



(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 I710832 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：108109084

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 18 日

(51) Int. Cl. : **G02F1/1335 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/06/22 美國 62/688,635

(71) 申請人：友達光電股份有限公司 (中華民國) AU OPTRONICS CORP. (TW)

新竹市東區新竹科學工業園區力行二路 1 號

(72) 發明人：李俊育 LI, CHUN-YU (TW)；郭雅佩 KUO, YA-PEI (TW)；張瑤山 CHANG, YAO-SHAN (TW)

(74) 代理人：洪蘭心

(56) 參考文獻：

CN 104157671A

CN 106338857A

CN 106601922A

CN 107329314A

CN 107402416A

US 2018/0108871A1

WO 2015/176419A1

WO 2017/117994A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 36 頁

(54) 名稱

量子點顯示面板

(57) 摘要

一種量子點顯示面板包括控制基板、多個電洞載體層、多個量子點發光層、多個電子傳輸層、陰極以及含氟改質材料。控制基板具有平面以及多個形成於此平面的陽極。這些電洞載體層分別覆蓋這些陽極。這些量子點發光層分別形成於這些電洞載體層上。這些電子傳輸層分別形成於這些量子點發光層上。各個量子點發光層位於電子傳輸層與電洞載體層之間，而各個電子傳輸層為金屬氧化物層。陰極覆蓋這些電子傳輸層。含氟改質材料覆蓋陰極，且含氟改質材料含有半氟聚合物。

A quantum dot display panel includes a control substrate, a plurality of hole-carrier layers, a plurality of Quantum Dot Emitting Layers (QD EMLs), a plurality of Electron Transport Layers (ETLs), a cathode, and a fluorinated treatment material. The control substrate has a flat surface and a plurality of anodes formed on the flat surface. The hole-carrier layers cover the anodes respectively. The QD EMLs are formed on the hole-carrier layers respectively. The ETLs are formed on the QD EMLs respectively. Each QD EML is between the ETL and the hole-carrier layer, and each ETL is a metal oxide layer. The cathode covers the ETLs. The fluorinated treatment material covers the cathode, and the fluorinated treatment material contains semi-fluorinated polymer.

指定代表圖：

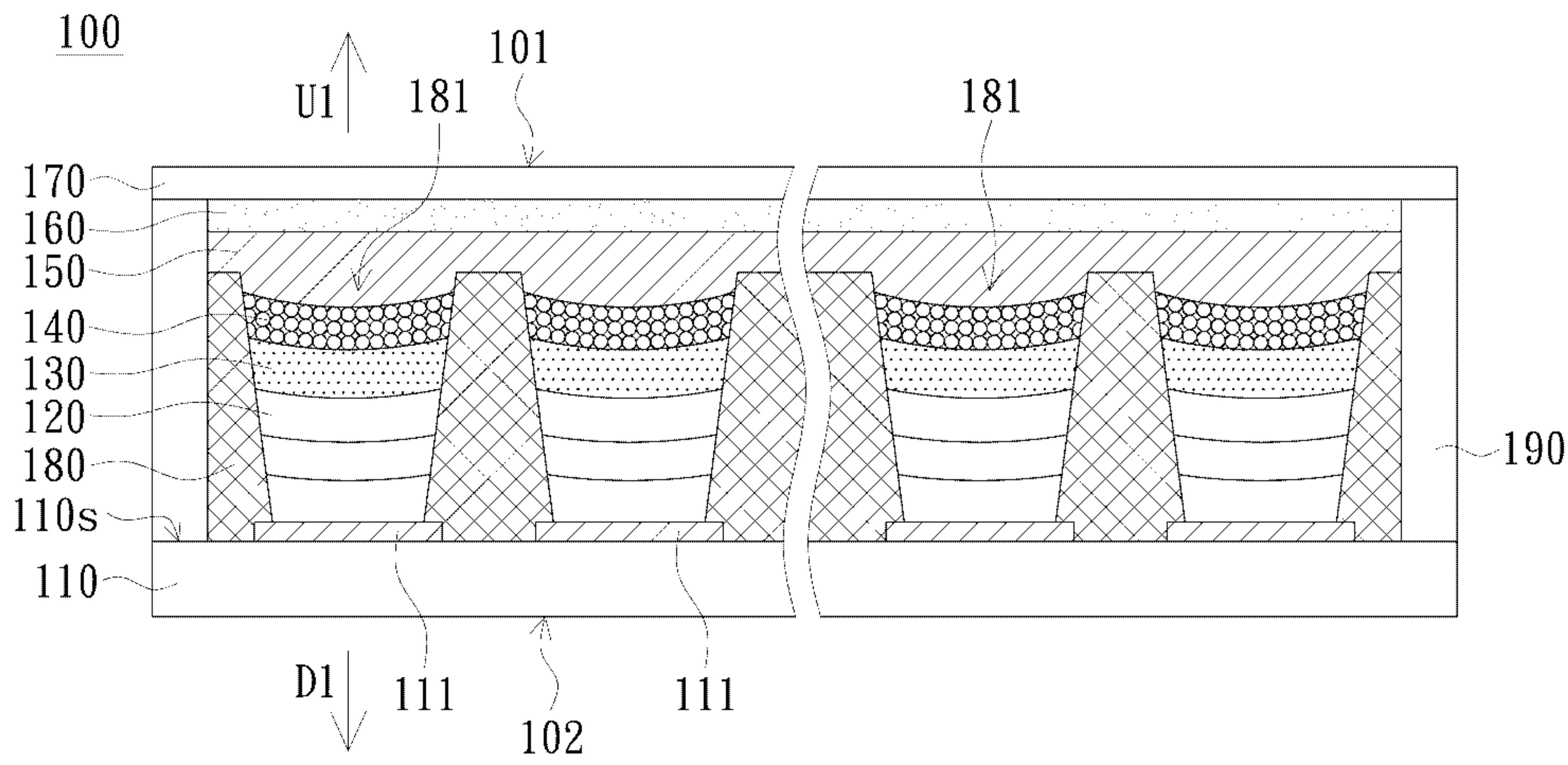


圖1A

符號簡單說明：

100:量子點顯示面板

101:第一側

102:第二側

110:控制基板

110s:平面

111:陽極

120:電洞載體層

130:量子點發光層

140:電子傳輸層

150:陰極

160:含氟改質材料

170:透明基板

180:網狀隔牆

181:網格

190:擋牆

D1、U1:方向



I710832

【發明摘要】

【中文發明名稱】 量子點顯示面板

【英文發明名稱】 QUANTUM DOT DISPLAY PANEL

【中文】

一種量子點顯示面板包括控制基板、多個電洞載體層、多個量子點發光層、多個電子傳輸層、陰極以及含氟改質材料。控制基板具有平面以及多個形成於此平面的陽極。這些電洞載體層分別覆蓋這些陽極。這些量子點發光層分別形成於這些電洞載體層上。這些電子傳輸層分別形成於這些量子點發光層上。各個量子點發光層位於電子傳輸層與電洞載體層之間，而各個電子傳輸層為金屬氧化物層。陰極覆蓋這些電子傳輸層。含氟改質材料覆蓋陰極，且含氟改質材料含有半氟聚合物。

【英文】

A quantum dot display panel includes a control substrate, a plurality of hole-carrier layers, a plurality of Quantum Dot Emmiting Layers (QD EMLs), a plurality of Electron Transport Layers (ETLs), a cathode, and a fluorinated treatment material. The control substrate has a flat surface and a plurality of anodes formed on the flat surface. The hole-carrier layers cover the anodes respectively. The QD EMLs are formed on the hole-carrier layers respectively. The ETLs are formed on the QD EMLs respectively. Each QD EML is between the ETL and the hole-carrier layer, and each ETL is a metal oxide layer. The cathode covers the ETLs. The fluorinated treatment material covers the cathode, and the fluorinated treatment material contains semi-fluorinated polymer.

