

發明摘要

I649552

※ 申請案號：103138103

※ 申請日：103/11/03

※IPC 分類：G01N 21/64 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)

【發明名稱】

溶氧感測器

DISSOLVED OXYGEN SENSOR

【中文】

本文揭示一溶氧感測器之實施例。如本文揭示之實施例可包含經安置於一流體流動路徑中之一開口中之一光學透明材料窗，其中一發光體經附接至該窗曝露於該流動路徑中之流體之側。一光學探針可在與該窗及流體流動路徑成一角度之一軸上經安置成與來自該流體流動路徑之該窗相對。該光學探針包含用於該發光體之照明之一激發光源及一參考光源。一光學接收導引體經組態以在由該激發光源照明該發光體時將來自該發光體之光引導至鄰近於該光學接收導引體遠離該窗之端部之一光電二極體。該光學探針經組態以判定該流動路徑中之該流體之一氧濃度量測。可在軸上對準該光學接收導引體與光電二極體，其中該軸可實質上與其上對準該光學探針之該軸平行。

【英文】

Embodiments of a dissolved oxygen sensor are disclosed herein. Embodiments as disclosed herein may include a window of optically transparent material disposed in an opening in a fluid flow path, where a luminophor is attached to the side of the window exposed to the fluid in the flow path. An optical probe may be disposed opposite the window from the fluid flow path on an axis at an angle to the window fluid flow path. The optical probe includes an excitation light source for illumination of the luminophor and a reference light source. An optical reception guide is configured to conduct light from the luminophor to a photodiode adjacent to the end of the optical reception guide distal the window when the luminophor is illuminated by the excitation light source. The optical probe is configured to determine a measure of oxygen concentration of the fluid in the flow path. The optical reception guide and photodiode may be aligned on axis, where the axis may be substantially parallel with the axis on which the optical probe is aligned.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（4B）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

400	溶氧(DO)感測器
402	上外殼
404	墊圈
406	下外殼/下主體
408	流動路徑主體
410	連接器
412	安裝板
420	o型環
424	發光體
426	光學透明窗
428	固定器
430	固定器螺母
442	o型環
452	主印刷電路板(PCB)

