



(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 I624705 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：105107527

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 11 日

(51) Int. Cl. : G02B6/42 (2006.01)

H04B10/40 (2013.01)

(30) 優先權：	2015/03/12	美國	62/131,971
	2015/03/12	美國	62/131,989
	2015/03/13	美國	62/132,739
	2015/03/17	美國	62/134,166
	2015/03/17	美國	62/134,173
	2015/03/17	美國	62/134,229
	2015/05/07	美國	62/158,029
	2015/09/09	美國	62/215,932

(71) 申請人：山姆科技公司 (美國) SAMTEC, INC. (US)

美國

(72) 發明人：伊皮踏克斯 馬克 EPITAUX, MARC (CH)；闞爾內魯 周舒瓦 拉及福
CORNELIUS, JOSHUA RAJIV (US)；奈特安格勒 喬 L NIGHTINGALE, JOHN L.
(US)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW	M536364	US	8220140B1
US	2014/0153873A1	US	2015/0063745A1
WO	2010/028355A1	WO	2013/095866A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：34 共 76 頁

(54) 名稱

包含矽光晶片和耦合器晶片的光學模組

OPTICAL MODULE INCLUDING SILICON PHOTONICS CHIP AND COUPLER CHIP

(57) 摘要

一種光學模組，其包含：一互連波導管，其會傳輸光信號；一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及該矽光晶片與該耦合器晶片中的其中一者包含第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部。該耦合器晶片與該矽光晶片中的另一者包含一點接點、一線接點、以及一平面接點。該點接點不提供該第一對齊突出部任何移動。該線接點提供該第二對齊突出部線性移動。該平面接點提供該第三對齊突出部平面移動。

An optical module includes a waveguide interconnect that transports light signals; a Silicon Photonics chip that modulates the light signals, detects the light signals, or both modulates and detects the light signals; a coupler chip attached to the Silicon Photonics chip and the waveguide interconnect so that the light signals are transported along a light path between the Silicon Photonics chip and the waveguide interconnect; and

one of the Silicon Photonics chip and the coupler chip includes first, second, and third alignment protrusions. The other of the coupler chip and the Silicon Photonics chip includes a point contact, a linear contact, and a planar contact. The point contact provides no movement for the first alignment protrusion. The linear contact provides linear movement for the second alignment protrusion. The planar contact provides planar movement for the third alignment protrusion.

指定代表圖：

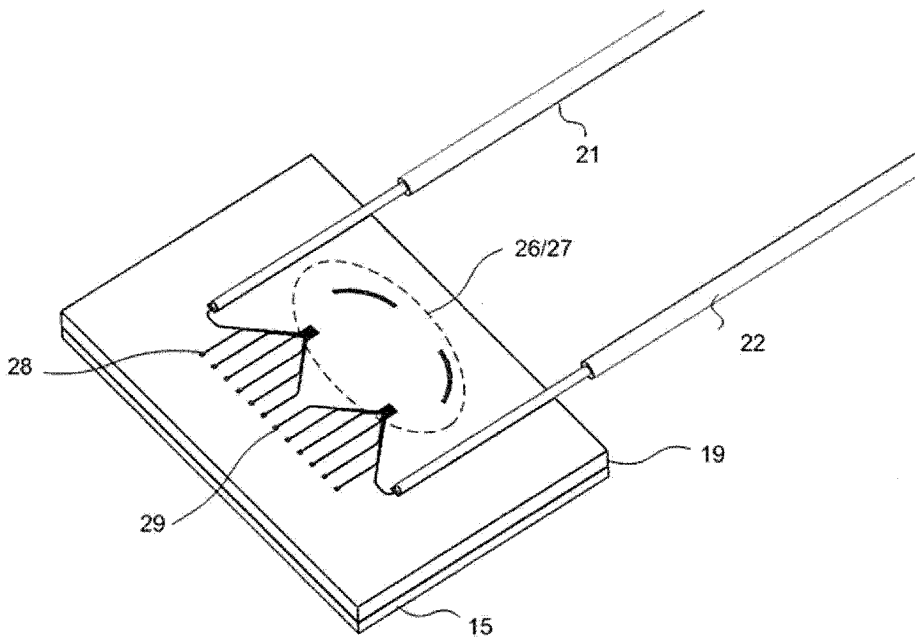


圖3

符號簡單說明：

15 . . . 矽光晶片

19 . . . 耦合器晶片

21 . . . 傳送(Tx)互連波導管

22 . . . 接收(Rx)互連波導管

26 . . . 多工器 (MUX)

27 . . . 解多工器 (DEMUX)

28 . . . 傳送(Tx)轉向結構

29 . . . 接收(Rx)轉向結構

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

包含矽光晶片和耦合器晶片的光學模組

OPTICAL MODULE INCLUDING SILICON PHOTONICS CHIP AND
COUPLER CHIP

【技術領域】

【0001】 本發明和光學模組有關。更明確的說，本發明和具有矽光裝置的光學模組有關。

相關申請案

本申請案於 35 U.S.C. §119(e)的規範下主張下面申請案的權利：2015 年 3 月 12 日提申的美國申請案第 62/131,971 號；2015 年 3 月 12 日提申的美國申請案第 62/131,989 號；2015 年 3 月 13 日提申的美國申請案第 62/132,739 號；2015 年 3 月 17 日提申的美國申請案第 62/134,166 號；2015 年 3 月 17 日提申的美國申請案第 62/134,173 號；2015 年 3 月 17 日提申的美國申請案第 62/134,229 號；2015 年 5 月 7 日提申的美國申請案第 62/158,029 號；以及 2015 年 9 月 9 日提申的美國申請案第 62/215,932 號。本文以引用的方式將美國申請案第 62/131,971 號、第 62/131,989 號、第 62/131,739 號、第 62/134,166 號、第 62/134,173 號、第 62/134,229 號、第 62/158,029 號、以及第 62/215,932 號中每一案的完整內容併入。

【先前技術】

【0002】 使用光學互連取代電氣互連雖然可以達成顯著的增益頻寬

以及頻寬密度(被傳收器佔用的表面積的 Gb/s/m²)；不過，光學互連已經存在於電信網路(跨海網路、大都會網路、…等)的心臟中，它們並未達到整合的程度，而且成本以及能量效率並不足以取代短程鏈路上的電氣互連。舉例來說，以垂直空腔表面發射雷射(Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)為基礎的光學互連的價格仍然比電氣互連貴了十倍。應用大量製造技術以及低成本電子製程的概念已經可以將光功能整合至矽基板之中。被用來製造電子積體電路的基礎架構以及訣竅亦能夠套用於光積體電路，大幅地降低它們的成本。

【0003】 大量的開發努力被聚焦在整合光功能於矽之中，但卻較少致力於將光從矽光元件處耦合至光纖。許多利用離散器件或積體電路的先前技術光學模組皆配備光纖尾纖(fiber pigtail)並且使用一主動對齊過程來對齊該光纖與雷射源或光偵測器。但是，該主動對齊過程經常依賴於利用多軸機器人來進行動態式或主動式對齊(舉例來說，利用電力或光電流回授)。一旦取得最佳的耦合信號便會利用雷射熔接或是 UV(紫外光誘發)固化來固定該光纖。該光纖會被端點耦合(butt coupled)至一裝置或是被固定在一具有微透鏡的聚焦平面之中，該些微透鏡被用來將光耦合至該光纖之中/外面。

【0004】 主動式動齊有數項缺點。其為製程時間約 1 分鐘/部件(minute/part)的整體式製程，而且無法擴大至大量的光學埠。和將光耦合至矽光元件之中以及外面相關聯的費用對於以光為基礎的短程鏈路來說，商業存活性有限。因此，需要一種耐用、低成本的方法，用以將光耦合至矽光元件之中以及外面。

【0005】 和長途電信中的情形雷同，用於光學互連的波長分工器

(Wavelength Division Multiplexing, WDM)非常引人注目，因為其可減少光纖的數量、減少光纖對齊、並且降低和進行光纖佈線相關聯的成本。WDM 技術會在單一光纖上多工處理位於不同波長處的數個光學信號。舉例來說，在 O 頻帶(O-band)中的寬鬆式 WDM 系統會使用波長為約 1271nm、1291nm、1311nm、以及 1331nm 的四條通道。WDM 可以讓此四條通道中的每一條通道在一束光纖上被同步傳輸，從而提高可利用的每條光纖頻寬。為使用 WDM，必須在該光學鏈路的末端處提供多工/解多工，用以結合/分離該些不同波長的通道。因此，需要一種耐用、低成本的方法，用以整合多工/解多工功能和矽光元件。

【發明內容】

【0006】 為克服上面所述的問題，本發明的較佳實施例提供一種光學模組，其包含下面中的一或更多者：

- (1) 動力對齊(kinematic alignment)，其包含第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部，以及對應的點接點、線接點、以及平面接點；
- (2) 一耦合器晶片，其會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸；
- (3) 一耦合器晶片，其包含一多工器、一解多工器、或是一多工器以及一解多工器；
- (4) 一分隔體，其被附接至一矽光晶片，其中，該分隔體會被陽極焊接至該矽光晶片；
- (5) 一排列，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸較佳的係

在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大；

- (6) 一排列，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸在該耦合器晶片的第一表面及第二表面處並不相同；
- (7) 一互連波導管，其包含一光點尺寸轉換器區；
- (8) 一互連波導管，其會與該矽光晶片形成斜角；
- (9) 一耦合器晶片與一矽光晶片，它們被陽極焊接在一起；以及
- (10) 一光偵測器，其被表面鑲嵌至該矽光晶片。