【指定代表圖】圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

100：量子點顯示面板

101：第一側

102：第二側

110：控制基板

110s：平面

111：陽極

120：電洞載體層

130：量子點發光層

140：電子傳輸層

150：陰極

160：含氟改質材料

170：透明基板

180：網狀隔牆

181：網格

190：擋牆

D1、U1：方向

【發明說明書】

【中文發明名稱】 量子點顯示面板

【英文發明名稱】 QUANTUM DOT DISPLAY PANEL

【技術領域】

【0001】本發明有關於一種顯示面板，且特別是有關於一種量子點顯示面板。

【先前技術】

【0002】目前的顯示器技術已發展出量子點顯示面板，其具有比一般顯示器（例如傳統的液晶顯示器）較廣的色域（gamut），因此量子點顯示器能提供色飽和度（saturation）較佳的鮮豔影像。此外，目前有的量子點顯示面板屬於電致發光型（Electroluminescence，EL）顯示器，並具有發光層（Emitting Layer，EML）。當量子點顯示面板通電並運作時，電子與電洞會在發光層再結合（recombination）而產生光子，以使發光層發光，從而讓量子點顯示器顯示影像。

【發明內容】

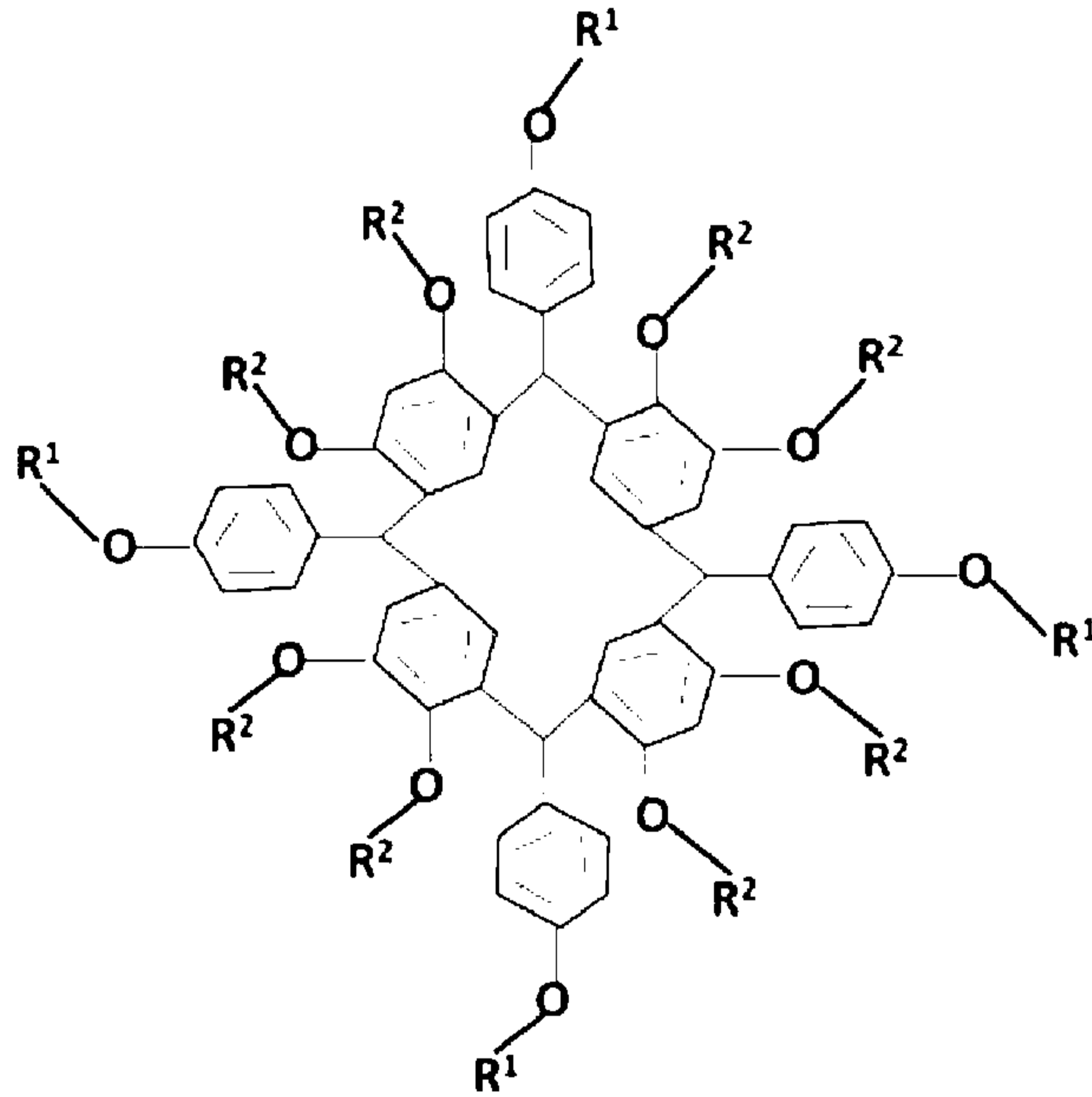
【0003】本發明提供一種量子點顯示面板，其利用含氟改質材料（fluorinated treatment material）來提升量子點顯示面板的效能（efficiency）。

【0004】本發明所提供的量子點顯示面板包括包括控制基板、多個電洞載體層、多個量子點發光層、多個電子傳輸層、陰極以及含氟改質材料。控制基板具有平面以及多個形成於此平面的陽極。這些電洞載體層分別覆蓋這些陽極。這些量子點發光層分別形成於這些電洞載體層上。這些電子傳輸層分別形成於這些量子點發光層上。各個量子點發光層位於電子傳輸層與電洞載體層之間，

而各個電子傳輸層為金屬氧化物層。陰極覆蓋這些電子傳輸層。含氟改質材料覆蓋陰極，且含氟改質材料含有半氟聚合物（semi-fluorinated polymer）。

【0005】在本發明至少一實施例中，上述含氟改質材料含有重量百分濃度（wt%）30%至50%的氟。

【0006】在本發明至少一實施例中，上述半氟聚合物包括以下化學結構：



其中 R^1 為半過氟烷基（semi-perfluoroalkyl），而 R^2 為氫(H)或叔丁氧羰基（tert-butoxycarbonyl）。

【0007】在本發明至少一實施例中，各個量子點發光層具有第一中央區以及圍繞第一中央區的第一邊緣區。第一中央區相對於控制基板的平面的高度小於第一邊緣區相對於此平面的高度。

【0008】在本發明至少一實施例中，各個電子傳輸層具有第二中央區以及圍繞第二中央區的第二邊緣區。第二中央區相對於平面的高度小於第二邊緣區相對於平面的高度。

【0009】在本發明至少一實施例中，各個電子傳輸層的材料選自於由氧化鋅（ZnO）、銦錫氧化物（Indium Tin Oxide, ITO）以及銦鋅氧化物（Indium Zinc Oxide, IZO）所組成的族群。

【0010】在本發明至少一實施例中，各個電子傳輸層包含多個金屬氧化物奈米顆粒。這些金屬氧化物奈米顆粒彼此堆疊，且各個金屬氧化物奈米顆粒的粒徑小於或等於10奈米。

【0011】在本發明至少一實施例中，上述陰極為金屬層，且陰極的材料包括鋁、鎂或銀。

【0012】在本發明至少一實施例中，各個量子點發光層的材料選自於鈣鈦礦（perovskite）、硫化鎘、硒化鎘、碲化鎘以及磷化銦所組成的族群。

【0013】在本發明至少一實施例中，上述量子點顯示面板還包括網狀隔牆與透明基板。網狀隔牆形成於控制基板的平面上，並具有多個網格，其中這些電洞載體層、這些量子點發光層以及這些電子傳輸層分別位於這些網格內，而陰極更覆蓋網狀隔牆。透明基板配置於含氟改質材料上，其中含氟改質材料位於透明基板與陰極之間。

【0014】本發明因採用含氟改質材料來改善量電子傳輸層以及與其鄰近的膜層（例如量子點發光層與陰極其中至少一者）之間的界面（interface），以減少被侷限（trapped）的電子，從而提升量子點顯示面板的效能。

【0015】為讓本發明的特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0016】

圖1A是本發明至少一實施例的量子點顯示面板的剖面示意圖。

圖1B是圖1A中的量子點顯示面板的放大示意圖。

圖2A是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電壓與電流密度（current density）之間的關係示意圖。

圖2B是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電壓與亮度（luminance）之間的關係示意圖。

圖2C是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電流密度與電流效率（current efficiency）之間的關係示意圖。

圖2D是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的光譜示意圖。

圖3A是圖1A中的量子點顯示面板的暫態電激發光分析（Transient Electroluminescence Analysis，TrEL Analysis）的示意圖。

