



(21)申請案號：105108695 (22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 21 日

(51)Int. Cl. : **G02B6/24 (2006.01)** **G02B6/12 (2006.01)**

(30)優先權：2015/03/21 美國 62/136,503
 2015/03/21 美國 62/136,504
 2015/09/17 美國 14/857,580

(71)申請人：美商思科皮爾斯科技公司(美國) SKORPIOS TECHNOLOGIES, INC. (US)
 美國

(72)發明人：劉大明 LIU DA MING (US)；朱斯坎約翰 ZYSKIND, JOHN (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW	201430424A	CN	102520495B
JP	11-231163A	US	5370649
US	5479024	US	6798969B2
US	2004/0037519A1	US	2008/0008473A1

審查人員：林韋廷

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：11 共 48 頁

(54)名稱

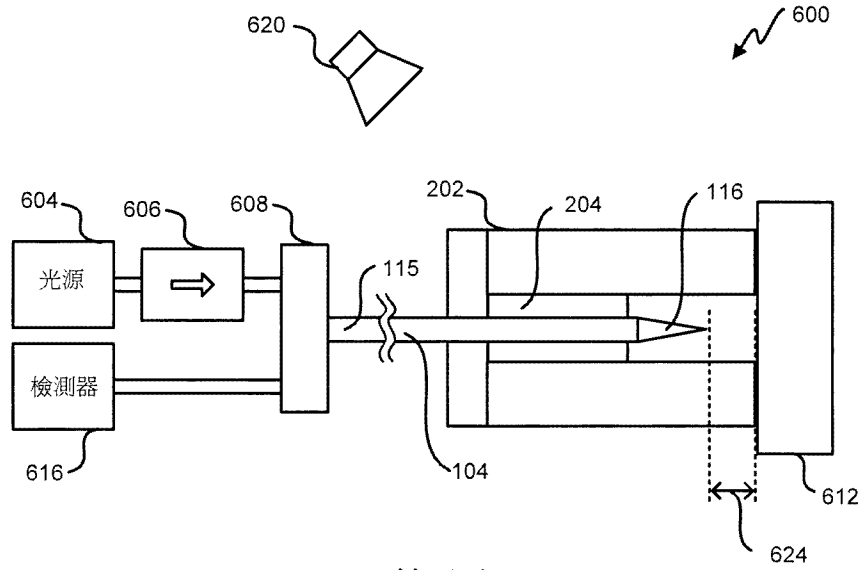
透鏡狀光纖在二氧化矽 V 型槽中的軸向對準

(57)摘要

v 型槽組件用以將透鏡狀光纖(舉例而言，由二氧化矽所製成的光纖)與光子晶片中的波導邊緣耦接。v 型槽組件是由熔融二氧化矽所製成。使用熔融二氧化矽，使得在將透鏡狀光纖接合至 v 型槽組件及/或將 v 型槽組件接合至光子晶片中所使用的黏合劑(舉例而言，環氧樹脂)可藉由光被固化，至少部分地被固化。

A v-groove assembly is used to edge couple a lensed fiber (e.g., an optical fiber made of silica) with a waveguide in a photonic chip. The v-groove assembly is made from fused silica. Fused silica is used so that an adhesive (e.g., epoxy resin) used in bonding the lensed fiber to the v-groove assembly and/or bonding the v-groove assembly to the photonic chip can be cured, at least partially, by light.

指定代表圖：



第6圖

符號簡單說明：

104 . . . 光纖

115 . . . 光纖之第二
端

116 . . . 尖端

202 . . . 基底

204 . . . v型槽

600 . . . 對準系統

604 . . . 光源

606 . . . 光學隔離器

608 . . . 光分歧器

612 . . . 鏡子

616 . . . 檢測器

620 . . . 燈

624 . . . 工作距離

【發明說明書】

【中文發明名稱】透鏡狀光纖在二氧化矽V型槽中的軸向對準

【英文發明名稱】AXIAL ALIGNMENT OF A LENSED FIBER IN A SILICA V-GROOVE

【0001】 此申請案主張於2015年3月21日申請之美國臨時申請案序號第62/136,504號及於2015年3月21日申請之美國臨時申請案序號第62/136,503號之優先權，爲了所有目的將該等案之揭示內容以引用方式併入本文。

【技術領域】

【0002】 本申請案有關於耦接光波導。更具體而言，且並非限制，有關於將光纖與半導體波導耦接，半導體波導例如由矽所製成的波導。

【先前技術】

【0003】 矽積體電路已經主導了電子電路之發展，且近年來已經發展了許多基於矽處理的技術。矽積體電路的持續精細化導致奈米級的特徵尺寸，奈米級的特徵尺寸對於製作金屬氧化物半導體CMOS(互補金屬氧化物半導體)電路可爲重要的。矽可用作爲光學介質，特別是針對具有約1.55微米(μm)的波長的光。具有約1.55 μm 的波長的光經常用於光纖通訊系統。某些矽裝置具有電子部件和光學部件兩者。

【發明內容】

【0004】 v型槽組件用以將透鏡狀光纖(舉例而言，由二氧化矽(silica)所製成的光纖)與光子晶片中的波導邊緣耦接。舉例而言，透鏡狀光纖對接耦接至光子晶片。v型槽組件是由熔融二氧化矽所製成(舉例而言，藉由鑽石切割及/或蝕刻)。使用熔融二氧化矽，使得在將透鏡狀光纖接合至v型槽組件，及/或將v型槽組件接合至光子晶片中所使用的樹脂，可藉由光(舉例而言，紫外(UV)光用以將樹脂固化)被固化，至少部分地被固化。在某些實施例中，光子晶片包括矽，且波導包括結晶矽芯(crystalline-silicon core)(舉例而言，由絕緣層覆矽(silicon-on-insulator)晶圓之裝置層所形成的結晶矽芯)。在某些實施例中，使用包括其他材料的光子晶片(舉例而言，II-VI族及/或III-V族化合物；包含GaAs及/或InP及相關的化合物)。在某些實施例中，光子晶片包括兩個半導體材料。光子晶片包括邊緣刻面，於該處波導終止且與透鏡狀光纖耦接。

【0005】 在某些實施例中，描述用於將光纖與v型槽組件對準的方法。將v型槽組件之刻面放置於鏡子旁。將光纖之第一端放置於v型槽組件之v型槽中，其中該v型槽組件包括基底及蓋。將蓋放置於光纖上方，使得該光纖介於基底與蓋之間。將黏合劑施加至v型槽組件及/或光纖，用以將該光纖接合至該v型槽組件。將光纖之第二端連接至光分歧器(splitter)，其中該光分歧器與光源及檢測器光學耦接。將來自光源的第一波長的光傳送通