本發明的較佳實施例還提供一種傳收器，其具有一鎖存器，用以讓該互連波導管可以脫離；本發明的較佳實施例還提供一種利用位在沒有彼此相向的兩塊基板的表面中的基準點來對齊該兩塊基板的方法；以及本發明的較佳實施例還提供製造光學模組的方法。

【0007】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一互連波導管，其會傳輸光信號；一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及該矽光晶片與該耦合器晶片中的其中一者包含第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部。該耦合器晶片與該矽光晶片中的另一者包含一點接點、一線接點、以及一平面接點。該點接點不提供該第一對齊突出部任何移動。該線接點提供該第二對齊突出部線性移動。該平面接點提供該第三對齊突出部平面移動。

【0008】 較佳的係，該些第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部為由玻璃製成球體，它們位於被提供在該矽光晶片與該耦合器晶

片中的其中一者之中的倒角錐體之中。該光學模組較佳的係進一步包含一分隔體，其被附接至該矽光晶片。該分隔體與該矽光晶片較佳的係被陽極焊接在一起。

【0009】 由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸較佳的係在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸較佳的係一開始沿著該光路徑遞增並且接著沿著該光路徑遞減。

【0010】 該矽光晶片與該耦合器晶片中的至少其中一者較佳的係包含一聚焦元件。該聚焦元件較佳的係一準直透鏡。該互連波導管較佳的係可以脫離該光學模組。該互連波導管包含一光點尺寸轉換器區。該矽光晶片較佳的係包含一光偵測器，其被鑲嵌至該矽光晶片的表面。該矽光晶片與該耦合器晶片較佳的係包含位於沒有彼此相向的表面上多個基準點。

【0011】 根據本發明的一較佳實施例提供一種傳收器，其包含一根據本發明各種較佳實施例的光學模組以及一印刷電路板。該矽光晶片被連接至該印刷電路板。

【0012】 該傳收器較佳的係進一步包含一殼體，用以封入該矽光晶片以及該耦合器晶片。該傳收器較佳的係進一步包含一鎖存器，其會將該耦合器晶片固定在該殼體之中，其中，該耦合器晶片可以藉由解鎖該鎖存器而脫離該殼體。

【0013】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該

耦合器晶片之間的光路徑被傳輸。該耦合器晶片會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸，而且該耦合器晶片包含一多工器、一解多工器、或是一多工器以及一解多工器。

【0014】 該多工器、該解多工器、或是該多工器以及該解多工器較佳的係包含一埃謝勒格柵(Echelle Grating)、一陣列式波導管格柵、一方向耦合器、一分色濾光器，或是一共振干涉濾波器。該射束的剖面尺寸較佳的係在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。該射束的剖面尺寸較佳的係一開始沿著該光路徑遞增並且接著沿著該光路徑遞減。較佳的係，一光偵測器被表面鑲嵌至該矽光晶片或者被併入於該矽光晶片裡面。一光源較佳的係被併入於該矽光晶片裡面。該光學模組較佳的係進一步包含一位於該矽光晶片外面的光源，其中，來自該光源的光會被供應至該矽光晶片。該矽光晶片較佳的係包含一位於該光路徑之中的通孔。該矽光晶片與該耦合器晶片較佳的係彼此陽極焊接。

【0015】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸。該光路徑包含該耦合器晶片的一第一表面以及該耦合器晶片的一第二表面。由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸在該第一表面及該第二表面處並不相同。

【0016】 該矽光晶片與該耦合器晶片中的至少其中一者較佳的係包含一聚焦元件。該聚焦元件較佳的係一準直透鏡。

【0017】 根據本發明的一較佳實施例提供一種對齊兩塊基板的方

法，其包含：提供一具有一第一基準點的第一基板以及一具有一第二基準點的第二基板，該些第一基準點與第二基準點位在彼此不相向的第一基板的表面與第二基板的表面；提供彼此反向的第一相機與第二相機，俾使得該第一相機看見該第一基準點並且該第二相機看見該第二基準點；以及藉由利用該些第一相機與第二相機來對齊該些第一基準點與第二基準點而對齊該些第一基板與第二基板。

【0018】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸。該耦合器晶片會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸。該射束的剖面尺寸在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。

【0019】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一互連波導管，其會傳輸光信號；一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與與該互連波導管之間的光路徑被傳輸。該互連波導管包含一光點尺寸轉換器區，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸會改變。

【0020】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸。該耦合器晶片會改變由該些光信號所定

義的一射束的剖面尺寸。該耦合器晶片與該矽光晶片會被陽極焊接在一起。

【0021】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一互連波導管，其會傳輸光信號；一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；以及一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與與該互連波導管之間的光路徑被傳輸。該互連波導管會與該矽光晶片形成斜角。

【0022】 根據本發明的一較佳實施例提供一種傳收器，其包含：一印刷電路板；一光學模組，其包含一互連波導管，該互連波導管會傳輸光信號；一矽光晶片，其被連接至該印刷電路板並且會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及一殼體，用以封入該矽光晶片以及該耦合器晶片。該耦合器晶片會利用一鎖存器被固定在該殼體之中。該耦合器晶片可以藉由解鎖該鎖存器而脫離該殼體。

【0023】 根據本發明的一較佳實施例提供一種光學模組，其包含：一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸；以及一光偵測器，其被表面鑲嵌至該矽光晶片。

【0024】 根據本發明的一較佳實施例提供一種製造光學模組的方法，其包含：提供一具有一光層的晶圓；裁切該晶圓，用以形成一矽光晶

片；配接該矽光晶片與一印刷電路板；配接一耦合器晶片與該矽光晶片；以及將一互連波導管鑲嵌至該耦合器晶片。

【0025】 根據本發明的一較佳實施例提供一種製造光學模組的方法，其包含：提供一由多個矽光晶片組成的晶圓；配接多個耦合器晶片與該晶圓上的該些矽光晶片；裁切該晶圓，用以形成多個矽光晶片/耦合器晶片組裝件；配接該些矽光晶片/耦合器晶片組裝件與多個印刷電路板；以及將多條互連波導管鑲嵌至該些耦合器晶片。

● 【0026】 參考隨附的圖式，可以從本發明的較佳實施例的下面詳細說明中更明白本發明的上面以及其它特點、元件、特徵、步驟、以及優點。

【圖式簡單說明】

【0027】

圖 1 所示的係根據本發明一較佳實施例的矽光系統的方塊圖。

圖 2 所示的係根據本發明一較佳實施例的另一矽光系統的方塊圖。

圖 3 與 4 所示的係具有能夠用於圖 2 中所示之矽光系統的耦合器晶片，

● 其具有埃謝勒格柵。

圖 5 所示的係具有能夠用於圖 2 中所示之矽光系統的耦合器晶片，其具有陣列式波導管格柵。

圖 6 所示的係具有能夠用於圖 2 中所示之矽光系統的耦合器晶片，其具有有表面格柵與方向耦合器的分色濾光器。

圖 7 所示的係被連接至一矽光晶片的耦合器晶片。

圖 8 至 10、32、以及 33 所示的係用於該耦合器晶片與矽光晶片的各種可能的光學排列。

圖 11 以及 12 所示的係具有一分隔體的混合式矽光晶片。

圖 13 所示的係具有一通孔的矽光晶片。

圖 14 以及 15 所示的係具有兩個波導管層的耦合器晶片。

圖 16 所示的係用於該混合式矽光晶片與該耦合器晶片的傳送側射束模型的範例。

圖 17 以及 18 所示的係一種動力對齊排列。

圖 19 以及 20 所示的係一種視覺輔助對齊排列。

圖 21 以及 22 所示的係傳收器的一範例。

圖 23 以及 24 所示的係傳收器的另一範例。

圖 25 以及 26 所示的係耦合器晶片的一範例。

圖 27 所示的係矽光晶片的一範例。

圖 28 以及 29 所示的係製造傳收器的步驟。

圖 30 所示的係具有光點尺寸轉換器區的光纖。

圖 31 所示的係被一連接至兩個連接器的傳收器。

圖 34 所示的係傳收器的另一範例。

【實施方式】

【0028】 圖 1 所示的係根據本發明一較佳實施例的矽光系統。傳收器 10 包含一微控制器 11，其被連接至雷射驅動器 12、調變器驅動器 13、以及轉阻放大器(Transimpedance Amplifier, TIA)14。微控制器 11 會如微控制器 11 的右手邊的箭頭所示般地從位於該矽光系統外部的一或更多個裝置處接收電氣輔助信號以及發送電氣輔助信號至該矽光系統外部的一或更多個裝置，舉例來說，該些電氣輔助信號包含控制與監視信號。該調變器驅動器

13 會經由傳送(Tx)輸入 23 接收電氣資料信號，而 TIA 14 則經由接收(Rx)輸出 24 來輸出電氣資料信號。該些 Tx 輸入 23 以及該些 Rx 輸出 24 較佳的係被併入於連接器 25 之中。雷射 A、B(圖中標示為元件符號 18)被連接至雷射驅動器 12。該傳收器 10 還包含一矽光晶片 15 以及一耦合器晶片 19。該耦合器晶片 19 被連接至 Tx 互連波導管 21 以及 Rx 互連波導管 22。

