

住居所地址：(中文/英文)

- 1.美國麻州紐頓・亞爾諾德路 62 號/62 Arnold Road, Newton, MA 02459, USA
- 2.美國麻州蘇德布里・製造者路 37 號/37 Wright Road, Sudbury, MA 01776, USA
- 3.美國麻州薩里姆・利西街 120 號/120 Leach Street, Salem, MA 01970, USA
- 4.美國麻州瑞汀・舊農場路 20 號/20 Old Farm Road, Reading, MA 01867, USA
- 5.美國加州卡瑪里歐・高塔巷 890 號/890 Tower Court, Camarillo, CA 93010, USA
- 6.美國麻州艾佛勒特・庫利德伊街 13 號/13 Coolidge Street, Everett, MA 02149, USA
- 7.美國麻州艾佛勒特・主街 395 號/395 Main Street, Everett, MA 02149, USA
- 8.美國麻州西區・西主街 207 號/207 W. Main Street, Westborough, MA 01581, USA
- 9.美國麻州史托威・泰勒路 430 號/430 Taylor Road, Stow, MA 01775, USA
- 10.美國麻州路島・希曼橋路 55 號/55 Sherman Bridge Road, Wayland, MA 01778, USA
- 11.美國麻州布靈頓・湯頓道 14 號/14 Thornton Drive, Burlington, MA 01803, USA

國 籍：(中文/英文)

- 1.美國/USA
- 2.美國/USA
- 3.美國/USA
- 4.美國/USA
- 5.美國/USA
- 6.德國/Germany
- 7.美國/USA
- 8.美國/USA
- 9.美國/USA
- 10.美國/USA
- 11.美國/USA

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002,05,17; 60/381,602

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

相關申請案之相互參照

本申請案揭示了2002年5月17日歸檔之美國臨時申請案序號60/381,602之利益。

5 **【發明所屬之技術領域】**

發明領域

本發明係有關包括半導體基板、晶圓、封裝件等工件之雷射標印。本發明特別適用於第一側面上具有高密度電路圖案之半導體晶圓，並在其第二側面上標印機械可讀
10 碼，但不限於此，例如可能因標印光束而受損之高密度互連晶片尺寸型封裝件或機器碼空間有限之封裝件。

【先前技術】

發明背景

下列代表性專利參考文獻乃關於各類晶圓及電子組
15 件、照明和檢測/判讀標記之雷射標印：美國專利4,522,656；4,945,204；5,329,090；6,309,943；6,262,388；5,929,997；5,690,846；5,894,530；5,737,122；以及日本專利摘要11135390。

下列代表性專利參考文獻提供了各種雷射標印方法以
20 及系統結構及元件之一般資訊：Montagu於1985年之Laser Beam Scanning, Marcel-Dekker中，第214-216頁的“電流檢測與共振式低慣性掃描器”；Hayes於1997年二月之Laser Focus World中，第153-160頁的“時下標印應用包含之多種材料”；1997年五月之Laser Focus World中，第143-150頁的

“工業市場採用之商用纖維雷射”。專利發表：WO
96/16767、WO 98/53949、美國專利5,965,042；5,942,137；
5,932,119；5,719,372；5,635,976；5,600,478；5,521,628；
5,357,077；4,985,780；4,945,204；4,922,077；4,758,848；
5 4,734,558；4,856,053；4,323,755；4,220,842；4,156,124。

於2001年8月2日發表、標題為“用以標印諸如印刷電路
板、積體電路及類似裝置等物件之雷射掃瞄方法及系統”之
已發表專利申請案WO0154854，以及2001年8月23日發表、
標題為“用於三維檢測系統中自動產生參考高度數據的方
10 法及系統”之已發表專利申請案WO0161275，皆歸屬於本發
明之專利權人。此二申請案全文均在此列作參考。

已發表之美國專利申請案2003/0024913-A1揭示了一
種用於高解析度標印諸如印刷電路板、積體電路等物件的
方法及系統，其包括了諸如micro-BGAs及CSPs之半導體封
15 裝件，以及在標印台之類似物件，例如用於電子製程之裝
配線。

美國專利第5,690,846號揭示了一套具有X-Y移動平台
之工件加工系統，其上面攜帶並移動了欲加工之物體至雷
射光束作用處，該雷射光束乃用於修整與局部標印欲加工
20 之物體，或作為類似之用途。以陣列形式且在相鄰矩形平
面區中欲加工之物體具有多個彼此相同形狀之矩形平面
區，同時欲加工之物體並不重疊矩形平面區且其間不會剩
下任何空間。

美國專利第5,329,090號敘述了一套用於雷射晶圓標印

之系統。該系統包括用於放大光束之光學儀器，以及一片平場聚焦透鏡，其界定了從雷射光源放射至定位於工作台上寫入位置之矽晶圓表面的焦點之雷射光束路徑。旋轉電
5 流計反射鏡係用於移動光束，並透過一條通信電路接至控制器。電流計乃傳統型式，且熟悉晶圓標印技術者均相當熟知。若不考慮反射鏡造成之偏轉，則平場聚焦透鏡之焦距為100 mm，並可使光束聚焦於晶圓表面。

某些類型之半導體晶圓係以數量愈來愈多的晶粒與更小的特徵尺寸製成，而愈來愈薄之晶圓或類似工件卻由於
10 下陷及翹曲而具有愈來愈多的深度變化。因此需要有一套晶圓標印系統能標印此類工件，同時能避免標印品質的下降或導致標印在指定區之外部的定位錯誤。

利用視覺系統(或由操作者視覺檢測)檢查之雷射標記能見度可能取決於包括標記的深度、碎片等多種因素，其
15 依序視雷射材料交互作用而定。對某些晶圓標印應用而言，傳統智慧形成了相當大的標印深度，其可提供較佳可讀性，但增加了下表面損壞之可能性。

雷射標印系統長久以來係由本發明之專利權人所提供，本發明之專利權人多年來所製作之WaferMark™系統被
20 認為是第一套在矽晶圓上面的工業用雷射標印系統。用於300 mm晶圓之規格包括120 μm標印點直徑之硬式標印。此符合SEMI標準規格M1.15。“軟式標印規格”乃於晶圓背面進行軟式標印，其包括標印晶圓背面達到200 nm之表面粗度的晶圓。於“Sigma Clean”系統上，對於達到200 nm晶圓

之前面及後面標印，提供了背面標印的選擇。

隨著標印間距越來越小，晶圓標印系統必須能產生高對比之機器可判讀標記，同時避免基板受損。隨著間距漸減，標印系統的光點尺寸必須減小。儘管間距更細，標印

5 速度最好能夠提升。

美國專利第6,309,943號係關於利用一部照相機辨識及判定晶圓前端表面上之線格的位置。依據此資訊，啟動雷射而於晶圓之背側表面上形成一個對齊標記。

讓渡給本發明之專利權人之美國專利第6,496,270號敘
10 述了在一3D檢測系統中，自動產生參考高度數據的方法及系統，其中乃首先決定物體上面之局部參考面積，接著決定這些局部參考面積之高度以產生參考高度數據。

WH-4100雷射標印系統係一套由本發明之專利權人所製作、可於市面購得之背面雷射標印系統。當一晶圓置於
15 標印台時，有一個精細對位視覺子系統會修正當時所形成之旋轉或偏移誤差(X,Y,角度)。使用者可透過手動式“教學工具”調整作為校正用之系統，以辨識在晶圓上之三個非共線點。此系統必須實施各種不同調整的一個反覆試誤程序，並手動評估結果，接著利用所得資訊決定晶圓底面上
20 之標印位置。

美國專利第5,894,530及5,929,997號係有關，在微電子學方面用於檢測或對準操作之檢視系統。於'530專利中，光學元件乃選擇性地定位，而使基板只要在已知的方位上，即可看到配置在基板任一側面之標記區的影像(在相同

放大率下)，或使其在相同放大率下可同時看到配置在基板兩側之標記區的影像。

隨著半導體元件上之電路愈來愈密集與複雜(例如，在一片300 mm晶圓上超過萬顆晶粒)、電路之複合式設計與佈局，為了提升產量及良率，目前必須提供改良之互動式工具。

美國專利第6,501,061號揭示了一套決定掃瞄器座標之方法，以精確定位聚焦的雷射光束。由雷射掃瞄器使聚焦的雷射光束掃瞄整個工作面上之目的區(例如一開口)。於時間與空間之預定區間或在聚焦雷射光束穿過工作面的孔而出現時，以光電探測器檢測聚焦雷射光束之位置。根據檢測出聚焦雷射光束時之雷射掃瞄器位置，利用聚焦雷射光束之檢測位置形成掃瞄器位置相對光束位置的數據。利用掃瞄器位置相對光束位置之數據，決定孔中心或配合聚焦雷射光束所需位置之掃瞄器座標。

於某些工件加工系統中必須校正多個三維子系統，同時便於雷射處理參數之線上或離線調整。在系統與工件中之公差累積可能造成較差的標印品質或標印定位誤差。舉例而言，某些型式之半導體晶圓具有愈來愈多數目的晶粒與更細的特徵尺寸，而愈來愈薄的晶圓或類似的工件由於下陷與翹曲而形成愈來愈多的表面變化。

【發明內容】

發明概要

本發明之目的在提供一種用以標印一諸如半導體晶圓

之工件的改良方法及系統以及使用此之雷射標印器。

為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套用於半導體晶圓標印之系統。該系統包括：(a)一個用於相對晶圓定位雷射標印區之第一定位子系統，該定位係沿著
5 第一方向；(b)一個對位視覺子系統；(c)一個雷射標印器，其包括利用雷射標印光束標印在標印區中位置之雷射；(d)一個用於校正系統中之至少一種子系統之校正程式；以及(e)一個控制器。標印區大體上小於晶圓。雷射標印器所含之裝置包括一片掃瞄透鏡，其係以光學方式維持大約在標
10 印區中之可接受範圍內的晶圓上面由光束所成形之光點，以避免在該區內晶圓下陷之不良的標記變化或該區其它深度變化。

整個標印區之光點配置精度可於大約一個光點直徑之內。

15 掃瞄透鏡可為一片三件式透鏡。

對位視覺子系統亦可包括大體上遠心的成像透鏡。

雷射標印器可包括一個可移動式光學元件，其利用電腦控制使雷射標印光束聚焦於晶圓上。

雷射標印器可包括一個用於調整光點大小之電腦控制
20 光束放大器。

於標印光束之焦點位置處的光點大小可於大約25-40微米範圍內，而標印區尺寸可於大約75-100 mm範圍內。

該系統還可包括一套第二定位子系統，其大體上朝垂直晶圓平面的方向相對雷射標印器自動定位之用。

第二定位子系統可包括用於支撐具有預定尺寸的晶圓以及用於提供晶圓之相對定位至少二個自由度的工具。

校正程式可包含用於校正多個三維位置處之標印器的三維校正演算法。

- 5 第一定位子系統可包含X-Y平台，而校正程式可包含用於校正對位視覺系統、X-Y平台及雷射標印器之裝置。

該系統更可包括一套具有檢測標記用之照相機的視覺檢測子系統。

- 10 檢測子系統可包含一套用於相對照相機定位晶圓之檢測定位子系統。檢測定位子系統可與第一定位子系統分開。

該系統更可包括用於顯示晶圓第一側面之影像的第一成像子系統，與用於顯示晶圓第二側面之影像的第二成像子系統。可利用成像子系統重疊晶圓第二側面上之標記的影像與第一側面之對應部分的影像。

- 15 該系統更可包括一個校正標靶與演算法，大體上配合由第一及第二成像子系統所得之第一及第二標靶影像，使重疊之標靶影像一致。

雷射可能為具有綠光輸出波長及小於約50 ns脈衝寬度之雙頻Vanadate雷射。

- 20 此外為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套用於標印半導體晶圓的方法，藉使標印區大體上小於晶圓。該方法包括沿著第一方向相對晶圓定位雷射標印區。該方法更包括於標印區內以光學方式維持光點配置精度，以避免在該區內有晶圓下陷之不良標印變化或其它深

度變化，並標印晶圓。

維持步驟可根據在標印器區域位置上之光點配置精度與軸向晶圓配置之間的預定關係，而相對標印區定位晶圓位置的步驟可根據該關係，藉以提高光點配置精度。

- 5 維持步驟可包括選取部分標印區，而相對標印區定位晶圓的步驟可在已選取的部分標印區內定位欲標印之晶圓位置，藉以提高光點配置精度。

標印區之選取部分可具有一根遠心誤差較小之較佳軸。

- 10 標印區之選取部分可為對齊較佳軸之矩形區。

標印區之選取部分可為具有較低熱流特性之象限的實質部分。

該方法更可包括大體上垂直晶圓面之軸相對晶圓自動地定位標印光束，以使標印光束射入晶圓上之標印位置。

- 15 因此，即使晶圓相對標印光束之焦點具有深度變化，仍可於該位置上標印晶圓。

定位步驟可針對多個位置而重覆。

定位可包括晶圓與標印光束焦點之相對定位。

沿著第一方向與沿著軸之相對定位步驟中至少有一個

- 20 步驟可根據晶圓下陷的預定值而定。

沿著第一方向與沿著軸之相對定位步驟之中至少有一個步驟可根據晶圓位置利用深度感測器所得之測量結果而定。

沿著第一方向與沿著軸之相對定位步驟之中至少有一

個步驟可根據與晶圓相配之平面而定。

晶圓可沿著軸移動。

可利用一個可移動式透鏡元件進行定位。

朝第一方向與沿著軸之相對定位步驟可同時進行。

5 該方法可包括校正一套用於完成該方法之系統。

在標印區內之部分晶圓亦可能屬於多個位置處之標印區內。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一台用於標印工件之雷射標印器。標印器包括一片大體上為遠心之掃瞄透鏡，其用於校正整個大體上小於工件之標印區的光點配置至大約一個光點直徑以內，以避免工件下陷之不良標印變化或其它深度變化。

10

利用瞳孔校正可進一步降低遠心誤差。

利用附加的掃瞄透鏡元件可進一步減少遠心誤差。

15 掃瞄透鏡可為一片彩色校正遠心掃瞄透鏡。

標印區可為一塊經過選取之子區域，以進一步提高光束定位精度。

選取子區域可為一塊對齊較佳軸之矩形區。

標記特性可利用檢測經由掃瞄透鏡所收集之放射線而定。

20

對位視覺系統與雷射標印器中至少一項可包括焦點或高度感測器。

一個不良的標記變化可包括標記位置、標記線寬、以及隨深度變化之標記對比。

掃瞄透鏡可為一片遠心透鏡。

本發明之目的在提供一套改良之高速、雷射標印的方法與系統，以在工件與半導體元件上製作機器可判讀之標記並減少由此所致之表面下損壞。

- 5 為了完成本發明之上述目的與其它目的，雷射標印半導體元件之方法包括產生一條脈衝式雷射光束。該光束之雷射脈衝具有一個波長、脈衝寬度、重覆率以及能量。該方法更包括以超過一個光點直徑之脈衝式雷射光束照射半導體晶圓，於半導體晶圓上面形成機器可判讀的標印。該
- 10 標記具有一個標記深度。脈衝寬度小於大約50 ns，且為了形成大體上小於10微米之標記深度，照射步驟係於整個光點直徑上進行，以避免對半導體晶圓之表面下損壞。

標記深度可於大約3-4.5微米之範圍內。

- 照射在表面上之脈衝能量可於大約230-250微焦耳之
- 15 範圍，脈衝寬度可於大約10-15奈秒之範圍內，而重覆率可於大約15-30 KHz之範圍內。

照射步驟係於多個位置處進行，且光點直徑可於大約25-40微米之範圍內，而標印速度至少為150 mm/sec。

- 照射步驟係於多個位置處進行，且光點直徑可於大約
- 20 30-35微米之範圍內，而標印速度至少為150 mm/sec。

光點直徑可於大約25-40微米之範圍內，且標印區尺寸可於大約75-100 mm之範圍內。

半導體晶圓可由矽晶圓所組成，且形成步驟可使用具有綠光輸出波長之倍頻Nd:YVO₄雷射而完成。

雷射重覆率至少可為10 KHz，或至少為15 KHz。

不良的表面下損壞可能包括微裂紋。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了具有完成本發明方法之雷射了脈衝式雷射系統。

- 5 該雷射可為一條具有綠光輸出波長之Nd:YVO₄倍頻雷射。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一個具有大約3-4.5微米深度之機器可判讀標記的半導體元件。

- 10 半導體元件可具有利用本發明方法所形成之大約3-4.5微米深度之機器可判讀的標記。

本發明之目的在提供一套改良之方法與系統，其用於工件或晶圓標印系統中之機器視覺特徵檢測與標記確認。

- 為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了用以
- 15 標印包括晶粒、晶片尺寸型封裝、電路圖案及其類似物件之半導體晶圓的精密雷射法。該標印係用於晶圓標印系統中以及相對物件位置之指定區域內。該方法包括決定至少一個位置以取得其參考數據，其乃使用(a)界定物件位置之數據，以及(b)至少一個物件之至少一部份的視覺模型。利用
- 20 從第一感測器之至少一項訊號取得參考數據，以獲得晶圓第一側面上之特徵。該方法更包括相對晶圓定位標印區，以在晶圓第二側面上之標印位置定位雷射光束。該定位係根據特徵位置而定。利用雷射標印輸出光束在晶圓的第二側面上標印預定圖案。決定位置步驟包括有：從第一

晶圓部分所取得之影像中測量出至少一項特徵；顯示出測過的特徵與晶圓映像之關係；以及當標印大體上與第一晶圓相同之晶圓時，儲存數據供之後使用。測量、顯示關係、以及儲存步驟乃自動地執行。

- 5 測量步驟可包括測量多個物件之平均線距與顯示出平均線距與晶圓映像之關係。

該物件可包含晶粒之行列圖案，而決定位置步驟更渴包含：取得一對行列圖案之正交邊緣；由邊緣組成外框以及；由外框定義晶粒圖案座標系統。

- 10 晶圓之相對定位可於大體上對齊至少一個定位器之移動的主座標系統中完成。該方法更包括將座標轉換成與主座標系統和晶圓圖案座標系統之間的關係。

決定位置步驟更可包含：利用晶圓映像取得座標，以提供界定物件位置之數據；以及呈現於第一晶圓上至少一

- 15 部分物件之影像，以建立視覺模型。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，在無需從晶圓之側面穿過晶圓而傳送輻射能的狀態下，提供用以檢測晶圓另一側面上之機器可判讀標記的方法。該晶圓具有之物件可包括晶粒、晶片尺寸型封裝、電路圖案等。

- 20 該標印係用於晶圓標印系統中與相對物件位置之指定區域內。物件於第一側面上具有一個圖案。該方法包括顯示晶圓第一側面之影像，顯示晶圓第二側面之影像，建立第一側面影像部分與第二側面影像部分的一致性，以及重疊第一與第二側面之影像數據，以至少決定相對物件之標記位

置。

系統更可包括大體上從第一與第二側面所得之匹配影像，以使重疊的影像部分一致。配合步驟大體上可利用一個校正標靶與一套配對演算法完成。

- 5 該方法更可包括利用使用者界面提供輸入，以形成在至少一部分的物件影像內欲定義之目標區。

目標區可由操作者調整。

可利用重疊之數據，決定相對物件之標記位置。

- 該方法更可包括提供一個檢測站，其具有一套與標印
10 用之定位子系統分開的晶圓定位子系統。

- 此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了標印半導體晶圓之精密雷射系統，該晶圓具有之物件可包括晶粒、晶片尺寸型封裝、電路圖案等。該標印係用於晶圓標印系統中與相對物件位置之指定區域內。該系統包
15 括用以決定至少一個位置以取得其參考數據之裝置，其乃使用(a)界定物件位置之資訊，以及(b)至少一物件之至少一部份的視覺模型。該系統更包括利用第一感測器之至少一項訊號取得參考數據，以於晶圓第一側面上取得特徵之裝置。該系統還包括相對晶圓定位標印區之裝置，以在晶圓
20 第二側面上之標印位置定位雷射光束。該定位方式係根據特徵位置而定。該系統更包括利用雷射標印輸出光束於晶圓第二側面上標印預定圖案之裝置。用於決定位置之裝置係從第一晶圓部分取得之影像中測量出至少一項特徵，顯示出測過的特徵與晶圓映像之關係，以及在標印大體上與

第一晶圓相同之晶圓時，儲存數據供之後使用。測量、顯示關係、以及儲存係由決定位置之裝置自動地執行。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，在無需從晶圓一側穿過晶圓而傳送輻射能之狀態下，提供一套

5 用於檢測晶圓另一側面上之機器可判讀標記的系統。該晶圓所具有之物件可包括晶粒、晶片尺寸型封裝、電路圖案等。該標印係用於晶圓標印系統中與相對物件位置之指定區域內。物件於第一側面上具有一個圖案。該系統包括用以顯示晶圓第一側面之影像的裝置，用於顯示晶圓第二側

10 面上標印之影像的裝置，用於建立部分第一側面影像與部分第二側面影像之間一致性的裝置，以及用於重疊第一與第二側面之影像數據以至少決定相對物件之標印位置的裝置。

用於成像之裝置中至少一個可含有變焦透鏡。

15 用於建立一致性之裝置可含有一個校正標靶與一套演算法。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套雷射系統，其係以雷射標印光束用於諸如半導體晶圓或類似基板的雷射標印。基板行列配置之物件具有重複

20 性圖案。每個物件皆具有一項可由成像子系統測得之特徵。系統具有一個雷射標印頭、用於成像與測量之成像子系統、具有至少將基板相對成像子系統定位之平台的移動子系統、以及至少連接至成像子系統與移動子系統之使用者界面。雷射標記必須相對物件配置於預定位置處。此外

- 提供了一種利用預定圖案特徵以光束定位控制之雷射標印方法。該方法包括透過使用者界面輸入資料，以形成欲辨識的部分圖案，其用於機械視覺演算法之自動特徵檢測及測量。該方法更包括相對成像子系統定位第一基板，自動
- 5 沿著一系列或一行圖案中至少一個方向穿過圖案，以取得在第一組特徵位置上之影像數據。可利用多個物件、演算法、及影像數據中至少一項所得之特徵測量尺寸，並根據測量結果儲存尺寸數據。利用尺寸數據，決定相對圖案之第二組特徵位置中至少三項特徵。第二組特徵位置可適當定義
- 10 圖案座標系統與平台座標系統間的關係。移去第一基板，並相對成像子系統定位第二基板以進行標印。從第二基板上面對應圖案所取得之影像數據中，取得第二組特徵位置中至少三項對應的特徵位置。第一基板上之圖案座標係與第二基板上之對應圖案有關。相對於以第二組中至少
- 15 三項特徵位置為基礎之標印光束定位基板，以標印基板。

可利用基板與成像子系統的半自動化相對定位，於大體上較小的圖案面積上方獲得第一個尺寸估計值，並利用使用者界面辨識顯示影像中的特徵，以取得該特徵的影像位置。

- 20 基板可為半導體晶圓，物件為晶粒，而特徵為晶粒的某個角落。

尺寸之測量可沿著行列之中至少一個方向於多個晶粒上方所測得之平均晶粒間距。

平均晶粒間距可能與晶圓映像有關。

圖案座標系統可能具有相對圖案邊界所定義之原點。

決定位置步驟可包括搜尋圖案位置，且以控制在圖案系統座標之平台的方式搜尋。

所提供之步驟更包括利用一部分圖案的影像形成視覺

5 模型。

本發明之目的在提供用於校正雷射處理系統與相同用途之雷射標印系統的改良方法與系統。

為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了校正雷射標印系統之方法。該方法包括校正三維雷射標印系統。校正步驟包括儲存對應多個高度之數據。該方法更包括取得欲標印工件之位置測量值，及結合所儲存的校正數據與位置測量值。

數據乃儲存於多個校正檔案中。校正檔案可表示多個預定標印系統參數設定。

15 多個校正檔案可代表一個高度，且標印器系統參數設定之其中一項可為標印區尺寸。

標印系統參數設定之其中一項可為光點尺寸，或為工作距離。

20 標印系統具有一套晶圓背面標印系統，其具有用於取得晶圓前側之參考數據的精密對位照相機。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套系統，其用於晶圓第一側面上含有圖案之半導體晶圓的雷射標印，以及相對圖案在預定位置上與在大體上小於晶圓之標印區內標印晶圓的第二側面。系統包括用於校

正系統標印器裝置之裝置，及用於根據校正結果相對晶圓能以可控制方式定位標印光束之裝置。

系統更包括用於相對定位晶圓與校正用標印器裝置之X-Y轉發器，以及用於校正轉發器與標印器裝置之裝置。

- 5 此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套用於標印前側含有電路之晶圓的雷射晶圓標印系統。電路具有電路特徵且晶圓具有欲標印之背面。系統包括一個含掃描透鏡之校正電流計標印頭以及一塊大體上小於晶圓的標印區。系統更包括一個將晶圓移至足以定位任何欲在標印區內欲標印晶圓位置之活動範圍內的校正定位平台。系統更包括一台具有大體上小於晶圓視域之校正對位照相機。關於照相機與標印頭係以一框架固定裝設平台。控制器具有用於協調標印頭、平台、及對位照相機的位置之映像，其用於使平台與標印頭彼此相對配置以相對
- 10 前側面上之電路特徵而於其背面面上精準地標印晶圓。

