

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光譜分析組件及方法

【英文發明名稱】

SPECTROSCOPIC ASSEMBLY AND METHOD

【技術領域】

本發明係關於光譜分析儀器及方法，且特定言之，本發明係關於採用光學濾光器之光譜分析儀器及方法。

【先前技術】

透射光學濾光器用於光譜分析應用中以選擇由一樣本發射之光之波長之一波長或一頻帶，及/或選擇照明該樣本之光之波長之一波長或一頻帶。例如，在一螢光光譜分析應用中，一激發光束照明一樣本，且在一更長波長處之光經偵測以獲得其光學光譜及/或判定由該樣本相應於該激發光之激發而發射之螢光的總位準。

一單帶通透射光學濾光器可用於量測螢光之總位準。螢光位準量測可用於判定螢光分子之一濃度、pH位準等等。螢光量測亦可用於評估一樣本中之非螢光靶材分子之一濃度，藉由在將螢光團分子結合至靶材分子之後提供經設計以改變其等螢光性質之螢光團分子。用激發光照明含有螢光團分子及靶材分子之樣本，且量測螢光之光學功率位準。

圖1中展示適合以上目的之一典型分光螢光計。分光螢光計10包含一光源11、準直/聚焦透鏡12A、12B及12C、一激發濾光器13、一螢光濾光器14、一光束分離器15及一光電偵測器16。在操作中，光源

11發射以實線展示之激發光17。由最左透鏡12A準直激發光17、由激發濾光器13過濾激發光17、經由光束分離器15透射激發光17且由一最右透鏡12B將激發光17聚焦至一樣本18上。所照明之樣本18發射以虛線展示之螢光19。由最右透鏡12B準直螢光19、自光束分離器15反射螢光19且由底部透鏡12C將螢光19聚焦至光電偵測器16上。激發濾光器13及螢光濾光器14為多層介電濾光器，其等以較好之波長選擇性及一比較低之光學插入損耗而比其他類型之濾光器更佳。

儘管分光螢光計10被廣泛使用，但其具有一相對較大尺寸之一缺點。如今，微型光譜儀可用於皮下(即患者皮下)部署之可移植葡萄糖量測探測。例如，美國加利福尼亞州德國城之Senseonics有限公司開發欲用於糖尿病患者之一連續血糖監控系統。該監控系統包含將一微型光譜儀作為一血糖感測器之一皮下探測。

歸因於分光螢光計之皮下放置，分光螢光計需要製作得儘可能小。提供能夠使一緊湊型光譜儀組件適合皮下放置之濾光器係本發明之一目標。使用此等濾光器之微型光譜儀組件之其他諸多應用當然係可能的。

【發明內容】

阻礙光譜儀微型化之一因素在於需要準直光學光束以確保用於光譜儀中之光學濾光器之足夠波長選擇性。為準直光學光束，需要透鏡或凹透鏡。此等元件相對較大尺寸且需要至少一焦距之自由空間傳播，此增加光譜儀組件之尺寸。

根據本發明，一光譜儀組件包含即使在一高度會聚或發散光學光束中可維持一適合波長選擇性之一光學濾光器以藉此緩解準直光學

元件及減小尺寸之需要。用於此一光譜儀組件之一濾光器包含一堆疊之連續非微結構之交替介電層及金屬層，此導致透射波長之角敏感度之減弱。

已知含有金屬層之光學濾光器，且歸因於金屬層中之一相對較高插入損耗，一般已在光譜儀中避免。為減少插入損耗，金屬層可為微結構以包含展現無損耗之一電漿諧振效應之複數個子波長傳導特徵。然而，微結構金屬層展現透射波長之一相當大之角敏感度，且因此不用於本發明中。相反，本發明使用夾置於介電層之間之連續且非微結構之金屬層。選擇所得層堆疊中之連續非微結構之金屬層之厚度及位置以便誘發一相對較高之光學透射，同時將光學濾光器之波長選擇性保持於一寬廣的入射角範圍內。

根據本發明，提供一光譜儀組件，其包括：

一固持件，其在由激發光激發時用於固持發射信號光之一樣本；

耦合至該固持件之一第一信號濾光器，其用於以一第一信號透射波長透射信號光之一第一部分，同時阻斷該激發光；及

耦合至該第一信號濾光器之一第一光電偵測器，其用於在通過透射穿過該第一信號濾光器之該信號光之第一部分照明之後提供一第一電信號，

其中該第一信號濾光器包含交替堆疊之連續非微結構之金屬層及介電層，藉此減弱第一信號透射波長之角敏感度。

可在光譜儀組件中提供用於激發光學路徑之類似光學濾光器以透射激發光，同時阻斷信號光。可提供一個以上濾光器用於激發路徑

或偵測路徑。該(等)激發濾光器可耦合至光源；且各偵測濾光器可耦合至其自身光電偵測器。該等濾光器可一體地連同光電偵測器及/或光源製造。

在一些實施例中，該(等)濾光器中之金屬層及介電層之總厚度小於5微米。較佳地，金屬層之各者在濾光器之一周邊處具有一錐形邊緣，其中各錐形邊緣藉由介電層之一或多者保護性地覆蓋。歸因於其等之內在耐腐蝕性，此等濾光器在侵蝕性或腐蝕性環境中尤其有用。