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

圖式

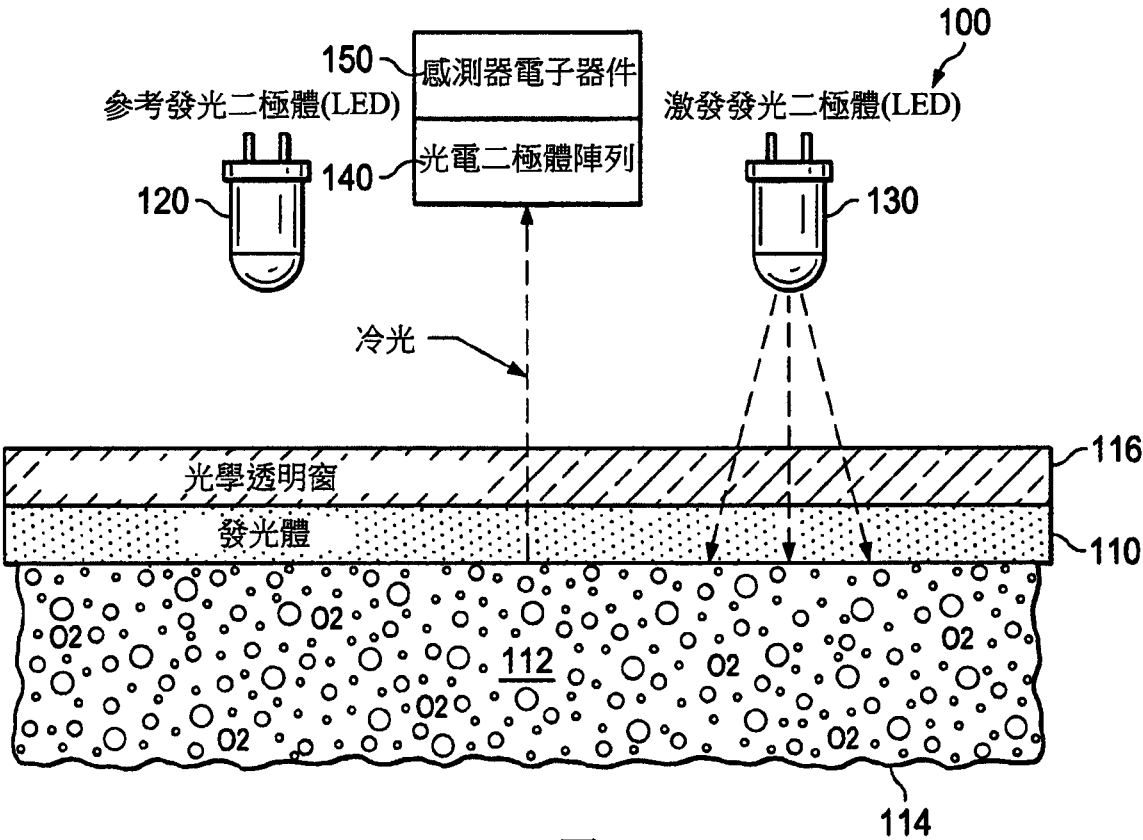


圖1

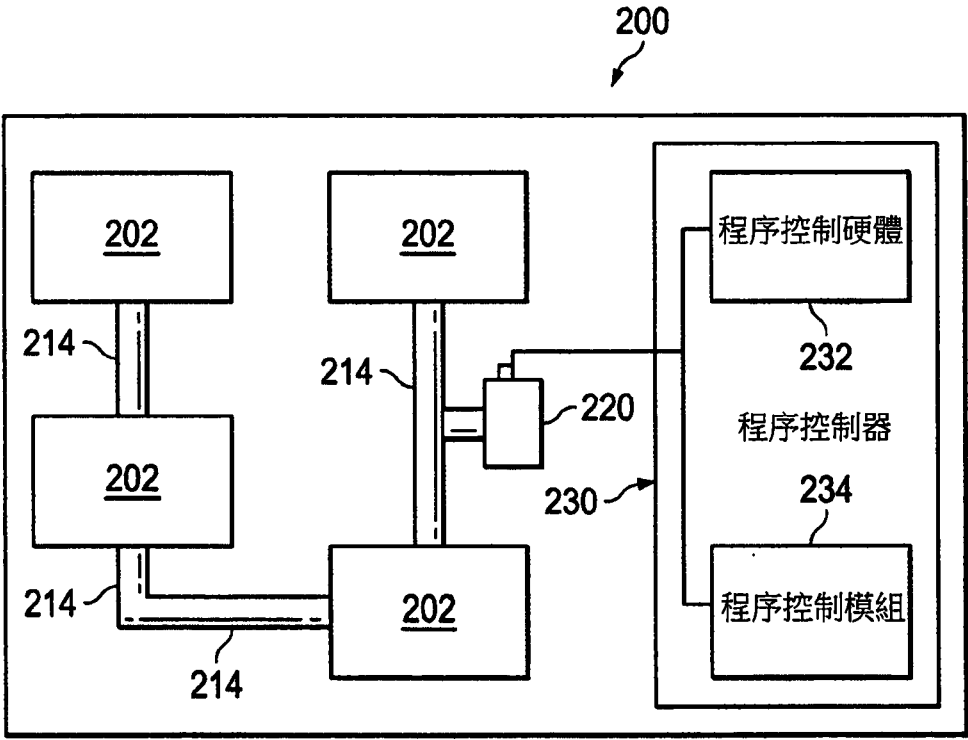


圖2

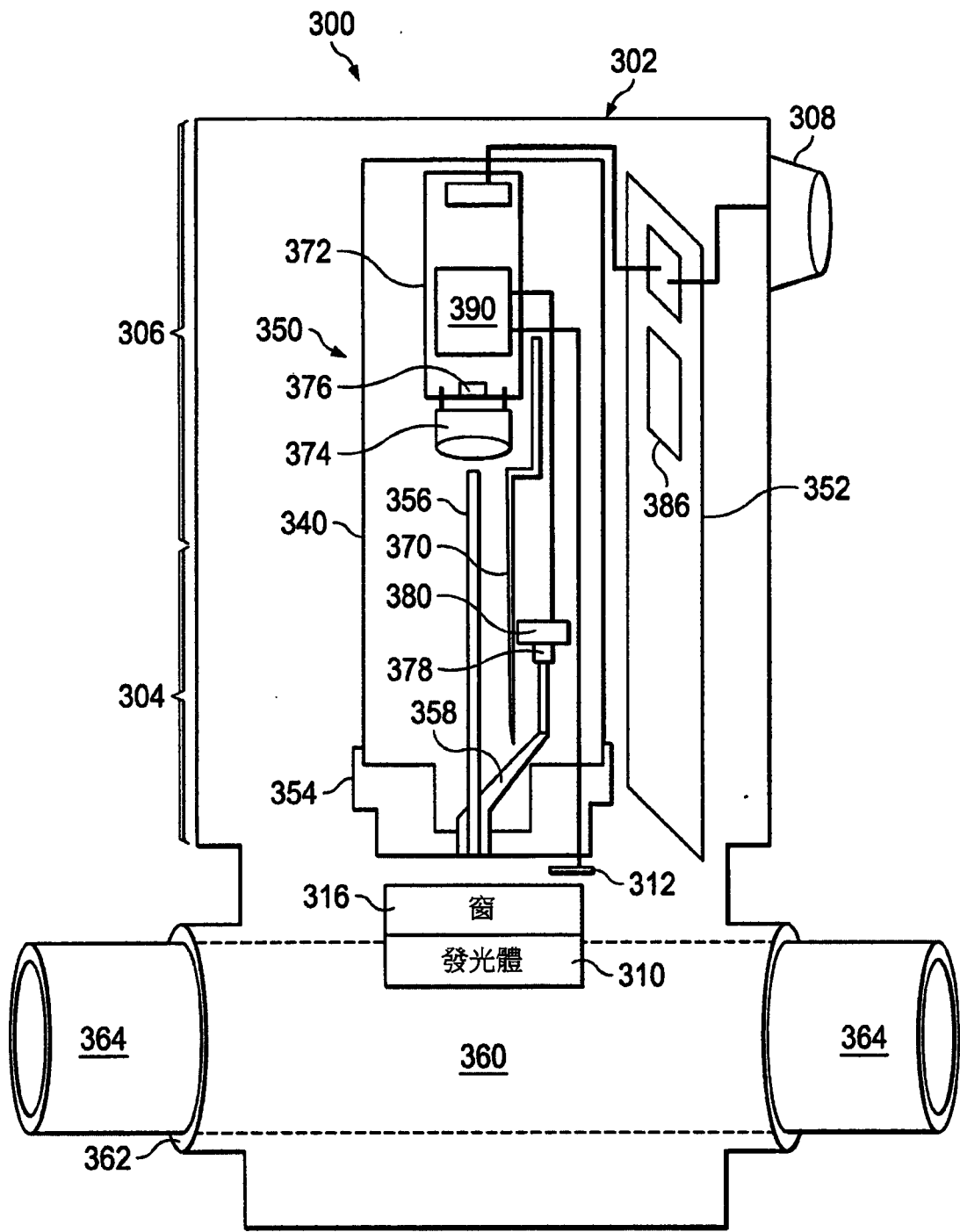


圖3

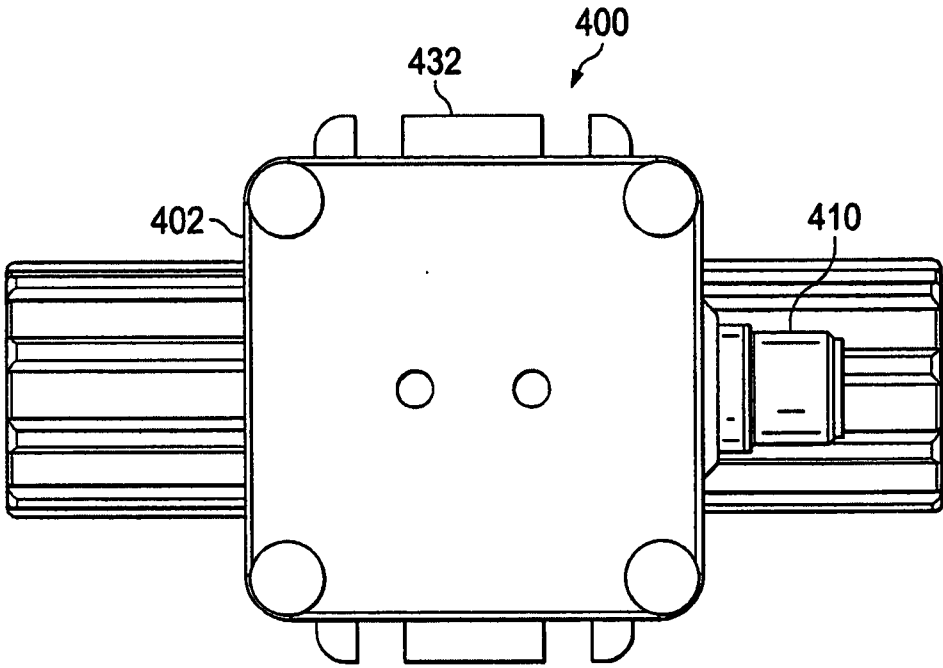


圖4A

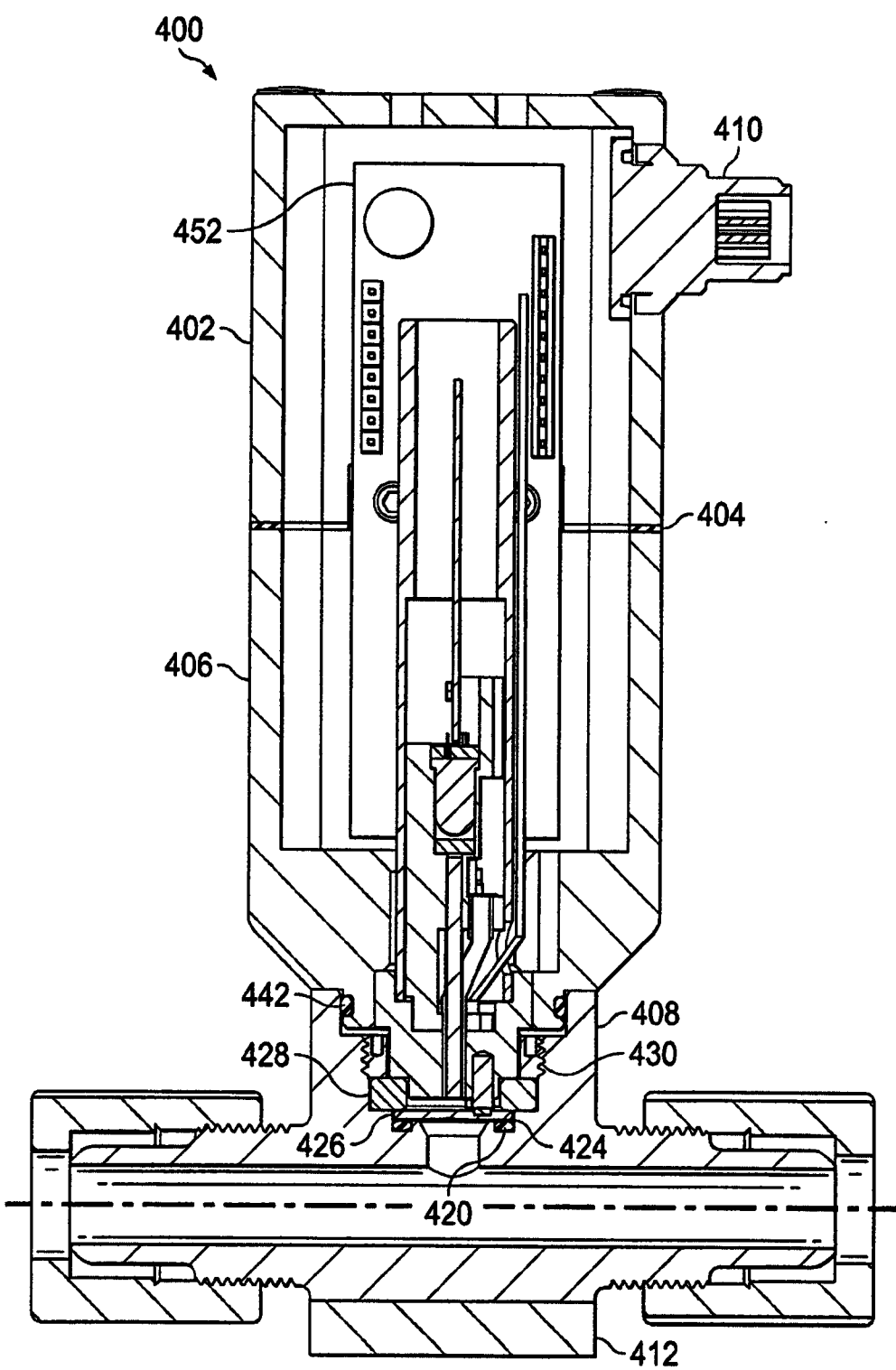


圖4B



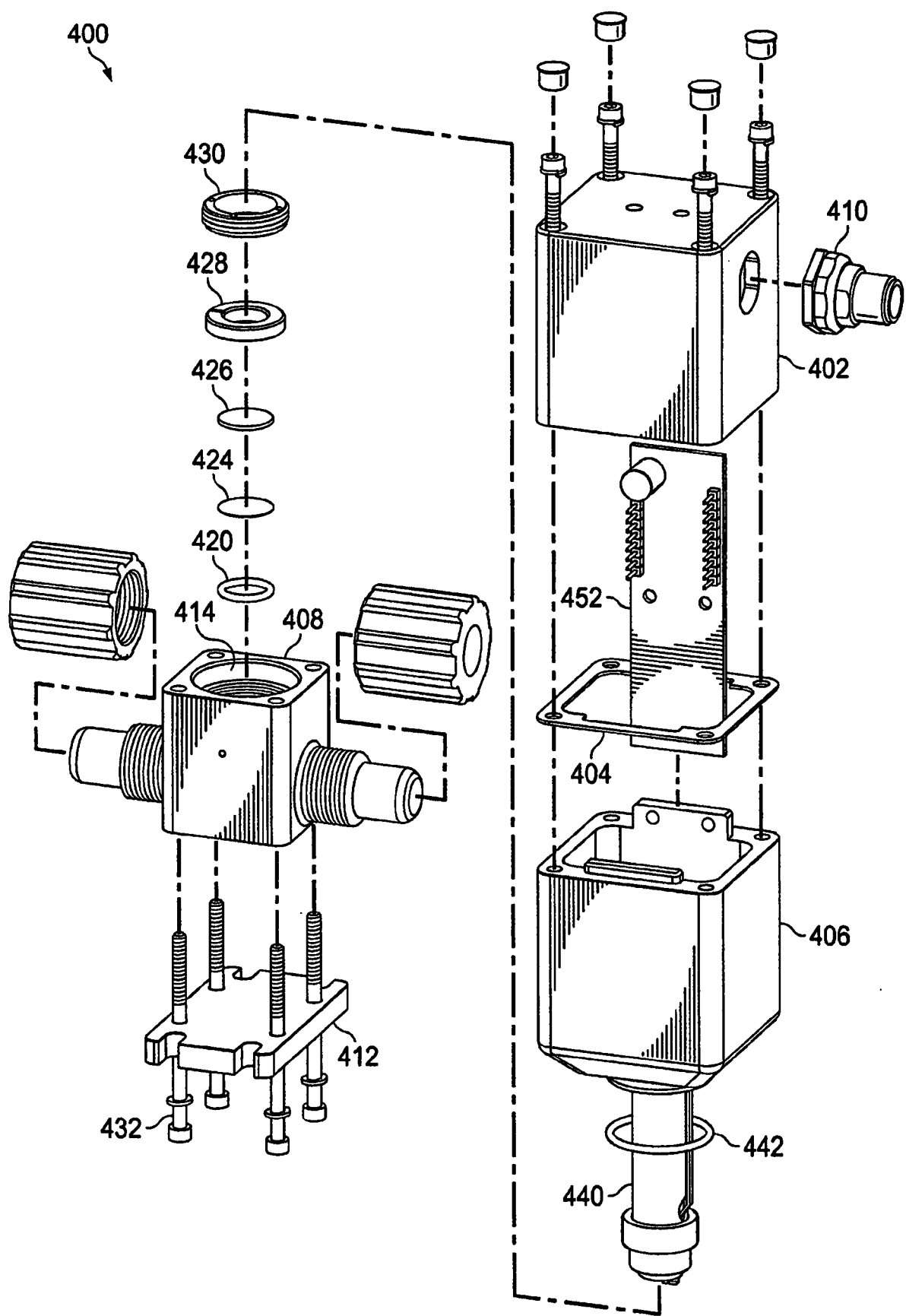


圖4C

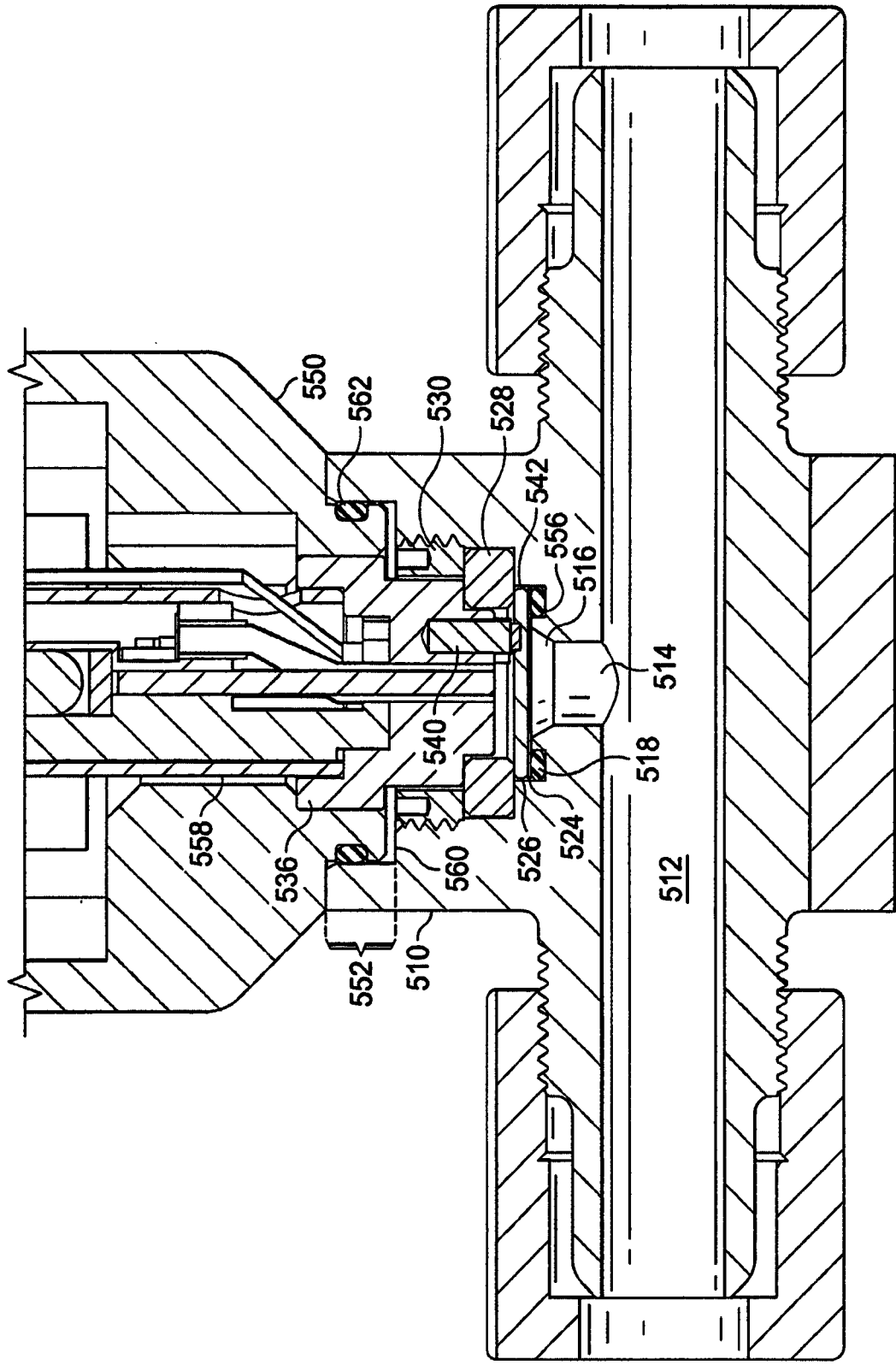


圖5

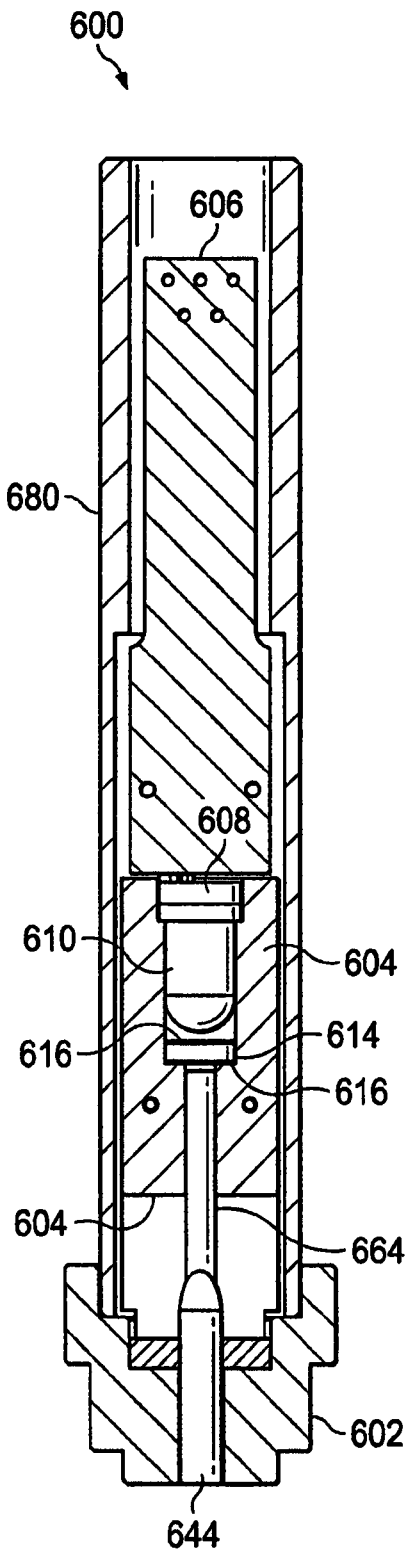


圖6A

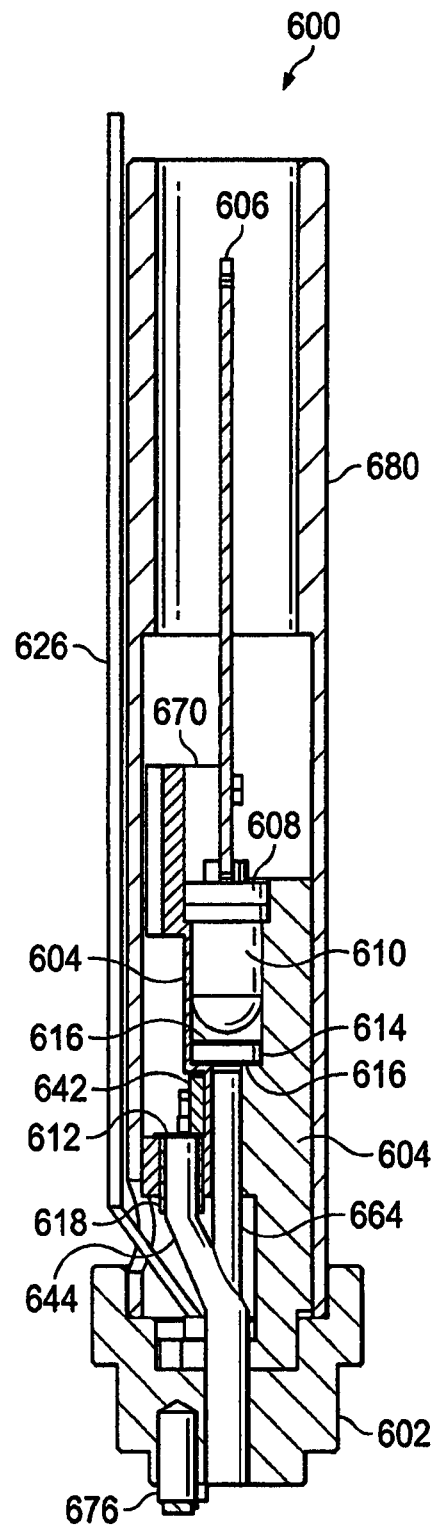


圖6B

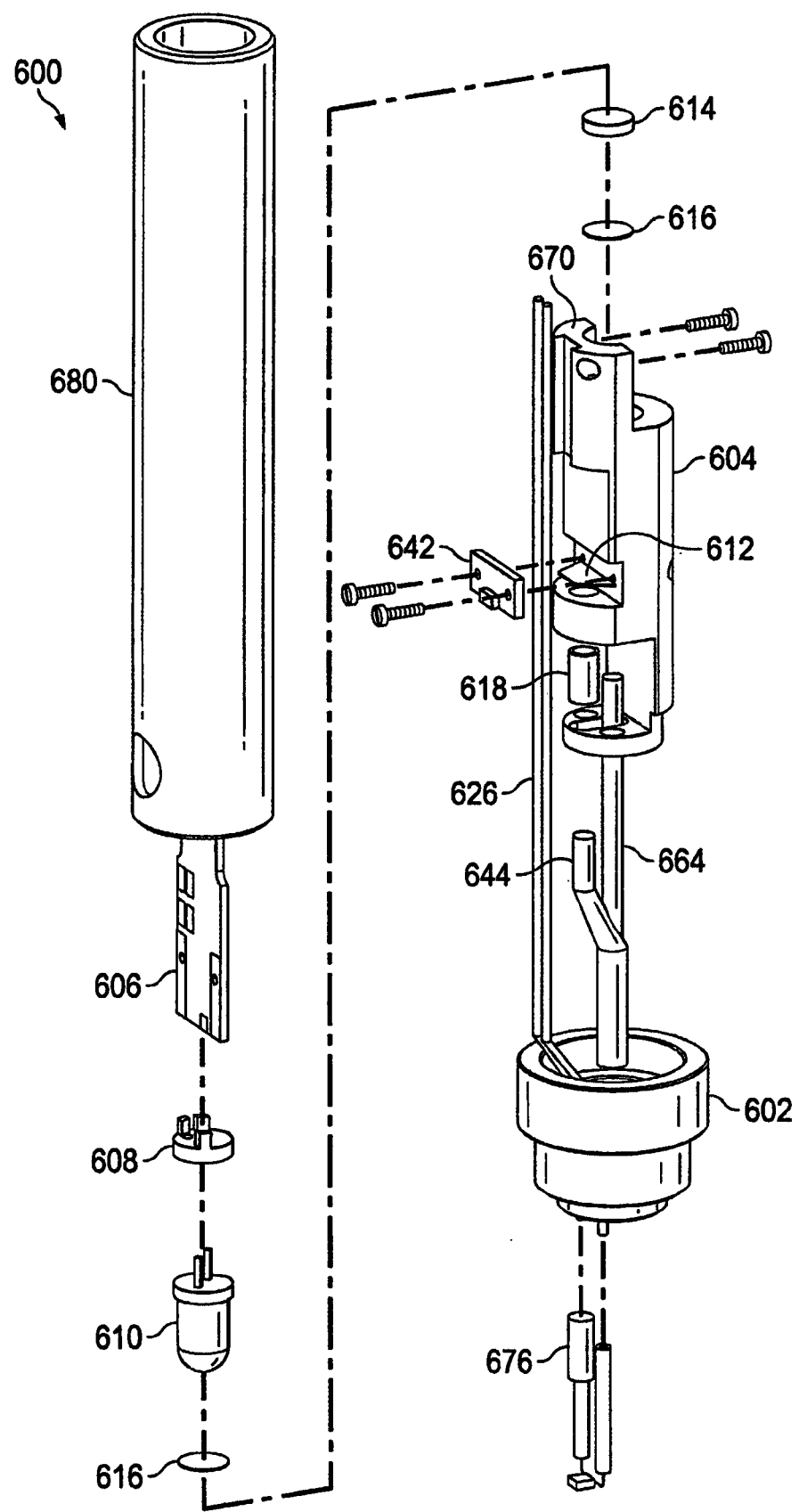


圖6C

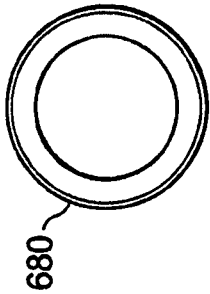


圖7A

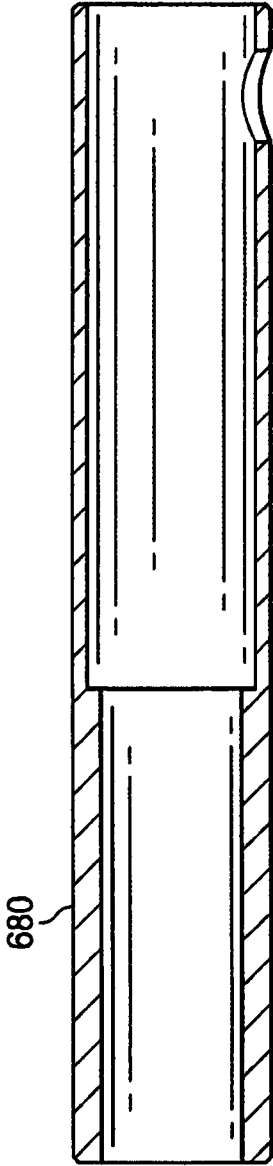


圖7B

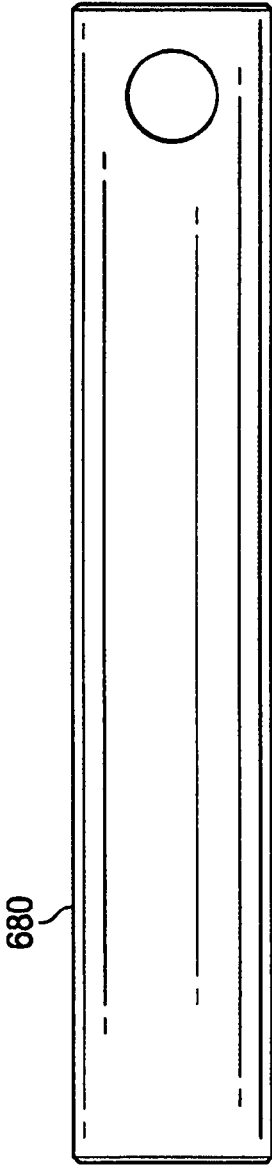


圖7C

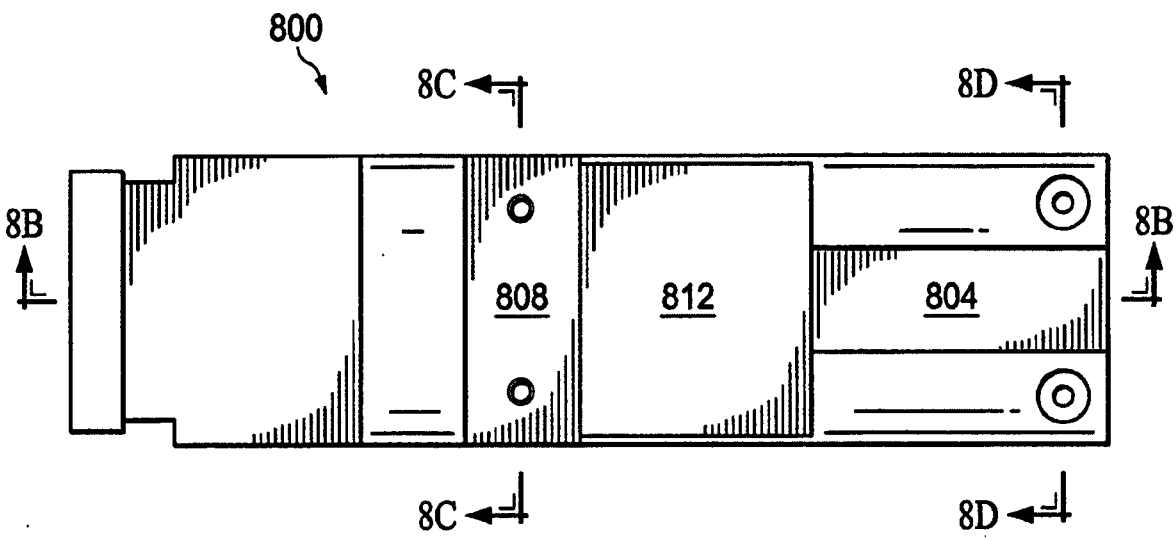


圖8A

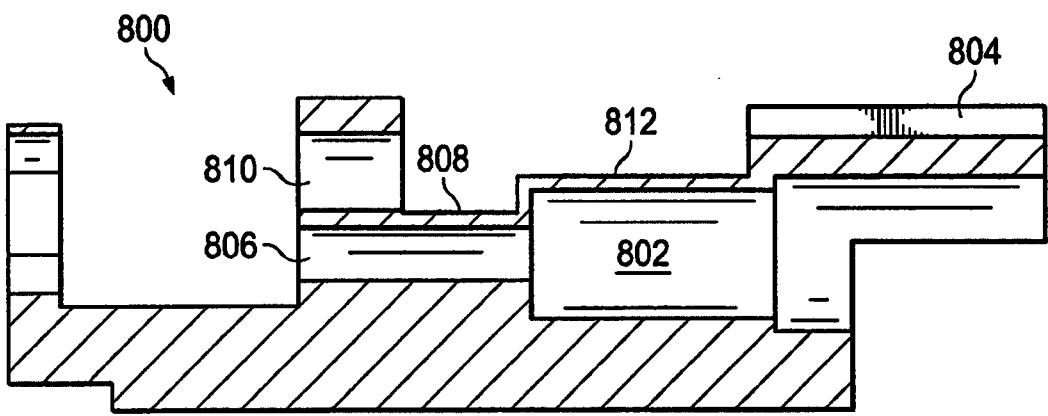


圖8B

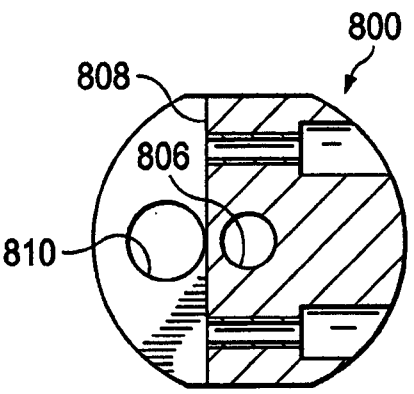


圖8C

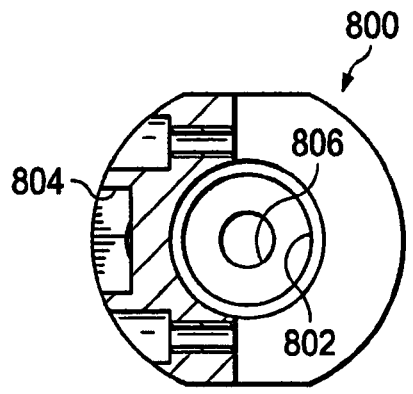


圖8D

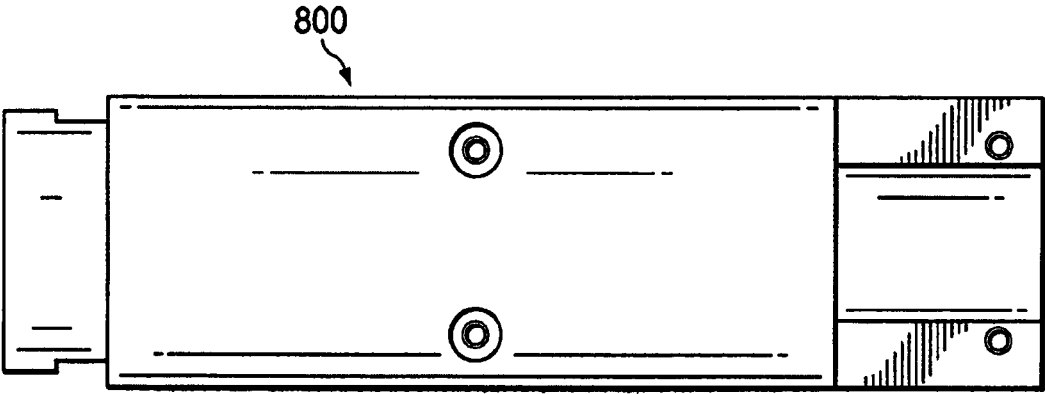


圖8E

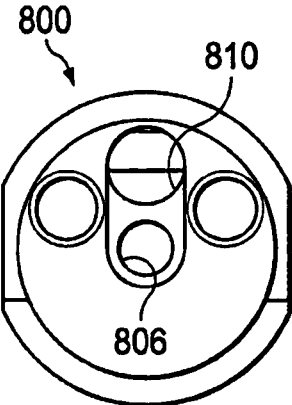


圖8F

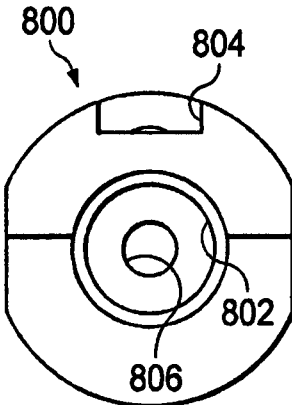


圖8G

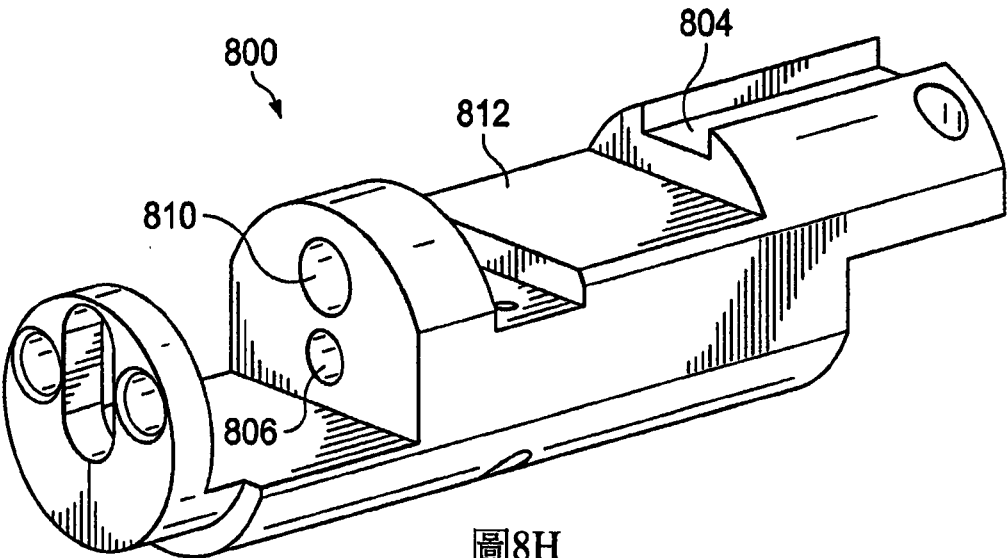


圖8H

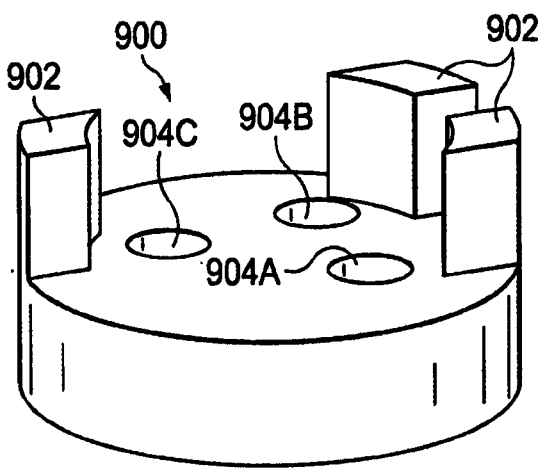


圖9

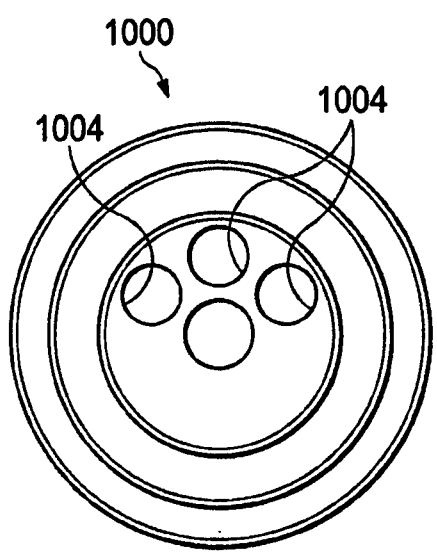


圖10A

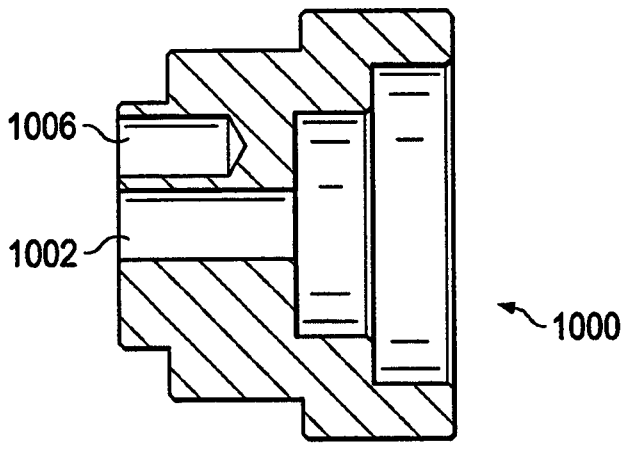


圖10B

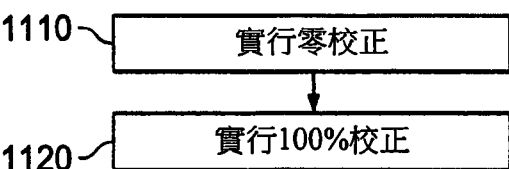


圖11

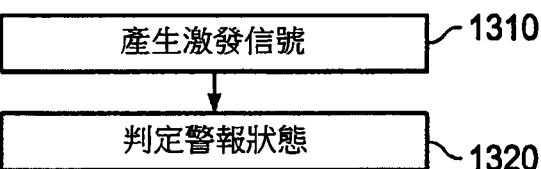


圖13

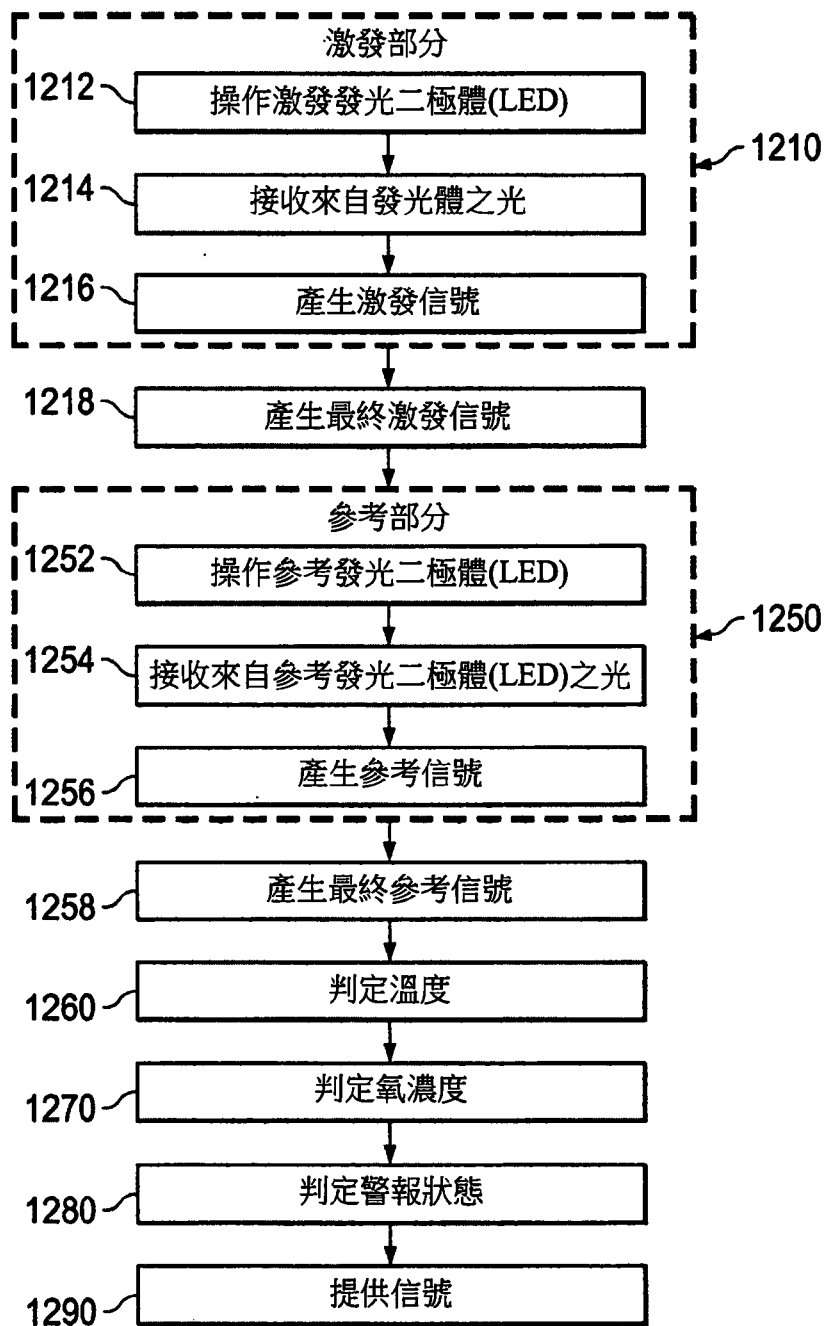


圖12

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】

溶氧感測器

DISSOLVED OXYGEN SENSOR

相關申請案

