



(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 I821533 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：109106200

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 26 日

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

(30)優先權：2019/12/30 美國 16/730,338

(71)申請人：美商無蓋燈光電公司(美國) OPENLIGHT PHOTONICS, INC. (US)  
美國(72)發明人：皮萊斯 莫莉 PIELS, MOLLY (US)；拉馬斯瓦米 安納德 RAMASWAMY, ANAND  
(US)；戈麥斯 布蘭登 GOMEZ, BRANDON (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW M444519

TW 201316010A

US 5631571

US 2005/0194990A1

US 2019/0056458A1

審查人員：劉聖尉

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 37 頁

(54)名稱

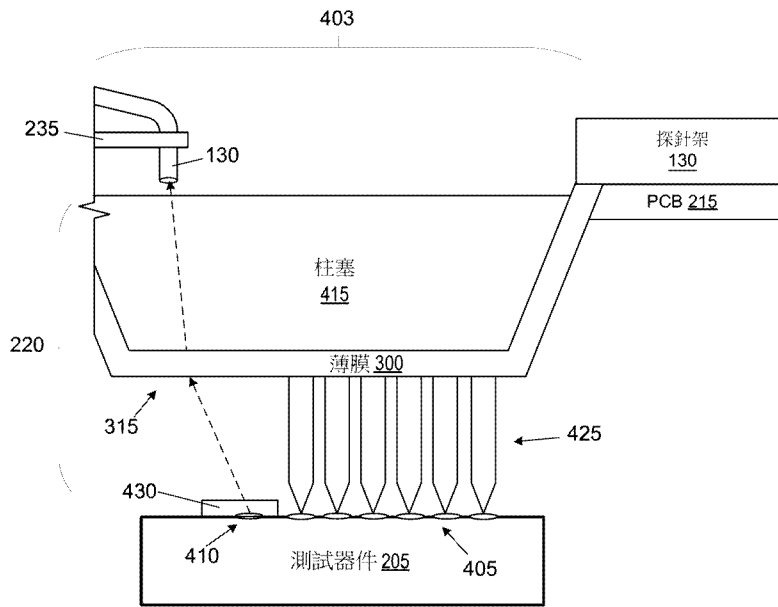
小型光電探針、用以測試一光子積體電路之測試裝置、及測試一光電器件之方法

(57)摘要

本發明描述使用一小型光電探針來執行一光電器件之高效光學及電測試之各種組態。該小型光電探針可包含：電接點，其等針對該光電器件之一給定電接點佈局來配置；及光學介面，其具有透射來自該光電器件之光的一探針核心中之一窗。該探針之一可調光學耦合器可經機械定位以自該器件之發射器接收光以執行該器件之同時光學及電分析。

Described are various configurations for performing efficient optical and electrical testing of an opto-electrical device using a compact opto-electrical probe. The compact opto-electrical probe can include electrical contacts arranged for a given electrical contact layout of the opto-electrical device, and optical interface with a window in a probe core that transmits light from the opto-electrical device. An adjustable optical coupler of the probe can be mechanically positioned to receive light from the device's emitter to perform simultaneous optical and electrical analysis of the device.

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

- 130:光纖
- 205:測試器件
- 215:印刷電路板(PCB)
- 220:探針核心
- 235:光纖安裝臂
- 300:薄膜
- 315:光學排除區
- 403:矩形孔
- 405:電端子
- 410:光學介面
- 415:柱塞
- 425:接點
- 430:光學路由耦合器



公告本

I821533

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

小型光電探針、用以測試一光子積體電路之測試裝置、及測試一光電器件之方法

## 【英文發明名稱】

COMPACT OPTO-ELECTRIC PROBE, TEST APPARATUS TO TEST A PHOTONIC INTEGRATED CIRCUIT, AND METHOD OF TESTING AN OPTO-ELECTRICAL DEVICE

## 【中文】

本發明描述使用一小型光電探針來執行一光電器件之高效光學及電測試之各種組態。該小型光電探針可包含：電接點，其等針對該光電器件之一給定電接點佈局來配置；及光學介面，其具有透射來自該光電器件之光的一探針核心中之一窗。該探針之一可調光學耦合器可經機械定位以自該器件之發射器接收光以執行該器件之同時光學及電分析。

## 【英文】

Described are various configurations for performing efficient optical and electrical testing of an opto-electrical device using a compact opto-electrical probe. The compact opto-electrical probe can include electrical contacts arranged for a given electrical contact layout of the opto-electrical device, and optical interface with a window in a probe core that transmits light from the opto-electrical device. An adjustable optical coupler of the probe can be mechanically positioned to receive light from the device's emitter to perform simultaneous optical and electrical analysis of the device.

## 【指定代表圖】

圖4

## 【代表圖之符號簡單說明】

130:光纖

205:測試器件

215:印刷電路板(PCB)

220:探針核心

235:光纖安裝臂

300:薄膜

315:光學排除區

403:矩形孔

405:電端子

410:光學介面

415:柱塞

425:接點

430:光學路由耦合器

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

小型光電探針、用以測試一光子積體電路之測試裝置、及測試一光電器件之方法

### 【英文發明名稱】

COMPACT OPTO-ELECTRIC PROBE, TEST APPARATUS TO TEST A PHOTONIC INTEGRATED CIRCUIT, AND METHOD OF TESTING AN OPTO-ELECTRICAL DEVICE

### 【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於電路介面，且更特定言之，本發明係關於光學及電介面系統。

### 【先前技術】

【0002】 在半導體製造中，半導體器件之晶圓測試發生於將晶圓單粒化成多個晶粒(例如切割或分離成晶片)之前。測試設備可使用一晶圓探針來與晶圓介接，晶圓探針使用測試圖案來與晶圓互動以測試晶圓組件(例如晶圓上之不同電路)。一些晶圓可包含經設計以在生產中同時工作(例如在單粒化及整合至產品中之後)之光學組件(例如光發射器、光子電路)及電組件。歸因於測試設備之大尺寸及現代高速光電器件之小尺寸，一混合光學及電晶圓之晶圓級測試難以進行。

### 【發明內容】

### 【圖式簡單說明】

【0003】 為易於識別任何特定元件或動作之討論，一元件符號中之一或若干最高有效數位係指其中首先引入該元件或動作之圖號。

【0004】 圖1展示根據一些實例性實施例之用於實施同時晶圓級光電探測之一實例性光電探針系統。

【0005】 圖2展示根據一些實例性實施例之光電探針系統中之組

件。

【0006】 圖3展示根據一些實例性實施例之一探針核心之一實例性薄膜之一佈局。

【0007】 圖4展示根據一些實例性實施例之包含一探針核心及測試器件之光電探針系統之組件之一側視圖。

【0008】 圖5展示根據一些實例性實施例之光電探針系統之一俯視圖。

【0009】 圖6展示根據一些實例性實施例之其中存在多個光學排除區之一探針核心之一薄膜之一實例性佈局。

【0010】 圖7展示根據一些實例性實施例之實施多個光纖之光電探針系統之組件。

【0011】 圖8展示根據一些實例性實施例之一小型探針頭。

【0012】 圖9展示根據一些實例性實施例之使用一小型光電探針來測試一晶圓級光電器件之一方法之一流程圖。

#### 【實施方式】

【0013】 以下描述包含體現本發明之說明性實施例之系統、方法、技術及指令序列。在以下描述中，為了解釋，闡述諸多特定細節以提供本發明之各種實施例之一理解。然而，熟習技術者應明白，可在無此等特定細節之情況下實踐本發明之實施例。一般而言，未必詳細展示熟知指令例項、協定、結構及技術。

【0014】 在光子器件之晶圓級測試中，受測試器件(DUT)可包含一光學介面(例如一發光二極體、雷射)及一電介面(例如電路徑、接點、墊)，且實施兩種類型之介面之連接以執行DUT之測試及分析。歸因於不

同類型之信號之不同對準容限及機械性質，分離機械總成通常用於電及光學連接(例如一電測試單元及一分離光學測試單元)。分離機械總成(一機械總成於電且另一機械總成用於光學)限制受測試器件之電接點與光學輸入/輸出(I/O)埠之間的最小距離。此測試距離限制超過可已具有緊密間隔光學及電連接之受測試器件之最小可行尺寸。一方法係使用分離測試裝置來依次首先測試一類型之接點(例如電)及接著測試其他接點(例如光學)。然而，此方法效率很低。同時測試可發生於單粒化之後，然而，較早診斷晶圓級問題係較佳的。

**【0015】** 替代地，可在探針頭中鑽一孔以使光能夠穿過用於光學介面。然而，鑽一孔將對準容限限制為鑽孔之對準容限，其可能不符合具有緊密間隔跡線及光學I/O之小型光電設計。另外，歸因於干擾及天線副效應，鑽孔方法不適合於高速探針測試(例如具有MHz信號頻率之射頻晶片)。

**【0016】** 替代地，可擴大一給定光電佈局設計中之電接點與光學接點之間的距離以允許大光學機械總成及大電總成與受測試器件介接。然而，增大尺寸產生一較大所得晶片尺寸且不適合於小型光電設計，例如，增大晶片尺寸限制器件小型化、增加晶片/晶粒成本。