根據本發明，進一步提供一種偵測螢光之方法，其包括：

- (a) 提供上文之光譜儀組件；
- (b) 用激發光照明樣本；
- (c) 以至少60度之一收集角收集信號光之第一部分；及
- (d) 偵測光電偵測器之電信號。

根據本發明之另一態樣，進一步提供一種在一光學光譜儀中之一透射光學濾光器之用途，該透射光學濾光器包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層以區別激發波長與信號波長，其中光學濾光器中之連續非圖案化金屬層之存在減弱光學濾光器之一透射波長之角依賴性以藉此減小光學光譜儀之一尺寸。

【圖式簡單說明】

現將結合圖式描述例示性實施例，其中：

圖1係一先前技術之分光螢光計之一平面圖；

圖2A係本發明之一光譜儀組件之一側視橫截面分解圖；

圖2B係用於圖2A之光譜儀組件中之一光學濾光器之一側視橫截面圖；

圖3係與一光源之一發射光譜及圖2B之濾光器之一透射光譜疊加之一樣本之吸收及螢光光譜之一曲線圖；

圖4A至圖4D係本發明之光譜儀組件之不同實施例之側視橫截面圖；

圖5係具有兩個螢光濾光器及兩個光電偵測器之一光譜儀組件之一側視橫截面圖；

圖6A至圖6C係與一光源之一發射光譜及圖2B之濾光器之一透射光譜疊加之可與圖5之光譜儀組件一起使用之一樣本之吸收/螢光之光譜曲線圖；

圖7係可與圖2A、圖4A至圖4D及圖5之光譜儀組件一起使用之包含一光源及兩個激發濾光器之一子組件之一橫截面圖；

圖8A及圖8B係與一樣本之吸收/螢光光譜及圖7之激發濾光器之透射光譜疊加之圖7之光源之發射光譜曲線圖；

圖9A係本發明之一金屬介電濾光器之不同入射角處之透射光譜之一疊加；

圖9B係一典型介電堆疊濾光器之不同入射角處之透射光譜之一疊加；

圖9C係圖9A及圖9B之平均透射光譜之一疊加；

圖10A係根據本發明之一實施例之一囊封金屬介電濾光器之一側視橫截面圖；

圖10B至圖10G係繪示圖10A之濾光器之製程之一晶圓之橫截面圖；及

圖11A及圖11B係根據本發明之偵測螢光之方法之流程圖。

【實施方式】

雖然結合各種實施例及實例描述本發明，但不意欲將本發明限制於此等實施例。相反，本發明涵蓋各種替代例及均等例，如將被熟悉技術者所理解。

參考圖2A及圖3，圖2A之一光譜儀組件20包含一樣本固持件21、光學地耦合至樣本固持件21之一光學濾光器22(或「信號濾光器22」)及光學地耦合至信號濾光器22之一光電偵測器23。樣本固持件21固持一樣本24，例如其中具有溶解之一螢光染料或蛋白質之一流體。樣本固持件21、信號濾光器22及光電偵測器23可藉由一外殼一起固持(圖中未展示)或僅一起附接至一堆疊中。在操作中，樣本24用具有圖3之一光譜35，較佳地，匹配樣本24之一吸收或激發光譜34之激發光25激發。激發光25有一外部源發射，圖2A中未展示。作為回應，樣本24發射信號光26，在此實例中螢光具有一發射光譜36。信號濾光器22以一透射波長 λ_F (圖3)透射信號光26之一部分26A，同時阻斷激發光25(圖2A)及(較佳地)雜散光。透射部分26A照射至產生與透射部分26A之光學功率位準成比例之一電信號(圖中未展示)之光電偵測器23上。本文及整個說明書之其餘部分中，術語「以一波長 λ 之光」表示集中圍繞 λ 之一有限寬度之一波長頻帶中之光。換言之，波長 λ 係一有限寬度之一波長頻帶之一中央波長。舉例而言，在圖3中，波長 λ_F 為信號濾光器22之一透射頻帶32之一中央波長。

轉至圖2B且進一步參考圖2A及圖3，信號濾光器22包含交替堆疊之連續非微結構金屬層27及介電層28，如圖所展示。可選障壁層29促進金屬層27之密封。具有良好光學品質之一金屬(諸如銀、鋁或金)較

佳地用於沈積金屬層27。介電層28可包含一金屬氧化物，諸如 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 HfO_2 及 Al_2O_3 或此等氧化物之混合物。可分別選擇金屬層27厚度以更佳地匹配所需要之光學性質，諸如光學透射之量值、中央波長 λ_F 及透射頻帶32(圖3)。