本專利申請案根據35 U.S.C. § 119規定主張下列申請案之優先權權利：2013年11月1日申請之標題為「Device And Method To Measure Sub Part Per Billion Concentration Of Dissolved Oxygen In Liquids」之美國臨時專利申請案第61/898,906號、2013年11月4日申請之標題為「Device And Method To Measure the Concentration Of Dissolved Oxygen In Liquid」之美國臨時專利申請案第61/899,605號、及2014年3月20日申請之標題為「Dissolved Oxygen Sensor And Auto-Detect End Of Life Of Light-Emitting Substance」之美國臨時專利申請案第61/955,966號，該等申請案之全部內容出於所有目的以引用的方式併入本文中。

【技術領域】

本發明大體上係關於氧感測器。更特定言之，本發明係關於溶氧(DO)感測器。甚至更特定言之，本發明係關於適用於超高純度環境之敏感、小型化DO感測器。

【先前技術】

一氧感測器係指量測現場或實驗室中之水溶液中之氧濃度的一電子裝置。目前，最普遍之氧感測器類型係電化學感測器，諸如用於量測氧濃度以判定大片水體之環境性質從而確保野生生物之合適環境條件之感測器。此等電化學感測器使用具有電極之一探針以量測溶解

於一流體中之氧。更特定言之，一陰極及一陽極浸沒於一電解質中。氧藉由擴散穿透一可滲透膜進入探針，且在陰極處減少，從而產生一可量測電流。電流與氧濃度之間的關係為一線性關係且因此可從感測器之電流及校正設定判定濃度。

然而，在其他環境中需要氧感測器。特定言之，在超高純度環境(諸如藉由SEMI F57標準、食品與藥物處理中之FDA標準或類似標準定義之環境)中需要氧感測器。此需求係出於各種原因而出現。舉例而言，在半導體製造處理中存在氧可增大程序中所涉及之材料(例如，在一電鍍程序中使用之銅)之腐蝕以及其他問題。

使電化學感測器適於超高純度環境之嘗試已被證明為幾乎不可能，此係因為將使用原本旨在作為浸液探針以取樣河流、水流及湖泊中之溶氧含量以確保野生生物之最小氧濃度位準之相對大金屬探針(例如，不銹鋼或鋁)之電化學感測器重新利用來偵測用於半導體製造程序、食品與藥物程序或其他超高純度環境中所需之十億分之一(例如， 10^9 中之1份)氧濃度之任務極其困難。從一產業角度觀之，此等嘗試迄今皆失敗。

此失敗很大程度上恰歸因於電化學感測器之本質。如上文論述，電化學感測器使用金屬探針(或金屬外殼)，該等金屬探針(或金屬外殼)必須插入所量測流體中。此等金屬探針尖端插入(例如)一半導體製造程序之處理流體中會污染其中插入尖端之處理流體，使得此等電化學感測器之使用與其中利用該等感測器之材料及程序以及用於該等程序之標準不相容。此等電化學感測器無法與可在此等超高純度環境中利用之腐蝕性流體一起使用。換言之，此等電化學感測器之材料與用於超高純度環境中之流體之間存在一基本材料不相容性，而妨礙遵守定義該等環境之標準。

再者，流體中存在電化學感測器之探針尖端會破壞流體之層

流，從而攪動流體且導致流體流動路徑中之盲管。繼而，此等破壞可導致非所要之副作用，諸如氣泡、或分配速率之變化等等，其不利地影響其中使用流體之程序。使用此等電化學感測器之其他問題包含下列事實：電化學感測器可具有一相對較大外觀尺寸且設計不良而無法在有時用於超高純度環境中之高壓流動速率中使用。因此，在許多情況中，此等電化學感測器完全無法用於有時用於超高純度環境中之緊湊型設備中或可歸因於由欠佳內部密封導致之洩漏或腐蝕而經歷一高故障率。

接著，期望適用於超高純度環境中之氧感測器。特定言之，期望亦適用於超高純度環境中之具有一小佔據面積之緊湊型氧感測器。