過光分歧器，至光纖，且通過該光纖之第一端之尖端傳送該光纖。藉由鏡子，將第一波長的光從光纖之尖端反射回、通過該尖端返回該光纖中。將第一波長的光從尖端經由光分歧器傳送至檢測器。接收從檢測器的反饋。基於從檢測器的反饋，調整光纖之尖端與鏡子之間的距離。在調整光纖之尖端與鏡子之間的距離之後，藉由使第二波長的光通過蓋，將黏合劑至少部分地固化。

【0006】 在某些實施例中，蓋是由熔融二氧化矽所製成；基底是由熔融二氧化矽所製成；第一波長的光為紅外光且第二波長的光為紫外光；調整光纖之尖端與鏡子之間的距離的步驟包含於軸向方向中移動該光纖，以使於檢測器處所接收到的功率最佳化；晶片包括結晶矽及/或III-V族材料；及/或黏合劑為環氧樹脂，該環氧樹脂經配置以藉由紫外光至少部分地被固化。在某些實施例中，方法進一步包含在將黏合劑至少部分地固化之後，將v型槽組件接合至晶片。

【0007】 描述用於將光纖與v型槽組件對準的系統。該系統包括該光纖。該光纖具有第一端及第二端；及第一端包括尖端。該系統包括該v型槽組件。該v型槽組件包括基底；蓋，其中光纖之第一端介於基底與蓋之間；及刻面，用於接合至晶片，其中將光纖之第一端放置於基底與蓋之間，使得刻面延伸超越光纖之尖端。該系統包括光源；檢測器；及光分歧器。光分歧器與光纖之第二端、光源及檢測器耦接。該系統包括鏡子，用以將來

自光源行進離開光纖之尖端的光反射回光纖之尖端且至檢測器。

【0008】 在某些實施例中，在用於將光纖與v型槽組件對準的系統中，光源發射紅外光，該系統進一步包括燈，該燈發射紫外光，及/或該系統進一步包括黏合劑，該黏合劑藉由紫外光至少部分地被固化，用以將光纖接合至基底及蓋；v型槽組件進一步包括v型槽，光纖位於該v型槽中，且該v型槽不延伸至刻面；該系統進一步包括介於光源與光分歧器之間的光學循環器或光學隔離器；檢測器為功率計；蓋是由熔融二氧化矽所製成；及/或基底是由熔融二氧化矽所製成。

【0009】 描述用於將光纖連接至半導體波導的光學組件。光學組件包括v型槽組件及黏合劑。v型槽組件包括基底；蓋；v型槽；及刻面，其中該刻面是用於將該v型槽組件接合至晶片。位於v型槽中的光纖設置於基底與蓋之間。黏合劑將光纖接合至基底及蓋，其中該黏合劑藉由光至少部分地被固化。在某些實施例中，基底及/或蓋包括熔融二氧化矽。在某些實施例中，蓋由熔融二氧化矽所組成。

【0010】 本揭示案之進一步的應用領域將由以下提供的實施方式變得顯而易見。應理解，實施方式及具體實例雖然指出各種實施例，但僅旨在說明之目的，且並非意圖不必要地限制本揭示案之範疇。

【圖式簡單說明】

【0011】 第1圖描繪使用v型槽組件的光轉接器(optical adapter)之實施例之透視圖。

【0012】 第2圖描繪v型槽組件之一部分之實施例之透視圖。

【0013】 第3圖描繪與晶片對準的v型槽組件之實施例之俯視圖。

【0014】 第4圖描繪對準站之實施例。

【0015】 第5圖描繪用於將v型槽組件中的光纖與晶片中的波導對準的流程之實施例之流程圖。

【0016】 第6圖描繪對準系統之實施例之簡化示意俯視圖。

【0017】 第7圖描繪在工作距離對準期間v型槽組件之實施例之簡化前視圖。

【0018】 第8圖描繪v型槽組件之另一個實施例之簡化前視圖。

【0019】 第9圖描繪v型槽組件之進一步實施例之簡化視圖。

【0020】 第10圖描繪用於在v型槽組件中對準光纖的流程之實施例之流程圖。

【0021】 第11圖描繪用於將光纖與光子晶片連接的流程之實施例之流程圖，該光纖接合至v型槽組件。

【0022】 在附圖中，類似部件及/或特徵可具有相同的參考符號。此外，相同類型的各種部件可藉由在參考符號後跟隨破折號及在類似部件當中區分的第二符號來區

分。若在說明書中僅使用第一參考符號，則無論第二參考符號，描述適用於具有相同的第一參考符號的類似部件中的任一者。

【實施方式】

【0023】 接下來的描述提供較佳的一或更多個示例性實施例，且並非意圖限制本揭示案之範疇、應用性或配置。反之，較佳的一或更多個示例性實施例之接下來的描述將提供本領域熟知技藝者用於實現較佳的示例性實施例的可行的描述。應理解，在不脫離如所附申請專利範圍中記載的精神及範疇的情況下，可進行元件之功能及配置之各種改變。

【0024】 在某些實施例中，使用v型槽組件將光纖光學耦接至晶片中的波導(在某些實施例中晶片亦被稱作光子晶片或光學晶片)。舉例而言，波導為在絕緣層覆矽基板之裝置層中蝕刻的結晶矽。v型槽組件由二氧化矽所製成。舉例而言，v型槽組件是藉由將熔融二氧化矽切割、加工、研磨、蝕刻及/或拋光所製成。因為二氧化矽(SiO_2)以某些形式對於紫外(UV)光為光學穿透的，所以使用二氧化矽。藉由由UV光所固化的樹脂，光纖接合至v型槽組件，及/或藉由由UV光所固化的樹脂，v型槽組件接合至晶片。自二氧化矽形成v型槽組件允許UV光穿過v型槽組件之部件用以將樹脂固化。

【0025】 參照第1圖，圖示光轉接器100之實施例之透視圖。光轉接器100將晶片上的波導光學耦接至光纖網

路。光轉接器100包括光纖104、v型槽組件108及插座112。光纖104之第一端114附接至v型槽組件108，且光纖104之第二端115附接至插座112。

【0026】 在某些實施例中，光纖104是由二氧化矽所製成(舉例而言，Corning SMF-28 Ultra或類似的光纖)。光纖104包括位於光纖104之第一端114處的尖端116。在某些實施例中，尖端116為透鏡狀的(舉例而言，錐形的(tapered)尖端)，用以將離開光纖104之尖端116的光聚焦。在某些實施例中，光纖104具有超高數值孔徑(NA)。舉例而言，超高NA光纖具有 $NA \geq 0.25$ 。在某些實施例中， $0.5 \geq NA \geq 0.25$ 。

【0027】 光纖104之第一端114固定至v型槽組件108。v型槽組件108之蓋120覆蓋光纖104，以將光纖104固定在v型槽組件108中。由UV光所固化的黏合劑(舉例而言，環氧樹脂及/或UV/熱固化、低收縮環氧樹脂)用以將光纖104固定至v型槽組件108。