**【0017】** 為此，一小型可調光電探針包括進出一單一探針模組之電及光學兩種介面。在一些實例性實施例中，光經由受測試器件(例如晶圓、晶片)之表面上之一光學耦合器來自受測試器件向外耦合。光束穿過探針核心之一薄膜及柱塞且接著耦合至一可調耦合器(例如撓性光纖)中。可調耦合器安裝於或靠近(接近)經由薄膜及柱塞發出之輸入/輸出光路徑。探針模組可包含具有一安裝配置(例如可用於安裝一光纖安裝座總成(諸如

具有一鉸接光纖臂之一致動器)之螺孔)之一探針架。

**【0018】** 在一些實例性實施例中，探針核心之電接點(例如接針、凸塊或其類似者)首先與受測試器件之電接點對準。在電接點與受測試器件之電接點對準及接觸之後，根據一些實例性實施例，在一主動對準法中使用致動器來使光纖機械對準於光學耦合器上方。在其他實例性實施例中，在電介面對準之後，無需發生光學對準(例如被動光學對準)且假定光纖自光學介面接收光。例如，若一受測試器件可適應足夠高損耗，則光纖可經預設及未檢查/未對準且假定一些或所有光束將在電接點對準之後到達預設光纖。

**【0019】** 在一些實例性實施例中，自DUT路由光之光學耦合器可為依相對於DUT之表面之一角度或法向發射/接收光之一光柵。在一些實例性實施例中，光學耦合器整合至DUT中(例如，DUT具有一發光二極體(LED)及依相對於表面之一角度或法向發射光之定位於LED上方之一積體光柵)。在一些實例性實施例中，探針模組包含放置成接近DUT之光學輸出(例如靠近光學輸出、在光學輸出上方或與光學輸出接觸)的一光學耦合器。例如，DUT可包含發射至自由空間中之一LED，且在測試中，DUT具有放置成靠近DUT之自由空間LED發射器或與DUT之自由空間LED接觸以使光路由穿過柱塞及薄膜中之一光學窗而至光纖耦合器之一光柵耦合器。

**【0020】** 在一些實例性實施例中，DUT由嵌入於探針核心(例如薄膜及柱塞)中之探針尖端電接觸，且探針尖端連接至向外至一探針卡印刷電路板(PCB)之佈線。薄膜及柱塞透射光(例如半透明、透明)，且探針架敞開於受測試器件上方。此外，電佈線、組件、墊及/或跡線避開一光學

孔(例如光柵在其上方導引光之一光學排除區)以確保穿過探針單元之光不受影響(例如阻擋、部分阻擋)。依此方式，光學及電I/O之唯一間隔要求係電設計(例如跡線、墊)之間隔要求，電設計可被設計成一起非常緊密。

**【0021】** 圖1展示根據一些實例性實施例之用於實施同時光電探測之一實例性光電探針系統100。如所繪示，一探針平台105支撐一探針模組110 (例如探針核心、PCB/加強件、光纖及定位器)，其可包含(例如)位於一探針卡下之受測試器件。受測試器件(圖1中未繪示)包含經由導線123 (例如電纜)來連接至一或多個電測試及分析裝置之電接點。例如，在圖1中，受測試器件之電接點藉由一開關120 (例如一 $1 \times N$ 射頻(RF)開關)來連接至電測試裝置(諸如一向量網路分析儀115 (VNA))，且受測試器件之進一步電接點連接至一電路分析儀117 (例如單晶片系統/積體電路(SoC/IC)測試系統，諸如一Advantest 93k CTH測試系統)。受測試器件可進一步包含用於傳輸及接收光學資料之一光學介面(例如光發射器、雷射、LED、光二極體)。

**【0022】** 受測試器件之光學組件由一光學測試裝置125 (諸如一光譜分析儀(OSA))分析。光學分析儀系統125經由光纖130來與受測試器件之光學介面介接，光纖130可經由探針核心之柱塞及薄膜(例如薄膜中之光學排除區)來自受測試器件接收光，其中光纖可經由一定位器來移動，如下文將進一步詳細討論。

**【0023】** 圖2展示根據一些實例性實施例之光電探針系統100中之組件200。在圖2中，一測試器件205係具有一光子積體電路(PIC)及一電層及一光學I/O之電接點之一光電器件，其中電介面及光學介面位於測試器件205之一頂層晶圓上。根據一些實例性實施例，測試器件205放置於平

台107 (例如探針平台105之部分)上且系統100之組件定位於測試器件205上方，使得電接點可對準及電耦合。在一些實例性實施例中，測試器件205經由平台107來移動以對準電接點，而在其他實例性實施例中，測試器件205保持固定且探針核心220移動至適當位置中以介接測試器件205。

**【0024】** 在圖2所繪示之實施例中，探針平台105包含保持一印刷電路板(PCB) 215之一環形嵌件210 (例如Advantest 93k壓緊環)，PCB 215可保持可與測試器件205之電及光學兩種介面介接之一探針核心220。額外支撐結構包含在安裝、對準及測試期間對PCB 215及探針核心220提供進一步支撐之PCB加強件233。

**【0025】** 在一些實例性實施例中，一探針核心220係使用探針架225來安裝至探針PCB 215中之一客製電路組件(例如FormFactor探針核心)，例如使核心220保持至PCB 215之安裝座中之螺釘。例如，一給定測試器件可具有電接點/電路及光學介面之一特定組態且一客製探針核心可由與給定測試器件之光學I/O對準之接針及光學排除區產生。同樣地，可針對各種不同測試器件來設計及產生額外客製探針核心，且當要測試一給定測試器件時，使用探針架225來將其對應探針核心安裝於系統100中以將一給定探針核心固定至探針PCB 215，其中PCB 215可具有可再分配給不同晶片之不同探針核心之設定量之接點及端子(例如100個端子)。

**【0026】** 圖2中進一步繪示根據一些實例性實施例之一定位機構230，其係機械保持光纖130以自測試器件205發送及接收光之一致動安裝座。定位器包含剛性安裝至探針平台105之一定位器安裝座230A (例如Thorlabs MAX302致動器)。定位器安裝座230A保持經由對定位器臂230C所作之調整來致動(例如可在6個自由度上轉動)之一可移動定位器

230B。定位機構230附接至保持光纖130之一光纖安裝臂235。光纖安裝臂235可為經手動調整且接著使用致動定位器安裝座230A來更精細調整之一金屬或塑膠臂。在一些實例性實施例中，光纖130係具有用於提供進一步剛性之一塑膠套筒的一0.7 mm至1.04 mm光纖電纜(例如具有400 μm至800 μm核心之TECS包覆MMF)。根據一些實例性實施例，光纖安裝臂235包含一鉸鏈240，其具有一40 mm至80 mm彎曲半徑以使光纖能夠定位於探針核心220及PCB 215上方。例如，鉸鏈240可彎曲，使得光纖130之端更準確定位於一光學排除區上方，光自測試器件205照射穿過光學排除區；例如來自一光發射器，其照射光穿過探針核心220而至開放空間中及至光纖130之終止端中及至光學分析儀系統125中。

【0027】圖3展示根據一些實例性實施例之一探針核心220之一薄膜300之一佈局。薄膜300可經組態用於不同類型之待測試晶片之不同電佈局。如所繪示，薄膜300包含連接至PCB 215 (其與諸如向量網路分析儀115及電路分析儀117之電測試系統介接)之端子的複數個路徑305 (例如金屬路徑、跡線)。在所繪示之實例中，路徑305終結於探針核心220之一中心區域中之複數個接點310處，其中路徑305之對置端延伸至薄膜300之一周邊或邊緣以附接至PCB端子(例如PCB端子505 (圖5))。各端子對應於探針核心220之一下側上之一接針，其中接針自探針核心220延伸至測試器件205之對應接點。此外，探針核心220包含一光學排除區315 (例如窗、光學孔)，其可在設計階段包含於探針核心佈局設計之一外區域中(例如在佈局軟體中)，使得光學排除區315可非常小且相對於路徑305精確放置，其中外區域係其中定位緊密間隔之複數個接點310的中心區域外部之周邊或區域。光學排除區315無路徑305及其他障礙，使得來自測試器件205之

光可透射穿過探針核心220而至光纖130。根據一些實例性實施例，光學排除區315由相同於薄膜300之剩餘部分的材料構成(例如，光學排除區315不是一空的空間孔，而是由用於產生薄膜300之剩餘部分的相同基板或絕緣膜材料構成)。在一些實例性實施例中，為提高透光率，在製造期間，相較於薄膜300之周圍部分進一步蝕刻或薄化孔。此外，如所繪示，探針核心220包含安裝孔320 (例如穿過薄膜及柱塞之螺孔)以使用緊固件(諸如螺釘)來將探針核心220固定至探針架225。

**【0028】** 圖4展示根據一些實例性實施例之包含探針模組110及測試器件205之系統100之組件之一側視圖。探針核心220可實施為具有一矩形金屬探針架225之一FormFactor®角錐探針核心，探針架225具有一柱塞425經定位穿過之一矩形孔403。圖案化有圖案化於薄膜300上之導電跡線或條之一薄膜300 (例如多個絕緣片之薄膜、聚酰亞胺膜片)附接至柱塞415，且接點425 (例如凸塊、墊、接針)嵌入於薄膜300及/或柱塞415中且延伸以碰觸受測試器件之對應電端子405 (例如接點)，諸如測試器件205上之電I/O凸塊或墊。

