

印面影印

公告本

申請日期	88. 11. 3
案 號	88116935
類 別	G01J 3/10, 3/42, G01N 21/35

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 480332		
一、發明名稱	中 文	藉由監控腔內雷射輸出之波長或於一特定波長之強度的污染物鑑定及濃度測定
	英 文	CONTAMINANT IDENTIFICATION AND CONCENTRATION DETERMINATION BY MONITORING THE WAVELENGTH, OR INTENSITY AT A SPECIFIC WAVELENGTH, OF THE OUTPUT OF AN INTRACAVITY LASER
二、發明人	姓 名	(1)喬治 H. 亞特金生 (2)傑佛瑞 S. 皮爾格林
	國 籍	美 國
三、申請人	住、居所	(1)美國亞利桑那州坦克森·沙修亞諾日落路13630號 (2)美國新墨西哥州聖大費·艾斯奎那路19號
	姓 名 (名稱)	美商·創始雷射股份有限公司
三、申請人	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國亞利桑那州坦克森·東半球環線3280號114室
三、申請人	代 表 人 姓 名	喬治 H. 亞特金生

裝

訂

線

承辦人代碼：	
大類：	
IPC分類：	

B6

美國(地區) 申請專利, 申請日期: 1998,10,2 案號: 09/166,003, ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：_____，寄存日期：_____，寄存號碼：_____

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

本申請案係與第09/165884號有關於之申請案，其與本案為同一日提申。該申請案有關在不使用任何波長選擇單元下，以ILS雷射偵測一氣體樣品中以一特定濃度存在的氣體物質，其中該總輸出強度用以決定氣體物質的濃度。本申請案係直接有關於利用一具有波長選擇單元的ILS雷射以測量雷射之光譜輸出變化。

本發明大體上有關於偵測氣體中的污染物，更明確的說，係藉由一般稱為共振腔內雷射光學進行高靈敏度之氣體分子、原子、自由基及/或離子偵測。

一雷射在其最簡單的形式下可大略說明為一介於兩鏡面間的增益媒質。在雷射共振腔中的光線往返反射於鏡面間，每一次通過增益媒質便造成光能獲取。第一面鏡子的鏡鍍面可以是完全反射性的，而第二面鏡子的鏡鍍面則為部份反射性的，因此允許一些光線自雷射共振腔逸出。在鏡子的反射面之間的特殊區域定義為雷射共振器或共振腔，而在本發明的內容中則關於所謂的「共振腔內區域」。

雷射輸出的強度為增益媒質運作時波長區域及共振器元件反射率的函數。通常此輸出具廣泛而非清晰特殊的光譜特性。

氣體物質藉由雷射光譜的鑑定例如原子，分子，自由基，或離子，必須雷射輸出在一該物質可以吸收的波長區域內。在傳統上運用雷射測定氣體物質，雷射的發射被用於激發一氣體樣本，其相對於雷射為「外部的」，以產生一次級訊號例如離子化或螢光。或者是在傳統吸收光譜中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明(2)

，雷射光通過一氣體樣本其位於雷射之「外」，而其隨波長而變之衰弱可以被監測到。

約20年前，另一測定方法，及共振腔內雷射光譜(ILS)首次被發現，例如見艾金生等人(G. Atkinson et al)之「藉由共振腔內染料雷射技術測定自由基」，化學物理期刊，第59卷，350~354頁(1973年7月1日)。在ILS，一雷射其本身用作一測定器。待測之氣體樣本注入一多重模式且均勻加寬雷射的光學共振腔裡。艾金生等人(Atkinson et al)，顯示藉由放置氣體分子，原子，自由基，和/或離子，不論在其基態或激態於光學共振腔「內」，該雷射輸出可被改變，特別是該共振腔內物質之吸收光譜顯示於雷射的輸出光譜。

輸出光譜內之特殊吸收特性緣於吸收中氣體物質所造成的共振腔內損失。(如同此處所使用，一吸收特性對應於一系列連續波長其光強度達到在一光強度對波長圖表中光強度單一區域之最小值)。在一多重模式雷射中，共振腔內吸收損失在一般模式動力學下與雷射獲得相競爭，因此在較強之共振腔內吸收特性有效地與雷射獲得相競爭時的波長下，雷射輸出強度之衰弱可以被觀測到。

藉由吸收氣體物質於雷射共振器內，ILS可以提供一測定靈敏度其為傳統光譜技術的加強。該ILS技術之加強測定靈敏度來自於(1)雷射增益媒質所造成之獲得及(2)吸收物損失間的非線性競爭。因此，ILS可用於測定微弱吸收及/或極微小吸收物之濃度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

光學共振腔之每個氣體物種可單獨藉由其各別的吸收光譜或譜相鑑別出來。此外，特定之吸收特性或光譜譜相中的特性可用作測定氣體物質的濃度只要感應器做適當的調校。(如在此所使用的，該「光譜譜相」一詞呼應波長相對吸收強度或吸收度，因而單一鑑別出氣體物質。)

氣體物質的特別譜相可以由分散與波長相關之ILS雷射輸出獲得。兩種偵測方法傳統上應用於分散ILS雷射輸出，並獲得氣體物質的光譜譜相。ILS雷射的輸出可在一固定波長下，通過分散光譜儀，而由光譜儀所解析出的特定光譜區域可以由多頻道的偵測器所記錄，見艾金生等人(G.H. Atkinson et al)於1998年5月5日所提出美國專利第5747807號，名為「藉由共振腔內雷射光學(ILS)進行超靈敏氣體偵測的二極體雷射泵驅雷射系統二極體 Laser-Pumped Laser System for Ultra-sensitive Gas Detection via Intracavity Laser Spectroscopy (ILS)」。

相對的，一可用波長掃描之分光器可用於選擇性分析以單一頻道偵測器所記錄之不同光譜區域，超頻(supra)。

早先的ILS偵測系統技術應用ILS雷射具有一光譜帶寬，其相對於待測共振腔內物質的吸收光譜內吸收特性之帶寬極為寬大，見艾金生等人(G.H. Atkinson et al)於1997年11月18日所提出美國專利第5689334號，名為「用於污染物之高靈敏偵測之共振腔內雷射光學(Intracavity Laser Spectroscopy for High Sensitivity Detection of Contaminants)」。

特別是該雷射系統具有一運作波長帶寬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(4)

其最少為所所監測之氣體物質之吸收特性的三倍寬。

然而早先應用ILS方式的技術雖然成功地顯示於實驗室，但對於商業應用卻太大並且複雜，特別是分散雷射光譜輸出所需要的光譜儀，以及分析吸收特性所需的電腦，都增加了偵測系統的體積及複雜度。相反的，商業現實的要求決定了一個氣體偵測器須為體積輕便，且相對的不昂貴並且可靠。

因此，所需要的解決方法為顯著地減少(1)ILS 測量之複雜度(2)ILS 儀器的體積，例如藉由減低光譜儀及電腦的需求。

發明概要

依本發明，一方法以測定一氣體樣本內氣體物質所存在的特定濃度，該方法包括：

(a)決定氣體物質具有至少一為連續波長之單一波帶並且決定氣體物質的濃度在一校正範圍內；

(b)提供一 ILS 雷射其包括

(i)一雷射共振腔，以及

(ii)一增益媒質，

其中該 ILS 雷射設定成只在完全包括於該至少一為連續波長之單一波帶內的波長下運作，此波長為該氣體物質會吸收且該氣體物質所引起的吸收為夠大以改變雷射於一校正範圍內之總輸出強度；

(c)安置該增益媒質，以使來自該增益媒質之一輸出光束於離開該雷射共振腔之前導向通過該置於該雷射共振

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(5)

腔的氣體樣本；

(d)安置一偵測器以偵測離開該 ILS 雷射之輸出強度，以對絕對波長或相對於選定之波長標準(經過濾波或固定之分散波長光學部份)加以定量；及

(e)於 ILS 雷射外及 ILS 雷射與偵測器間設置一波長選擇光學元件，以便使該離開 ILS 雷射之輸出光在到達偵測器前先通過波長選擇光學元件，該波長選擇元件僅讓具有 ILS 雷射輸出波長部份內的波長之光線通過。