金屬層27通常為5奈米至50奈米厚，且較佳地為8奈米至30奈米厚。介電層28為10奈米至500奈米厚，且較佳地為20奈米至200奈米厚。一單一濾光器中通常有2個至8個金屬層27，且更佳地有3個至6個金屬層27。所得濾光器22厚度通常小於5微米，且更佳地小於1微米。障壁層29為一金屬氧化物(例如氧化鋅)之非常薄之層，厚度通常小於3奈米，較佳地小於1奈米。為獲得一障壁層，可將一金屬沈積至0.5奈米之所需厚度，隨後氧化該金屬。市售軟體，諸如由俄羅斯聯邦莫斯科市OptiLayer有限責任公司提供之OptilayerTM、由美國俄勒岡州波特蘭市Software Spectra股份有限公司提供之TFCalcTM或由美國新澤西州普林斯頓市FTG Software提供之FilmStarTM，可用於最佳化金屬層及介電層厚度。

為增大選擇波長範圍中之衰減，介電層之一額外堆疊39可添加至信號濾光器22；例如，在信號濾光器之情況下，可選堆疊39可為集中於激發波長處之四分之一波長堆疊。此外，信號濾光器22之金屬層27及介電層28可直接沈積至光電偵測器23上，使得濾光器22與光電偵測器23整合在一起。例如，直接將信號濾光器22沈積至其中具有整合式光電偵測器之一互補金屬氧化物半導體(CMOS)或專用積體電路(ASIC)晶圓上係便利的。

金屬層27為其中具有無結構蝕刻或以其他方式形成之連續非微

結構層係重要的。雖然結構化之金屬介電濾光器可展示透射之一高量值，但其通常以透射波長之較高角敏感度為代價而達成。(例如)已由Ebbesen等人在Letters to Nature，第391卷，第667-669頁(1998年)中報導此後者現象。相比較而言，本發明之信號濾光器22不存在任何此等結構，此使得信號濾光器22對信號光26之入射角之敏感度比Ebbesen之一微結構金屬介電濾光器要小很多。本文中術語「微結構」係指經塑形及設定尺寸以展現一電漿諧振效應之波長尺寸特徵及子波長尺寸特徵，例如，10奈米至2奈米大小在靠近紅外光時可見。「特徵」可包含矩形、柵格、橢圓形及類似結構。本發明之濾光器可為其他目的(例如環境及機械穩定性)而經結構化具有大於2微米之特徵尺寸，且更佳地大於200微米。據此，術語「非微結構」係指完全平滑且連續膜或經結構化但不存在其中小於2微米大小之特徵之一圖案之膜，且更佳地不存在小於200微米大小之特徵之一圖案。較大之特徵通常無法將UV中一顯著電漿諧振效應展現至近紅外(NIR)光譜範圍，且因此本發明中不考量「微結構」。

當濾光器22之透射波長 λ_F 及入射角未顯著改變時，可忽略如圖所展示之光譜儀組件20中之一準直透鏡以使光譜儀組件20非常緊湊及/或以改良光收集效率。下文將進一步考量相比較傳統多層介電濾光器而言之信號濾光器22之透射波長 λ_F 之角依賴性及信號濾光器22之一實施例之一更詳細之例示性製造方法。

現轉至圖4A及圖6A且進一步參考圖2A及圖2B，一光譜儀組件40A包含樣本固持件21、耦合至樣本固持件21之信號濾光器22及耦合至信號濾光器22之光電偵測器23。樣本固持件21固持樣本24。光譜儀

組件40A進一步包含一激發光源43及耦合至激發光源43且耦合至樣本固持件21之一激發濾光器42。較佳地，激發濾光器42與圖2B之信號濾光器22屬於一相同類型，即其包含交替堆疊之連續非微結構金屬層27及介電層28用於減弱其透射波長(「發射波長」) λ_E (圖6A)之角依賴性。在操作中，光源43(圖4A)發射具有光譜35(圖6A)之激發光25，且激發濾光器42(圖4A)以發射波長 λ_E (圖6A)透射激發光25之一部分25A，同時阻斷信號光26。發射波長 λ_E 為激發光學濾光器42之一透射頻帶52之一中央波長。光譜儀組件40A可用於其中可以在兩側接達之一管或通道之形式製造樣本固持件21之應用中，例如在一流式細胞儀應用中。

進一步參考圖4A且參考圖4B至圖4D，圖4B、圖4C及圖4D之各自光譜儀組件40B、40C及40D類似於圖4A之光譜儀組件40A。在圖4B至圖4D之光譜儀組件40B至40D中之一差異在於激發光學濾光器42及信號光學濾光器22安置於樣本固持件21之一相同側。在圖4B中，一可選光塑形擴散器49耦合至激發濾光器42以用於朝向透射濾光器22及光電偵測器23以一角度將激發光部分25A導向至樣本24上。在圖4C中，樣本固持件21圍繞激發光學濾光器42及信號光學濾光器22彎曲以增進光暴露。在圖4D中，一可選單一透鏡48用於將激發光部分25A導向至樣本24上及在信號濾光器22上收集信號光26二者。

有利地，圖4A至圖4D之各自光譜儀組件40A至40D中之激發光學濾光器42及信號光學濾光器22之金屬層27及介電層28可分別直接沈積至光源43及/或光電偵測器23上以使濾光器42及22與各自光源43及光電偵測器23整合在一起。