**【0029】** 測試器件205進一步包含一光學介面410，其包含一光發射器或接收器，諸如一發光二極體、雷射或光二極體。光自光學介面410發出而穿過光學排除區315，其中連接至接點425之電路徑圍繞光學排除區315設計或否則路由(例如經由路由設計軟體)。光透射穿過薄膜300及柱塞415而至光纖130之終止端中用於測試及分析(例如使用光譜分析儀125)。在一些實例性實施例中，來自光學介面410之光經由一光學路由耦合器430 (諸如一光柵)來引導。例如，光學路由耦合器430整合於測試器件205 (例如測試器件205之表面)上以將光自光發射器導引向光學排除區315。在

一些實例性實施例中，光學耦合器(例如透鏡、光柵)(例如)在光學排除區315上方安裝或否則整合為探針核心之部分以收集自光學介面410發射之光。

**【0030】** 圖5展示根據一些實例性實施例之系統100之一俯視圖500。在圖5中，光纖130 (例如來自光學分析儀系統125)延伸於定位機構230上方且定位於探針核心220 (例如光學排除區315)上方以自受測試器件(圖5中未描繪)發送及接收光。進一步將PCB加強件233繪示為PCB 215上之一環，探針核心220經由探針架225 (例如經由安裝孔320 (圖3))來附接至PCB 215上。來自探針核心220之電路徑附接至PCB端子505 (例如PCB電接點)，PCB端子505可比探針核心220之緊密間隔電端子彼此間隔更遠。PCB之PCB端子505連接至佈纜510，佈纜510電連接至一或多個測試系統515，諸如用於分析及測試之向量網路分析儀115及電路分析儀117。

**【0031】** 圖6展示根據一些實例性實施例之其中存在多個光學孔之一探針核心之一薄膜600之一實例性佈局。在圖6之實例中，電路徑605連接至中心中之終止區域610，接針可在終止區域610下連接至可具有多個光學介面之受測試器件。例如，圖6之DUT之一第一介面可包含一傳輸器(例如LED)且一第二光學介面可包含一接收器(例如光二極體)。替代地，例如，圖6之DUT可具有兩個傳輸器(例如兩個雷射二極體)。為實現可在晶圓級高效探測(例如在晶粒單粒化或將一晶圓分離成個別晶片之前)之一小型設計，實例性薄膜600包含用於第一光發射器之一第一光學排除區615及用於第二光發射器之一第二光學排除區620。

**【0032】** 圖7展示根據一些實例性實施例之實施多個光纖之系統100之組件之一側視圖700。如圖7中所繪示，測試器件705包含一第一發射器

715，其發射光穿過一第一耦合器725 (例如透鏡、光柵)朝向薄膜600之第一光學排除區615，薄膜600附接至柱塞745及經由探針架755來附接至PCB 750。光透射穿過薄膜600之第一光學排除區615且穿過柱塞材料以耦合至一第一光纖765中。類似地，測試器件705包含一第二光發射器720，其透射光穿過一第二耦合器730 (例如額外光學耦合器，諸如一透鏡或光柵)朝向第二光學排除區620以經由透明薄膜600及柱塞745而至一第二光纖770。

【0033】 在圖7之實例性實施例中，第一光纖765及770固定至使光纖彼此保持預設距離之一雙臂760。雙臂760可經由一或多個鉸鏈及接頭來手動調整，且使用一致動器(例如安裝於探針平台105上之ThorLabs機動Max320致動器)來更精細調整。

【0034】 此外，根據一些實例性實施例，各光纖由分離臂及分離定位器安裝及定位。例如，光纖765可安裝至一第一臂及致動定位器且光纖770可安裝至另一致動定位器之一第二臂。在該等實例性實施例中，電接點735可與接點710對準，接著使用第一臂來個別對準光纖765以自發射器715接收最大光量(例如在主動對準中)，接著使用第二臂來個別對準光纖770以自測試器件705之發射器720接收最大光量。

【0035】 圖8展示根據一些實例性實施例之小型光電探針系統之一探針頭800組態。在圖8中，探針頭包含一PCB模組815，其可包含一PCB卡及附接至柱塞820及具有接針及一光學排除區之薄膜825的加強件，如上文所討論。根據一些實例性實施例，探針頭805可經由可由手或一致動器(例如一Thor Labs致動器(圖8中未描繪))定位之一探針頭臂810來定位。根據一些實例性實施例，在定位探針頭805使得接針827耦合至受測試器

件845之各自接點850之後，一光纖定位器830 (例如安裝於PCB模組815上之一致動器)定位安裝至光纖致動器臂840之一光纖835以更精細對準自測試器件845之光發射器855折射穿過薄膜825及柱塞820之光。儘管在圖8之實例中僅實施一單一光纖耦合器，但在其他實例性實施例中實施額外光纖(例如依一預設距離附接至光纖臂840之兩個光纖，兩個光纖自身各具有安裝於PCB模組815上之光纖致動器)。

**【0036】** 圖9展示根據一些實例性實施例之使用一小型光電探針來高效分析一光電測試器件(例如晶圓組件、單粒化晶片)之一方法900之一流程圖。在操作905中，將受測試器件(例如晶圓、晶片)放置於小型光電探針系統之一探針平台上。在操作910中，使受測試器件之電接點對準。例如，在操作910中，將小型光電探針之一探針核心定位於受測試器件上方，使得各探針核心電接點(例如接針)電連接至受測試器件之一對應接針。在一些實例性實施例中，受測試器件係一晶圓上之複數個晶粒之一晶粒，且探針頭與在晶圓上時之個別晶粒介接。在其他實例性實施例中，受測試器件係已自一晶圓分離之一PIC晶片，且在操作910期間，電連接PIC晶片之電接點及探針之電端子。

**【0037】** 在操作915中，啟動受測試器件之光源。例如，在操作915中，啟動受測試器件之一光學發射器(例如LED、雷射)以將光發射至開放空間或導引光朝向探針核心之一光學耦合器中。

**【0038】** 在操作920中，使耦合光學器件對準。例如，受測試器件之光發射器向上照射光朝向無光學跡線或其他障礙物(例如接針、墊、螺釘、電阻器)之探針核心中之一光學排除區(例如光學孔、窗)。光折射穿過薄膜且進一步折射穿過柱塞而發出至自由空間中朝向耦合器之終止端。

接著，致動定位器實體移動光纖，使得其自受測試器件接收足夠光量以執行光學分析(例如光學排除區附近之每位置最大光量或自受測試器件接收光及光學資料之足夠光量)。在操作925中，受測試器件使用光學及電連接之小型光電探針(例如使用光學分析儀系統125、向量網路分析儀115、電路分析儀117)來經受測試及分析。另外，如所討論，在分析之後，將探針頭移動至晶圓之另一部分以測試未單粒化之另一晶片。依此方式，探針頭可在單粒化之前或在單粒化之後(就一個別PIC晶片而言)更快速測試晶圓上之多個組件(例如晶粒)。

**【0039】** 在一些實例性實施例中，可針對多個發射器DUT或被動對準測試來修改或省略方法900之一或多個操作。例如，若受測試器件包含多個光發射器(例如兩個雷射)，則可首先針對第一光發射器實施操作915及920，且接著針對一第二光發射器再次實施操作915及920，其中兩個光發射器位於不同致動定位器上。替代地，若一單一臂使兩個光纖保持一預組態距離(例如圖7)，則在操作920中啟動兩個發射器，且操作920之對準涉及使用一單一致動定位器來移動臂以對準兩個光纖以自受測試器件之各自發射器接收足夠光。

**【0040】** 替代地，在一被動方法中，省略操作915及920且僅發生操作910之電對準。例如，若受測試器件可帶光學損耗操作，則在操作910中對準電介面且假定光纖定位成接近探針核心之光學排除窗且在進一步測試中足夠光量將到達光纖，無需相對於探針核心窗來致動光纖。例如，可在受測試器件之製造非常精確或需要到達光纖以進行分析之來自發射器之發射光量占比很低(例如高損耗設計或一非常亮發射器)時實施被動方法。

**【0041】** 以下係實例性實施例：

【0042】 實例1. 一種用於與一光電器件介接之光電探針，該光電探針包括：一電層，其具有電路徑，至少一些該等電路徑連接至經組態以與該光電器件之電組件介接之電端子，該等電路徑避開形成於該電層中之一光路徑；及一光學介面，其與該光電器件之一光學組件介接，該光學介面經配置以透過形成於該電層中之該光路徑來與該光學組件光學通信。

【0043】 實例2. 如實例1之光電探針，其包括一撓性光纖以允許將該光電探針定位至一操作位置中，在該操作位置中，該等電端子與該光電器件之電接點電接觸且該光學介面與該光學組件光學對準。