【0028】 在某些實施例中，光纖104之第二端115連接至插座112。在某些實施例中，光纖之第二端115熔接到光纖網路。在某些實施例中，插座112成形為LC連接器(舉例而言，符合IEC(國際電工委員會)標準61754-20)。比起拼接光纖，插座112允許更簡單及/或更方便的光學連接至光學網路(舉例而言，用以連接至內部網路或網際網路)。

【0029】 第2圖描繪v型槽組件108之一部分之實施例之透視圖。v型槽組件108包括蓋120及基底202。基底202包括v型槽204及一或更多個刻面208。在第2圖中，基底202包括第一刻面208-1及第二刻面208-2。第一刻面208-1在v型槽204之一側且第二刻面208-2在v型槽204之另一側。刻面208用以將v型槽組件108接合至晶片。

【0030】 光纖104之第一端114放置於v型槽204中，且蓋120放置於光纖104上方。刻面208在軸向方向中延伸超過v型槽204，用以接合至晶片。軸向方向為沿著光纖104之軸的方向(舉例而言，光束傳播之方向)。橫向方向與軸向方向呈正交；且橫向方向可進一步被劃分為垂直方向及水平方向。光纖104之尖端116軸向地延伸經過v型槽204。在某些實施例中，刻面208延伸經過v型槽204使得用以將v型槽組件108接合至晶片的黏合劑不太可能覆蓋光纖104之尖端116。在某些實施例中，v型槽204包括兩個接合刻面208，以當將v型槽組件108固定至光子晶片時提供結構性支撐。接合刻面208延伸經過v型槽204達第一長度212。在某些實施例中，第一長度212介於100 μm 與300 μm 之間及/或介於225 μm 與275 μm 之間(舉例而言，150 μm 、200 μm 、250 μm 或300 μm)。

【0031】 第3圖描繪與晶片308對準的v型槽組件108之實施例之俯視圖。晶片308包括波導312(舉例而言，

由結晶矽製成的半導體波導)。黏合劑316用以將v型槽組件108接合至晶片308。將黏合劑316施加至v型槽組件108之接合刻面208及晶片308之邊緣刻面320。

【0032】 在某些實施例中，晶片308包括接收器(舉例而言，光二極體)及/或與接收器光學耦接。在某些實施例中，波導312與接收器光學耦接。在某些實施例中，晶片308包括如於2014年10月8日申請的美國申請案第14/509,914號中所述的一或更多個其他晶片(舉例而言，用於增益介質的III-V族晶片)，將該案以引用之方式併入本文。藉由將黏合劑316施加至接合刻面208(或至晶片308之邊緣刻面320，或至接合刻面208與邊緣刻面320兩者)來對準v型槽組件108，且v型槽組件108與晶片308粗略地對準(舉例而言，使v型槽組件108靠近晶片308之邊緣刻面320)。將光傳送通過光纖104且進入波導312中。調整夾持v型槽組件108的夾持器(gripper)，以關聯於波導312定位光纖104之尖端116，用以使自光纖104進入波導312中的光學傳送最佳化(舉例而言，接收器記錄最大功率；最大功率之百分比，例如，> 90%、95%；或預定的閾值功率)。在某些實施例中，v型槽組件108主動地對準(舉例而言，使用電腦化系統)。在某些實施例中，在第一次固化之前黏合劑316之厚度等於或小於10 μm 、8 μm 或7 μm 。在某些實施例中，將接合刻面208拋光，且在第一次固化之前環氧樹脂之厚度等於或小於5 μm (舉例而言，接合

刻面與邊緣刻面的間隔等於或小於 $5\ \mu\text{m}$)。在某些實施例中，使接合刻面208有小凹痕(pitted)及/或粗糙化，讓黏合劑316更佳地黏合至接合刻面208。在某些實施例中，在第一次固化之前黏合劑316之厚度為 $7\sim 10\ \mu\text{m}$ ，因為接合的結果顯示 $7\sim 10\ \mu\text{m}$ 形成穩定的接合，此對於某些應用為足夠的。在某些實施例中，波導312的高度(垂直)及/或寬度(水平)等於或小於 $12\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 、 $8\ \mu\text{m}$ 、 $5\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 、 $1.7\ \mu\text{m}$ 、 $1.6\ \mu\text{m}$ 或 $1.5\ \mu\text{m}$ 。在某些實施例中，波導的高度(垂直)及/或寬度(水平)大於 $1.0\ \mu\text{m}$ 或 $1.5\ \mu\text{m}$ ，用以與光纖104改善的耦接(舉例而言，與錐形的波導)。在某些實施例中，藉由夾持v型槽組件108的夾持器僅調整一個維度(舉例而言，橫向維度)。舉例而言，垂直高度(亦即，進出第3圖之紙面)是藉由v型槽組件108之v型槽204之高度所決定；光纖104之尖端116與晶片308之邊緣刻面320之間的軸向距離(沿著光纖104之光束傳播之方向)是藉由光纖104之尖端116與接合刻面208之間的距離所決定。在某些實施例中，接合刻面208經放置以碰觸晶片308之邊緣刻面320，且然後在接合刻面208與邊緣刻面320之間施加黏合劑316之前，將v型槽組件移動遠離晶片308之邊緣刻面320達預定的距離(舉例而言， $7\sim 10\ \mu\text{m}$)。

【0033】 在光纖104之尖端116與晶片308之波導312對準(舉例而言，藉由夾持v型槽組件108的夾持器)

之後，實行黏合劑 316 之第一次固化(舉例而言，藉由光照射黏合劑 316)。在某些實施例中，黏合劑 316 為使用紫外(UV)光(舉例而言，具有介於 100 nm 與 400 nm 之間或介於 250 nm 與 400 nm 之間的波長的光)所固化的環氧樹脂。在某些實施例中，v 型槽組件 108 是由熔融二氧化矽所製成，熔融二氧化矽對於 UV 光為可穿透的，使得 UV 光可照射通過 v 型槽組件 108 以將 v 型槽組件 108 之接合刻面 208 與晶片 308 之邊緣刻面 320 之間的黏合劑 316 固化。在某些實施例中，v 型槽組件 108 是由對於從 250 nm 至 400 nm 或從 300 nm 至 400 nm 的波長具有大於 60% 或 70% 的穿透率的二氧化矽所製成(舉例而言，UV 等級二氧化矽及/或寬帶二氧化矽)。應注意到，結晶矽對於小於 900 nm 的波長具有低穿透率(舉例而言，< 20%)。在某些實施例中，在第一次固化之後加入額外的環氧樹脂(舉例而言，至 v 型槽組件 108 之數個側邊及/或數個其他表面)，且實行第二次固化，其中使用 UV 光固化該額外的環氧樹脂。在某些實施例中，使用兩步驟的環氧樹脂固化，因為第一次固化是用以設定 v 型槽之對準，其中在 UV 固化期間使用較少的環氧樹脂具有較低的收縮。而使用額外的環氧樹脂的第二次固化是用以加入更多環氧樹脂，以在 v 型槽組件 108 與晶片 308 之間形成更穩健的接合。在第二次固化之後(或在某些實施例中，若不使用第二次固化，則是在第一次固化之後)，實行熱固化。熱固化進一步讓環氧樹脂變硬。