此外，提供一氣體偵測系統以在校正範圍內偵測在氣體樣本中一特定之氣體物質濃度，其中氣體物質吸收於至少一為連續波長之單一波帶的光，並因此以一定量改變輸出自 ILS 雷射離開之輸出波長，該偵測系統包含：

(a)一 ILS 雷射包括：

(1)一雷射共振腔，及

(2)一增益媒質；

其中該 ILS 雷射設成只在完全包含於連續波長之波帶內的波長下，此時氣體物質正在吸收並且由該氣體物種所引起的吸收夠大以改變雷射的輸出強度於一可測量的範圍內；

(b)一容器以容納氣體樣品於雷射共振腔，該容器容許一輸出光束自增益媒質發出以在離開雷射共振腔之前通過氣體樣品；

(c)一偵測器以在特定波長下量化絕對雷射輸出能量；及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(6)

(d)一設置於 ILS 雷射外及 ILS 雷射與偵測器間之波長選擇光學元件，以便使該離開 ILS 雷射之輸出光在到達偵測器前先通過波長選擇光學元件，該波長選擇元件僅讓具有 ILS 雷射輸出波長部份內的波長之光線通過。

依本發明，本發明者已設計出一商業上可行之污染感應系統，其較小，簡易，並且在建置上較先前技術所發表的任何 ILS 雷射系統便宜。

本發明之其他的物件，特點，及優點在參考以下詳細的敘述及附加之草圖將更顯清楚，而參考號碼則表示所有圖中的特點。

圖式簡要說明

非特別標示，此敘述所提及之圖式應被視為非依照比率所繪製除。

第 1a 圖為一橫切面顯示一先前技術中的氣體偵測系統包括一 ILS 雷射，一分光器總成，一光學偵測器，一電腦以分析電子輸出自該光學偵測器。

第 1b 圖為一以強度及波長為座標之習知 ILS 雷射光譜解析輸出圖，其說明在當(i)吸收光之氣體物質置於雷射共振腔內及(ii)吸收光之氣體物質中不在雷射共振腔內時的情況。

第 2a 圖為說明本發明之氣體偵測器之橫切面圖，其包括了一 ILS 雷射及一光學偵測器。

第 2b 圖為本發明之 ILS 雷射在兩種不同操作情況下 ILS 雷射總輸出能量之圖表，以強度及波長為座標。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

第 3 圖為本發明之 ILS 雷射裝置之另一實施例；及

第 4 圖為說明在波長為 1450 到 1455 奈米高濃度水蒸氣之吸收光譜，其以雷射強度/水吸收(各別單位)及波長(奈米)為座標之圖。

以下將以本發明之特定實施例為參考詳細說明，其說明發明者目前所構思之最佳模式以實踐本發明。選擇性的裝置亦簡易敘述為可行。

本發明設定為使用 ILS 感應器之極高敏感度氣體物質偵測器。在此用的「氣體物質」一詞指的是分子，原子，游離基，及/或離子物質，其可能出現在例如用於矽膜編織之氣體物質中。因此，本發明之 ILS 氣體偵測系統可用於偵測氣體物質(例如氮氣)中污染物(例如水)的存在。相對的，ILS 偵測器可用於確定氣體管線(例如氮氣管線)是否已完全充塞氣體物質(例如氮氣)。

第 1a 及第 2b 圖圖示使用 ILS 偵測器先前之技術方法。特別是在第 1a 圖，橫切面圖顯示 ILS 氣體偵測系統 10 包括一 ILS 雷射 12，一分光器總成 14，一光學偵測器 16，以及一電腦 18 以分析光學偵測器之電子輸出。

第 1a 圖中顯示的 ILS 雷射 12 包括了一增益媒質 20 及一個氣體樣品盒 22，其位於界在反射鏡 26 及 28 間全部光學路徑長度之光學共振器 24 之內，較佳情況為 ILS 雷射 12 需要一額外泵驅來源(未顯示)，例如一光學泵驅源其輸送光學輻射到增益媒質 20 以驅動 ILS 雷射 12。

第 1a 圖顯示產生於增益媒質 20 之雷射光導入氣體樣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

品盒 22 並且在通過其中的氣體樣本。如同上述，光學共振器或雷射共振腔 24 及特別是在氣體樣品盒 22 中的氣體物質，如果吸收特性位於 ILS 雷射運作的波長區段內則可能造成吸收損失。因此，ILS 雷射 12 的輸出光束 32 可藉由確認自 ILS 雷射射出之輸出光束含有的吸收特性是否與氣體物質的光譜特性相同，進行分析並鑑定雷射共振腔 24 中吸收性氣體物質的存在。需注意到光譜的特徵包括強度與波長的資訊。

在此所指的，一吸收特性對應一吸收曲線，換言之，在一光強度對波長的圖中可見到一連續波長的區段其包含並圍繞一單一最低量的光強度，(換言之，即吸收達到一最大值)。每種吸收曲線具有一有限的帶寬以及一吸收達到最大的點(或輸出強度達最低)。依本發明，吸收特性為重要的因為所有的波長產生的吸收特性為氣體物質吸收時的波長。

此外，在此所用的「吸收波帶」之詞定義為吸收發生於每個波長之吸收光譜中一單一未間斷之波長區段。另外，如果一吸收光譜包含兩吸收曲線 A_1 及 A_2 ，為 B 所分離，其該區段未觀察到吸收，則 A_1 及 A_2 兩個吸收曲線對應分開的吸收波帶。但是如果 A_1 及 A_2 兩個吸收曲線僅由一局部吸收最小值(或局部強度最大值)所分離，則 A_1 及 A_2 兩個吸收曲線對應單一吸收波帶。例如，吸收曲線在第一濃度時為分離且個別的，在第二及較高的濃度時會結和在一起並且合併形成一單一吸收波帶。要了解的是溫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

度、生成時間，及泵驅抽力也會影響輸出光譜及測量的吸收光譜。因此，測量的吸收光譜中的吸收波帶數量會隨溫度、生成時間，及泵驅力而改變。

為了要分析 ILS 雷射 12 的光譜輸出，來自 ILS 雷射的 ILS 輸出光束送至分光器總成 14，其依波長分散輸出光束。在第 1a 圖，繞射光柵 38 及 40 用於分散 ILS 雷射 12 的輸出光束 32。透鏡 34 及 36 在繞射光柵 38 及 40 作用之前放大輸出光束 32，透鏡 42 將分光器總成 14 之輸出聚焦於光學偵測器 16 上。

在先前的技術方法中，(1) 分光器總成 14 包含一分散性光學元件，其可以依波長行掃瞄，且(2)光學偵測器 16 包含一單一頻道偵測器，第 1a 圖說明此掃瞄分散性光學元件為繞射光柵 38。

在雷射共振腔 24 中的氣體物質之光譜特性可由掃瞄分散性光學元件(繞射光柵 38)其光傳送通過分光器總成 14 並穿過一位在(單一頻道)光學偵測器之前的適當的孔徑 46 來獲得。(孔徑 46 可簡單地包含一切口)。當繞射光柵 38 被掃瞄時傳送過分光器總成 14 的光強度可由光學偵測器 16 所測量。光學偵測器 16 輸出一電子訊號以顯示此強度。(例如，電子訊號與 ILS 雷射強度成比例)。此外，分光器發出一電子訊號到電腦 18 以顯示分別的波長。在此情況下，電腦 18 將光學偵測器 16 所決定的強度與分光器總成 14 所決定的波長相關連。因此，分光器總成 14 及光學偵測器 16 與電腦 18 結合運作以助使由 ILS 雷射發出的輸出

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (10)

光束 32 之光譜分佈可以被量測。

第 1b 圖圖示由先前 ILS 偵測法所得到的資料物質。曲線 48 代表一典型分光且分散之 ILS 雷射輸出光譜(或吸收光譜)，其由掃瞄波長及測量傳送過分光器總成 14 之光強度所獲得。在吸收特性所在的波長，ILS 雷射 12 的強度減弱，箭頭 49 顯示六個此類吸收特性。(曲線 50 顯示 ILS 雷射 12 缺乏任何吸收性氣體物質的光譜分佈)。