【發明內容】

為此，本文揭示一溶氧感測器之實施例。本文揭示之實施例可包含安置於一流體流動路徑中之一開口中之一光學透明材料窗，其中一發光體附接至該窗曝露於該流動路徑中之該流體之側。一光學探針可在與該窗及流體流動路徑成一角度之一軸上經安置與來自該流體流動路徑之該窗相對。該光學探針包含用於該發光體之照明的一激發光源及一參考光源。一光學接收導引體經組態以在藉由該激發光源照明該發光體時將來自該發光體之光引導至鄰近於該光學接收導引體在該窗遠端之端部的一光電二極體。該光學探針亦包含一印刷電路板(PCB)，該印刷電路板含有經組態以判定該流動路徑中之流體之一氧濃度量測之電子組件。可在一軸上對準該光學接收導引體、光電二極體及PCB，其中在一些實施例中，該軸可實質上與其上對準該光學探針之該軸平行。

藉由對準此等組件，可減小感測器之大小或佔據面積，同時維持敏感度。特定言之，根據本文實施例之溶氧感測器的該等組件之配置允許此等氧感測器成為緊湊的且適用於超高純度環境中。更特定言

之，藉由對準光學探針之該等組件(包含該光學接收導引體、光電二極體、參考光源及PCB)，可減小感測器之佔據面積。再者，允許該激發光源與該參考光源光學分離及電分離同時允許一光學接收導引體及光學傳輸導引體透過該光學探針共用相同路徑之至少一部分之一光學載體的使用亦可促成一感測器具有一小佔據面積或另外減小大小。藉由達成具有一減小大小及超高純度相容性之一感測器，此一感測器之實施例可適用於多種程序，其中先前DO感測器無法被利用或不符合該等程序之操作者之效能或可現場維修性要求。

另外，藉由組態此等實施例使得光學探針之部分皆不處於流體流動路徑內，該流體流動路徑可按比例調整為實質上任何所要直徑，同時仍維持層流以增大其中可利用此一感測器之環境。再者，由於僅此一感測器之窗可與該流體接觸，故該感測器之電子組件及其他組件可被有效地密封以防流體侵入，從而延長該感測器在其中可使用腐蝕劑及分子狀小化學品之一惡劣環境中之使用壽命。

在特定實施例中，所利用之窗可為展現一高度導熱性之高強度、光學透明材料，諸如藍寶石或金剛石。藉由使該窗使用此等材料，可利用一高度密封力。為施加此一密封力，可在特定實施例中利用一環形固定器或固定器螺母。此一環形固定器螺母可圍繞其外圓周螺合，使得其可被擰入至該窗上方之該感測器之一主體之一螺紋壁中。該光學探針之尖端可駐留或另外安置於該固定器螺母之中央中，使得其與該窗保持一工作距離。此一固定器或固定器螺母之使用可允許簡單地更換該發光體(例如，在不需觸摸或移除該光學探針本身內之任何組件之情況下簡單地移除該窗)，從而增大此一感測器之現場可維修性且藉由減少程序停工時間而降低費用。

結合此等可維修性及成本降低目標，感測器之實施例可在發光體可能需要更換時提供一指示符。特定言之，在特定實施例中，藉由

該發光體發射之光之量值可經監測以判定該發光體是否應被更換。以此方式，可維持溶氧(DO)感測器之精確運作，同時避免頻繁更換發光體之不必要費用。更特定言之，可相對於該DO感測器判定及儲存該發光體之一基線量值。此基線量值可為可經使用者判定及設定或可在一校正程序期間判定之一絕對值且可指示藉由該發光體發射之最大光強度。在一量測循環期間(其可為每一量測循環、在特定條件下實行之一指定量測循環等等)，可判定藉由該發光體發射之光之一量值且將該量值與此基線量值比較。若在該量測循環期間藉由該發光體發射之光之所判定量值不在該基線量值之某臨限值內，則可產生一警報。此警報可採用此一DO感測器發送該感測器之發光體需要更換之信號給(例如，一程序之)操作者且操作者基於該警報採取多種行動，包含關閉一程序、更換發光體等等。