【0034】 在某些實施例中，在第3圖中所示的光纖104與波導312之間的耦接配置為緊密的，此舉減少在印刷電路板組件(PCBA)上的空間。此外，降低在黏合劑316固化期間的耦接損失且改善可靠性。

【0035】 第4圖描繪對準站400之實施例。對準站400包括夾持器404及PCBA安裝座408。PCBA安裝座408固定PCBA 412。PCBA 412包括第一晶片308-1及第二晶片308-2。夾持器404用以將v型槽組件108與第一晶片308-1或第二晶片308-2對準。在某些實施例中，機械控制機構416用以移動夾持器404。在某些實施例中，電連接420用以使v型槽組件108與晶片308的對準自動化。該系統驗證穩健、高耦接效率的對準。在某些實施例中，使用下安裝座(sub mount)取代PCBA 412。

【0036】 第5圖描繪用於將v型槽組件108中的光纖104與晶片308對準的流程500之實施例之流程圖。用於將光纖104與晶片308對準的流程500開始於步驟504，將PCBA 412(或下安裝座)裝載於PCBA安裝座408上。在某些實施例中，在將一或更多個晶片308及/或導線接合加至PCBA 412之後，PCBA 412裝載於PCBA安裝座408上。夾持器404夾起v型槽組件108(舉例而言，藉由v型槽組件108之蓋120)且主動地將v型槽組件108與晶片308對準，步驟508。在某些實施例中，對準涉及提供主動橫向及/或主動軸向(縱向)

對準。爲了可靠性，及/或使黏合劑316固化期間的移動最小化，在某些實施例中，減小用於在v型槽組件108與晶片308之間對接接合的黏合劑316之厚度(舉例而言， $< 10 \mu\text{m}$)。在某些實施例中，建立初始對準位置。在初始對準之後，使用夾持器404將v型槽組件108移動遠離晶片308。在步驟512中，將黏合劑316施加至v型槽組件108(舉例而言，接合刻面208)。在某些實施例中，將第一一定量的環氧樹脂(舉例而言，黏合劑316之一部分)施加至v型槽組件108之該或該等接合刻面208。藉由夾持器404，v型槽組件108移動返回初始對準位置(舉例而言，在施加第一一定量的環氧樹脂之後，藉由夾持器404及電連接420自動地移動)。在某些實施例中，實行最終對準。在某些實施例中，實行黏合劑316之第一次固化，其中第一次固化將接合刻面208與晶片308之邊緣刻面320之間的第一一定量的環氧樹脂至少部分地固化(舉例而言，UV固化，藉由照射UV光通過v型槽組件108，例如通過接合刻面208)。在某些實施例中，將第二一定量的環氧樹脂(舉例而言，黏合劑316之一部分)施加至v型槽組件108及/或晶片308。在某些實施例中，實行黏合劑316之第二次固化，以進一步將v型槽組件108固定至晶片308及/或PCBA 412(舉例而言，黏合劑是兩步驟黏合劑，在UV固化之後將黏合劑熱固化)。在某些實施例中，在UV固化之後將黏合劑316熱固化。

在某些實施例中，在黏合劑 316 之 UV 固化及 / 或熱固化之後，實行 PCBA 412 之額外組裝。

【0037】 在某些實施例中，使用接合至晶片 308 的 v 型槽組件 108 以高穩定度夾持光纖 104 用於光耦合；熔融二氧化矽光學性質促進在 v 型槽組件 108 與晶片 308 之間的黏合劑 316 (舉例而言，環氧樹脂) 之 UV 固化。在 UV 固化期間及 / 或熱固化期間光纖 104 之尖端 116 有小偏移 (舉例而言，在三個方向中之各方向中小於 0.5 μm 、0.4 μm 、0.3 μm 、0.2 μm 或 0.1 μm)；及 / 或將 v 型槽組件 108 直接接合至晶片 308 之邊緣刻面 320 使得當溫度變化時有穩定的接合。在某些實施例中，可將類似的設計應用至離散光學耦合。舉例而言，形成光學組件，該光學組件夾持離散光學元件 (舉例而言，透鏡)。光學組件具有與 v 型槽組件 108 之接合刻面 208 類似的用以接合至光子晶片的刻面。然後光學組件接合至光子晶片 (舉例而言，與 v 型槽組件 108 接合至晶片 308 類似地)。因為離散光學元件通常具有較大工作距離，具有離散光學元件的幾何可能將不會如對於透鏡狀光纖那般緊密。然而，光學安裝直接附接至晶片 308 之邊緣刻面 320 仍將提供更緊密的幾何及離散光學元件至晶片 308 的直接附接，從而使固化期間的移動最小化且免於熱效應，及 / 或改善可靠性。

【0038】 在申請人的先前方式中 (且不被申請人承認為先前技術)，使用了離散透鏡加上光纖準直器。藉由豬

尾式接頭準直器 (pigtailed collimator) 將光纖輸出準直。離散透鏡將光耦合進波導 (舉例而言，在晶片 308 上的波導 312) 中。本揭示案之某些實施例不同之處在於透鏡狀光纖直接耦接至波導 (舉例而言，沒有準直器及 / 或離散透鏡)；v 型槽組件 108 用以夾持光纖 104；v 型槽組件 108 直接附接至晶片 308 (舉例而言，藉由環氧樹脂)；達成對準期間較高的最佳耦接效率；達成環氧樹脂固化期間較小的移動；達成改善的最終耦接效率；達成較高的可靠性；由於緊密幾何及 / 或受限的環氧樹脂厚度，達成減低的由於熱膨脹的耦接效率之溫度依存性；及 / 或達成減低的板子佔地面積 (real estate)。

【0039】 接著參照第 6 圖，圖示對準系統 600 之實施例之簡化示意俯視圖。對準系統 600 用以將光纖 104 與 v 型槽組件 108 對準及接合。對準系統 600 包括光纖 104、v 型槽組件 108 之基底 202、光源 604、光學隔離器 606、光分歧器 608、鏡子 612、檢測器 616 及燈 620。

【0040】 光源 604 為發射第一波長的光 (舉例而言，以第一波長為中心的光) 的雷射、LED 或 RCLD (共振腔 LED)。在某些實施例中，第一波長介於 1000 nm 與 1800 nm 之間或介於 1300 nm 與 1600 nm 之間 (舉例而言，具有於 1550 nm 處的峰值強度)。光學隔離器 606 讓自光源 604 行進的光通過，且將光衰減及 / 或隔離而不傳送至光源 604。光源 604 與光分歧器 608 光學耦接，且光學隔離器 606 介於光源 604 與光分歧器 608 之間。