【0044】 實例3. 如實例1或2中任一項之光電探針，其中該電層包括一薄膜，該薄膜包含該等電路徑，且其中該等電端子自該薄膜延伸至該光電器件之對應電接點。

【0045】 實例4. 如實例1至3中任一項之光電探針，其中形成該薄膜之材料透射光，該光路徑係由該薄膜之該材料構成之一光學孔，該等電路徑圍繞該光學孔定位。

【0046】 實例5. 如實例1至4中任一項之光電探針，其中該光學孔由該等電路徑之一佈局設計形成。

【0047】 實例6. 如實例1至5中任一項之光電探針，其中該等電路徑自該薄膜之一周邊延伸至該薄膜之一中心區域中之該等電端子。

【0048】 實例7. 如實例1至6中任一項之光電探針，其中該光學孔定位於該薄膜之一外區域中，該外區域位於包含該等電端子之該中心區域外部。

【0049】 實例8. 如實例1至8中任一項之光電探針，其中該薄膜安置於透明或半透明之一柱塞上，該柱塞自一印刷電路板(PCB)朝向該光電器

件延伸。

【0050】 實例9. 如實例1至8中任一項之光電探針，其中該薄膜及該柱塞使用緊固件來附接至該PCB。

【0051】 實例10. 如實例1至9中任一項之光電探針，其中該PCB包括連接至該薄膜之周邊端子的PCB電接點，該等周邊端子係與終止於該薄膜之一中心中之該等電路徑之其他端對置之該等電路徑之端。

【0052】 實例11. 如實例1至10中任一項之光電探針，其中一或多個電測試裝置電連接至該等PCB電接點。

【0053】 實例12. 如實例1至11中任一項之光電探針，其中該撓性光纖耦合至一光學測試裝置。

【0054】 實例13. 如實例1至12中任一項之光電探針，其中該撓性光纖由一定位機構定位。

【0055】 實例14. 如實例1至13中任一項之光電探針，其中該定位機構係一致動器。

【0056】 實例15. 如實例1至14中任一項之光電探針，其中該光電器件係包括複數個光電晶粒之一晶圓。

【0057】 實例16. 如實例1至15中任一項之光電探針，其中該等電組件及該光學組件位於該複數個光電晶粒之一者中，該光電探針經組態以與該晶圓中之該複數個光電晶粒之該一者介接。

【0058】 實例17. 一種用於測試一光子積體電路(PIC)之測試裝置，該測試裝置包括：一支撐配置，其支撐該PIC；一測試探針，其包含一電層及一光學介面，該測試探針包括：一電層，其具有電路徑，至少一些該等電路徑連接至經組態以與該PIC之電組件介接之電端子，該等電路徑避

開形成於該電層中之一光路徑；及一光學介面，其與該PIC之一光學組件介接，該光學介面經配置以透過形成於該電層中之該光路徑來與該光學組件光學通信；及一定位機構，其使該測試探針選擇性移動至一操作位置中，在該操作位置中，該等電端子與該PIC之電接點電接觸且該光學介面與該光學組件光學對準。

**【0059】** 實例18. 如實例17之測試裝置，其包括一撓性光纖以允許將該測試探針定位至該操作位置中，在該操作位置中，該等電端子與該PIC之電接點電接觸且該光學介面與該光學組件光學對準。

**【0060】** 實例19. 如實例17或18中任一項之測試裝置，其中該PIC係自包括複數個PIC晶片之一晶圓單粒化之一PIC晶片。

**【0061】** 實例20. 一種測試一光電器件之方法，該方法包括：將一測試裝置之一光電探針定位至一操作位置中，其中具有電路徑之一電層之電端子連接至與該光電器件之電組件介接之電端子，該等電路徑避開形成於該電層中之一光路徑，且其中一光學介面透過該光路徑來與該光電器件之一光學組件介接；及對該等電組件執行一電測試且經由該光學介面來對該光電器件執行經由該光學介面之一光學測試。

**【0062】** 儘管上文已描述各種實施例，但應瞭解，其僅供例示而非限制。儘管上述方法指示特定事件依特定順序發生，但可修改特定事件之順序。另外，可視情況在一並行程序中同時執行特定事件，及如上文所描述般循序執行特定事件。因此，本說明書意欲涵蓋落於隨附申請專利範圍之精神及範疇內之揭示實施例之所有此等修改及變動。

**【0063】** 本文中所定義及使用之所有定義應被理解為受控於詞典定義、依引用方式併入之文件中之定義及/或定義術語之一般含義。

【0064】 除非明確指示相反，否則本文說明書及申請專利範圍中所使用之不定冠詞「一」應被理解為意謂「至少一」。

【0065】 本文說明書及申請專利範圍中所使用之片語「及/或」應被理解為意謂所結合之元件之「任一者或兩者」，即，在一些情況中同時存在及在其他情況中分開存在之元件。使用「及/或」所列舉之多個元件應依相同方式解釋，即，所結合之元件之「一或多者」。可視情況存在除由「及/或」從句具體識別之元件之外的其他元件，無論與具體識別之該等元件相關或不相關。因此，作為一非限制實例，結合開放式用語(諸如「包括」)使用之「A及/或B」之一參考可在一實施例中係指僅A (視情況包含除B之外的元件)，在另一實施例中係指僅B (視情況包含除A之外的元件)，在又一實施例中係指A及B兩者(視情況包含其他元件)，等等。

【0066】 如本文說明書及申請專利範圍中所使用，「或」應被理解為具有相同於上文所定義之「及/或」之含義。例如，當分離一列表中之項時，「或」或「及/或」應被解譯為包含性的，即，包含數個元件或一元件列表之至少一者，但亦包含數個元件或一元件列表之一者以上，且視情況包含額外未列項。僅明確指示相反之術語(諸如「...之僅一者」或「...之恰好一者」或申請專利範圍中所使用之「由...組成」)將係指包含數個元件或一元件列表之恰好一個元件。一般而言，當前面有排他性術語(諸如「任一者」、「...之一者」、「...之僅一者」或「...之恰好一者」)時，本文中所使用之術語「或」應僅被解譯為指示排他性替代(即，「一者或另一者但非兩者」)。申請專利範圍中所使用之「基本上由...組成」將具有專利法領域中所使用之其一般含義。

【0067】 如本文說明書及申請專利範圍中所使用，涉及一或多個元

件之一列表之片語「至少一者」應被理解為意謂選自元件列表中之任何一或多個元件之至少一元件，但未必包含元件列表內所具體列舉之每個元件之至少一者且不排除元件列表中之元件之任何組合。此定義亦允許可視情況存在除片語「至少一者」涉及之元件列表內所具體識別之元件之外的元件，無論與具體識別之該等元件相關或不相關。因此，作為一非限制實例，「A及B之至少一者」(或等效地「A或B之至少一者」或等效地「A及/或B之至少一者」)可在一實施例中係指至少一(視情況包含一個以上) A但無B存在(且視情況包含除B之外的元件)，在另一實施例中係指至少一(視情況包含一個以上) B但無A存在(且視情況包含除A之外的元件)，在又一實施例中係指至少一(視情況包含一個以上) A及至少一(視情況包含一個以上) B (且視情況包含其他元件)，等等。

**【0068】** 在申請專利範圍及以上說明書中，諸如「包括」、「包含」、「攜載」、「具有」、「含有」、「涉及」、「保持」、「由...構成」及其類似者之所有過渡片語應被理解為開放式的，即，意謂「包含(但不限於)」。僅過渡片語「由...組成」及「基本上由...組成」應分別為封閉式或半封閉式過渡片語，如美國專利局專利審查程序手冊之2111.03章節中所闡述。

#### **【符號說明】**

##### **【0069】**

100:光電探針系統

105:探針平台

107:平台

110:探針模組

115:向量網路分析儀  
117:電路分析儀  
120:開關  
123:導線  
125:光學測試裝置/光學分析儀系統/光譜分析儀  
130:光纖  
200:組件  
205:測試器件  
210:環形嵌件  
215:印刷電路板(PCB)  
220:探針核心  
225:探針架  
230:定位機構  
230A:定位器安裝座  
230B:可移動定位器  
230C:定位器臂  
233:PCB加強件  
235:光纖安裝臂  
240:鉸鏈  
300:薄膜  
305:路徑  
310:接點  
315:光學排除區

320:安裝孔  
403:矩形孔  
405:電端子  
410:光學介面  
415:柱塞  
425:接點  
430:光學路由耦合器  
500:俯視圖  
505:PCB端子  
510:佈纜  
515:測試系統  
600:薄膜  
605:電路徑  
610:終止區域  
615:第一光學排除區  
620:第二光學排除區  
700:側視圖  
705:測試器件  
710:接點  
715:第一發射器  
720:第二光發射器  
725:第一耦合器  
730:第二耦合器

735:電接點  
745:柱塞  
750:PCB  
755:探針架  
760:雙臂  
765:第一光纖  
770:第二光纖  
800:探針頭  
805:探針頭  
810:探針頭臂  
815:PCB模組  
820:柱塞  
825:薄膜  
827:接針  
830:光纖定位器  
835:光纖  
840:光纖致動器臂  
845:受測試器件/測試器件  
850:接點  
855:光發射器  
900:方法  
905:操作  
910:操作

915:操作

920:操作

925:操作

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種用於與一光學發射器光子積體電路(PIC)介接(interfacing)之光電探針，該光電探針包括：

一電層，其具有在一薄膜中之電路徑，該薄膜安置於一柱塞(plunger)朝向該光學發射器PIC之一表面上，該柱塞係半透明或透明並自一印刷電路板(PCB)朝向該光學發射器PIC延伸，至少一些該等電路徑連接至經組態以與該光學發射器PIC之電組件介接之電端子，該等電路徑避開自該薄膜之一底側延伸至與該底側相對之該薄膜之一頂側之一垂直光路徑；