激發光學濾光器42及信號光學濾光器22、及光源43及光電偵測器23放置於樣本固持件21之一相同側使圖4B、圖4C及圖4D之光譜儀組件40B、40C及40D尤其適合於感測器應用，此係因為樣本固持件21之相對側(即圖4B至圖4D中之頂側)可便利地暴露至經感測之一環境。經由一非限制實例，樣本24可包含標記螢光團分子，該等螢光團分子在結合至靶材分子之後改變其等之螢光性質以藉此指示樣本24中之靶材分子之存在。可藉由量測螢光信號26之強度或光學功率而評估此等靶材分子之濃度。例如，吾人可使用結合至葡萄糖分子之螢光團來量測血糖濃度。下文將進一步描述使用圖4B之光譜儀組件40B之一微型葡萄糖濃度計。

轉至圖5及圖6B且進一步參考圖2A及圖2B，圖5之一光譜儀組件50類似於圖2A之光譜儀組件20。一差異為圖5之光譜儀組件50包含兩個而不是一個耦合至樣本固持件21之信號濾光器22A及22B。在操作中，兩個信號濾光器22A及22B以對應波長頻帶32A及32B(圖6B)之中央波長 λ_{F1} 及 λ_{F2} 透射信號光26之第一部分26A及第二部分26B，同時阻斷具有發射光譜35之激發光25。在圖5中，第一光電偵測器23A及第二光電偵測器23B分別耦合至第一信號濾光器22A及第二信號濾光器22B。當用信號光26之第一部分26A及第二部分26B照明時，第一光電偵測器23A及第二光電偵測器23B產生與信號光26之第一部分26A及第二部分26B之各自光學功率位準成比例之各自第一電信號及第二電信號(圖中未展示)。至少一(且較佳地兩個)第一信號濾光器22A及第二信號濾光器22B包含交替堆疊之連續非微結構金屬層27及介電層28(如圖2B中所繪示)以分別減弱中央波長 λ_{F1} 及 λ_{F2} 之角依賴性。

光譜儀組件50可用於其中標記螢光團在結合至靶材分子之後改變螢光36之光譜分佈之一應用中。第一電信號及第二電信號之比率可用作將標記螢光團結合至靶材分子之一指示器，如由Weidemaier等人在名稱為「Multi-day pre-clinical demonstration of glucose/galactose binding protein-based fiberoptic sensor」，Biosens. Bioelectron (2011年)之一文章中所揭示。替代地，兩個不同之標記螢光團可用於指示兩個不同靶材分子之濃度，或螢光19對其敏感之一些其他參數。參考圖6C，螢光光譜36A及36B對應於兩個不同標記螢光團，圖中未展示。第一螢光團之螢光光譜36A與第一濾光器22A之透射頻帶32A對準，且第二螢光團之螢光光譜36B與第二濾光器22B之透射頻帶32B對準。可獨立地評估兩個不同靶材分子之濃度。

在本發明之一實施例中，第二光學濾光器22B之透射頻帶32B未與螢光光譜36對準，但與發射光譜35對準而以激發波長 λ_E 透射散射激發光25，同時阻斷信號光26。此容許吾人藉由量測樣本24中之激發光25之散射而評估激發光25之強度。知道激發光25之強度容許吾人參考或正規化螢光強度量測。

在本發明之一些應用中，可需要多個激發波長頻帶。轉至圖7、圖8A及圖8B且進一步參考圖2B，一子組件70包含光源43及耦合至具有發射光譜35(圖8A及圖8B)之共同光源43之第一發射濾光器42A及第二發射濾光器42B。在操作中，第一發射濾光器42A及第二發射濾光器42B(圖7)在分別具有中央波長 λ_{E1} 及 λ_{E2} 之波長頻帶52A及52B中透射激發光25之第一部分25A及第二部分25B(圖8A及圖8B)，同時阻斷信號光26。在圖8B中，兩個相異激發波長頻帶52A及52B匹配兩個相異

螢光團之吸收頻帶34A及34B(圖中未展示)，導致螢光團在兩個相異螢光頻帶36A及36B中發射螢光。至少一(且較佳地兩個)第一發射濾光器22A及第二發射濾光器22B包含交替堆疊之連續非微結構金屬層27及介電層28，如圖2B中所繪示。

如上文所指出，使用金屬介電濾光器22、22A、22B、42、42A、42B容許吾人減弱對應透射波長 λ_F 、 λ_{F1} 、 λ_{F2} 、 λ_E 、 λ_{E1} 及 λ_{E2} 之角敏感度(如與一般使用之介電堆疊濾光器相比)，因此促進光譜儀尺寸減小。現將繪示各種濾光器之角敏感度。參考圖9A，以0度(法線入射)與89度(傾斜入射)之間之入射角(除最後一個級距為4度以外，每個級距5度)展示激發光學濾光器42之實例性光學透射光譜90A。濾光器包含夾置於6個60奈米至70奈米厚度之 Ta_2O_5 層之間之5個16奈米至42奈米厚度之銀層，且浸入至具有1.564之一折射率之一介質中。吾人可看見，改變入射角不能偏移中央波長或激發光學濾光器42之頻帶邊緣之位置，僅減少透射之幅度且以高入射角引入紋波91。作為比較，轉至圖9B且進一步參考圖9A，以0度(法線入射)與89度(傾斜入射)之間之相同入射角範圍(除最後一個級距為4度以外，每個級距5度)展示具有如圖9A中之一類似帶通且浸入至具有相同折射率之一介質中之一典型介電堆疊光學濾光器之光學透射光譜90B。吾人可看見在92處，隨著入射角改變，頻帶邊緣波長偏移，且次級透射頻帶出現在93處。