圖3B是對照量子點顯示面板的暫態電激發光分析的示意圖。

圖4A是用於研究陰極與電子傳輸層之間界面的多層膜結構的剖面示意圖。

圖4B是圖4A中的多層膜結構的能隙（energy gap）示意圖。

圖4C是圖4A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者的電壓與電流密度之間的關係示意圖。

圖4D是圖4A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者光激發光（Photoluminescence，PL）的光譜示意圖。

圖5A是用於研究電子傳輸層與量子點發光層之間界面的多層膜結構的剖面示意圖。

圖5B是圖5A中的多層膜結構的能隙示意圖。

圖5C是圖5A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者的電壓與電流密度之間的關係示意圖。

圖5D是圖5A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者光激發光的光譜示意圖。

【實施方式】

【0017】在以下的內文中，將以相同的元件符號表示相同的元件。其次，為了清楚呈現本案的技術特徵，圖式中的元件（例如層、膜、基板以及區域等）的尺寸（例如長度、寬度、厚度與深度）會以不等比例的方式放大。因此，下文實施例的說明與解釋不受限於圖式中的元件所呈現的尺寸與形狀，而應涵蓋如實際製程及/或公差所導致的尺寸、形狀以及兩者的偏差。例如，圖式所示的平坦表面可以具有粗糙及/或非線性的特徵，而圖式所示的銳角可以是圓的。所以，本案圖式所呈現的元件主要是用於示意，並非旨在精準地描繪出元件的實際形狀，也非用於限制本案的申請專利範圍。

【0018】其次，本案內容中所出現的「約」、「近似」或「實質上」等這類用字不僅涵蓋明確記載的數值與數值範圍，而且也涵蓋發明所屬技術領域中具有通常知識者所能理解的可允許偏差範圍，其中此偏差範圍可由測量時所產生的誤差來決定，而此誤差例如是起因於測量系統或製程條件兩者的限制。此外，「約」可表示在上述數值的一個或多個標準偏差內，例如 $\pm 30\%$ 、 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 5\%$ 內。本案文中所出現的「約」、「近似」或「實質上」等這類用字可依光學性質、蝕刻性質、機械性質或其他性質來選擇可以接受的偏差範圍或標準偏差，並非單以一個標準偏差來套用以上光學性質、蝕刻性質、機械性質以及其他性質等所有性質。

【0019】圖1A是本發明至少一實施例的量子點顯示面板的剖面示意圖。請參閱圖1A，量子點顯示面板100包括控制基板110以及多個電洞載體層120，其中這些電洞載體層120皆形成於控制基板110的一側。詳細而言，控制基板110具有平面110s以及多個形成於平面110s的陽極111。這些電洞載體層120分別覆蓋這些陽極111，且可以接觸這些陽極111，但不限制於本發明至少一實施例。這些陽極111可呈陣列排列，並且可以是金屬層或透明導電膜（Transparent Conductive Film，TCF），其中陽極111可以是金屬層與透明導電膜至少一種彼此組合而成。

例如，陽極111可以是由至少兩種膜層堆疊而成，其中這些膜層可皆為金屬層或透明導電膜，或者這些膜層可包括金屬層與透明導電膜。陽極111可以是透明（transparent）或不透光（opaque）。陽極111可利用物理氣相沉積（Physical Vapor Deposition，PVD）來形成，例如濺鍍（sputtering）或蒸鍍（evaporation）。

【0020】上述透明導電膜的材料可以是透明金屬氧化物（Transparent Conductive Oxide，TCO），例如氧化鋅（ZnO）、銦錫氧化物（ITO）或銦鋅氧化物（IZO），或是這些透明金屬氧化物的任意組合。例如，陽極111可以是氧化鋅層或銦錫氧化物層，或是氧化鋅與銦鋅氧化物混合而成的膜層。當然，陽極111也可由其他透明導電材料所形成，所以構成陽極111的材料不限定是氧化鋅、銦錫氧化物與銦鋅氧化物其中至少一者。

【0021】控制基板110例如是元件陣列基板（component array substrate），並具有多個控制元件（未繪示），其中控制元件可為二極體或電晶體，例如薄膜電晶體（Thin Film Transistor，TFT）。所以，控制基板110可為主動元件陣列基板（控制元件例如是電晶體）或被動元件陣列基板（控制元件例如是二極體）。

【0022】控制基板110的結構實質上可相同於液晶顯示面板（Liquid Crystal Display Panel，LCD Panel）與有機發光二極體顯示面板（Organic Light-Emitting Diode Display Panel，OLED Display Panel）兩者元件陣列基板的結構，且控制基板110的製造方法也相似於液晶顯示面板與有機發光二極體顯示面板兩者元件陣列基板的製造方法。所以，即使圖1A未繪示出控制元件，本發明所屬技術領域中具有通常知識者也知曉控制基板110的結構與製造方法。

【0023】量子點顯示面板100還包括多個量子點發光層130以及多個電子傳輸層140，其中這些量子點發光層130分別形成於這些電洞載體層120上，而這些多個電子傳輸層140分別形成於這些量子點發光層130上。所以，各個量子點發光層130會位於電子傳輸層140與電洞載體層120之間，其中各個量子點發光層130

可以接觸電子傳輸層140與電洞載體層120，但不限制於本發明至少一實施例。電子傳輸層140為無機材料層。例如，各個電子傳輸層140為金屬氧化物層，其材料可以是透明金屬氧化物。

【0024】例如，各個電子傳輸層140的材料可選自於由氧化鋅、銦錫氧化物以及銦鋅氧化物所組成的族群。也就是說，電子傳輸層140可以是氧化鋅層、銦錫氧化物層或銦鋅氧化物層，或是氧化鋅、銦錫氧化物與銦鋅氧化物其中至少兩者混合而成。當然，電子傳輸層140也可含有氧化鋅、銦錫氧化物與銦鋅氧化物以外的材料，所以構成電子傳輸層140的材料不限定是以上透明金屬氧化物。

【0025】量子點顯示面板100還包括陰極150，其中陰極150覆蓋這些電子傳輸層140。陰極150也可接觸這些電子傳輸層140，如圖1A所示，但不限制於本發明至少一實施例。陰極150的材料可以包括鋁、鎂或銀，其中鎂以及銀能製作成可透光的薄金屬層，以使陰極150成為半透明(translucent)或透明的膜層。或者，陰極150也可以是由鋁所製成的不透光的厚金屬層。或者，陰極150也可以是由金屬氧化物所製成的透明導電電極。換句話說，陰極150可以是透明、半透明或不透光。此外，陰極150可以利用物理氣相沉積(例如濺鍍或蒸鍍)來形成。

【0026】電子傳輸層140的主要載子為電子，而電洞載體層120的主要載子為電洞。陰極150與陽極111能接收外部電源所輸入的電能，以使電子傳輸層140能注入電子至量子點發光層130，電洞載體層120能注入電洞至量子點發光層130。如此，電子與電洞可在量子點發光層130內再結合而產生光子，以使量子點顯示面板100發光，從而能顯示影像。

【0027】由於陰極150可為透明、半透明或不透光，因此量子點發光層130所發出的光線可從陰極150與陽極111其中至少一者出射。當陰極150透明或半透明時，量子點發光層130的光線可沿著方向U1傳遞，以使影像能顯示於量子點顯示面板100的第一側101。當陰極150不透光時，量子點發光層130的光線可沿著

方向D1傳遞，以使影像能顯示於量子點顯示面板100的第二側102，其中第一側101相對於第二側102。此外，當陰極150透明或半透明時，量子點發光層130的多道光線可以沿著方向U1與方向D1傳遞，以使影像能同時顯示於量子點顯示面板100的第一側101與第二側102，即量子點顯示面板100可以製作成透明顯示器。