對位照相機與標印區可置於晶圓對面。

標印頭可偏移對位照相機。

標印區可偏移標記檢測照相機。

- 20 控制器可比較檢測照相機所取得之標記位置與對位照相機所取得之電路位置。

標印區可偏移第二對位照相機，且晶圓背面上面標印區可偏移標記檢測照相機。

掃描透鏡可為一片遠心透鏡。

控制器可依據映像協調欲標印之第一與第二晶圓部分

的位置，該部分可與標印區重疊。

此外，為了完成本發明之上述目的與其它目的，提供了一套用於標印半導體基板等之雷射標印系統。該系統具有一台含有大體上小於基板標印區之雷射標印器，一套具有相對定位標印區的X-Y平台之定位子系統，以及一套對位視覺子系統，其與標印器分開並用於定位基板上面的特徵，其係根據特徵位置而相對地定位基板與標印區。用於校正系統之方法包括測量多個與對位視覺子系統對齊之標靶上配置之基準點，以及根據測量過的基準點校正對位視覺子系統。利用記錄平台的活動數據與對位視覺子系統所取得之數據，相對於對齊之標靶將平台定位，以校正平台。校正平台乃於校正對位視覺系統之後執行。校正方法更包括定位欲標印之測試基板，在欲取得標印範圍內之多個位置上標印基板，以及測量標印位置，其係使用校正過光學測量系統以取得測量結果並使用測量結果校正雷射標印器，藉以校正系統。

配置於對齊標靶上基準點之預定位置可能與用於計量的產業標準一致。

該方法更包括使對齊之標靶保持靜止，並確定標印器與對位視覺系統中至少一項之X-Y平台的位置。

基準點之間隔可為大約2.5 mm，且對齊之標靶可包括一個用於視覺系統對位之圖案

該方法更包括從系統移去校正標靶，以及將欲標印之測試基板取代校正標靶。校正標靶與測試基板可具有大體

上相同之尺寸且可配置於系統之同一組中。

該方法更包括以X-Y平台移動對齊之標靶，且於移動步驟時使標印器與對位視覺子系統保持不動。

已校正之光學測量系統可能為對位視覺子系統。

- 5 已校正之光學測量系統更可能為一套具有大體上大於標記間距及大於對位視覺子系統解析度的計量系統。

藉由下列完成本發明之最佳模式細節說明中，並參看諸幅附圖，可輕易地瞭解本發明之上述目的與其它目的、特徵、以及優勢。

10 圖式簡單說明

第1a圖例示了具有物件之半導體晶圓的第一側面視圖，以及含有多個物件之視圖區；每個物件的雷射標印僅形成於晶圓的背面上面對應區中；

第1b圖繪示了第1a圖之物件的放大視圖；

- 15 第1c圖為在第1a圖所示範圍內四個物件的分解放大圖；

第1d圖例示了在各種物件上可能出現的兩種典型電路範例，例如一個球柵陣列與電路軌跡圖案；

第2a-2b圖繪示了本發明之標印系統的多種元件，其中

- 20 第2a圖繪示了工件以及典型之光學與機構元件，而第2b圖繪示了一台系統控制器；

第2c圖係以範例(非等比例)說明有關非遠心對位與標印系統之射線圖，特別是根據前側之特徵於晶圓背面進行標印；

第3a-3c圖為數個視圖，其中第3a圖繪示了具有標印區之第二(底)側面視圖，其與第1a圖之視圖範圍一致，且包括第1c圖之物件；第3b圖係以分割圖示之方式，為第二側面上指定區內所形成之標記圖例；而第3c圖繪示了已標印之物件的放大圖；

第4圖繪示了電流計光束定位系統之範例，其可用於本發明之背面標印實施例中；

第5a圖係繪示了用於生產系統中之半導體晶圓雷射標印系統的某些子系統圖表；

10 第5b圖係例示了用於晶圓標印程序之典型操作時間高效率編排圖表；

第6a-6b圖繪示了兩台可交替式之光束定位器，其可單獨或組合用於雷射標印；

15 第7a-7d圖分別例示了用於本發明之實施例中工件定位機構的上、下、側、及透視圖；

第8a-8d圖分別為上、下、側、及透視圖，其繪示了使用兩台用於支撐與定位矩形工件(達到且包含二個自由度)之第7圖的定位器；

20 第9a-9c圖分別為上、下、側、及透視圖，其繪示了使用三具用於支撐與定位如300 mm晶圓之圓形工件(達到且包含三個自由度)的定位器；

第10a圖繪示了用於一般晶圓標印之典型雷射與光學系統的圖表說明(例如圖示之上側標印器)；

第10b圖係比較以本發明之方法與系統所製作之標

記，圖例說明隨著愈來愈大之雷射穿透深度有關標印品質的下降(例如裂紋之故)；

第11a-11d圖係關於具有各種校正標靶之第2a與2b圖之工件處理系統的二維與三維校正；

- 5 第11e-11j圖更例示了雷射標印系統內用於校正各類子系統之各種校正標靶的形狀；

第12a-12c圖例示了晶圓第一側面上之視域內可能定位的幾個特徵，舉例而言，利用特徵位置決定對側上面標印光束的位置；

- 10 第12d圖例示了用於顯示欲標印之晶圓座標與晶圓的儲存影像之關係的座標系統與典型的電路特徵；

第13a-13c圖例示了在(1) 80 mm寬之區域上，以及(2)與極小的晶圓下陷及翹曲項目一致之深度範圍，用於具有小於大約一個光點直徑之偏差的精密晶圓標印系統的遠心

- 15 透鏡設計；

第14圖例示了在半導體晶圓上雷射標記之圖形特徵；

第15圖係以圖示說明了一套晶圓定位系統，其中首先將晶圓裝在水平位置，並移往垂直位置以進行對位、標印、及檢測操作；

- 20 第16圖繪示了一台可支撐水平、垂直、及顛倒配置之晶圓的晶圓支持器；以及

第17a-17c圖繪示了一個校正標靶與從不同成像系統所取得之代表重疊的影像，以標記檢測與位置確認。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

概要

以300 mm晶圓為例，第5a圖中係以圖解方式例示了用於晶圓之雷射標印與檢測系統100的多個元件。機械手臂101將晶圓從FOUP(前開式統一入口)傳遞裝置移至用於找出晶圓的凹槽或平面圖之前置校準器102，以定位再處理用之晶圓。可使用閱讀機103摘錄某些編碼數據，其可依序用於後續之處理步驟。使用精密平台104，並利用其所具備之精密對準程序以校正前置校準器的剩餘誤差(例如，X,Y,轉動)。標印晶圓。接著檢測所有標記或指定子集。於第5a圖所使用之配置中需要分開的檢測平台105。

於FOUP開口之後，標印順序包括：

- 1.機械手臂將晶圓移至前置校準器，並建立凹槽與晶粒位置之關係。
- 2.以OCR閱讀機讀出晶圓ID。
- 3.從網路取得標印數據。
- 4.機械手臂將前置校準之晶圓移至精密的X-Y平台。
- 5.晶圓之微X-Y-Theta對位達到正確的最小剩餘前置校準器誤差。
- 6.利用“標記-索引 範圍-標記 索引-範圍”重複之順序標印晶圓。
- 7.檢測晶圓。
- 8.晶圓回到FOUP。

第5b圖例示了系統中用於時間高效率晶圓處理之典型操作編排。各種處理步驟可同時進行。舉例而言，為了前置校準而移動第二晶圓，同時第一晶圓亦進行精密對準。

一片典型的300 mm晶圓具有數千個物件(例如，晶片尺寸型封裝、積體電路)。每個物件上之電路密度可能造成在特定的區域內植入諸如一維或二維編碼之機器可判讀標記之困難。舉例而言，在300 mm晶圓上晶粒尺寸可從大約25 mm變化至0.5 mm或更小尺寸與密集複雜的電路圖案。此外，必須避免由高能標印光束可能造成對電路之破壞。讓
5 渡給本發明之專利權人且其全文在此列作參考之WO0154854中，揭示了電子元件之高解析度標印法。以感測器測出電路特徵而取得雷射標記記錄，在一項實施例中，感測器係與標印頭分開。該範例係列入用於諸如晶片尺寸型封裝與托盤內晶粒之PCB增層板及封裝件標印
10 之'854內的一部分。'854詳細說明之段落包括：第4頁9-16行、第6頁1-5行與22-29行、第8頁10-17行、第9頁第15行至第10頁第30行、第11頁14-20行、以及標題為“掃瞄頭”、“標印操作”、與“記錄”之詳細說明中的段落、以及段落的相關圖示，均與本發明之詳細說明有關且對於此所發表之精密
15 標印方法與系統的各方面提供額外之證明。

參看第1a圖，本發明之一項實施例提供了標印半導體晶圓3之精密雷射法，且該方法可適用於封裝件、基板或類似工件之標印。晶圓3具有之物件2(如第1b圖之放大圖所示)可能包括晶粒、晶片尺寸型封裝件及電路圖案等。物件大

體上可能相同，但非一定相同。於典型之半導體製造作業中，繼標印之後將以精密切割晶圓(晶圓切片)分離物件。此外，可從美國專利第6,309,943號中取得資訊，其中係利用晶圓背面上對位標印35(見第3a-3c圖)以界定精密切割之路徑。參看第3圖，於物件上之標記36必須在相對物件位置的指定區30內形成。在此範例中，所標印之晶圓3背面33係靠近物件的角落。電路34相當於電路4的背面視圖。

於標印較大晶圓(例如：300 mm)之較佳實施例中，利用校正程序顯示對位視覺系統座標(例如：在感測器中心位置與最佳焦點之“第一側面”位置)與光束定位子系統座標(例如：於標印區中央之雷射光束腰)之關係。校正係以三維之修正較佳。對於整個較大範圍之局部區域中，標記之精密配置具有愈來愈高的需求，而造成愈來愈高的光束定位精度與愈來愈小的光點尺寸需求，以取得較小的線條寬度或字體尺寸。至於較大工件之“下陷”及翹曲，相對焦點深度可能相當顯著，其將造成設計參數之衝突。在系統操作期間最好能調整雷射光點尺寸且同時維持光點配置精度。第2a圖之配置中包括了校正第一感測器子系統14(例如：“對位視覺系統”)以及光束定位器子系統19(例如：“標印頭”)之實施例。利用校正以顯示第一側面位置與標印光束位置之關係，其每個子系統皆具有一個屬於欲標印工件11一部分之視域。工件可能為一片半導體晶圓3。且關於提供二維與三維特性之各種校正程序步驟的詳細說明，將於標題為“2D/3D校正”之第一章節中提出。此外，有關用於工件處理

之各種校正程序之詳細說明，於典型之參考文獻(1)標題為“雷射指示器之調整”之美國專利第5,400,132號，(2)標題為“校正雷射修飾裝置”之美國專利第4,918,284號，以及(3)WO0064622“雷射校正裝置與方法”中可取得。

- 5 第2c圖係以範例說明，當利用前面之數據(雖非如此限定)在背面標印翹曲之晶圓時，光束定位誤差之增加與非遠心系統中的深度。晶圓之厚度146一般最少為數百微米。為以圖解說明，繪示了沿著光學中心線149欲與標印頭147對齊之上側對位照相機142。平面148、144代表參考平面，其
- 10 分別表示從標印器與照相機之工作距離。在無深度改變下，該等平面和照相機視線係與標印光束在晶圓表面位置相交。從晶圓的交叉點上之晶圓表面反射取得沿射線140之參考數據。在未校正狀態下，數據將稱為相當於與平面144
- 15 相交之座標，其將與標印座標有關。結果產生側面位置誤差1400。為了圖解說明，假設欲配置於晶圓背面上之標記所在位置乃相當於在晶圓交叉點沿射線140所取得之參考數據，則於未校正狀態下，標印光束將指向與參考數據(與位置誤差)一致之平面148上的某一點。然而，如此可能造成在指定區域外之標記，其如晶圓之實際交叉點上之標印
- 20 光束141的中心線方位所示。

可利用附錄中的第1章節之三維校正程序與適當之晶圓高度測量結果，決定用於光束定位器之校正。

在較佳之遠心系統中，以低於一般價位之透鏡(參看標題為“精密之遠心透鏡”的第5章節)將誤差減至約一個光點

或更小。較佳方式在於以遠心設計偏移最差狀態之晶圓翹曲與附加系統的“累積”誤差。由於較佳配置，故可維持支撐甚高標印速度之視域尺寸。就遠心系統而言，可使校正程序更具效率，但仍以多個校正檔案控制與維持整個工作容積之雷射光點尺寸之為佳。如此提供了一致之標記以及標記對比控制。

鑒於相對光學系統之焦距深度的工件變化，必須考量用於對齊與標印子系統之三維公差。為了改善特徵位置精度，愈來愈明顯的對位系統放大圖使焦距之深度減小。各種聚焦方法有助於沿Z軸相對於工件定位整個子系統14或透鏡系統15(如遠心透鏡所示但非如此限定)。舉例而言，Z軸位置相當於晶粒位置上最大邊緣對比度乃合適之測量法。一個“點”或較小標靶的最大密度量測結果可提供對深度變化較高的敏感度。

晶圓“下陷”可稍微從晶圓厚度之特定狀態預知。根據晶圓厚度範圍約300 μm 至775 μm 模型所做之預估，顯示對之後範例約有60 μm 偏差。救愈薄之晶圓而言，其偏差愈大，且整個偏差可能由於翹曲和其它累積而再增加。可評估表面偏差並使用某些校正，如第5章節所述之範例，預估一套遠心系統在整個4”標印區產生小於1 μm 的光點配置誤差。包括掃瞄頭、對位視覺系統以及可能之檢測系統的各種子系統可包含至少一個用於高度感測之選項。相同地，特別是為了在晶圓表面上之多個位置處的高度量測，可增加一套不同之子系統。於機械循環時間內之任何退化最好

能忽略不計。

在一項配置中，將對位視覺系統14配置於取樣點，其可包括但不受限於作為特徵檢測用之區域。如前所述，利用對位視覺系統沿著z軸之位置將影像對比進行抽樣，以完成5 焦距檢測。記錄z軸之位置。或利用市售之模組的三角測量或焦距感測器測量表面點，其係以對準與校正演算法(及已知的晶圓厚度)繪製表面圖像。相同地，利用具有視覺檢測模組20之感測器可取得第二側面之直接量測結果。在一項替代配置中，可使用一套“全區”系統，例如市售之Moire 10 照相機。於任一範例中，最好利用數據定位在表面上之標印光束腰。依據第1章節之較佳校正法，在標印位置上保持所需之光點尺寸。在一項配置中，以不連續之距離定位標印光束腰，例如80 mm區域之中心-邊緣補償內的9個位置處。以非接觸式光學感測為佳，但電容或接觸式探針亦可 15 接受。

若偏差相當於單純二次曲線並對稱，則接著利用至少三個位置(邊緣區、中心、邊緣區)沿對角線方向取樣晶圓表面。若翹曲代表較高階曲線(例如：“炸洋芋”)，則將取得額外之數據，例如至少九個位置。若以第一側面對位系統取得數據，則利用由操作者所量測及指定之晶圓厚度可能近 20 似於第二側面位置。

同樣地，為了校正與標印，於標印區中(在較小功率下)之若干位置可取樣標印光束焦距函數。系統可包括適於量測“無特徵”表面之檢測系統，例如雙元件或四元件之配

置。或使用一種投影網格，其類似市售之Optical Gaging Products (Rochester, NY)生產的計量設備中所提供之選項。聚焦工具在晶圓標印期間除了測量工作距離外，最好用於對位與系統安裝作業。

- 5 在第2a與2b圖之系統中，光束定位子系統與對位系統最好分別包括遠心系統351及15，其減少或刪除在角度掃描標印光束位置中隨著深度所產生之變化。第5章節繪示了一套遠心透鏡系統，其在整個約80 mm視域尺寸以及對應最差的狀態下產生下陷/翹曲的預期深度範圍內，提供優於一個光點直徑之光點配置精度。與較小型之非遠心範圍相較下，80 mm範圍容許相當高的標印速度。且30 μm 之光點尺寸比大部分的晶圓標印系統更小，其對於控制標印對比與解析度而言為一項理想的特徵。
- 10

- 然而，對於深度定位可使用具有適當補償之其它替代方案。例如在一項實施例中，可使用遠心透鏡15，但類似第6圖之47的一個配置亦可用於標印(如下所述)。
- 15

- 參看第2a圖，較佳對位子系統將具有高解析度照相機13，例如：具有以“軟體變焦”組態截取與處理較小區域之影像處理硬體與軟體的1280x1000 CCD影像陣列。或者使用一套校正“變焦”光學系統。照明系統21包括特殊照明設計，例如暗與亮區照明器之組合，以加強作為對準用之特徵對比度。在一項實施例中，LED陣列提供較小的角度照明及可相互調整之角度。於使用高解析度照相機之配置中，可固定曝光時間，其簡化了設計且消除影像“亮度”與
- 20

放大率之依附關係。

在一項實施例中，標印子系統19包括如第4圖中所示之系統，並具有折射系統40、41、42、43與儘量提供光束放大組件49之X-Y電流計。第6圖結合前面所提及之Montagu, 5 第227-228頁，繪示了可替代之前置物鏡46(例如：遠心透鏡)與後置物鏡47掃瞄配置，而後者結合一具附加的動態焦距轉發器48。在本發明之較佳遠心系統中，可能具有用於動態焦距48或光點大小調整之元件以及第4圖放大器49的版本所控制之電腦。

10 精密對位系統提供了移動與前置校準器相關之剩餘X-Y角度誤差校正。在一項僅具有或詳列出極小變化量之實施例中，對位系統可能以三個位置所取得之量測結果校正X、Y及theta(例如角度)變化量。然而，由於電路/晶圓密度愈來愈高而顯現狹小的公差，故最好有愈來愈佳之精密15 度。14的精密對位系統提供辨識及測量與晶圓物件2相關之特徵的附加性能(例如：機械視覺/圖案辨識性能)，將可決定特徵位置。利用至少一個來自第一感測器13之訊號，透過演算法取得參考數據，並定位工件3第一側面上至少一個物件2之特徵。舉例而言，於第1b圖之放大圖中繪示之第1a 20 圖的物件2可能具有電路圖案與可檢測之導電電路7或墊料5，其在最小部分之晶圓中(但不須在整片晶圓上)被複製4。舉例而言，在一套較佳系統中，可依據參考晶圓上之“訓練配置”，圖案辨識演算法將自動地學習最小部分的工件架構與決定墊料、電路、或類似特徵之相對位置。舉例而言，

晶粒(物件)6之矩形外框或角落位置可作為一項定位晶粒邊界或估計中心的特徵。位置可能符合在4中至少一個其它晶粒之位置，其位於第3a圖之標印區1內，或在容許限度下可能位於該區域外部。舉例而言，在整個工件上方決定三個
5 非共線位置的最小值，並用以計算整個工件之偏移與轉動校正。以錫球或墊料8之陣列位置作為替代物/同等物，可界定另一個圖案。此外，另一個圖案可能包含部分之內部電路，其比第1a-1d圖中所例示之密度更高。演算法可透過機械視覺子系統匹配工件特徵，例如灰階或二元校正演算
10 法。市售(例如：Cognex Inc.)之各種圖案辨識及匹配”模組”和演算法，均適用於本發明。工件可能具有相同與重複之圖案。

在一項較佳配置中，所有物件上方係以自動化方式執行匹配程序，且無人為之介入。應該注意的是，由於特殊
15 標印需求(例如：“存箱”)在晶圓上可能出現許多種圖案組合，且較佳的演算法將具有實質的靈活性。“訓練”更可包含一個半自動化、操作者導向教學之階段，以有效地為複雜圖案的辨識與匹配用之機械設計程式。

在列作參考且讓渡給本發明之專利權人之WO0161275
20 中，揭示了各式檢測與辨識演算法，其乃利用灰階及高度資料自動地學習電路特徵，並接著利用所儲存的資料作為檢測之用。舉例而言，’275之詳細說明的下列章節：第7頁4-26行；第8頁1-5行及17-25行；第9頁5-10行；第10頁4-25行；第11頁1-18行；第15頁29-30行；第16頁1-10行；第17

頁19-28行以及有關圖示教授各種圖案辨識及學習演算法之應用。用於檢測之各項步驟進一步細節及為了取得晶圓與類似物件之精密標印參考位置，均於標題為“特徵檢測與精密對準”之第2章節中加以說明。

- 5 在300 mm標印系統之一項實施例中，有一個80 mm標印區用於高速程序，而大約16 mm之對位視域則常用於特徵偵測中。16 μm 之像素尺寸將提供1024×1024的陣列，其比標印光束之光點尺寸稍小。舉例而言，於晶圓背面標印系統之實施例中，小於40 μm 之光點尺寸較佳，且最佳範圍
- 10 大約25-35 μm 。標印區1尺寸(如第3圖所繪示且對應第1-a圖的區域4但在晶圓3的背面33上)可能佔工件3尺寸之較小部分(例如在一系統結構中，晶圓尺寸最大為300 mm，以標印各種不同尺寸之晶圓)。舉例而言，於標印300 mm晶圓的一項實施例中，利用九塊或更多塊尺寸約75-100 mm範圍內
- 15 之標印區提供標印精度與高速運轉。若工件嚴重翹曲範例中，可根據表面量測結果或規格說明書，利用控制掃瞄角的幅度縮小標印區。精密標印包括了相對定位光束定位器子系統19(或子系統的元件)與工件11，如第3圖所示，而使工件33第二側面上之標印位置30能定位雷射光束，而其定
- 20 位乃根據第一側面上之特徵位置。特徵位置可界定物件之位置(例如邊緣或中心)，或與第二側面上標印用之指定區域30有關。以下將更詳加說明用於定位之各種方法與子系統。

如第3a-3c圖所示，最好使用遠心透鏡351，通常在第2a圖中24所界定之範圍內，利用掃瞄雷射標印輸出光束(例

如，向量或點矩陣)將預定碼或其它機械可辨識標記36標印於工件上。在指定區域形成機械可辨識標記，並於第二側面進行標印以免雷射對物件2造成損壞。

重複取得參考數據、相對定位、及標印之步驟，以取得第一側面上至少一個物件之特徵，並依據特徵位置，在第二側面上之所有指定區域內定位標印光束。

光束定位子系統最好具有一部如第4圖所示之二維電流計掃瞄器40、41、42、43(但是最好如第2a圖與近似第6圖中配置46，適用於以遠心光束照射工件)。或者，子系統可包含一台具有光束傳遞部分之移動平台或旋轉平台。雷射與光學系統可能為一體成形或遠距離連接，例如利用光纖傳遞系統。光束定位器之視域可從幾個雷射光點直徑改變至甚廣的角度範圍，但對於本發明之精密標印而言，視域將屬於系統中所欲標印之最大工件的一部分。例如標印100、200及300 mm之晶圓，而標印區1尺寸(例如：第1a圖中第一側視圖，第3a圖中第二側視圖)可能約100 mm。在某些範例中，使用於已發表之WO961676或美國專利5,521,628中例示的平行光束，在工件上(具有低雷射功率需求)標印圖案。亦可使用各種串聯與並聯之組合，例如於美國專利第6,262,388號中發表之複合式標印頭，使本發明之二維/三維校正程序適合該等標印配置，以維持精密度。

相對定位更可包括：(i)提供一個具有二維電流計偏轉板之光束定位器；(ii)若標印位置在範圍內，則調整反射42、43位置(參看第4圖)；(iii)只要位於標印區外部，則隨

時相對移動工件11與光束定位子系統19，以在標印區1內定位。如上所述利用物件2之特徵(亦如第2a圖之虛線所示)決定標印光束的位置，且位置最好為三維座標。此外，晶圓之指定或已量過的厚度可作為一項參數，其係用於決定相對前側位置之光束焦距。

於晶圓標印之較佳系統中，為了精密定位，除平台18之外(亦繪示於第5a圖中之104)還需要至少一個工件定位器。配置定位子系統以支撐並定位不同指定尺寸的工件11，同時允許如第2a圖中所示之輻射線(在範圍24上方之標印光束與來自光源21在精密對位攝影範圍25內之照明/檢視光束)直接照射工件之第一及第二側面。在一項實施例中，提供晶圓夾盤17(參看標題”工件夾盤/定位器”之第3章節)使其朝Z軸(方向26)驅動，並提供較小晶圓插入物之選擇，以支撐晶圓或其它工件。系統最好在移動工件至夾盤17之端效器的配置方面應用自動化技術，其係以自動化方式固定、扣住、或相反地支撐工件(如於第2a圖之單一略圖所示)。可避免表面破壞和顯著之扭曲。

鑒於前述之新式三維變化及公差需要，如第4圖中422所示(例如：光束中間部分)之標印光束焦點位置及(參見第2a圖)箭頭22所繪示之姿態(滾動，相對焦點面的間距)最好是可調整的。例如提供至少約+或-2公釐之全部調整範圍以補償除了累積公差之外的晶圓下陷及翹曲變化。參看第2a圖，調整可包括沿大體上垂直工件方向之雷射光束定位子系統19與工件的相對Z軸(深度)定位，以使雷射光束中間部