參考圖9C，圖9A之光譜90A之平均光譜曲線95A及圖9B之介電堆疊濾光器光譜90B之平均光譜曲線95B被放在一起比較。光學濾光器22、22A、22B、42、42A、42B之各自透射波長 λ_F 、 λ_{F1} 、 λ_{F2} 、 λ_E 、 λ_{E1}

及 λ_{E2} 之減弱之角敏感度使得圖2A、圖4A至圖4D及圖5之各自光譜儀組件20、40A至40D及50更緊湊。

現將考量本發明中可用之一金屬介電濾光器之一製程。轉至圖10A且進一步參考圖2A及圖2B、圖4A至圖4D、圖5及圖7，一光學濾光器100為圖2A及圖2B之信號濾光器22及/或圖4A至圖4D之激發光學濾光器42之一變體，且可用於圖2A、圖4A至圖4D、圖5及圖7之各自光譜儀組件20、40A至40D、50及70中。光學濾光器100包含交替堆疊之三個介電層120及兩個金屬層130。光學濾光器100安置於一基板110上。金屬層130各安置於兩個介電層120之間及與其相鄰處，其保護金屬層130免受腐蝕。

金屬層130在光學濾光器100之一周邊101處具有錐形邊緣131。金屬層130在整個光學濾光器100之一中央部分102中其厚度實質上係一致的，但在光學濾光器100之周邊101處其厚度逐漸減小。同樣地，介電層120在整個光學濾光器100之一中央部分102中其厚度實質上係一致的，但在周邊101處其厚度逐漸減小。據此，光學濾光器100之中央部分102在高度上實質上係一致的。而光學濾光器100之周邊101係傾斜的。光學濾光器100具有一實質上平坦頂部及傾斜側。

有利地，金屬層130之錐形邊緣131未暴露於環境。實情係，金屬層130之錐形邊緣131由介電層120之一或多者覆蓋。一或多個介電層120抑制(例如藉由抑制硫磺及水擴散至金屬層130中)環境退化，例如金屬層130之腐蝕。較佳地，由介電層120實質上囊封金屬層130。

參考圖10B至圖10G，可由一剝離程序製造光學濾光器100之第一實施例。在一第一步驟中提供基板110(圖10B)。在一第二步驟中，將

一光阻層140施加至基板110上(圖10C)。通常，藉由旋轉塗覆或噴塗來施加光阻層140。

在一第三步驟中，光阻層140經圖案化以裸露其中待安置之光學濾光器100之基板110之一區域，即一濾光器區域(圖10D)。藉由經圖案化之光阻層140使基板110之其他區域保持覆蓋。通常，光阻層140藉由以下兩個步驟而經圖案化：第一，將覆蓋基板110之濾光器區域之光阻層140之一區域暴露於穿過一光罩之紫外(UV)光，且接著，藉由使用一適合顯影劑或溶劑而顯影(例如蝕刻)光阻層140之暴露區域。較佳地，光阻層140以此一方式經圖案化使得一突出部分141形成於圍繞濾光器區域之經圖案化之光阻層140中。在某些情況中，光阻層140由兩個不同材料組成。此使其產生突出部分或下切口141更容易。

在一第四步驟中，一多層堆疊103沈積至經圖案化之光阻層140及基板110之濾光器區域上(圖10E)。安置於基板110之濾光器區域上之多層堆疊103之一部分形成光學濾光器100。可藉由使用各種沈積技術(諸如蒸鍍(例如熱蒸鍍、電子束蒸鍍、電漿輔助蒸鍍或反應性離子蒸鍍)；濺鍍(例如磁控管濺鍍、反應性濺鍍、交流(AC)濺鍍、直流(DC)濺鍍、脈衝DC濺鍍或離子束濺鍍)；化學氣相沈積(例如電漿加強化學氣相沈積)；及原子層沈積)來沈積對應於光學濾光器100之層之多層堆疊103之層。可藉由使用不同沈積技術而沈積不同層。

因為突出部分141影複製基板110之濾光器區域之一周邊，所以朝向光學濾光器100之周邊101之沈積層在厚度上逐漸減小。當一介電層120沈積至一金屬層130上時，介電層120不僅覆蓋金屬層130之頂面，

亦覆蓋金屬層130之錐形邊緣131以藉此保護金屬層130免受環境影響。

在一第五步驟中，移除(即剝離)經圖案化之光阻層140上之多層堆疊103之一部分及光阻層140(圖10F)。通常，藉由使用一適合汽提塔或溶劑來氣提光阻層140。光學濾光器100保持於基板110之濾光器區域上。在一可選第六步驟中，一額外介電塗層150沈積至光學濾光器100上。介電塗層150覆蓋光學濾光器100之中央部分102及周邊101兩者以藉此保護光學濾光器100免受環境影響。

