 折疊。

從圖 3 可以明白，晶圓表面 33 或是成像射束路徑的物件平面 37 會在入射於該物件平面 37 上時被定向成與該暗場照射射束路徑的光軸形成一銳角。進一步言之，晶圓表面 33 中被最大強度的暗場照射射束照射的部分應該不包含晶圓的周圍，因為這會產生可觀數量的雜散光，其可能會進入影像偵測器 43 並且破壞利用該影像偵測器來偵測的暗場影像。所以，雖然可能希望晶圓的內部表面被均勻地照射；不過，卻應該避免大額強度的暗場照射光入射在晶圓的周圍。藉由最佳化孔徑 93 的形狀使其具有非圓形的彎曲形狀便可達成此目的。此最佳化的細節在 US 2005/0146719 A1 中作過解釋，本文以引用的方式將其完整揭示內容併入。

因為暗場照射射束路徑 81 的光學系統會被設計成讓晶圓 35 的圓形表面 33 實質上會被以約 30° 的角度 α 入射在該表面上的暗場照射光均勻地照射，所以，顯見的係，穿過投射透鏡 97 的暗場照射光束會具有橢圓形的剖面。該投射透鏡 97 同樣具有非圓形的形狀，其中，對該暗場照射光束之整形沒有作用的部分已經從原來圓形的透鏡中切除，以避免產生不必要的重量和浪費可用的空間。

於本範例中，暗場照射射束路徑 81 的投射透鏡 97 和成像射束路徑 39 的物鏡 45 具有相同的光學資料。明確地說，被定向朝著物件平面 37 的透鏡 97 的表面 105 和物鏡 45 的表面 55 具有相同的曲率半徑，被定向朝著暗場光源 83 的透鏡 97 的表面 106 則具有平坦的表面。此種在暗場照射射束路徑與成像射束路徑中使用相同類型的透鏡非常適合節省該檢驗系統的製造成本。

圖 4 為成像射束路徑 39 的詳細圖示，其中，圖 4 中並未顯示射束分離器 51，不過，卻以元件符號 51 來表示該射束分離器的位置。顯見的係，射束分離器 51 係被設置在成像射束路徑 39 中的某一區域處，於該處會形成用以將物件平面 37 成像至影像平面 41 中的光瞳平面。

成像射束路徑 39 中的器件的光學資料顯示在下面的表 1 中，其中，「玻璃」一行所示的係根據 SCHOTT 與 OHARA 之命名的光學材料。

表 1

Surf	類型	曲率半徑 [毫米]	厚度 [毫米]	玻璃	自由直徑 [毫米]	附註
OBJ	標準	無限大	174		301	
1	標準	無限大	10		308.0416	額外表面
2	COORDBRK	-	0		-	元件傾斜
3	標準	305.3	62	N-BK7	310.159	
4	標準	無限大	-62		302.9163	
5	COORDBRK	-	62		-	元件傾斜
6	標準	無限大	208.56		302.9163	最大值=465
7	標準	無限大	256.39		182.858	1.面鏡
8	標準	29.322	14.06995	N-SSK5	32.44716	
9	標準	21.596	7.110291		22	
10	標準	-39.383	5.592504	LAFN7	20.21797	
11	標準	76.351	2.138976		19.38703	
12	標準	-73.124	5.813038	N-LAK14	19.38848	
13	標準	-45.479	0.6421531		20.01052	
14	標準	63.096	5.149779	N-LAK10	19.71157	
15	標準	-73.918	14.5		18.95065	311.4
STO	標準	無限大	25		14.60514	2.射束分離器
17	標準	無限大	3		26.64142	色輪
18	標準	無限大	2.2	BK7	28.14084	濾鏡
19	標準	無限大	3		28.84776	色輪
20	標準	無限大	6		30.34717	快門
21	標準	無限大	3		33.346	
22	標準	-91.398	5.764071	LLF1	34.04609	
23	標準	112.61	10.73259	N-PSK53	38.14386	
24	標準	-37.449	8.541288		39.58976	
25	標準	-31.396	4.996902	SF1	39.02309	
26	標準	-59.352	0.09566185		43.5983	
27	標準	60.213	12.15615	N-SSK5	47.8217	
28	標準	-85.976	13.22124	N-KZFS4	47.45478	
29	標準	132.4	3.395106		45.3592	
30	標準	232.91	9.686887	LAFN7	45.44828	
31	標準	-359.96	1		44.92545	
32	標準	無限大	36.02343		44.55453	Fix 31
IMA	標準	無限大			36.78733	

上面解釋的成像系統特別適用於暗場成像。於暗場成像結構中，晶圓上甚至是小於該成像系統之成像解析度的缺陷都會產生可能會被影像感測器偵測到的雜散光。為達此目的，可能會希望將已產生的雜散光集中在該影像感測器中少量的像素上，用以提供在該等像素偵測器之雜訊位準以上之可偵測的光強度。這意謂著從該晶圓處某一點發出的光會在該影像感測器上儘可能產生一非常小的被照射區。此被照射區於本技術中稱為模糊點。因為成像像差和彩色運算均會導致放大該模糊點的關係，所以，並無法產生一無限小的模糊點。

下面表 2 所示的係在上面表 1 中所提出之實施例的成像光學系統中各個位置處的模糊點尺寸。表 2 的模糊點尺寸係利用位於美國華盛頓州貝樂芙市的 ZEMAX Development Corporation 於 2008 年 6 月 24 日製造的光學設計軟體 ZEMAX 所計算出來的。

表 2

物件平面處的半徑	大透鏡之後的模糊點尺寸(1)	第一透鏡群之後的模糊點尺寸(2)	比例 (2)/(1)	第二透鏡群之後的模糊點尺寸(3)	比例 (2)/(3)
0	2545.24	7182.34	2.8	13.86	518.16
-60	2846.61	7193.71	2.53	17.61	408.59
-90	3107.50	7295.59	2.35	20.31	359.21
-120	3593.16	7222.97	2.01	23.79	303.63
-150	4621.14	7250.00	1.56	31.52	230.03

表 2 中各排均和從晶圓上無限小的點處發出的光有關，其中，第一行係表示各點與該晶圓中心相隔的徑向位

置，其係以毫米為單位。第 2 行係表示在大透鏡 45 之後所產生的模糊點的幾何直徑，其係以微米為單位。第 3 行係表示在該射束路徑中於該第一透鏡群 49 之後所產生的模糊點直徑，其係以微米為單位。第 5 行係表示在該偵測器表面上於該第二透鏡群 53 之後所產生的模糊點直徑。第 4 行所示的係分別在第 2 行與第 3 行中提出的數值的比例；而第 6 行所示的係分別在第 3 行與第 5 行中提出的數值的比例。

從表 2 可以看出，模糊點尺寸會沿著經過大透鏡 45 與第一透鏡群 49 的射束路徑而增大；並且可以看出，第二透鏡群 53 實際上會縮減該影像感測器上的模糊點尺寸。圖中所示實施例中的影像感測器的像素的直徑為 13 微米。據此，模糊點尺寸會小於該影像感測器所有位置處之像素直徑的四倍，且明確地說會小於三倍。

圖 5 為亮場照射射束路徑的詳細圖示，其中，圖 5 中並未顯示光纖 67 上游的亮場照射系統。

下面表 3 中所示的係亮場照射系統中所包含的器件的光學資料：

103 年 8 月 26 日修正替換頁

表 3

Surf	類型	曲率半徑[毫米]	厚度[毫米]	玻璃	自由直徑[毫米]	附註
OBJ	標準	無限大	174		296	
1	標準	無限大	10		302.4957	額外表面
2	COORDBRK	-	0		-	元件傾斜
3	標準	305.3	62	N-BK7	304.3861	
4	標準	無限大	-62		296.6796	
5	COORDBRK	-	62		-	元件傾斜
6	標準	無限大	208.56		296.6796	最大值=465
7	COORDBRK	-	0		-	
8	標準	無限大	0	MIRROR	352.6987	1.面鏡
9	COORDBRK	-	-256.39		-	
10	標準	-29.322	-14.06995	N-SSK5	31.88391	
11	標準	-21.596	-7.110291		22	
12	標準	39.383	-5.592504	LAFN7	19.78167	
13	標準	-76.351	-2.138976		18.96394	
14	標準	73.124	-5.813038	N-LAK14	18.95843	
15	標準	45.479	-0.6421531		19.52432	
16	標準	-63.096	-5.149779	N-LAK10	19.23332	
17	標準	73.918	-14.5		18.46875	311.4
18	COORDBRK	-	0		-	
STO	標準	無限大	-3	BK7	19.68119	1.射束分離器
20	標準	無限大	0		16.37627	
21	COORDBRK	-	0		-	

103 年 8 月 26 日修正替換頁

22	標準	無限大	-50		30	
23	COORDBRK	-	0		-	
24	標準	無限大	0	MIRROR	75	
25	COORDBRK	-	0		-	
26	標準	無限大	30		28.3432	
27	標準	95.964	10.6	BK7	60	01LPX263
28	標準	無限大	1		60	
29	標準	51.872	12.5	BK7	60	01LPX183
30	標準	無限大	1		60	
31	標準	69.027	31	N-BAF10	60	01LAO815
32	標準	-55.96	7	SF11	60	
33	標準	-315.303	2		60	
34	標準	無限大	6		28.86784	場遮罩，必要的話
35	標準	無限大	6		24.48367	Rim 遮罩
36	標準	無限大	16.5		21.66792	場遮罩，若必要的話
37	標準	無限大	3	BK7	46	Mlk Polfilter
38	標準	無限大	11		46	
39	標準	無限大	16.2		8.021884	Irisblende
40	標準	無限大	10.6	BK7	60	
41	標準	-62.247	12		60	01LPX209
42	標準	-90	7	BK7	50	
43	標準	-42.52	33.3		50	33.27
44	標準	無限大	12.5	BK7	60	
45	標準	-51.872	10		60	
46	標準	無限大	2.2	BK7	58	UV 濾鏡/Maske
47	標準	無限大	43.2		58	

103 年 8 月 26 日修正替換

48	標準	無限大	5		60	陣列，若必要的話
49	標準	無限大	25		60	
50	標準	無限大	5		60	陣列，若必要的話
51	標準	無限大	0		60	
52	標準	無限大	40		34.40161	
53	COORDBRK	-	0		-	
54	標準	無限大	0	MIRROR	90	KL 面鏡 74.6x6
55	COORDBRK	-	0		-	
56	標準	無限大	-42.25		38.52066	
57	標準	無限大	-42.25		50	
58	COORDBRK	-	0		-	
59	標準	無限大	0	MIRROR	75	
60	COORDBRK	-	0		-	
61	標準	無限大	5		47.42887	
62	標準	無限大	63.2		47.95598	
63	標準	51.872	12.5	BK7	60	f 156 毫米
64	標準	無限大	26		60	
65	EVENASPH	51.872	12.5	BK7	60	f 100 毫米
66	標準	無限大	22		60	
67	標準	無限大	1		20	棒起點
68	NONSEQCO	無限大	0		30	
69	標準	無限大	5		10	
IMA	標準	無限大		10		棒終點