光分歧器 608 與光纖 104 之第二端 115 光學耦接。舉例而言，光分歧器 608 與光轉接器 100 之插座 112 光學耦接。

【0041】 第 6 圖中所示的 v 型槽組件 108 之基底 202 與第 3 圖中所示的 v 型槽組件 108 之基底 202 類似。v 型槽組件 108 之蓋 120 未圖示於第 6 圖中。將 v 型槽組件 108 之基底 202 之接合刻面 208 放置於鏡子 612 旁邊。在某些實施例中，接合刻面 208 碰觸鏡子。在某些實施例中，將接合刻面 208 放置於緊鄰鏡子 612 處但不接觸鏡子（舉例而言，與鏡子距離小於 $1\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 、 $5\ \mu\text{m}$ 、 $7\ \mu\text{m}$ 或 $10\ \mu\text{m}$ ）。

【0042】 將光纖 104 放置於 v 型槽組件 108 之基底 202 之 v 型槽 204 中。光纖 104 之尖端 116 導向鏡子 612。將黏合劑施加至光纖 104 及 / 或 v 型槽組件 108 之基底 202（舉例而言，施加至 v 型槽 204，施加至基底 202 與蓋 120 之間的介面，及 / 或將蓋 120 放置於基底 202 上方，至少部分地覆蓋光纖 103，且將黏合劑施加在光纖 104 與蓋 120 之間，使得毛細作用將黏合劑帶入蓋 120、光纖 104 及 / 或基底 202 之間的介面）。在某些實施例中，將黏合劑施加至 v 型槽組件 108 之蓋 120。在某些實施例中，施加至光纖 104 及 / 或 v 型槽組件 108 之基底 202 的黏合劑與第 3 圖中施加在接合刻面 208 與邊緣刻面 320 之間的黏合劑 316 類似。接合刻面 208 幫助將自光纖 104 的光束傳播之方向定向成與鏡子 612 之表面呈

正交，因為接合刻面208與v型槽組件204之長度呈正交。將蓋120放置於v型槽204上方，至少部分地覆蓋光纖104。施加至光纖及/或v型槽組件108之基底202的黏合劑未被固化，直到光纖104於v型槽組件108中對準。接合刻面208未接合至鏡子612。

【0043】光分歧器608與檢測器616光學耦接。在某些實施例中，檢測器616為功率計。自光源604傳送的第一波長的光通過光分歧器608且進入光纖104。然後第一波長的光傳送出光纖104之尖端116至鏡子612，且反射回光纖104之尖端116。然後第一波長的光從尖端116行進至光分歧器608且至檢測器616。

【0044】光纖104之尖端116與鏡子612分隔開一距離，該距離稱作工作距離624。將光纖104在v型槽204內縱向地移動(在軸向中)，以調整工作距離624。光纖104之尖端116為透鏡狀的。當工作距離624接近尖端116之透鏡之焦距時，於檢測器616處的光功率增加，因為更多的光功率被反射回光纖104。使工作距離624最佳化(舉例而言，使具有高於預定閾值的功率，或最大値之百分比)。在某些實施例中，在工作距離624經最佳化之後，然後使光纖104前進，使得尖端116前進朝向鏡子612(亦即，減小工作距離624)達預定距離，該預定距離對應至在接合刻面208與邊緣刻面320之間的黏合劑316之期望的厚度(舉例而言，1~10 μm)。

【0045】 在工作距離624設定之後，藉由第二波長的光源讓施加至蓋120、光纖104及/或v型槽組件108之基底202的黏合劑至少部分地固化。在對準系統600中，燈620用作為第二波長的光源。蓋120由熔融二氧化矽所製成，因為熔融二氧化矽穿透UV光。燈620發射UV光，UV光穿透蓋120以使施加至光纖104及/或v型槽組件108之基底202的黏合劑至少部分地固化。

【0046】 在某些實施例中，在對準之前，將環氧樹脂放置於v型槽組件108及/或光纖104上，使得在最佳化之後光纖104可被固定住。在某些實施例中，蓋120用作為保持且保護光纖104及/或用作為夾持器404的把手以夾持v型槽組件108，用於與晶片308的橫向及/或軸向對準。在某些實施例中，施加至v型槽組件108及/或光纖104的黏合劑亦被熱固化。在某些實施例中，施加至v型槽組件及/或光纖104的黏合劑具有第一次、初始固化，繼之以額外的黏合劑及第二次固化。在某些實施例中，第二次固化繼之以熱固化。

【0047】 在某些實施例中，一旦已知設定的工作距離624，然後可藉由顯微鏡及目鏡(分劃板刻度(*reticle scale*))將後續的光纖定位在v型槽組件108中。在某些實施例中，取代光分歧器608及隔離器606，可使用光循環器。在某些實施例中，蓋120、v型槽204及/或接合刻面208是由熔融二氧化矽所製成。在某些實施例中，蓋120為用於固化環氧樹脂的熔融二氧化矽，環氧

樹脂將蓋 120 固定至 v 型槽組件 108 之其他部分及 / 或固定至光纖 104。

【0048】 第 7 圖描繪在工作距離對準期間 v 型槽組件 108 之實施例之簡化前視圖。v 型槽組件包括 v 型槽 204、第一接合刻面 208-1、第二接合刻面 208-2 及蓋 120。圖示光纖 104 之尖端 116 在蓋 120 與 v 型槽 204 之間。蓋 120 與 v 型槽 204 之間的黏合劑 704 將光纖 104 接合至 v 型槽組件 108。在某些實施例中，黏合劑 704 用以將蓋 120 接合至 v 型槽組件 108 之基底 202。在某些實施例中，額外的黏合劑用以將蓋 120 接合至 v 型槽組件 108 之基底 202 (舉例而言，蓋 120 之側邊)。

【0049】 接著參照第 8 圖及第 9 圖，第 8 圖及第 9 圖描繪 v 型槽組件 108 之額外的實施例。第 8 圖描繪 v 型槽組件 108 之實施例之簡化前視圖。第 8 圖與第 7 圖類似，除了不具有第一接合刻面 208-1 及第二接合刻面 208-2，第 8 圖中的 v 型槽組件 108 僅具有一個接合刻面 208。

【0050】 第 9 圖描繪 v 型槽組件 900 之實施例之簡化視圖。v 型槽組件 900 包括基底 902 及蓋 920。蓋 920 包括 v 型槽 904。基底 902 包括接合刻面 908。將光纖 104 放置於基底 902 與蓋 920 之間。基底 902 進一步包括由底面 912 及壁 916 所形成的凹部。凹部幫助避免黏合劑到達光纖 104 之尖端 116 上。