現轉至圖11A且進一步參考圖2B、圖3及圖4B，偵測螢光之一方法250包含提供光譜儀組件20之一步驟251。在一步驟252中，由激發光部分25A照明樣本24；在步驟253中，以(例如)至少60度或遠離法線入射之 ± 30 度之一總收集角收集信號光26之第一部分26A；及在一步驟254中，偵測光電偵測器23之電信號(例如光電流)。收集角可為與遠離法線入射 ± 75 度(或總計150度)一樣大小。

現參考圖11B且進一步參考圖2B、圖3及圖4B，照明步驟252可包含提供激發光源43之一步驟261。在一步驟262中，藉由交替堆疊連續非微結構金屬層27及介電層28(圖2B)而提供激發濾光器42用於以一激發波長 λ_E (圖3)透射激發光25之部分25A，同時阻斷信號光26。在一步驟263中，激發濾光器42耦合至激發光源43。在一步驟264中，樣本固持件21耦合至激發濾光器42用於接收透射穿過激發濾光器42之激發光25之部分25A。最後，在一步驟265中，賦能給激發光源43。

已爲了繪示及描述之目的而提供本發明之一或多個實施例之以上描述。不意欲具窮舉性或使本發明受限於所揭示之精確形式。根據

以上教示可能有諸多修改及變動。例如，本文所揭示之光譜儀組件不僅可用於偵測螢光，亦可用於偵測多光子螢光、非線性散射(諸如激發光之光學諧波散射)、表面增強之非線性光學散射及螢光等，及對所使用之光學濾光器之透射波長之對應調整。所使用之光源可包含雷射二極體，包含白光LED之發光二極體(LED)等。

【符號說明】

10	分光螢光計
11	光源
12C	準直/聚焦透鏡
13	激發濾光器
14	螢光濾光器
15	光束分離器
16	光電偵測器
17	激發光
18	樣本
19	螢光
20	光譜儀組件
21	樣本固持件
22	信號濾光器
22A	信號濾光器
22B	信號濾光器
23	光電偵測器
23A	第一光電偵測器

24	樣本
25	激發光
25A	激發光之第一部分
25B	激發光之第二部分
26	信號光
26A	信號光之第一部分
26B	信號光之第二部分
27	金屬層
28	介電層
29	障壁層
32	透射頻帶
32A	波長頻帶
32B	波長頻帶
34	吸收或激發光譜
34A	吸收頻帶
34B	吸收頻帶
35	發射光譜
36	發射光譜/螢光光譜/螢光
36A	螢光光譜/螢光頻帶
36B	螢光光譜/螢光頻帶
39	堆疊
40A	光譜儀組件
40B	光譜儀組件

40C	光譜儀組件
40D	光譜儀組件
42	光學濾光器/激發濾光器
42A	第一發射濾光器
42B	第二發射濾光器
43	激發光源
48	信號透鏡
49	擴散器
50	光譜儀組件
52	透射頻帶
52A	波長頻帶
52B	波長頻帶
70	子組件
90A	光學透射光譜
90B	光學透射光譜
91	紋波
95A	平均光譜曲線
95B	平均光譜曲線
100	光學濾光器
101	周邊
103	多層堆疊
110	基板
120	介電層

130	金屬層
131	錐形邊緣
140	光阻層
141	突出部分
150	額外介電塗層
250	方法
251	步驟
252	步驟
253	步驟
254	步驟
261	步驟
262	步驟
263	步驟
264	步驟
265	步驟

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光譜分析組件及方法

【英文發明名稱】

SPECTROSCOPIC ASSEMBLY AND METHOD

【中文】

本發明提供一種光譜儀組件，其具有包含一堆疊之連續非經圖案化之交替介電層及金屬層之一光學透射濾光器。具有連續金屬層之該光學透射濾光器之角依賴之透射波長偏移較小(例如與多層介電濾光器相比)以促進該光譜儀組件之尺寸減小。

【英文】

A spectrometer assembly is provided having an optical transmission filter including a stack of continuous, non-patterned alternating dielectric and metal layers. Angle-dependent transmission wavelength shift of the optical transmission filter with continuous metal layers is small e.g. in comparison with multilayer dielectric filters, facilitating size reduction of the spectrometer assembly.

【指定代表圖】

圖2B

【代表圖之符號簡單說明】

- | | |
|----|-----|
| 27 | 金屬層 |
| 28 | 介電層 |
| 29 | 障壁層 |
| 39 | 堆疊 |

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種光譜儀組件，其包括：

一固持件，其在由激發光(excitation light)激發時用於固持發射信號光之一樣本；

耦合至該固持件之一第一信號濾光器，其用於以一第一信號透射(transmission)波長透射該信號光之一第一部分，同時阻斷該激發光；及

耦合至該第一信號濾光器之一第一光電偵測器(photodetector)，其用於在由透射穿過該第一信號濾光器之該信號光之該第一部分照明之後提供一第一電信號，

其中該第一信號濾光器包含一第一區域及一第二區域，該第一區域包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，該第二區域由一額外介電層之堆疊所組成，