為增大此一感測器之實施例之敏感度或精確性，該光學探針可分離特定功能性或組件以防止電光學串擾。特定言之，根據特定實施例，該光學探針可包含安置於一光學套筒內之一光學載體。該DO感測器之激發光源可處於該光學載體之一側上，而該參考光源、光電二極體及經組態以將藉由發光體發射之光引導至該光電二極體之光學接收載體可藉由將此等組件放置於該光學載體之另一側上或藉由將其等圍封於該光學載體之各種腔室或孔徑中而與激發光分離。因此，該光學載體(及其上之組件)與圍封該光學載體之該光學套筒之組合用於電氣地及光學地隔離該感測器之該等組件。

在結合下列描述及隨附圖式考量時將更好地瞭解及理解本發明之此等及其他態樣。儘管下列描述指示本發明之各種實施例及其等之多個特定細節，然其係以圖解說明且非限制之方式給出。可在本發明之範疇內作出許多替換、修改、添加或重新配置，且本發明包含所有此等替換、修改、添加或重新配置。

【圖式簡單說明】

可藉由結合隨附圖式參考下列描述獲得對本發明及其優點之一更完整理解，在圖式中相同元件符號指示相同特徵且其中：

圖1係一溶氧(DO)感測器之運行之一項實施例之一圖解表示；

圖2係在一半導體程序中使用一DO感測器之一圖解表示；

圖3係DO感測器之一項實施例之一圖解表示；

圖4A至圖4C係一DO感測器之圖解表示；

圖5係一DO感測器之一項實施例之一部分之一圖解表示；

圖6A至圖6C係與一DO感測器之實施例一起使用之一光學探針之一項實施例之一圖解表示；

圖7A至圖7C係與一DO感測器之實施例一起使用之一光學套筒之一項實施例之一圖解表示；

圖8A至圖8H係與一DO感測器之實施例一起使用之一光學載體之一項實施例之一圖解表示；

圖9係與一DO感測器之實施例一起使用之一光學隔膜之一項實施例之一圖解表示；

圖10A及圖10B係與一DO感測器之實施例一起使用之一探針尖端之一項實施例之一圖解表示；

圖11係用於控制一DO感測器之實施例之一校正程序之一項實施例之一流程圖；

圖12係用於控制一DO感測器之實施例之一量測程序之一項實施例之一流程圖；

圖13係用於控制一DO感測器之實施例之一警報狀態判定程序之一項實施例之一視圖之一圖解表示。

【實施方式】

參考在隨附圖式中圖解說明且在下列描述中詳細說明之非限制

性實施例，更充分地解釋本發明及其各種特徵及有利細節。省略對熟知原料、處理技術、組件及設備之描述，以免不必要地使本發明之細節不清楚。然而，熟習此項技術者應理解，儘管詳細描述及特定實例揭示較佳實施例，然其等係僅藉由圖解說明之方式而非藉由限制之方式給出。熟習此項技術者在閱讀本發明後將變得明白在根本發明概念之範疇內之各種替換、修改、添加或重新配置。作為一實例，應注意，如本文描述之實施例係關於一種溶氧感測器，然而，其他實施例可同樣良好地用於量測其他化學品或元素之濃度，例如，藉由使用回應於其他元素或分子(例如，二氧化碳)之一發光體。

在深入研究關於氧感測器之特定實施例之更多細節之前，給出對實施例之大體操作及其中可利用此等實施例之內容脈絡之一概述係有益的。接著，首先參考圖1，圖解說明一光學溶氧(DO)感測器之實施例之基本操作。光學感測器使用螢光光學技術進行氧濃度之光學量測。特定言之，可利用一化學薄膜，其具有取決於一流體之氧濃度之螢光性質。不同於藉由電化學感測器產生之可量測電流，光學感測器之信號(螢光)對氧比率可不為線性。當不存在氧時，螢光處於一最大值。當伴隨氧分子(O_2)出現時，氧分子與薄膜碰撞且此淬滅光致發光。因此，敏感度隨著氧濃度增大而減小。此被稱為一光物理分子間去活化(淬滅)程序。一分子間去活化係若存在另一化學物種，則可加速一化學品在其激發狀態中之衰減速率。諸如螢光及磷光之程序係可被淬滅之激發狀態程序之實例。

DO監測器100包含發光體110，發光體110與流動通過一流體流動路徑114之流體112(例如，一液體或氣體)介接。舉例而言，DO感測器100可包含含有一流動路徑114之一外殼或可另外透過(例如)一實體耦合與一現有流體流動路徑介接或附接至該現有流體流動路徑。DO感測器100可用於在流體112流動通過流動路徑114時使用發光體110量測

存在於流體112中之氧濃度。

發光體110利用包含原子或原子團之一螢光材料，當存在於諸如化學化合物或有機化合物之一物質中時，該螢光材料增大物質發光(冷光)之能力。如在圖1中展示，包括發光體材料110之發光(螢光)物質經黏合或另外結合至一光學透明窗116(例如，一高純度藍寶石基板、金剛石、合成金剛石、硼矽酸鹽玻璃等等)且與展現某位準之溶氧之流體112接觸。在一些實施例中，螢光材料係一有機或無機薄膜(例如，一高效能電阻式塗層，諸如一陶瓷塗層或類似物)，或可被塗佈有該薄膜或可結合該薄膜使用，該薄膜不受強酸或強鹼侵蝕的影響，但允許氧自由地擴散且與發光體110之螢光材料接觸，從而使得發光體110能夠與腐蝕性流體(諸如在濕式蝕刻化學中使用之流體或類似物)一起使用。

在藉由諸如一LED(例如，紅色、綠色、藍色等等)之一激發光源130激發後，發光體110之發光物質發冷光，該冷光透過光學透明窗116被光學引導至經定位以接收從發光體110發射之光之一光偵測光電二極體140中。諸如一LED之一參考光源120可發射光，該光可藉由光電二極體140偵測以產生一參考信號，該參考信號可用於移除系統錯誤或延遲或允許鎖相偵測方法最小化雜訊且增大信雜比。

因此，在一量測循環之一激發部分期間，激發光源130可操作一段時間，且由光電二極體140接收由發光體110發射之光。光電二極體140基於此所接收之光來產生一信號，且提供此信號至感測器電子器件150。感測器電子器件150包含硬體(例如，一數位信號處理器(DSP)、微控制器、類比轉數位轉換器等等)與軟體(例如，韌體或類似物)之某組合，該組合經組態以基於從光電二極體140接收之信號來產生一對應信號。在此情況中，感測器電子器件150在激發部分期間基於來自光電二極體140之信號而產生一激發信號。舉例而言，此激

發信號對應於如回應於藉由激發光源130之照明而由發光體110發射且透過光電二極體140接收之光的量值或相位，如上文提及，該照明係基於流體112中的氧濃度。

在量測循環之一參考部分期間，參考光源120可操作一段時間且藉由光電二極體140接收由此參考光源120發射之光。光電二極體140基於從參考光源120接收之此光來產生一信號，且提供此信號至感測器電子器件150。感測器電子器件150在量測循環之參考部分期間基於從光電二極體140接收之信號來產生一參考信號。舉例而言，此參考信號對應於如由參考光源120發射且透過光電二極體140接收之光的量值或相位。

感測器電子器件150使用在量測循環之激發部分期間產生之激發信號以產生指示流體112之一氧濃度量測之一信號。特定言之，發光體110發射之光的振幅或衰減時間可與流體112中之溶氧濃度具有一倒數及線性關係。因此，激發信號可用於導出當流體112中之溶氧與發光體110之螢光材料接觸以淬滅或減少該材料之螢光量時，對應於螢光之減少之一衰減時間或衰減時間常數。

特定言之，在特定實施例中，可判定激發信號之相位。另外，舉例而言，可使用在量測循環之參考部分期間判定之參考信號(例如，參考信號之相位)來判定感測器電子器件150中之一延遲。激發信號之相位可用於在激發部分期間(例如，使用用於在激發部分期間操作激發光源130之信號)精確判定發光體110之螢光的衰減時間。在判定此衰減時間過程中，可使用從參考信號判定的延遲來校正感測器電子器件中的任何延遲。接著，可基於發光體110之已知衰減時間常數與所判定衰減時間之間的關係來判定流體中之一氧濃度量測。在一些實施例中，可使用溫度與氧濃度之間之一已知關係，使用一所量測溫度值來進一步調整此濃度量測。使用一所量測溫度值之濃度校正可允

許實質上即時補償流體溫度暫態或穩態改變。

如所描述，當氧從其基態上升至其激發狀態時淬滅發光體110之冷光。此淬滅程序可加速發光體110之衰減速率。因此，使用發光體之DO感測器需要定期維護。目前最佳實踐涉及基於時間或操作故障替換發光體。然而，基於時間替換發光體可不必要地縮短發光體之使用壽命且基於操作故障替換發光體可具有風險或昂貴的，當歸因於發光體衰減而無法操作之一DO感測器在一高精確度操作中使用時尤為如此。其昂貴的原因尤其在於發光體110可經黏合至光學透明窗116且情況通常係發光體110與光學透明窗116被製造為一單一單元。因此，可能更換包含窗116及發光體110之此單一單元。

另外，發光體110可取決於與DO感測器100一起使用之流體112以不同速率衰減。換言之，具有更高氧濃度之流體可導致發光體110更快降級。因此，需要判定何時發光體110應被更換以確保DO感測器100之充分運作，同時減少相關聯於發光體110(且在許多情況中，以及窗116)之頻繁及不必要更換之費用。

為解決此問題，在一些實施例中，可判定發光體110衰減之一量測。特定言之，在特定實施例中，感測器電子器件150可判定激發信號之一量值，該量值可對應於來自發光體110之發射強度且因此反映發光體110之衰減。接著，可將此量值與相關聯於發光體110之一基線量值(例如，在DO感測器之一校正程序期間所判定之量值、諸如一設定值之一絕對量值或其他)比較。接著，藉由感測器電子器件150作出激發信號之量值是否在基線量值之某臨限值內之一判定。若激發信號不在基線量值之某臨限值(例如，50%、75%等等)內，則產生一警報以告知一使用者(例如，相關聯於操作DO感測器之實體之一操作者)可能需要更換發光體110。

現參考圖2，圖解說明如本文中揭示之DO感測器之一操作環境之

一項實施例之一高階視圖。此一操作環境可包含如此項技術中已知之半導體製造所涉及之一半導體程序，諸如濕式蝕刻、光微影、電鍍或清潔程序。此處，一半導體程序200可包含工具或腔室(統稱為202)及一流體流動路徑214，透過流體流動路徑214可將半導體程序200中所需之一或多個流體提供至在程序200中使用之工具或腔室202。藉由程序控制器230控制半導體程序200，程序控制器230包含用於控制半導體程序200之數位硬體232(例如，處理器、儲存裝置等等)及模組234(控制常式、軟體等等)，例如，包含藉由操作各種泵、閥、工具或腔室202等等以完成半導體程序200。

如上文論述，用於半導體程序200中之流體中存在氧可極大地影響程序200。因此，一DO感測器220之實施例可與流體流動路徑214介接或進入流體流動路徑214中以量測在半導體程序200中所使用之流體(例如，流體流動路徑214鄰近DO感測器220或包含於DO感測器220中之部分中的流體之一樣本)中之氧濃度且將對應於該氧濃度之一濃度信號提供至程序控制器230，程序控制器230可將氧量測用作控制半導體程序之一變量(例如，可停止或更改程序200、發送一警示給半導體程序200之操作者等等)。特定言之，在特定實施例中，DO感測器可將介於兩個值(例如，0伏特與5伏特、4毫安至20毫安等等)之間的一類比信號提供至程序控制器230且程序控制器230可經校正或另外組態，使得其可從藉由DO感測器220提供之信號判定氧濃度之一量測值。

另外，在一些實施例中，DO感測器220可將對應於流動路徑214中之流體溫度(例如，藉由DO感測器220量測之流體樣本的溫度)之一信號及指示DO感測器220之一發光體是否需要更換之一警報信號提供至程序控制器230。在一項實施例中，溫度信號可為一可擴展之類比信號(例如，自0伏特至5伏特、4毫安至20毫安等等)，而警報信號可

為一二進位類比信號(例如，0伏特可指示一警報信號，其指示需要更換發光體，而5伏特可為一「確定(o.k.)」信號)。應注意，提供至程序控制器230之信號類型可取決於半導體程序200之操作者之期望或程序控制器230之性能，且DO感測器220之實施例可如期望般有效地利用類比信號、數位信號或某組合。

如可想像，在此半導體程序200中使用DO感測器充滿複雜性。特定言之，如已論述，在許多情況中，在半導體程序200中利用之流體可為高腐蝕性，而同時半導體程序200本身可為高度易受污染。因此，可期望一DO感測器220耐受在此等惡劣環境中使用且抵抗由腐蝕性分子狀小化學品導致之降級，同時具有可由非反應性塑膠或聚合物材料(諸如，全氟烷氧基聚合物(PFA)、聚丙烯(PP)及聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏氟乙烯、聚偏二氟乙烯(PVDF)等等，其等順應超高純度環境，例如，包含SEMI F57規範或類似規範所強制執行之環境)製造之一些(例如，與流體接觸之部分)或所有部分。

除了此等關注點，關於DO感測器在半導體程序200中之使用之一額外關注點係DO感測器220本身之大小。在許多情況中，大DO感測器在此等半導體程序200中之使用並不可行(例如，由於封裝或空間問題)。因此，可期望，與半導體程序一起使用之DO感測器可儘可能小，同時仍足夠精確以如在此等程序中使用所需偵測十億分之一或百萬分之一濃度。因此，此等類型之DO感測器之所要外觀尺寸及精確性可使DO感測器之組件之封裝同樣十分重要。

圖3係一DO感測器之一項實施例之一方塊圖，該DO感測器足夠小以整合於大多數半導體程序中，同時仍達成用於半導體程序中之所要敏感度等級。DO感測器300包含可由(例如)塑膠製成之一外殼302。用於與(例如)程序控制系統或類似物介接之一連接器308提供信號(例如，類比或數位)至程序控制系統。舉例而言，此連接器308可