【0051】 第 10 圖描繪用於在 v 型槽組件 (亦即，v 型槽組件 108 或 900) 中將光纖 104 對準的流程 1000 之實施

例之流程圖。用於在v型槽組件108中將光纖104對準的流程1000開始於步驟1004，將v型槽組件之刻面(舉例而言，接合刻面208)放置於鏡子(舉例而言，鏡子612)旁。在某些實施例中，將接合刻面208放置於鏡子612旁意謂接合刻面208接觸鏡子612。在某些實施例中，將接合刻面208放置於鏡子612旁意謂接合刻面208靠近鏡子612但不接觸鏡子612(舉例而言，距離鏡子612小於15 μm 、10 μm 或5 μm)。在某些實施例中，接合刻面208不接觸鏡子612，用以補償將v型槽組件108接合至晶片308的黏合劑316之預計厚度。

【0052】 在步驟1008中，將光纖104之第一端114放置於v型槽組件108之v型槽204中。將蓋120放置於v型槽組件108之基底202上，從而覆蓋光纖104之第一端114之至少一部分。光纖104介於v型槽組件108之基底202與v型槽組件108之蓋120之間。然後在光纖104與蓋120之間施加黏合劑704(舉例而言，環氧樹脂)。毛細作用將黏合劑拉入蓋120、光纖104及/或基底202之間的介面。在步驟1012中，將光纖104之第二端115連接至光分歧器608。

【0053】 在步驟1016中，將來自光源604的第一波長的光傳送通過光分歧器608且至光纖104之第一端114。在某些實施例中，將第一波長的光傳送通過放置於光源604與光分歧器608之間的光隔離器606。在某些實施例中，第一波長的光為紅外光(舉例而言，介於

1250 nm與1600 nm之間)。將第一波長的光通過光纖104之尖端116傳送出光纖104之第一端114。

【0054】 在步驟1020中，將通過光纖104之尖端116傳送出光纖104之第一端114的第一波長的光從鏡子612反射，且通過光纖104之尖端116返回光纖104之第一端114中。從鏡子612的第一波長的反射光從光纖104之第一端114行進至光纖104之第二端115，至光分歧器608，且從光分歧器608至檢測器616。隔離器606用以保持光以免反射回光源604。

【0055】 在步驟1024中，基於從檢測器616的反饋，調整光纖104之尖端116與鏡子612之間的距離(舉例而言，工作距離624)。舉例而言，在某些實施例中，檢測器616為功率計。將光纖104之尖端116軸向地移動(舉例而言，朝向鏡子612或遠離鏡子612)且檢測器616之功率讀數改變。當工作距離624接近尖端116(舉例而言，透鏡狀光纖)之焦距時，功率隨之增加。當工作距離624離開光纖104之尖端116之焦距時，功率隨之減少。

【0056】 一旦基於從檢測器616的反饋調整工作距離624，藉由燈620將v型槽204中的黏合劑704固化。為將v型槽中的黏合劑704固化，將第二波長的光(舉例而言，UV光)傳送通過蓋120以將v型槽204中的黏合劑704固化，步驟1028。由於蓋120是由熔融二氧化矽所製成，UV光可穿透蓋120以將v型槽204中的黏合劑

704 固化。因此，光纖 104 可與 v 型槽組件 108 正確地對準且正確地接合，及/或比起先前接合技術在固化期間具有較低的光纖 104 之對準變更的風險(舉例而言，在固化之前可完成對準)。

【0057】 在某些實施例中，接合刻面 208 接觸鏡子 612，且調整工作距離 624 的步驟包含將光纖 104 之尖端 116 移動朝向鏡子 612，以補償將 v 型槽組件 108 接合至晶片 308 的黏合劑 316 之預計厚度。

【0058】 第 11 圖描繪用於將 v 型槽組件 108 接合至晶片 308 之流程 1100 之實施例之流程圖，v 型槽組件 108 接合至光纖 104。在某些實施例中，晶片 308 包括矽(舉例而言，絕緣層覆矽(SOI)晶圓在 SOI 晶圓之裝置層中具有波導)。用於將 v 型槽組件 108 接合至晶片 308 之流程 1100 開始於步驟 1104，於該步驟中提供 v 型槽組件 108。舉例而言，提供光轉接器 100，光轉接器 100 包括插座 112、光纖 104 及 v 型槽組件 108。

【0059】 步驟 1108，將黏合劑(舉例而言，黏合劑 316，例如環氧樹脂)施加至 v 型槽組件 108 之刻面(舉例而言，接合刻面 208)。在某些實施例中，除了將黏合劑 316 施加至 v 型槽組件 108 之外，或取代將黏合劑 316 施加至 v 型槽組件 108，將黏合劑 316 施加至邊緣刻面 320。在某些實施例中，將黏合劑 316 施加至 v 型槽組件的步驟包括將黏合劑 316 施加至晶片 308 之邊緣刻面

320 且將 v 型槽組件 108 帶近邊緣刻面 320，使得黏合劑 316 碰觸接合刻面 208。

【0060】 在步驟 1112 中，將 v 型槽組件 108 與晶片 308 對準。舉例而言，將接合至 v 型槽組件 108 的光纖 104 與晶片 308 之波導 312 對準。在某些實施例中，夾持器 404 用以將 v 型槽組件 108 與晶片 308 對準(舉例而言，藉由夾持 v 型槽組件 108 之蓋 120)。在某些實施例中，來自光纖 104、耦合進入波導 312 中的光用以將 v 型槽組件 108 與晶片 308 對準。舉例而言，波導 312 將來自光纖 104 的光耦合至光檢測器(在晶片 308 上(例如在 SOI 晶圓之裝置層中所形成的 PIN 二極體)或是遠離晶片 308 任一)。從光檢測器的反饋用以將光纖 104 與波導 312 對準。

【0061】 在步驟 1116 中，將黏合劑 316 固化。在某些實施例中，黏合劑 316 為環氧樹脂且藉由 UV 光(舉例而言，類似於產生第二波長的光的燈 620)所固化。在某些實施例中，將第二波長的光傳送通過 v 型槽組件 108(舉例而言，且通過接合刻面 208)。因為 v 型槽組件 108 是由熔融二氧化矽所製成，熔融二氧化矽對於 UV 光為可穿透的，所以第二波長的光傳送通過 v 型槽組件 108。在某些實施例中，在第一次固化之後實行第二次固化(舉例而言，參見關於第 3 圖的討論)。在某些實施例中，完成將第二波長的光傳送通過 v 型槽組件 108，使得在對準之後與在固化期間夾持器 404 可將 v 型槽組件 108 保持固