其中該額外介電層之堆疊增大該第一信號透射波長之衰減，

其中該等連續非微結構金屬層係不包含一特徵圖案之連續膜，該特徵圖案經塑形及設定尺寸(sized)以展現一電漿諧振效應，且

其中與包含微結構金屬層之一信號濾光器相比，針對該第一信號濾光器之該第一信號透射波長之一角敏感度較小。

【第2項】

如請求項1之光譜儀組件，其進一步包括：

耦合至該固持件之一第二信號濾光器，其用於以一第二信號

透射波長透射該信號光之一第二部分，同時阻斷該激發光；及

耦合至該第二信號濾光器之一第二光電偵測器，其用於在由透射穿過該第二信號濾光器之該信號光之該第二部分照明時提供一第二電信號，

其中該第二信號濾光器包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，

其中與包含微結構金屬層之一信號濾光器相比，針對該第二信號濾光器之該第二信號透射波長之一角敏感度較小。

【第3項】

如請求項1之光譜儀組件，其進一步包括：

耦合至該固持件之一散射濾光器，其用於以一散射透射波長透射散射激發光，同時阻斷該信號光；

耦合至該散射濾光器之一光電偵測器，其用於在由透射穿過該散射濾光器之該散射激發光照明時提供一電信號，

其中該散射濾光器包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，

其中與包含微結構金屬層之一散射濾光器相比，針對該散射濾光器之該散射透射波長之一角敏感度較小。

【第4項】

如請求項1之光譜儀組件，其進一步包括：

一激發光源，其用於發射激發光；及

耦合至該激發光源之一第一激發濾光器，其用於以一第一激發透射波長透射該激發光之一第一部分，同時阻斷該信號光；

其中該固持件耦合至該第一激發濾光器用於接收透射穿過該第一激發濾光器之該激發光之該第一部分，及

其中該第一激發濾光器包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，

其中與包含微結構金屬層之一激發濾光器相比，針對該第一激發濾光器之該第一激發透射波長之一角敏感度較小。

【第5項】

如請求項4之光譜儀組件，其進一步包括：

耦合至該激發光源之一第二激發濾光器，其用於以一第二激發透射波長透射該激發光之一第二部分，同時阻斷該信號光；

其中該固持件耦合至該第二激發濾光器用於接收透射穿過該第二激發濾光器之該激發光之該第二部分，及

其中該第二激發濾光器包含一堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，

其中與包含微結構金屬層之一激發濾光器相比，針對該第二激發濾光器之該第二激發透射波長之一角敏感度較小。

【第6項】

如請求項4之光譜儀組件，其中該第一激發濾光器與該激發光源整合在一起。

【第7項】

如請求項4之光譜儀組件，其中該等第一信號濾光器及該第一激發濾光器安置於該固持件之一相同側。

【第8項】

如請求項7之光譜儀組件，其中該等第一信號濾光器及該第一激發濾光器直接附接至該固持件。

【第9項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該第一信號濾光器之該等連續非微結構金屬層及該等介電層之一總厚度小於5微米。

【第10項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該第一信號濾光器之該等連續非微結構金屬層及該等介電層之一總厚度小於1微米。

【第11項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該堆疊之該等連續非微結構金屬層不存在小於2微米之一特徵圖案。

【第12項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該連續非微結構金屬層包括銀或鋁。

【第13項】

如請求項12之光譜儀組件，其中該等介電層包括一金屬氧化物。

【第14項】

如請求項13之光譜儀組件，其中該金屬氧化物包括Ta₂O₅、Nb₂O₅、或TiO₂中之一或多者。

【第15項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該等連續非微結構金屬層之各者在該第一信號濾光器之一周邊處具有一錐形邊緣，且

其中各錐形邊緣藉由該等介電層之一或多者保護性地覆蓋。

【第16項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該第一信號濾光器與該第一光電偵測器整合在一起。

【第17項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該樣本包括一標記螢光團，該標記螢光團在結合至一靶材分子之後改變其螢光性質，以藉此指示該樣本中之該靶材分子之存在。

【第18項】

如請求項1之光譜儀組件，其中該信號光包括該激發光之一單光子螢光、多光子螢光或一光學諧波散射。

【第19項】

一種偵測一光學信號之方法，其包括：

用激發光照明一樣本；

使用一信號濾光器以一信號透射波長透射自該樣本發射之信號光之一部分，

其中該信號濾光器包含一第一區域及一第二區域，該第一區域包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，該第二區域由一額外介電層之堆疊所組成，

其中該額外介電層之堆疊增大該第一信號透射波長之衰減，

其中該等連續非微結構金屬層係不包含一特徵圖案之連續膜，該特徵圖案經塑形及設定尺寸以展現一電漿諧振效應，
且

其中與包含微結構金屬層之一信號濾光器相比，針對該信號濾光器之該信號透射波長之一角敏感度較小；
以至少60度之一收集角收集該信號光之該部分；及
基於該信號光之該部分偵測由一光電偵測器提供之一電信號。