【0029】 一通道係由單一路徑來定義，信號會沿著該單一路徑被傳輸，也就是，傳送及/或接收。舉例來說，其中一條傳送通道係由該調變器驅動器 13 從最頂端的 Tx 輸入 23 處所收到的電氣資料信號所定義，其會讓調變器 4 調變來自雷射 B 的光，並且來自該調變器 4 之經調變的光會經由耦合器晶片 19 進入最頂端的 Tx 互連波導管 21。於此傳送通道的範例中，該傳送通道包含電氣資料信號以及光學資料信號兩者。一對應的接收通道係由最底部 Rx 互連波導管 22 上被該耦合器晶片 19 收到的光學資料信號所定義，其會讓底部接收器 1 產生一電氣資料信號，並且來自該最底部接收器 1 的一對應電氣資料信號會由 TIA 14 供應至最底部的 Rx 輸出 24，其中，該對應的電氣資料信號係以被該 TIA 14 收到的該已產生的電氣資料信號為基礎。

【0030】 微控制器 11 能夠為任何合宜的微控制器、微處理器、中央處理單元、可場程式化閘極陣列、特定應用積體電路、...等。一個以上的微控制器 11 會被使用。該微控制器 11 能夠為一離散部件，或者，其亦能夠和該矽光晶片 15 整合。整合微控制器 11 和該矽光晶片 15 可能會增加該矽光晶片 15 的成本、複雜度、以及尺寸。

【0031】 圖 1 中雖然顯示兩個雷射 18；不過，任何合宜數量的雷射

皆能夠被使用。在圖 1 中，雷射 A 被連接至調變器 1、2(為清楚起見，僅有調變器 1 被標示為元件符號 16)，而雷射 B 則被連接至調變器 3、4。然而，倘若一雷射 18 有足夠的電力供該些通道中的每一條通道使用的話該雷射 18 亦能夠被連接至該些調變器中的每一者；或者，四個雷射 18 可以被連接至該些調變器 1 至 4，俾使得每一條通道皆有一個雷射可以使用。倘若使用一個以上的雷射 18 的話，該些雷射 18 能夠提供不同波長的光，俾使得不同的通道使用不同波長的光。

【0032】 舉例來說，雷射 18 能夠為邊緣發射器或者垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)。該些雷射 18 能夠：

- 1) 被鑲嵌在傳收器 10 外部，其中，來自該雷射的光能夠利用一互連波導管並且可能利用耦合器晶片 19 而被供應至該矽光晶片 15；
- 2) 被鑲嵌在一具有該傳收器 10 之其它器件的印刷電路板(PCB)上，舉例來說，該些其它器件包含微控制器 11、雷射驅動器 12、調變器驅動器 13、TIA 14、矽光晶片 15、耦合器晶片 19、...等，其中，來自該些雷射 18 的光會藉由該 PCB 之中的埋置有機波導管被耦合至該矽光晶片 15；或者
- 3) 與該矽光晶片 15 整合，其範例包含：一微型封裝雷射，其通常係由一 MEMS 矽外殼所製成，該 MEMS 矽外殼含有一分散式回授雷射(Distributed FeedBack Laser, DFB 雷射)、一光學球透鏡、以及一隔離器；一覆晶式 p-down，其為能夠利用覆晶技術來鑲嵌的 SOA(半導體光學放大器)、DFB、或是 Fabry-Perot 半導體雷射晶片；或是一異質整合雷射，其經常包含一 III-V 量子增益結構，其會創造被耦

合至並且被侷限至底下之矽波導管的光。

因為雷射 18 的效能有溫度敏感性，所以，於某些應用中，有利的方式係將雷射 18 被鑲嵌在矽光晶片 15 的外部，其可以被鑲嵌在具有其它器件的 PCB 上或是被鑲嵌在傳收器 10 外部。

【0033】 雷射驅動器 12 會被鑲嵌在傳收器 10 裡面，舉例來說，其包含被鑲嵌在矽光晶片 15 附近或被鑲嵌在矽光晶片 15 上；或者，雷射驅動器 12 亦能夠被鑲嵌在傳收器 10 外面，舉例來說，被鑲嵌在一主 PCB(圖 1 中並未顯示)上。

【0034】 調變器驅動器 13 會從 Tx 輸入 23 處接收電氣資料信號並且藉由關閉與開啟一對應的調變器 16 而產生一對應的放大電氣信號，其會產生一具有高位準信號與低位準信號的光學資料信號。該調變器驅動器 13 能夠為如圖 1 中所示的單一裝置，其被提供用於供所有通道使用；或者，該調變器驅動器 13 亦能夠為一組裝置，每一條通道皆有一個裝置可以使用。因為該些調變器 16 被關閉與開啟的速度會快過雷射被開啟與關閉的速度，所以，利用該些調變器 16 能夠達到高頻的目的。

【0035】 TIA 14 係受控於微控制器 11 並且從光偵測器 1 至 4 處接收信號(為清楚起見，接收器 1 至 4 以元件符號 17 來標示)。一般來說，該信號為一電流信號，其大小係以被該些接收器 17 偵測到的光的數額為基礎，並且 TIA 14 會將該電流信號轉換成一電壓信號。該 TIA 14 能夠為如圖 1 中所示的單一裝置，其被提供用於供所有通道使用；或者，該 TIA 14 亦能夠為一組裝置，每一條通道皆有一個裝置可以使用。

【0036】 矽光晶片 15 雖然較佳的係一由矽所製成的光學裝置；然

而，亦能夠使用其它合宜的材料，舉例來說，InP 或是銻酸鋰。矽光晶片 15 包含一矽晶圓中能夠傳送光、控制光、及/或偵測光的任何部分。矽光晶片 15 的此些功能包含調變、偵測、引導、MUX/DEMUX...等。矽光晶片 15 亦能夠為如圖 11 與 12 中所示般由被焊接在一起的矽與玻璃所製成的混合式晶片。矽光晶片 15 通常包含操縱光的波導管(圖中並未顯示)以及被用來產生光信號的驅動器 16。矽光晶片 15 之中的典型波導管的剖面維度目前雖然為約 $0.3 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}$ ；不過，亦可以使用其它合宜的尺寸。於本發明的某些較佳實施例中，矽光晶片 15 會包含被形成在埋置於一二氧化矽基質中的氮化矽條紋之中的波導管。由於氮化矽與二氧化矽之間的較小折射率差異的關係，此些波導管通常會有較大的模態尺寸(mode size)。

【0037】 耦合器晶片 19 為一在該矽光晶片 15 與該些互連波導管 21、22 之間傳輸光學信號的裝置。該耦合器晶片 19 能夠為在該矽光晶片 15 與該(些)互連波導管 21、22 之間提供一光學路徑的任何裝置。該耦合器晶片 19 會具有被動式光學功能，舉例來說，其包含 MUX/DEMUX。該耦合器晶片 19 能夠改變光的方向並且能夠改變光的模態尺寸。舉例來說，倘若矽光晶片 15 以垂直方式或是接近垂直方式發光的話，那麼，耦合器晶片 19 便會重新引導該垂直光，俾使得其會在水平方向或是接近水平方向中傳導。模態轉換器 20 會改變光的模態尺寸，其能夠在各種光學介面處提供有效的耦合，同時保持該些介面處的對齊容限值。舉例來說，從矽光晶片 15 處發出的光會具有約 $0.3 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}$ 的剖面模態尺寸，並且該互連波導管的剖面模態尺寸的直徑在單模態光纖中能夠為 $9 \mu\text{m}$ 。模態轉換器 20 會改變該已發射的光剖面尺寸，以便匹配或是接近匹配互連波導管 21、22 的剖面尺寸。在

Rx 通道中可能未必需要模態轉換器 20，因為光並不需要被模態匹配至該光偵測器之中，也就是，即使光的剖面尺寸小於該光偵測器，該光偵測器仍然能夠有效地偵測該光。耦合器晶片 19 能夠由矽、玻璃、或是矽與玻璃兩者來製成，其中，矽與玻璃被陽極焊接在一起。耦合器晶片 19 較佳的係由熱膨脹係數和矽光晶片 15 的熱膨脹係數雷同的材料所製成，俾使得在操作期間，當傳收器 10 的溫度提高時，該兩個裝置仍會保持對齊並且不會彎折或扭轉(或者，彎折與扭轉大幅地降低或最小化)。

● **【0038】** 在圖 1 中，傳收器 10 雖然包含具有四條對應 Tx 互連波導管 21 的四條傳送通道以及具有四條對應 Rx 互連波導管 22 的四條接收通道；然而，亦能夠包含任何合宜數量的通道。舉例來說，傳收器 10 能夠包含一條、六條、八條、或是十二條 Tx 互連波導管 21 以及對應的一條、六條、八條、或是十二條 Rx 互連波導管 22。除了傳收器 10 之外，取而代之的係，亦能夠使用僅具有一條或是更多條 Tx 互連波導管 21 的傳送器，或者，亦能夠使用僅具有一條或是更多條 Rx 互連波導管 22 的接收器。

● **【0039】** 互連波導管 21、22 較佳的係光纖。該些光纖能夠為單獨的光纖或者能夠為被排列成束狀或帶狀的一光纖陣列。該些互連波導管 21、22 亦能夠為一以撓性聚合物為基礎的波導管帶或是一由矽或特定其它合宜材料所製成的中介片晶片。光纖通常包含一被纖殼 30 包圍的核心 31，舉例來說，如圖 5 中所示。該些光纖能夠為單模態或是多模態。舉例來說，單模態光纖的核心會具有約 $9\ \mu\text{m}$ 的剖面尺寸，而多模態光纖的核心則會具有約 $50\ \mu\text{m}$ 或是約 $62.5\ \mu\text{m}$ 的剖面尺寸。該些光纖能夠如圖 21 與 22 中所示般地被永久地附接至該傳收器 10(也就是，尾纖式光纖)，或者能夠如圖 23