該亮場照射系統會被配置成實質上以亮場照射光來均勻地照射晶圓表面 33，其中，晶圓的外周圍會被低光強度照射。這會在下面參考圖 6 作進一步解釋。

圖 6 的下方部分概略地圖解晶圓 35 的剖面圖，其中，晶圓 35 為一 300 毫米的晶圓，其具有一平坦的上表面 33 以及一始於從晶圓 35 之中心處量起約 149 毫米之半徑 r_2 處的截邊部分 131。晶圓 35 的最大半徑 r_1 以及該截邊部分 131 的外端係在約 150.5 毫米處。該些晶圓的幾何資料僅為示範性資料，其中，晶圓的幾何性大體上會遵循圖 6 以及 SEMI-M1-11/6 引用文件之表 3 中所定義的標準。

圖 6 的上方部分為一概略關係曲線圖，其係代表入射在物件平面 37 上的亮場照射光強度 I 和半徑 r 的相依性。晶圓表面 33 一直至半徑 $r_3=147$ 毫米處的內側部分係用於在此區域中製造半導體電路。此區域會被一高額、實質上相同的光強度照射。圖 6 中的 $I_{\max}$ 係表示此內側部分裡面的最大光強度，而 $I_{\min}$ 則係表示此部分裡面的最小光強度。半徑 r_3 處的強度 I_2 應該為最大強度 $I_{\max}$ 的至少 0.900 倍，以便確保有高影像品質。進一步言之，半徑 r_1 處的光強度 I_1 應該落在最大強度 $I_{\max}$ 的 0.001 倍至最大強度 $I_{\max}$ 的 0.010 倍的範圍內，以便可於被影像偵測器 43 記錄的影像中偵測晶圓 35 的周圍，同時避免在該晶圓的周圍處產生過量的雜散光。

圖 7a 與 7b 為暗場照射射束路徑 81 的更詳細圖式，其中，下面表 4 中所示的係用於提供該暗場照射射束路徑的

器件的光學資料：

表 4

Surf	類型	曲率半徑 1 [毫米]	曲率半徑 2 [毫米]	厚度	玻璃
1	晶圓	平面	平面		
2	射束收集器	平面	平面	3	NG9 濾鏡
3	面鏡	平面	平面	6	BK7
4	透鏡	305.3	平面	62	BK7
5	面鏡	平面	平面	6	BK7
6	透鏡	41.498	平面	10.4	BK7
7	透鏡	平面	-38.907	3	BK7
8	透鏡	98.171	98.171	10.7	BK7
9	透鏡	35.484	-151.942	12.4	BK7
10	遮罩				金屬薄
11	圓柱形透鏡	51.6796	平面	8	BK7
12	透鏡	平面	95.964	10.6	BK7
13	偏光器	平面	平面	0.7	石英 1737F
14	透鏡	155.62	平面	4	BK7
15	透鏡陣列	平面			
32.356''	4.5	BK7			
16	透鏡陣列				
32.356''	平面	4.5	BK7		
17	透鏡	194.513	平面	4	BK7
18	Linosfilter	平面	平面	10	石英
19	透鏡	95.964	平面	10.6	BK7
20	Linosfilter	平面	平面	10	石英
21	聚光器	42.738	42,738	19.733	石英
22	PE1500W 燈				

該暗場照射射束路徑係一折疊的射束路徑，其中，圖 7 中並未顯示所有的折疊面鏡。該暗場照射光入射在晶圓表面 33 與物件平面 37 上的角度為 $\alpha = 30^\circ$ 。該射束路徑介於折疊面鏡 101 與 103 之間的部分會被定向成正交於該物件

平面 37，而在折疊面鏡 101 上游的射束路徑部分則會被定向成與該物件平面 37 形成角度 $\beta = 10^\circ$ 。

從晶圓表面 33 處被反射的暗場照射光會入射在射束收集器 141 上，射束收集器 141 具有吸收被反射照射光的功能。射束收集器 141 具有第一部分 143，其具有一表面 144，該表面會被排列成讓從晶圓表面 33 處被鏡射反射的所有暗場照射光均會入射在射束收集器 141 之第一光吸收部分 143 的表面 144 上。143 部分係由一暗玻璃所製成，例如 SHOTT 所販售的 N9。對波長範圍從 200 奈米至 800 奈米的光來說，此材料在 1 毫米之厚度處的透射係數 T 會落在 0.02 至 0.14 的範圍內，且其中，T 為入射光強度與透射光強度的比例。表面 144 會承載一反反射塗料。該玻璃的厚度為約 5 毫米，其足以實質上完全吸收該光之中入射在表面 144 上且進入 143 部分之本體材料中的部分。不過，少量的光會從表面 144 處被鏡射反射，接著，此數量的光便會入射在射束收集器 141 之第二部分 145 的表面 146 上。射束收集器的第二部分 145 同樣係由吸收材料(例如暗玻璃)所製成，而且其表面 146 會承載一反反射塗料。利用射束收集器的此種雙級排列，便可以充分吸收從晶圓表面 33 處被反射的暗場照射光。

如圖 7a 中所示，射束收集器 141 的第一部分 143 的表面 144 係一彎曲表面，使得必須接收從表面 144 處被反射之實質上所有光的第二部分 145 的表面 146 能夠具有小於表面 144 的尺寸。這可以讓射束收集器 141 會有非常小的

總尺寸。於本文所解釋的實施例中，會以複數個矩形玻璃板鋪磚 148(顯示在圖 13 中)來近似圖 7a 中概略顯示的彎曲表面 144。

圖 7a 還圖解將孔徑 93 成像至一靠近晶圓表面 33 的區域中的細節。一般來說，可能無法將孔徑 93 和成像光學系統 95、97 設計成讓孔徑 93 的影像與晶圓表面 33 完全一致。圖 7a 中的元件符號 94 代表會於其上產生孔徑 93 之影像的(彎曲)表面。此表面 94 並不會與晶圓表面 33 一致。不過，成像光學系統會被設計成讓該暗場照射射束路徑中介於晶圓表面 33 與孔徑 93 之影像 94 之間的距離於該晶圓中比較靠近該暗場照射光源的側處會比較小。明確地說，圖 7a 顯示出介於孔徑 93 之影像 94 和晶圓表面 33 上最靠近該暗場照射光源的點 96₁ 之間的距離 d₁，以及介於孔徑 93 之影像 94 和該晶圓表面上比較遠離該暗場照射光源的點 96₂ 之間的距離 d₂。

為達解釋的目的，會放大圖 7a 中的圖式；不過，圖中所示之設備的示範性實施例中會滿足下面的關係： $d_1/d_2 < 0.8$ ；且根據特殊的實施例， d_1/d_2 可能會小於 0.5 或 0.2。

因為孔徑 93 的影像 94 和晶圓表面 33 於內側並未完全一致，所以，被投射在該晶圓表面上的孔徑 93 的影像並非係一清晰影像。不過，相較於比較遠離該暗場光源的部分，在該晶圓中比較靠近該暗場光源的部分處，該晶圓表面上該孔徑的成像品質會比較佳。利用此種排列，可以達到以

高強度照射晶圓表面的目的，同時避免以會產生雜散光(其可能會被偵測到並且破壞所希的暗場影像)的暗場照射光來照射該晶圓中比較靠近該暗場光源的邊緣。

圖 8 為和成像射束路徑 39 及暗場照射射束路徑 81 之數值孔徑及遠心特性有關的幾何關係。圖 8 顯示出從晶圓表面 33 上的三個示範性位置 152_1 、 152_2 、 152_3 處發出的三個光錐 151_1 、 151_2 、 151_3 。雖然光會從該些位置 152 處被發射至晶圓表面 33 上方半個空間中的實質上所有方向中；不過，僅有落在錐體 151 裡面的光會被成像光學系統接受並且用來將該晶圓表面成像在影像偵測器 43 的輻射敏感基板 41 上。該等光錐 151 的半張開角 δ 的正弦亦稱為成像光學系統之物件側上的數值孔徑。於圖中所示的實施例中，成像光學系統的數值孔徑的數值為約 0.015。

圖 8 還顯示出介於該等光錐 151 之主要光線 153 和晶圓表面 33 之表面法線 154 之間的角度。本實施例的成像光學系統具有遠心特性，其會使得用於成像的所有光錐 151 的角度 γ 中的最大值會小於約 4° 。

圖 8 還顯示出被引導至兩個示範性位置 152_4 與 152_5 的暗場照射光線的兩個錐體 151_4 與 151_5 。於本實施例中，該暗場照射光學系統的物件側上的數值孔徑的數值為約 0.02。進一步言之，於本實施例中，該暗場照射射束的主要光線 153_4 、 153_5 分別偏離了小於約 4° 之共同方向 154_4 、 154_5 的角度 γ_4 、 γ_5 。圖 8 中的元件符號 155 係表示正交於該共同方向的直線。

成像射束路徑 39 與暗場照射射束路徑 81 兩者的遠心特性會使得該晶圓表面 33 上的所有位置均會接收到來自實質上相同角度方向的光，而且僅有被發射至該等實質上相同方向之中的光會被用來成像該些位置。介於一入射在一特殊位置上的暗場照射光線和從該位置處發出且用於成像的光線之間的角度 ε 會落在 $(90^\circ - \alpha) - 4\delta \leq \varepsilon \leq (90^\circ - \alpha) + 4\delta$ 的範圍內，其中，此範圍係取決於該等成像與暗場照射光學系統的數值孔徑。由於成像光學系統與暗場照射光學系統的遠心特性的關係，對該晶圓上的所有位置來說，此角度範圍 ε 實質上會相同。

狹幅範圍的角度 ε 對晶圓上所有部分為相同的優點在於檢驗已圖案化的晶圓，下面將參考圖 9 與 10 來解釋。

已圖案化晶圓會承載週期性結構，該等週期性結構具有落在該暗場照射光之波長及以下之區域中的特徵維度。此等週期性結構對入射光可能會有反向光柵效應，其會使得入射光中顯著的部分會被繞射某個角度而使其會被成像光學系統接受。