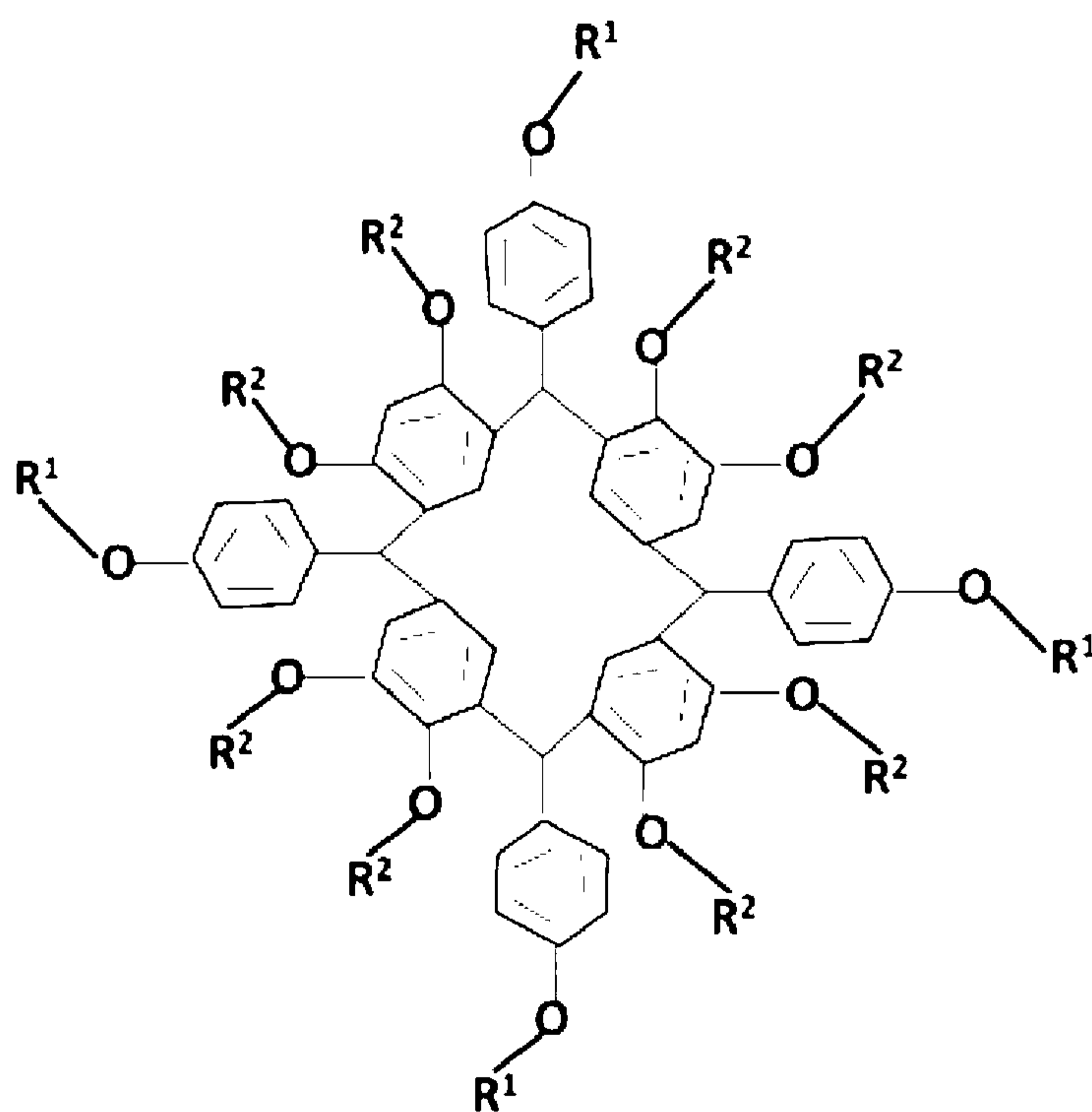
【0028】各個量子點發光層130含有多個量子點，且為無機材料層。各個量子點發光層130的材料可選自於鈣鈦礦、硫化鎘、硒化鎘、碲化鎘以及磷化銻所組成的族群。也就是說，量子點發光層130內的量子點材料可包括鈣鈦礦、硫化鎘、硒化鎘、碲化鎘以及磷化銻其中至少一種。此外，除了以上材料之外，量子點發光層130也可包括其他材料，所以量子點發光層130的材料不限定包括鈣鈦礦、硫化鎘、硒化鎘、碲化鎘與磷化銻其中任一種。

【0029】當量子點發光層130的材料為硫化鎘、硒化鎘或碲化鎘、磷化銻或這些材料的任意結合時，可改變量子點發光層130內的量子點尺寸來得到預定的能隙，以使量子點發光層130能發出具預定波長的光線。當量子點發光層130的材料為鈣鈦礦時，量子點發光層130內的量子點可具有鍵結的鹵素離子（halogen ion），而量子點發光層130的能隙可由不同種類的鹵素離子來決定，以使量子點發光層130能發出預定波長的光線。舉例而言，具有氯離子的鈣鈦礦（ CsPbCl_3 ）能發出藍光，具有溴離子的鈣鈦礦（ CsPbBr_3 ）能發出綠光，而具有碘離子的鈣鈦礦（ CsPbI_3 ）能發出紅光。

【0030】量子點顯示面板100還包括含氟改質材料160，其覆蓋陰極150。圖1A所示的含氟改質材料160可以全面性覆蓋陰極150，並可接觸陰極150，但不限制於本發明至少一實施例。含氟改質材料160可以是一種光阻材料，其基本上不會傷害有機發光二極體（OLED）的膜層。含氟改質材料160含有半氟聚合物，其中半氟聚合物是指部分氫原子被氟原子取代的聚合物。如果聚合物內的所有氫原子都被氟原子取代，則此聚合物為全氟聚合物（perfluorinated polymer）。

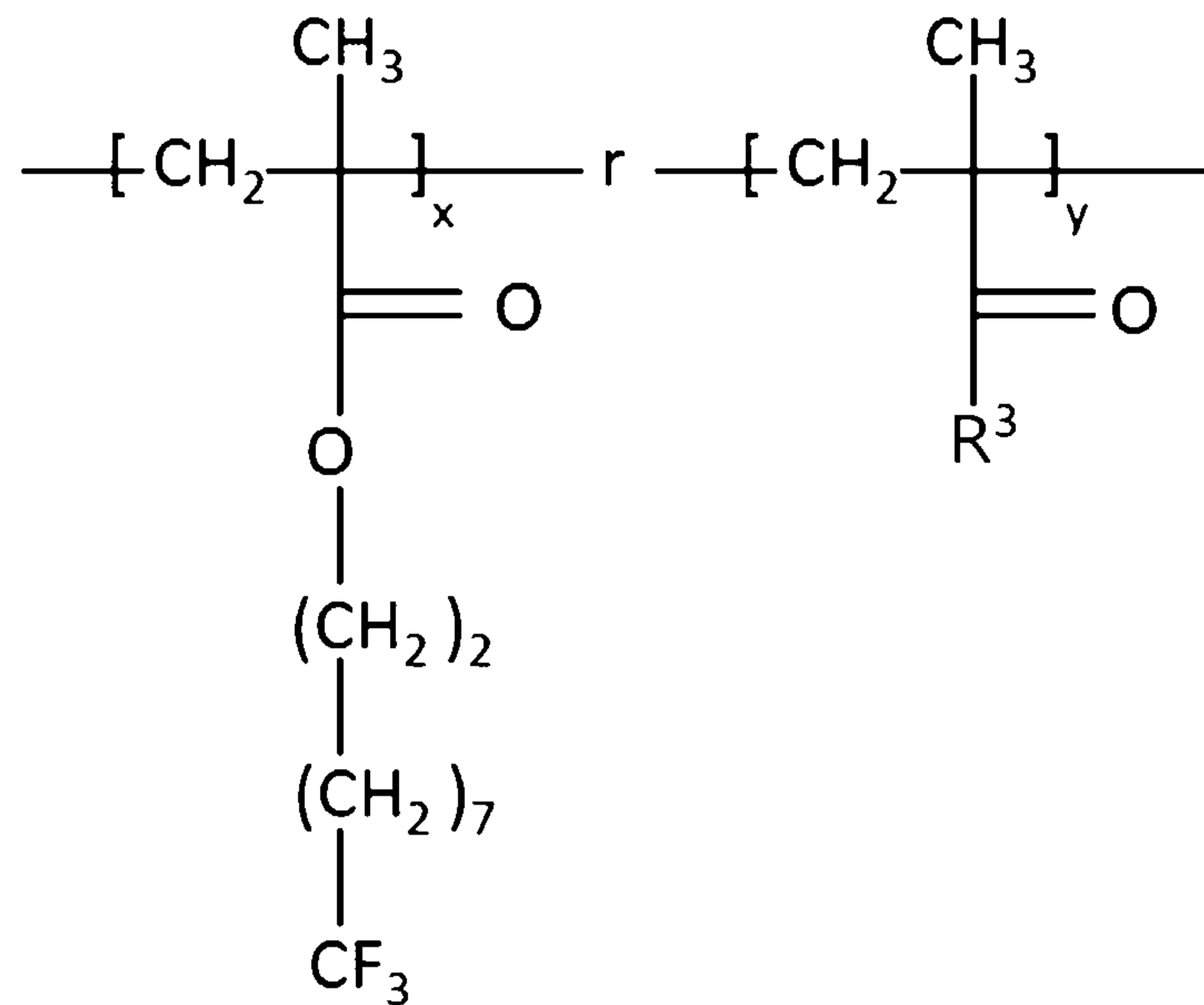
【0031】一般而言，半氟聚合物可以具有碳-氫鍵與碳-氟鍵。然而，全氟聚合物可以具有碳-氟鍵，但通常不具有碳-氫鍵。因此，半氟聚合物與全氟聚合物兩者的化學鍵（chemical bond）理應不相同，所以化學主結構都一樣半氟聚合物與全氟聚合物兩者的拉曼光譜（Raman spectrum）會呈現彼此不同的結果。換句話說，在半氟聚合物與全氟聚合物兩者化學主結構相同的條件下，可以利用拉曼光譜來分辨半氟聚合物以及全氟聚合物。