一光纖，其經配置以接收由該光學發射器PIC之一積體光源所產生之光，使得該光自該光學發射器PIC之一光學輸出埠傳播並經由該薄膜之材料沿著該垂直光路徑並經由該柱塞折射至該光纖；及

一光纖安裝座(optical fiber mount)，其調整該光纖於該薄膜之該頂側上方，使得沿著該垂直路徑自該薄膜之該底側傳播至該薄膜之該頂側並經由該柱塞進入該光纖中之該光增加。

### 【請求項2】

如請求項1之光電探針，其中該光纖係為可撓以允許藉由該光纖安裝座將該光纖定位至一位置中，在該位置中，該等電端子與該光學發射器PIC之電接點電接觸且經由該薄膜折射至該光纖之該光增加。

### 【請求項3】

如請求項2之光電探針，其中該光纖光耦合至一光學測試設備以測量藉由該光學發射器PIC之該積體光源所產生之該光。

**【請求項4】**

如請求項2之光電探針，其中該光電探針進一步包括一定位機構，該定位機構移動該光纖安裝座來調節該光纖以接收一經增量之光，該經增量之光藉由該積體光源產生並經由該薄膜朝向該光纖傳播。

**【請求項5】**

如請求項4之光電探針，其中該定位機構係一致動器。

**【請求項6】**

如請求項1之光電探針，其中該等電端子自該薄膜延伸至該光學發射器PIC之對應電接點。

**【請求項7】**

如請求項1之光電探針，其中自該積體光源之該光由該光學發射器PIC傳播至該薄膜之一第一側中，且自該薄膜之一第二側朝向該光纖出射(exit)。

**【請求項8】**

如請求項7之光電探針，其中該垂直光路徑由該等電路徑之一佈局設計形成。

**【請求項9】**

如請求項8之光電探針，其中該等電路徑自該薄膜之一周邊延伸至該薄膜之一中心區域中之該等電端子。

**【請求項10】**

如請求項9之光電探針，其中該垂直光路徑定位於該薄膜之一外區域中，該外區域位於包含該等電端子之該中心區域外部。

**【請求項11】**

如請求項1之光電探針，其中該光自該光學輸出埠經由一透鏡傳播至該薄膜。

**【請求項12】**

如請求項1之光電探針，其中該薄膜及該柱塞使用緊固件來附接至該PCB。

**【請求項13】**

如請求項12之光電探針，其中該PCB包括連接至該薄膜之周邊端子的PCB電接點，該等周邊端子係與終止於該薄膜之一中心中之該等電路徑之其他端對置之該等電路徑之端。

**【請求項14】**

如請求項13之光電探針，其中一或多個電測試裝置電連接至該等PCB電接點。

**【請求項15】**

如請求項1之光電探針，其中一晶圓包括該光學發射器PIC及在該晶圓中與該光學發射器PIC電與光學介接之該光電探針。

**【請求項16】**

如請求項15之光電探針，其中該光學輸出埠係一光柵，該光柵輸出自該光學發射器PIC產生之光。

**【請求項17】**

一種用於測試一光學發射器光子積體電路(PIC)之測試裝置，該測試裝置包括：

一支撐配置，其支撐該光學發射器PIC；

一測試探針，其包含一電層及在一光纖安裝座上之一光纖，該電層

具有在一薄膜中之電路徑，該薄膜安置於一柱塞朝向該光學發射器PIC之一表面上，該柱塞係半透明或透明並自一印刷電路板(PCB)朝向該光學發射器PIC延伸，至少一些該等電路徑連接至經組態以與該光學發射器PIC之電組件介接之電端子，該等電路徑避開自該薄膜之一底側延伸至與該底側相對之該薄膜之一頂側之一垂直光路徑，該光纖經配置以接收由該光學發射器PIC之一積體光源所產生之光，使得該光自該光學發射器PIC之一光學輸出埠傳播並經由該薄膜之材料沿著該垂直光路徑並經由該柱塞折射至該光纖；及

一定位機構，其移動該光纖安裝座來調整該光纖於該薄膜之該頂側上方，使得沿著該垂直路徑自該薄膜之該底側傳播至該薄膜之該頂側並經由該柱塞進入該光纖中之該光增加。

**【請求項18】**

如請求項17之測試裝置，其中該光學輸出埠係一光柵，該光柵輸出自該光學發射器PIC產生之光。

**【請求項19】**

如請求項17之測試裝置，其中該光纖光耦合至一光學測試設備以測量藉由該光學發射器PIC之該積體光源所產生之該光。

**【請求項20】**

一種測試一光學發射器光子積體電路(PIC)之方法，該方法包括：

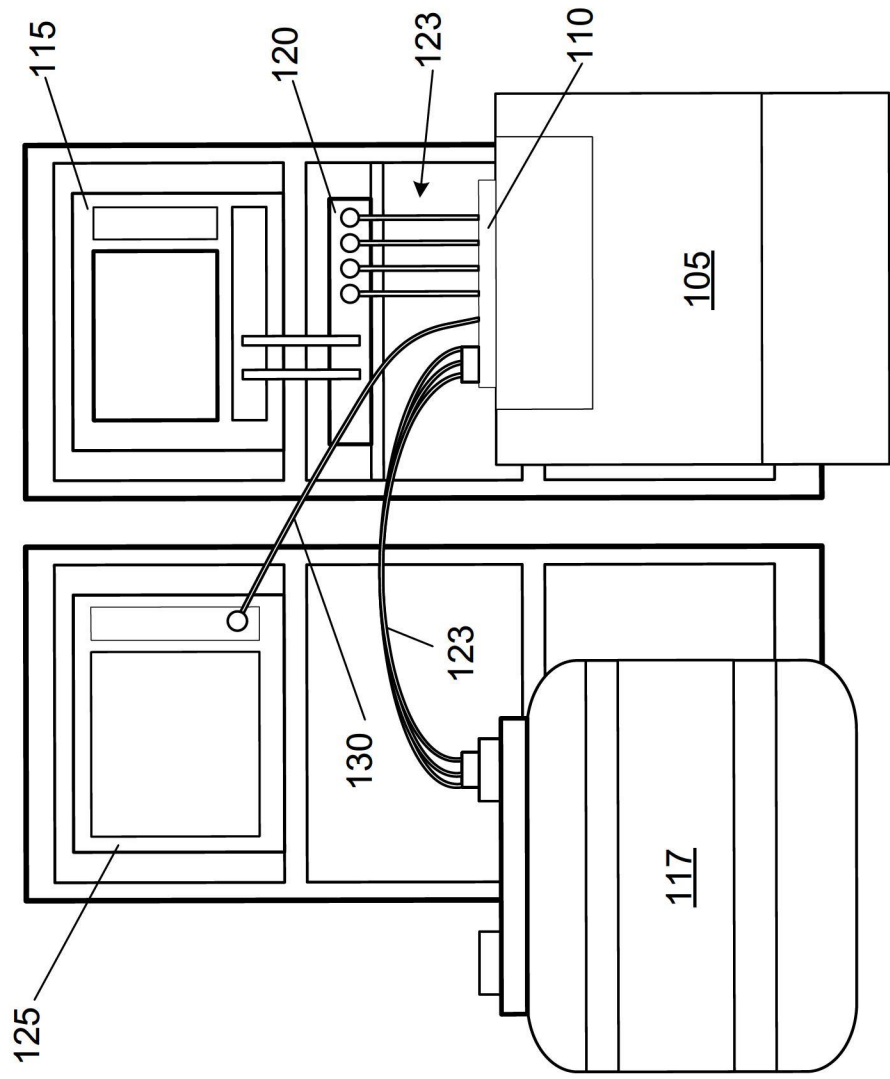
將一測試裝置之一光電探針定位至一操作位置中，其中具有在一薄膜中之電路徑之一電層之電端子連接至與該光學發射器PIC之多個電組件電介接之電端子，該薄膜安置於一柱塞朝向該光學發射器之一表面上，該柱塞係半透明或透明並自一印刷電路板(PCB)朝向該光學發射器PIC延

伸，該等電路徑避開自該薄膜之一底側延伸至與該底側相對之該薄膜之一頂側之一垂直光路徑，且其中一光纖附接至一光學安裝座，該光學安裝座經配置以接收藉由該光學發射器PIC之一積體光源所產生之光，使得該光經由該薄膜之材料沿該垂直光路徑並經由該柱塞折射至該光纖；