電腦 18 可用顯示在曲線 48 的吸收光譜來鑑別氣體物質。尤其該吸收光譜包含了數個吸收特徵於 ILS 雷射的輸出光譜內，可被測量並與已知的氣體物質光譜特性做比較以行監測。氣體物質之特定吸收特點的位置與相對強度可用做單一鑑定要偵測的氣體物質。在雷射共振腔 24 中的共振腔內氣體物質其濃度或量可由吸收光譜中發現的吸收特徵強度來確定，而該強度事先以已知的濃度測得。

在另一習知方法，(1)自 ILS 雷射 12 所發出的輸出光束 32 通過一分光器其具有一固定的分散性光學元件，並且(2)光學偵測器 16 包含了一個多頻道的偵測器陣列。在 ILS 雷射運作之上的分光區域是由分光器總成 14 所產生，並且特別地經由光學偵測器 16(多頻道陣列)顯示出來。位於光學偵測器 16 之前的孔徑 46(任何一個)足夠大以容許偵測器陣列中的眾偵測器發光以使多重波長能同時被偵測器陣列中的眾多偵測器所追蹤。

因此，由分光器總成 14 所解析的特定分光區域同時地由光學偵測器 16(多頻道陣列)所測量。電腦 18 運作該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（ 11 ）

光學偵測器 16(多頻道陣列)並且讀取由多偵測器所測量的強度。此外，分光器總成 14 送出一電子訊號到電腦 18 以顯示由分光器總成 14 所解析的波長。電腦 18 設計成將由光學偵測器 16(多頻道陣列)及分光器總成 14 來的電子訊息分別轉換成強度及波長，以此方式，電腦將光學偵測器 16 所決定的強度與分光器總成 14 所決定的波長相關連。

如此，分光器總成 14 及光學偵測器 16(多頻道陣列)與電腦 18 結合運作以測量並記錄由 ILS 雷射發出的輸出光束 32 其光譜分佈。一類似第 1b 圖所顯示的吸收特徵可能產生。

如上所述，分光特點用以鑑定雷射共振腔 24 中的氣體物質，電腦記錄了所測量的吸收波帶其包含了多數吸收特點或線段於 ILS 雷射 12 的輸出光譜內並且將其與待測氣體物質的分光特性做比較。在共振腔內物質其濃度可由分光特性中所發現的強度大小得知，只要該大小利用已知濃度測量。

然而，應了解的是先前的技術方法必須要電腦 18 有效地藉由測量並記錄多個波長以產生一強度對波長之圖，其包括對應於吸收特徵的波長以及圍繞吸收特徵吸收為最小之波長區段。

相對的，本發明之方法在觀念上遠較先前之技術方法簡單。並非監測眾波長強度之分布，本發明僅關於決定有多少輸出強度由 ILS 雷射 12 運作時產生，也就是在總輸出帶寬之部份中產生之光。本發明之方式基本上利用 ILS

五、發明說明 (12)

雷射運作時全部波長區段在吸收上之整體改變。如此，先前藉由分散雷射輸出以測得吸收特徵之技術方法用於本發明之方式以影響 ILS 雷射 12 之總輸出強度。測量及記錄 ILS 雷射 12 光譜之多重吸收特徵並非必要。

在另一方面，本發明之方法在觀念上與先前 ILS 氣體偵測之技術方法不同，例如，本發明所用的 ILS 雷射 12 最佳具有一帶寬與相關吸收特徵的帶寬相符，先前 ILS 氣體偵測之技術方法使用一 ILS 雷射 12 其具有一分光帶寬其相當大於與待測共振腔內物質有關之單一吸收特徵之帶寬。特別的是，在先前技術中 ILS 雷射 12 最佳具有一運作波長帶寬其最少為待測氣體物質的吸收特徵之三倍大。

若干理由傾向有利於使用 ILS 雷射 12，其相對於氣體物質所產生的吸收特爭性具有極寬的帶寬。如同以上所述，分光特點上的各種吸收特性有助電腦 18 鑑別待測之特定氣體物質，因此，先前用以鑑定吸收性氣體物質的技術方法是依賴 ILS 雷射 12，其具有一夠大足以包含超過一個吸收特點的分光帶寬。此外，ILS 雷射 12 具有多重長度模式為最有利之處，因為增強 ILS 偵測靈敏度的技術主要來自非直線性增加及相對地多模式雷射競爭力的減少。因此，先前的技術方法使用 ILS 雷射 12 其具有一光譜帶寬其足夠大以包括多重長度模式。

然而，本發明 ILS 雷射 12 之第一實施例最好能具有一可用帶寬，其等於或較小於與共振腔內待測氣體物質相關之吸收波帶之帶寬。此外，要成功地應用本發明之方法，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

ILS 雷射 12 可用帶寬必須調整為直接與吸收波帶重疊(如上述一吸收波帶可能包括一單一吸收特點或一群連續之吸收特點)。

ILS 雷射 12 可能的或可用帶寬(Δv_{laser}) 依增益媒質 20 能作用的波長區段定義，反射鏡 26 及 28 的分光特性以及在光學共振腔 24 中每個光學元件傳輸中的波長。特別的是 Δv_{laser} 定義為增益媒質 20 和反射鏡 26 及 28 之帶寬，或是任何其他分開之共振腔內光學元件例如在雷射共振腔 24 中的薄膜或雙折射媒質其帶寬之綜合。

ILS 雷射 12 之可用帶寬對吸收波帶重疊部份之帶寬之比例(例如包括一吸收特點或一群連續之吸收特點)最佳為一比一。更佳為 ILS 雷射可用帶寬為(1)足夠寬以保持多重模式運作但是(2)足夠窄以重疊感興趣之氣體物質相關之吸收波帶。吸收波帶重疊之部分在此及之後以 W_{abs} 表示，而其帶寬為 Δv_{abs} 。

如上所述，利用一具夠寬帶寬之 ILS 雷射 12 以容許多重模式之運作，保留 ILS 可達到之增進偵測靈敏度。然而，因為 ILS 雷射 12 的帶寬夠窄以重疊待測氣體物質相關之吸收波帶，因此雷射所輸出之光強度可以量化地隨氣體物質之濃度變化而改變。

當吸收性氣體物質帶寬及重疊的部分 Δv_{abs} 與 ILS 雷射 12 的帶寬 Δv_{laser} 為相同時(也就是 W_{abs} 完全重疊 W_{laser})，則自共振腔內氣體物質的吸收可以限制雷射所產生之光的量，ILS 雷射 12 無法有效地運作於發現有吸收

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (14)

損失之波長區域內，如果吸收性氣體物質存在，則 ILS 雷射 12 可以運作之唯一區域被吸收波帶所佔據，其阻礙雷射之運作。

氣體物質的濃度較高時，吸收損失會較高並且在增益媒質 20 中產生足以克服損失的光變得更難。因此，當共振腔內氣體物質濃度增加時，由 ILS 雷射 12 輸出之光波長會改變，將一特定波長下之光輸出強度做為共振腔內吸收體濃度的函數可用作校準 ILS 感應器。此觀念可延用在當吸收光之氣體物質濃度相當高的特殊情況下，ILS 雷射 12 無法達到門檻而無法操作。ILS 在任何波長下都無法產生光輸出。

因此，使用本發明之 ILS 方法時只需監測 ILS 雷射 12 輸出之強度以定量決定吸收性氣體物質的濃度。

第 2a 及 2b 圖圖示本發明之方法及裝置其設置成偵測氣體樣本中的氣體物質。第 2a 圖特別顯示一依本發明所建置的 ILS 氣體偵測系統 10 之橫切面圖，而第 2b 圖為 ILS 雷射在三種不同運作情況下 ILS 雷射總輸出強度之以強度及濃度為作標之圖表。

本發明之氣體偵測系統 10 僅包含一 ILS 雷射 12、一波長選擇器及一光學偵測器 16 以量化絕對雷射輸出波長或於一特定波長下之雷射輸出強度相對變化。

ILS 雷射 12，如同本發明於第 2a 圖中所示之實施例，包括一增益媒質 20，一氣體樣品盒 22 及一波長可選擇之光學元件 52，全部位於一光學共振器 24 形成於反射鏡 26