【0032】在本實施例中，上述半氟聚合物可以包括以下化學式（一）所示的化學結構。在化學式（一）中， R^1 為半過氟烷基，例如 $(CH_2)_n(CF_2)_mCF_3$ ，其中碳（C）的個數可為1至12，而n與m為正整數。 R^2 為氫（H）、叔丁氧羰基（tert-butoxycarbonyl）或甲基丙烯酸叔丁酯（tert-butyl methacrylate）。

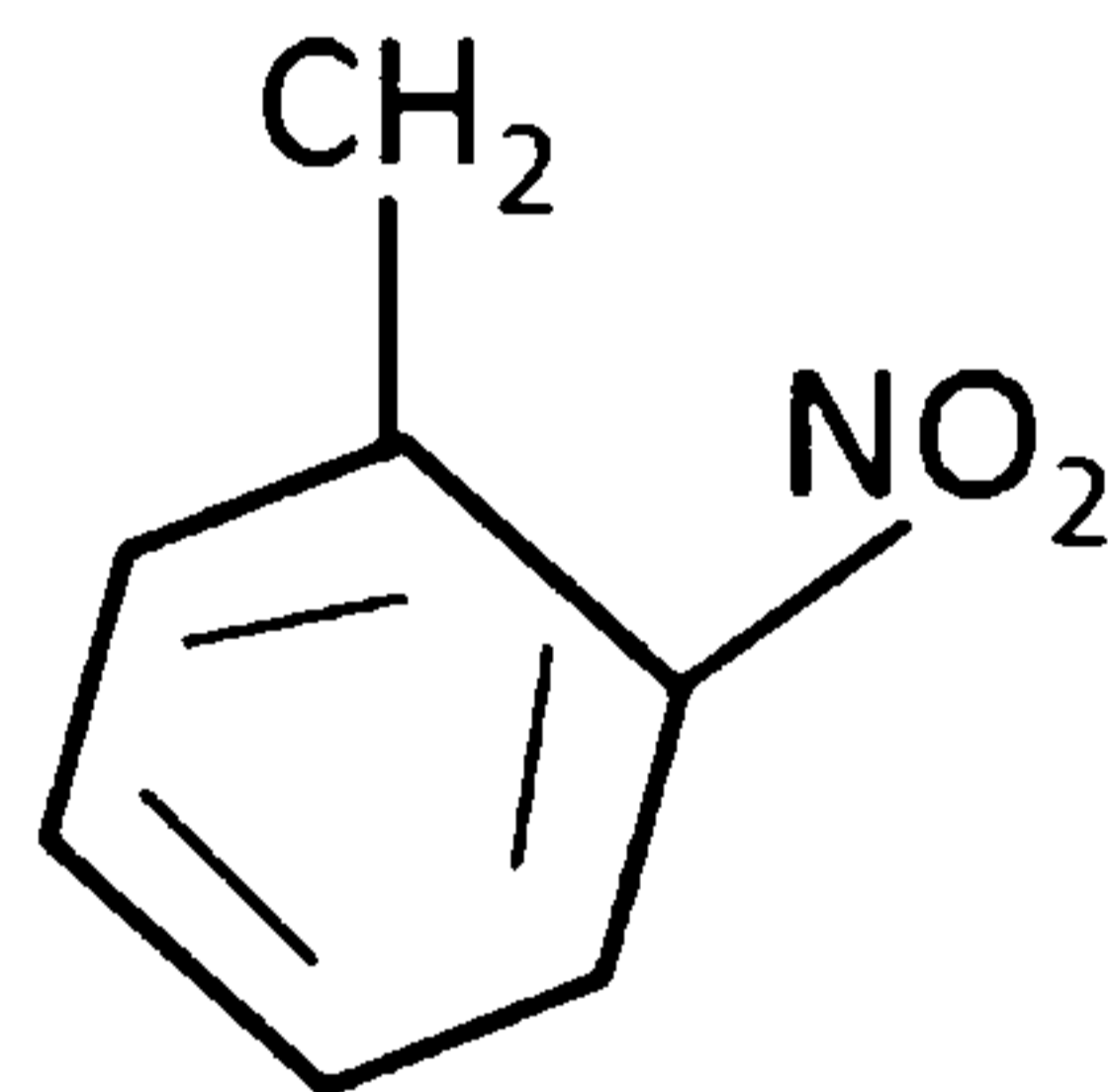


化學式（一）

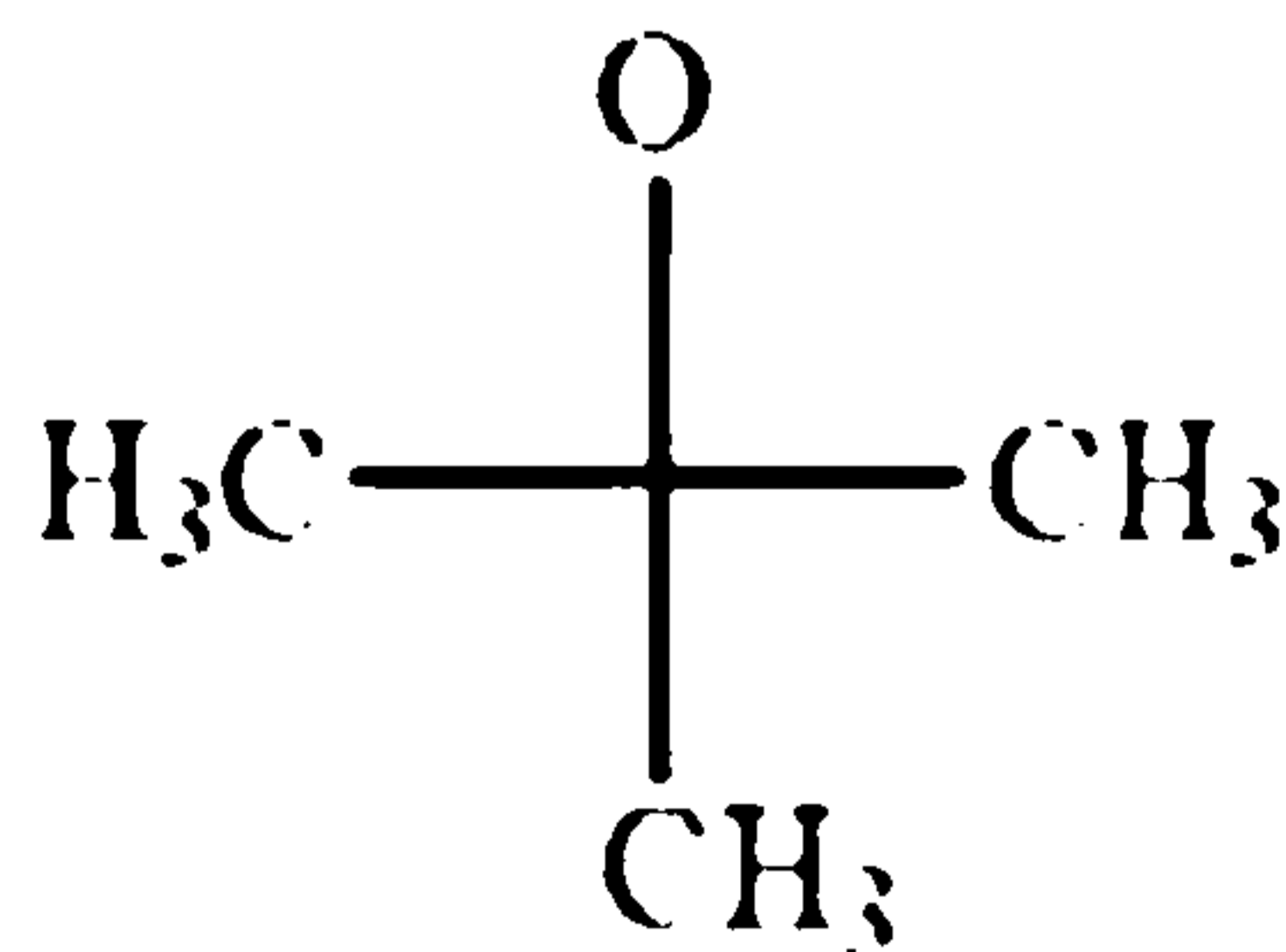
【0033】此外，上述半氟聚合物還可包括共聚物（copolymer），其具有以下化學式（二）的化學主結構，其中 R^3 可為氫氧根（OH）或以下化學式（三）或化學式（四）的化學結構。