分大體上與工件一致。調整可不斷地變化且合乎每個晶圓。調整可包括雷射光束定位器或工件之傾斜22(間距，滾動)，而使雷射光束之焦點面大體上與工件的焦點面區域平行(例如：在標印區上方)。或者，平面區域可為工件上方之

5 最佳平面。某些調整可能以光束定位器之手動或半自動定位的組合完成，例如於校正或安裝期間。同樣地，可利用程式控制連接至精密平台18之端效器與夾盤17，定位工件之角度(滾動，間距)及深度。附錄之第3章節說明了一項實施例之具體細節，其用於圓形或矩形工件之自動精密定位

10 與用於調整高度及最佳姿態的致動器。該配置特別適用於高度調整。例如第7c與7d圖中位於襯底53上的球面或點接觸，各種修正將有助於工件的精密角度定位(滾動，間距)，例如，具有3000 μm 或更小厚度的傾斜晶圓。

在另一項配置中，可將晶圓固定於垂直位置上。舉例

15 而言，可使用由Chapman儀器所製造之“晶圓邊緣固定裝置”的適當修正及自動化版本，以及配置成最大晶圓尺寸300 mm用(Chapman儀器，Rochester, NY, 並參考美國專利第5,986,753號)。晶圓之外形包含六個自由度，於“晶圓邊緣測量—新式手動固定裝置提供更多特徵”文章中可找到傾斜之

20 平台、晶圓夾盤、X-Y-Z平台、以及控制器之進一步說明。

在一項用於晶圓標印之實施例中，“分離式起重台架”平台可取代沿某個方向(例如：“X”、水平，指向紙面)之水平方向安裝的標印頭之自動定位，以及朝至少一個第二方向定位之晶圓(例如：“Y”垂直且沿著紙面，及“Z”沿著光

軸，且最好包括用於滾動與間距調整之功能)。

第15圖例示了另一種具有標印系統之各種元件的定位配置透視圖。晶圓係於二度空間移動(例如：朝垂直第2a圖之紙張平面移動)。利用端效器將晶圓定位於凹口702之方位，並裝入支持器701。用於載重之鉸鏈703朝水平方向，接著轉至用以行經掃描透鏡351入射之光束標印的垂直位置。可提供至少二個移動軸704及705。該結構乃透過照相機13容許背面標印與精密調整，其中利用了前側特徵位置定位標印光束。

第16圖繪示了支持於各種方位上之晶圓配置的細部圖。在此配置中，利用一條以真空狀態展開的彈簧銜接楔子800，以容許朝水平、垂直、或顛倒的方位安裝。

可利用(1)工件定位器18及(2)光束定位子系統(例如：“標印頭”)19或(3)19的內部元件(例如：一台動態焦距子系統48與光束放大器49)之各種移動(手動或自動的)組合並與控制器27相互協調。舉例而言，可提供五個移動軸(例如：X、Y、Z及滾動、間距)於晶圓處理台100中之精密定位。此外，還可提供例如一個或更多的軸於粗略(可能手動或半自動的)定位。

雷射脈衝特性之選擇對標記的速度、對比、及整體品質有顯著之影響。對於矽晶圓之背面標印而言，約15 ns的脈衝寬度、約25 KHz的重複率、以及約0.23-0.25毫焦耳的輸出能量於532 nm波長下可產生最佳效果。使用短腔綠光Vanadate雷射。此外，約3 μm -4.5 μm 的標印深度穿透力在

不會造成晶圓內部破壞下（例如：裂紋），產生機械可辨識標記。標印速度已達到約150 mm/sec，並欲以較佳雷射參數達到大約350 mm。由於必須以高解析度標印大量之物件，標印速度代表了標印具有相當大的改善。典型之操作

5 範圍包括大約10-15 ns的脈衝寬度、大約15-30 KHz之重複率、及對於矽晶圓上之標記大約30-35 μm 的聚焦光點大小。另一個範圍可包含達到大約50 ns之脈衝寬度及大約10 KHz的最小重複率。以限制光束的穿透深度小於約10 μm 之方式亦可避免微裂紋。1.064 μm 之波長應該適用於標印金屬工件，而倍頻雷射操作應該適用於矽晶圓標印。標題為

10 “雷射參數與標記品質”之第4章節中揭示了較佳雷射與相關特性之進一步細節。

參看第2a圖，檢視第二側面之視覺檢測系統20通常包括一個照明器、照相機或其它成像裝置，以及檢測軟體。

15 在較佳的系統中，將檢測區校正成精密對位視域。舉例而言，如第2a圖中所示對齊29之中心線，且在該等區域間相當一致。如此可使標記置於晶粒之上，作為標記手動或自動視察確認之用。標題為“背面標記檢測與前面晶粒記錄”之第6章節敘述了一項用於檢測標印晶圓之實施例細節。可能檢測出所有標記(100%檢測)，或是使用者指定之子集

20 合。舉例而言，在晶圓上可標印幾個位置，並分析其結果。若結果符合規格，則可標印晶圓之所有剩餘指定區。視覺系統可能安裝於不同平台上，其中檢測第一晶圓時可同時標印第二晶圓(參見第5a圖)。第2a圖例示了一個可替代的配

置，其中利用單一平台18定位用於檢測與標印之工件。

為了儘速達到最大的良率，在標記品質方面檢測系統最好能產生回饋。舉例而言，一片晶圓可能具有30,000個作為物件之晶片尺寸型封裝件。一塊標印區可能具有至少
 5 一千顆晶粒。一套含有“標準”照明設備以作為檢視標記用之獨立檢測系統可能有助於確認晶圓的各種平台與元件裝配步驟之關係，其中亦可能檢視標記。在一項獨立檢測系統光軸之實施例中，進行檢查之順序為標印第一區域，接著才進行檢查。當需要檢測大量之物件時，進行第一區域
 10 的檢測且同時標印第二相鄰之區域。

在一項使用成對電流計鏡面之實施例中，使用一套“穿過透鏡”的視覺系統(例如：一套用於晶圓標記檢測範例之第二簡易視覺系統)可能需要能代表整個區域中至少一種晶粒(或其他物件)樣品之數據。數據處理作業可能與定位
 15 (編索引)相鄰的區域重複。應該注意的是，同軸的視覺系統可能不須要具有完整檢查功能。舉例而言，可分析反射掃描光束之強度或放射型式，以早期發現嚴重的標記缺陷或其它處理問題。舉例而言，使用單一光感測器分析反射標印光束。遠心檢視(例如：經由透鏡351接收)乃隨著角度而
 20 減少變化，其能作為訊號之改良等級。

各種替代物之進一步討論：

在一項較佳實施例中，當將標印區域編入索引時移動工件11。然而，工件11與光束定位子系統19之相對移動可能包括至少一部分光束定位器(或一個元件)的移動。當標印

晶圓時，移動晶圓之單一X-Y平台可作為對位系統14、標印透鏡351、檢測系統20、及可能的選擇性標記查核閱讀機之定位用途。在一項移動晶圓之實施例中，可簡化對準與光束掃描。在一項移動定位子系統或部分子系統之實施例中，使用從遠端雷射光源至標印頭19之光纖傳輸較具優勢。

在一項用於晶圓標印之實施例中，可使用一個Z軸平台28。以至少+或-2 mm之範圍為佳。光束定位器19與透鏡351可移動，但以移動晶圓為佳。可利用對位照相機系統元件13、15之焦距決定Z移動。最好利用具有定位系統18、17之晶圓的移動(移動、滾動、間距)或如上述之光束定位器19的移動補償晶圓之下陷及翹曲。

可提供一個或更多個轉發器，其約12 mm行程之全部Z範圍可使自動化端效器裝載晶圓，同時利用晶圓與標印光束焦距位置之相對變化作為晶圓下陷的補償。

用於控制雜質的一個方法可為一項優勢。舉例而言，一個置於透鏡351與工件之間的傾斜觀察窗可利用輕微的振動從標印透鏡除去微粒。於閒置期間可利用空氣壓力清潔透鏡。傾斜之觀察窗將取代光束，且可能導致偏差。於校正期間可修正某些誤差(例如：光束位移)。或者，可利用“風刀”產生快速流動的空氣越過透鏡。

通常使用約2-3 mm的典型隔離區。

晶圓之巢狀結構可能具有作用於2 mm隔離區之真空壓力。可利用運動托架將巢狀結構固定。

可利用對位系統透鏡15與照相機13之焦點位置，決定Z

軸位置與光束的精密定位。在一項實施例中，晶圓被移動。另外，可使攝影系統對焦並記錄位置。位置可能與光束定位器座標(例如：透鏡位置)有關，並因此移動透鏡與定位器。

- 5 在一項實施例中，可利用Z軸位置的少量相對移動，補償下陷及翹曲。舉例而言，於整個100 mm標印區之多個標印位置處可能引起Z軸位置的變化。舉例而言，Z軸移動可能在九個位置處發生(例如：從中心至邊緣之補償)

X-Y表格可具有大約12-18吋之行程範圍，以及用於位置回饋的線性編碼器。

- 10 檢測模組可具有大約4微米之光學解析度。

可使用具有精密對位系統之遠心透鏡。

檢測模組20亦可用於某些對位操作(例如：在背面找出基準點位置)，並利用透明的對準標靶校正之，以證實其與精密對位照相機13的座標系統一致。

- 15 作為最佳判讀之推薦標印深度可能大約10毫米，同時亦可防止基板的損壞。可將雷射系統裝配成大約10毫米之最大標記深度。

- 20 可利用本發明之實施例標印晶圓，其具有可程式化的區域尺寸與區域數量(例如：直徑範圍在150-300內的晶圓上面之9-16個視域)、聚焦選項(例如：由於晶圓愈薄密度愈高，故755微米厚的晶圓有3個焦點位置)、以及各種標印速度(例如：150-250 mm/sec)。

各種典型的與非限定系統參數以及相關公差可能包括：

<u>參數</u>	<u>公差</u>
編碼器解析度	0.1微米
Z-平台行程	10 mm
Z-平台垂直	0.1 mRad
Z-平台精度	+/-5微米
精密對位重覆性	1-2微米
光點尺寸	名義上 ≤ 60 微米, 25-40 μm 較佳
Galvo (已校正區域)	+/- 30-50微米精度
標印透鏡選項(由於下陷)	遠心, +/- 300微米 晶圓厚度, 300 mm晶圓
標印透鏡選項	平面區域, +/-10微米, 775微米 晶圓厚度, 300 mm晶圓

- 可利用相當多的代替物實施本發明。可使用各種定位器型式、定位器數量、視覺系統、聚焦硬體、包括Q-switched與光纖雷射之雷射型式。再者，本發明之精密標印系統可能一併使用作為高效製程管理與提高良率用之多個標印器與檢測器的串聯/並聯操作之選擇，其包括成群的工具與統計流程控制。此外，可能考慮單獨使用本發明之圖案辨識與標印技術或結合其它製程使用，例如在前述'943專利中敘述之“切割”作業。

10 第1章—2D/3D校正

- 各種市售之標印及工件處理系統係利用在測試反射鏡上面標印方格以及測量在不同座標測量或度量裝置上面的方格，校正雷射標印區，其乃反覆地處理且相當耗時。其它雷射系統則利用線上全長掃瞄透鏡視覺系統，校正位於同一側的雷射標印區。另外，可標印一片基板或拋棄式工

件。

根據本發明，“二維校正”係利用一個x-y平台、一對移動工作或標印頭之平台、或作為第11a圖之線上機械視覺子系統14的其它配置，校正位於反側之雷射標印區24。根據
5 第一側面之視覺數據及特徵，利用校正方式標印第二側面。

校正可能為相依性、手動的、自動的、或半自動的系統。以下述用於校正之4個步驟為範例，說明整個系統校正的情況：

- 1.針對系統中的每部照相機，校正攝影像素。
- 10 2.校正第一照相機至第二照相機的座標。
- 3.校正平台座標至攝影座標。
- 4.校正掃描頭至晶圓巢狀結構。

第11e圖以圖解方式例示了各頂面及底面之照相機501及502的典型配置。於至少一項本發明之實施例中，獨立校
15 正每部照相機，而使攝影像素與實際“真實世界”座標一致。第11f與11g圖以圖解方式例示了一塊“工具區”505，其在照相機501、502視域之內相對地定位。最好是在系統內以機械方式定位照相機，而使視域大體上重疊，但視域可能是分開的。在一項典型之配置中，十字標線506可能分開
20 大約5 mm。校正程序可包含測量十字標線之座標並估計中心位置、比率、以及座標系統相對於工具的轉動。最好測量照相機之最小“像素尺寸”。其它實施例可能包括其它適用標靶之附加十字標線以及在照相機視域內的子區域校正。

第11h圖例示了校正步驟，其中頂面及底面之照相機最好能看到(同時)如第一照相機所見之標靶511以及如第二照相機所見以虛線510繪示之相同標靶。校正標靶可能在圖示之“工具區域”之內。可修正偏移、縮放及旋轉。在一項實施例中，可使用附加十字標線定出物體中心。藉由精密校正，該配置特別有助於在相對作為標記檢測用之(見第6章節)前側面上所見的晶粒位置處之晶圓背面上顯示標記。

可再利用另一個校正步驟，補償X-Y平台公差。第11i圖例示了三個校正用之十字標線520，其中乃移動整個巢狀結構並顯示攝影座標與平台座標之關係，藉此補償平台之公差累積。

此外可利用另一個校正步驟，校正第11a圖中標印頭19之掃瞄透鏡351至平台座標。第11j圖繪示了可消耗之部分，例如標印具有五個十字標線之黑色陽極氧化盤521，其中一個十字標線如522所示。使用軟體檢測標印板。標印區可能佔了盤521尺寸的小部分，且X-Y平台提供盤與標印光束之相對定位。

於標印效率大體上並不會隨著深度而改變的一個系統中，上述基本步驟可能足夠且較適用(例如：長焦距深度，較大的雷射光點，具有大約775微米標準厚度與最小下陷之較小晶圓)。

在一項實施例中，首先可能以之前已標印之晶圓或以精密的方格(例如：最好每個皆符合校正標準)校正第11a圖之對位視覺子系統14。舉例而言，可使用欲以系統標印之

200 mm晶圓或其它最大晶圓尺寸。晶圓標記可能包括一個類似第11j圖之十字標線522的基準點方格。在一項實施例中，晶圓具有77×77十字標線陣列，且於方格中心上之特殊圖案間隔2.5 mm。最好是經過方格檢查照相機焦點(例如：5 對比測量)及對巢狀結構進行機械式調整。另外，若於系統中使用一個定位器，則可調整其深度或姿勢(例如：參見第9a-9c圖)。且將已標印之校正晶圓用於下一個校正步驟，其中X-Y平台18被校正。欲完成整個行程之校正，初期的X-Y平台校正可能費時數小時，並利用在校正晶圓上面繪出十字標線或其它合適之標靶以記錄校正資訊。接著評估數據。實施例之第三校正步驟為標印區校正，其中200 mm晶圓(或欲標印之最大尺寸晶圓)係以類似第11j圖之圖案，或其它適當密度之圖案進行標印。最好如上述在標印器校正之前校正X-Y平台。接著利用精密對位照相機或以不同之視覺子系統測量標記位置。舉例而言，以市售之Optical Gaging Products (OGP)所製造的“離線”精密度量系統測量標記，例如Voyager測量機器。若於製造環境中，標印器區域校必須定期正成為標印器之部分運作，則可使用對位視覺系統。對位系統之解析度與精度大體上最好超過最小的標記間距。20

對於工件下陷及翹曲之補償可能需要以不同的工作距離保持相同的光點尺寸。此外，在作業期間愈來愈需要改變雷射光點大小，以配合不同之應用參數，例如線寬、字元尺寸、標記對比、硬式標記、軟式標記、處理量等。三

維校正係沿Z軸在多個標印位置上提供校正。於是，雷射標印區功能乃用於自動地改變雷射光束工作距離或光點尺寸，同時維持雷射光束位置精度。

於作業期間亦愈來愈需要改變機械視覺系統之視域 (FOV)大小，以配合不同之實用需求。在機械視覺上的三維校正允許系統自動地改變FOV大小並同時維持視覺尺寸之精度。

參見第11a-11d圖，在一項實施例中，顯示第一側面之位置與第二側面上雷射標印區24的關係之二維校正程序包括一套將標印一片反射鏡92(於第11b圖中所示的一個標記95)的已校正機械視覺子系統14與已校正X-Y平台18。平台18校正與照相機子系統14將說明如下(步驟1與2)。在預定工作距離上定位測試反射鏡，並使塗佈表面朝向雷射光源。標印雷射光束93係朝向表面上的多個位置，以於反射鏡92上面標印95一個NxN方格。在所述之實施例中，X-Y平台18朝x與y方向移動反射鏡，而使對位視覺系統13從反射鏡之未塗佈表面(雷射光源對面)可”見到”每個位於方格上的節點。可利用光源21之照明或其它合適的照明度，並利用照明光束94加以描繪。記錄每個節點之座標，接著產生與座標相關之校正算法或查詢表。

本文所述之校正技術並不限於“頂側”成像與“底側”標印。舉例而言，可用於晶圓標印之程序的系統，其中夾盤係朝垂直方位支撐晶圓，而標印與照明光束大體上朝水平方向。同樣地，根據底側之校正及參考數據可從上側標印

工件。相同地，該程序可適用於校正分開的對位及標印區，且兩區佔滿了工件單一側的區域。

為了在不同應用參數下使系統最佳化，有時在操作期間可能需要調整一項或更多項之機械設定。當設定改變而
5 影響系統精度時，必須進行新的調整。針對不同之系統設定，可利用三維校正程序產生多層校正檔案。利用對應之校正檔案，三維校正系統可於不同之設定間自動地改變，並達到所需的效率及精度。針對系統之不同設定下，完成三維校正之典型方法包括有：

10 1. 雷射光點尺寸對雷射工作距離：針對雷射光源，使用z平台28或夾盤17之相關移動的組合、或在標印頭19內之光學子系統的移動，相對地定位測試反射鏡至不同之工作距離。工作距離之變化使雷射光束散焦並於工作表面上產生不同的光點尺寸。完成確認散焦之光點對某些工件而言
15 具有可接受的標記品質，因此可考慮使用。針對每種工作距離，重複上述之二維校正，於是形成一組對不同之光點尺寸及對應之工作距離的校正算法或查詢表。

2. 雷射光點尺寸對雷射光束放大器設定：利用放大器作為焦點控制、焦距放大控制，或組合使用。舉例而言，
20 利用第4圖繪示之放大器49的電腦控制實施例，完成工作表面上相距固定工作距離之不同雷射光點尺寸。可利用雷射光放大與焦距之不同組合，達到所需之光點尺寸。接著針對每種光束放大器設定，重複上述之二維校正，於是針對不同光點尺寸之對應光束放大器設定產生一組校正算法或

查詢表。

3. 雷射光束工作距離對雷射光束放大器設定：利用放大器作為焦點控制、焦距放大控制，或組合使用。舉例而言，利用第4圖繪示之放大器49的電腦控制實施例，完成工作表面上相距固定工作距離之不同雷射光點尺寸。利用不同的放大設定可維持相對於工作表面之雷射光焦距固定或改變，同時保持相同光點尺寸。接著針對每種光束放大器設定，重複上述之二維校正，於是針對不同工作距離之對應光束放大器設定產生一組校正算法或查詢表。
- 10 4. 機械視覺的視域對視覺透鏡/照相機設定：調整子系統14之視覺透鏡/照相機13、15上面的變焦鏡頭及焦距，以在工作表面上達到不同尺寸之視域。針對每種視覺透鏡/照相機設定，重複並產生校正算法或查詢表，於是針對不同視域之對應透鏡/照相機設定產生一組校正算法或查詢表。
- 15 於另一項配置中，“軟體縮放”功能在不需移動元件下提供了有效的操作範圍。在另一項配置中，可結合數位與光學技術。

- 在一項較佳配置中，可提供系統參數調整之功能(例如：雷射光工作距離與光點尺寸)，同時在下陷及工件翹曲出現時持續進行校正。對於較小的光點尺寸，翹曲相對於焦距的深度可能很明顯，特別是對於較薄的晶圓或工件(例如，300 μm 厚、300 mm直徑)。在一項實施例中，對位視覺系統14(例如，相對第一側面定位)與標印器座標可利用至少下列步驟進行校正：
- 20

步驟1.

照相機校正：

- 利用一片精密方格模板91(第11d圖所示)，校正位於視域25上方之機密對位照相機的像素大小成真實之測量單位。其將補償透鏡系統的幾何圖形變形及其它靜態誤差。於另一項配置中，雖然經由範圍25上方之有限精度作業平台攝影範圍可能改變單一“點”的標靶，無論需要多少額外之校正時間，均可能免於對方格之需求。

步驟2.

10 X-Y平面校正：

利用精密對位攝影子系統及x-y平台18，測量一個精製的全域尺寸方格，其乃近似或符合工件尺寸(例如：本系統欲處理之最大工件)。此步驟將補償靜態誤差(例如：公差累積)，包括平台之非線性及非正交性。

15 步驟3.

標印器區域校正：

- 如第11c圖所示，利用雷射標印一塊反射鏡92上之全域尺寸24方格。利用經過校正之精密對位照相機(從步驟1)及經過校正之x-y平台(從步驟2)，測量位於標印區24上方之反射鏡上面方格的每個標記。該步驟將補償雷射掃瞄透鏡與電流計系統的幾何圖形變形及其它靜態誤差。

步驟4.

三維標印器區域校正：

為了補償晶圓下陷及翹曲，可沿Z軸26以多種高度標印

晶圓。可能須要多重標印器區域校正。在此範例中，一個或更多個(1)平台18、(2)標印頭19或內部光學元件，例如第4圖之放大器元件49、(3)平台28、或(4)夾盤17之相對移動乃用於標印光束與方格的相對定位。沿Z軸26在多個預定高度進行標印。針對每種高度重複步驟3。

5 步驟5.