與 24 中所示般地可脫離該傳收器(也就是，連接器式光纖)。

【0040】 連接器 25 能夠為任何合宜的連接器，舉例來說，其包含由位於美國印第安納州的新奧爾巴尼市的 Samtec, Inc.所販售的 UEC5 連接器。可能會使用一個以上的連接器 25。單一連接器 25 能夠被用來收納該些 Tx 輸入 23 以及 Rx 輸出 24；或者，其中一個連接器能夠用於 Tx 輸入 23 以及另一個連接器能夠用於 Rx 輸出 24。

【0041】 本發明較佳實施例的傳收器 10 能夠被施行為雷同於在美國申請案第 13/539,173 號、第 13/758,464 號、第 13/895,571 號、第 13/950,628 號、以及第 14/295,367 號中所揭示之傳收器的傳收器，本文以引用的方式將該些申請案的完整內容併入。除了使用此些申請案中所揭示的光學引擎之外，取而代之的係，傳收器 10 亦可以使用以矽光為基礎的光學引擎，其可以有較小的尺寸、較高的速度、較大的頻寬、較高的效率、以及較長的信號行進距離。圖 1 中雖然並未顯示；不過，傳收器 10 會包含被連接至該傳收器 10 之各種器件的一或更多個散熱片，用以散熱。

【0042】 圖 2 所示的係根據本發明一較佳實施例的另一矽光系統的方塊圖。圖 2 中的矽光系統雷同於圖 1 中的矽光系統，雷同的元件係以相同的元件符號來標示。圖 2 中的傳收器 10 包含四個雷射 1 至 4(為清楚起見，僅有雷射 1 以元件符號 18 來標示)，每一個雷射 18 有不同的波長。圖 2 中的耦合器晶片 19 較佳的係利用多工器(MUX)26 以及解多工器(DEMUX)27 來提供波長分工。圖 2 中的耦合器晶片 19 雖然並未顯示模態轉換器 20；不過，該些模態轉換器 20 會被放置在該耦合器晶片 19 之中，可能位於該些不同通道中的 MUX 26 以及 DEMUX 27 的前面或後面。MUX 26 及/或 DEMUX 27

較佳的係被形成在具有低熱膨脹係數的玻璃上，而且該玻璃的折射率不會隨著溫度大幅地改變。

【0043】 MUX 26 會結合該些傳送通道的光學信號，俾使得所有該些傳送通道的光學信號會在相同的 Tx 互連波導管 21 中往下傳送。DEMUX 27 會分離所有接收通道中接收自單一互連波導管 22 的光學信號。因為該些通道對應於不同波長的光的關係，所以，可以對光學信號進行此結合與分離。圖 2 中的結合比例為 4:1 而分離比例為 1:4；不過，亦可以使用其它比例。舉例來說，倘若傳收器 10 有 12 條傳送通道以及 12 條接收通道的話，那麼，結合比例可以為 12:3 或 12:1，而分離比例可以為 3:12 或 1:12。12:3 或 3:12 的比例需要三條互連波導管，而非一條。

【0044】 在圖 2 中，該些通道較佳的係操作於在通道之間有 20nm 波長間隔的 O 頻帶之中；不過，亦可以採用不同的頻帶以及不同的波長間隔。

【0045】 圖 3 與 4 所示的係能夠用於圖 2 中所示的矽光系統中的耦合器晶片 19。如圖 3 中所示，該耦合器晶片 19 會被鑲嵌在矽光晶片 15 的頂端。該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 的典型維度為約 0.5mm 至約 1mm 的厚度，約 5mm 的寬度，以及約 5mm 的長度。亦可以採用其它尺寸。

【0046】 圖 3 與 4 中所示的耦合器晶片 19 包含一 MUX 26 以及一 DEMUX 27。單一 Tx 互連波導管 21 以及單一 Rx 互連波導管 22 會被連接至該些耦合器晶片 19。該些耦合器晶片 19 可以包含一條以上的互連波導管 21、22 以及一個以上的對應 MUX 26 與 DEMUX 27。在圖 3 與 4 中，該些耦合器晶片 19 包含六個 Tx 轉向結構 28 以及六個 Rx 轉向結構 29，該些 Tx 轉向結構 28 會轉向接收自矽光晶片 15 的垂直光，而該些 Rx 轉向結構 29

會轉向接收自 DEMUX 27 的水平光。該些六個轉向結構 28、29 中的每一者係用於一對應波長 λ_1 - λ_6 中。圖 3 中的耦合器晶片 19 雖然包含六條傳送通道以及六條接收通道；不過，可以使用任何數量的傳送通道以及接收通道。該些 Tx 轉向結構 28 被連接至 MUX 26，俾使得該些光學信號會被結合並且經由 Tx 互連波導管 21 被傳送。Rx 互連波導管 22 被連接至 DEMUX 27，俾使該些光學信號會被分離並且經由 Rx 轉向結構 29 被傳送。在圖 3 中所示的 MUX 26 以及 DEMUX 27 為一埃謝勒格柵的一部分。使用埃謝勒格柵為較佳係因為其體型小並且溫度敏感性小於其它 MUX/DEMUX 元件。

【0047】 倘若耦合器晶片 19 要被使用在傳送器之中而非被使用在傳收器 10 之中的話，那麼，便僅需要 MUX 26 以及 Tx 互連波導管 21。倘若該耦合器晶片 19 要被使用在接收器之中而非被使用在傳收器 10 之中的話，那麼，便僅需要 DEMUX 27 以及 Rx 互連波導管 22。

【0048】 圖 5 所示的係一波長選擇格柵，其被作為 DEMUX 27。圖 5 中的波長選擇格柵雖然提供四條通道；不過，亦可以使用任何其它數量的通道。該波長選擇格柵在耦合器晶片 19 的通道波導管 32 中包含四條通道格柵。為清楚起見，該些通道格柵中僅有其中一條被標示為 33。在該波長選擇格柵中的其中一條通道包含 Rx 互連波導管 22、通道格柵 33、以及通道偵測器 34。通道射束 35(其包含該些光學信號)會被傳輸經過 Rx 互連波導管 22、通道格柵 33、以及通道偵測器 34。該通道射束 35 較佳的係在耦合器晶片 19 與矽光晶片 15 之間間隙之中垂直於該耦合器晶片 19 與該矽光晶片 15 的表面。圖 5 所示的係用於 DEMUX 27 的排列。雷同的排列亦能夠當作 MUX 26。

【0049】 圖 6 所示的係具有能夠當作 DEMUX 27 之具有方向耦合器 36 與格柵耦合器 37 的分色濾光器。方向耦合器 36 與格柵耦合器 37 具有波長敏感性，其會減少通道串訊。方向耦合器 36 較佳的係一能夠將光學功率分割成兩個光學通道的無損失裝置。該些格柵耦合器 37 能夠由微型加工面鏡來取代。方向耦合器 36 與格柵耦合器 37 通常有極化敏感性。每一條通道皆包含一分離的方向耦合器 36 與一格柵耦合器 37 用於橫向電氣(Transverse Electrical, TE)極化以及用於橫向磁性(Transverse Magnetic, TM)極化。兩種極化會在一光偵測器(圖 6 中並未顯示)處進行空間結合，俾使得能夠在每一條通道中使用單一光偵測器。或者，該些極化亦能夠進行角度結合，或是使用一極化射束結合結構。圖 6 雖然顯示用於 DEMUX 27 的排列；不過，雷同的排列亦能夠當作 MUX 26，但是，並不需要考量不同的極化，因為雷射源的極化通常有良好的定義。

【0050】 可以不使用圖 3 至 6 中所示的埃謝勒格柵、波長選擇格柵、以及分色濾光器，取而代之的係，可以使用陣列式波導管格柵、其它分色濾光器、或是共振干涉濾波器作為 MUX 26 及/或 DEMUX 27。

【0051】 圖 7 所示的係被連接至矽光晶片 15 的耦合器晶片 19。該接收通道包含 Rx 互連波導管 22 以及通道偵測器 34。在一傳送通道中會使用 Tx 互連波導管 21 取代 Rx 互連波導管 22，並且使用一通道雷射 54 而並非通道偵測器 34。該接收通道會在該 Rx 互連波導管 22 與該通道偵測器 34 之間提供一光路徑，而該傳送通道則會在該 Tx 互連波導管 21 與該通道雷射 54 之間提供一光路徑。該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 會包含用於操控通道射束 35 的各種結構。耦合器晶片 19 會包含透鏡 42，而矽光晶片 15

則會包含透鏡 43。該耦合器晶片 19 包含一包含被動式波導管的光層 38，其包含 Rx 轉向結構 29。該 Rx 轉向結構 29 會包含一微型加工表面或是一表面格柵。該微型加工表面會使用完全內反射或者會包含一反射塗層。該微型加工表面能夠為平坦狀或者能夠為彎曲用以如圖 8 至 10、32、以及 33 中所示般地聚焦該通道射束 35。互連波導管 21、22 的末端表面亦能夠被彎折用以取代轉向結構 29。在傳送通道中，該矽光晶片 15 包含一包含主動式波導管的光層 39，圖 7 中雖然並未顯示；但是，其包含調變器 16。在接收通道中，該矽光晶片 15 的光層 39 並不需要有主動式波導管。在圖 7 中，該耦合器晶片 19 的光層 38 雖然位於頂端表面；但是，該光層 38 亦能夠位於該耦合器晶片 19 的底部表面。同樣地，該矽光晶片 15 的光層 39 雖然位於底部表面；但是，該光層 39 亦能夠位於該矽光晶片 15 的頂端表面。該耦合器晶片 19 與該矽光晶片 15 皆會包含一塗層(舉例來說，介電質，例如，氮化矽或氧化矽)，用以減少傳送通道與接收通道中的反向反射。