【第20項】

如請求項19之方法，其中該收集角為至少150度。

【第21項】

一種光學光譜儀，其包含：

一透射光學濾光器，其包含一第一區域及一第二區域，該第一區域包含交替堆疊之連續非微結構金屬層及介電層，該第二區域由一額外介電層之堆疊所組成，

其中該額外介電層之堆疊增大波長衰減，

其中該透射光學濾光器區別(discriminates)一激發波長與一信號波長，

其中該等連續非微結構金屬層係不包含一特徵圖案之連續膜，該特徵圖案經塑形及設定尺寸以展現一電漿諧振效應，且

其中該透射光學濾光器之一透射波長之一角依賴性小於包含微結構金屬層之一透射光學濾光器之一透射波長之一角依賴性，，以藉此減小該光學光譜儀之一尺寸。

【第22項】

如請求項21之光學光譜儀，其中該等介電層包括Ta₂O₅、Nb₂O₅或TiO₂中之一或更多者。

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種感測器，其包括：

一光電偵測器（photodector），其經組態以將接收光轉換為一電流，該電流指示該接收光之一強度；及

一光學濾光器，其經組態以：

防止具有在一帶通區域外之一波長的光到達該光電偵測器，及

使具有在該帶通區域內之一波長的光通過而到達該光電偵測器，

其中通過該光學濾光器之光之一比例（percentage）隨著光之一入射角增加而減少。

【第2項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器係一低角度敏感光學濾光器。

【第3項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器對高角度入射光具有低敏感度。

【第4項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器對於光之入射角較一微結構金屬介電濾光器更不敏感。

【第5項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器係一奈米結構濾光器。

【第6項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器包括金屬及氧化物層。

【第7項】

如請求項1之感測器，其中該等金屬及氧化物層具有一厚度，該厚度經組態使在該帶通區域中之光通過。

【第8項】

如請求項6之感測器，其中該等金屬及氧化物層係沈積於該光電偵測器上。

【第9項】

如請求項8之感測器，其中該等金屬及氧化物層係藉由磁控管濺鍍塗覆（magnetron sputter coating）而沈積於該光電偵測器上。

【第10項】

如請求項6之感測器，

其中光電偵測器包含相對於一接收側之一出口側，且

其中該等金屬及氧化物層係沈積於該光電偵測器之該出口側上。

【第11項】

如請求項1之感測器，其中當由該光學濾光器接收之光之入射角自0度增加至89度時，該帶通區域偏移20 nm或更少。

【第12項】

如請求項1之感測器，其進一步包括：

一元件，其經組態以朝該光學濾光器放射發射光；及

一光源，其經組態以對該元件放射激發光。

【第13項】

如請求項12之感測器，其中該元件係相對於該光學濾光器之一接收表面而定位，使得該發射光之至少一部分作為低角度入射光而到達該光學濾光器。

【第14項】

如請求項13之感測器，其中該低角度入射光具有小於或等於25度之一入射角。

【第15項】

如請求項13之感測器，其中該低角度入射光具有小於或等於20度之一入射角。

【第16項】

如請求項13之感測器，其中該低角度入射光具有小於或等於15度之一入射角。

【第17項】

如請求項13之感測器，其中該低角度入射光具有小於或等於10度之一入射角。

【第18項】

如請求項13之感測器，其中該低角度入射光具有小於或等於5度之一入射角。

【第19項】

如請求項1之感測器，其中該光學濾光器使用二色性且可吸收之濾光（dichroic and absorptive filtering）。

【第20項】

如請求項1之感測器，

其中該光電偵測器係一第一光電偵測器，
其中該光學濾光器係一第一光學濾光器，
其中該帶通區域係一第一帶通區域，且
其中該感測器進一步包括：

一第二光電偵測器，其經組態以：

將由該第二光電偵測器接收之不同接收光轉換為一不同
電流，該不同電流指示該不同接收光之一不同強度，及

一第二光學濾光器，其經組態以：

防止具有在一第二帶通區域外之一波長的不同光到達該
第二光電偵測器，及

使具有在該第二帶通區域內之一波長的不同光通過而到
達該第二光電偵測器。

【第21項】

一種使用一感測器偵測一被分析物（**analyte**）之方法，該方法包
括：

藉由該感測器之一光源，對該感測器一被分析物指示器放射
激發光；

藉由該被分析物指示器，對該感測器之一光學濾光器放射發
射光；

藉由該光學濾光器接收光，該光包含由該被分析物指示器放
射之該發射光；

藉由該光學濾光器，防止具有在一帶通區域外之一波長或一
高入射角之接收光之一第一光到達一光電偵測器；

藉由該光學濾光器，使具有在該帶通區域內之一波長之接收

光之一第二光通過而到達該光電偵測器，

其中通過該光學濾光器之光之一比例隨著光之一入射角增加而減少；及

藉由該光電偵測器接收通過之光。

【第22項】

一種製造一被分析物感測器之方法，該方法包括：

在一基板上或該基板中製造或安裝一光電偵測器；及

藉由在該光電偵測器上沈積金屬及氧化物層，形成一光學濾光器，

其中該光學濾光器經組態以防止具有在一帶通區域外之一波長的光到達該光電偵測器以及使具有在該帶通區域內之一波長的光通過而到達該光電偵測器，且

其中通過該光學濾光器之光之一比例隨著光之一入射角增加而減少。