包含遵循RS-232協定之一或多個接腳或接腳輸出。

在特定實施例中，外殼302可包含一上部306及一下部304。可使用(例如)一墊圈將上部306結合至下部304，使得DO感測器防水(例如，符合IP67)。為有助於耐水性，在一些實施例中，外殼302內之組件亦可為密閉式或諸如此類。外殼302之下部304包含一主體或耦合至該主體，該主體含有具有埠362之一流動路徑360，埠362經配置以用於使流體進出流動路徑360。配件364將埠362連接至其他組件，使得DO感測器300可被(例如，直接)整合至(例如)一半導體程序或類似程序之流體流動路徑中。

由於DO感測器300可被整合至可包括具有不同直徑之流體流動路徑之多種程序中，故DO感測器300之流動路徑360之實施例可經適當定大小以整合至此等流體路徑中，包含(例如)1/4”、3/8”、1/2”、3/4”及1”直徑。另外，實施例可具有適用於其中利用DO感測器300之特定應用之配件364，包含(例如)Flaretek、PrimeLock、Nippon Pillar(例如，S300)或另一類型之配件。

流動路徑360包含一開口，一光學透明窗316可透過該開口曝露於流動路徑360中之流體，使得流動路徑360中之流體直接接觸發光體310，該光學透明窗316具有黏合於其上之發光體310。在特定實施例中，發光體310可塗佈有一有機或無機薄膜，該薄膜不受強酸或強鹼侵蝕影響或耐受強酸或強鹼侵蝕，但允許氧自由地擴散且與發光體310之螢光薄膜或材料接觸。一溫度感測器312(諸如，一熱敏電阻器、熱電偶或類似物)可使用(例如)一黏合劑或其他緊固件安裝至窗316且與流體流動路徑360相對。

窗316可由一光學透明介電質材料(諸如，硼矽酸鹽玻璃、藍寶石、金剛石、塗佈金剛石之玻璃、石英、方解石、方晶鋯石等等)製成。由於藍寶石或金剛石之熱導率相對高(例如，相較於硼矽酸鹽玻

璃等等)，故儘管感測器312可駐留於流體之主流動路徑360外部，特定實施例可將藍寶石或金剛石用於窗316以允許溫度感測器312仍具有一較大敏感度。再者，由於藍寶石或金剛石之強度，故極高之密封力可施加至此一窗316以允許氣密密封流體流動路徑360以與其他組件(例如，電子器件)隔開，使得DO感測器300可適用於更高之壓力環境，從而甚至在可具有約80磅每平方英寸(psi)之密封線路壓力之高壓環境中仍允許利用DO感測器300。舉例而言，可使用對酸性或鹼性流體呈現惰性之一高純度墊圈完成此密封。由於大部分程序(例如，在半導體產業中)不利用高於60 psi之線路壓力，故此等實施例可有利地用於絕大多數此等程序中。

外殼302含有光學探針350及主印刷電路板(PCB)352。光學探針350可與來自流動路徑360之窗316相對且以與窗316及發光體310成一角度大體上與流動路徑360正切對準。在一些實施例中，可在垂直於窗316及流動路徑之一軸上大體上對準光學探針350。繼而，光學探針350包含具有光學探針尖端354之探針套筒340(光學探針尖端354可一體地形成至探針套筒340或與探針套筒340分開形成且附接至其)、光學接收導引體356、光學載體370、光學PCB 372、參考LED 376、光電二極體374、激發PCB 380上之激發LED 378及光學傳輸導引體358。探針套筒340與光學載體370組合使用可有效防止光從LED 376、378「滑動」(例如，光學串擾)，如將更詳細論述。

激發LED 378使其自身之PCB 380與光學PCB 372分開以避免激發PCB 380上之激發組件與光學PCB 372上之組件(諸如偵測組件)之間的光學或電串擾。在一項實施例中，為進一步減少光學或電串擾，激發PCB 380及光學PCB 372可定位於光學載體370之相對側上且激發LED 378(例如，透過激發PCB 380)耦合至光學PCB 372且經組態以藉由光學PCB 372上之電子組件390控制。在一些此等實施例中，光學載體

370可為圓柱形狀，其中光學PCB 372及光電二極體374在光學載體370之一個半球上且激發PCB 380及激發LED 378在光學載體370之另一半球上。

類似地，接著在一項實施例中，光學PCB 372與主PCB 352分開且耦合至主PCB 352。特定言之，在一些實施例中，光學PCB 372處於探針套筒340內且主PCB 352處於探針套筒340之外部。主PCB 352可含有電子組件386，諸如電壓調節、功率及類比輸出組件，而光學PCB 372可含有電子組件390，諸如光電二極體前端、溫度感測器前端、用於激發LED或參考LED之LED前端、數位/類比轉換器(DAC或ADC)、數位信號處理器(DSP)、執行(例如)諸如具有控制或計算模組之軟體之模組的微控制器、或可包含諸如校正資料或類似物之資料之儲存器(例如，EEPROM)。但應注意，此處關於主PCB 352、激發PCB 380及光學PCB 372描繪之用於DO感測器300之所有組件可被包含於一單一PCB(或兩個PCB等等)上，但是藉由將此等類型之組件分開至單獨PCB上(且藉由(例如)憑藉將光學PCB 372放置於套筒340中而進一步分開此等組件)，仍可防止與主PCB 352上之組件之串擾影響光學PCB 372上之量測或其他電子組件390。

探針尖端354可具有一開口，光學接收導引體356及光學傳輸導引體358可經選路通過該開口。光學接收導引體356可經組態以將光(例如，藉由發光體310發射)引導至光電二極體374。舉例而言，光學接收導引體356可為與光電二極體374對準(例如，在軸上)之一單一圓柱形聚合物光纖。光學傳輸導引體358可經組態以將來自激發LED 378之光引導至探針尖端354中之開口以(例如)激發或另外照明發光體310。舉例而言，光學傳輸導引體358可為一或多個光纖之一束(其可具有小於光學接收導引體356之直徑)。在一項實施例中，光學接收導引體356及光學傳輸導引體358可經選路通過探針尖端354中之相同開

口，其中包括光學傳輸導引體之光纖束形成圍繞光學接收導引體356之圓周之一照明環。

光電二極體374可耦合至光學PCB 372，其中光學PCB 372之電子組件390可包含用於光電二極體之前端(例如，用於光電二極體374之陽極及陰極)。在一項實施例中，電子組件390可包含在光學PCB 372之一側上之用於光電二極體374之一陽極(或因此連接)及在PCB 372之另一側上之用於光電二極體374之一陰極(或因此連接)。此配置可允許光電二極體374被安裝於軸上緊密鄰近光學PCB 372以減小光學PCB 372及光電二極體374之組合之總長度。因此，在一些實施例中，可在相同軸上大體上對準光電二極體374及PCB 372，其中該軸可大體上為光學探針350本身對準之軸(例如，大體上垂直於窗316及流動路徑360)。參考LED 376亦可安裝於光學PCB 372上且在一項實施例中可安裝於光電二極體374(其可為至少部分透明)背後以允許直接照明光電二極體374(例如，使得光電二極體374可偵測從參考LED 376直接發射且尚未行進通過光學接收導引體356之光)。可藉由一孔徑或藉由其他構件限制此照明。

在特定實施例中，可利用一或多個濾光器或濾光器之組合以防止光學串擾且增大螢光偵測。所利用濾光器之數目及類型可取決於激發LED 378(例如，激發LED 378之顏色)或發光體310之化學性質(例如，藉由發光體310發射之光之波長)。應注意，如在此處揭示之實施例中利用之LED之實施例幾乎可為任何所要顏色(例如，紅色、藍色、綠色等等)。舉例而言，在一些實施例中，發光體310可經選擇，使得其實質上以紅色波長輻射，且激發LED 378可經選擇，使得其實質上以約525 nm之綠色波長及約800毫坎德拉(mcd)之一發光強度輻射。在此等實施例中，可在激發LED 378之前部利用一綠色濾光器以確保藉由光學傳輸導引體358僅引導所要綠色波長以激發發光體310。

類似地，可在光學接收導引體356與光電二極體374之間利用一紅色濾光器以確保藉由光電二極體374僅接收藉由發光體310發射之紅光(例如，透過光學接收導引體356)。

接著，在特定實施例之操作中，電子組件390(諸如在一控制器上執行之一控制模組)可實行一量測循環。在特定實施例中，舉例而言，量測循環可為1秒等級。在一項實施例中，量測循環包含兩部分：一激發部分及一參考部分，其中在一些實施例中，各部分可為約量測循環之一半。應明白，一量測循環可為更長或更短、可包括僅一個部分(例如，一激發部分)或具有不同大小之部分等等。

在量測循環之一激發部分中，電子組件390可控制激發LED 378且回應於藉由激發LED 378之照明判定對應於藉由發光體310(與流動路徑360中之流體接觸)發射之光之相位或量值之一激發信號。特定言之，在激發部分期間，電子組件390可在一特定頻率操作激發LED 378，在一項實施例中該頻率可為約16 KHz。每當在激發部分期間操作(例如，照明)激發LED 378時，透過光學傳輸導引體358將藉由激發LED 378發射之光從激發LED 378引導通過探針尖端354中之開口，其中該光透過光學透明窗316照明發光體310。回應於此照明，發光體310發射光且基於流動路徑360中之流體中之氧之存在而被淬滅。藉由發光體310發射之光通過窗316且在光學接收導引體356處被接收，在光學接收導引體356中，該光被引導至光電二極體374，光電二極體374回應於此所接收光產生一信號。

藉由電子組件390接收此信號，電子組件390基於來自光電二極體374之信號產生一激發信號。舉例而言，此激發信號對應於如藉由發光體310發射且透過光電二極體374接收之光之量值或相位。在此一實施例中，可使用每當在量測循環之激發部分期間操作激發LED 378時所產生之激發信號判定一最終激發信號。舉例而言，此最終激發信

號可為每當在激發部分期間操作激發LED 378時所產生之激發信號之一平均值。

另外，在一項實施例中，在激發部分期間，電子組件390可接收來自溫度感測器312之一或多個信號。可藉由電子組件390處理此所接收信號(例如，使用調變、一峰值偵測器等等)以判定流動路徑360中之流體之一溫度量測。應注意，可在量測循環期間之任何點判定溫度量測。

接著，在量測循環之參考部分期間，電子組件390可在一特定頻率操作參考LED 376，在一項實施例中該特定頻率可相同於在量測部分中操作激發LED 378之頻率且可為約16 KHz。每當在參考部分期間操作(例如，照明)參考LED 376時，可藉由光電二極體374直接接收藉由參考LED 376發射之光(例如，透過鄰近光學PCB 372安裝之光電二極體374之後部)，光電二極體374回應於此所接收光產生一信號。

藉由電子組件390接收此信號，電子組件390基於來自光電二極體374之信號產生一參考信號。舉例而言，此參考信號對應於如藉由參考LED 376發射且透過光電二極體374接收之光之量值或相位。在此一實施例中，可使用每當在量測循環之參考部分期間操作參考LED 376時所產生之參考信號判定一最終參考信號。舉例而言，此最終參考信號可為每當在參考部分期間操作參考LED 376時所產生之參考信號之一平均值。

接著，電子組件390使用在量測循環之激發部分期間產生之激發信號以產生指示流動路徑360中之流體之一氧濃度量測之一信號。特定言之，藉由發光體310發射之光之衰減時間可與流體中之溶氧濃度具有一倒數及線性關係。因此，激發信號可用於導出對應於當流體中之溶氧與發光體310之螢光材料相互作用以淬滅或減少該材料之螢光量時螢光之減少之一衰減時間或衰減時間常數。

特定言之，在特定實施例中，可判定激發信號之相位。另外，可使用在量測循環之參考部分期間判定之參考信號(例如，參考信號之相位)考量感測器電子器件(諸如，光學PCB 372上之感測器電子器件)中之一延遲。由於電子組件390負責產生用於調變參考LED 376之信號(例如，在16 KHz)且當在光電二極體374處接收來自參考LED 376之光時從光電二極體374接收一信號，故激發信號之相位與參考信號之相位之間的差異相關聯於DO感測器300之電子(且可能其他)組件390中之延遲或溫度敏感性等等。因此，參考信號(例如，參考信號之相位)可用於調整激發信號以移除歸因於(例如)電子組件390中之延遲或溫度敏感性或類似物之激發信號中之任何相移。激發信號之校正相位可用於在激發部分期間精確判定發光體310之螢光之衰減時間(例如，藉由判定在量測循環之激發部分期間之調變信號與激發信號(例如，最終激發信號)之間的一相位差)。接著，可基於發光體310之已知衰減時間常數與所判定衰減時間之間的關係判定流體中之一氧濃度量測。舉例而言，可使用感測器之如儲存於電子組件390中(例如，一EEPROM或類似物中)之校正資料判定此量測。

在一些實施例中，可進一步使用在激發部分期間所判定之溫度值或另外在量測循環期間使用溫度與液體中之氧濃度之間的一已知關係調整此濃度量測。使用一量測溫度值之校正可允許實質上即時補償流體溫度暫態或穩態改變。可使用儲存於電子組件390中(例如，一EEPROM或類似物中)之溫度校正資料補償量測，其中校正資料包含在不存在氧時(例如，存在純氮時)之一溫度及在大氣下獲得之零點校正資料。

另外，電子組件390可在一量測循環期間判定指示發光體310之狀態之一警報狀態。此處，電子組件390中之校正資料可包含發光體310之螢光之一標稱量值。可在DO感測器300之一校正期間(例如，當

在存在大氣之情況下校正DO感測器300時)判定此標稱量值，此標稱量值可為該量值所要之一絕對值或可另外判定。電子組件390可將在激發部分期間產生之激發信號之量值與在校正期間判定之螢光之標稱量值比較且判定激發信號之量值係處於校正期間所判定之標稱量值之某臨限值(例如，50%、20%等等)內還是外。舉例而言，使用者可在校正期間組態此臨限值。若激發信號之量值係在標稱量值之某臨限值外，則可設定指示發光體310需要更換之一警報旗標。應注意，在一些例項中，並非在每一量測循環判定警報狀態，或可僅當藉由一程序控制器或類似物指定時判定警報狀態。

接著，電子組件390可將指示一氧濃度量測、溫度或警報狀態之信號提供至主PCB 352。繼而，主PCB 352之電子組件388透過連接器308提供氧濃度、溫度或警報狀態之對應信號(其等可為相同格式，諸如類比或數位；或可為不同格式，其按不同比例調整)。

圖4A至圖4C描繪諸如上文描述之實施例之一DO感測器之一項實施例之一分解圖。應明白，藉由實例提供所描繪組件，其他實施例可或可不使用各所描繪組件，或可使用更少組件，可組合組件之功能性等等。DO感測器400包含可由塑膠或類似物製成的上外殼402及可由相同於或類似於上外殼402之材料製成的下外殼406。可在上外殼402與下外殼406之間使用墊圈404，上外殼402與下外殼406可使用螺釘及墊片或類似物結合在一起。另外，連接器410(諸如Turck 12接針連接器或類似物)可被結合至上外殼402。主PCB 452可至少部分駐留於上外殼402中，使得導線可從主PCB 452穿過上外殼402延伸至連接器410。