圖 9 為根據一對照範例的檢驗系統所取得的已圖案化晶圓的一示範性暗場影像，對照於本發明的實施例，其遠心特性的品質很低。圖 9 顯示出多個亮區 161，其中，該已圖案化晶圓的可接受影像已嚴重遭到破壞。該等亮區 161 係在被圖案化於該晶圓上的週期性結構處由該入射暗場照射光的布拉格繞射所產生的。因為用於產生圖 9 中所示影像的檢驗系統對成像射束路徑和暗場照射射束路徑兩者皆

僅具有很低的遠心特性，對該晶圓表面的所有部分來說，入射光和用於成像的光之間的角度關係並不會相同。所以，亮布拉格反射僅會產生於晶圓表面中入射光線和用於成像的光線之間滿足布拉格條件的某些部分處。

於此根據對照範例的系統中，可能會繞著晶圓的中心來旋轉該晶圓，其會改變暗場照射光所看見之該晶圓上的週期性結構的週期性。因此，可以避免在圖 9 中所示之位置 161 處的影像中產生亮布拉格反射。然而，藉由旋轉晶圓，同樣的反射卻會因光學系統之非遠心特性的關係而破壞滿足布拉格條件的其它區域中的影像。所以，使用遠心特性品質很低的暗場檢驗系統難以取得一已圖案化晶圓之令人滿意的暗場影像。

對暗場照射光學系統和成像光學系統兩者來說，根據本發明實施例的檢驗系統的遠心特性的品質皆非常高，其會使得上面所解釋的角度 ε 的角度範圍對晶圓上的所有位置實質上會相同。因此，倘若產生由晶圓上週期性結構所造成的布拉格反射，其將會同樣地產生在該晶圓中實質上所有的位置處，其會使得該晶圓的整個影像受到此等反射的破壞。不過，接著可以繞著晶圓的中央軸線來將該晶圓旋轉足夠的角度，以便於該晶圓的完整影像中抑制看得見的布拉格反射。使用根據本發明此實施例的系統，可以取得已圖案化晶圓的暗場影像，該等影像實質上沒有任何因布拉格反射所造成的破壞。

圖 10 所示的係可藉由根據本發明此實施例的檢驗系統

取得的一已圖案化晶圓的示範性暗場影像。此影像沒有任何因布拉格繞射所產生的人為反射，而看得見的結構均係由晶圓以及缺陷(例如晶圓上的刮痕)的圖案化結果所造成的。

圖 4、5、以及 7 為成像射束路徑 39、亮場照射射束路徑 59、以及暗場照射射束路徑 81 的分開示意圖。此等三條分開的射束路徑會使用包含該等光學器件之框架在內的安置結構而被整合用以形成檢驗系統 31，而且該等射束路徑會折疊使得該檢驗系統中的該等器件能夠被容納在一維度為 505 毫米 x 700 毫米 x 900 毫米(高度)的矩形外殼之中。

圖 11、12、以及 13 為用於圖解該等光學器件和該等射束路徑之安置結構的三維排列的概略示意圖。圖 11、12、以及 13 為檢驗系統 31 的簡化圖式，其中，在圖 11 至 13 的其中幾個圖式中已經省略對瞭解該三維排列為非必要的器件與安置結構。

該光學檢驗系統 31 的光學器件全部會被安置在一共同基底 171 之上並且最後會由其承載，該基底可能係一合宜的平板或插槽。該光學系統中最重的器件為物鏡 45 與折疊面鏡 47，兩者會被安置在被安置於一共同的一體成形安置結構 173 上的框架中，該共同的一體成形安置結構會形成一鑄鋁主體。該物鏡 45 與面鏡 47 的安置結構 173 會受到左支柱 175、右支柱 176 支撐，該等支柱 175、176 會被支撐在基底 171 之上，使得該等支柱 175、176 會承載物鏡 45、面鏡 47、以及被安置於該安置結構 173 上的其它光學與結

構性器件的重量。

射束分離器 51 與透鏡群 49 會被容納在一安置管 179 中，安置管 179 會透過合宜的凸緣 181 被安置於安置結構 173，使得該安置結構 173 會安置且承載射束分離器 51 與透鏡群 49 的重量。進一步言之，亮場照射系統中的器件，例如面鏡 79、透鏡群 77、73 與 69、以及面鏡 70、71 會被連接至管體 179 並且最後會受到該安置結構 173 支撐與承載。

暗場照射光源 83 會被安置於支柱 183 並且由其承載，支柱 183 則會直接被支撐在基底 171 之上，使得該亮場光源的安置結構 183 與該安置結構 173 兩者除了設置在該共同的基底 171 上之外，兩者實質上不會直接機械連接。

圖 12 顯示一色輪 187，其包括一具有複數個開口 189 的圓盤 188，於該等開口中可能安置著各種濾鏡，使得藉由繞著軸線 191 來旋轉圓盤 188 便可在一介於透鏡群 53 和影像偵測器 43 之輻射敏感表面 41 之間的位置處將該等濾鏡中其中一者插設在該成像射束路徑 39 之中。

現在參考圖 12，圖中概略地顯示從上方看去時，或者，換言之，於投射在一平行於物件平面 37 之平面上時，檢驗系統 31 中的器件。195 處所示的係物件場的中心。當一晶圓被安置於其檢驗位置中的物件安置架上時，該晶圓的中心會與該物件平面的中心 195 一致。圖 12 中以圓形線 45 代表物鏡 45 的周圍，而且該晶圓(圖 12 中並未顯示)的直徑略小於透鏡 45 的直徑。一晶圓供應設備(圖 12 中並未顯示)

會被配置成用以在箭頭 197 所示的方向中來平移該晶圓，以便沿著支柱 175、176 之間的路徑來移動該晶圓，使得該晶圓能夠從系統 39 處被移除以及能夠被插設至系統 39 之中。

當投射在該平行於物件平面 37 的平面上時，圖 12 中所示的軸線 201 會與成像射束路徑 39 及亮場照射射束路徑 59 中介於折疊面鏡 47 與射束分離器 51 之間的部分一致。

當投射在該平行於物件平面 37 的平面上時，圖 12 中所示的軸線 203 會與暗場照射射束路徑中介於折疊面鏡 103 與射束收集器 141 之間的部分一致。在圖中所示的實施例中，軸線 201 與 203 之間的角度 Θ 為約 47° ，而方向 197 與軸線 203 之間的角度 Γ 為約 23° ，其小於方向 197 與軸線 201 之間的角度。

現在參考圖 11，該圖為從側邊看去時系統 31 中的器件的立視圖。從圖 11 中可以明白，暗場照射射束路徑 81 中面鏡 99 的中心 211 的位置實質上高於面鏡 101 的中心 213，其會使得該暗場照射射束路徑的光軸中介於面鏡 99 與 101 之間的部分會被定向在與物件平面鏡 37 形成角度 β 處(參見圖 7a)，於本實施例中，該角度為 10° 。

利用上面參考圖 11 至 13 所示的排列，可以將檢驗系統 31 的器件容納在一非常小的體積內並且可以安置該等光學器件，使得該系統的影像品質不會因從該亮場光源或該暗場光源的冷卻系統誘發至該系統中的振動或是經由基底 71 從外界誘發至該系統中的振動而受到嚴重破壞。

雖然本文已經針對本發明的特定示範性實施例說明過本發明；不過，熟習本技術的人士便會明白許多替代例、修正例、以及變化例。據此，本文所提出的本發明示範性實施例的用意在於解釋，而不具有任何限制意義。可以對本發明進行各種變更，其並不會脫離後面申請專利範圍中所定義之本發明的精神與範疇。

【圖式簡單說明】

參考隨附圖式，可以從本發明示範性實施例的上面詳細說明中更明白本發明的前面和其它有利的特點。應該注意的係，並非本發明的所有可能實施例皆必須呈現經本文確定的每一項優點。

圖 1 為一習知大型缺陷檢驗系統的概略示意圖；

圖 2 為一習知大型缺陷檢驗系統的概略示意圖；

圖 3 為一根據本發明實施例的大型缺陷檢驗系統的概略示意圖；

圖 4 為圖 3 中概略顯示之實施例中的成像射束路徑的示意圖；

圖 5 為圖 3 中概略顯示之實施例中的亮場照射射束路徑的示意圖；

圖 6 為利用圖 5 中所示之射束路徑所達成的亮場光強度的概略示意圖；

圖 7 為圖 3 中概略顯示之系統中的暗場照射射束路徑的示意圖；

圖 8 為圖 3 中概略顯示之系統中的成像射束路徑與暗

場照射射束路徑之特性的概略示意圖；

圖 9 為可利用習知檢驗系統來達成的暗場影像；

圖 10 為利用根據本發明實施例的檢驗系統所達成的暗場影像；

圖 11 為圖 3 中概略顯示之系統的概略側視圖；

圖 12 為圖 3 中概略顯示之系統的概略立視圖；以及

圖 13 為圖 3 中概略顯示之系統的概略透視圖。

【主要元件符號說明】

1	晶圓
3	矩形晶粒
5	晶圓平台
7	物鏡
11	影像感測器
13	光源
15	射束分離器
17	測量光束
19	成像光學系統
21	暗場光源
22	暗場照射光束
23	射束收集器
25	光源
26	亮場照射光束
31	系統
33	表面

35	晶 圓
36	物 件 支 撐 架
37	物 件 平 面
39	射 束 路 徑
41	輻 射 敏 感 基 板
43	影 像 偵 測 器
45	物 鏡
47	折 疊 面 鏡
49	第 一 透 鏡 群
51	射 束 分 離 器
53	第 二 透 鏡 群
55	凸 表 面
57	表 面
59	亮 場 照 射 射 束 路 徑
61	亮 場 光 源
63	準 直 透 鏡
65	面 鏡
67	光 纖
69	透 鏡 群
70	面 鏡
71	面 鏡
73	群
75	孔 徑
77	透 鏡 群

79	面 鏡
81	暗 場 照 射 射 束 路 徑
83	高 功 率 寬 頻 光 源
85	透 鏡
87	面 鏡
88	面 鏡
89	光 操 縱 光 學 系 統
91	面 鏡
92	面 鏡
93	孔 徑
94	表 面
95	透 鏡 群
96 ₁	點
96 ₂	點
97	投 射 透 鏡
99	面 鏡
101	面 鏡
103	面 鏡
105	表 面
106	表 面
131	截 邊 部 分
141	射 束 收 集 器
143	第 一 部 分
144	表 面

145	第 二 部 分
146	表 面
148	矩 形 玻 璃 板
151 ₁₋₅	光 錐
152 ₁₋₅	位 置
153 ₁₋₅	主 要 光 線
154 ₁₋₅	共 同 方 向
155	直 線
161	亮 區
171	基 底
173	共 同 的 一 體 成 形 安 置 結 構
175	支 柱
176	支 柱
179	管 體
181	凸 緣
183	支 柱
187	色 輪
188	圓 盤
189	複 數 開 口
191	軸 線
195	物 件 場
197	箭 頭
201	軸 線
203	軸 線