【0052】 圖 8 至 10、32、以及 33 所示的係用於耦合器晶片 19 以及矽光晶片 15 的各種可能的光學排列。圖 8 顯示一種具有單一彎曲表面的排列並且包含平坦的 Rx 轉向結構 29、沒有透鏡 43 的平坦矽光晶片 15、以及耦合器晶片 19 上的透鏡 42，其優點係僅需要一個彎曲表面。圖 9 顯示一種具有三個彎曲表面的排列並且包含彎曲的 Rx 轉向結構 29、矽光晶片 15 上的透鏡 43、以及耦合器晶片 19 上的透鏡 42，其在矽光晶片 15 與耦合器晶片 19 之間間隙中提供一準直射束。圖 10 顯示一種具有兩個彎曲表面以及一個平坦表面的排列並且包含彎曲的 Rx 轉向結構 29、沒有透鏡 43 的平坦矽光晶片 15、以及耦合器晶片 19 上的透鏡 42，其好處係在該矽光晶片 15 的

頂端提供一平坦表面，俾使得在對矽光晶片 15 的此表面上不需要任何處理或是僅需要最少的處理。在圖 32 與 33 中，彼此相向的矽光晶片 15 的表面以及耦合器晶片 19 的表面為平坦，並且在該矽光晶片 15 與該耦合器晶片 19 之間沒有任何空間。圖 32 顯示一種具有單一彎曲表面的排列並且包含一平坦的 Rx 轉向結構 29、沒有透鏡 43 的平坦矽光晶片 15、以及位在耦合器晶片 19 上但是沒有面向該矽光晶片 15 的透鏡 42，其優點係僅需要一個彎曲表面。圖 33 顯示一種具有單一彎曲表面的排列並且包含一彎曲的 Rx 轉向結構 29、平坦矽光晶片 15、以及平坦的耦合器晶片 19，其優點係僅需要一個彎曲表面。

【0053】 通道射束 35 會被準直(圖 9)或者沒有被準直(圖 8、10、32、以及 33)。該通道射束 35 可能位在一傾斜角度處，也就是，沒有垂直，如圖 8 至 10、32、以及 33 中所示。較佳的係，該通道射束 35 在該矽光晶片 15 與該耦合器晶片 19 之間の間隙區域中會被準直或者接近準直。此區域中相對大的射束尺寸(也就是，約 $20\ \mu\text{m}$ 至約 $100\ \mu\text{m}$)會放鬆該矽光晶片 15 與該耦合器晶片 19 之間的對齊容限值。有一平坦矽光晶片 15 的圖 8、10、32、以及 33 不需要在矽光晶片 15 的其中一側提供表面特徵元件。端視光學佈局而定，舉例來說，位在該矽光晶片 15 的頂端表面的特徵元件以及位在該矽光晶片 15 的底部表面的特徵元件之間的必要對齊為 $\pm 1\ \mu\text{m}$ 。要達成此精確程度會非常困難並且昂貴。於一具有準直射束的理想系統中，矽光晶片 15 與耦合器晶片 19 之間的位置對齊誤差不會在聚焦處造成任何位移。雖然可能會有角度偏移；但是，互連波導管 21、22 以及通道偵測器 34 的角度敏感性小於位置敏感性。

【0054】 圖 8 至 10、32、以及 33 中所示的各種彎曲表面以及圖 7 中所示的透鏡能夠利用雷射加工來製造，其中，一超快速的雷射(舉例來說，皮秒(pico second)或是飛秒(femto second)脈衝寬度)會在一表面上方移動，用以產生該彎曲表面。利用雷射加工所進行的燒蝕性材料移除會留下在某些應用中需要進行後置處理的光學粗糙表面。雷射加工會在耦合器晶片 19 及/或分隔體 56(下面會作討論)的表面底下進行，用以顯著地減少或最小化需要被燒蝕移除的材料數額。雷射加工雖然僅會移除該雷射被聚焦的位置處的材料；但是，雷射加工卻會下切廣大的材料部分，該些部分接著能夠藉由另一製程來移除。雷射加工在形成結構時提供很大的自由度，舉例來說，其包含具有不同曲率及配向的透鏡以及面鏡。可以使用熱研磨製程來磨平雷射加工中的任何殘餘粗糙。亦可以使用一超快速雷射藉由局部性修正耦合器晶片 19 裡面的折射率而形成該耦合器晶片之中的波導管。

【0055】 矽光晶片 15 包含一或更多個通道偵測器 34 及/或一或更多個通道雷射 54。該些通道偵測器 34 會以一體成型的方式被整合至該矽光晶片 15 之中，或者會被表面鑲嵌至該矽光晶片 15。一體成型整合的通道偵測器 34 會包含具有約 0.4A/W (@1310nm 處)響應值的 Ge/Si 裝置；而表面鑲嵌的通道偵測器 34 則會包含具有約 0.9A/W (@1310nm 處)響應值的 InGaAs 裝置，其響應值約為一體成型整合通道偵測器的兩倍。該通道偵測器 34 能夠為一提供波長過濾的共振凹腔增強偵測器，或者能夠為一環形共振器。圖 27 所示的係矽光晶片 15 的一範例，其中，該通道偵測器 34 以及該 TAI 14 被表面鑲嵌至光層 39，較佳的係，彼此靠近。該通道偵測器 34 的直徑會相依於所需要的頻寬而改變。較高頻寬的系統會有小直徑的通道偵測器 34。

舉例來說，10Gbps 的系統可以有約 $70\ \mu\text{m}$ 的偵測器直徑，而 28Gbps 的系統可以有約 $22\ \mu\text{m}$ 的偵測器直徑。

【0056】 矽光晶片 15 較佳的係利用覆晶技術(舉例來說，其包含球柵陣列(Ball Grid Array, BGA)41)被連接至 PCB 40。其它器件(舉例來說，其包含雷射驅動器 12、調變器驅動器 13、以及 TIA 14、…等)亦能夠使用短柱凸塊覆晶技術。PCB 40 較佳的係包含一凹口 44，其包含一熱化合物 45，該熱化合物 45 會接觸通道偵測器 34 或通道雷射 54。

● 【0057】 耦合器晶片 19 與矽光晶片 15 會分隔一間隙，俾使得由該矽光晶片 15 所產生的熱從該矽光晶片 15 至該耦合器晶片 19 有不良的熱路徑。倘若 UV 光能夠被傳送穿過該耦合器晶片 19 的話，該間隙則會被 UV 固化黏著劑填充。舉例來說，該間隙能夠為約 $20\ \mu\text{m}$ 至約 $50\ \mu\text{m}$ 。利用該耦合器晶片 19 與該矽光晶片 15 之間間隙，該耦合器晶片 19 與該矽光晶片 15 會彼此對齊，用以確保所有通道的正確操作。該些對齊特徵元件會有不同的自由度。舉例來說，矽光晶片 15 上的固定式對齊球體 55 會扣接耦合器晶片 19 之中的點接點 51、線接點 52、以及平面接點 53，如圖 17 與 18 中所示。此排列能夠倒置，俾使得該些對齊球體 55 位於耦合器晶片 19 上，而接點 51、52、53 則位於矽光晶片 15 上。該些接點 51、52、53 會被微型加工、能夠藉由光微影術以及各向異性蝕刻來形成、或者能夠藉由雷射加工製程來形成。該些對齊球體 55 會被固定於凹部之中。或者，該些對齊球體 55 亦能夠利用被形成在矽光晶片 15(或是耦合器晶片 19)的表面的對齊突出部來取代。該些對齊球體能夠由玻璃製成。

● 【0058】 在圖 17 中，該矽光晶片 15 包含各向異性蝕刻的倒角錐體，

該些對齊球體 55 會被固定於其中。在圖 18 中，該耦合器晶片 19 包含多個匹配凹口，它們會定義接點 51、52、53。該些對齊球體 55 提供一剛性連接，而該些接點 51、52、53 則被排列成用以防止因為該矽光晶片 15 與該耦合器晶片 19 的熱膨脹係數差異所造成的彎折與扭轉。本技術領域希望避免或最小化彎折與扭轉，因為彎折與扭轉會導致耦合效率下降並且導致傳收器 10 無法操作。避免或最小化熱誘發的彎折與扭轉會提高傳收器 10 的操作溫度範圍。

【0059】 矽光晶片 15 與耦合器晶片 19 會藉由在固化期間收縮的順從性黏著劑而被固定在一起。該順從性黏著劑能夠藉由將該順從性黏著劑注入於該耦合器晶片 19 上的直通孔 59 之中來供應。該順從性黏著劑雖然能夠被 UV 固化；不過，這必非係必要條件。

【0060】 除了圖 8 至 10、32、以及 33 中所示的透鏡排列之外，亦能夠如圖 11 至 15 中所示般地使用各種其它技術來修正該通道射束的尺寸。此些技術以及透鏡排列能夠分開使用以及組合使用。