化學式（二）



化學式（三）



化學式（四）

【0034】在本實施例中，量子點顯示面板100的效能可隨著含氟改質材料160中的氟的重量百分濃度變化而改變，如以下表格（一）所示。

	CIE1931 色度圖x	CIE1931 色度圖y	起始 電壓	電流效率 (LE)	電流效 率/y值 (LE/y)	外部 量子 效率	峰值 波長	半高 寬
樣品 A	0.144	0.067	5.0 伏特	1.30 cd/A	19.4	2.46 %	466 奈米	27 奈米
樣品 B	0.140	0.068	5.2 伏特	0.87 cd/A	12.79	1.91 %	466 奈米	26 奈米
樣品 C	0.143	0.063	7.2 伏特	1.02 cd/A	16.19	2.09 %	464 奈米	27 奈米

表格（一）

【0035】樣品A、B以及C分別代表三種不同量子點顯示面板100的藍色畫素（blue pixel），且在樣品A、B與C中，三者的電子傳輸層140的材料皆為氧化鋅，而三者的含氟改質材料160含有不同重量百分濃度的氟，其中樣品A含有重量百分濃度約37%的氟，樣品B含有重量百分濃度小於30%的氟，而樣品C含有重量百分濃度大於50%的氟。所以，樣品C中的氟的重量百分濃度最高，而樣品B中的氟的重量百分濃度最低。樣品A中的氟的重量百分濃度介於樣品B與C之間。

【0036】另外，在表格（一）中，「起始電壓」是指當樣品A、B與C的亮度達到1000坎德拉/每平方公尺（ cd/m^2 ）時，輸入至樣品A、B與C的電壓值，其中坎德拉/每平方公尺也可稱為尼特（nit）。「CIE1931色度圖x」與「CIE1931色度圖y」分別代表CIE1931色度圖中的座標X值與Y值，並且表示樣品A、B與C所發出的光線的顏色（其為藍色）在CIE1931色度圖上的座標。「電流效率（LE）」所示的單位 cd/A 是指「坎德拉/安培」，而「電流效率/y值（LE/y）」是指「電流效率（LE）」與「CIE1931色度圖y」之間的比值。

【0037】從表格(一)來看，樣品A、B以及C三者的峰值波長與半高寬((Full Width at Half Maximum, FWHM))十分相近，差異甚小。這表示含氟改質材料160的氟的重量百分濃度實質上不會影響量子點顯示面板100所發出的光線的波長，即上述氟的重量百分濃度實質上不會影響電子與電洞之間的再結合。其次，在樣品A、B與C中，樣品A具有最低的起始電壓以及最大的電流效率、電流效率/ γ 值與外部量子效率。可見，樣品A的效能比樣品B與C佳。

【0038】由此可知，含氟改質材料160所含的氟的重量百分濃度越多(例如樣品C)或越少(例如樣品B)並不能使量子點顯示面板100達到最佳化的效能，而在本實施例中，含氟改質材料160可以含有重量百分濃度30%至50%的氟，例如重量百分濃度約37%的氟，以使量子點顯示面板100在起始電壓、電流效率、電流效率/ γ 值以及外部量子效率方面能有好的表現。不過，必須說明的是，含氟改質材料160也可含有上述重量百分濃度範圍以外的氟，所以含氟改質材料160內的氟不限定只能介於以上重量百分濃度的範圍內。

【0039】量子點顯示面板100可以還包括網狀隔牆180。網狀隔牆180形成於控制基板110的平面110s上，並具有多個網格181，其中這些網格181是從網狀隔牆180的一側(例如上側)延伸至相對側(例如下側)，所以網格181為貫孔。這些網格181分別對準(aligning to)這些陽極111，所以這些網格181可呈陣列排列。這些電洞載體層120、這些量子點發光層130及這些電子傳輸層140分別位於這些網格181內，並在這些網格181內堆疊。

【0040】由於各個網格181為貫孔，並且對準陽極111，所以網狀隔牆180不會全面覆蓋陽極111。以圖1A為例，網狀隔牆180僅覆蓋陽極111的邊緣區域，但不覆蓋陽極111的中央區域。此外，這些網格181能定義量子點顯示面板100的次畫素(sub-pixel)，例如紅色畫素、綠色畫素及藍色畫素，而陰極150更全面性地覆蓋網狀隔牆180。

【0041】量子點顯示面板100可以還包括透明基板170，其可以是藍寶石基板、玻璃板或透明塑膠板，其中透明塑膠板例如是由聚甲基丙烯酸甲酯（Poly(methyl methacrylate)，PMMA，即壓克力）所製成。透明基板170配置於含氟改質材料160上，而含氟改質材料160位於透明基板170與陰極150之間，其中含氟改質材料160會填滿透明基板170與陰極150之間的空間。此外，量子點顯示面板100可還包括擋牆(dam)190，其連接於透明基板170與控制基板110之間，其中擋牆190可位於控制基板110的邊緣區域，並且圍繞網狀隔牆180。

【0042】圖1B是圖1A中的量子點顯示面板的放大示意圖。請參閱圖1A與圖1B，電洞載體層120、量子點發光層130以及電子傳輸層140皆可採用溶液製程(soluble process)來形成。也就是說，電洞載體層120、量子點發光層130與電子傳輸層140可用液態溶液來形成。例如，在形成網狀隔牆180之後，可將多種液態溶液依序噴入或滴入於這些網格181內，以依序形成電洞載體層120、量子點發光層130以及電子傳輸層140。由於這些液態溶液的內聚力(cohesion)小於這些液態溶液與網狀隔牆180之間的附著力(adhesion)，因此這些用溶液製程所形成的膜層會出現中央區域較周圍區域凹下的特徵。

【0043】具體而言，在同一個電洞載體層120中，電洞載體層120的中央相對於控制基板110平面110s的高度H21小於該電洞載體層120的邊緣相對於平面110s的高度H22，如圖1B所示。同理，量子點發光層130與電子傳輸層140也具有中央比周圍低的特徵。各個量子點發光層130具有第一中央區131以及圍繞第一中央區131的第一邊緣區132，其中第一中央區131相對於平面110s的高度H31小於第一邊緣區132相對於平面110s的高度H32。各個電子傳輸層140具有第二中央區141以及圍繞第二中央區141的第二邊緣區142，其中第二中央區141相對於平面110s的高度H41小於第二邊緣區142相對於平面110s的高度H42。

【0044】特別一提的是，網狀隔牆180可由光阻材料來形成，所以網狀隔牆180可經過曝光與顯影之後的光阻，其中網格181是在曝光與顯影之後而形成，而各個網格181的寬度並不均勻。以圖1B為例，網格181的最小寬度W1位於鄰近陽極111的底部，而網格181的最大寬度W2位於陰極150處，其中網格181是從陰極150朝向陽極111逐漸變窄。所以，從圖1B來看，網格181具有下窄上寬的結構。