103 年 8 月 26 日修正替換頁

211 中 心
213 中 心

七、申請專利範圍：

1.一種晶圓檢驗系統，其包括：

光學系統；

一晶圓支撐架，用於將一具有預設晶圓直徑的晶圓安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一亮場光源；以及

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一亮場照射射束路徑，並且包括一物鏡以及一射束分離器，它們會被排列成

a)使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、該射束分離器、以及該輻射敏感基板，以及

b)使得下面元件會依照順序被排列在該亮場照射射束路徑之中：該亮場光源、該射束分離器、該物鏡、以及該物件平面；以及

其中，其會滿足下面關係中至少其中一者：

i)被成像在該輻射敏感基板上的物件場的直徑會大於 200 毫米，而且從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度會小於 1100 毫米；

ii)從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度除以該物件場直徑會小於 6.0；以及

iii)該物件場的直徑大於該晶圓直徑的 0.6 倍。

2. 一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；以及

一亮場光源；以及

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；以及

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一亮場照射射束路徑，並且包括一物鏡以及一射束分離器，它們會被排列成

a) 使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、該射束分離器、以及該輻射敏感基板，其中，該物件平面成像至該影像平面之放大倍數的絕對值小於 0.25，以及

b) 使得下面元件會依照順序被排列在該亮場照射射束路徑之中：該亮場光源、該射束分離器、該物鏡、以及該物件平面。

3. 一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一暗場照射光源；以及

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；以及

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一暗場照射射束路徑，並且包括一物鏡以及一投射透鏡，它們會被排列成

a)使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、以及該輻射敏感基板，以及

b)使得下面元件會依照順序被排列在該暗場照射射束路徑之中：該暗場光源、該投射透鏡、以及該物件平面，

其中，該照射射束路徑中的主要光線跨越被成像在該輻射敏感基板上的物件場的定向變異會小於 5° ；

其中，該成像射束路徑中的主要光線跨越該物件場的定向變異會小於 5° ；

其中，該成像射束路徑在該物件平面某一側上的數值孔徑會小於 0.1；

其中，該照射射束路徑在該物件平面某一側上的數值孔徑會小於 0.1；以及

其中，其會滿足下面關係中至少其中之一者：

i)該物件場直徑大於 200 毫米，而且從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度會小於 1100 毫米；

ii)從該物件平面至該影像平面的成像射束路徑的總延伸長度除以該物件場直徑會小於 6.0；以及

iii)該物件場的直徑大於該晶圓直徑的 0.6 倍。

4. 一種暗場成像系統，其包括：

成像光學系統，用以將一物件平面成像至一影像平面之中；以及

一影像偵測器，其具有一被定位在該影像平面中的像素陣列，該等像素具有一像素直徑，其中，該成像光學系統會被配置成用以將該物件平面上的點成像至該影像平面中對應的模糊點之中，以及

其中，該等模糊點中每一者的直徑均小於該像素直徑的四倍。

5. 一種檢驗系統，其包括：

成像光學系統，用以將一物件平面成像至一影像平面之中並且係由依照順序被排列在一共同光軸之中的一具有正光學功率的物鏡、一具有負光學功率的第一透鏡群、以及一具有正光學功率的第二透鏡群所組成，其中，該成像光學系統的光瞳平面係位於該等第一透鏡群和第二透鏡群之間；

其中，該成像光學系統會被配置成用以滿足下面關係中至少其中一者：

- i) 其中，比起在從位於最靠近該物件平面處的第一透鏡群的透鏡表面至位於最靠近該影像平面處的第二透鏡群的透鏡表面的光軸中所測得的第二長度，在從最靠近該影像平面的物鏡的透鏡表面至位於最靠近該物件平面處的第一透鏡群的透鏡表面的光軸中所測得的第一長度會大 1 倍或是大 3 倍或是大 5 倍；

- ii) 其中，在從最靠近該影像平面的物鏡的透鏡表面至位於最靠近該物件平面處的第一透鏡群的透鏡表面的光軸中所測得的第一長度會比被成像至該影像平面之中的物件場的直徑的大 1 倍或是大 1.4 倍；以及
- iii) 其中，比起在從該物件平面至最靠近該物件平面的物鏡的透鏡表面的光軸中所測得的第三長度，在從最靠近該影像平面的物鏡的透鏡表面至位於最靠近該物件平面處的第一透鏡群的透鏡表面的光軸中所測得的第一長度會大 1 倍、大 2.0 倍、或是大 2.5 倍。

6. 一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一具有預設周圍形狀的物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一亮場光源；以及

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一亮場照射射束路徑，並且包括一物鏡、第一透鏡群、第二透鏡群和第三透鏡群、以及一第一場孔徑，它們會被排列成

- a) 使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、該第二透鏡群、以及該輻射敏感基板，其中，一直徑大於 300 毫米的物件場會被成像在該輻射敏感基板之上，以及

- b) 使得下面元件會依照順序被排列在該亮場照射射束

路徑之中：該亮場光源、該第三透鏡群、該第一場孔徑、該第二透鏡群、該物鏡、以及該物件平面，其中，該亮場照射射束路徑的被照射場係位於該物件場裡面並且具有大於 290 毫米的直徑，其中，在該被照射場的周圍處，照射強度會在 3 毫米至 6 毫米的長度裡面，從介於該物件場裡面最大照射光強度的 0.0005 與 0.010 倍之間的數值上升至該最大照射光強度的 0.800 倍以上、0.900 倍以上、或是 0.950 倍以上的數值。

7. 一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一具有預設周圍形狀的物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；以及

一暗場照射光源；

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一暗場照射射束路徑，並且包括一物鏡、一投射透鏡、第四透鏡群與第五透鏡群、以及一第二場孔徑，並且會被排列成

a) 使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑

之中：該物件平面、該物鏡、以及該輻射敏感基板，

其中，一具有預設直徑的物件場會被成像在該輻射敏感基板之上，以及

b) 使得下面元件會依照順序被排列在該暗場照射射束

路徑之中：該暗場光源、該第四透鏡群、該第二場孔徑、該第五透鏡群、該投射透鏡、以及該物件平面，其中，該第二場孔徑的影像會形成在該物件平面的某一區域之中；

其中，其會滿足下面的關係：

$$d1/d2 < 0.2$$

其中，

d1 代表位於最靠近該暗場照射射束路徑中之暗場光源處的該物件平面中的被照射點與該第二場孔徑的該影像的相隔距離，以及

d2 代表位於最遠離該照射射束路徑中之暗場光源處的該物件平面中的被照射點與該第二場孔徑的該影像的相隔距離。

8. 一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一暗場照射光源；

一射束收集器；以及

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一暗場照射射束路徑，並且包括一物鏡以及一投射透鏡，它們會被排列成

a)使得下面元件會依照順序被排列在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、以及該輻射敏感基板，以及

b)使得下面元件會依照順序被排列在該暗場照射射束路徑之中：該暗場光源、該投射透鏡、該物件平面、以及該射束收集器，其中，一照射射束會以銳角入射在該物件平面上，且其中，從該物件處被反射的照射射束中的一部分可被該射束收集器接收，

其中，該射束收集器包括第一光吸收部分與第二光吸收部分，

其中，該射束收集器的第一光吸收部分係由在厚度 1 毫米處會提供落在 $1 \cdot 10^{-7}$ 至 0.8 範圍內之入射光透射係數的吸收材料所製成，並且會被排列成用以在一表面上接收從該物件處被反射的照射射束部分，該表面的形狀會被設計成讓在分隔位置處與該表面相交的多對表面法線會產生收斂，以及

其中，該射束收集器的第二光吸收部分會被排列成用以接收從該第一組成處被反射的照射射束的一部分。

9.一種檢驗系統，其包括：

光學系統；

一物件支撐架，用於將一物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一亮場光源；

一暗場光源；

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；以及

一射束收集器；

其中，該光學系統包括一物鏡、一投射透鏡、第一面鏡、第二面鏡和第三面鏡、以及一射束分離器，它們會提供一成像射束路徑、一亮場照射射束路徑、以及一暗場照射射束路徑，並且會被排列成

a)使得下面器件會依照順序被設置在該成像射束路徑之中：該物件平面、該物鏡、該第一面鏡、該射束分離器、以及該輻射敏感表面，

b)使得下面器件會依照順序被設置在該亮場照射射束路徑之中：該亮場光源、該射束分離器、該第一面鏡、該物鏡、以及該物件平面，以及

c)使得下面器件會依照順序被設置在該暗場照射射束路徑之中：該暗場光源、第二面鏡、投射透鏡、第三面鏡、該物件平面、以及該射束收集器，

其中，當從被投射在一平行於該物件平面的平面看去時，在位於該第一面鏡與該射束分離器之間的部分中的成像射束路徑的光軸和位於該第三面鏡與該射束收集器之間的部分中的暗場照射射束路徑的光軸之間的角度會小於 70° ，小於 60° ，或是小於 50° 。

10.如申請專利範圍第 9 項之系統，其中，當從被投射在該平行於該物件平面的平面看去時，該射束分離器的位置會比較靠近該投射透鏡，而比較遠離該射束收集器。

11.如申請專利範圍第 9 或 10 項之系統，其中，當從被投射在該平行於該物件平面的平面看去時，該暗場光源的位置會比較靠近該射束收集器，而比較遠離該射束分離器。

12.如申請專利範圍第 9 或 10 項之系統，其進一步包括一物件供應設備，用以移動該物件使其移向與遠離該物件平面，並且會被配置成於從被投射在該平行於該物件平面的平面看去時，用以在裝載方向中平移對應於至少為該物件場之直徑的距離，該裝載方向會被定向成與該部分的暗場照射射束路徑形成某一角度，該角度小於該部分的成像射束路徑與該部分的暗場照射射束路徑之間的角度。