三維精密對位照相機校正：

為了補償不同之晶圓厚度，可令精密對位照相機於若干微小差異之表面高度上聚焦。聚焦操作可能包括沿Z軸之精密對位照相機14的移動、或透過透鏡系統15的調整或其

10 之組合。同樣地，可利用Z軸平台移動工件。可能須要進行多重視覺區校正。在此範例中，精密對位照相機將沿Z軸在多個預定表面高度聚焦。接著針對每種表面高度重複步驟1。

步驟4中之技術對於不同應用亦可調整進行中的光點

15 尺寸(利用散焦方式)。可應用技藝中習知的各種曲線擬合法於每個校正步驟，以提高精密度。步驟5中之技術亦可適用於記錄標記檢測照相機20與精密對位子系統。舉例而言，用於精確記錄子系統之安裝及校正程序中，可能幾乎對齊光學中心線29。舉例而言，只要呈現已檢測之標記與對應

20 晶圓之標記重疊(用視覺檢測)即合乎所需。故將軟體設計成可選擇正確之校正檔案用於特定的應用。

第2章—特徵檢驗與精密對準

於本發明之專利權人所提之GSI Lumonics WH4100晶圓中，精密對位視覺子系統修正了旋轉或偏移誤差(X、Y、

角度)，其係在標印站放置一片晶圓時所造成。手動“教學工具”可讓使用者調整系統以辨識晶圓上的三個共線點，亦即作為校正之用。操作者可選擇晶圓之三個區域(例如：第12圖之整個圖案115的三個角落)。接著在4100操作期間，

5 定位器將照相機置於晶圓上方，並依視覺選取晶粒角落。利用疊代嘗試錯誤之方法及各種調整，可產生區域的“視覺模型”。舉例而言，調整照明以加強對比，使其在每個測量位置上得到符合的條件(“模型分數”)。系統要求以手動方式評估結果。接著利用模型數據，決定在晶圓底側面上的標

10 記位置。

利用“全區”背面雷射標印器(例如：標印器區域含括整個晶圓)，以模型4100處理直徑達200 mm之晶圓。然而，未來之標印系統必須標印具有微小晶粒或更細尺寸封裝件(例如0.5 mm)之300 mm晶圓。而且，未來亦可能生產晶粒

15 尺寸不到一公釐的更小晶圓。

參看第1a及12a圖，在本發明系統之較佳實施例中，用於標印記錄(例如：由第一側面取得之參考數據)之晶粒圖案佈局115和位置係利用視覺子系統於整個晶圓3內之電路特徵的圖案匹配方式自動地決定。最好是不需操作者介入，

20 或至少大大地減少介入。在某些應用中，可能增加(超過三)欲分析之區域的數目以改善評估。

舉例而言，第12a圖例示了可能用於匹配程序的數個特徵。於一晶粒112內，電路特徵可能包括作為互連線路之墊料5，但如圖所示可能為局部之基準點。其它必須考慮之特

徵包括軌線邊緣位置7、晶粒佈局6或角落110位置。如第1d圖中所示，可由互連線路之方格陣列獲得類似資訊，例如晶粒邊緣6或方格陣列球心8的位置。若對比較高，則前者方法為佳。然而，若在晶粒邊緣與周圍“街道”之間的位置6之對比較低，則可能選擇方格陣列位置或其它特徵作為訓練用(例如若對比較高時)。同樣地，可調整系統以包含晶粒之間的間隔114。吾人考慮數個晶粒之間的平均測量間距(例如，平均間距)將是可靠的一個測量，且易於顯示出與有效“晶圓映像”之關係。舉例而言，可測量出每顆晶粒與平均結果之間的平均間距。有效晶圓映像在用於標印的圖案與相關數據內提供了晶粒座標。可利用評估靠近角落之晶粒邊緣位置而取得此數據，或利用相關的技術以匹配可能從角落位置所界定之區域116的灰階或二元影像。可能出現之其它特徵包括局部基準點113(若有出現)，或識別標記(文字、編碼等等)。可單獨利用此特徵或結合上述特徵。

熟悉機械視覺測量與圖案辨識之技藝者將瞭解，可使用許多種工具取得用於自動化教學方法之資訊。舉例而言，由Cognex所提供之AcuWin視覺軟體適用於執行各種內部“匹配”操作。本文稍早引述之WO0161275亦教授了三維系統中作為檢視用之各式自動化學習演算法。

在一項實施例中，於訓練操作期間，將一片晶圓在前置對位步驟之後裝入系統。演算法接著根據晶圓映像數據，決定作為訓練用之三個區域中的至少一個區域。通常於整個晶圓上複製區域資訊，故單一圖案可能用於整個晶

圓上。最好是在訓練之前以2D/3D校正程序校正系統，但可能不須要徹底地校正。參見第2a圖，可相對地定位晶圓11(對應第1a圖之3)與對位視覺系統14，以檢查區域。執行特徵檢驗演算法，最後針對晶粒(與背面標記)產生座標位置。最好亦利用採光或焦聚調整，自動地控制在影像特徵間的對比度，以提高性能。於機械視覺與非接觸式光學度量法方面，焦距及照明控制方法均為大家所熟知。最好在每個區域重複程序，以取得各種特徵之性能統計，可能因此為了標印後續的晶圓而加以分類並選擇。

第12a圖繪示了於標準晶圓之底面有一個凹口604(或如第12a圖中所示之平面)的前側視圖。為了在執行時間針對每片晶圓產生此轉變，最少必須選擇三個易於定位與橫跨大部分晶圓表面積的點。於本發明之至少一項實施例中，根據定性資訊所計算之位置係與點有關(例如，晶粒角落-上-左，上-右，下-左，或下-右-及晶粒行數與列數)。第12a圖繪示了可能使用之三個典型晶粒602、601、603。根據跟資訊計算每個點的預定位置，並可用以建構一個大體上對齊XYZ平台移動之“理論多邊形”。於執行時間，當每片晶圓座落於巢狀結構中時，於處理之前利用圖案辨識軟體，決定在晶圓上之該三點的真實座標。利用三點建構一個對齊晶圓上的晶粒圖案之真實多邊形。接著比較多邊形以取得二個座標系統間之轉換(例如，平移、旋轉或放大)。下表係於系統處理該型式之任何晶圓之前，針對任何已知部分型式的每個點所需形成之基本數據。

#	每個點所形成之輸出數據
1	於該點上相關晶粒的行與列數
2	使用之晶粒角落；左上，右上，左下，或右下
3	於教學點周圍區域之視覺模型
4	在“主”座標系統中的點座標

精密對位訓練程序之目的在於產生特殊部分型式之資訊。下表係於訓練開始之前，有關欲輸入系統之部分型式的較佳資訊。

#	每個部分型式之輸入數據
1	於晶圓上面之真正晶粒的行與列數
2	於晶圓上面之晶粒的X與Y間距
3	X與Y晶粒尺寸
4	晶圓尺寸

參看第12A-12D圖，為了產生每個點的輸出數據表中
5 所示資訊，最好在精密對位照相機視域之中心定位任何晶粒的任一部分。於晶圓上面之晶粒圖案115位置及晶粒圖案座標系統605的方位係與具有原點607之“主”座標系統有關，其乃對準XYZ平台之移動。

欲尋求之三項資訊：

- 10 a. 於晶粒圖案方形邊界606左邊之主系統中的一個點(x1, y1)座標610；
- b. 於晶粒圖案方形邊界頂邊之主系統中的一個點(x2, y2)座標611；以及
- c. 晶粒圖案座標系統605之旋轉係與主座標系統607有
15 關。

藉由此資訊，可決定主座標系統中晶粒圖案方形邊界的左上角606位置。接著晶粒圖案座標系統的原點為前者之向上die_pitch_y與向左die_pitch_x，如圖所示。藉由已知的晶粒圖案座標系統之位置與方向，可相對於晶圓上之任何

5 晶粒位置移動平台。

於決定沿晶粒圖案左邊及頂邊之兩個真正晶粒角落的位置，並利用在視域中定位任何晶粒位置之能力時，從該二角落朝每個方向尋找最後的晶粒(例如：上/下及左/右搜尋)。用於此算法之標靶晶粒為第12a、12b及1a圖中的602、

10 601、603。接著選取每個作為各晶粒四個角其中一角的點。為了確保每個角周圍面積之唯一性，必須選取晶粒602之左下角、601之左上角、以及603之右上角。

每個角周圍區域中必須形成一個視覺模型(包括至少一部分全部四個相鄰晶粒位置)。模型可能包括對應第12a

15 圖模型之各種特徵(例如，角落、邊緣等)。所有三個點之數據係針對部分型式後來的補償而儲存，以於執行時間處理該部分型式之所有晶圓。

可利用各種替代方式以練習半自動或自動化訓練演算法。舉例而言，於整個晶圓及最小方塊上可選擇額外之晶

20 粒以改善評估值。

雖然整個精密對位程序可能為半自動，但具有利用增加精密度之方式自動測量晶粒間距之演算法。舉例而言，程序首先可能利用晶圓移動工具將晶圓移至巢狀結構。使用者界面與顯示器容許操作者移動第11a圖之晶圓平台

- 18(或者一個具有固定晶圓之標印頭)，以定位靠近晶圓中心之晶粒。選擇如類似第12c圖中所示之圖案，其將用於對準程序。顯示晶圓部分的影像並辨識其特徵，例如晶粒的下方角落。可針對自動化辨識而評估作為“教學”之選取區，
- 5 並針對本發明之專利權人之前所提出的WH4100系統而依指示調整照明。可使用市售之圖案辨識軟體，例如Cognex AcuWin視覺軟體。

- 於至少一項實施例中，在設定至少第二與第三對齊位置或最少三個作為改變座標用之位置601、602、603前，測量晶粒間距。操作者可將平台定位並檢查晶圓，以確定合適之晶粒行數並進而確定晶粒角落，例如晶粒的左下角與左上角。接著可將平台(例如，相互影響)移至下個晶粒，並從所評估之朝第一方向的晶粒間距中辨識出角落位置。接著於正交方向重複程序。
- 10

- 15 估計值最好係利用一個程式加以改善，以利用沿著行與列將晶圓倒轉、辨識可用之晶粒、以及利用一個圖案辨識演算法找出晶粒特徵(例如，角落)而取得額外之數據。可取得每行或每列、或較大增量處之數據，其中可得到有用的數據。可估計並顯示平均間距與晶圓映像之關係。

- 20 於本發明之現有系統中，吾人認為“容易使用”與操作者介入最小為有用的改良。舉例而言，操作者輸入對於確認有效的晶粒列數是很重要的。在一項實施例中，操作者可確認所選取之晶粒角落是適用的，且位於“最上面的”列。

用於圖案匹配之額外位置係經過選擇、定位的平台，

且為一項確認正確圖案辨識軟體操作所進行之測試。

第3章—工件夾盤/定位器

對於根據第一側面數據標印第二側面之應用而言，必須能夾緊並支撐各種形狀之工件。同樣地，較佳之配置亦

5 可適用於一般“雙面”雷射處理或檢測作業。

通常，至少有一個工件定位器用於相對地定位工件，並裝配成支撐及定位各種特定尺寸之工件。該配置可容許雷射光束直接照射於整個較寬的工作區域之工件的第一及第二側面。而且，可避免由於安裝於夾具而造成工件損壞。

10 此外，所需之配置在無夾盤之移動下，可容許端效器驅動之機械手臂裝載工件。

在至少一項實施例中，使用了以邊緣夾住並集中各種直徑及厚度之空白及密集矽晶圓的方法及系統。此方法及系統亦可作其它之應用，例如在顯微機械加工程序中，雷

15 射光束須照射工件的兩側。

第7a-7d圖例示了定位器之四種視圖(分別為上、下、及側視圖7a-c，以及透視圖7d)。

“夾盤”系統包括一個或更多個定位器，其用於支撐不同尺寸之工件，並用於具有一個或更多個自由度的工件之
20 精密定位。夾盤系統係用機械連接至第2a圖的X-Y移動平台18或其它系統元件。參見第7c圖之側視圖，定位器包括一個水平線性驅動裝置之第一軸向驅動裝置55(如圖示之線性步進電動機)。應該瞭解的是，可利用各種方法完成驅動裝置：例如，1.類似氣缸的兩個位置、開放式迴路系統；

2.類似線性步進器或伺服電動機及導向裝置的多點、封閉式迴路系統。氣壓式驅動法可能是成本最低的替代方案，但定位的彈性卻較小。利用第一軸向驅動裝置，定位乃朝正確位置的第二垂直(或一般的)線性軸(經由各種方法而再度達成)，以支撐工件。位於軸之間的連桿52則作為連接裝置。第二、利用一般或垂直的驅動裝置54，定位於正確高度及方位之工件(例如，相對X-Y-Z座標系統之平面)，以對準焦距及透過標印、檢查、或其它雷射光束照射。連接至該第二軸向驅動裝置54(如圖示具有導螺桿及線性導軌58之旋轉式步進器57)係一支撐或“夾具”機構51。舉例而言，第7c圖之工件夾緊裝置乃具有夾臂59之旋轉式氣壓缸51。另外，該配置可能為真空及正向機械夾具(如旋轉式氣壓缸與支撐基座)之任一組合。支撐基座53可能選配真空通道、或具有真空及非夾緊裝置之基座，用以在定位及後續地照射或檢查時支撐工件。於第7c圖中繪示了無真空通道之工件支撐基座53。於第7d圖中之透視圖中例示了支撐基座的外形。

可建構如第8a-8d圖中繪示之工件定位器(例如，定位子系統)，其係利用兩個具有上述結構之定位器62、63支撐並調整矩形工件61。

用於支撐大部分工件之較佳方法在於透過封閉式迴路線性步進器或伺服電動機所驅動之具有三個定位器的夾具配置，但非限定亦非必要。第9a-9c圖例示了具有三個上述結構之定位器66、67、68的配置，以及一片典型之圓形工

件64，其可能為一片矽晶圓(例如，100、200、或300 mm直徑)。舉例而言，以端效器69移動晶圓，其為在半導體製程中所使用之機械手臂裝載工具的元素。

- 5 於電腦程式控制下操作時，經由調整支撐基座53及第一軸向驅動裝置之距離以配合工件的寬度，而裝載工件。且最好在最小高度下利用附加軸控制姿態。當利用與其它系統元件之組合時，通常具有最少五根調整軸(例如，X、Y、Z、旋轉、間距)。且可能為動態的調整，以及在雷射處理操作時或在空轉期間發生。

10 第4章—雷射參數及標記品質

吾人希望在指定區域(例如，特定的長、寬、及深度)內，於高速下形成較高對比度、機械可辨識標記。再者，必須符合工業規格，禁止對物件(例如，半導體元件)之功能或效能之損壞或其它不利的影響。

- 15 第10a圖例示了一項應用於各種高速工件77之標印用途的實施例。為了有效地使能量傳輸至工件內，可利用波長轉換機構72，將從具有1.064 μm 典型輸出波長之Q-switched Vanadate雷射71形成的脈衝變成較短波長。對於晶圓標印而言，倍頻結晶會產生波長大約532 nm之輸出。
- 20 一般聲光模組之光學開關73係由電腦控制，以容許脈衝依命令達到工件。可利用電腦協調固定於平台79上面之工件移動及X-Y電流計偏轉板75。讓渡給本發明專利權人之美國專利第5,998,759及6,300,590號敘述了將高速光學開關用於半導體記憶體修補時，有關“隨選脈衝”控制技術的各種不

同觀點。約0.3 μm 的光束定位精密度通常是由於完全移除半導體連接而完成。

最好從用以處理金屬基板之1064 nm波長的Neodymium Vanadate雷射形成雷射輸出。對於非金屬基板
5 (例如，矽或砷化鎵)而言，利用532 nm之第二諧波產生器72，將輸出兩倍頻率。

於實施本發明時，可利用各種替代方式控制脈衝能量，例如控制(振動)用於一系列脈衝的“隨選標印”之泵二極體功率。美國專利第5,854,805、5,812,569號說明了諸如用
10 於工件處理之方法。美國專利第6,339,604號中亦說明了雷射系統之脈衝控制的方法。泵、q-開關及光學開關控制之各式組合亦有益於控制能量輸出、改善可靠性等。

在用於標印的一個較佳實施例中，乃利用遠心透鏡76及光學子系統74控制光點大小及分佈，其最好在電腦控制
15 下，具有不同光點大小及焦點位置之光學特性。

於雷射標印之應用中，形成一組具有重複率(及對應時間脈衝間隔)、脈衝寬度及輸出能量之預定脈衝特性。

利用開關73或其它管制方法(可能為一個“觸發”或“一串”脈衝)控制之選定脈衝，於反射鏡75標印區內之第一預定標印位置上照射晶圓77表面。當工件大於標印區時(例如，亦說明第2a圖之“第二側面”範例)，平台79可能為一階及重複使用之平台。參見第10b圖，雷射脈衝穿透晶圓表面
20 (例如，矽)之深度範圍內，在標印位置上足以形成機械可辨識標記781。可利用限制穿透深度782及控制諸如最大能量

及脈衝寬度之脈衝特性，以免損壞晶圓。較大之穿透深度784會導致裂紋。於較佳系統中，一般矽基板之10 μm 最大深度上將可吸收532 nm的雷射能。該控制方式可避免基板內部之微裂紋783及其它有害的影響(例如，氣泡)。於許多

5 標印位置上重複照射步驟。

脈衝寬度最好在大約10至15奈秒範圍之內，以形成具有足夠對比度之標記。

投射於表面上之各脈衝能量最好在0.00023至0.00025焦耳的範圍(例如，230-250百萬分之一焦耳)內，以於矽晶

10 圓上面形成高品質標記。

最好使晶圓表面77上之標印速度提高成更快的直線速度，以及甚高的預定雷射脈衝頻率71。舉例而言，約15-30 KHz的重複率，例如25 KHz即可明顯地改善整個之前的晶圓標印系統，其使用接近紅外線與綠光波長。由於大約

15 30-35 μm 之較佳光點尺寸，大於150 mm/sec的直線標印速度可明顯地改善整個前述晶圓標印系統。於較佳雷射脈衝特性之系統中，必須使用大約350 mm/sec之速度。在較高的重複率下，由於之前效能所減少的固態雷射能，以及在表面上所見之光點距離，限制了標記品質。

20 可將雷射脈衝對準聚焦在一個光點直徑內，以在預計範圍內形成能量密度。藉由控制光點直徑及光學元件74，可進一步減少成對的機械可辨識標記之最小間距。此類配置最好在電腦控制下(例如第4及6圖所示)完成，其可包含一個“變焦”光束放大器74或其它可拆/可裝式光學元件。通常

必須調整光點尺寸，以控制標記線寬及對比度。大約30至35 μm 範圍內之光點直徑及約220至250 mm至工件之工件距離代表了典型之操作範圍。較小光點尺寸可形成比前述標印系統更高的標記密度之改善能力，並具有較高速率之脈衝特性。

為了形成機械可辨識標記781並與背景呈明顯對比，矽晶圓背面標印之標記結果顯示出其深度範圍須在大約3至4.5 μm 。對於較大之穿透深度而言，其結果則與預計正好相反。為了避免損壞，其結果亦提供了額外之邊界。

第14圖繪示了標記950之上視圖，以例示各種不同雷射參數之平均標印深度951的測量變化。下表之高度代表標記側面上除去熔化材料後之材料952。利用干涉儀系統測得之平均深度變化例示了各種標印速度下之雷射功率與重複率的典型效能。100%比率作為最大效能之預估值。所得數據如下：

雷射功率 (%最大比率)	重複率 (KHz)	標印速度 (mm/sec)	平均標印高度 (μm)	平均標印深度 (μm)
80	20	120	4.36	-4.75
80	20	200	4.53	-4.43
80	20	300	4.65	-5.61
100	10	120	3.58	-5.40
100	10	200	3.41	-4.33
100	10	300	3.64	-2.90
100	20	120	4.08	-9.91
100	20	200	3.58	-6.45
100	20	300	3.55	-4.53

標記之進一步分析表示在大約3-4.5 μm 範圍內有足夠的對比度供機械判讀用。增加標記深度到較大數目時，例如，9.91 μm ，會產生裂紋。

於10 KHz重複率及大約120 mm/sec標印速度下，可得到晶圓標印時之干涉儀掃描。在大約9 μm 或更大之深度下，由於結構變化而導致類似“難對付的”數據所例示之嚴重裂紋。掃描檢查亦會顯示大約4 μm 之最大深度的良好結果。

改變後的波長可能低於工件材料之吸收邊緣，但不需限制在532 nm。舉例而言，工件可能為矽晶圓或金屬。根據本發明，波長最好大體上小於用於標印之矽(1.12 μm)的吸收邊緣。

合適的雷射可包括市售大約6瓦IR輸出及3瓦綠光輸出的二極體激發(DPL)Nd:YAG雷射。另一項替代方案雖較昂貴，但具有大約10W IR及5W綠光輸出能量之10瓦(W)DPL。光學系統最好具有高效能光學元件，以使損失降至最小。

對於標印矽晶圓而言，以Vanadate雷射為佳，但對本發明之實作仍非必要。可利用其它設計之預定脈衝特性，提供所有符合之規格(例如，光束品質、穩定性)。舉例而言，可利用光纖放大系統(例如，主振盪功率放大器)，以在較高速率下形成短脈衝。包括光纖雷射之固態雷射雖然有較低的重複率，但有足夠能量可成為具有延遲線與光束混合器的“延展波”，以增加雷射系統之輸出重複率。

第5章—精密遠心透鏡

於精密雷射標印及其它類似材料加工應用中，例如嵌入式電阻修整，必須形成精密光點尺寸，以控制標記(或切痕)之寬度及對比，且同時維持整個較大三維區域之精密光點配置。舉例而言，300 mm晶圓之晶粒尺寸範圍可從大約一公釐至小於晶粒內定義之緻密的標印區。大約30 μm 之光點尺寸即可形成強烈對比標記，但是小於之前標印系統之焦距的深度大約四倍。對於較薄之晶圓而言，由於翹曲可能佔焦距深度相當大的比率，故考量三維光點尺寸/光點配置的問題相當重要。

於非遠心掃瞄雷射系統中，在工件平面上之光點配置誤差將隨著深度而變化，並可使系統之精密度明顯地降低。此z軸誤差可能為工件傾斜、散焦、下陷、翹曲或任何與完整標靶平面偏離之結果。對於掃瞄光束之非正規入射角而言，Z耦合近似於正規入射偏差角度乘以局部z誤差。最好利用遠心掃瞄透鏡，使標印雷射聚焦於視域上。利用雷射掃瞄區中所熟知的遠心掃瞄透鏡，維持光束至工件之近似正規入射角，藉使Z耦合和x及y合成位置誤差最小化。於整個區域內幾乎固定不變之角度可能亦具有其它優勢，例如具有反射雷射之同軸檢測。可利用多種已知的方法進行同軸檢測，以決定焦點位置，例如矯正散光檢測。

鑒於第一級掃瞄透鏡特性，置於透鏡前焦面上之掃瞄原點將形成遠心視野。實際上，對於偏離理想遠心之透鏡設計會有非線性誤差。熟悉掃瞄透鏡設計技術者應可瞭解

到，藉由改變各透鏡元件或增加額外元件至透鏡設計，可能校正這些誤差。

xy電流計掃瞄系統一般具有兩片掃瞄反射鏡，如第4圖中所示。反射鏡分開之距離足以避免物理干涉及光束阻塞。反射鏡之分離造成了每個軸具有不同的掃瞄原點，因此避免兩軸位於透鏡前焦面上。一般而言，焦面係位於中間位置。根據反射鏡位置及透鏡焦距，可形成取決於遠心誤差之附加區域。在典型之系統中，最差的區點上之誤差可能為1至2.5度。各種技術有助於校正遠心誤差，舉例而言，其全文在此列作參考之Goodman的美國專利第4685775號中所述。可利用一個光束轉發器改善校正。

由於區域相關之誤差，可選取一部分之區域以降低工件上面的誤差。舉例而言，使用較小中心部分之區域，並以改良之遠心將材料加工。有一片掃瞄反射鏡位於透鏡之前焦面附近，該反射鏡所瞄準區域之第一軸比距離前焦面較遠的第二反射鏡所瞄準之第二軸具有較佳的遠心。於此例中，沿第一軸選取具有較大尺寸之改良過遠心部分區域，而於第二軸中選取較小的尺寸，例如一塊矩形區域。亦可瞭解到，使用矩形區域之第一軸可能比正方形區域的邊更大。選定部分之區域可減少其它區域相關之誤差，例如xy電流計偏轉板之熱變化。舉例而言，可選取某個區域之象限，其部分係透過各電流計之偏移變化減緩增益變化，以減少光束定位誤差。

對於利用透鏡檢查之實施例，通常掃瞄透鏡須要反映

出標靶波長而非處理中的波長。於設計中利用色彩校正元件，以改善檢查效能。用於透鏡檢測之具有色彩校正的遠心掃描透鏡為眾所周知，例如市售之GSI Lumonics模型W672雷射修整器所使用的掃描透鏡。

- 5 如第13A圖中所示，用於大型晶圓之精密雷射標印及類似應用的較佳實施例包括了三片遠心掃描透鏡990。該透鏡在532 nm具有一個155 mm之有效焦距，且能夠在80 mm正方之掃描區上方形成30微米光點。路徑總長為大約360 mm。於未校正狀態下，分開的反射鏡遠心誤差接近2度。
- 10 第13b及13c繪示了兩正交掃描軸範圍內之遠心誤差991及992。於兩個範例中，誤差為非線性變化。對應+300 μm 之晶圓下陷深度範圍內，最差的光點位置誤差為大約+13 μm ，其稍小於一個光點直徑。

- 以三維決定系統效能之精密標印系統中，必須利用具
- 15 有三維校正之方法維持透鏡系統的光點位置精密度。在一項實施例中，利用工件定位器配置晶圓，而使最佳配合面(晶圓表層)垂直對準標印頭。接著相對第13a圖之遠心系統的最佳焦距位置測定位置。根據特徵位置及所儲存之校正數據支配光束定位器。

- 20 本發明之至少一項實施例可能包含一片比傳統非遠心掃描透鏡具有較佳遠心之精密掃描透鏡。於一範例中，工件上最大的入射角可能小於掃描透鏡入射光瞳上最大入射角的一半。於另一範例中，可限制工件之最大偏向角小於大約10度。該掃描透鏡的型式須為小型，且可能比大型遠

心掃瞄透鏡更簡單。因此可利用具有改良遠心之精密掃瞄透鏡，在增加標印精密度及工件高度變化及縮小透鏡尺寸、減小複雜度及成本方面取得折衷的設計。

第6章－具前端晶粒記錄之背面標記視覺檢測

- 5 於某些晶圓背面標印系統之早期版本中，利用紅外線光源“從背後照亮”晶圓，以檢查背面特徵。隨著迅速增加之高密度電路，未來將無法使用“背光”之方法。

- 於利用晶圓標印系統在晶圓背面上形成標記之實施例中，檢測特徵包括標記及晶粒之記錄顯示。在一項較佳實施例中，檢測特徵使用了兩部照相機，一部位於晶圓上方而另一部位於下方。第2a圖例示了沿中心線29記錄之精密對位視覺系統14的照相機13及標記檢測系統20。舉例而言，以手動調整系統裝置可達到影像符合需求之程度，其係匹配對應之前面與背面晶圓之間部分。接著可利用系統
- 10
- 15 校正以改善精密度。

- 於至少一項系統實施例中，該裝置將底部照相系統校正為頂端的照相系統。照相機最位於固定位置。其中一部或更部照相機乃具有手動調整之變焦鏡頭。在一項配置中，使透明面之校正標靶位於兩部照相機之間，利用兩部
- 20 照相機取得影像。重疊影像，並利用Cognex Inc.販售之圖案比對軟體，計算校正過的平移、角度及比例，而使底部的照相機影像對齊頂端的照相機。第17a圖例示了一個校正標靶，其影像必須隨著平移、放大及旋轉而變化。亦可使用市售之其它各種或定製標靶。以軟體自動決定移動、放

大及旋轉校正(包括座標軸轉換)。

於檢測作業期間，利用頂端的照相機取得晶圓上側之晶粒影像，並利用底部的照相機取得晶圓背面之標記影像。透過重疊兩影像之座標系統，就晶粒之分析結果決定

5 標記的精密度。

於檢測期間，應用該校正數據至標記影像。透過圖案比對或OCR軟體，得知標記相對於晶粒之位置。

須知該特徵非限定於上面與背面晶圓標印，而可用於任何兩個面或分開之區域。

10 標記之檢測可於線上或離線狀態下完成。檢測可包括晶粒之隨機樣本或達到100%檢測。在至少一項實施例中，操作者可設定一塊目標區900，其在如第17b圖所示及至少一部分之晶粒對應的背面影像之內。如第17c圖所示，操作者最好能調整901目標區，並從晶圓映像開始作任何需要之