【0061】 圖 11 以及 12 所示的係一種混合式矽光晶片 57，其包含一被附接至矽光晶片 15 的分隔體 56。該分隔體 56 的厚度能夠為約 0.5mm 至數個 mm。該分隔體 56 可以允許在該混合式矽光晶片 57 與該耦合器晶片 19 之間有更大的射束擴張，其會放鬆對齊容限值並且允許進行被動式對齊。分隔體 56 會包含基準標記或是微型加工結構，用以幫助對齊該耦合器晶片 19 與該混合式矽光晶片 57。

【0062】 分隔體 56 能夠由玻璃或矽製成，和矽光晶片 15 為相同的材料。該分隔體 56 與該矽光晶片 15 的熱膨脹係數會匹配或是實質上匹配，用

以避免超額應力累積。該分隔體 56 會被陽極焊接至該矽光晶片 15。該分隔體 56 會先被焊接至一由多個矽光晶片所組成的晶圓，舉例來說，8 英吋或 12 英吋晶圓，並且接著在焊接之後被裁切。假設 75%的晶圓利用率以及 5mmx5mm 的晶片，那麼，從 8 英吋的晶圓中會取得 972 個裝置以及從 12 英吋的晶圓中會取得 2188 個裝置。該耦合器晶片 19 會在晶圓級處被附接，或者會在裁切之後才被附接。

【0063】 圖 11 顯示介於該混合式矽光晶片 57 與該耦合器晶片 19 之間間隙；而圖 12 則顯示該混合式矽光晶片 57 與該耦合器晶片 19 被陽極焊接在一起，其能夠在晶圓級處被實施並且能夠減少部件數。

【0064】 圖 13 所示的係具有通孔 58 的矽光晶片 15。通孔 58 會如圖 13 中所示般地具有漸細的壁部，或者會具有筆直的壁部(圖中並未顯示)。通孔 58 的尺寸超大，以便放鬆對齊容限值，只要通道偵測器 34 完全露出即可。尺寸超大的通孔 58 在背側矽光處理中並不需要很高的位置容限值。通孔 58 會被金屬化，用以提供一反射表面，其在該通道中不需要有任何透鏡或者可以放鬆對齊容限值。如圖 13 中所示，倘若使用一整合式通道偵測器 34 的話，該通孔 58 會終止於光層 39 處。或者，通孔 58 亦能夠延伸穿過該光層 39。

【0065】 圖 14 以及 15 所示的係在光層 38 之中具有第一波導管 60 與第二波導管 62 的耦合器晶片 19。第一波導管 60 位於基板 64(其較佳的係玻璃上)並且包含第一漸細部 61。第二波導管 62 位於該第一波導管 60 的上方並且包含第二漸細部 63。第一波導管 60 與第二波導管 62 被排列成使得光學能量會被消逝場(evanescent field)耦合通過第一漸細部 61 與第二漸細部

63。

【0066】 較佳的係，第一波導管 60 與第二波導管 62 具有不同的光學及物理特性。舉例來說，第一波導管 60 與第二波導管 62 具有不同的尺寸，用以支援不同的模態尺寸。較大的模態尺寸能夠幫助將來自一通道雷射 54 的光耦合至互連波導管 21，而較小的模態尺寸則能夠幫助進行 MUX/DEMUX 操作以及調變。

【0067】 光層 38 較佳的係包含下面之中的至少其中一者：PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)、SU8 光阻、矽、二氧化矽、以及氮化矽。第一波導管 60 與第二波導管 62 能夠由彼此不相同的材料製成。第一波導管 60 能夠由 SiN 製成，因為 SiN 波導管通常較小；而第二波導管 62 則能夠由 SiO₂ 製成，因為 SiO₂ 波導管的維度會妥適地匹配單模態光纖的模態尺寸。這可以讓第一波導管 60 被連接至 MUX 26 並且讓第二波導管 62 被連接至 Tx 互連波導管 21。

【0068】 第一波導管 60 與第二波導管 62 能夠由不同的製程來製造，其包含結合摻雜、蝕刻、或是材料沉積與雷射加工的光微影術，其藉由材料移除或是藉由修正的材料特性來改變材料的折射率及/或密度。雷射加工會藉由將短脈衝波長的雷射光聚焦於一材料之中而稠化及/或提高折射率。被聚焦的光點會局部性地改變一小體積(舉例來說，大小為 10 至 100 μm^3) 中的折射率。被聚焦的光點會高速地(舉例來說，100mm/sec)沿著一材料被掃描。

【0069】 如圖 14 中所示，光層 38 從上至下包含：

- 1) 一具有折射率 n_2 的頂端層 66；

- 2) 一具有折射率 n_1 的第二波導管 62；
- 3) 一具有折射率 n_2 的中間層 65；以及
- 4) 一具有折射率 n_3 的第一波導管 60。

光層 38 位於具有折射率 n_{sub} 的基板 64 的頂端。第一波導管 60 與第二波導管 62 具有不同的光學特性，因此， $n_1 \neq n_3$ 。第二波導管 62 的折射率 n_1 大於頂端層 66 以及中間層 65 的折射率 n_2 ，也就是， $n_1 > n_2$ 。第一波導管 60 的折射率 n_3 大於中間層 65 的折射率 n_2 以及基板 64 的折射率 n_{sub} ，也就是， $n_3 > n_2$ 並且 $n_3 > n_{\text{sub}}$ 。亦可以採用其它排列，只要波導管的折射率高於包圍該波導管的材料的折射率即可。

【0070】 圖 14 以及 15 雖然顯示一耦合器晶片 19；不過，雷同的結構同樣能夠被形成在矽光晶片 15 的光層 39 之中。

【0071】 除了圖 8 至 15、32、以及 33 中所示的排列與技術之外，亦可以使用包含如圖 30 中所示的光點尺寸轉換器區的互連波導管 21、22。耦合器晶片 19 中的通道波導管 32 的模態尺寸會匹配或是實質上匹配(落在製造容限值裡面)該些互連波導管 21、22 的光點尺寸轉換器區 78 的末端處的模態尺寸。具有光點尺寸轉換器區 78 的互連波導管 21、22 能夠被用來取代圖 8 至 15、32、以及 33 中所示的排列與技術；或者，除了圖 8 至 15、32、以及 33 中所示的排列與技術之外，還可以額外使用具有光點尺寸轉換器區 78 的互連波導管 21、22。

【0072】 該光點尺寸轉換器區 78 能夠由互連波導管 21、22 的末端處的一絕熱漸細部來提供。提高模態尺寸會降低介於耦合器晶片 19 中的通道波導管 32 以及該些互連波導管 21、22 的核心 31 之間的對齊容限值。倘若

互連波導管 21、22 為一光纖的話，那麼，該光點尺寸轉換器區 78 便能夠藉由局部加熱該些互連波導管 21、22 來創造，從而導致形成該核心 31 的摻雜物的擴散。超短雷射處理能夠被用來局部加熱該光纖。該超短雷射處理會藉由將該雷射聚焦在該光纖中的一 3 維圖樣之中而改變該光纖的折射率，從而創造該光點尺寸轉換器區 78。單模態光纖的模態尺寸會從約 $9\ \mu\text{m}$ 增加至約 20 微米。標準單模態光纖在核心 31 與通道波導管 32 之間的 $1\ \mu\text{m}$ 對齊誤差中會有 1dB 的光學損失。倍增該模態尺寸則會將 1dB 的對齊容限值提高至大於 $2\ \mu\text{m}$ 。

【0073】 圖 16 所示的係用於混合式矽光晶片 57 與耦合器晶片 19 的傳送側射束模型的範例。圖 16 在光路徑中並沒有包含或顯示任何轉向結構並且沒有包含或顯示圖 11 至 15 中所示的任何技術。圖 16 包含如圖 9 中所示的兩個彎曲表面。首先，假設通道射束 35 為 $0.5\ \mu\text{m}$ 大小的高斯射束。該混合式矽光晶片 57 包含一 0.7mm 厚的矽光晶片用以作為矽光晶片 15，其折射率 $n=3.5$ ；並且包含一 0.5mm 厚的矽酸硼玻璃層用以作為分隔體 56，其折射率 $n=1.45$ 。該矽酸硼玻璃層能夠為 Borofloat®，其係由微浮製程(microfloat process)所製成，其會產生一具有低熱膨脹係數的玻璃，並且具有良好的表面品質、可見光透射特徵、以及機械強度。分隔體 56 中的透鏡 43 具有 $351\ \mu\text{m}$ 的曲率半徑。在混合式矽光晶片 57 與耦合器晶片 19 之間有 $15\ \mu\text{m}$ 的間隙。耦合器晶片 19 中的透鏡 42 具有 $343\ \mu\text{m}$ 的曲率半徑。該耦合器晶片 19 包含一厚度為 0.7mm 的 Borofloat®玻璃層，其折射率 $n=1.45$ 。於此範例中，通道射束 35 會以 $66\ \mu\text{m}$ 的射束尺寸被準直在該間隙之中並且以 85% 的耦合效率被耦合至一標準的單模態光纖之中。