13.一種檢驗系統，其包括：

一基底；

光學系統；

一物件支撐架，用於將一物件安置在該光學系統的一物件平面的某一區域中；

一亮場光源；

一影像偵測器，其具有一被設置在該光學系統的一影像平面的某一區域中的輻射敏感基板；以及

其中，該光學系統會提供一成像射束路徑和一亮場照射射束路徑，並且包括一物鏡、一投射透鏡、一第一面鏡、以及一射束分離器，它們會被排列成

a)使得下面器件會依照順序被設置在該成像射束路徑

之中：該物件平面、該物鏡、該第一面鏡、該射束分離器、以及該輻射敏感表面，以及

b)使得下面器件會依照順序被設置在該亮場照射射束路徑之中：該亮場光源、該射束分離器、該第一面鏡、該物鏡、以及該物件平面，以及

其進一步包括一第一光學系統載體，其會被安置於該基底並且由其承載；

其中，該物鏡的框架和該第一面鏡的框架中至少其中一者會被安置於該第一載體並且由其承載；以及

其中，該射束分離器會被安置於該物鏡的框架和該第一面鏡的框架中至少其中一者並且由其承載。

14.如申請專利範圍第 13 項之系統，其進一步包括一暗場光源以及一射束收集器，其中，該光學系統進一步包括一第二面鏡、一投射透鏡、一以及一第三面鏡，它們會被排列成用以使得下面器件依照順序被設置在該暗場照射射束路徑之中：該暗場光源、第二面鏡、投射透鏡、第三面鏡、該物件平面、以及該射束收集器。

15.如申請專利範圍第 14 項之系統，其進一步包括一第二載體，其會被安置於該基底並且由其承載，其中，該暗場光源會被安置於該第二載體並且由其承載。

16.如申請專利範圍第 14 或 15 項之系統，其中，該第二面鏡、該投射透鏡、以及該第三面鏡會被安置於該物鏡的框架和該第一面鏡的框架中至少其中一者並且受其支撐。

17.如申請專利範圍第 13 至 15 項中其中一項之系統，其中，該影像偵測器會被安置於該物鏡的框架和該第一面

鏡的框架中至少其中一者並且受其支撐。

18.如申請專利範圍第 13 至 15 項中其中一項之系統，其中，該物鏡的框架和該第一面鏡的框架係由一體成型的主體來提供。

19.如申請專利範圍第 13 至 15 項中其中一項之系統，其中，一物件支撐架會被安置於該基底並且受其支撐。

20.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束分離器包括一在其中一表面上具有反射性塗料的透明基板並且會被排列成用以使得該亮場照射射束路徑會穿過該基板而該成像射束路徑會從該反射性塗料處被反射而不會穿過該基板。

21.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束分離器係位於該成像射束路徑的一光瞳平面的某一區域中。

22.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束分離器會與該成像射束路徑的一光瞳平面交叉。

23.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該第二場孔徑包括一包含一鑽孔的平板，該鑽孔具有一用以界定該孔徑的周圍，其中，該平板的表面係一彎曲表面，其具有小於 4 公尺的至少一曲率半徑。

24.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束收集器的第一

結構的材料的表面會承載一反反射性塗料。

25.如申請專利範圍第 24 項之系統，其中，該射束收集器的第一結構的材料的表面的反射係數小於 0.01。

26.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該投射透鏡係具有兩個表面的單一非膠合式透鏡元件，其中，具有較大表面曲率的表面會符合下面關係：透鏡的自由直徑除以該等透鏡表面的曲率半徑會大於 0.5。

27.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，最靠近該物件平面的投射透鏡的透鏡表面係一凹表面，其具有小於 2 公尺的曲率半徑。

28.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，最靠近該暗場光源的投射透鏡的透鏡表面係一實質上平坦的表面，其具有大於 10 公尺的曲率半徑。

29.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該物鏡的第一表面和該投射透鏡的第一表面具有相同的曲率半徑，且其中，該物鏡的第二表面和該投射透鏡的第二表面具有相同的曲率半徑。

30.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該投射透鏡的透鏡表面具有旋轉對稱性。

31.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該投射透鏡具有穿過該暗場照射射束路徑的第一方向中的延伸長度，其為該投射透鏡於穿過該暗場照射射束路徑且正交於該第一方向的第二方向中的延伸長度的 1.5 倍以上。

32.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該暗場照射射束路徑會在該第二面鏡處偏離小於 80° 的角度。

33.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該第二面鏡具有一平坦的面鏡表面。

34.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該第三面鏡具有一平坦的面鏡表面。

35.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該光學系統包括一光導纖維，其係被設置在該亮場光源與該射束分離器之間的亮場照射射束路徑之中。

36.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該光學系統包括一光導纖維，其係被設置在該亮場光源與該第三透鏡群之間的亮場照射射束路徑之中。

37.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該暗場照射射束入射

在該物件平面上的方向和該物件平面的表面法線之間的角度大於 40° 。

38.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束收集器的第二部分係由在厚度 1 毫米處會提供落在 $1 \cdot 10^{-7}$ 至 0.8 範圍內之入射光透射係數的材料所製成。

39.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束收集器的第二部分會被排列成用以接收從該射束收集器的第一部分處被反射的照射射束部分。

40.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束收集器包括一第三部分，其係由在厚度 1 毫米處會提供落在 $1 \cdot 10^{-7}$ 至 0.8 範圍內之入射光透射係數的材料所製成，並且會被排列成用以接收從該射束收集器的第二部分處被反射的一部分照射射束。

41.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該射束收集器的第一部分包括具有由該吸收材料所製成之平坦表面的複數個平板，其中，該等複數個平板會被排列成用以讓多對不同平板的表面法線會產生收斂。

42.如申請專利範圍第 41 項之系統，其中，多對相鄰的平板會被排列在該暗場照射射束路徑中，使得某一邊緣會被定向朝該表面的物件平面，每一對的第一平板皆會被該

對的第二平板的表面遮蔽。

43.如申請專利範圍第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、以及 13 項中其中一項之系統，其中，該物鏡的自由直徑大於該晶圓的直徑。

44.一種檢驗物件的方法，該物件具有一由一周圍所界定之實質上平坦的表面，該方法包括：

將該物件的表面及其周圍成像在偵測器上；

利用亮場照射光照射該物件的表面及其周圍，其中，在該周圍的至少一部分處的照射光強度會大於該表面裡面的最大照射光強度的 0.001 倍且會小於該表面裡面的最大照射光強度的 0.01 倍，且其中，在與該周圍之該部分相隔 2 毫米至 7 毫米距離處的照射光強度會大於該最大照射光強度的 0.900 倍。

45.如申請專利範圍第 44 項之方法，其中，該周圍之該部分包含該物件全部周圍的 90% 以上。

46.一種檢驗物件的方法，該物件具有一實質上平坦的表面，該表面的直徑大於 250 毫米並且承載週期性結構，該方法包括：

將該物件放置在一檢驗設備的測量位置處；

利用暗場照射光來照射該物件的表面，使得該暗場照射光中個別光線的入射方向跨越該物件之表面的變異會小於 5° ；

利用在跨越該物件之表面的變異小於 5° 的方向中從該物件之表面處發出的成像光來成像該物件的表面。

47.如申請專利範圍第 46 項之方法，其進一步包括以該表面之影像的分析為基礎在該測量位置處旋轉該物件。

48.如申請專利範圍第 46 項之方法，其中，將該物件放置在該測量位置處包括將該表面旋轉至一預設的旋轉位置。

49.一種檢驗物件的方法，其包括利用申請專利範圍第 1 至 43 項中其中一項之檢驗系統來取得該物件的至少一影像。

八、圖式：

(如次頁)