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

及 28 之間。

雖然在第 2a 圖中所顯示的雷射共振腔 24 為一直線共振腔，應了解的是其他種共振腔設計可施用於本發明。此可選式之共振腔設計為可接受的只要 ILS 雷射 12 之可能性(可用性)波長帶寬 Δv_{laser} 與待測氣體物質相關之吸收波帶其重疊部分之帶寬 Δv_{abs} 為相同，也就是一對一相符，或是對合進去。

在第 2a 圖中顯示之波長選擇之光學元件 52 包括一金屬化膜層其作用為一高度反射性 Fabry-Perot 校準具，其提供所需之窄波帶調節。金屬化增加校準具的適合性並且縮減帶寬因而產生一窄波帶通頻濾鏡。調節 ILS 雷射 12 至正確的波長可藉由旋轉校準具到一角度以通過一所需的波長來達成。其他波長選擇光學元件 52 其可適用於本發明的例子包括光學通頻濾鏡，繞射光柵，菱鏡，光電通頻濾鏡，單一及多重平盤雙折射媒質濾鏡，及其綜合。

應了解的是 ILS 雷射 12 可能的(或可用的)波長波帶 W_{laser} 及帶寬 Δv_{laser} 視增益媒質 20 及任何形成於位在雷射共振腔 24 內光學元件上的光學鍍膜或任何形成於反射鏡 26 及 28 上的光學鍍膜而定。因此，增益媒質及 ILS 雷射 12 所用任何光學元件上的鍍膜，也就是反射鏡 26 及 28 或氣體樣品盒 22 或晶體 20 上的鍍膜，並非使用一波長選擇光學元件 52 於雷射共振腔 24 中，而可設計成縮減並調節 ILS 雷射 12 可能的(或可用的)帶寬， W_{laser} ，以僅重疊與以上述方式測量之氣體物質相關之吸收波帶。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (16)

第 2a 圖所描述的 ILS 雷射 12, ILS 雷射 12 可能的(或可用的)的波長波帶 W_{laser} , 由增益媒質 20 能運作之波長波帶集合, 反射鏡 26 及 28 反射的波長波帶, 反射鏡 28 傳輸之波長波帶, 以及任何其他在雷射共振腔 24 內之共振腔內光學元件(如波長選擇光學元件)傳輸的波長波帶所定義。

應進一步了解的是 ILS 雷射 12 需要一泵驅源(未顯示)以驅動 ILS 雷射於或稍高於其門檻, 例如, 一光學泵驅源可應用於傳送光學輻射到增益媒質 20。

第 2a 圖顯示在增益媒質 20 內所產生的雷射光導入氣體樣品盒 22 並通過其內的氣體樣本。如上所述, 雷射共振腔 24 內以及尤其在氣體樣品盒 22 內的氣體物質可能造成吸收損失。然而依本發明, ILS 雷射 12 之可能性帶寬 Δv_{laser} 與待測氣體物質相關之吸收波帶 W_{abs} 之重疊部份帶寬 Δv_{abs} 相同。因此, 共振腔內氣體物質的吸收會改變 ILS 雷射 12 的輸出波長, 故為了要決定氣體物質的濃度, ILS 雷射 12 必須在適當定義之操作情況下校正。由雷射所發出之輸出光束 32 可在通過波長選擇元件 52 後直接由一光學偵測器 16 偵測。

在最簡單的模式下, 光學偵測器 16 包含一單一頻道偵測器, 例如一光電二極體, 一光導體, 一光倍增管。其他偵測器可適用於本發明, 光學偵測器 16 唯一的要求是偵測器必須能感應 ILS 雷射光束 32 並產生一結果性電子訊號, 因此, 一由光學偵測器 16 延伸之電子輸出終端機

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

54 顯示於第 2a 圖。

本發明之氣體偵測系統 10 與先前顯示於第 1a 圖之技術系統不同處在於其未應用電腦 18。第 2a 圖中亦不需要一多頻道偵測器陣列。

另外，在先前技術中所顯示的氣體偵測系統 10 並不包括一波長選擇光學元件 52' 於雷射共振腔 24 內，其縮減並調節 ILS 雷射 12 操作上的帶寬使其僅相符於與待測氣體物質相關之吸收波帶。

可了解到，由於 ILS 較習知方法提供更好的靈敏度，之前無法測得之微弱轉變可在本發明之氣體偵測系統中第一次被偵測出。要將 ILS 雷射 12 調至何處之知識需從欲測之氣體物質的光譜分析獲得，其會顯示各種吸收特性的光譜位置。同時亦需了解如何以光學控制 ILS 雷射之波長與操作帶寬以將雷射光譜輸出與吸收特性(或特性)相吻合。

此外，為了減少分光干擾可能造成的錯誤正讀取值發生率，對已知氣體樣本中可能存在之任何額外氣體物質必須做分光解讀。如果此氣體物質未被偵測到，ILS 雷射 12 的光譜輸出必須調離這其它氣體物質所產生之任何吸收特點。由其它氣體物質所造成的吸收特點之可能貢獻不會在雷射發光的波帶區域中出現，因此 ILS 雷射 12 的作用波長必須選擇為(1)與待測氣體物質有關之吸收特點相符且(2)避免來自非所要氣體物質之分光干擾。如果前面的條件滿足的話，則雷射輸出之分光做用對待測氣體物質之吸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (18)

收將可被追蹤。因此，雷射的輸出強度被校準時將準確地測量出待測氣體物質的濃度。

氣體物質的身份為已知，因為所選之雷射運作的分光區域只與待測氣體物質有關之吸收波帶相符。

藉由在一對應於波長選擇光學元件 52 之帶通量的特定波長下校正輸出波長或強度可知氣體物質之濃度。此濃度依一組特定之操作參數，包括溫度、壓力、雷射獲取量、產生時間(t_g)，也就是共振腔內模式之競爭被容許發生之時段，以及任何其它改變 ILS 雷射 12 輸出強度之參數而變。應了解的是，這些操作參數必須維持恆定以確保氣體偵測系統維持校準。相對的改變這些操作參數將改變氣體偵測系統已校正之靈敏度，如此有助於不同完整定義之操作情況下多重校準以增加氣體偵測系統的動態範圍。此外，必須了解影響 ILS 雷射 12 輸出強度之特定操作參數以設計一在各種用途上能維持校正之氣體偵測系統 10。

現參考第 2b 圖，顯示 ILS 雷射 12 之輸出強度對兩種不同操作條件下的波長。曲線 56 對應於一特定濃度下操作之 ILS 雷射 12 的特定雷射輸出波長。曲線 58 對應於在不同污染濃度下操作之 ILS 雷射 12 的不同雷射輸出波長。

現在參見第 3 圖，顯示了本發明之一分離實體。依本發明，第 3 圖描繪之 ILS 雷射 12 之可能(或運作)波長帶寬(Δv_{laser})足夠窄以完全符合於待測氣體物質相關之一吸收波帶或區域(W_{abs})。因此，無波帶為選擇性之光學組成雷射份 52 注入雷射共振腔 24。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

如上所討論，吸收波帶一詞定義為吸收發生於每一波長之吸收光譜中一單一未間斷之波長區段，因此，如果一吸收光譜包括兩個吸收曲線 A_1 及 A_2 ，其為無吸收被觀測之區段 B 所分離，則 A_1 及 A_2 兩吸收曲線對應於一分離之吸收波帶。然而，如果 A_1 及 A_2 兩吸收曲線僅被一局部吸收最小值所分隔(或局部強度最大值)則 A_1A_2 兩吸收曲線對應於一單一吸收波帶。

依本發明，在第 3 圖中所描繪之氣體偵測系統 10 包括一 ILS 雷射 12、一波長選擇光學元件 52 及一光學偵測器 16。ILS 雷射 12 包括一增益媒質 20，其位於介在反射鏡 26 及 28 之間的雷射共振腔 24 內。雷射共振腔 24 為一直線共振腔且增益媒質 20 包括一離子嵌入晶體。第一個反射鏡 26 藉由鍍一層反射鍍膜於離子嵌入晶體之一端 60 形成。第二個反射鏡 28 包括一彎曲反射器。如第 2a 圖，一波長選擇性光學 52' 亦可包括於雷射共振腔 24 中。

雖然顯示於第 3 圖之雷射共振腔 24 為一直線共振腔，應了解的是其他共振腔設計可適用於本發明。如此，其他共振腔設計為可接受的，只要 ILS 雷射 12 之運作波帶 Δv_{laser} 相同於也就是一對一吻合或對應到待測氣體物質相關吸收波帶之重疊區段帶寬。