15 調整或在晶粒間作較小調整。典型之標記可能佔晶粒面積之50-60%，但亦可能達到大約80%。

雖然已詳述完成本發明之最佳方式，熟悉本發明相關技術者將瞭解，於下列申請專利範圍所定義之用於執行本發明各種替代設計與實施例。

20 【圖式簡單說明】

第1a圖例示了具有物件之半導體晶圓的第一側面視圖，以及含有多個物件之視圖區；每個物件的雷射標印僅形成於晶圓的背面上面對應區中；

第1b圖繪示了第1a圖之物件的放大視圖；

第1c圖為在第1a圖所示範圍內四個物件的分解放大圖；

第1d圖例示了在各種物件上可能出現的兩種典型電路範例，例如一個球柵陣列與電路軌跡圖案；

5 第2a-2b圖繪示了本發明之標印系統的多種元件，其中第2a圖繪示了工件以及典型之光學與機構元件，而第2b圖繪示了一台系統控制器；

第2c圖係以範例(非等比例)說明有關非遠心對位與標印系統之射線圖，特別是根據前側之特徵於晶圓背面進行
10 標印；

第3a-3c圖為數個視圖，其中第3a圖繪示了具有標印區之第二(底)側面視圖，其與第1a圖之視圖範圍一致，且包括第1c圖之物件；第3b圖係以分割圖示之方式，為第二側面上指定區內所形成之標記圖例；而第3c圖繪示了已標印之
15 物件的放大圖；

第4圖繪示了電流計光束定位系統之範例，其可用於本發明之背面標印實施例中；

第5a圖係繪示了用於生產系統中之半導體晶圓雷射標印系統的某些子系統圖表；

20 第5b圖係例示了用於晶圓標印程序之典型操作時間高效率編排圖表；

第6a-6b圖繪示了兩台可交替式之光束定位器，其可單獨或組合用於雷射標印；

第7a-7d圖分別例示了用於本發明之實施例中工件定

位機構的上、下、側、及透視圖；

第8a-8d圖分別為上、下、側、及透視圖，其繪示了使用兩台用於支撐與定位矩形工件(達到且包含二個自由度)之第7圖的定位器；

- 5 第9a-9c圖分別為上、下、側、及透視圖，其繪示了使用三具用於支撐與定位如300 mm晶圓之圓形工件(達到且包含三個自由度)的定位器；

第10a圖繪示了用於一般晶圓標印之典型雷射與光學系統的圖表說明(例如圖示之上側標印器)；

- 10 第10b圖係比較以本發明之方法與系統所製作之標記，圖例說明隨著愈來愈大之雷射穿透深度有關標印品質的下降(例如裂紋之故)；

第11a-11d圖係關於具有各種校正標靶之第2a與2b圖之工件處理系統的二維與三維校正；

- 15 第11e-11j圖更例示了雷射標印系統內用於校正各類子系統之各種校正標靶的形狀；

第12a-12c圖例示了晶圓第一側面上之視域內可能定位的幾個特徵，舉例而言，利用特徵位置決定對側上面標印光束的位置；

- 20 第12d圖例示了用於顯示欲標印之晶圓座標與晶圓的儲存影像之關係的座標系統與典型的電路特徵；

第13a-13c圖例示了在(1)80 mm寬之區域上，以及(2)與極小的晶圓下陷及翹曲項目一致之深度範圍，用於具有小於大約一個光點直徑之偏差的精密晶圓標印系統的遠心

透鏡設計；

第14圖例示了在半導體晶圓上雷射標記之圖形特徵；

第15圖係以圖示說明了一套晶圓定位系統，其中首先將晶圓裝在水平位置，並移往垂直位置以進行對位、標印、

5 及檢測操作；

第16圖繪示了一台可支撐水平、垂直、及顛倒配置之晶圓的晶圓支持器；以及

第17a-17c圖繪示了一個校正標靶與從不同成像系統所取得之代表重疊的影像，以標記檢測與位置確認。

10 【圖式之主要元件代表符號表】

1...標印區	20...檢查模組、視覺檢測模組
2、3、11、33...工件、物件、晶圓	21...光源
4、34...電路	22...傾斜
5、8...墊料	24...範圍、雷射標印區
6...晶粒(物件)	25...微對位攝影範圍
7...軌線邊緣位置、導電電路	26...Z軸
13...照相機、感測器	27...控制器
14...子系統	28...Z軸平台
15...透鏡系統、遠心系統	29...中心線
17...夾盤	30...標印位置、指定區域
18...精密平台	33...背面
19...光束定位子系統、標印子系統、標印頭	35...對位標印
	36...機械可辨識標記
	40、41、42、43...折射系統

- | | |
|-----------------------------|------------------|
| 42、43、92...反射鏡 | 74...光學子系統、光學元件、 |
| 46...前置物鏡 | 光束放大器 |
| 47...後置物鏡 | 76...遠心透鏡 |
| 48...動態聚焦轉發器 | 77...高速工件、晶圓 |
| 49...光束放大組件 | 79...平台 |
| 51...支撐或“夾具”機構、旋轉 | 91...方格模板 |
| 式氣壓缸 | 93...雷射光束 |
| 52...連桿 | 94...照明光束 |
| 53...襯底 | 95...標記 |
| 54...驅動裝置 | 100...系統 |
| 55...軸向驅動裝置 | 101...機械手臂 |
| 57...旋轉式步進器 | 102...前置校準器 |
| 58...導螺桿與線性導軌 | 103...閱讀機 |
| 59...夾臂 | 104...精度平台 |
| 61...矩形工件 | 105...檢測平台 |
| 62、63...定位器 | 112...晶粒， |
| 64...圓形工件 | 113...基準點 |
| 66、67、68...定位器 | 114...晶粒之間的間隔 |
| 69...端效器 | 115...晶粒圖案佈局 |
| 71...Q-switched Vanadate雷射、 | 116...區域 |
| 雷射脈衝頻率 | 140...射線 |
| 72...波長轉換機構 | 141...標印光束 |
| 73...光學開關 | 142...對位照相機 |
| 75...偏轉板、反射鏡 | 144、148...平面 |

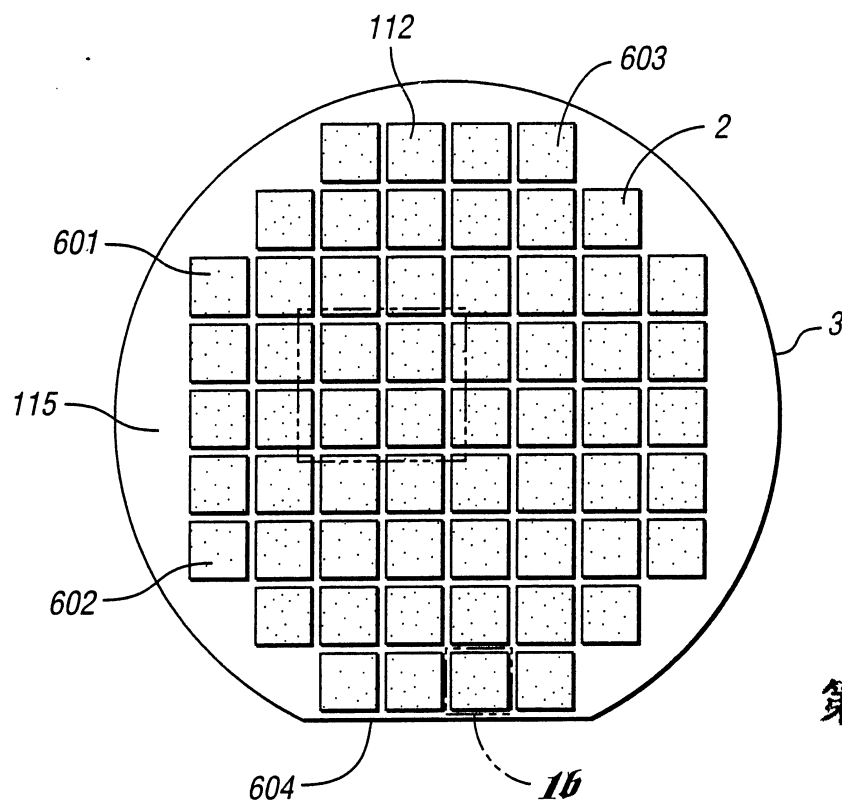
146...厚度	610...(x1、y1)的座標
147...標印頭	611...(x2、y2)的座標
149...光中心線	701...支持器
351...掃描透鏡、遠心系統、透鏡	703...鉸鏈
422...焦點位置	704、705...移動軸
501、502...照相機	781...機械可辨識標記
505...工具區	782...穿透深度
506...十字標線	783...微裂紋
510、511...標靶	784...穿透深度
520、522...十字標線	800...楔子
521...盤	900、901...目標區
601、602、603...標靶晶粒,	990...三片遠心掃描透鏡
604、702...凹口	991、992...遠心誤差
605...晶粒圖案座標系統	950...標記
606...方形邊界之晶粒圖案的 左上角	951...平均標印深度
607...主系統座標	952...材料
	1400...位置誤差

伍、中文發明摘要：

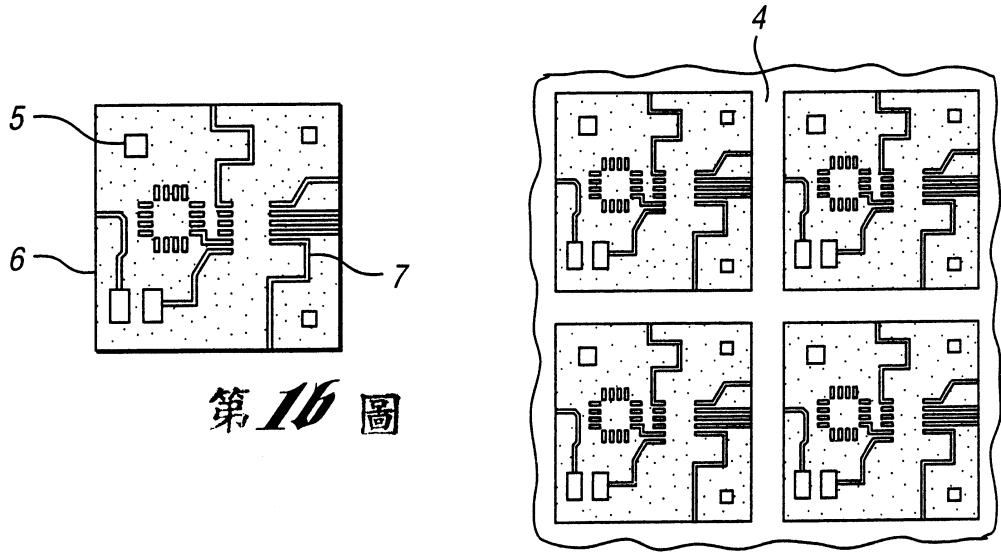
本發明提供了一套用以標印半導體晶圓之系統。該系統包括有：(a)一個用於相對晶圓定位雷射標印區之定位子系統，該定位係朝第一方向；(b)一個對位視覺子系統；(c)一個雷射標印器，其包括一束以雷射標印光束標印在標印區內之位置的雷射；(d)一個用於校正系統之中至少一個子程式的校正程式；以及(e)一個控制器。該標印區大體上小於晶圓，且晶圓標印器包括一片掃描透鏡，其係以光學方式維持大約在標印區中之可接受範圍內的晶圓上由光束所成形之光點，以避免產生晶圓下陷之不良標印變化或該區其它深度變化。

陸、英文發明摘要：

A system for semiconductor wafer marking is provided. The system includes: (a) a first positioning subsystem for positioning a laser marking field relative to a wafer, the positioning along a first direction; (b) an alignment vision subsystem; (c) a laser marker including a laser for marking a location within the marking field with a laser marking beam; (d) a calibration program for calibrating at least one subsystem of the system; and (e) a controller. The marking field is substantially smaller than the wafer, and the laser marker includes a scan lens for optically maintaining a spot formed by the beam on the wafer within an acceptable range about the location within the marking field so as to avoid undesirable mark variations associated with wafer sag or other variations in depth within the field.

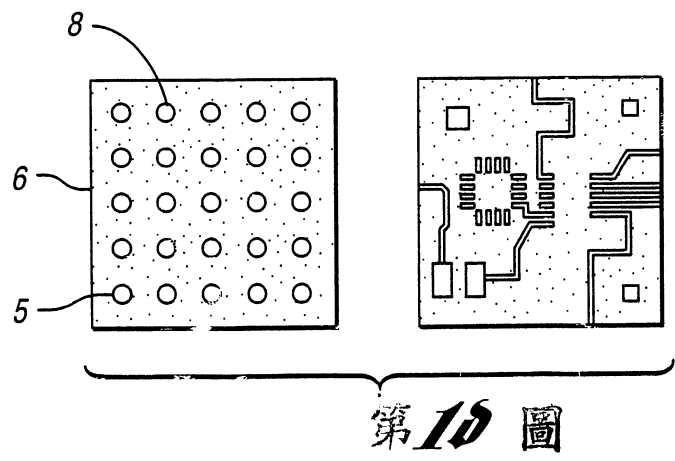


第 1a 圖

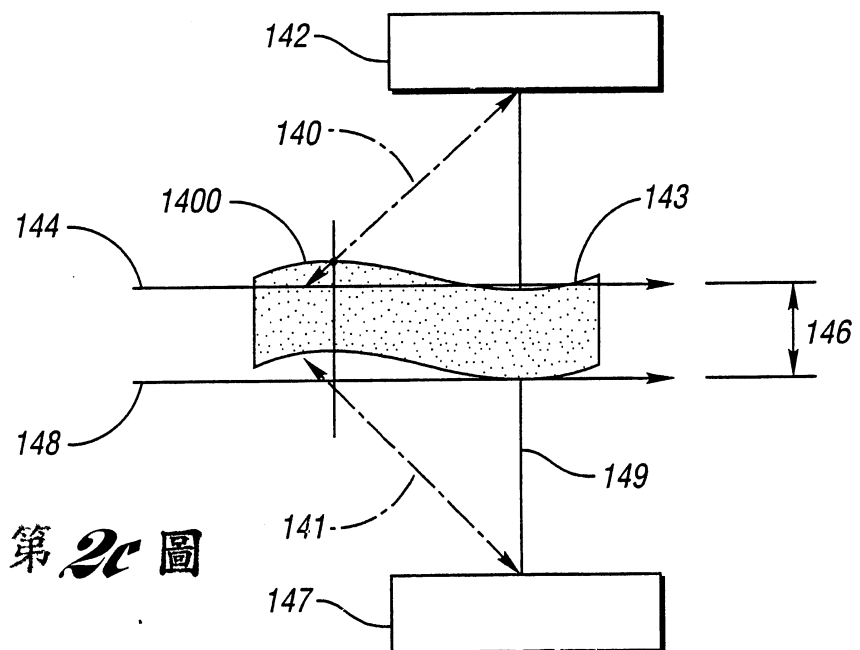
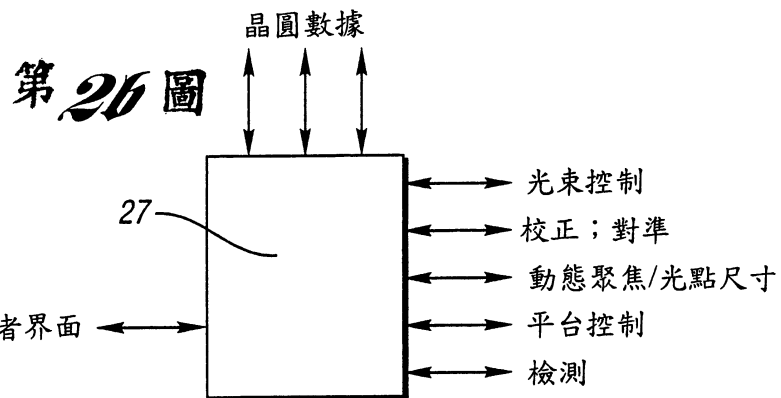


第 1b 圖

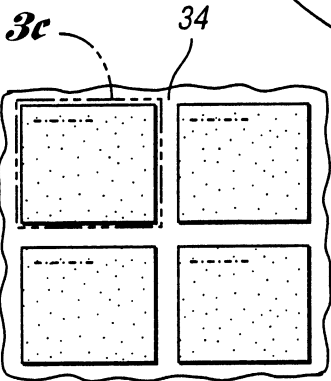
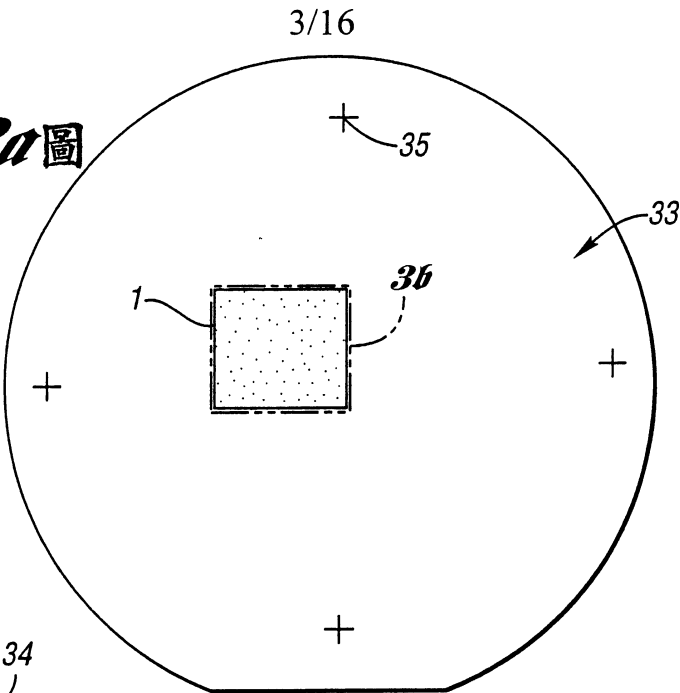
第 1c 圖



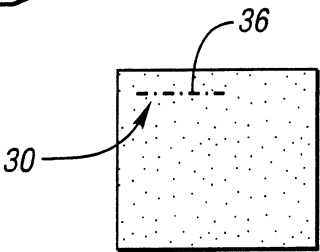
第 1d 圖



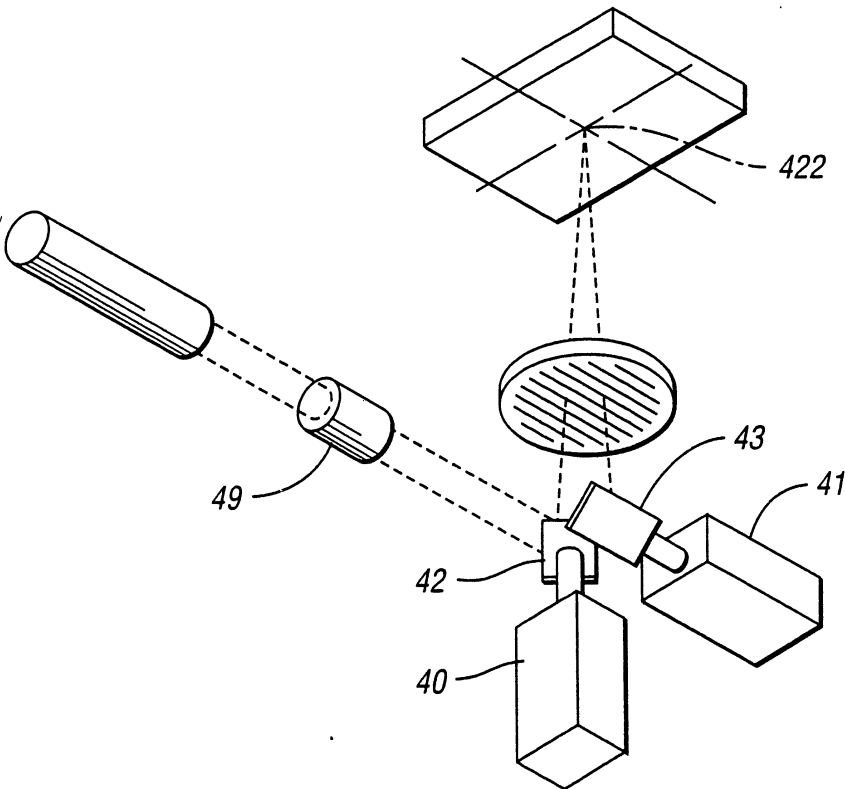
第 3a 圖



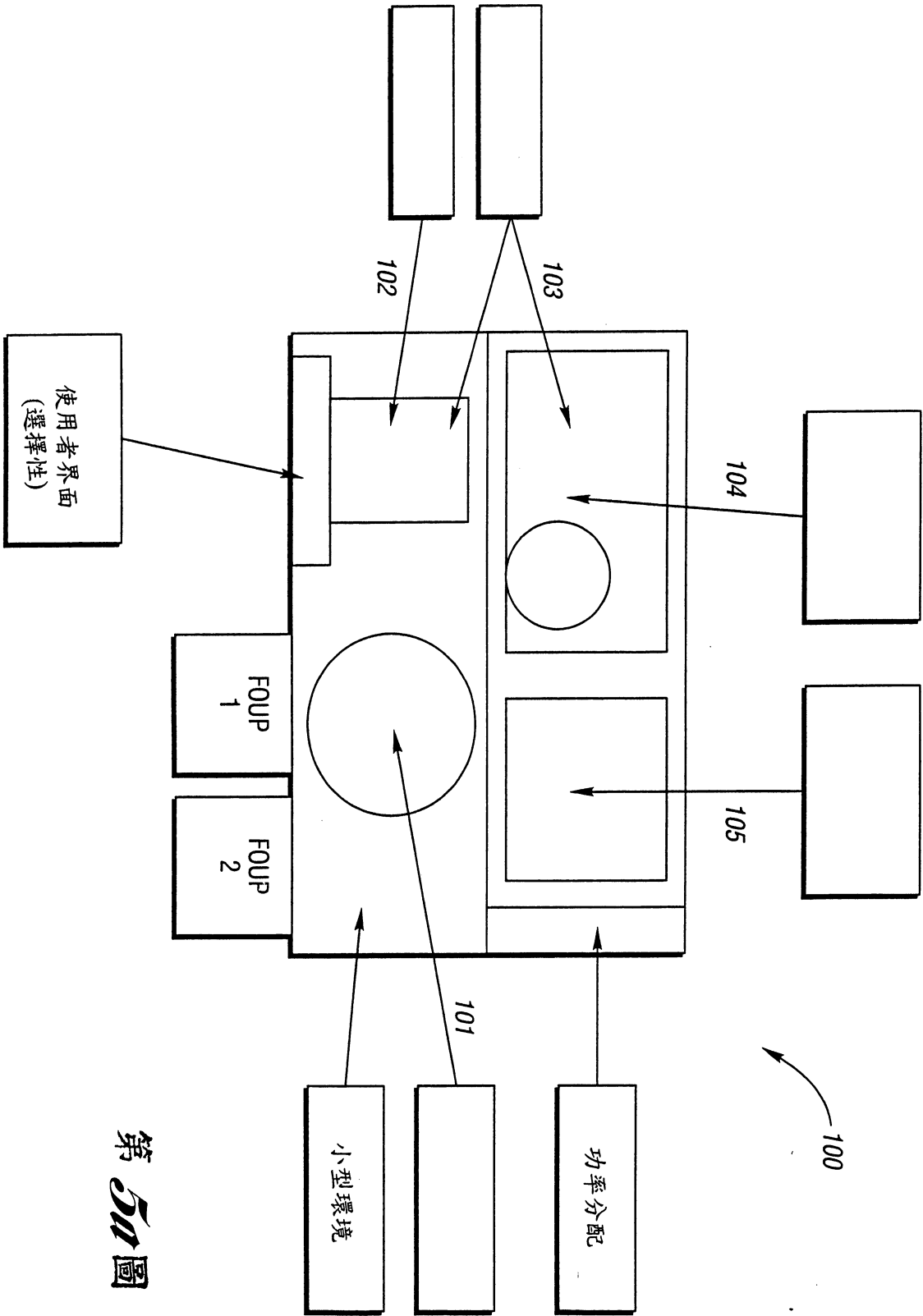
第 3b 圖



第 3c 圖



第 4 圖



第 5a 圖

第一晶圓

開啟FOUP
映射晶圓
晶圓移至前置校準器
前置校準
旋轉至OCR位置
讀取晶圓ID、解碼
建立標記檔案
晶圓移至XY平台
利用夾盤固定晶圓
關閉雷射門
精密調整
(3) XY方向移動
(3) 固定框架
影像處理
(16) 標印
XY焦距
焦距
標記
夾盤放開晶圓
晶圓移至FOUP