含有如上文描述之流體流動路徑的流動路徑主體408可由PTFE或一類似SEMI 57順應材料製成，且可具有使用(例如)螺釘432及墊片結合至主體408之底部之一安裝板412。流動路徑主體408之頂部可具有

至流動路徑主體408內之流動路徑之一開口414。

光學探針440可經至少部分固定於下外殼406中，且下外殼406經結合至流動路徑主體408，使得光學探針440的尖端與密封於至流動路徑主體408內之流動路徑之開口414中的光學窗426相距一工作距離。此工作距離可為光學探針之尖端與光學窗426之間之一氣隙，以允許透過光學探針440之尖端來接收行進穿過光學窗之光。在一項實施例中，舉例而言，此一工作距離可為約.045”。特定言之，可使用o型環420、發光體424、窗426(例如，藍寶石或類似物)、可由PVDF或類似物製成之固定器428及固定器螺母430以及可由Viton或類似物製成之o型環442將下外殼406結合至流動路徑主體408。

在一項實施例中，流動路徑主體408可具有圍繞至流動路徑之開口414之一凸緣，該凸緣經組態以接受環形o型環420。發光體424可黏合至窗426，且該組合利用固定器428及固定器螺母430密封，使得發光體424將與流動路徑主體408之流動路徑中之流體接觸。在一項實施例中，流動路徑主體408接近開口414的圓周及固定器螺母430兩者可經螺合，使得可藉由擰緊或轉動固定器螺母430至一所要壓力來施加一所要密封力至窗426。

固定器428及固定器螺母430皆可為環形，使得光學探針440之尖端可放置為與光學透明窗426相距一所要工作距離。在一些實施例中，固定器428可具有小於固定器螺母430之一內圓周，使得固定器428可提供一架子，光學探針440之尖端之部分可固定於該架子上或另外接觸該架子。可使用o型環442將外殼之下主體406密封至流動路徑主體408。特定言之，在特定實施例中，可使用將安裝板412緊固至流動路徑主體408之相同螺釘432將下外殼406結合至流動路徑主體408，使得可藉由擰緊或轉動螺釘432至一所要值而將一所要密封力施加於流動路徑主體408與下主體406之間的o型環442上。換言之，在一些實

施例中，流動路徑主體408可具有用於螺釘432之通孔，同時下外殼406可具有用於收納螺釘432之螺紋孔。

固定器428及固定器螺母430與一分離之窗426及發光體424之使用可具有關於維護或可維修性之許多優點。特定言之，如已論述，發光體424可隨著時間及曝露於流動通過流動路徑主體408之流動路徑之流體中之氧降級。實際上，此等流體中之氧濃度愈大，降級速率愈快。因此，情況通常為，每一年或兩年左右需要更換發光體424以確保DO感測器之適當操作。

以往，更換此發光體存在至少兩個主要障礙。首先係很難判定應何時更換發光體。如已論述且將進一步論述，如所揭示之一DO感測器之實施例可提供指示應何時更換發光體之一警報信號。藉由精確告知一程序之操作者何時需要更換發光體，可維持程序之精確性且避免昂貴浪費。

另一主要障礙係發光體本身之可更換性。在許多情況中，發光體完全不可更換，因為其經附接至DO感測器之一固定部分。再者，甚至在發光體可更換之情況中，仍不可以不費力且簡單之方式完成。此處，固定器428及固定器螺母430與一分離之窗426及發光體424之使用藉由允許簡單地更換窗426或發光體424(在一項實施例中，其可作為一單元更換或同時更換)，同時仍允許充足密封力置於窗中以防止流體洩漏且保持順應SEMI 57或IP 67，而允許一DO感測器之現場可維修性。特定言之，下外殼406可簡單地與流動路徑主體408分開且簡單地移除固定器螺母430(例如，使用一扳手或類似物)以允許接達至及更換窗426或發光體424(或如所提及，兩者作為一單元)。藉由減少更換時間且允許DO感測器之現場維修，顯著減少程序停工時間。

現參考圖5，描繪在一DO感測器之一實施例之一下外殼與一流動路徑主體之間的介面之一項實施例之一特寫橫截面視圖。再者，應明

白，藉由實例提供所描繪組件，其他實施例可或可不使用各所描繪之組件，或可使用更少組件，可組合組件之功能性等等。特定言之，下外殼550包含經調適以裝配於流動路徑主體510中之一開口內之一下部552(舉例而言，其可為圓形形狀)。此開口可具有一唇緣560(其可為圍繞開口之環形)，使得下外殼550之下部552及唇緣560經調適以接觸彼此。o型環562可用於密封下外殼之下部552與流動路徑主體510之間的介面。

流動路徑主體510包含流體流動路徑512，如上文描述。流體流動路徑512包含一「T」(亦被稱為一碗狀物)514以允許流動路徑512中之流體曝露於流動路徑主體510中之開口516。開口516之圓周為約.25”且具有深度為.2”。流動路徑主體510包含圍繞開口516之一環形通道556，其中通道之底部低於碗狀物514之頂部。o型環518可駐留於通道516中，使得在一未壓縮狀態中，o型環518之頂部可高於流動路徑主體510包括通道516之內壁之部分或與之齊平。發光體524可黏合至窗526且該組合放置於開口516中且利用固定器528及固定器螺母530密封，使得發光體524將與碗狀物514之開口516中之流動路徑512中之流體接觸。特定言之，流動路徑主體510之內壁高於開口516之一部分如固定器螺母530之外圓周般經螺合。因此，可擰緊固定器螺母530以透過固定器528將一所要密封力置於發光體524上。此密封力用於壓縮o型環518且提供一氣密密封，使得液體(或其分子)無法逸出流體流動路徑512。

光學探針558之尖端536可為階狀，使得尖端之部分可具有不同圓周。尖端536之一個階狀部可接觸抵靠固定器528，使得階狀部駐留於與窗526相距一工作距離處，而尖端536之另一階狀部可接觸固定器螺母530。在一項實施例中，尖端536包含用於一壓縮器540(例如，由矽、橡膠或類似物製成)之一容器，使得壓縮器540可壓縮黏合至窗526與流體流動路徑512相對的溫度感測器542。尖端536亦可具有一或

多個孔(未展示)以用於將導線從溫度感測器542選路至光學探針558之電子組件。一光學傳輸導引體及一光學接收導引體之端部可經選路通過尖端536中之一開口。在一項實施例中，尖端中圍繞光學傳輸導引體或光學接收導引體之一光學套筒可包含光學傳輸導引或光學接收導引體。

現參考圖6A至圖6C，描繪可用於諸如上文描述之一DO感測器中之一光學探針之一項實施例之一分解圖。如同本文中描繪之其他實施例，應明白，藉由實例提供所描繪組件，其他實施例可或可不使用各所描繪之組件，或可使用更少組件，可組合組件之功能性等等。光學探針600包含結合至探針尖端602之套筒680。光學載體604駐留於套筒680內。光學載體604大體上為圓柱形。在光學載體604之一側或一個半球上存在經調適以收納包含激發LED之激發PCB 642之一凹口。舉例而言，可使用螺釘、黏合劑或另一緊固件將激發PCB 642附接至光學載體604。光學傳輸導引體644可放置於光學傳輸套筒618內且經選路通過探針尖端602之中央中之一大體上圓形開口。光學濾光器612(例如，如先前描述之一綠色濾光器或類似物)可經附接至在激發PCB 642上之激發LED與光學套筒618之間的光學載體604。光學載體604之此側亦可具有一通道以用於將導線626從(例如)激發PCB 642選路至光學PCB 606或從溫度感測器(未展示)選路至光學PCB 606。光學載體604之此側之部分670可形成用作用於光學PCB 606之一分配器及一安裝點之一障壁。此部分670可為圍繞光學載體604之圓周之一部分之一壁。

光學載體604之另一側具有穿過光學載體604之一圓柱形孔徑，使得光學接收導引體664經選路通過此圓柱形孔徑且通過探針尖端602之中央中之開口。在特定實施例中，光學接收導引體不在圓柱形孔徑內之一部分可被圍封於一光學套筒中。如上文論述，在一些實施例

中，光學傳輸導引體644及光學接收導引體664可經選路通過探針尖端602中之相同孔，其中光學傳輸導引體644環繞光學接收導引體664以形成一照明環或類似物。舉例而言，光學接收導引體664可為具有2毫米直徑之一單一光纖，而光學傳輸導引體644可為具有.5毫米直徑之一束(例如，10個至15個)光纖。

藉由將光電二極體610之陽極及陰極選路通過光學隔膜608中之一或多個孔而將光電二極體610安裝至包含參考LED之光學PCB 606。光學隔膜608亦可包含一孔，藉由光學PCB 606上之參考LED發射之光可透過該孔直接照明光電二極體610。此一孔亦可用於孔徑限制此照明。光學PCB 606可附接至光學載體604之部分670，使得光電二極體610可定位於光學載體604之圓柱形孔中。在一項實施例中，熱鏡614之任一側上之濾光器616可定位於在光電二極體610與光學接收導引體664遠離探針尖端602中之開口之端部之間的圓柱形孔中。

光學載體604(包含光學PCB 606、激發PCB 642及安裝於光學載體604上或另外選路通過光學載體604之所有組件)可放置於探針套筒680中且探針尖端602可使用(例如)黏合劑或類似物附貼至探針套筒680之端部。另外，用於壓縮一溫度感測器之壓縮器676可附貼於探針尖端602中之一容器中。

現參看如已論述之一DO感測器之實施例之特定組件之更多特定實施例可為有用的。在圖7至圖10中描繪之組件之實施例可經合適地定大小以裝配於具有約5.75''之高度(例如，針對一上外殼、下外殼及流動路徑主體之組合)及量測為約1.75''之一外殼(例如，一上外殼及下外殼)之一DO感測器(例如，一上外殼、下外殼及流動路徑主體之一組合)中。應明白，所有尺寸皆為近似的且僅可應用於該特定實施例。其他實施例可使用具有不同尺寸之相同組件，可不使用此一組件或可使用更少組件等等。

將此熟記於心，圖7A至圖7C描繪與一DO感測器一起使用之一光學探針之一套筒之一項實施例，而圖8A至圖8H描繪與圖7A至圖7C之套筒一起使用之一光學載體之一項實施例。此處注意，光學載體800包含腔室802，當一光學PCB附貼至光學載體800之部分804時，安裝於該光學PCB上之一光電二極體可駐留於該腔室802中。在此一配置中，孔徑806可容納一光學接收導引體或其之部分，使得光學接收導引體遠離DO感測器之一窗之一端部可接近腔室802中之光電二極體。凹槽808可經設計以容納一激發PCB，使得激發LED照明包含於孔徑810中之一光學傳輸導引體。由於光學載體800之壁812將光學PCB、光電二極體及光學接收導引體與激發PCB、激發LED及光學傳輸導引體分開，故光學載體800用於顯著減少在利用此一光學載體之DO感測器中之光學串擾及電串擾兩者。

圖9描繪可在一光電二極體與一光學PCB之間利用之一光學隔膜900之一實施例。此處注意，光學隔膜包含三個叉指902以用於固定一光學PCB及三個通孔904。兩個通孔904a、904b可用於一光電二極體之陽極及陰極之選路，使得陽極及陰極可焊接或另外附接至藉由叉指902固定之一光學PCB之相對側。第三通孔904c可允許安裝於光電二極體所焊接之一光學PCB上之一參考LED從後部照明光電二極體，且可另外提供對此照明之限制。

圖10A及圖10B描繪一探針尖端1000之一項實施例。此處注意，探針尖端1000具有通孔1002，一光學傳輸導引體及光學接收導引體可經選路通過通孔1002。探針尖端1000亦可具有一或多個通孔1004，導線可自黏合至DO感測器之一窗之一溫度感測器經選路通過通孔1004。另外，探針尖端1000可具有一凹槽1006，其中一壓縮器(例如，由橡膠或矽製成)可經定位以壓縮黏合至窗之溫度感測器。

現論述校正或操作諸如本文中描繪之DO感測器之實施例之方法

可有助於對如本文中描繪之實施例之一理解。可使用如上文論述之DO感測器之電子組件(例如，硬體、軟體或某組合)實行此等方法。圖11描繪用於DO感測器之校正之一實施例。在步驟1110，可實行一零校正。在此一校正中，可在具有實質上零氧之一環境中校正感測器，例如，藉由在一純氮環境中校正DO感測器。零點校正可在一已知溫度值下完成且用於判定、調整或設定相關聯於此一環境中之感測器之輸出值。

在步驟1120，可實行一100%校正。在此步驟中，可將溫度保持在已知溫度值且感測器被曝露於大氣。在一些實施例中，DO感測器可被曝露於大氣至少30分鐘以允許建立一穩定氧位準。100%校正在已知溫度值下完成且用於判定、調整或設定相關聯於此一環境中之感測器之輸出值。舉例而言，此一校正可允許使用在一量測循環期間量測之一溫度來基於溫度與氧濃度之間的一關係補償或另外調整一氧濃度量測。

另外，在特定實施例中，在100%校正期間，可判定用於DO感測器之發光體的螢光值之一量值。舉例而言，螢光值之此量值可為在校正程序期間從發光體接收之光之密度之一最大值或經由發光體之多個照明從發光體接收之光之最大強度之一平均值等等。螢光值之此量值可儲存於DO感測器中(例如，一EEPROM或類似物中)。

在一項實施例中，亦可在存在一流體(DO感測器將結合該流體利用)之情況下校正DO感測器(例如，在一半導體程序中之一裝置中等等)。因此，在一些實施例中，可藉由在存在一特定流體之情況下實行DO感測器之一校正來判定螢光值之一量值，且關於該特定程序流體判定螢光值之一量值。

圖12描繪用於如可藉由如本文論述之一DO感測器之實施例實行般實行判定一流動路徑中之一流體之一氧濃度之一方法之一實施例。

一量測循環可包含一激發部分1210及一參考部分1250。在特定實施例中，量測循環可為(例如)1秒等級，其中在一些實施例中，各部分可為約量測循環之一半。應明白，一量測循環可為更長或更短、可包括僅一個部分(例如，一激發部分)或具有不同大小之部分等等。