【0074】 圖 19 以及 20 所示的係一種視覺輔助對齊排列，其能夠被用來取代圖 17 以及 18 中所示的動力對齊排列。於該視覺輔助排列中，該耦合器晶片 19 包含一基準點 100，而該矽光晶片 15 包含一基準點 101。基準點 100、101 會如圖 20 中所示般地被對齊。如圖 19 中所示，為對齊矽光晶片 15 以及耦合器晶片 19，該矽光晶片 15 會被放置在平台 104 上，並且夾盤 105 被用來以該矽光晶片 15 為基準移動該耦合器晶片 19。夾盤 105 會在 x 方向、y 方向、以及 z 方向之中被移動並且亦可能被旋轉。平台 104 會在 x 方向以及 y 方向之中被移動並且亦可能被旋轉。頂端相機 103 係被用來觀看耦合器晶片 19 上的基準點 100，而底部相機 102 則係被用來觀看矽光晶片 15 上的基準點 101。耦合器晶片 19 以及矽光晶片 15 會相互對齊，直到相機 102、103(它們會在 x 方向以及 y 方向之中被精確地對齊)能夠被用來視覺確認基準點 100、101 如圖 20 中所示般地被對齊為止。因為使用兩部相機 102、103 並且該些相機 102、103 會看見位於面向該些相機 102、103 的表面上基準點 100、101 的關係，所以，該些相機 102、103 並不需要看穿該矽光晶片 15 或是耦合器晶片 19。然而，亦可以使用一透射穿過該耦合器晶片 19 及/或該矽光晶片 15 的光波長，其可以讓該視覺輔助對齊系統對齊耦合器晶片 19 及/或矽光晶片 15 中位在該相機 102 或 103 的反向側上的標記。耦合器晶片 19 及/或該矽光晶片 15 之中的波導管會傳輸該視覺輔助對齊系統可以看見的光學輻射，以便進行主動式對齊。

【0075】 該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 使用接點 51、52、53 作為零個至三個對齊特徵元件。在零個對齊特徵元件中(也就是，沒有使用接點 51、52、53 中的任一者)，該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 的對齊

僅有使用基準點 100、101。在三個對齊特徵元件中(也就是，使用全部的接點 51、52、53)，雖然使用視覺輔助對齊會有幫助，不過，亦可以不使用視覺輔助對齊。在一或兩個對齊特徵元件中，該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 之間的某些自由度會取決於該些對齊特徵元件，而某些自由度則會取決於使用具有基準點 100、101 的視覺輔助對齊。

【0076】 在圖 17 至 20 中，該些對齊特徵元件係被用來對齊該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15。除此之外，雷同的對齊特徵元件亦能夠被用來對齊矽光晶片 15 以及分隔體 56。

【0077】 圖 21、22、以及 34 所示的係傳收器 10 的範例。圖 21 以及 22 中所示的傳收器 10 包含一 PCB 40。微控制器 11 以及矽光晶片 15 會被鑲嵌至該 PCB 40。該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15 被封入在一殼體 70 之中。散熱片 71 為非必要並且會被用來消散來自該矽光晶片 15 的熱能或是來自被鑲嵌在該矽光晶片 15 上的器件的熱能。如圖 21 中所示，散熱片 71 會被連接至該矽光晶片 15 的底部。如圖 34 中所示，除了被附接至該矽光晶片 15 之底部的散熱片 71 之外，散熱片 79 亦能夠被連接至該矽光晶片 15 的頂端。互連波導管 21、22 會被永久地附接至該傳收器 10。也就是，互連波導管 21、22 會係尾纖式光纖。PCB 40 在能夠被插入於一連接器(圖 21 與 22 中並未顯示)之中的其中一個邊緣中包含多個陸地部 46。該連接器能夠位於一 IC 封裝之中、位於一主 PCB(圖 21 與 22 中並未顯示)的中間、或是一中介片。圖 31 顯示被插入於第一連接器 81 之中的 PCB 40。如圖 31 中所示，PCB 40 亦能夠同步於該第一連接器 81 被連接至一第二連接器 82；不過，這並非必要條件。倘若傳收器 10 如圖 31 中所示般被連接至第一連接器 81 與

第二連接器 82 的話，那麼，高速信號便能夠經由第一連接器 81 被傳輸，而低速信號則能夠經由第二連接器 82 被傳輸。較佳的係，互連波導管 21、22 相對於該傳收器 10 形成某個角度，俾使得，當該傳收器 10 被插入於位在一 PCB 中間的連接器之中時，該些互連波導管 21、22 會延伸在該 PCB 上的任何其它裝置上方而不會干擾該些裝置。圖 21 與 22 之中雖然顯示多條互連線 21、22；不過，亦可以使用單一互連波導管 21 或 22。

【0078】 圖 23 以及 24 所示的係具有一鎖存器 72 的傳收器 10 的範例。圖 21 與 22 之中的傳收器 10 以及圖 23 與 24 之中的傳收器 10 雷同；不同的係，圖 23 與 24 之中的傳收器 10 包含鎖存器 72。因為該些互連波導管 21、22 可以脫離該傳收器 10，所以，該些互連波導管 21、22 能夠為連接器式光纖。在圖 23 與 24 中的傳收器 10 中，該矽光晶片 15 以及具有鎖存器 72 的殼體 70 係被排列成使得在該耦合器晶片 19 被插入於該殼體 70 之中以後，該耦合器晶片 19 會被固定於該殼體 70 裡面並且對齊該矽光晶片 15。該傳收器 10 會包含粗略對齊特徵元件，其會大體上對齊該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15。對齊球體 55 以及接點 51、52、53 會精確地對齊該耦合器晶片 19 以及該矽光晶片 15。該些粗略對齊特徵元件會被放置在任何合宜的位置中，其包含被放置在該耦合器晶片 19、該矽光晶片 15、殼體 70、或是散熱片中的任何一者上。舉例來說，粗略對齊特徵元件能夠包含位於該耦合器晶片 19 或是該矽光晶片 15 上之經蝕刻的導引柱，其會對齊位於該矽光晶片 15 或是該耦合器晶片 19 上之經蝕刻的導引孔。一散熱片(圖中並未顯示)會被整合於該鎖存器 72 之中或者被放置在該殼體 70 上，其具有一不會覆蓋該鎖存器 72 的削切部。

【0079】 圖 25 與 26 所示的係耦合器晶片 19 的一範例。該耦合器晶片 19 包含用於該些互連波導管 21、22 的一溝槽 74 陣列以及一凹口 73。該些互連波導管 21、22 中的每一者會被插入於一對應孔洞 75 之中，其會精確地對齊耦合器晶片 19 裡面的互連波導管 21、22。孔洞 75 能夠以一利用超短雷射脈衝的雷射來製造。該耦合器晶片 19 包含一凹槽 76，其會被一黏著劑填充，用以將該些互連波導管 21、22 永久性地固定在正確位置中。黏著劑亦會被塗敷於該凹口 73 之中，用以提供應變消除劑。在圖 25 以及 26 之中，轉向結構 28、29 在相鄰的互連波導管 21、22 的側邊上提供一完全內反射表面，俾使得來自該些互連波導管 21、22 的光會被引導向下。

【0080】 圖 28 以及 29 所示的係製造傳收器的步驟。在圖 28 中所示的方法中，一矽光晶片會被附接至一 PCB。一耦合器晶片接著會被配接至該矽光晶片。接著，多條光纖便會被附接至該耦合器晶片 1。

【0081】 在步驟 S10 中，該矽光晶片會被製造。該矽光晶片在第一側包含一光層。該矽光晶片在第二側包含透鏡及/或對齊特徵元件。該些透鏡及/或對齊特徵元件會直接被蝕刻在該矽光晶片的第二側；或者會先被蝕刻在一不同的晶圓(其可以為矽或是玻璃)上，並且接著被焊接至該矽光晶片(晶圓至晶圓或是晶片至晶圓)。在步驟 S11 中，該些主動式裝置(舉例來說，其包含覆晶光偵測器、覆晶 TIA、以及覆晶調變器驅動器)會被附接至該矽光晶片。該矽光晶片接著會在步驟 S12 中被測試。在步驟 S13 中，具有矽光晶片的晶圓會被裁切。在步驟 S14 中，該 PCB 會被組裝。在步驟 S15 中，該耦合器晶片會被製造。該耦合器晶片在第一側包含一光層以及多條溝槽。該耦合器晶片在第二側會包含透鏡及/或對齊特徵元件。在步驟 S16 中，

具有耦合器晶片的晶圓會被裁切。

【0082】 在步驟 S17 中，該矽光晶片會被連接至該 PCB。在步驟 S18 中，分離的對齊特徵元件會視情況被加入。在步驟 S19 中，該矽光晶片與耦合器晶片會被配接。在步驟 S20 中，該矽光晶片與耦合器晶片會利用黏著劑被焊接在一起。在步驟 S21 中，這些光纖會被鑲嵌至耦合器晶片之中的溝槽。在步驟 S22 中，散熱片、光纖應變消除劑、…等會視情況被加入。在步驟 S23 中會對該傳收器進行最終測試。

● 【0083】 圖 29 中所示的方法依賴於以晶圓級製造的方式在該矽光晶圓上製造這些耦合器晶片。多個單獨的耦合器晶片會被鑲嵌至該矽光晶圓上的矽光晶片。該矽光/耦合器晶圓接著會被裁切。接著，光纖會被附接至耦合器晶片。

● 【0084】 在步驟 S30 中，該矽光晶片會被製造。該矽光晶片在第一側包含一光層。該矽光晶片在第二側會包含透鏡及/或對齊特徵元件。這些透鏡及/或對齊特徵元件會直接被蝕刻在該矽光晶片的第二側；或者會先被蝕刻在一不同的晶圓(其可以為矽或是玻璃)上，並且接著被焊接至該矽光晶片(晶圓至晶圓或是晶片至晶圓)。在步驟 S31 中，這些主動式裝置(舉例來說，其包含覆晶光偵測器、覆晶 TIA、以及覆晶調變器驅動器)會被附接至該矽光晶片。該矽光晶片接著會在步驟 S32 中被測試。在步驟 S34 中，該耦合器晶片會被製造。該耦合器晶片在第一側包含一光層以及多條溝槽。該耦合器晶片在第二側會包含透鏡及/或對齊特徵元件。在步驟 S35 中，具有耦合器晶片的晶圓會被裁切。