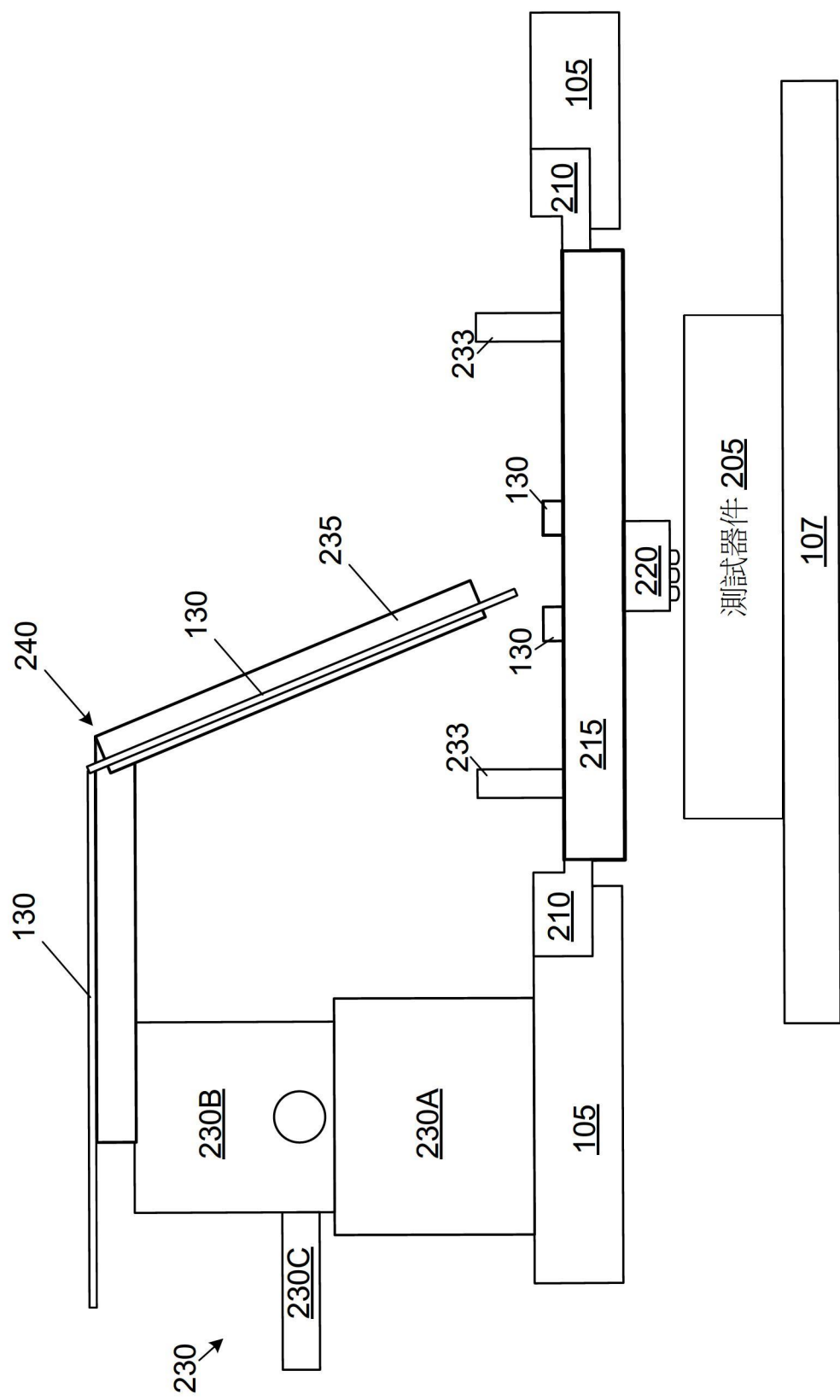
使用一定位機構移動該光學安裝座以定位該光纖，使得沿著該垂直路徑自該薄膜之該底側傳播至該薄膜之該頂側並經由該柱塞進入該光纖中之該光增加；及

在該光學發射器PIC上執行一光學測試的同時使用該光電探針執行一電測試，在使用該光纖及該光學輸出埠測試該光學發射器PIC之光學組件的同時使用該光電探針之該等電端子測試該等電組件。