在本發明之第二個實施例中，增益媒質 20 使用之離子嵌入晶體為一 $\text{Tm}^{3+}, \text{Tb}^{3+}:\text{YLF}$ 晶體。然而應了解的是，其他離子嵌入晶體只要其適於預期之特定用途亦可被使用。因此，本發明之離子嵌入晶體並不僅限於本文所揭示

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (20)

者，包括以下所述之離子嵌入晶體。

經取樣可適用到本發明之方法及設備之離子嵌入晶體包括了 Cr:Tm:Ho:YAG, Cr⁴⁺:YSO, Cr⁴⁺:YAG, Cr⁴⁺:YSAG, Er³⁺:GSGG, Er³⁺:YSGG, Er³⁺:YLF, Er³⁺:Yb³⁺:glass, Ho³⁺:YSGG, Ho³⁺: Tm³⁺:LUAG, Tm³⁺:Ho³⁺:YLF, Tm³⁺: Ho³⁺:YAG, Tm³⁺: Ca Y SOAP, Tm³⁺:YLF, Tm³⁺:glass, Tm³⁺: Ca La SOAP, Tm³⁺: YOS, Tm³⁺: YSGG, Tm³⁺: YAG, Tm³⁺: YVO₄, Tb³⁺: YAG, Cr:Forsterite, Er:Yb:Glass, CO₂:MgF₂, Cr²⁺:ZnSe 及 Cr²⁺:ZnS/ZnSe/ZnTe。其他物質，不論氣體，液體或固體亦可用作增益媒質 20。

第 3 圖另外顯示一位在雷射共振腔 24 中之氣體樣品盒 22。該氣體樣品盒 22 隔絕氣體樣本與雷射元件。應了解的是氣體樣品盒 22 對非侵蝕性氣體樣本為非必須的，在此情況下，氣體樣本可包含於全部雷射共振腔 24 之內。

氣體樣品盒 22 配備有一輸入導管 62 及一輸出導管 64。窗口 66 及 68 分別裝置在氣體樣品盒 22 的遠端，並且容許光束 70 通過氣體樣本以做分析。窗口 66 及 68 亦封住氣體樣品盒 22。

在氣體樣品盒 22 出現於包含 ILS 雷射 12 腔 72 內之情況下，待測氣體物質必須自偵測室移出或移除。藉由自腔 72 移除氣體物質，利用氣體偵測系統 10 所獲得的系統反應正確地指示出氣體樣品盒 22 內所包含之氣體物質之存在及含量。在清洗或撤出氣體物質的腔 72 後，氣體樣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (21)

本餵入氣體樣品盒 22 通過輸入管線 62 及輸出管線 64(例如，當氣體樣本包括腐蝕性氣體)。然而，在此種情況下，氣體物質並不與雷射組成物產生化學反應，該氣體樣本可通進入腔 72。

如上所討論，ILS 雷射 12 需要一驅動來源 74，以激發增益媒質 20。離子嵌入晶體增益媒質 20 之光學激發由驅動來源 74 提供。其包括一半導體二極體雷射 76。

應了解的是，驅動來源 74 可包括任何適合之光學驅動來源，不論是 33 相干性或非相干性，連續或波動的，其將驅使 ILS 雷射 12。例如，驅動來源 74 可能相對地包括一固態晶體雷射(例如 Nd:YAG)，一氣體雷射，一或多個閃光燈，或任何其他驅動來源其適合驅動 ILS 雷射 12。

第 3 圖顯示半導體二極體雷射 76 由一電力供應器 78 提供電力，並且由一溫度電子冷卻器 80 冷卻。該半導體雷射二極體 76 及溫度電子冷卻器 80 裝置在熱槽 82，其供作發散半導體二極體雷射所產生的熱能。

利用半導體二極體雷射 76 做為一驅動來源 74，然而，基本上，需要利用光束調整透鏡 84 以助益半導體雷射 76 及 ILS 雷射 12 間的光學配合。光束調整透鏡的例子包括散射透鏡，反射透鏡，梯度指數透鏡其反射指數為 x 軸改變，梯度指數透鏡之其反射指數為 y 軸改變，微透鏡及以上之綜合。第 3 圖顯示光束調整透鏡 84 包括巨觀透鏡其包括一對單向倍率改變菱鏡 86 及一對透鏡 88。此外，一延伸位在半導體二極體雷射 76 數個微計量器內之望眼

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (22)

鏡或微透鏡光束的光束可被應用。

第 3 圖更顯示一初步調整器 90 插置於光束調整透鏡 84 及增益媒質 20 之間。初步調整器 90 由調整調整驅動器 92 所驅動及控制。初步調整器 90 相對地減弱並傳輸自半導體二極體雷射 76 所發出之驅動光束 96 並因此週期性地阻止由驅動獲取媒介 20 而來的驅動光束。如此，初步調整器 90 使得驅動光束 96 再生性地驅動增益媒質 20，則 ILS 雷射 12 將被開啟或關閉。

一第二調整器 94 插置於出自 ILS 雷射 12 之輸出光束 32 之路徑中。第二調整器 94 相對地減弱並且傳輸出自雷射共振腔 24 之輸出光束 32 並且因此藉由傳遞輸出至光學偵測器 16 而週期性地取樣出自 ILS 雷射 12 的輸出光束。

第二調整器 94 同步於初步調整器 90 以至於初步調整器 90 週期性地準許驅動光束 96 的總強度達到增益媒質 20 而第二調整器 94 則週期性地准許輸出光束 32 的總強度達到光學偵測器 16。使用兩個調整器 90 及 94，提供對增益媒質 20 之獲得與氣體物質所造成的吸收損失競爭時間長度的控制。特別的是， t_g 值，即產生的時間，可藉由應用兩個調整器 90 及 94 加以調整。在此，產生時間定義為在 ILS 雷射 12 內於測量前所發生的模式競爭期間。(或者該產生時間， t_g 可在不使用第一調整器 90 及/或第二調整器 94 下，藉由施加脈衝至泵驅源 74 之輸出訊號來加以改變，因而使打入光束 96 在低強度與高強度值間改變，而使增益媒質高於或低於或位於門檻。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (23)

如此可了解中斷泵驅可藉由利用多種方法達成，包括但不限於使用一機械操作截波器、一電子光學或音波光學調節器及一阻斷器。或者，可改變供應至泵驅源 74(如半導體二極體雷射 76)之電子電源，如此造成該半導體二極體雷射的輸出在高強度及低強度間產生波動，而週期性地將增益媒質 20 依雷射操作所需帶往高於或低於門檻。

可進一步了解雖然第二調節器 94 包括一音波-光學調節器，其他裝置如機械操作截波器或阻波器亦適用於本發明之方法與裝置中。或者，不使用第二調節器 94，而可使光學偵測器 16 開與關以週期性地對 ILS 雷射 12 之輸出取樣。

第 3 圖說明來自 ILS 雷射 12 之輸出光束 32 經引導至光學偵測器 16。可了解到來自 ILS 雷射 12 的光輸出亦可經由一光纖連結點(也就是一光纖或光光纖束)傳輸到光學偵測器 16 所在之一遠端。

如上所討論，本發明之可能的(或運作上的)波長波帶 W_{laser} 較好是夠窄以完全與待測氣體物質之一單一吸收波帶或區段相符。對第 3 圖所顯示之 ILS 雷射 12，其增益媒質 20 包括 $\text{Tm}^{3+}:\text{Tb}^{3+}:\text{YLF}$ ，該波長帶寬直接重疊於水蒸氣吸收光譜之單一吸收波帶。

水蒸氣之吸收數值利用類似地三圖所描繪顯示之 ILS 雷射 12 所獲得，除了初步調節器 90 並未被應用。然而，到半導體二極體雷射 76 之電力相反地被調整。此外，一分光儀裝備 14 類似第一 a 圖所顯示必須發送 ILS 雷射 12

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (24)

之輸出以產生第 4 圖中所描述之圖表。然而，ILS 雷射 12 包括一由 $\text{Tm}^{3+}:\text{Tb}^{3+}:\text{YLF}$ 製成之離子嵌入晶體其由半導體二極體雷射 76 光學激發。