定，使得光纖104維持與波導312對準。在某些實施例中，用語「v型槽」用作為針對經配置以將光纖定位在材料中的凹槽的一般性用語，且可包含例如「v型」形狀凹槽、溝渠(舉例而言，數個平坦側)及「u」型凹槽，取決於製造(舉例而言，在某些實施例中，在熔融二氧化矽中比起「v型」，溝渠較容易切割或蝕刻；在某些實施例中，若基底202是由結晶材料所製成且可藉由在結晶平面上蝕刻來完成蝕刻，則切割或蝕刻v型槽)。

【0062】 在不脫離本發明之實施例之精神與範疇的情況下，可將特定實施例之特定細節以任何適當的方式結合。然而，本發明之其他實施例可針對與各個別態樣有關的特定實施例，或這些個別態樣之特定組合。

【0063】 為了說明與敘述目的，已呈現本發明之示例性實施例之以上描述。以上描述並非意圖窮盡或將本發明限制至所述的精確形式，且按照以上教示，許多修改及變亦為可能的。所選擇及描述的實施例是用以解釋本發明之原理及本發明之實踐應用，由此使得本領域具有習知技藝者利用在各種實施例中且當適合於預期的特定用途時具有各種修改的本發明。

【0064】 舉例而言，在某些實施例中，晶片308之波導312包括錐形，以將光更有效率地耦合進入波導312。在某些實施例中，波導312具有矩形的橫截面。在某些實施例中，波導為脊狀波導。在某些實施例中，鏡子612包括多層。在某些實施例中，鏡子612包括金

屬。在某些實施例中，鏡子612為塊體(舉例而言，平坦金屬片)。

【0065】 在某些實施例中，使用尖端116而非透鏡狀光纖(舉例而言，光纖之平坦、劈開端)。在某些實施例中，將光纖104與裝置對準而非與晶片308之波導312對準。舉例而言，可將光纖104之尖端116對準至晶片308中的光二極體或雷射。在某些實施例中，v型槽組件之蓋120及/或基底202是由其他可穿透UV光的材料所製成(舉例而言，蓋120是由石英或UV等級藍寶石所製成)。

【0066】 在某些實施例中，晶片308包括光源(舉例而言，是由III-V族材料所製成，作為用於雷射的增益介質)。將光從晶片308耦合至光纖104。

【0067】 此外，應注意到，可將實施例描述為流程，該流程可被描繪為流程圖(flowchart)、流程圖(flow diagram)、資料流程圖、結構圖或方塊圖。雖然流程圖可將操作描述為依序的流程，可以並行或同時實行該等操作中之許多操作。此外，可重新安排操作之順序。當完成流程之操作時，終止該流程，但可具有圖中未包含的額外的步驟。流程可對應至方法、函數、程序、次常式、子程式等等。

【0068】 「一」或「該」之描述旨在表示「一或更多個」，除非具體指出為相反。

【0069】 爲了所有目的，將本文提及的所有專利案、專利申請案、公開案及說明以該等之全文引用方式併入本文。並無任何被承認爲先前技術。

【符號說明】

【0070】

- 100 光轉接器
- 104 光纖
- 108 v型槽組件
- 112 插座
- 114 光纖之第一端
- 115 光纖之第二端
- 116 尖端
- 120 蓋
- 202 基底
- 204 v型槽
- 208 刻面
- 208-1 第一刻面
- 208-2 第二刻面
- 212 第一長度
- 308 晶片
- 308-1 第一晶片
- 308-2 第二晶片
- 312 波導
- 316 黏合劑

- 3 2 0 邊緣刻面
- 4 0 0 對準站
- 4 0 4 夾持器
- 4 0 8 P C B A 安裝座
- 4 1 2 P C B A
- 4 1 6 機械控制機構
- 4 2 0 電連接
- 5 0 0 流程
- 5 0 4 步驟
- 5 0 8 步驟
- 5 1 2 步驟
- 5 1 6 步驟
- 6 0 0 對準系統
- 6 0 4 光源
- 6 0 6 光學隔離器
- 6 0 8 光分歧器
- 6 1 2 鏡子
- 6 1 6 檢測器
- 6 2 0 燈
- 6 2 4 工作距離
- 7 0 4 黏合劑
- 9 0 0 v 型槽組件
- 9 0 2 基底
- 9 0 4 v 型槽

9 0 8 接 合 刻 面

9 1 2 底 面

9 1 6 壁

9 2 0 蓋

1 0 0 0 流 程

1 0 0 4 步 驟

1 0 0 8 步 驟

1 0 1 2 步 驟

1 0 1 6 步 驟

1 0 2 0 步 驟

1 0 2 4 步 驟

1 0 2 8 步 驟

1 1 0 0 流 程

1 1 0 4 步 驟

1 1 0 8 步 驟

1 1 1 2 步 驟

1 1 1 6 步 驟

【生物材料寄存】

【 0 0 7 1 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 7 2 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

I671562

【發明摘要】**公告本****【中文發明名稱】**透鏡狀光纖在二氧化矽V型槽中的軸向對準**【英文發明名稱】**AXIAL ALIGNMENT OF A LENSED FIBER IN A SILICA

V-GROOVE

【中文】

v型槽組件用以將透鏡狀光纖(舉例而言,由二氧化矽所製成的光纖)與光子晶片中的波導邊緣耦接。v型槽組件是由熔融二氧化矽所製成。使用熔融二氧化矽,使得在將透鏡狀光纖接合至v型槽組件及/或將v型槽組件接合至光子晶片中所使用的黏合劑(舉例而言,環氧樹脂)可藉由光被固化,至少部分地被固化。

【英文】

A v-groove assembly is used to edge couple a lensed fiber (e.g., an optical fiber made of silica) with a waveguide in a photonic chip. The v-groove assembly is made from fused silica. Fused silica is used to so that an adhesive (e.g., epoxy resin) used in bonding the lensed fiber to the v-groove assembly and/or bonding the v-groove assembly to the photonic chip can be cured, at least partially, by light.