第二晶圓

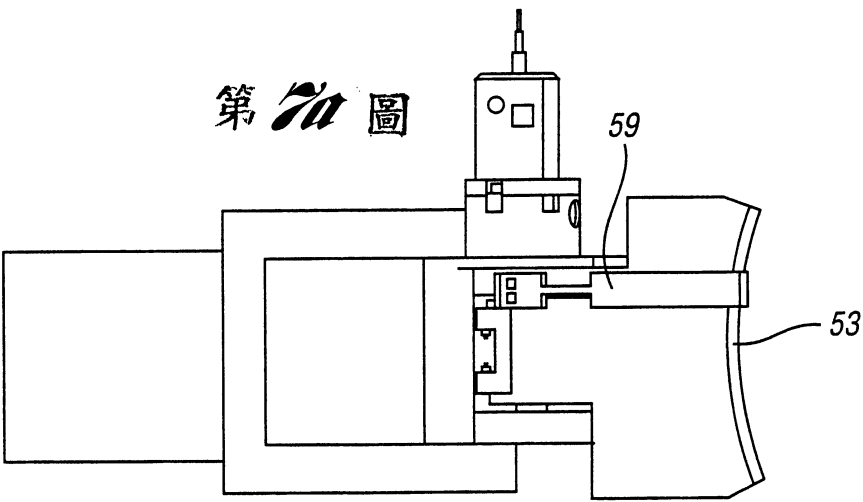
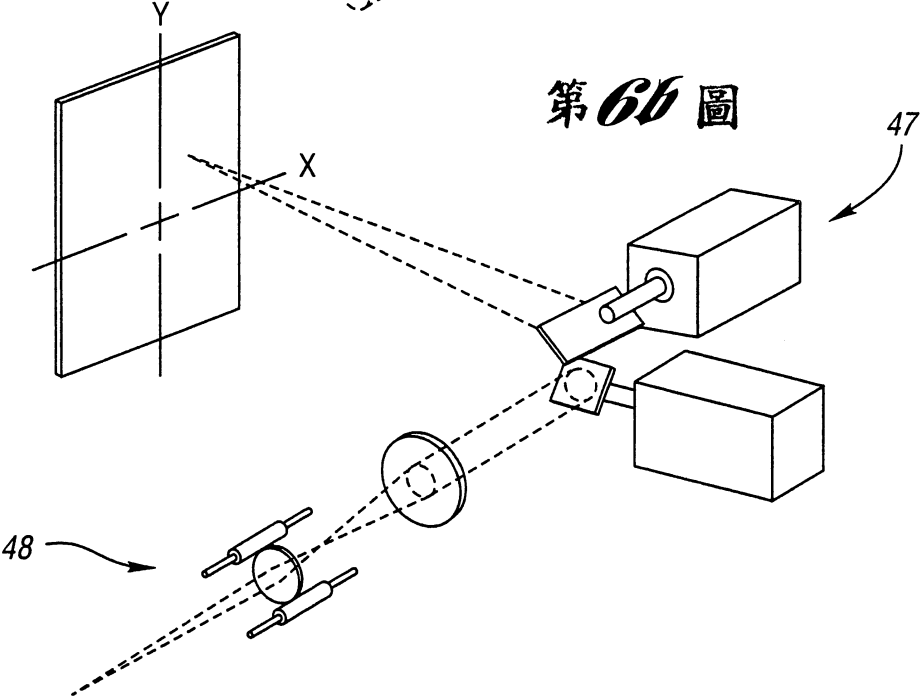
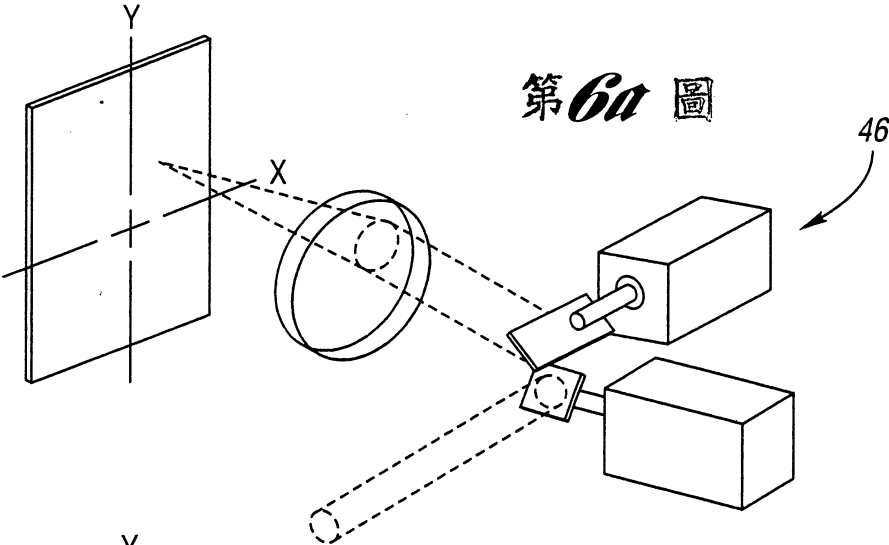
晶圓移至前置校準器
前置校準
旋轉至OCR位置
讀取晶圓ID、解碼
建立標記檔案
等候
晶圓移至XY平台
利用夾盤固定晶圓
關閉雷射門
精密調整
(3) XY方向移動
(3) 固定框架
影像處理
(16) 標印
XY焦距
焦距
標記
夾盤放開晶圓
晶圓移至FOUP

... 下一個晶圓 ..

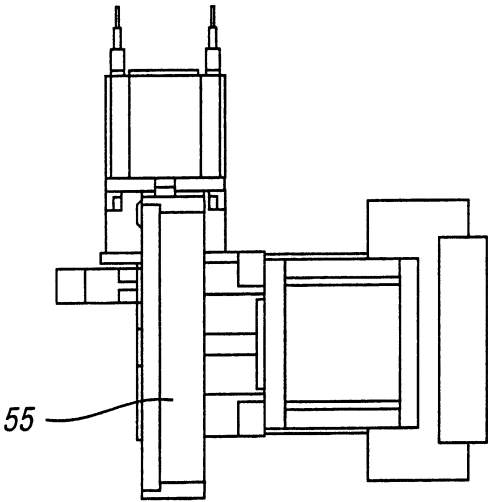
晶圓移至前置校準器
前置校準
旋轉至OCR位置
讀取晶圓ID、解碼
建立標記檔案
等候
晶圓移至XY平台
利用夾盤固定晶圓
關閉雷射門
精密調整
(3) XY方向移動
(3) 固定框架
影像處理
(16) 標印
XY焦距
焦距
標記
夾盤放開晶圓
晶圓移至FOUP

時間

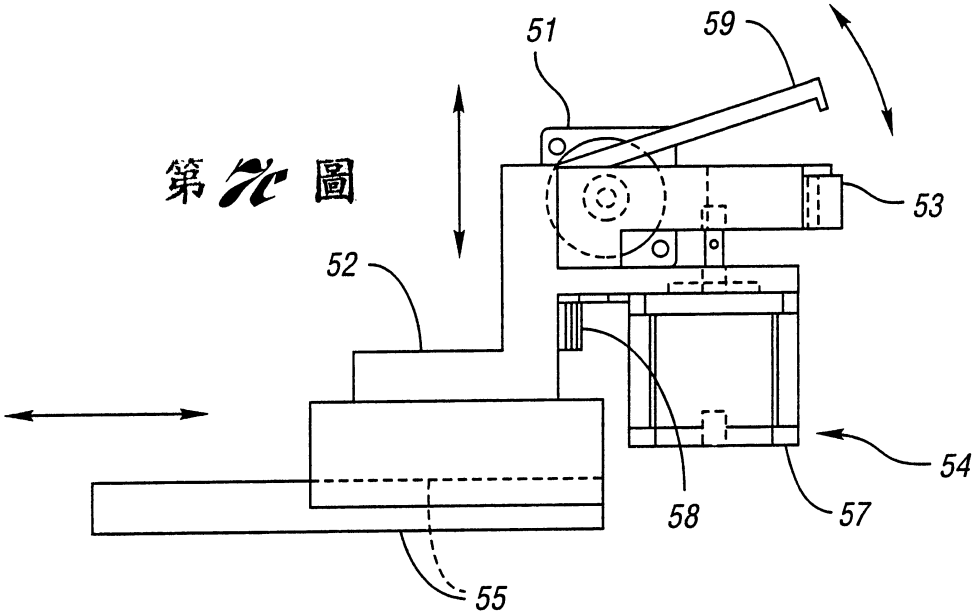
第 56 圖



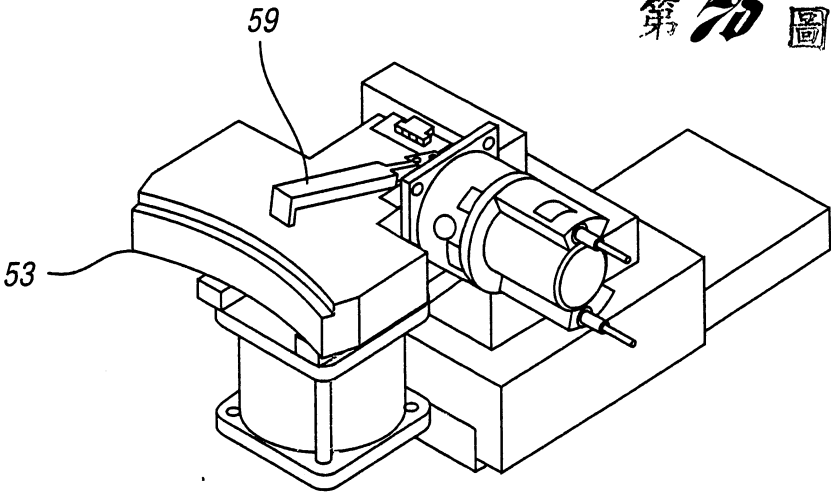
第 26 圖



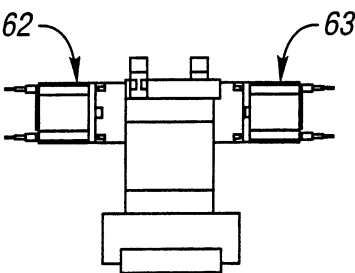
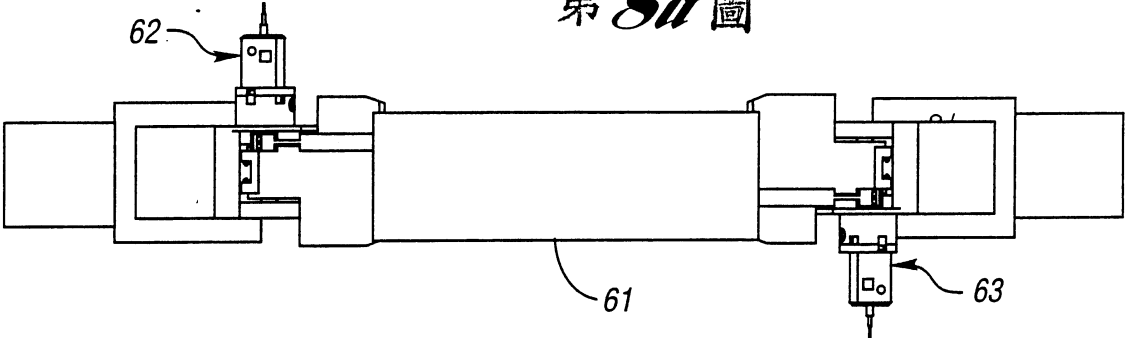
第 27 圖



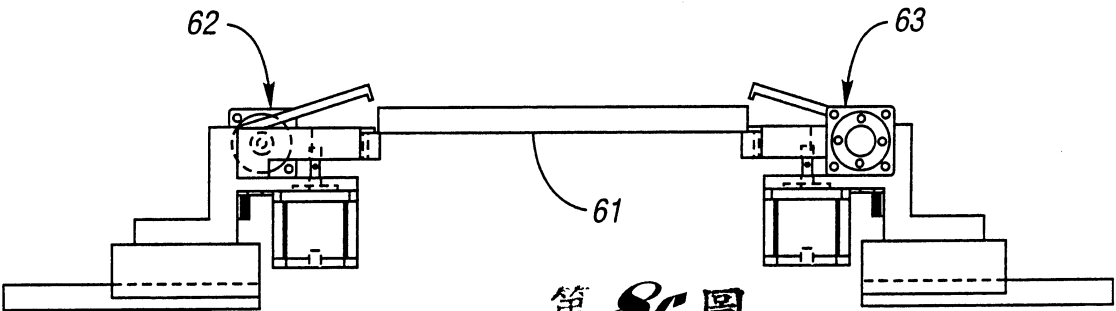
第 28 圖



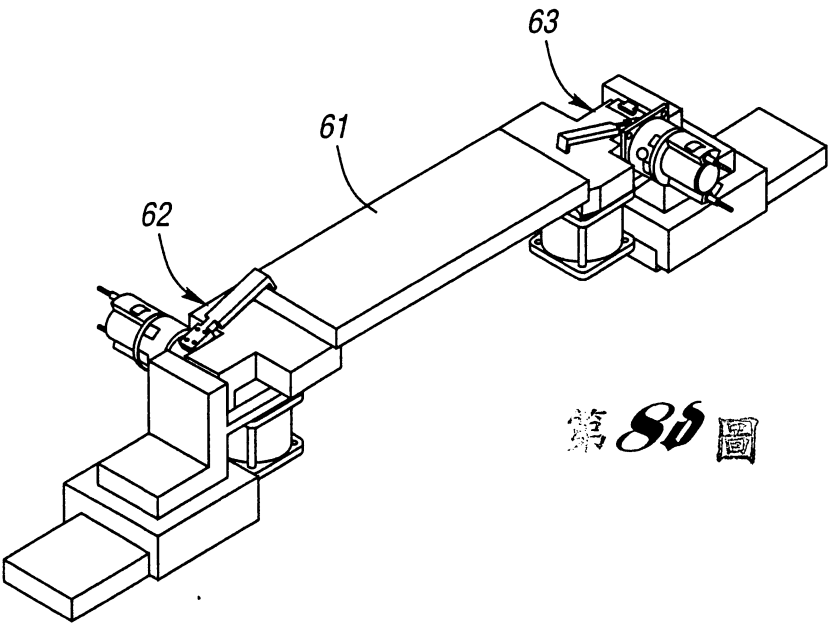
第 8a 圖



第 8b 圖

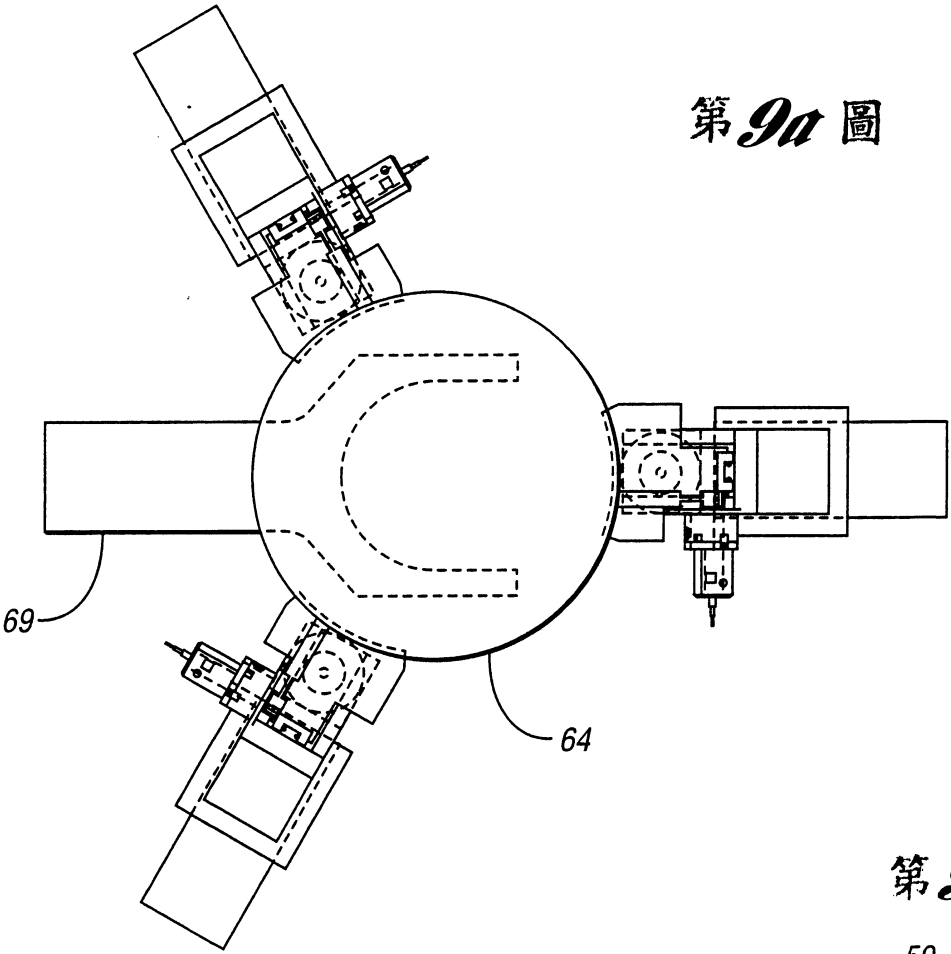


第 8c 圖

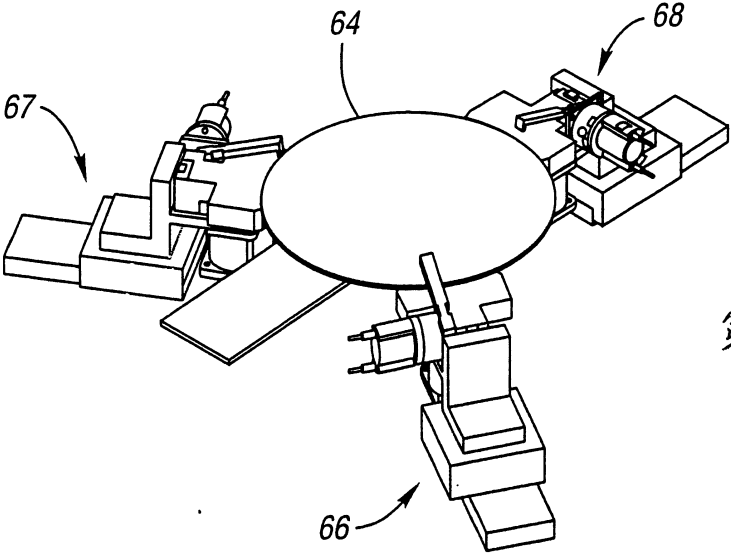
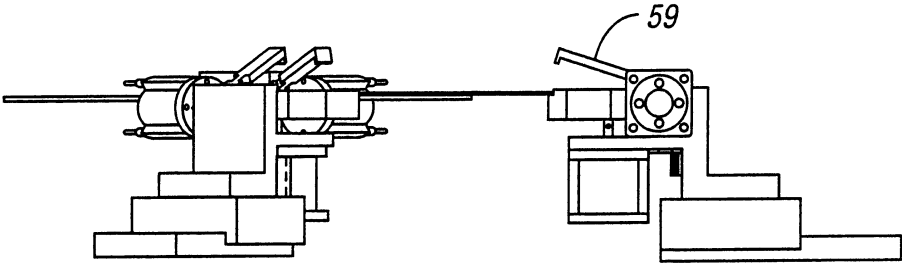