第 4 圖顯示一氬氣體中高濃厚度水蒸氣正常化雷射強度/水吸收對波長之圖表。第 4 圖說明在波長 1450 到 1455 奈米範圍間的水蒸氣光譜特徵。水吸收曲線於 1452.5 及 1452.1 奈米分別以箭頭 98 及 100 所顯示。此兩個吸收曲線被視為吸收特點由一局部吸收最小值所分隔。這兩個吸收曲線已合併並因此形成一單一吸收波帶或區段其相符於二極體驅動之 $\text{Tm}^{3+}:\text{Tb}^{3+}:\text{YLF}$ 波長內。第 4 圖描述二極體驅動之 $\text{Tm}^{3+}:\text{Tb}^{3+}:\text{YLF}$ ILS 雷射之帶寬大致相符於(實際較大於)由兩吸收曲線產生之水份吸收波帶。在足夠的濃度下，吸收波帶或區段包括此兩線段將全部重疊並包覆(也就是至少同大)ILS 雷射 12 之作用帶寬。因此，自 ILS 雷射 12 之輸出波長會改變或 ILS 雷射將於特定波長下改變輸出。

當 ILS 雷射 12 可能的或運作帶寬 Δv_{laser} 相同於共振腔內待測氣體物質對應吸收波帶中重疊部份之帶寬 Δv_{abs} ，本發明之方法及設備可用於鑑定並且測量氣體物質之濃度。

利用本發明之方法將造成一 ILS 氣體偵測系統 10 其實質上更小，更簡易，較不貴，並且較先前技術中 ILS 感應器依靠繪製 ILS 雷射 12 輸出之波長分佈更容易操作。因為其較小的尺寸，較低之花費及操作上之簡易性，本發

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (25)

明之氣體偵測系統 10 可導向為一氣體偵測之完全個別之設備組。

因此，本發明已揭露一種用以偵測以一預定濃度存在之氣體物質的方式及設備。對熟悉於本技術者其顯而易見的是各種在不偏離本發明之如申請專利範圍所表達之範圍下，對本發明之設計與安排所進行的修改均屬本發明之範圍。此外，氣體偵測系統 10 之應用，以及 ILS 氣體偵測器之位置，也就是一半導體裝置設備，可隨所需而改變，例如位在 ILS 控制室 72 內及氣體偵測系統 10 本身之各種元件之特別配置可被調整只要其構造及配置恰當地助使 ILS 雷射 12 之光學激發於一漸進再生模式。這些及其他由本發明依目前已知或日後由熟於此技藝者所進行之設計、安置及應用上的修改均包括於本發明之申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (26)

元 件 標 號 對 照

10… 系 統	56,58… 曲 線
12… ILS 雷 射	62… 輸 入 導 管
14… 分 光 器 總 成	64… 輸 出 導 管
16… 光 學 偵 測 器	66,68… 窗 口
18… 電 腦	70… 光 束
20… 增 益 媒 質	72… 腔
22… 樣 品 盒	74… 驅 動 來 源
24… 光 學 共 振 腔	76… 半 導 體 二 極 體 雷 射
26,28… 反 射 鏡	80… 冷 卻 器
32… 輸 出 光 束	82… 熱 槽
38,40… 繞 射 光 柵	84… 透 鏡
34,36… 透 鏡	86… 菱 鏡
46… 孔 徑	88… 透 鏡
48… 曲 線	90… 初 步 調 整 器
49… 箭 頭	94… 第 二 調 整 器
50… 曲 線	96… 驅 動 光 束
52… 光 學 元 件	

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

四、中文發明摘要（發明之名稱：藉由監控腔內雷射輸出之波長或於一特定波長之強度的污染物鑑定及濃度測定）

本發明揭露一種在校正範圍內偵測一氣體樣本中特定氣體種類之濃度的方法與裝置。本發明之 ILS 氣體偵測系統(10)僅包括一 ILS 雷射(12)、一波長選擇元件(52)及一光學偵測器(16)。然而，ILS 雷射(12)可能或操作上的波長帶寬最好完全包括在待偵測之共振腔內氣體物質的吸收光帶或區域中之其一內。如此，在校正範圍內，氣體物質的出現會改變 ILS 雷射(12)的輸出雷射波長或於特定波長下改變輸出強度。如此，當使用本發明之 ILS 方法時，只需觀察 ILS 雷射(12)的輸出波長或於特定波長下的輸出強度，就可對該吸收氣體物質之濃度進行定量分析鑑定。

英文發明摘要（發明之名稱：CONTAMINANT IDENTIFICATION AND CONCENTRATION DETERMINATION BY MONITORING THE WAVELENGTH, OR INTENSITY AT A SPECIFIC WAVELENGTH, OF THE OUTPUT OF AN INTRACAVITY LASER）

A method and apparatus for detecting the presence of a specific concentration of gaseous species within a calibrated range in a gas sample is disclosed. The ILS gas detection system (10) of the present invention simply comprises an ILS laser (12), a wavelength-selective optical element (52), and an optical detector (16). However, the potential or operational wavelength bandwidth of the ILS laser (12) is preferably entirely included within one of the absorption bands or regions assigned to the intracavity gaseous species being monitored. Thus, within the calibrated range, the presence of the gaseous species changes the output laser wavelength or output intensity at a specific wavelength of the ILS laser (12). Consequently, only the wavelength of the output or the output intensity at the specific wavelength of the ILS laser (12) need be monitored in order to quantitatively determine the concentration of the absorbing gaseous species within a calibrated range when using the ILS method of the present invention.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種氣體偵測系統，其用以在校正範圍內偵測在氣體樣本中一特定之氣體物質濃度，該氣體物質吸收於至少一為連續波長之單一波帶的光，該系統包括：

(a)一 ILS 雷射包括：

(i)一雷射共振腔，及

(ii)一包括一離子嵌入晶體的增益媒質；

該 ILS 雷射設成只在完全包含於連續波長之波帶內的波長下，其中該氣體物質吸收並且由該氣體物種所引起的吸收夠大以改變雷射的輸出強度於一可校正的範圍內；

(b)一容器以容納氣體樣品於雷射共振腔，該容器容許一輸出光束自增益媒質發出以在離開雷射共振腔之前通過氣體樣品；

(c)一偵測器以在特定波長下量化絕對雷射輸出能量；及

(d)一設置於該 ILS 雷射外及該 ILS 雷射與該偵測器間之波長選擇光學元件，以便使該離開該 ILS 雷射之輸出光在到達偵測器前先通過該波長選擇光學元件，該波長選擇元件僅讓具有該 ILS 雷射輸出波長部份內的波長之光線通過。

2. 如申請專利範圍第 1 項之氣體偵測系統，其中該 ILS 雷射設定為只在單一之連續波長區段內運作。
3. 如申請專利範圍第 1 項之氣體偵測系統，其中該 ILS 雷射包括防止該 ILS 雷射於該氣體物質吸收之波帶外

六、申請專利範圍

的波長下運作之部件。

4. 如申請專利範圍第 3 項之氣體偵測系統，其中一具波長選擇之光學元件係置於該雷射共振腔內，該具波長選擇之光學元件係避免該 ILS 雷射於該氣體物質之吸收波帶外的波長下運作。
5. 如申請專利範圍第 3 項之氣體偵測系統，其中該增益媒質具有一帶寬，其足夠窄以防止該 ILS 雷射於該氣體物質吸收之波帶外的波長下運作，或具有一光學鍍膜於其上以防止該 ILS 雷射於該氣體物質吸收之波帶外的波長下運作。
6. 如申請專利範圍第 3 項之氣體偵測系統，其中該之容器包括一位於該雷射共振腔內之氣體樣品盒，該氣體樣品盒具有窗口，以使來自該增益媒質之輸出光束通過該氣體樣本，至少一該窗口具有一光學鍍膜於其上，其防止該 ILS 雷射於該氣體物質吸收之波帶外的波長下運作。
7. 如申請專利範圍第 3 項之氣體偵測系統，其中該雷射共振腔由至少兩鏡面形成，並且至少一該鏡面具有一光學鍍膜於其上而防止該 ILS 雷射於該氣體物質吸收之波帶外的波長下運作。
8. 如申請專利範圍第 1 項之氣體偵測系統，其中一光學泵驅源傳輸光學輻射到該增益媒質，以進而驅動該 ILS 雷射。
9. 如申請專利範圍第 1 項之氣體偵測系統，其中該氣體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