在量測循環之一激發部分1210期間，在步驟1212操作一激發LED。在一項實施例中，在一特定頻率操作激發LED(例如，接通及斷開或脈動)，該特定頻率在一項實施例中可為約16 KHz。每當在激發部分1210期間操作(例如，照明)激發LED時，透過光學傳輸導引體將藉由激發LED發射之光從激發LED引導通過探針尖端中之開口，其中該光照明DO感測器之發光體。回應於此照明，發光體發射光且基於流動路徑中之流體中之氧之存在被淬滅。在步驟1214，藉由光電二極體接收藉由發光體發射之光，光電二極體回應於此所接收光產生一信號。接著，在步驟1216，基於來自光電二極體之信號產生一激發信號。舉例而言，此激發信號對應於如藉由發光體發射且透過光電二極體接收之光之量值或相位。在步驟1218，可使用每當在量測循環之激發部分1210期間操作激發LED時所產生之激發信號判定一最終激發信號。舉例而言，此最終激發信號可為每當在量測循環之激發部分1210期間操作激發LED時所產生(在步驟1216)之激發信號之一平均值。

接著，在量測循環之參考部分1250期間，在步驟1252，可在一特定頻率操作參考LED，在一項實施例中該特定頻率可相同於在激發部分1210中操作激發LED之頻率且可為約16 KHz。每當在參考部分1250期間操作(例如，照明)參考LED時，可在步驟1254藉由光電二極體直接接收藉由參考LED發射之光，光電二極體回應於此所接收光產生一信號。

在步驟1256，基於來自光電二極體之信號產生一參考信號。舉例而言，此參考信號對應於藉由參考LED發射且透過光電二極體接收

之光之量值或相位。在步驟1258，可使用每當在量測循環之參考部分1250期間操作參考LED時所產生之參考信號判定一最終參考信號。舉例而言，此最終參考信號可為每當操作參考LED時所產生之參考信號之一平均值。

另外，在步驟1260，在量測循環期間之某點(其可為在激發部分期間、在參考部分期間、在該等部分之間、在該等部分之後、在量測循環期間之多個點期間獲得之多個溫度量測之平均值等等)，基於從一溫度感測器接收之一信號判定DO感測器之流動路徑中之流體之一溫度。

在步驟1270，可基於最終激發信號、最終參考信號及溫度判定流體中之一氧濃度量測。特定言之，最終激發信號可用於導出對應於當流體中之溶氧與發光體之螢光材料相互作用以淬滅或減少該材料之螢光量時螢光之減少之一衰減時間或衰減時間常數。特定言之，可使用在量測循環之參考部分期間判定之最終參考信號(例如，最終參考信號之相位)判定最終激發信號之相位且可考量感測器電子器件中之延遲。最終激發信號之校正相位可用於在激發部分期間精確判定發光體之螢光之衰減時間。接著，可基於所利用發光體之已知衰減時間常數與所判定衰減時間之間的關係判定流體中之氧濃度量測。舉例而言，可使用所儲存校正資料(例如，如在一校正程序中所判定)判定此量測。可使用基於溫度與氧濃度之間的一已知關係所判定(例如，在步驟1260)之溫度值進一步調整此濃度量測。

另外，在一些實施例中，在步驟1280，可在量測循環期間判定指示發光體狀態之一警報狀態。此處，電子組件中之校正資料可包含用於發光體之螢光之一參考量值。此參考量值可為在DO感測器300之校正期間判定之一指定值等等。可將此參考量值與在激發部分期間產生之最終激發信號之量值比較以判定激發信號之量值是否處於在校正

期間判定之參考量值之某臨限值(例如，50%、20%等等)內。舉例而言，製造商或使用者可在校正期間組態此臨限值。若最終激發信號之量值不在參考量值之臨限值(例如，參考量值之50%)內，則可設定指示發光體需要更換之一警報旗標或發送一警報信號。應注意，在一些例項中，並非在每一量測循環判定警報狀態，可從不在一量測循環中判定警報狀態、或可僅當藉由一程序控制器或類似物指定時判定警報狀態。

接著，在步驟1290，可藉由DO感測器提供指示氧濃度量測之至少一信號。此信號可用於控制與DO感測器一起利用之一程序或用於多種其他功能。另外，在步驟1290，亦可藉由DO感測器提供一量測溫度或一警報狀態之一信號。

如簡略論述，可不結合一量測循環判定警報狀態。因此，在一些實施例中，可與量測循環分開實行一發光體測試循環。可期望，在大氣下實行一單獨發光體測試循環，在其中在大氣下於一校正程序中判定用於發光體之一參考量值之情況中尤為如此。因此，在實行此一發光體測試循環之前，可將DO感測器放回或敞開於大氣或當在一程序期間將大氣引入至流體流動路徑時，可在該程序之一部分期間實行DO感測器等等。因此，應明白，在特定實施例中，此一發光體測試循環可實質上相同於如上文描述在存在大氣之情況下實行一量測循環。

在圖13中描繪用於實行一測試循環以判定發光體更換之一警報狀態之一方法之一項實施例。在實行一測試循環之此情況中，首先，在步驟1310中，藉由操作激發LED產生一激發信號。應注意，可實質上類似於本文中之此等激發信號之其他論述產生此激發信號。在步驟1320，可判定指示發光體狀態之一警報狀態。如所論述，校正資料可包含一參考量值或可已經以一些其他方式指定該參考量值。可將此參

考量值與激發信號之量值比較以判定激發信號之量值是否處於在校正期間所判定之參考量值之某臨限值內。若激發信號之量值不在參考量值之臨限值(例如，參考量值之50%)內，則可在步驟1330設定指示發光體需要更換之一警報旗標或發送一警報信號。

可以軟體或硬體或二者之一組合中之控制邏輯之形式實施本文中描述之實施例。控制邏輯可儲存於一資訊儲存媒體(諸如一電腦可讀媒體)中作為經調適以指示一資訊處理裝置實行在各種實施例中揭示之一組步驟之複數個指令。基於本發明及本文中提供之教示，一般技術者將瞭解實施本發明之其他方式及/或方法。

如在本文中使用，術語「包括(comprises、comprising)」、「包含(includes、including)」、「具有(has、having)」或其等之任何其他變體旨在涵蓋一非窮盡性包含。舉例而言，包括一元件清單之一程序、產品、物件或設備不必僅限於該等元件，而是可包含未明確列出或此程序、產品、物件或設備中固有的其他元件。

一「電腦可讀媒體」可為可包含、儲存、傳達、傳播或傳送供指令執行系統、設備、系統或裝置使用或結合其等使用之程式之任何媒體。電腦可讀媒體可為(僅舉例而言但無限制之意)一電子、磁性、光學、電磁、紅外線或半導體系統、設備、系統、裝置、傳播媒體或電腦記憶體。此電腦可讀媒體大體上應為機器可讀媒體且包含可為人工可讀(例如，原始碼)或機器可讀(例如，目的碼)之軟體程式或程式碼。

一「處理器」包含處理資料、信號或其他資訊之任何硬體系統、機制或組件。一處理器可包含具有一通用中央處理單元、多個處理單元、用於達成功能性之專用電路之一系統或其他系統。處理不限於一地理位置或具有時間限制。舉例而言，一處理器可「即時」、「線下」、在一「批次模式」下等等中實行其功能。可藉由不同(或相

同)處理系統在不同時間及不同位置實行處理之部分。

亦應明白，在附圖/圖式中描繪之元件之一或多者亦可以一更獨立或整合之方式實施，或甚至被移除或呈現為在特定情況中不能操作，如根據一特定應用係有用的。另外，附圖/圖式中之任何信號箭頭應僅被視為例示性，而非限制性，除非另有明確提及。

此外，如在本文中使用的術語「或」一般旨在意謂「及/或」，除非另有指示。如在本文中使用的，一術語前面之「一」或「一個」(且當先行詞基礎係「一」或「一個」時之「該」)包含此術語之單數及複數兩者(即，提及「一」或「一個」明確指示僅單數或僅複數)。又，如在本文描述中使用，「在……中」之涵義包含「在……中」及「在……上」，除非在文中另有明確指示。

上文已關於特定實施例描述益處、其他優點及問題解決方案。然而，益處、優點、問題解決方案及可導致任何益處、優點或解決方案發生或變得更加明顯之任何組件不應被解釋為一嚴格、所需或基本特徵或組件。

【符號說明】

100	溶氧(DO)感測器/溶氧(DO)監測器
110	發光體
112	流體
114	流體流動路徑
116	光學透明窗
120	參考光源
130	激發光源
140	光電二極體
150	感測器電子器件
200	半導體程序

202	工具或腔室
214	流體流動路徑
220	DO感測器
230	程序控制器/程序控制電腦
232	數位硬體/程序控制硬體
234	程序控制模組
300	溶氧(DO)感測器
302	外殼
304	下部
306	上部
308	連接器
310	發光體
312	溫度感測器
316	光學透明窗/窗
340	探針套筒
350	光學探針
352	主印刷電路板(PCB)
354	探針尖端
356	光學接收導引體
358	光學傳輸導引體
360	流動路徑
362	埠
364	配件
370	光學載體
372	光學印刷電路板(PCB)
374	光電二極體

376	參考發光二極體(LED)
378	激發發光二極體(LED)
380	激發印刷電路板(PCB)
386	電子組件
390	電子組件
400	溶氧(DO)感測器
402	上外殼
404	墊圈
406	下外殼/下主體
408	流動路徑主體
410	連接器
412	安裝板
414	開口
420	o型環
424	發光體
426	光學透明窗
428	固定器
430	固定器螺母
432	螺釘
440	光學探針
442	o型環
452	主印刷電路板(PCB)
510	流動路徑主體
512	流體流動路徑
514	碗狀物
516	開口/通道

518	o型環
524	發光體
526	窗
528	固定器
530	固定器螺母
536	尖端
540	壓縮器
542	溫度感測器
550	下外殼
552	下部
556	環形通道
558	光學探針
560	唇緣
562	o型環
600	光學探針
602	探針尖端
604	光學載體
606	光學印刷電路板(PCB)
608	光學隔膜
610	光電二極體
612	光學濾光器
614	熱鏡
616	濾光器
618	光學傳輸套筒
626	導線
642	激發印刷電路板(PCB)

644	光學傳輸導引體
664	光學接收導引體
670	部分
676	壓縮器
680	探針套筒
800	光學載體
802	腔室
804	部分
806	孔徑
808	凹槽
810	孔徑
812	壁
900	光學隔膜
902	叉指
904A	通孔
904B	通孔
904C	通孔
1000	探針尖端
1002	通孔
1004	通孔
1006	凹槽
1110	步驟
1120	步驟
1210	激發部分
1212	步驟
1214	步驟

1216	步驟
1218	步驟
1250	參考部分
1252	步驟
1254	步驟
1256	步驟
1258	步驟
1260	步驟
1270	步驟
1280	步驟
1290	步驟
1310	步驟
1320	步驟

申請專利範圍

1. 一種溶氧感測器，其包括：

一光學透明材料窗，其經安置於一流體流動路徑中之一開口中，其中一發光體(luminophor)經附接至該窗曝露於該流體流動路徑之一第一側；

一光學探針，其與來自該流體流動路徑之該窗及該發光體相對，其中該光學探針包含：

一激發光源，其經組態以照明該發光體；

一光學接收導引體，其經選路通過該探針且具有一縱(longitudinal)軸，該縱軸具有沿接近該窗之該縱軸之該光學接收導引體之一第一端部，其中該光學接收導引體經組態以回應於由該激發光源照明該發光體而引導在該第一端部處接收之光；

一光電二極體，其經組態以接收由該光學接收導引體引導之光，其中該光電二極體鄰近於該光學接收導引體沿該縱軸遠離該窗之一第二端部且於該縱軸上與該光學接收導引體對準；

一印刷電路板(PCB)，其具有一縱軸與該光電二極體及該光學接收導引體之該縱軸對準，其中該光電二極體經實體(physically)耦合至該PCB；及

一參考光源，其經組態以透過接近該PCB之該光電二極體之一部分直接照明該光電二極體，其中該PCB包含若干電子組件，該等電子組件經組態以基於透過該光學接收導引體在該光電二極體處接收之該光來判定該流體流動路徑中之一流體之一氧濃度量測。

2. 如請求項1之溶氧感測器，進一步包括一光學載體，其中該激發光源係在該光學載體之一第一側上，且該光電二極體及該PCB係在該光學載體之一第二側上。
3. 如請求項2之溶氧感測器，其中該光學載體包含一第一腔室，且該光電二極體駐留於該第一腔室中。
4. 如請求項2之溶氧感測器，其中該光電二極體之一陽極經耦合至該PCB之一第一側，且該光電二極體之一陰極經耦合至該PCB之一第二側。
5. 如請求項2之溶氧感測器，其中該參考光源在該PCB上。
6. 如請求項5之溶氧感測器，其中該光學載體包含具有通向該第一腔室之一第一端部之一孔徑，且該光學接收導引體遠離該窗之一第二端部係在該孔徑內。
7. 如請求項6之溶氧感測器，其中該發光體經組態以回應於由該激發光源之照明而發射紅光，且一紅色濾通器經安置於在該光學接收導引體之該端部與該光電二極體之間之該第一腔室內。
8. 如請求項6之溶氧感測器，其中一光學傳輸導引體經組態以透過光學傳輸光源接近該窗之一端部將來自該激發光源之光引導至該發光體。
9. 如請求項8之溶氧感測器，其中該激發光源經組態以發射綠光，且一綠色濾通器經安置於該激發光源與該光學傳輸導引體遠離該窗之一端部之間。
10. 如請求項9之溶氧感測器，其中該光學傳輸導引體包括一組光纖，且該光學傳輸導引體接近該窗之該端部包括圍繞光學接收導引體之該端部而由該組光纖之各者之一端部形成之一環。
11. 如請求項8之溶氧感測器，進一步包括一流動路徑主體，該流動路徑主體包含該流體流動路徑。

12. 如請求項11之溶氧感測器，其中該窗被密封於該流體流動路徑中之該開口中，其中一固定螺母圍繞其外圓周螺合且擰入至該流動路徑主體中。
13. 如請求項11之溶氧感測器，其中該固定螺母係環形的，且該光學探針之一探針尖端經安置於該固定螺母內。
14. 如請求項13之溶氧感測器，其中該光學傳輸導引體及光學接收導引體經選路通過該探針尖端中之一開口。
15. 如請求項13之溶氧感測器，其中該流動路徑主體包含圍繞該流體流動路徑中之該開口之一環形通道，該環形通道經組態以收納一o型環。
16. 如請求項15之溶氧感測器，其中該光學透明窗係藍寶石。
17. 如請求項1之溶氧感測器，其中該參考光源沿該縱軸與該光電二極體對準。
18. 如請求項1之溶氧感測器，其進一步包含一溫度感測器，其安裝至與該流體流動路徑相對之該窗。