圖1

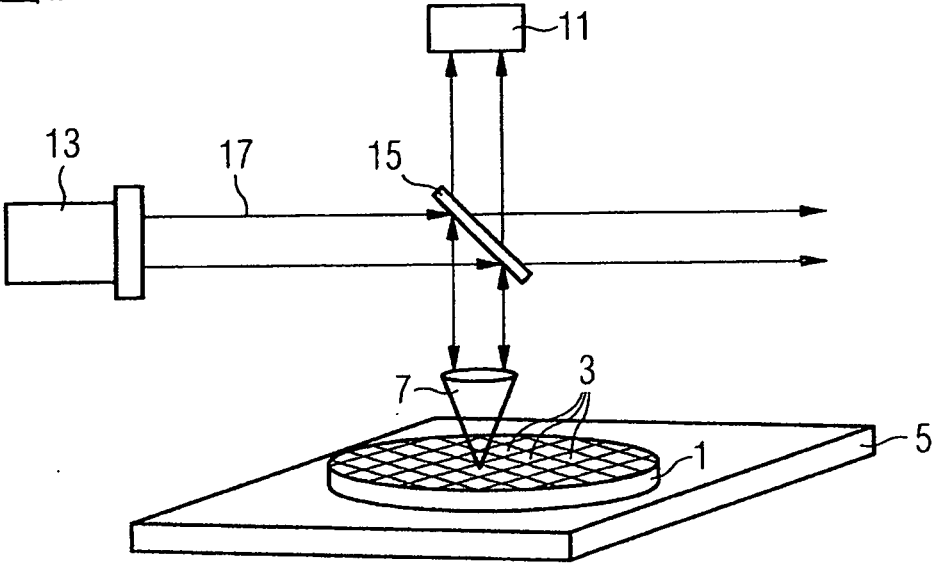


圖2

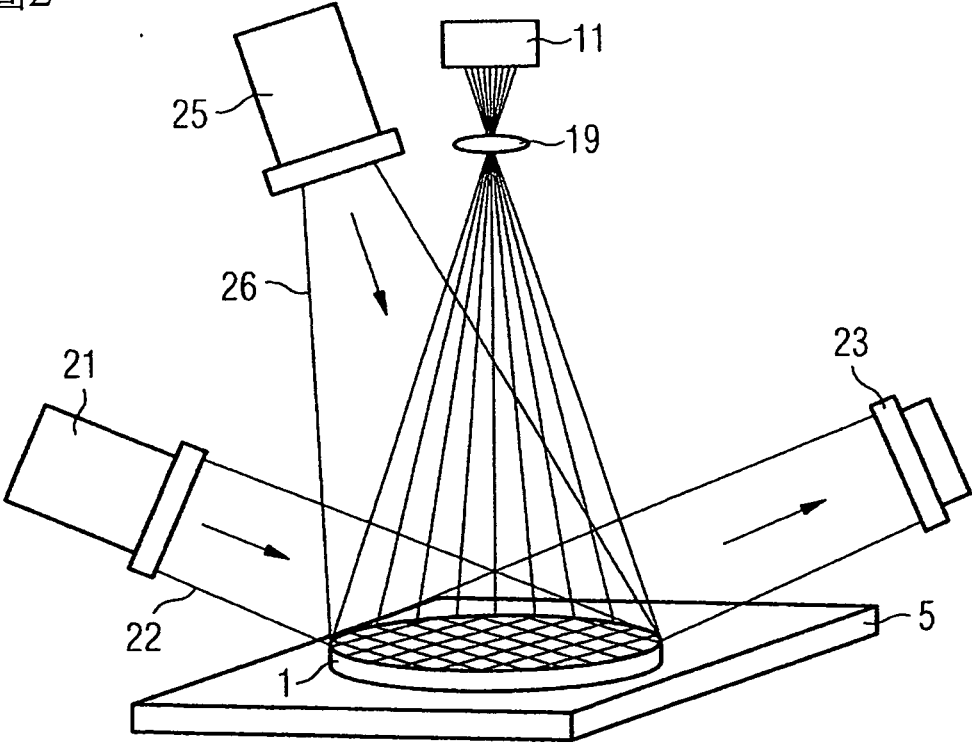


圖3

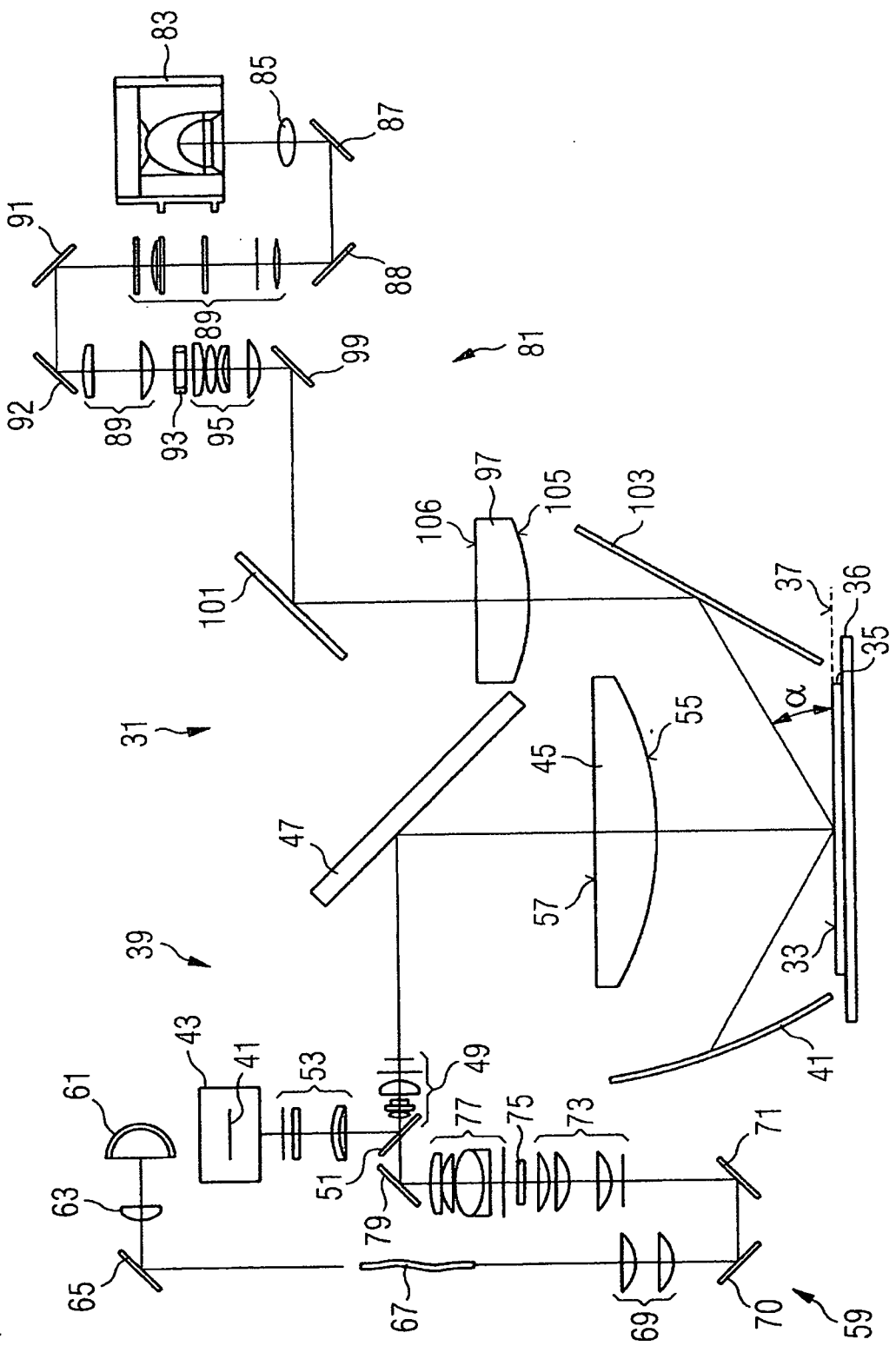


圖4