【0045】另外，各個電子傳輸層140可包含多個金屬氧化物奈米顆粒143，其中這些金屬氧化物奈米顆粒143彼此堆疊。各個金屬氧化物奈米顆粒143的粒徑小於或等於10奈米，例如5奈米，所以這些金屬氧化物奈米顆粒143具有量子侷限效應（quantum confinement effect）。因此，金屬氧化物奈米顆粒143具有明顯不同於一般金屬氧化物薄膜的特徵。例如，當電子傳輸層140的材料為氧化鋅時，電子傳輸層140可由多個彼此堆疊的氧化鋅奈米顆粒所形成，所以電子傳輸層140與一般物理氣相沉積或化學氣相沉積（Chemical Vapor Deposition, CVD）所形成氧化鋅薄膜兩者的物理及化學特徵明顯不相同。換句話說，即使材料相同，由多個金屬氧化物奈米顆粒143所形成的電子傳輸層140實質上不等同於一般物理氣相沉積或化學氣相沉積所形成的金屬氧化物薄膜。

【0046】在本實施例中，電洞載體層120可包括有機材料層，且可為多層膜，即電洞載體層120可包括多層彼此堆疊的膜層。以圖1B為例，各個電洞載體層120包括第一電洞傳輸層121、第二電洞傳輸層122以及電洞注入層123，而在同一層電洞載體層120中，第一電洞傳輸層121、第二電洞傳輸層122以及電洞注入層123彼此堆疊，其中第一電洞傳輸層121、第二電洞傳輸層122與電洞注入層123皆可採用溶液製程來形成。此外，在圖1B所示的實施例中，第一電洞傳輸層121與第二電洞傳輸層122可皆為有機材料層，所以電洞載體層120可包括至少兩層有機材料層，但在其他實施例中，電洞載體層120可包括三層或三層以上的有機材料層。

層。所以，圖1B所示的電洞載體層120僅供舉例說明，並非用於限制電洞載體層120所包括的有機材料層的數量。

【0047】值得一提的是，含氟改質材料160能產生正向老化效應（positvie aging），以使在不實質改變量子點顯示面板100的發光波長的條件下，含氟改質材料160能提升量子點顯示面板100的效能，例如提升亮度、電流密度以及電流效率，如圖2A至圖2D所示，其中圖2A至圖2D皆是採用相同的材料組成與相同的製造方法所製成的量子點顯示面板100來進行測量。

【0048】圖2A是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電壓與電流密度之間的關係示意圖。請參閱圖1B與圖2A，在圖2A中，曲線A10代表量子點顯示面板100，而曲線A11代表對照量子點顯示面板，其中量子點顯示面板100與對照量子點顯示面板兩者之間的差異僅在於含氟改質材料160的有無。換句話說，曲線A10代表包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100，而曲線A11代表未包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100。

【0049】從圖2A來看，在輸入相同電壓的條件下，量子點顯示面板100能達到較大的電流密度，而對照量子點顯示面板卻達到較小的電流密度。換句話說，在達到相同電流密度的條件下，量子點顯示面板100所需的電壓會低於對照量子點顯示面板所需的電壓。以圖2A為例，在同樣達到電流密度為10毫安培/平方公分（mA/cm²）的條件下，量子點顯示面板100（曲線A10）需要約5.8伏特電壓，但是對照量子點顯示面板（曲線A11）卻需要7.3伏特電壓。

【0050】由此可見，包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100顯然具有較佳的電流密度特性，即含氟改質材料160能改善電流密度。此外，圖2A所示的曲線A10是在含氟改質材料160完成後經過至少3分鐘所測量得到。也就是說，在形成含氟改質材料160之後，無須經過長時間的等待（例如1小時，甚至是超過1天），量子點顯示面板100在電流密度方面就有不錯的表現。

【0051】圖2B是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電壓與亮度之間的關係示意圖。請參閱圖1B與圖2B，圖2B所示的曲線B10與B11分別代表量子點顯示面板100以及對照量子點顯示面板，其中曲線B10所代表的量子點顯示面板100包括含氟改質材料160，且曲線B10也是在含氟改質材料160完成後經過至少3分鐘所測量得到。曲線B11所代表的對照量子點顯示面板未包括含氟改質材料160，而圖2A與圖2B所測量的對照量子點顯示面板皆採用相同的材料組成以及相同的製造方法。從圖2B來看，在輸入相同電壓的條件下，量子點顯示面板100能達到較高的亮度，而對照量子點顯示面板卻達到較低的亮度。因此，含氟改質材料160可以在短時間內（至少3分鐘）改善量子點顯示面板100的亮度，從而提升量子點顯示面板100的發光效能。

【0052】圖2C是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的電流密度與電流效率之間的關係示意圖，其中圖2C所示的曲線C10與C11分別代表量子點顯示面板100與對照量子點顯示面板。與圖2A相同，曲線C10所代表的量子點顯示面板100包括含氟改質材料160，而曲線C11所代表的對照量子點顯示面板未包括含氟改質材料160。此外，圖2C所示的曲線C10也是在含氟改質材料160完成後經過至少3分鐘所測量得到，而圖2A與圖2C所表示的對照量子點顯示面板也是採用相同的材料組成以及相同的製造方法。

【0053】從圖2C來看，在相同的電流密度下，相較於對照量子點顯示面板，量子點顯示面板100具有較高的電流效率。以圖2C為例，量子點顯示面板100（曲線C10）的最大電流效率為2.21cd/A，而對照量子點顯示面板（曲線C11）的最大電流效率為1.62cd/A。由此可見，含氟改質材料160也能在短時間內（至少3分鐘）改善量子點顯示面板100的電流效率。

【0054】圖2D是圖1A中的量子點顯示面板與對照量子點顯示面板兩者的光譜示意圖。請參閱圖1B與圖2D，圖2D所示的光譜D10與D11分別代表量子點顯

示面板100以及對照量子點顯示面板，其中圖2D所示的對照量子點顯示面板所採用的材料組成與製造方法皆相同於圖2A所示的對照量子點顯示面板。另外，光譜D10也是在含氟改質材料160完成後經過至少3分鐘所測量得到。

【0055】從圖2D來看，量子點顯示面板100與對照量子點顯示面板兩者的光譜D10與D11相似。即使將位於峰值處的光譜放大成光譜圖D30，仍可以發現光譜D10與D11兩者差異很小。這表示含氟改質材料160實質上不會影響電子與電洞之間的再結合。因此，量子點顯示面板100所發出的光線的波長實質上是不受含氟改質材料160的影響。此外，特別一提的是，以上圖2A至圖2D中的曲線A10、B10、C10以及光譜D10所代表的量子點顯示面板100，其含氟改質材料160含有重量百分濃度約37%的氟，如同表格（一）的樣品A。

【0056】圖3A是圖1A中的量子點顯示面板的暫態電激發光分析的示意圖，而圖3B是對照量子點顯示面板的暫態電激發光分析的示意圖。請參閱圖3A與圖3B，圖3A的暫態電激發光分析是針對包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100，其中此含氟改質材料160可含有重量百分濃度約37%的氟，而圖3A也是在含氟改質材料160完成後經過至少3分鐘所測量得到。圖3B的暫態電激發光分析是針對未包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100，且圖3A所表示的量子點顯示面板100與圖3B所表示的對照量子點顯示面板兩者差異僅在於含氟改質材料160的有無。此外，圖3A所表示的量子點顯示面板100所採用的材料組成與製造方法皆相同於圖2A所表示的量子點顯示面板100。

【0057】在圖3A中，曲線V070、V075與V080分別代表為啟動量子點顯示面板100發光所輸入的不同電壓，其中曲線V070意指輸入7伏特電壓至量子點顯示面板100，曲線V075意指輸入7.5伏特電壓至量子點顯示面板100，而曲線V080意指輸入8伏特電壓至量子點顯示面板100。同理，在圖3B中，曲線V170意指輸

入7伏特電壓至對照量子點顯示面板，曲線V175意指輸入7.5伏特電壓至對照量子點顯示面板，而曲線V180意指輸入8伏特電壓至對照量子點顯示面板。

【0058】比較圖3A與圖3B，在輸入相同電壓的條件下，不論是輸入電壓是7伏特、7.5伏特或8伏特，量子點顯示面板100從開始到發出飽和強度的光線的時間明顯少於對照量子點顯示面板從開始到發出飽和強度的光線的時間，其中飽和強度是指最大強度的光線，即飽和強度是指圖3A與圖3B中等於1的規一化光強度（normalized intensity）。以圖3A為例，當以7至8伏特電壓啟動量子點顯示面板100發光時，量子點顯示面板100在啟動後5微秒內所發出的光線的強度可大於50%的飽和強度，其中50%的飽和強度是指圖3A中等於0.5的規一化光強度。