物質吸收之波帶包括(a)單一吸收特徵且該 ILS 雷射具有一操作帶寬，其寬度夠寬足以維持多重模式之運作，且夠窄以僅與該單一吸收特徵內之波長重疊，或(b)數個吸收特徵且該 ILS 雷射具有一操作帶寬，其寬度夠寬足以維持多重模式之運作，且夠窄以僅與該單一吸收特徵內之波長重疊。

10. 一種氣體偵測方法，其使用如申請專利範圍第 1 項之氣體偵測系統在一校正範圍內偵測一氣體樣本中一特定氣體物質之濃度，該方法包括：

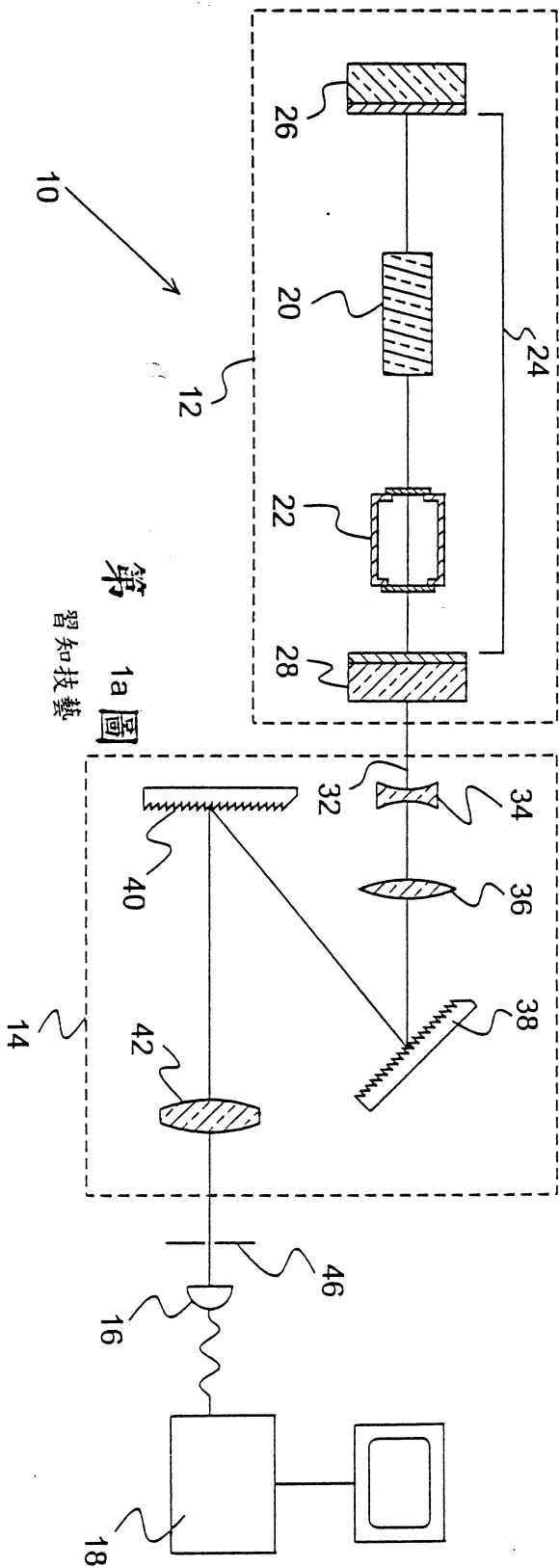
a)當氣體樣品中有氣體物質以校正範圍內之定量出現時，決定該氣體物質吸收一至少為連續波長之單一波帶的光；

(b)提供該如申請專利範圍第 1 項之 ILS 雷射

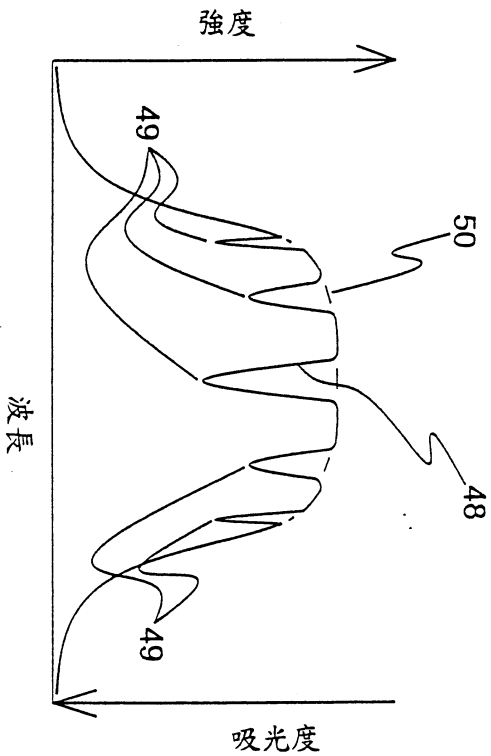
(c)安置該增益媒質，以使來自該增益媒質之一輸出光束於離開該雷射共振腔之前導向通過該置於該雷射共振腔的氣體樣本；

(d)安置該偵測器以偵測離開該 ILS 雷射之輸出強度，以對於選定之波長下之輸出強度加以定量；及

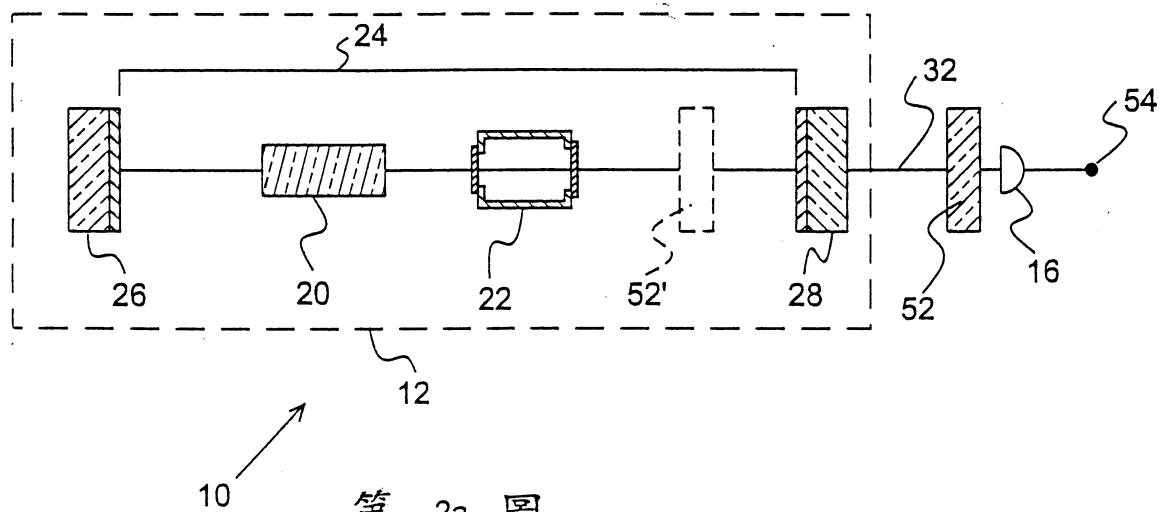
(e)於該 ILS 雷射外及距 ILS 雷射與距偵測器間設置一波長選擇光學元件，以便使該離開 ILS 雷射之輸出光在到達該偵測器前先通過該波長選擇光學元件，該波長選擇元件僅讓具有該 ILS 雷射輸出波長部份內的波長之光線通過。