第 8d 圖

第 9a 圖

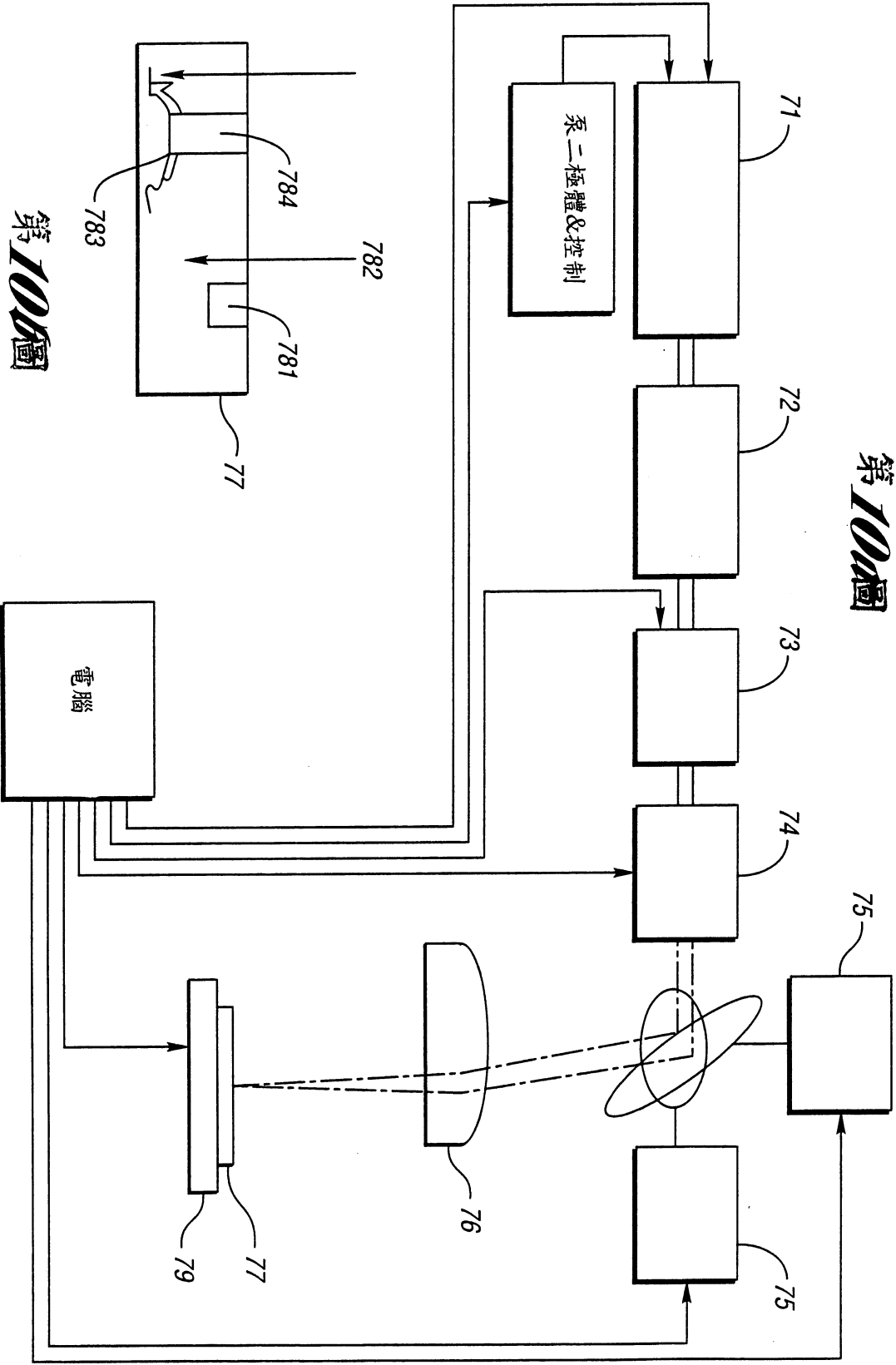


第 9b 圖

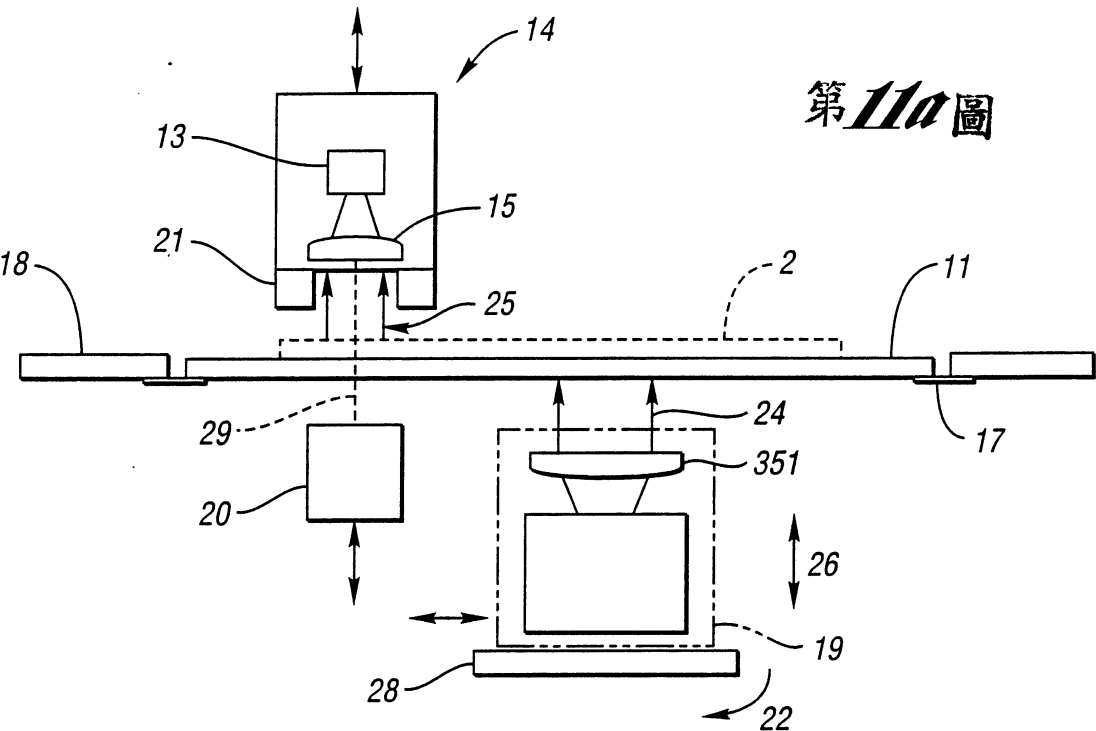


第 9c 圖

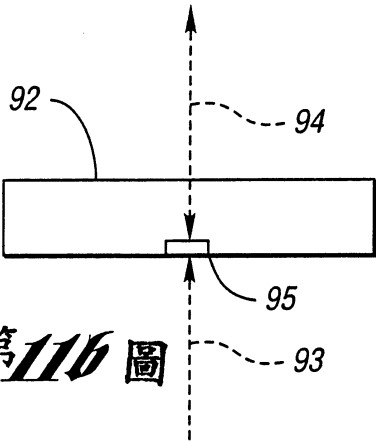
第10圖



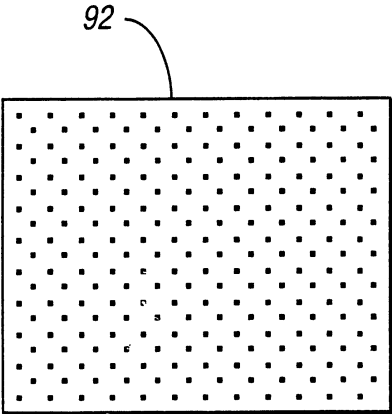
第10圖



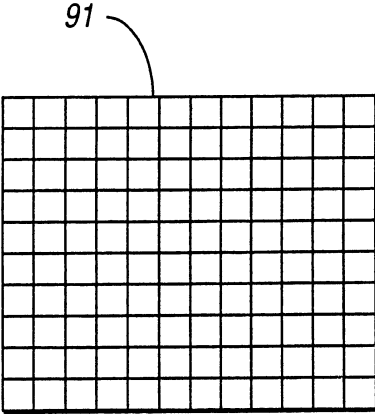
第11a圖



第11b圖

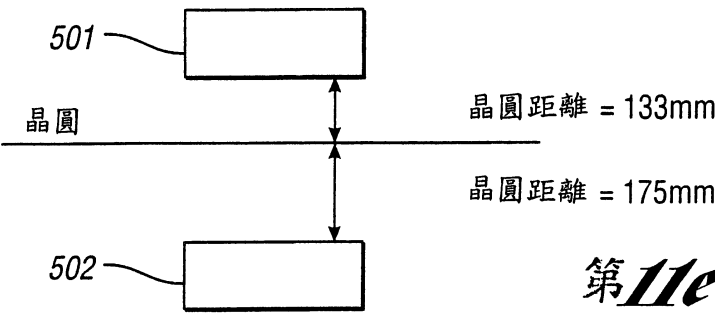


第11c圖

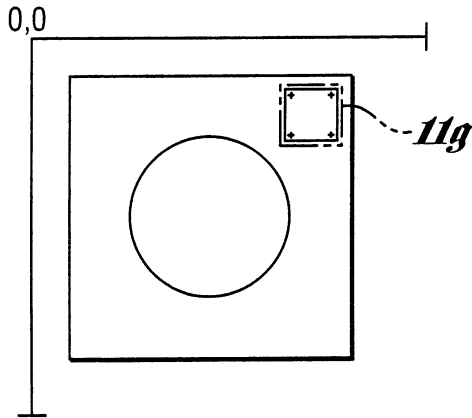


第11d圖

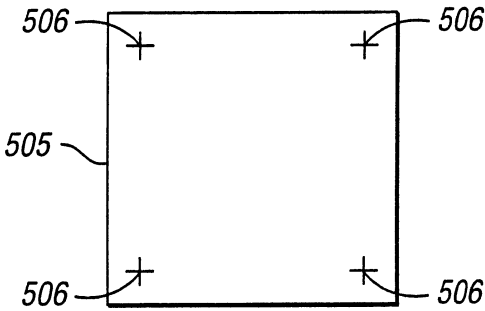
12/16



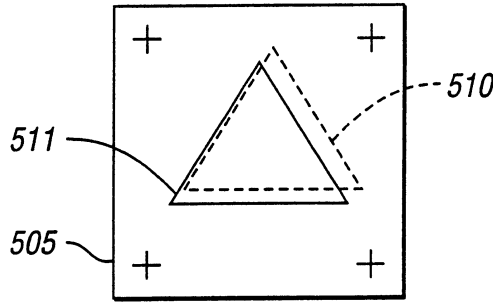
第11e圖



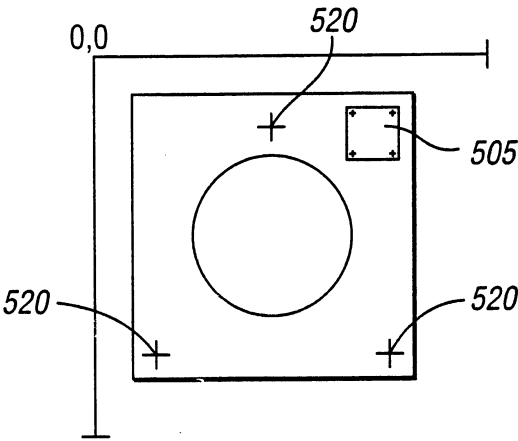
第11f圖



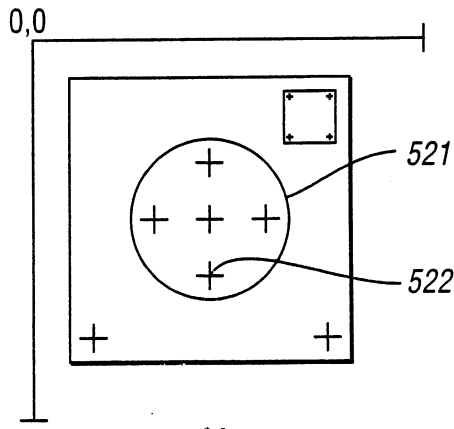
第11g圖



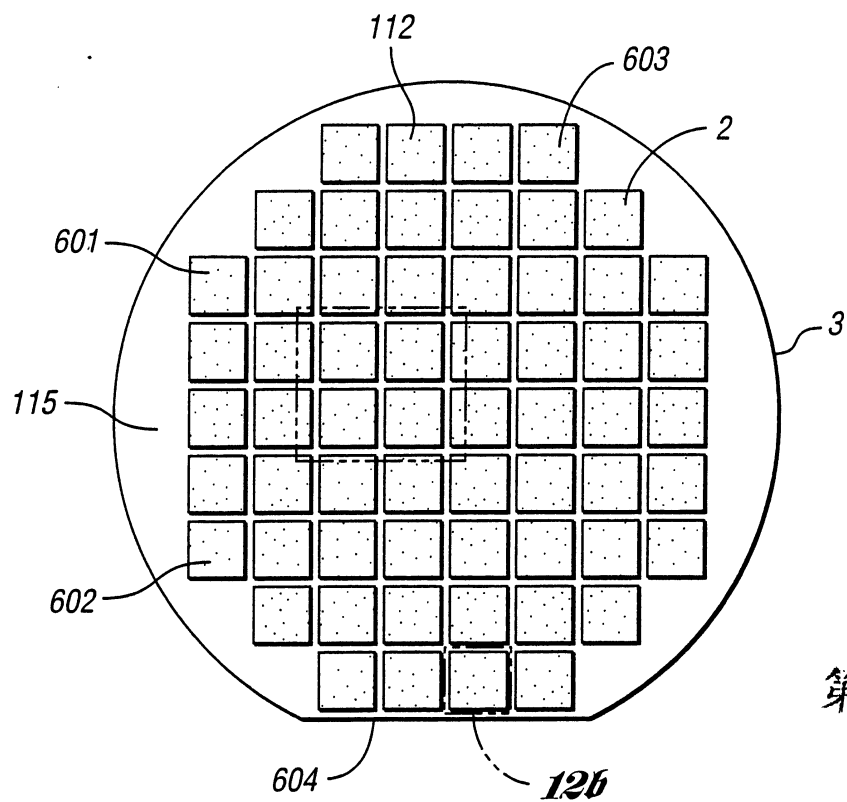
第11h圖



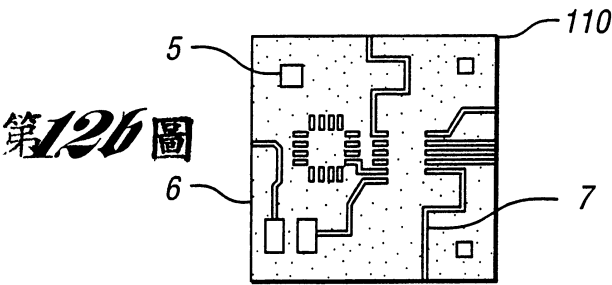
第11i圖



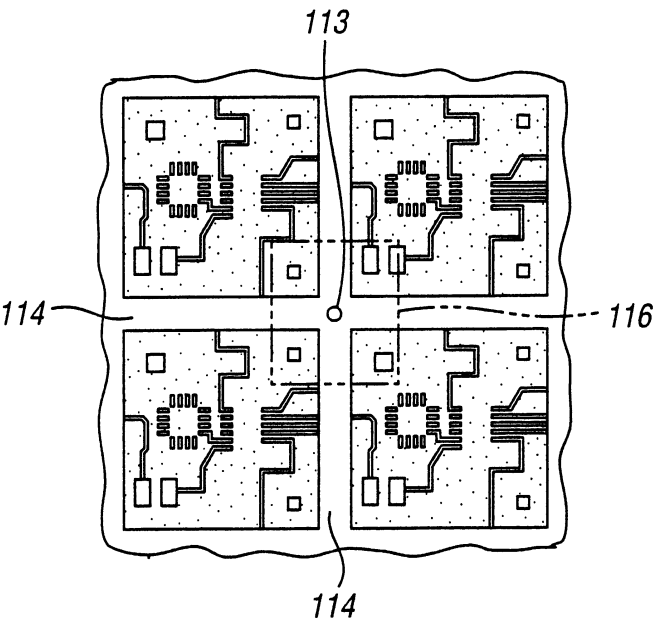
第11j圖



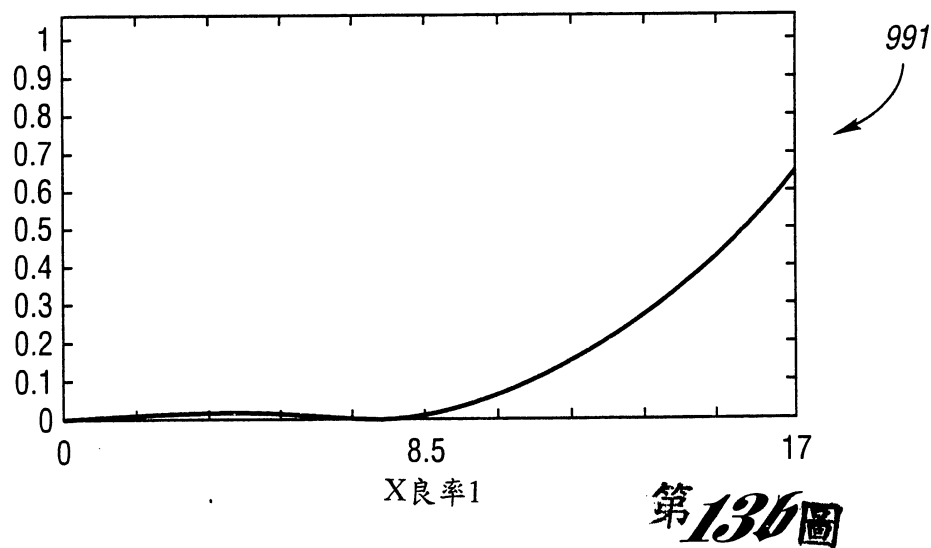
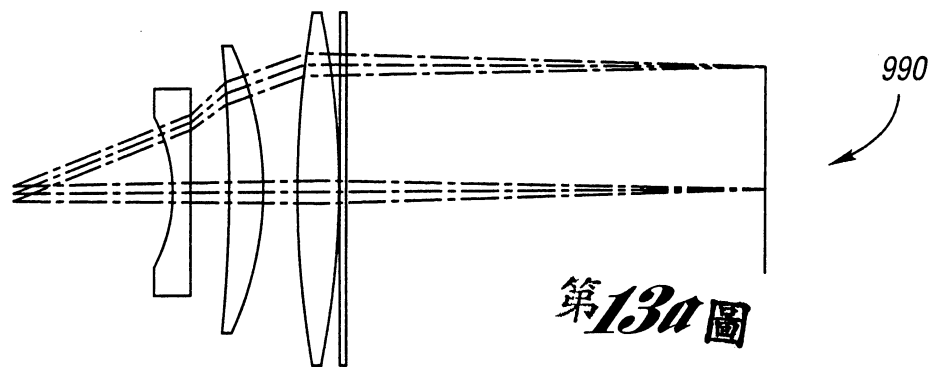
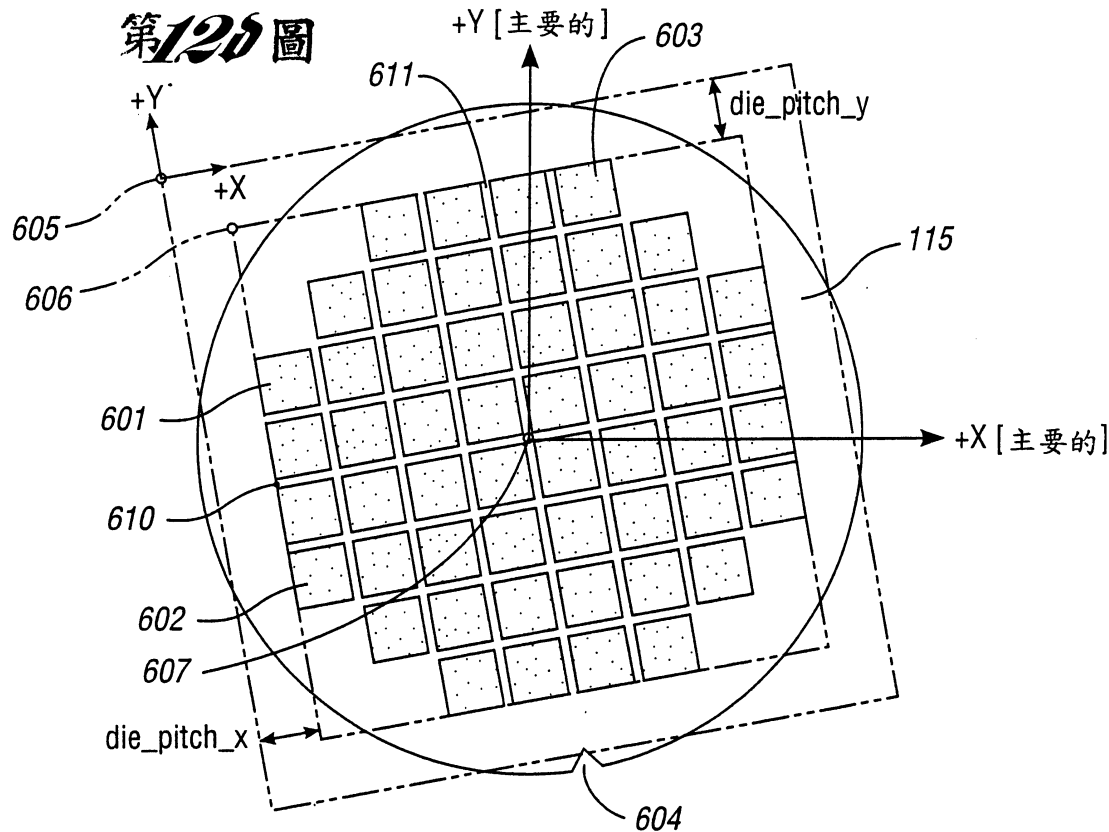
第12a圖

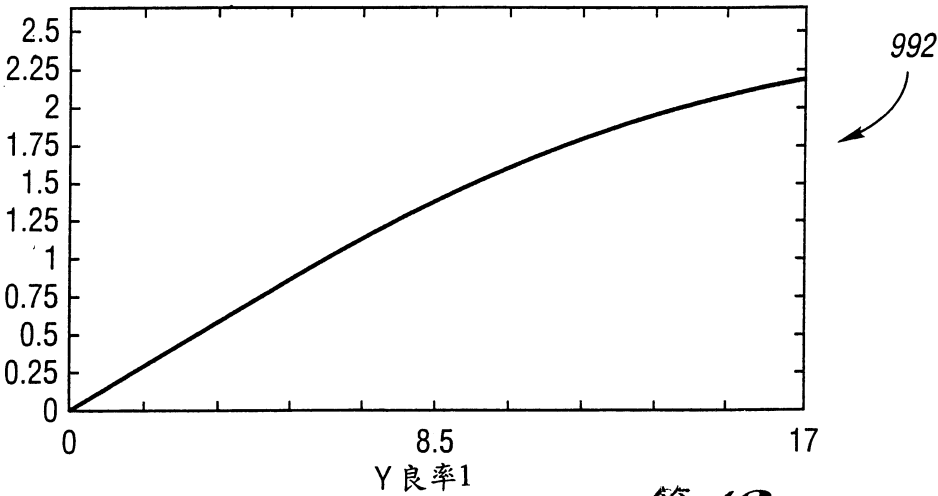


第12b圖

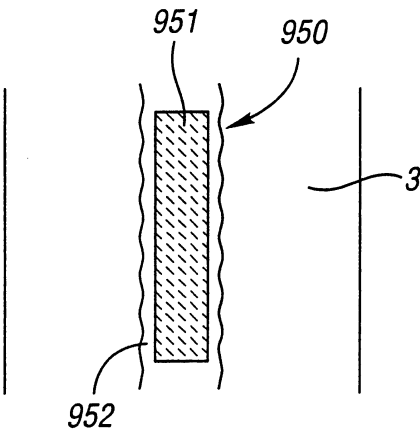


第12c圖

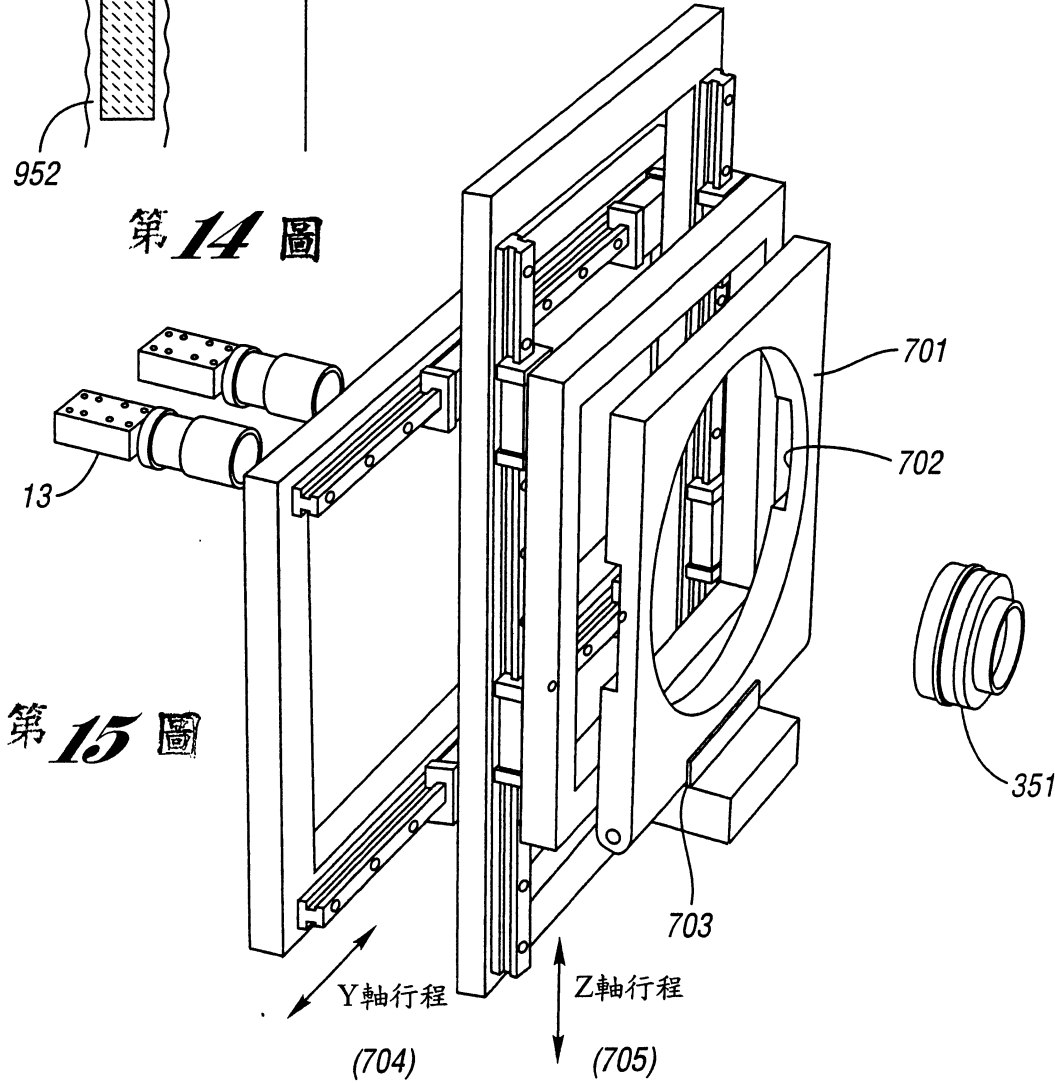




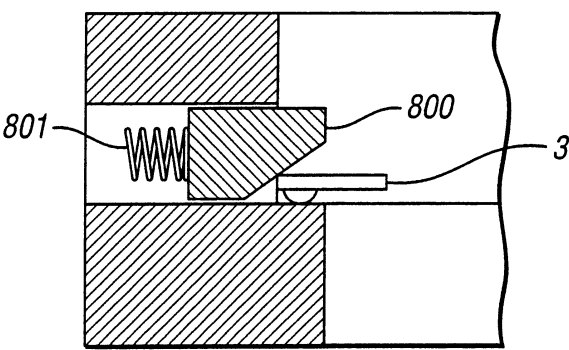
第13c圖



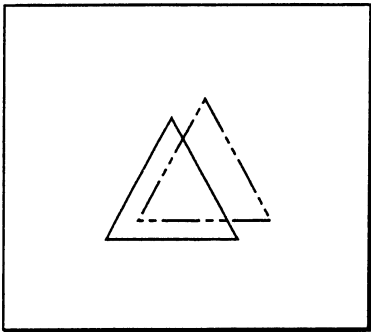
第14圖



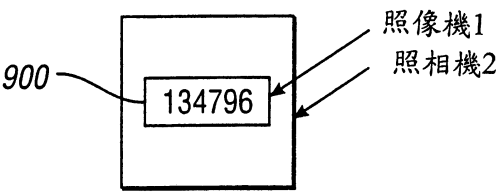
第15圖



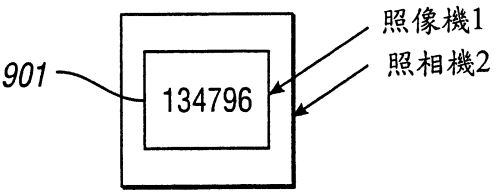
第16圖



第17a圖



第17b圖



第17c圖

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2a) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

2、11...工件、物件、晶圓	21...光源
13...照相機、感測器	22...傾斜
14...子系統	24...範圍、雷射標印區
15...透鏡系統、遠心系統	25...微對位攝影範圍
17...夾盤	26...Z軸
18...精密平台	28...Z軸平台
19...光束定位子系統、標印子系統、 標印頭	29...中心線
20...檢查模組、視覺檢測模組	351...掃描透鏡、遠心系統、透鏡

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



92.5.18

I290363

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：92113464

※ 申請日期：92.5.19

※IPC 分類：H01L 3/544

壹、發明名稱：(中文/英文)

用以標印一諸如半導體晶圓之工作件的方法及系統以及使用於此之雷射標印器

METHOD AND SYSTEM FOR MARKING A WORKPIECE SUCH AS A
SEMICONDUCTOR WAFER AND LASER MARKER FOR USE THEREIN

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) (簽章) ID :

美商·GSI 拉莫尼斯公司/GSI Lumonics Corporation

代表人：(中文/英文) (簽章) 派蘇伊 庫特/PELSUE, KURT

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國麻州比爾利卡市曼寧路 39 號/39 Manning Road, Billerica, MA 01821, USA

國籍：(中文/英文) 美國/USA

參、發明人：(共 11 人)

姓名：(中文/英文) ID :

1. 史帝芬 P. 卡希爾/Steven P. Cahill
2. 強納生 S. 伊爾曼/Jonathan S. Ehrmann
3. 小約翰 R. 吉爾里斯比/John R. Gillespie, Jr.
4. 李悅/You C. Li
5. 克里斯·那梅特斯/Chris Nemets
6. 萊納·史西拉姆/Rainer Schramm
7. 凱文 E. 蘇利文/Kevin E. Sullivan
8. 瓦特 J. 萊斯利/Walter J. Leslie
9. 麥克·沃基/Michael Woelki
10. 庫爾特·畢爾蘇/Kurt Pelsue
11. 麥克·普克梅爾/Michael Pukmel