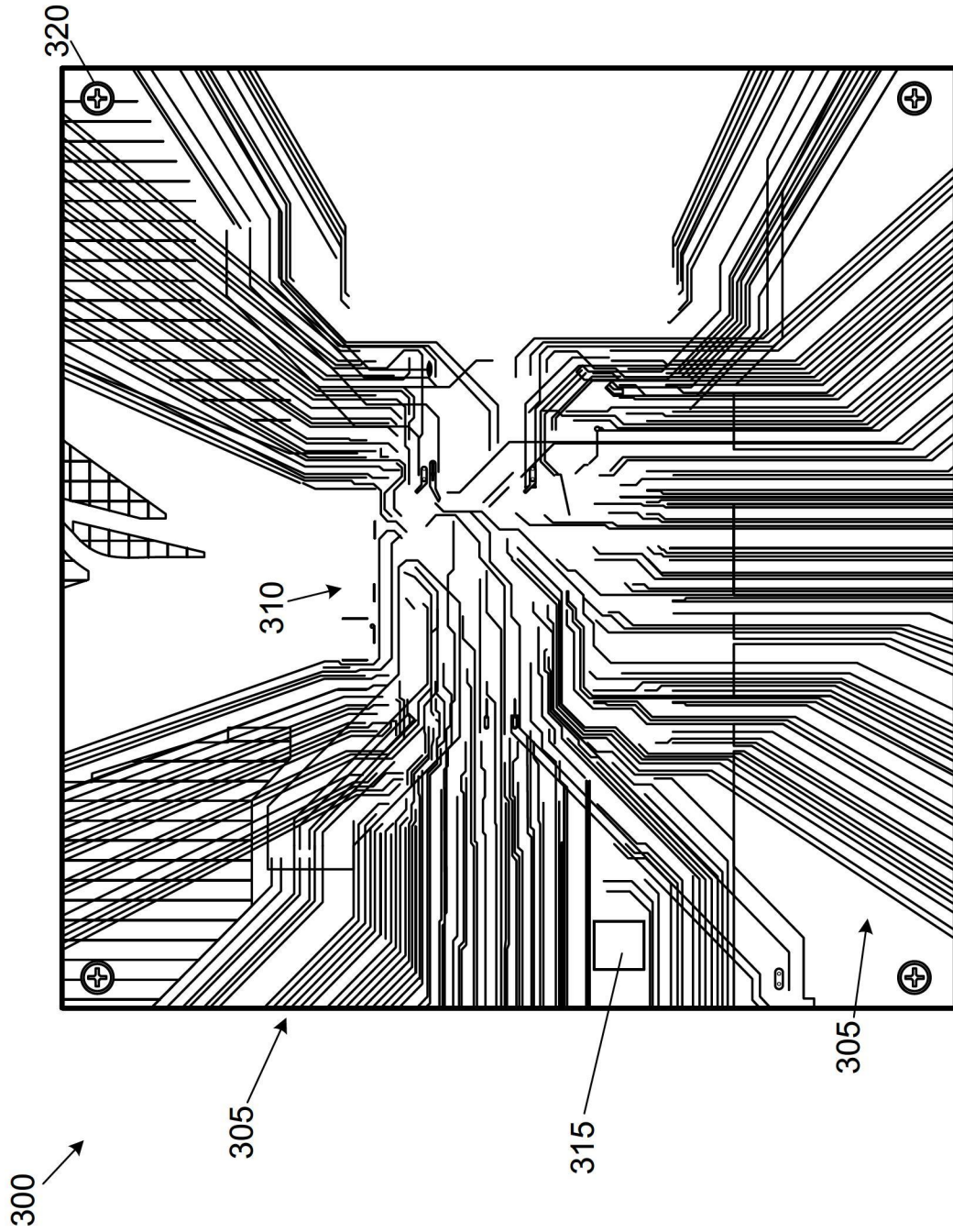
【發明圖式】



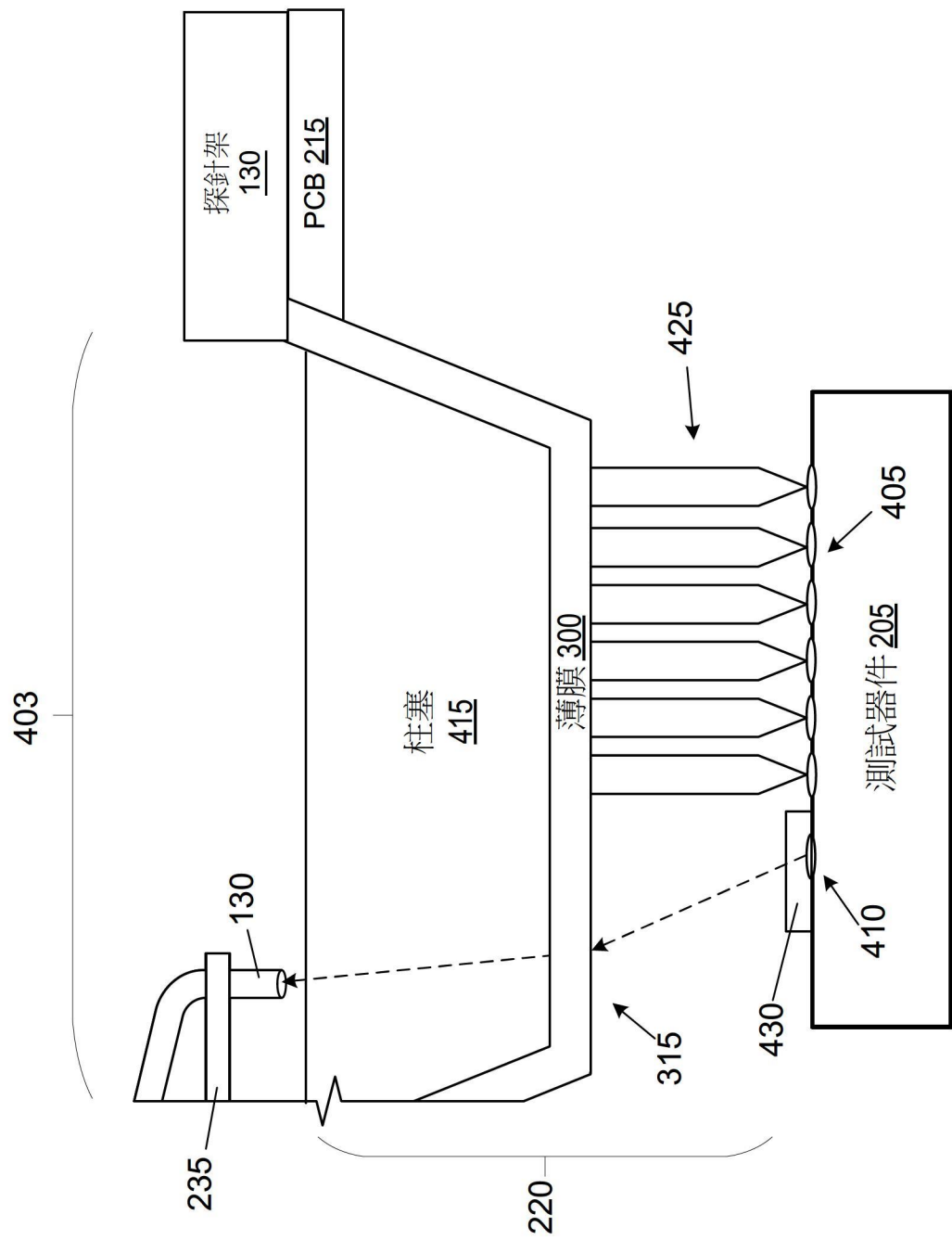
【圖1】



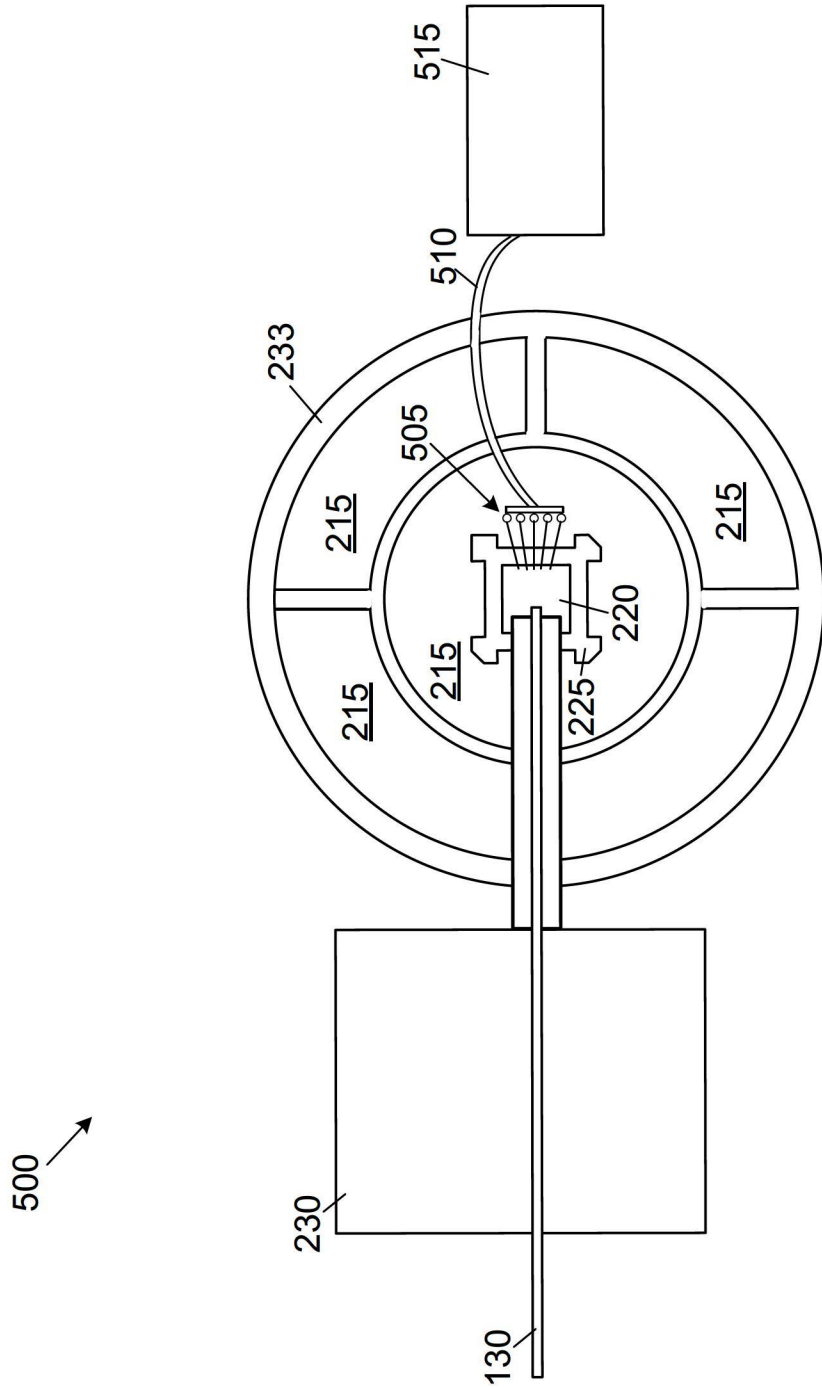
【圖2】



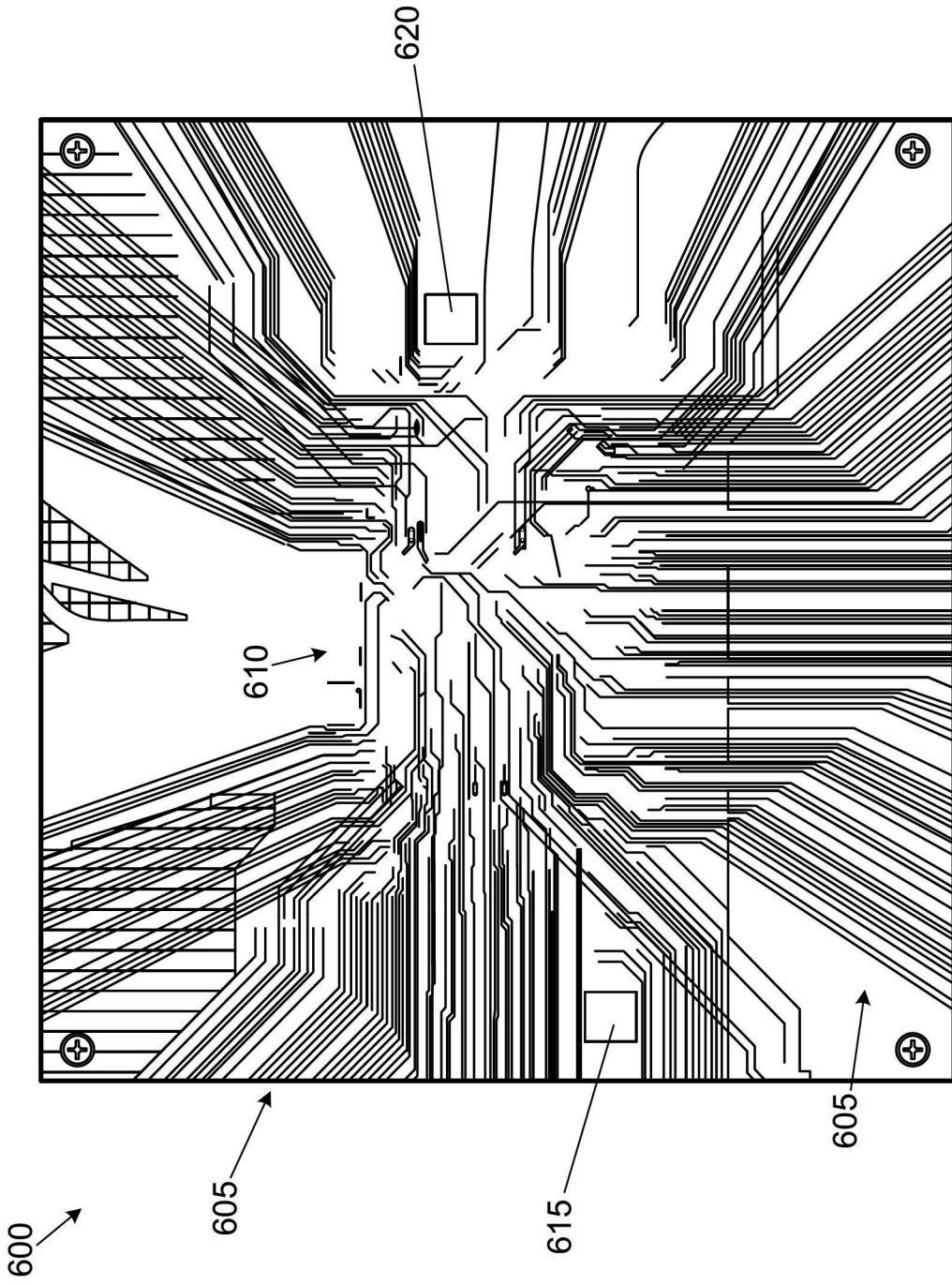