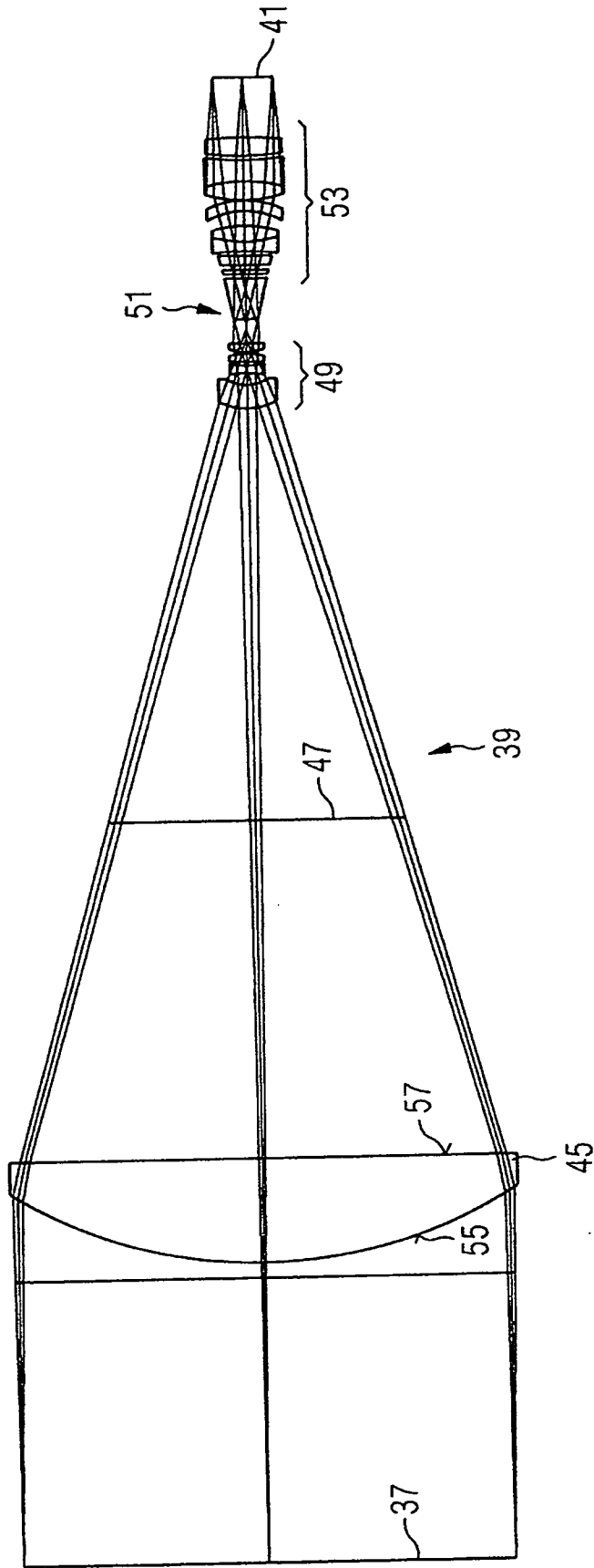


圖5

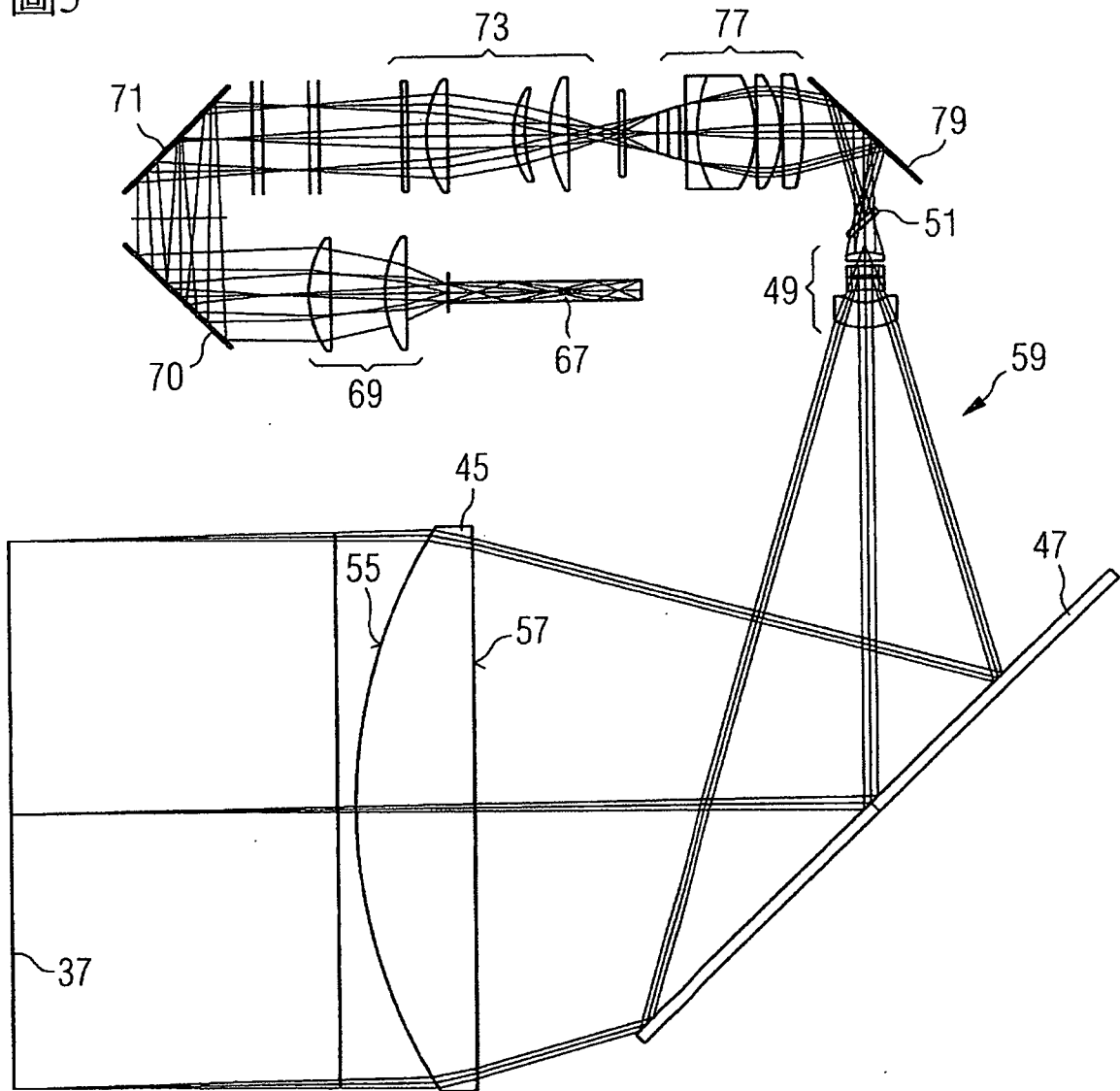


圖6

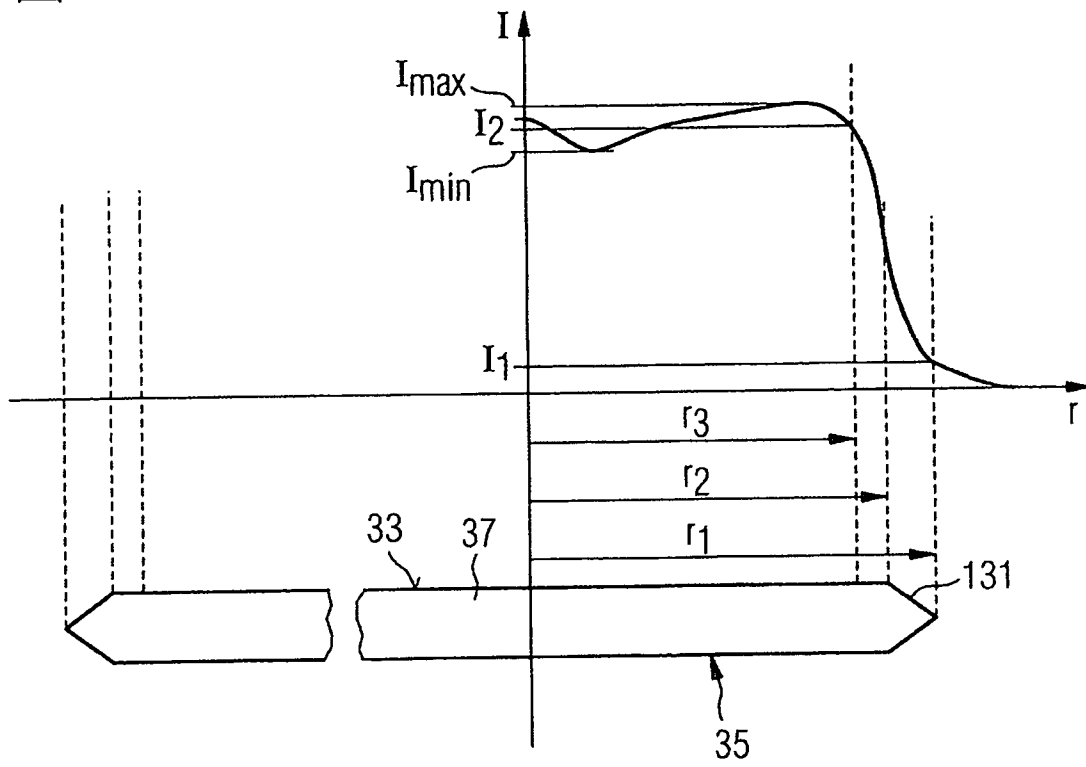
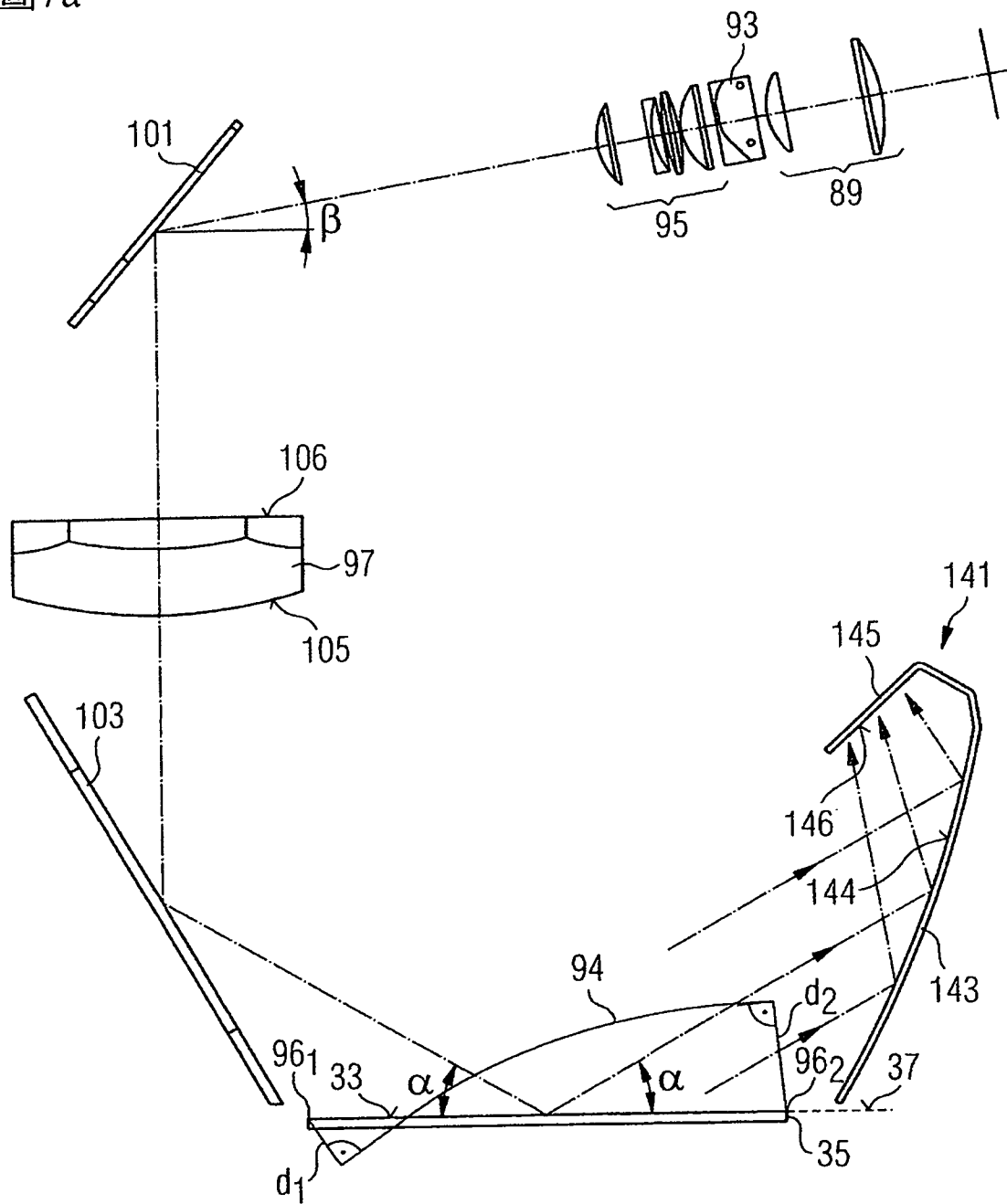