【0085】 在步驟 S36 中，分離的對齊特徵元件會視情況被加入。在步

驟 S37 中，該些矽光晶片與該些耦合器晶片會被配接至該晶圓上的矽光晶片。在步驟 S38 中，該矽光晶片與耦合器晶片會被焊接。在步驟 S39 中，具有該些矽光晶片與該些耦合器晶片的晶圓會被裁切。在步驟 S40 中，該 PCB 會被組裝。在步驟 S41 中，該矽光晶片會被連接至該 PCB。在步驟 S42 中，該些光纖會被鑲嵌至耦合器晶片之中的溝槽。在步驟 S43 中，散熱片、光纖應變消除劑、…等會視情況被加入。在步驟 S44 中會對該傳收器進行最終測試。

【0086】 應該瞭解的係，前面的說明僅係解釋本發明。熟習本技術的人士便會明白便能夠設計各種替代例與修正例，其並不會脫離本發明。據此，本發明希望涵蓋落在隨附申請專利範圍的範疇裡面的所有此些替代例、修正例、以及變化例。

【符號說明】

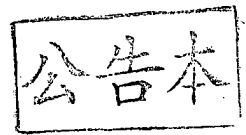
【0087】

10	傳收器
11	微控制器
12	雷射驅動器
13	調變器驅動器
14	轉阻放大器(TIA)
15	矽光晶片
16	調變器 1 至 4
17	接收器 1 至 4
18	雷射 A、B

19	耦合器晶片
20	模態轉換器
21	傳送(Tx)互連波導管
22	接收(Rx)互連波導管
23	傳送(Tx)輸入
24	接收(Rx)輸出
25	連接器
26	多工器(MUX)
27	解多工器(DEMUX)
28	傳送(Tx)轉向結構
29	接收(Rx)轉向結構
30	纖殼
31	核心
32	通道波導管
33	通道格柵
34	通道偵測器
35	通道射束
36	方向耦合器
37	格柵耦合器
38	耦合器光層
39	矽光光層
40	印刷電路板(PCB)

41	球柵陣列(BGA)
42	耦合器透鏡
43	矽光透鏡
44	凹口
45	熱化合物
46	陸地部
51	點接點
52	線接點
53	平面接點
54	通道雷射
55	對齊球體
56	分隔體
57	混合式矽光晶片
58	通孔
59	直通孔
60	第一波導管
61	第一漸細部
62	第二波導管
63	第二漸細部
64	基板
65	中間層
66	頂端層

70	殼體
71	散熱片
72	鎖存器
73	凹口
74	溝槽
75	孔洞
76	凹槽
77	電子層
78	光點尺寸轉換器區
79	散熱片
81	第一連接器
82	第二連接器
100	耦合器基準點
101	矽光基準點
102	底部相機
103	頂端相機
104	平台
105	夾盤



發明摘要

※ 申請案號：105707507

G02B 6/42 (2006.01)

※ 申請日：105.3.11

※IPC 分類：H04B 10/40 (2013.01)

【發明名稱】(中文/英文)

包含矽光晶片和耦合器晶片的光學模組

OPTICAL MODULE INCLUDING SILICON PHOTONICS CHIP AND
COUPLER CHIP

【中文】

一種光學模組，其包含：一互連波導管，其會傳輸光信號；一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及該矽光晶片與該耦合器晶片中的其中一者包含第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部。該耦合器晶片與該矽光晶片中的另一者包含一點接點、一線接點、以及一平面接點。該點接點不提供該第一對齊突出部任何移動。該線接點提供該第二對齊突出部線性移動。該平面接點提供該第三對齊突出部平面移動。

【英文】

An optical module includes a waveguide interconnect that transports light signals; a Silicon Photonics chip that modulates the light signals, detects the light signals, or both modulates and detects the light signals; a coupler chip attached to the

Silicon Photonics chip and the waveguide interconnect so that the light signals are transported along a light path between the Silicon Photonics chip and the waveguide interconnect; and one of the Silicon Photonics chip and the coupler chip includes first, second, and third alignment protrusions. The other of the coupler chip and the Silicon Photonics chip includes a point contact, a linear contact, and a planar contact. The point contact provides no movement for the first alignment protrusion. The linear contact provides linear movement for the second alignment protrusion. The planar contact provides planar movement for the third alignment protrusion.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|-------------|
| 15 | 矽光晶片 |
| 19 | 耦合器晶片 |
| 21 | 傳送(Tx)互連波導管 |
| 22 | 接收(Rx)互連波導管 |
| 26 | 多工器(MUX) |
| 27 | 解多工器(DEMUX) |
| 28 | 傳送(Tx)轉向結構 |
| 29 | 接收(Rx)轉向結構 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1.一種光學模組，其包括：

一互連波導管，其會傳輸光信號；

一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及

該矽光晶片與該耦合器晶片中的其中一者包含第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部；

該耦合器晶片與該矽光晶片中的另一者包含：

一點接點；

一線接點；以及

一平面接點；

該點接點不提供該第一對齊突出部任何移動；

該線接點提供該第二對齊突出部線性移動；

該平面接點提供該第三對齊突出部平面移動。

2.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該些第一對齊突出部、第二對齊突出部、第三對齊突出部為由玻璃製成球體，它們位於被提供在該矽光晶片與該耦合器晶片中的其中一者之中的倒角錐體之中。

3.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其進一步包括一分隔體，其被附接至該矽光晶片。

4.根據申請專利範圍第3項的光學模組，其中，該分隔體與該矽光晶片被陽極焊接在一起。

5.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。

6.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸一開始沿著該光路徑遞增並且接著沿著該光路徑遞減。

7.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該矽光晶片與該耦合器晶片中的至少其中一者包含一聚焦元件。

8.根據申請專利範圍第7項的光學模組，其中，該聚焦元件係一準直透鏡。

9.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該互連波導管可以脫離該光學模組。

10.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該互連波導管包含一光點尺寸轉換器區。

11.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該矽光晶片包含一光偵測器，其被鑲嵌至該矽光晶片的表面。

12.根據申請專利範圍第1項的光學模組，其中，該矽光晶片與該耦合器晶片包含位於沒有彼此相向的表面上多個基準點。

13.一種傳收器，其包括：

根據申請專利範圍第1項的光學模組；以及

一印刷電路板；其中，

該矽光晶片被連接至該印刷電路板。

14.根據申請專利範圍第 13 項的傳收器，其進一步包括一殼體，用以封入該矽光晶片以及該耦合器晶片。

15.根據申請專利範圍第 14 項的傳收器，其進一步包括一鎖存器，其會將該耦合器晶片固定在該殼體之中，其中，

該耦合器晶片可以藉由解鎖該鎖存器而脫離該殼體。

16.一種光學模組，其包括：

一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸；其中，

該耦合器晶片會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸；以及

該耦合器晶片包含一多工器、一解多工器、或是一多工器以及一解多工器。

17.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，該多工器、該解多工器、或是該多工器以及該解多工器包含一埃謝勒格柵(Echelle Grating)、一陣列式波導管格柵、一方向耦合器、一分色濾光器，或是一共振干涉濾波器。

18.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，該射束的剖面尺寸在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。

19.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，該射束的剖面尺寸一開始沿著該光路徑遞增並且接著沿著該光路徑遞減。

20.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，一光偵測器被表面鑲嵌至該矽光晶片。

21.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，一光偵測器被併入於該矽光晶片裡面。

22.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，一光源被併入於該矽光晶片裡面。

23.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其進一步包括一位於該矽光晶片外面的光源；其中，

來自該光源的光會被供應至該矽光晶片。

24.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，該矽光晶片包含一位於該光路徑之中的通孔。

25.根據申請專利範圍第 16 項的光學模組，其中，該矽光晶片與該耦合器晶片彼此陽極焊接。

26.一種光學模組，其包括：

一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸；其中，

該耦合器晶片會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸；以及

該射束的剖面尺寸在位於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的介面處為最大。

27.一種光學模組，其包括：

一互連波導管，其會傳輸光信號；

一矽光晶片，其會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；以及

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；其中，

該互連波導管包含一光點尺寸轉換器區，其中，由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸會改變。

28.一種光學模組，其包括：

一矽光晶片，其包含一波導管，該波導管會傳輸光信號；以及

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該耦合器晶片之間的光路徑被傳輸；其中，

該耦合器晶片會改變由該些光信號所定義的一射束的剖面尺寸；以及

該耦合器晶片與該矽光晶片會被陽極焊接在一起。

29.一種傳收器，其包括：

一印刷電路板；

一光學模組，其包含：

一互連波導管，其會傳輸光信號；

一矽光晶片，其被連接至該印刷電路板並且會調變該些光信號、偵測該些光信號、或是調變與偵測該些光信號；

一耦合器晶片，其被附接至該矽光晶片及該互連波導管，俾使得該些光信號會沿著一介於該矽光晶片與該互連波導管之間的光路徑被傳輸；以及

一殼體，用以封入該矽光晶片以及該耦合器晶片；其中，

該耦合器晶片會利用一鎖存器被固定在該殼體之中；以及

該耦合器晶片可以藉由解鎖該鎖存器而脫離該殼體。