【圖3】



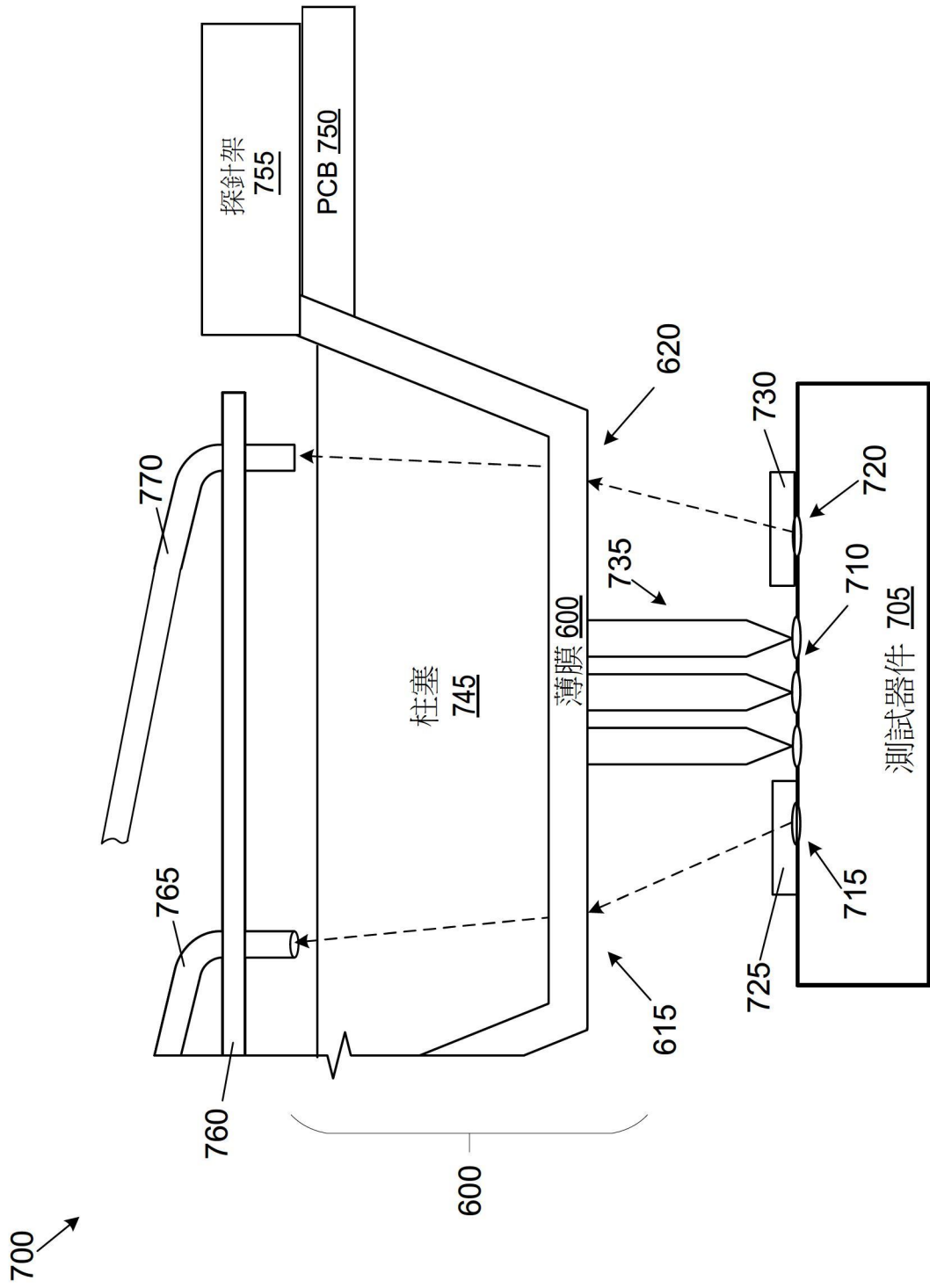
【圖4】



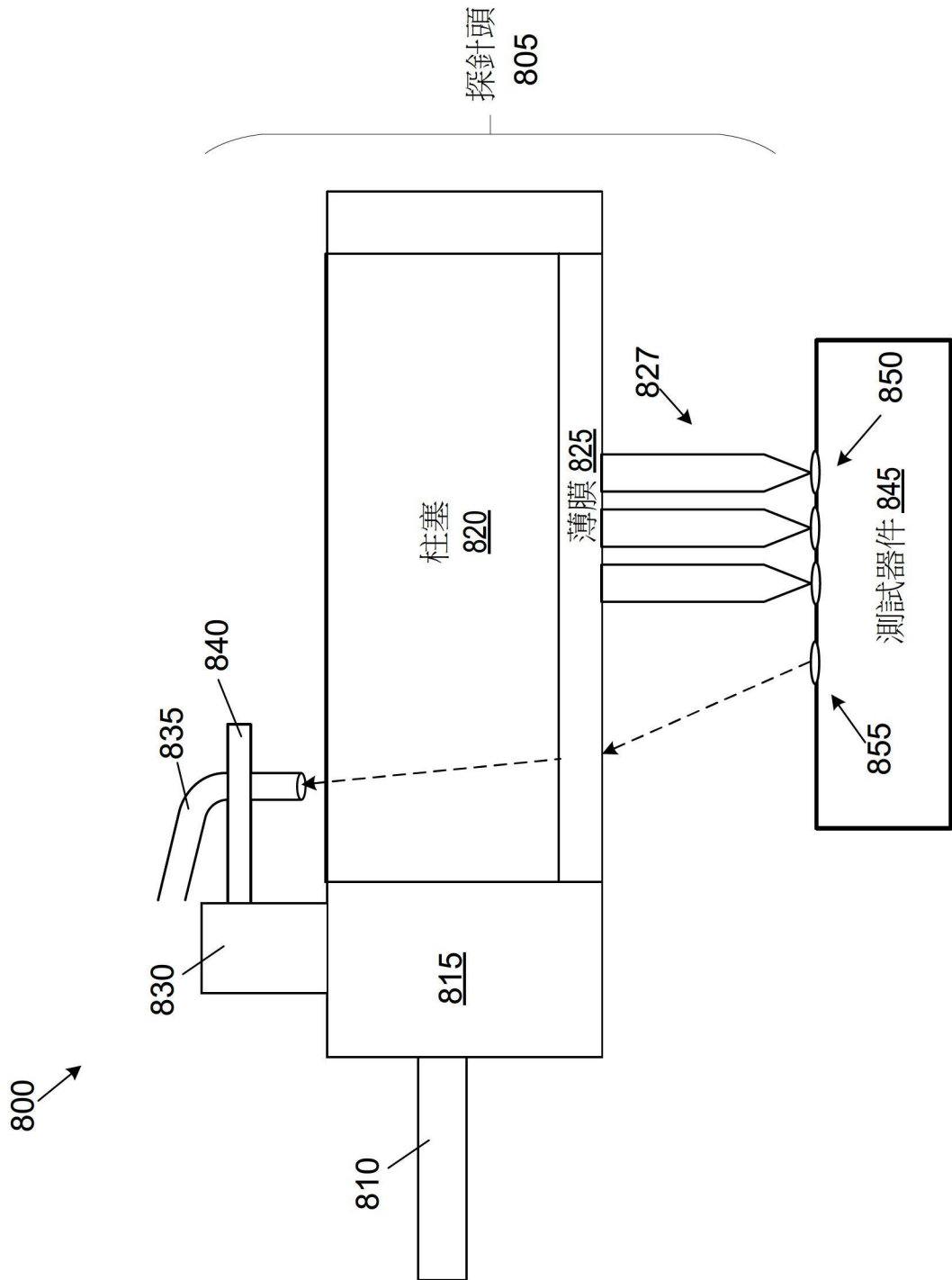
【圖5】



【圖6】

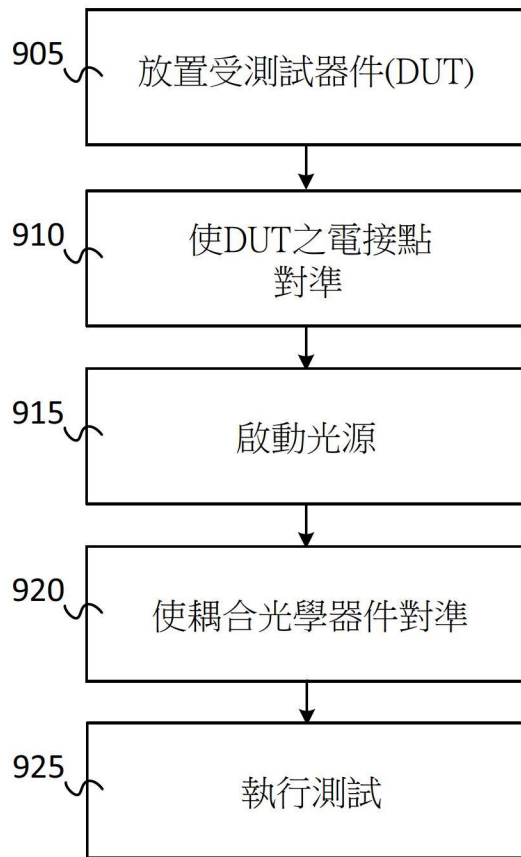


【圖7】



【圖8】

900



【圖9】