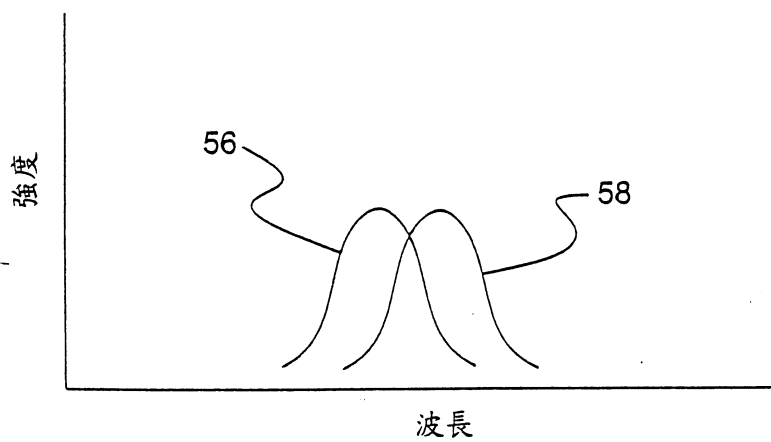
第 1a 圖
習知技藝



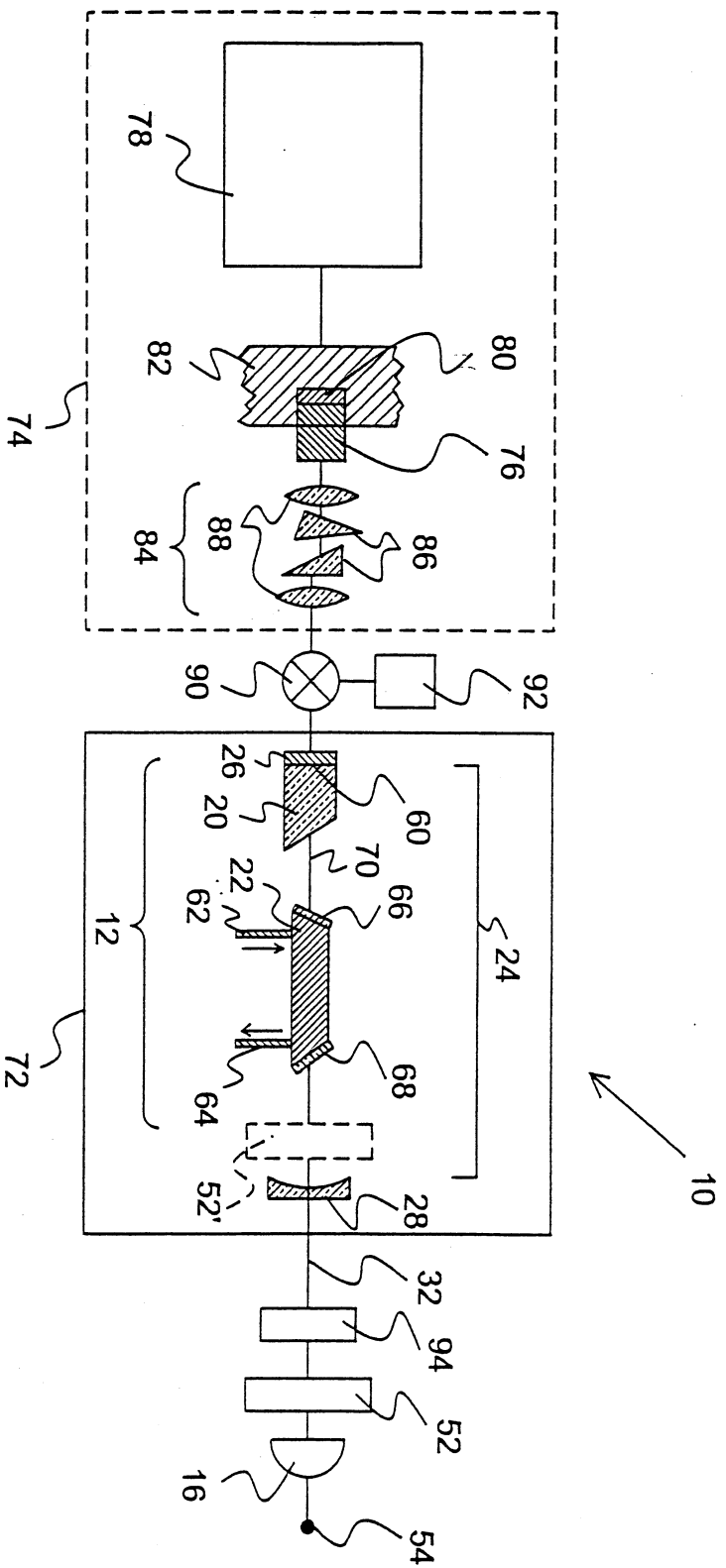
第 1b 圖
(習知技藝)



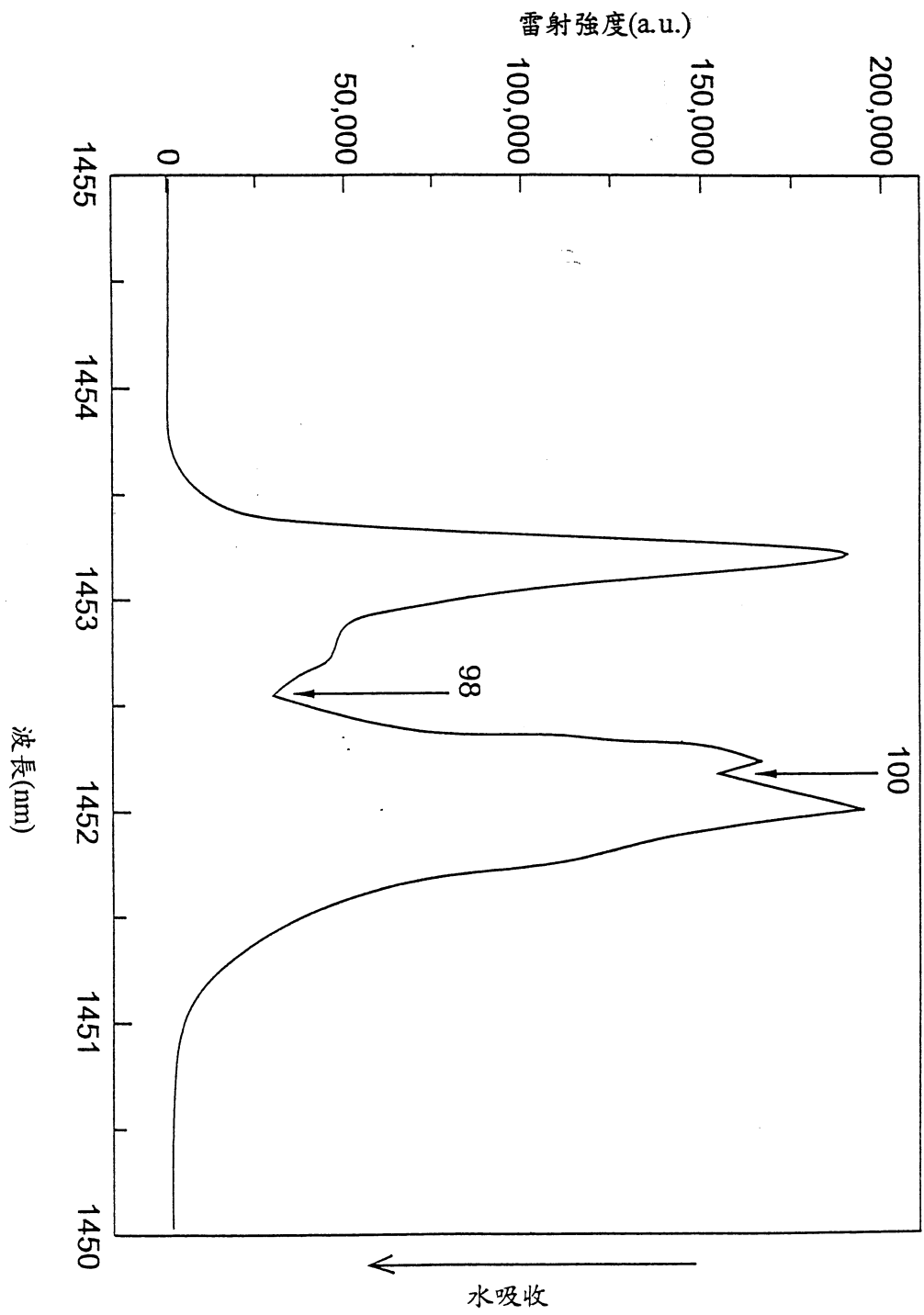
第 2a 圖



第 2b 圖



第 3 圖



第 4 圖