【指定代表圖】第(6)圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

104 光纖

115 光纖之第二端

116 尖端

202 基底

204 v型槽

- 6 0 0 對 準 系 統
- 6 0 4 光 源
- 6 0 6 光 學 隔 離 器
- 6 0 8 光 分 歧 器
- 6 1 2 鏡 子
- 6 1 6 檢 測 器
- 6 2 0 燈
- 6 2 4 工 作 距 離

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於將一光纖與一 v 型槽組件對準的方法，該方法包括以下步驟：

將該 v 型槽組件之一刻面放置於一鏡子旁；

將該光纖之一第一端放置於該 v 型槽組件之一 v 型槽中，其中該 v 型槽組件包括一基底及一蓋；

將該蓋放置於該光纖上方，使得該光纖介於該基底與該蓋之間；

將一黏合劑施加至該 v 型槽組件及/或該光纖，用於將該光纖接合至該 v 型槽組件；

將該光纖之一第二端連接至一光分歧器，其中該光分歧器與一光源及一檢測器光學耦接；

將來自該光源的一第一波長的光傳送通過該光分歧器，至該光纖，且通過該光纖之該第一端之一尖端傳送該光纖；

藉由該鏡子，將從該光纖之該尖端的該第一波長的光通過該尖端反射回該光纖；

將從該尖端的該第一波長的光經由該光分歧器傳送至該檢測器；

接收從該檢測器的反饋；

基於從該檢測器的反饋，調整該光纖之該尖端與該鏡子之間的一距離；及

在調整該光纖之該尖端與該鏡子之間的該距離之後，藉由一第二波長的光通過該蓋，將該黏合劑至少部分地固化。

【第2項】如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該蓋是由熔融二氧化矽所製成。

【第3項】如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該基底是由熔融二氧化矽所製成。

【第4項】如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該第一波長的光為紅外光且該第二波長的光為紫外光。

【第5項】如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中調整該光纖之該尖端與該鏡子之間的該距離的步驟包含以下步驟：於一軸向方向中移動該光纖，以使於該檢測器處所接收到的功率最佳化。

【第6項】如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，進一步包括以下步驟：在將該黏合劑至少部分地固化之後，將該v型槽組件接合至一晶片。

【第7項】如請求項6所述之用於將該光纖與該v型槽

組件對準的方法，其中該晶片包括結晶矽。

【第8項】 如請求項6所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該晶片包括III-V族材料。

【第9項】 如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該黏合劑為一環氧樹脂，該環氧樹脂經配置以藉由紫外光至少部分地被固化。

【第10項】 如請求項1所述之用於將該光纖與該v型槽組件對準的方法，其中該方法進一步包括以下步驟：在藉由該鏡子將來自該光纖之該尖端的該第一波長的光反射之前，傳送來自該光源的該第一波長的光且通過一光學隔離器。

【第11項】 一種用於將光從一光纖耦合至一半導體波導的光學系統，該光學系統包括：

一組件，包括：

一基底；

一表面，具有一凹槽形成在該表面中；

一蓋；及

一刻面，其中該刻面經配置用於將該組件接合至具有一波導的一晶片；

一光纖，其中：

該光纖位於該凹槽中；

該光纖位於該基底與該蓋之間；

該光纖具有一透鏡狀尖端；及

該光纖經配置用以導引光；以及

一黏合劑，其中：

該黏合劑將該光纖接合至該組件；

該黏合劑將該蓋接合至該基底；

該黏合劑藉由光至少部分地被固化；

一軸向方向，其界定為沿與該組件接合的該光纖之一長度的一方向；及

該光纖在該組件中接合，使得該光纖之該透鏡狀尖端在該軸向方向上與該刻面間隔開。

【第12項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中：

該光纖包括一第一端及一第二端；

該第一端具有該透鏡狀尖端；及

該光學系統進一步包括：

一光源；

一檢測器；

一光分歧器，該光分歧器與該光纖之該第二端、該光源及該檢測器光學耦接；及

一鏡子，該鏡子用以將來自該光源行進離開該光纖之該透鏡狀尖端的光反射回該光纖之該透鏡狀尖端並且至該檢測器。

【第13項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該基底及該蓋包括熔融二氧化矽。

【第14項】 如請求項 13 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該蓋是由熔融二氧化矽所組成。

【第15項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中：

該黏合劑是一第一黏合劑；及

該光學系統進一步包括：

該晶片；及

一第二黏合劑，其中該第二黏合劑將該組件之該刻面接合至該晶片。

【第16項】 如請求項 15 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中：

該晶片包括半導體材料；及

該波導是由該半導體材料製成的一光波導。

【第17項】 如請求項 15 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該第二黏合劑具有與該第一黏合劑相同的材料組成。

【第18項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中：

該刻面是一第一刻面；

該基底包括一第二刻面，用於將該組件接合至該晶片；及

該光纖在朝向該晶片的一方向上延伸超過該凹槽但不延伸經過該第一刻面或該第二刻面。

【第19項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該刻面延伸超過該凹槽一段長度，該段長度在 $100\ \mu\text{m}$ 與 $300\ \mu\text{m}$ 之間。

【第20項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該凹槽沿該軸向方向定向，並且該刻面垂直於該軸向方向。

【第21項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該透鏡狀尖端為錐形的。

【第22項】 如請求項 21 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該凹槽是藉由沿一結晶平面蝕刻所形成。

【第23項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該光纖具有一數值孔徑，該數值孔徑等於或大於 0.25 且等於或小於 0.5 。

【第24項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中該凹槽位於該蓋中。

【第25項】 如請求項 11 所述之用於將光從該光纖耦合至該半導體波導的光學系統，其中：
該基底包括壁及一底面，從而形成一凹部；及
該透鏡狀尖端延伸進入該凹部中超過該凹槽而不經過該刻面。

【第26項】 一種用於將一光纖與一組件對準的系統，該系統包括：

一光纖，其中：

該光纖具有一第一端及一第二端；

該光纖經配置用以從該第一端導引光至該第二端；及

該第一端包括一透鏡狀尖端；

該組件，包括：

一基底；

一蓋，其中該光纖之該第一端介於該基底與該蓋之間；及

一刻面，經配置用於接合至一晶片，其中將該光纖之該第一端放置於該基底與該蓋之間，使得該透鏡狀尖端在一軸向方向上與該刻面間隔開；

- 一 光源；
- 一 檢測器；
- 一 光分歧器，該光分歧器與該光纖之該第二端、該光源及該檢測器光學耦接；以及
- 一 鏡子，該鏡子用以將來自該光源行進離開該光纖之該透鏡狀尖端的光反射回該光纖之該透鏡狀尖端並且至該檢測器。

【第27項】 如請求項 26 所述之用於將該光纖與該組件對準的系統，其中：

- 該組件包括具有一凹槽的一表面；
- 該光纖位於該凹槽中；
- 該光纖位於該基底與該蓋之間；
- 該系統進一步包括一黏合劑；
- 該黏合劑將該光纖接合至該組件；
- 該黏合劑將該蓋接合至該基底；及
- 該黏合劑藉由光至少部分地被固化。

【第28項】 如請求項 26 所述之用於將該光纖與該組件對準的系統，其中：

- 該光源發射紅外光；
- 該系統進一步包括一燈；
- 該燈發射紫外光；及
- 該系統進一步包括一黏合劑，該黏合劑藉由紫外光

至少部分地被固化，從而：

將該光纖接合至該組件；及

將該基底接合至該蓋。

【第29項】 如請求項 26 所述之用於將該光纖與該組件對準的系統，進一步包括一光學循環器，該光學循環器介於該光源與該光分歧器之間。

【第30項】 如請求項 26 所述之用於將該光纖與該組件對準的系統，其中該基底及/或該蓋包括熔融二氧化矽。