拾、申請專利範圍：

1. 一種用於半導體晶圓標印之系統，其包括有：(a)一個用於相對晶圓定位雷射標印區之第一定位子系統，其係沿著第一方位定位；(b)一個對準視覺子系統；(c)一個包括用於以雷射標印光束標印在標印區內之位置的雷射之雷射標印器；(d)一組用於校正該系統中之至少一項子系統之校正程式；以及(e)一個控制器，其中該標印區實質上比該晶圓更小，且其中該雷射標印器含有包括一片掃瞄透鏡之裝置，該裝置光學地藉由該光束在晶圓上面之該標印區內的可接受範圍中保持一個光點，以避免形成於該區內之晶圓下陷或其它深度變化相關之不良標記變化。
5
2. 如申請專利範圍第1項之系統，其中光點配置精密度為整個該標印區上約一個光點直徑。
3. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該掃瞄透鏡為一組三件式透鏡。
15
4. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該對位視覺子系統亦包括一片實質上為遠心的成像透鏡。
5. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該雷射標印器包括一個用於利用電腦控制使雷射標印光束聚焦於晶圓上之移動式光學元件。
20
6. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該雷射標印器包括一個用於調整該光點大小之電腦操控式光束放大器。
7. 如申請專利範圍第1項之系統，其中在標印光束之焦點

位置上的光點尺寸為大約25-40微米之範圍內，且該標印區尺寸為大約75-100 mm之範圍內。

- 5 8. 如申請專利範圍第1項之系統，其更包括有一個用於相對雷射標印區實質上沿著垂直晶圓平面之方向自動化定位晶圓之第二定位子系統。
9. 如申請專利範圍第8項之系統，其中該第二定位子系統包括用於支撐預定尺寸的該等晶圓以及用於為該等晶圓之相對定位提供至少兩個自由度之裝置。
- 10 10. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該校正程式包括一套用於校正多個三維位置處之標印器的三維校正演算法。
11. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一定位子系統包括一X-Y平台，而該校正程式包括用於校正該對位視覺系統、該X-Y平台、及該雷射標印器之裝置。
- 15 12. 如申請專利範圍第1項之系統，其更包括有一個具有一部用於檢測標記之照相機的視覺檢測子系統，。
13. 如申請專利範圍第12項之系統，其中該檢測子系統包括一個用於相對於該照相機定位晶圓之檢測定位子系統，該檢測定位子系統與該第一定位子系統是分開的。
- 20 14. 如申請專利範圍第1項之系統，其更包括有一個用於顯示該晶圓第一側面影像之第一成像子系統，一個用於顯示該晶圓第二側面影像之第二成像子系統，且該等成像子系統被用於使第二側面上的標記影像與第一側面相應部分的影像重疊。

15. 如申請專利範圍第1項之系統，其更包括有一個校正標靶與一套演算法，其用於實質上使利用第一及第二成像子系統所取得之第一與第二標靶影像相配，而使重疊的標靶影像一致。
- 5 16. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該雷射為具有綠波輸出波長及小於約50 ns之脈衝寬度的雙頻Vanadate雷射。
17. 一種用於標印半導體晶圓之方法，其中標印區實質上比該晶圓更小，該方法包括有：
- 10 沿第一方向相對該晶圓定位雷射標印區；
- 在該標印區內光學地維持光點配置精密度，以避免於該區內形成晶圓下陷或其它深度變化相關之不良標記變化；以及
- 標印晶圓。
- 15 18. 如申請專利範圍第17項之方法，其中維持步驟為依據在標印器區域位置上光點配置精密度與軸向晶圓配置之間的預定關係，以及其中相對該標印區定位該晶圓位置之步驟為依據該關係，藉此改善該光點配置精密度。
19. 如申請專利範圍第17項之方法，其中維持步驟包括選取
- 20 部分標印區之步驟，以及其中相對該標印區定位該晶圓位置之步驟為把欲標印之晶圓位置置於該標印區的選取部分內，藉此改善該光點配置精密度。
20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中標印區的選取部分具有具較低的遠心誤差之較佳軸。

21. 如申請專利範圍第19項之方法，其中該標印區的選取部分為對齊該較佳軸之矩形區域。
22. 如申請專利範圍第19項之方法，其中該標印區的選取部分係一個具有較低熱漂移特性之象限的大部分。
- 5 23. 如申請專利範圍第17項之方法，其更包括沿著實質上垂直該晶圓平面之軸相對該晶圓自動定位標印光束，以使該標印光束入射於該晶圓上之標印位置，藉此該晶圓於該位置上被標印，儘管相對該標印光束的焦點之該晶圓深度有變化。
- 10 24. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該定位之步驟被重複用於多個位置。
25. 如申請專利範圍第23項之方法，其中該定位更包括相對地定位該晶圓與該標印光束的焦點位置。
26. 如申請專利範圍第23項之方法，其中沿著該第一方向及
15 沿著該軸的相對地定位步驟之中至少一項為依據晶圓下陷之預定估計值。
27. 如申請專利範圍第23項之方法，其中沿著該方向及沿著軸的相對定位步驟之中至少一項為依據具有深度感測器之晶圓位置的測量結果。
- 20 28. 如申請專利範圍第23項之方法，其中沿著該方向及沿著該軸的相對定位步驟之中至少一項為依據符合該晶圓的平面。
29. 如申請專利範圍第23項之方法，其中該晶圓被沿著該軸調動。

30. 如申請專利範圍第25項之方法，其中利用可移動的透鏡元件進行定位。
31. 如申請專利範圍第23項之方法，其中該相對定位步驟朝第一方向及沿著該軸的係同時進行。
- 5 32. 如申請專利範圍第17項之方法，其更包括校正一套用於執行該方法之系統。
33. 如申請專利範圍第24項之方法，其中在該標印區內部分的晶圓亦屬於多個位置的標印區之內。
34. 一種用於標印工件之雷射標印器，該標印器包括有一片
10 實質上遠心的掃瞄透鏡，其用於校準實質上比工件更小之標印區上的光點配置達到約一個光點直徑之內，以避免形成晶圓下陷或其它深度變化相關之不良標記變化。
35. 如申請專利範圍第34項之雷射標印器，其中利用瞳孔校準可進一步減少遠心誤差。
- 15 36. 如申請專利範圍第34項之雷射標印器，其中利用附加掃瞄透鏡元件可進一步減少遠心誤差。
37. 如申請專利範圍第34項之雷射標印器，其中該掃瞄透鏡為彩色校準遠心掃瞄透鏡。
38. 如申請專利範圍第34項之雷射標印器，其中該標印區係
20 一塊被選定以進一步改善光束定位精密度之被選定之子區域。
39. 如申請專利範圍第34項之標印器，其中該被選定之子區域為對齊該較佳軸的矩形區域。
40. 如申請專利範圍第34項之標印器，其中係檢測透過掃瞄

透鏡所收集之輻射以決定標記的特性。

41. 如申請專利範圍第1項之系統，其中對位視覺系統與雷射標印器之中至少一項包括了一個焦點或高度感測器。
42. 如申請專利範圍第34項之標印器，其中不良標記變化包括標記位置、標記線寬、以及隨深度之標記對比變化之中至少一種。
43. 如申請專利範圍第1項之系統，其中掃該瞄透鏡為一片遠心透鏡。
44. 一種雷射標印半導體晶圓之方法，其包括有：
- 產生一道脈衝雷射光束，該光束具有一條具一波長、脈衝寬度、重複率及能量之雷射脈衝；以及
- 以一個光點直徑之該脈衝雷射光束照射半導體晶圓以於該半導體晶圓上面形成一個機械可辨識標記，該標記具有一個標記深度，其中該脈衝寬度小於大約50 ns，且其中該照射步驟係在一個光點直徑內照射以形成一個實質上小於約10微米標記深度之標記，其中可避免對半導體晶圓表面下不良的損壞。
45. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該標記深度在大約3-4.5微米之範圍內。
46. 如申請專利範圍第44項之方法，其中入射在表面上之脈衝能量係於大約230-250微焦耳的範圍內，該脈衝寬度係在大約10-15奈秒的範圍內，且該重複率係在大約15-30 KHz之範圍內。
47. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該照射步驟係在多

個位置執行，且其中該光點直徑係在大約25-40微米之範圍內，而該標印速度至少為150 mm/sec。

48. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該照射步驟係在多個位置執行，且其中該光點直徑係在大約30-35微米的範圍內，而該標印速度至少為150 mm/sec。

49. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該光點直徑係在大約25-40微米之範圍內，且標印區尺寸係在大約75-100 mm之範圍內。

50. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該半導體晶圓包括一片矽晶圓，且其中該形成步驟係利用具有綠光輸出波長之雙頻Nd:YVO₄雷射來執行。

51. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該雷射重複率至少為10 KHz。

52. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該雷射重複率至少為15 KHz。

53. 如申請專利範圍第44項之方法，其中該表面下不良的損壞包括產生微裂紋。

54. 一種雷射標印半導體晶圓之系統，包括：

一脈衝雷射子系統，其包含一用於產生一脈衝雷射光束之雷射，該光束具有一條具一波長、脈衝寬度、重複率及能量之雷射脈衝；

用於照射之裝置，其在一個光點直徑上以該脈衝雷射光束照射半導體晶圓以於該半導體晶圓上面形成一個機械可辨識標記，該可辨識標記具有一個標記深度，

其中該脈衝寬度小於大約50 ns，且其中該用於照射之裝置在一個光點直徑上照射，而形成一個實質上小於約10微米標記深度之標記，其中可避免對半導體晶圓表面下不良的損壞。

5

55. 如申請專利範圍第54項之系統，其中該雷射為一具有綠光輸出波長之Nd:YVO₄雙頻雷射。

56. 一種半導體元件，其具有一藉由如申請專利範圍第44項之方法所製成之大約3-4.5微米深度之機械可辨識標記。

10

57. 一種用以標印半導體晶圓之精密雷射法，該晶圓所包括之物件可包含晶粒、晶片尺寸型封裝件、電路圖案等物件，該標印係於晶圓標印系統中以及在相對物件位置之指定區內進行，該方法包括有：

15 利用(a)界定物件位置之資訊以及(b)至少一個物件之至少一部分的視覺模型，決定至少一個可從中取得參考數據之位置；

 利用來自第一感測器之至少一個訊號取得參考數據，以找出於該晶圓第一側面上之特徵；

20 相對該晶圓定位一標印區，以在該晶圓第二側面的一個標印位置上定位雷射光束，該定位係取決於該特徵之位置；以及

 利用雷射標印輸出光束，於該晶圓第二側面上標印預定圖案，其中該決定步驟包括有：測量從第一晶圓部

分中取得之影像中至少一項特徵；顯示出所測量之特徵與晶圓映像的關係；以及當標印實質上與該第一晶圓相同之晶圓時，儲存數據供之後使用，且其中該等測量、顯示關係、以及儲存步驟係自動地進行。

- 5 58. 如申請專利範圍第57項之方法，其中該測量步驟包括測量多個物件之平均間距以及顯示出該平均間距與晶圓映像之關係。
59. 如申請專利範圍第57項之方法，其中該等物件包括晶粒之行列圖案，且其中該決定步驟更包括有：找出該行列
- 10 圖案的一對正交邊緣；由邊緣組成外框；由該外框界定一個晶粒圖案座標系統。
60. 如申請專利範圍第59項之方法，其中該晶圓之相對定位係於實質上與至少一個定位器之移動對齊的一個主座標系統中執行，該方法更包括轉換座標以使該主座標系
- 15 統和該晶粒圖案座標系統產生關聯。
61. 如申請專利範圍第57項之方法，其中該決定步驟更包括有：利用晶圓映像取得一個座標，以提供界定物件位置之資訊；以及在第一晶圓上面呈現至少一部份物件的影像，以產生該視覺模型。
- 20 62. 一種用以檢測位在晶圓之一側之機械可辨識標記的方法，其不需從晶圓另一側且經由該晶圓傳遞輻射能，該晶圓所含物件可包括晶粒、晶片尺型寸封裝件、電路圖案等，該標印係於晶圓標印系統中且在相對物件位置的一個指定區內進行，該物件於第一側面上具有一個圖

案，該方法包括有：

呈現該晶圓第一側面之影像；

呈現該晶圓第二側面之影像；

5 於一部分之第一側面影像與一部分之第二側面影像之間建立一致性；以及

重疊來自該第一與第二側面之影像數據，以至少決定相對於物件之標記的位置。

63. 如申請專利範圍第62項之方法，其更包括將由第一與第二側面所得之影像進行實質配對，以使重疊之影像部分
10 一致，其中該匹配步驟實質上係利用一個校正標靶及一套配對演算法執行。

64. 如申請專利範圍第63項之方法，其更包括有利用使用者界面提供輸入，以造成該標靶區被界定在至少部分的物件影像之內。

15 65. 如申請專利範圍第64項之方法，其中該標靶區係操作者可調整的。

66. 如申請專利範圍第63項之方法，其中係該重疊數據被用於決定標記相對於該物件的位置。

67. 如申請專利範圍第63項之方法，其更包括提供一個具有
20 與標印用之定位子系統分開的晶圓定位子系統之檢測站。

68. 一種用以標印半導體晶圓之精密雷射系統，該晶圓所包含物件可包括晶粒、晶片尺寸型封裝件、電路圖案等，該標印係於晶圓標印系統中且在相對物件位置的一個

指定區內進行，該系統包括有：

利用(a)界定物件位置之資訊以及(b)至少一個物件之至少一部份的視覺模型，決定至少一個可從中取得參考數據之位置的裝置；

- 5 利用來自第一感測器之至少一個訊號取得參考數據，以找出晶圓第一側面上之特徵的裝置；

用於相對該晶圓定位標印區之裝置，以在該晶圓第二側面的一個標印位置上面定位雷射光束，該定位係取決於特徵之位置；以及

- 10 利用雷射標印輸出光束，於該晶圓之第二側面上標印一預定圖案的裝置，該用於決定之裝置可測量自第一晶圓部分所取得影像中之至少一項特徵，顯示出所測量之特徵與晶圓映像的關係，以及當標印實質上與該第一晶圓相同之晶圓時，儲存數據供之後使用，且其中測量、顯示關係及儲存程序係藉由該決定裝置自動地執行。
- 15

69. 一種用以檢測位在晶圓之一側之機械可辨識標記的系統，其不需從該晶圓另一側經由該晶圓傳遞輻射能，該晶圓所含物件可包括晶粒、晶片尺型寸封裝件、電路圖案等，該標印係於晶圓標印系統中且在相對物件位置的一個指定區內進行，該等物件於第一側面上具有一個圖案，該系統包括有：
- 20

用於呈現該晶圓第一側面以取得一影像的裝置；

用於呈現該晶圓第二側面上之標記以取得一影像

的裝置；

用於於一部分之第一側面影像與一部分之第二側面影像之間建立一致性的裝置；以及

用於重疊來自第一與第二側面之影像數據以決定至少一部份相對於物件之標記的裝置。

5

70. 如申請專利範圍第69項之系統，其中用於成像之裝置中至少有一個包含了一片變焦透鏡。

71. 如申請專利範圍第69項之系統，其中用於建立一致性之裝置包含一個校正標靶及一套演算法。

10

72. 一種利用預定圖案特徵而以光束定位控制之雷射標印方法，其係在一個利用雷射標印光束供將諸如半導體晶圓或類似基板之基板進行雷射標印的以雷射為主之系統中，該等基板具有一個配置成若干行及若干列物件的重複圖案，每個物件具有一個可以成像子系統偵測之特徵，該系統具有一個雷射標印頭，該成像子系統用於成像及測量，一個用於至少相對成像子系統而定位基板之具一平台之移動子系統，並有一個至少連接該成像子系統及該移動子系統之使用者界面，其中雷射標記置相對於該等相對物件被定位於預定位置處，該方法包括：

15

20

經由使用者界面提供輸入，以形成欲利用機械視覺演算法自動進行特徵檢查及測量的部分辨識圖案；

自動地相對成像子系統定位第一基板以沿該圖案之行或列中至少一個方向橫越該圖案，以獲得第一組特徵位置上之影像數據；

利用多個物件、演算法及影像數據之中至少一項可
檢測特徵測量尺寸；

根據測量結果儲存尺寸數據；

5 利用該尺寸數據決定相對於圖案之第二組特徵位置中的至少三個特徵位置，該第二組之特徵位置適合界定圖案座標系統與平台座標系統之間的關係；

移除該第一基板；

相對於該成像子系統定位欲標印之第二基板；

10 找出從第二基板上對應圖案所取得之影像數據中的第二組特徵位置之至少三個對應特徵位置；

顯示第一基板上之圖案座標與第二基板上之對應圖案的關係；以及

根據第二組之至少三個特徵位置，相對於該標印光束將基板定位，以標印該基板。

15 73. 如申請專利範圍第72項之方法，其中該尺寸之第一估計值藉由在一實質上小面積之圖案上方之該基板與該成像子系統的半自動相對定位被取得，且更包括：

辨識於一顯示影像中的一個特徵；以及

利用該使用者界面傳遞該特徵的影像位置。

20 74. 如申請專利範圍第73項之方法，其中基板係一塊半導體晶圓，該等物件則為晶粒，且一個特徵為晶粒的一個角。

75. 如申請專利範圍第74項之方法，其中該尺寸之測量值乃於大量晶粒之上沿著行與列之中至少一個方向所測出的平均晶粒間距。

76. 如申請專利範圍第75項之方法，其中該平均晶粒間距係與晶圓映像有關。
77. 如申請專利範圍第72項之方法，其中該圖案座標系統具有一個相對該圖案邊界所定義之原點。
- 5 78. 如申請專利範圍第72項之方法，其中該決定步驟包括搜尋圖案位置，且其中根據圖案系統座標，以控制平台之方式完成搜尋。
79. 如申請專利範圍第72項之方法，其中該提供之步驟更包括利用一部分該圖案的影像產生視覺模型。
- 10
80. 一種利用雷射標印光束雷射標印諸如半導體晶圓基板或類似基板之以雷射為主的系統，該雷射標印光束具有使用預定圖案特徵的光束定位控制，該等基板具有一個配置成若干行及若干列之物件的重複圖案，每個物件具
- 15 有一個可以成像子系統偵測之特徵，該系統具有一個雷射標印頭，該成像子系統用於成像及測量，一用於至少相對成像子系統而定位基板之具一平台之移動子系統，並有一個至少連接該成像子系統及該移動子系統之使用者界面，其中雷射標記置相對於該等物件被定位於
- 20 預定位置處，該系統包括：
- 用於提供一輸入之裝置，其係經由使用者界面提供輸入以形成用於利用以機械視覺演算法自動進行特徵檢查及測量的欲辨識之部分圖案；
- 用於自動地相對該成像子系統定位第一基板以使

該第一基板沿圖案之行或列中至少之一方向橫越該圖案以致於獲得第一組特徵位置上之影像數據之裝置；

利用多個物件、演算法及影像數據之中至少一項檢測特徵測量尺寸之裝置；

5 根據測量結果儲存尺寸數據之裝置；

利用該尺寸數據決定相對於該圖案之第二組特徵位置中的至少三個特徵位置之裝置，該第二組之特徵位置適合界定一圖案座標系統與一平台座標系統之間的關係；

10 用於移除該第一基板之裝置；

用於相對於該成像子系統定位欲標印之第二基板之裝置；

15 用於從該第二基板上之對應圖案所取得之影像數據中找出第二組特徵位置之至少三個對應特徵位置的裝置；

用於顯示於該第一基板上之圖案的座標與該第二基板上之對應圖案的關係之裝置；以及

用於根據該第二組之至少三個特徵位置相對於該標印光束將該基板定位以標印該基板之裝置。

20

81. 一種校正雷射標印系統之方法，該方法包括有：

校正一套三維的雷射標印系統，該校正步驟包括儲存與多個高度相對應之數據；

取得一個欲標印之工件的位置測量結果；以及

結合所儲存之校正數據與位置測量結果。

82. 如申請專利範圍第81項之方法，其中該數據乃儲存於多個校正檔案中，該校正檔案對應多個預定標印系統參數設定。
- 5 83. 如申請專利範圍第82項之方法，其中該多個校正檔案對應於一個高度，而其中一個標印器系統參數設定為一個標印區尺寸。
84. 如申請專利範圍第82項之方法，其中一個該標印系統參數設定為一個光點尺寸。
- 10 85. 如申請專利範圍第82項之方法，其中一個標印系統參數設定為一個工作距離。
86. 如申請專利範圍第81項之方法，其中該標印系統係一套晶圓背面標印系統，其具有一部從該晶圓頂側取得參考數據之精密對位照相機。
- 15 87. 一種用於雷射標印半導體晶圓之系統，該等晶圓在第一側面上具有圖案，且該等晶圓之第二側面將在數個相對於該圖案之預定位置處被標印，該等預定位置係位在一實質上小於晶圓之標印區內，該系統包括：
- 用於校正系統的一個標印器裝置之裝置；以及
- 20 用於根據校正結果，相對於該等晶圓而以可控制方式定位一標印光束的裝置。
88. 如申請專利範圍第87項之系統，其更包括有：
- 一個供將該等晶圓相對於校正用標印器裝置加以定位的X-Y轉發器；以及

用於將該轉發器予以校正以對準標印器裝置之裝置。

89. 一種供將頂側含有一塊電路的一個晶圓加以標印之雷射晶圓標印系統，該電路具有電路特徵，該晶圓之背面
5 欲進行標印，該系統包括：
- 一個經過校正之電流計標印頭，其具有一片掃瞄透鏡以及一個實質上小於該晶圓之標印區；
- 一個經過校正之定位平台，其使該晶圓移動夠大的範圍，以定位任何在標印區內欲標印之晶圓位置；
- 10 一部經過校正之對位照相機，其具有一個實質上比該晶圓小的視域；
- 一個將該平台牢牢地安裝至該照相機及該標印頭的框架；以及
- 一個具有一映像之控制器，其具有一個用於協調該
15 標印頭、該平台及該對位照相機之位置，而使該平台與該標印頭彼此相對定位，以相對晶圓前側上的電路特徵精確地在該晶圓背面進行標印。
90. 如申請專利範圍第89項之系統，其中該對位照相機與該標印區位於該晶圓另一側。
- 20 91. 如申請專利範圍第89項之系統，其中對位照相機偏移該標印頭。
92. 如申請專利範圍第89項之系統，其中一部標記檢查照相機偏移該標印區。
93. 如申請專利範圍第92項之系統，其中該控制器比較從檢

查照相機取得之標記位置與利用對位照相機取得之電路位置。

5 94. 如申請專利範圍第89項之系統，其中有一部第二對位照相機偏移該標印區，而標記檢查照相機偏移該晶圓背面上之標印區。

95. 如申請專利範圍第89項之系統，其中該掃瞄透鏡係一片遠心透鏡。

10 96. 如申請專利範圍第89項之系統，其中控制器根據該映像協調欲標印之第一及第二晶圓部分的定位，且其中該等部分與該標印區重疊。

97. 一種用以校正一個用於標印半導體基板及類似元件之以雷射為主之標印系統的方法，該系統具有一個含一實質上小於該基板之標印區的雷射標印器、一個供將標印區與基板相對地定位之具一X-Y平台的定位子系統，以及一個與標印器分開之對位視覺子系統，其用於找到基板上的一個特徵位置，以根據該特徵位置相對地定位基板與標印區，該方法包括有：

15

利用該對位視覺子系統測量配置於對位標靶上面的多個基準點；

20 根據量到的基準點校正該對位視覺子系統，該等基準點具有預定之位置；

相對於對位標靶將該平台定位，以利用記錄該平台移動之數據及利用該對位視覺子系統取得之數據校正該平台，該平台之校正於校正對位視覺系統步驟之後進

行；

定位一片欲標印之測試基板；

於該區內的多個位置處標印該基板以取得標印；以及

5 利用一個校正過的光學測量系統測量標記位置，以取得測量結果，並利用該測量結果校正該雷射標印器，其中該系統已經過校正。

98. 如申請專利範圍第97項之方法，其中配置於該對位標靶上面之該等基準點預定位置符合工業界測量標準。

10 99. 如申請專利範圍第97項之方法，其更包括使該對位標靶固定不動，其中該X-Y平台可將標印器與該對位視覺系統中至少一項加以定位。

15 100. 如申請專利範圍第97項之方法，其中該等基準點之間隔係大約2.5 mm，且該對位標靶包括一個用於視覺系統對位之圖案。

101. 如申請專利範圍第97項之方法，其更包括從該系統除去該校正標靶，並以一塊欲標印之測試基板取代該校正標靶，其中該校正標靶與該測試基板實質上具有相同尺寸，且被定位在該系統的一個共用巢狀結構內。

20 102. 如申請專利範圍第97項之方法，其更包括利用該X-Y平台移動該對位標靶，並於移動步驟期間保持該標印器與該對位視覺系統固定不動。

103. 如申請專利範圍第97項之方法，其中該經過校正之光學測量系統為該對位視覺子系統。

104.如申請專利範圍第97項之方法，其中該經過校正之光學測量系統為一套度量系統，其具有實質上大於該等標記間隔之解析度以及大於對位視覺子系統之解析度的解析度。