圖7a



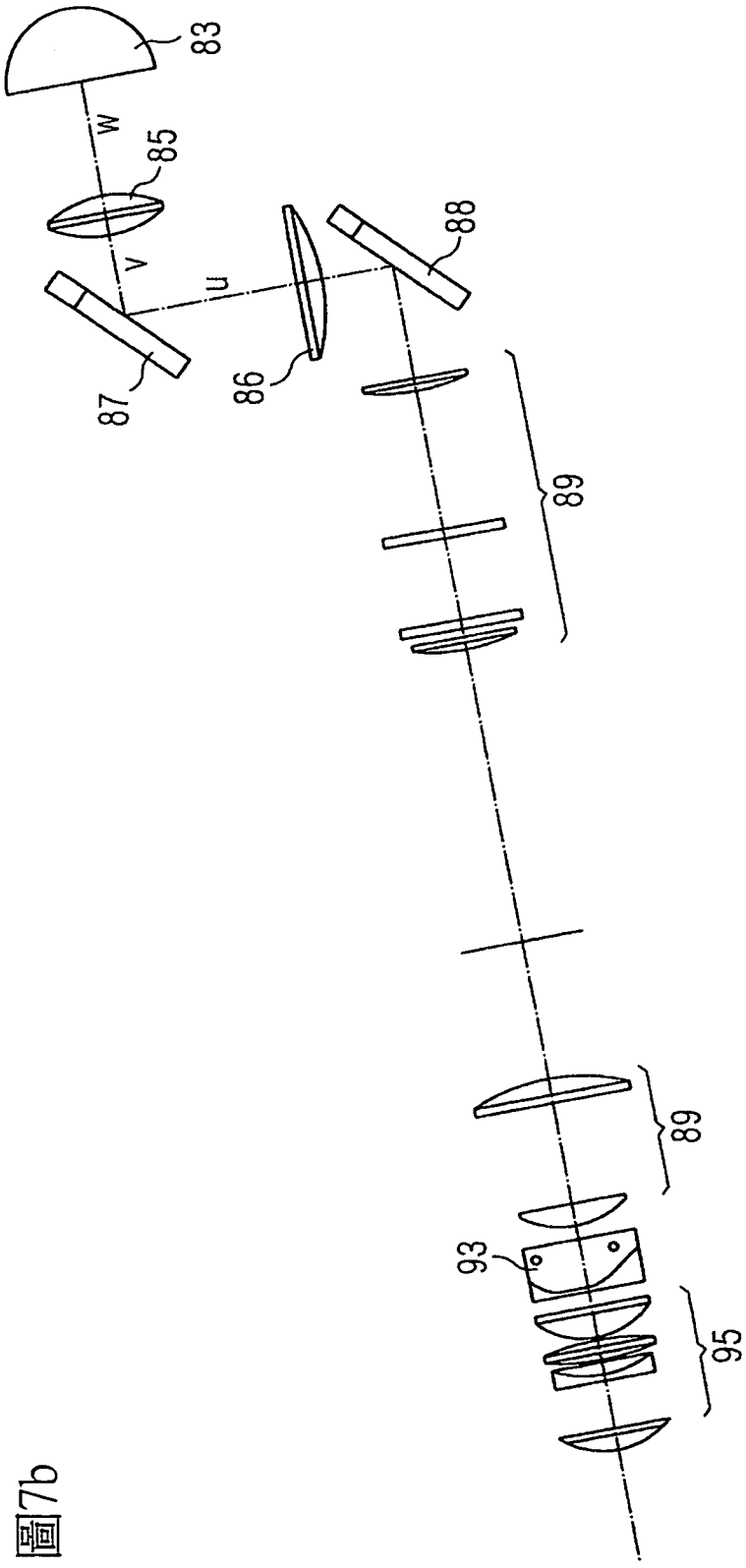


圖7b

圖8

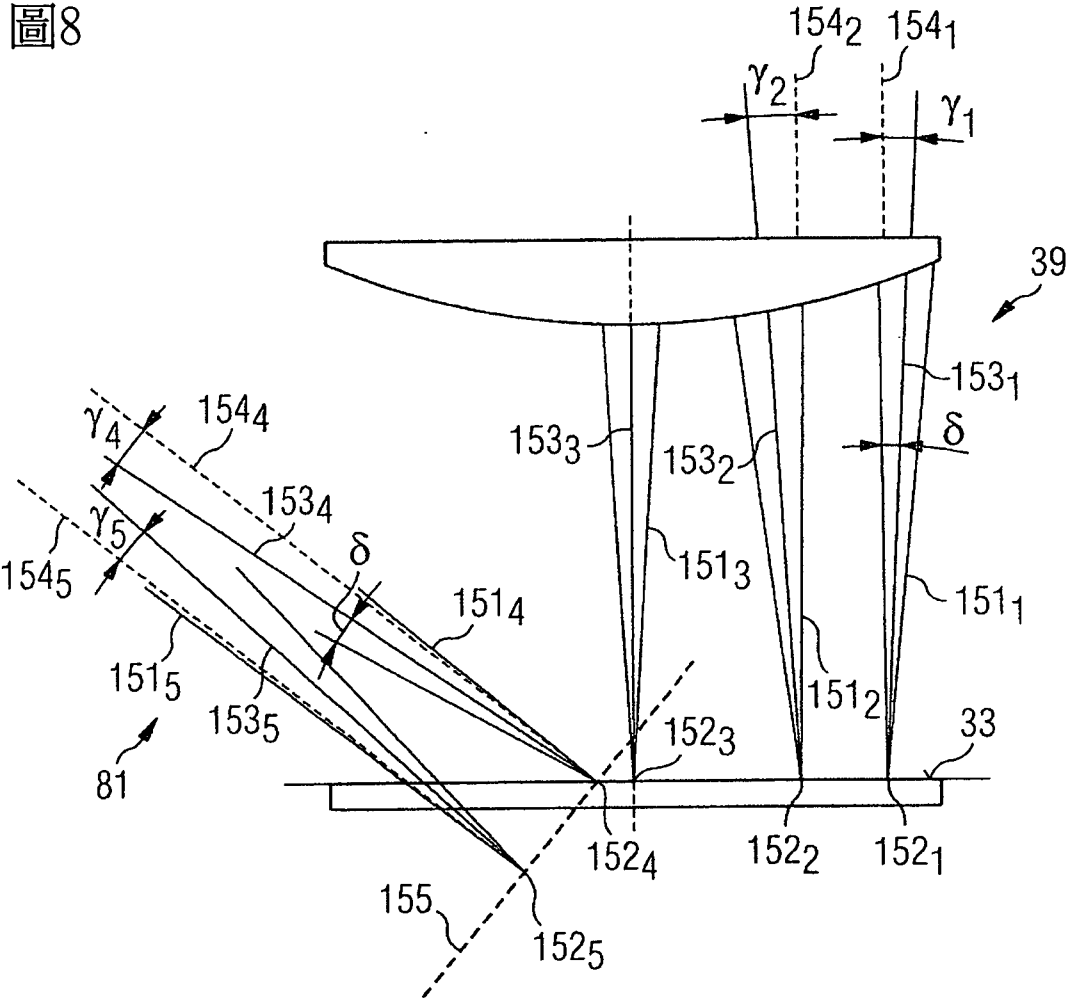


圖9

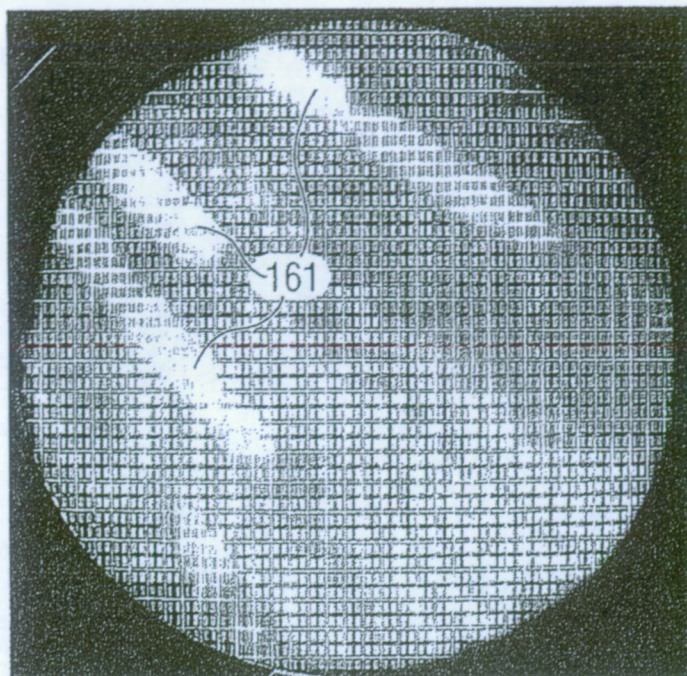


圖10

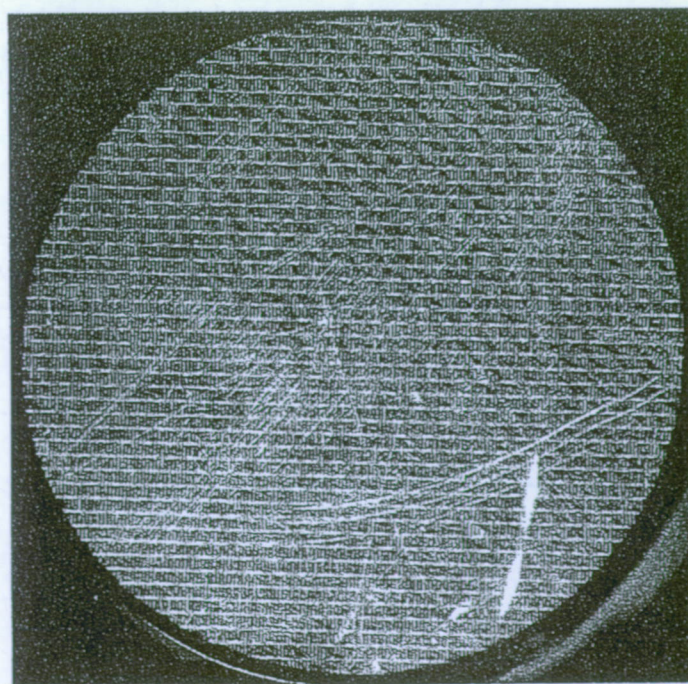


圖11

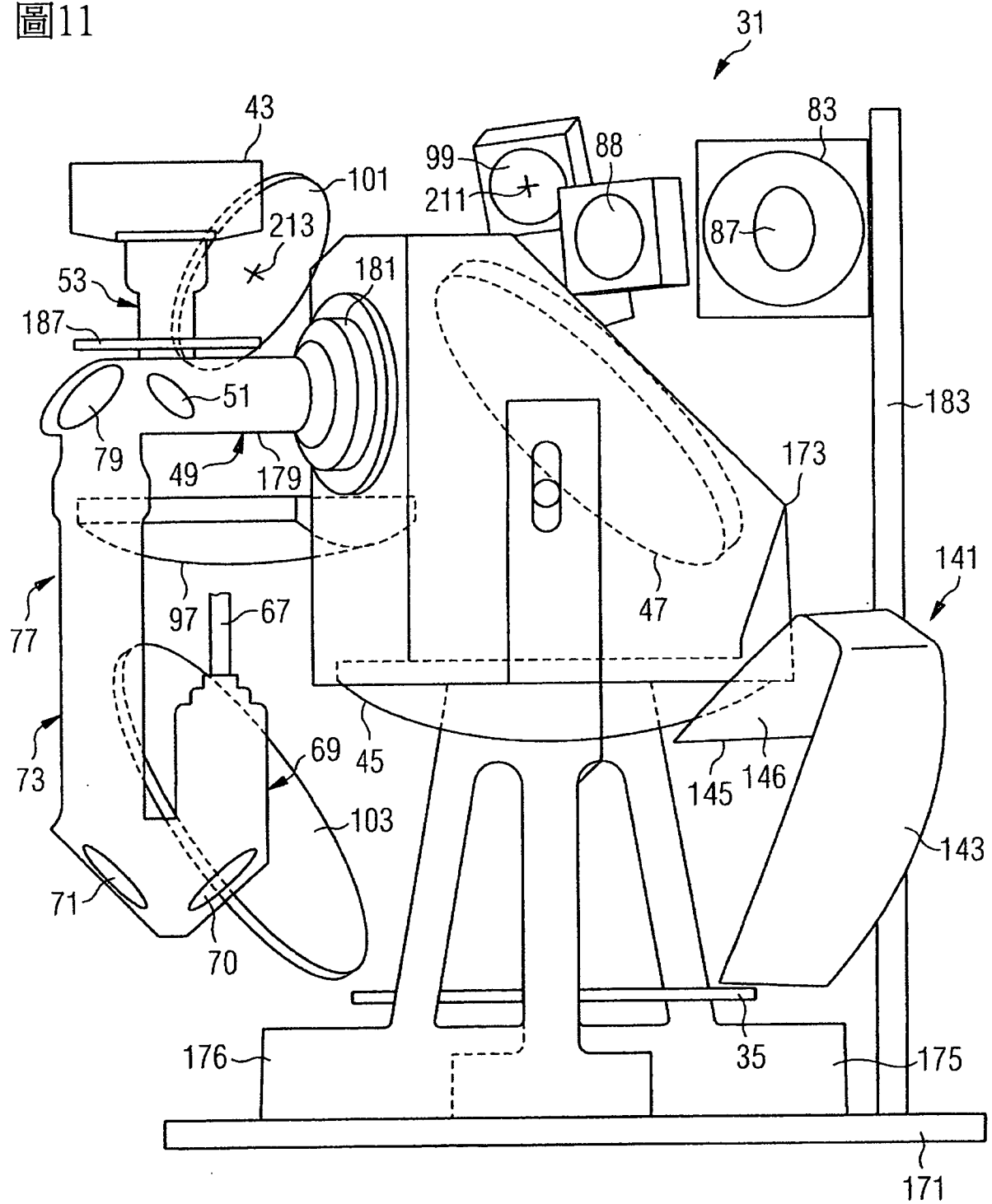


圖12