【0059】反觀，在圖3B中，當以7至8伏特電壓啟動對照量子點顯示面板發光時，對照量子點顯示面板在啟動後5微秒內所發出的光線的強度仍不及50%的飽和強度。也就是說，與未包括含氟改質材料160的對照量子點顯示面板相比，包括含氟改質材料160的量子點顯示面板100能較快速地發出飽和強度的光線。由此可知，含氟改質材料160確實能縮短量子點顯示面板100發出飽和強度的光線的時間，以加速量子點顯示面板100的光線達到飽和強度。

【0060】根據以上圖2A至圖2D、圖3A以及圖3B，含氟改質材料160確實能在實質上不改變量子點顯示面板100光譜的條件下，提升電流密度、發光功率以及電流效率，並能縮短達到飽和強度的時間。因此，合理推測含氟改質材料160有改善電子載體層（即陰極150與電子傳輸層140）界面的功效。例如，含氟改質材料160的半氟聚合物所擴散出來的離子或原子能修補陰極150與電子傳輸層140之間以及電子傳輸層140與量子點發光層130之間其中至少一處界面的缺陷（defect），以減少被侷限的電子。圖4A與圖5A提出兩種多層膜結構400與500來分別形成以上兩處的界面，以研究含氟改質材料160對上述兩處界面的影響。

【0061】圖4A是用於研究陰極與電子傳輸層之間界面的多層膜結構的剖面示意圖，而圖4B是圖4A中的多層膜結構的能隙示意圖。請參閱圖4A與圖4B，多層膜結構400是一種純電子載體元件（electron only device），即多層膜結構400內的主要載子為電子。多層膜結構400包括基板410、電子傳輸層140、陰極150以及含氟改質材料160。與圖1B所示的量子點顯示面板100相似，在圖4A所示的多層膜結構400中，電子傳輸層140、陰極150以及含氟改質材料160也是依序堆疊於基板410上，而電子傳輸層140位於基板410與陰極150之間。

【0062】在圖4A所示的實施例中，電子傳輸層140是由多個彼此堆疊的氧化鋅奈米顆粒所形成，而陰極150為鋁金屬層，其中電子傳輸層140（氧化鋅）具有較高的能階，而陰極150（鋁）具有較低的能階，如圖4B所示。由於多層膜結構400為純電子載體元件，所以圖4B僅繪示上半部供電子躍遷的能隙，省略繪示下半部供電洞躍遷的能隙。基板410為金屬氧化物基板，其具有一層金屬氧化物薄膜，而圖4A所示的基板410為銻錫氧化物基板，並具有一層銻錫氧化物薄膜（未繪示），其可以與電子傳輸層140接觸。從圖4B來看，基板410的能階（即銻錫氧化物的能階）低於陰極150的能階。此外，銻錫氧化物（基板410）的能階約為 -5.2eV ，而鋁金屬層（陰極150）的能階約為 -4.3eV 。

【0063】圖4C是圖4A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者的電壓與電流密度之間的關係示意圖。請參閱圖4A與圖4C，圖4C中的曲線40c代表圖4A中的多層膜結構400，而曲線41c代表對照多層膜結構。對照多層膜結構與多層膜結構400相似，惟兩者差異僅在於含氟改質材料160的有無，即多層膜結構400包括含氟改質材料160，但對照多層膜結構未包括含氟改質材料160。從圖4C來看，對照多層膜結構與多層膜結構400兩者的電壓與電流密度之間的變化相似，即兩者在電流密度方面的表現沒有很大的差異，因此推測含氟改質材料160對於電子傳輸層140與陰極150之間的界面較無顯著的影響。

【0064】圖4D是圖4A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者光激發光的光譜示意圖，其中圖4D是用紫外光雷射光束照射於圖4A中的多層膜結構400與上述對照多層膜結構來達到光激發光的現象，而上述紫外光雷射光束的波長可介於380奈米至400奈米之間。請參閱圖4A與圖4D，圖4D中的光譜40d代表圖4A中的多層膜結構400，而光譜41d代表上述對照多層膜結構。從圖4D來看，光譜40d與光譜41d相似，甚至兩者大部分區段彼此重疊。這表示含氟改質材料160實質上不會影響陰極150與電子傳輸層140之間界面的能階。

【0065】圖5A是用於研究電子傳輸層與量子點發光層之間界面的多層膜結構的剖面示意圖，而圖5B是圖5A中的多層膜結構的能隙示意圖。請參閱圖5A與圖5B，多層膜結構500也是純電子載體元件，並包括基板410、兩層電子傳輸層140、量子點發光層130、陰極150以及含氟改質材料160，其中這兩層電子傳輸層140、量子點發光層130以及陰極150皆配置於基板410上。量子點發光層130形成於這兩層電子傳輸層140之間，其中一層電子傳輸層140形成在基板410上，而陰極150形成在另一層電子傳輸層140上。此外，除了量子點發光層130外，圖5A中的多層膜結構500與圖4A中的多層膜結構400兩者膜層的構成材料都相同。

【0066】圖5C是圖5A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者的電壓與電流密度之間的關係示意圖。請參閱圖5A與圖5C，圖5C中的曲線50c代表圖5A中的多層膜結構500，而曲線51c代表對照多層膜結構，其中多層膜結構500包括含氟改質材料160，而對照多層膜結構未包括含氟改質材料160，即多層膜結構500與對照多層膜結構兩者差異僅在於含氟改質材料160的有無。

【0067】從圖5C來看，當輸入相同電壓至多層膜結構500與對照多層膜結構時，多層膜結構500所達到的電流密度明顯大於對照多層膜結構所達到的電流密度。由此可見，含氟改質材料160確實能改善電子傳輸層140與量子點發光層130

之間的界面。例如，含氟改質材料160可能會修復存在於電子傳輸層140與量子點發光層130之間界面的缺陷，以減少被侷限的電子，從而提升電流密度。

【0068】圖5D是圖5A中的多層膜結構與對照多層膜結構兩者光激發光的光譜示意圖，其中圖5D是用紫外光雷射光束照射於圖5A中的多層膜結構500與上述對照多層膜結構來達到光激發光，而圖5D所採用的紫外光雷射光束相同於圖4D所採用的紫外光雷射光束。請參閱圖5A與圖5D，圖5D中的光譜50d代表圖5A中的多層膜結構500，而光譜51d代表上述對照多層膜結構。從圖5D來看，光譜50d的峰值波長與光譜51d的峰值波長兩者實質上相同，且在峰值以外的區段，光譜50d與光譜51d相當相似，甚至重疊。換句話說，含氟改質材料160實質上也不會影響電子傳輸層140以及量子點發光層130之間界面的能階。

【0069】不過，光譜50d的峰值強度明顯高於光譜51d的峰值強度。這表示在多層膜結構500中，對應峰值強度的能隙可被紫外光雷射光束激發出更多的光子。相較於對照多層膜結構，在多層膜結構500中，電子傳輸層140與量子點發光層130之間的界面存有較多未被侷限的電子，所以紫外光雷射光束能激發出較多電子，以產生更多光子，從而提高光譜50d的峰值強度。由此可知，含氟改質材料160能改善電子傳輸層140與量子點發光層130之間的界面，例如修復上述界面內的缺陷，以減少被侷限的電子，從而提升電流密度等效能。

【0070】根據以上圖4C、圖4D、圖5C以及圖5D所示的結果，含氟改質材料160確實能改善電子傳輸層140與量子點發光層130之間的界面，但對於電子傳輸層140與陰極150之間的界面沒有顯著的影響。然而，必須強調的是，圖4C、圖4D、圖5C與圖5D所示的結果是基於電子傳輸層140由多個彼此堆疊的氧化鋅奈米顆粒所形成以及陰極150為鋁金屬層的前提下。

【0071】倘若電子傳輸層140與陰極150兩者採用其他材料，含氟改質材料160也能影響並改善電子傳輸層140與陰極150之間的界面。因此，在圖4A至圖5D的

實施例中，含氟改質材料160能改善電子傳輸層140與量子點發光層130之間的界面，但在其他實施例中，含氟改質材料160也能改善電子傳輸層140與陰極150之間的界面，或是一起改善這兩界面。所以，含氟改質材料160不限定只能改善電子傳輸層140與量子點發光層130之間的界面。

【0072】綜上所述，利用上述含氟改質材料，能產生正向老化效應，以改善量子點發光層以及與其鄰近的膜層之間的界面，例如修補存在於電子傳輸層與量子點發光層之間界面的缺陷，以減少被侷限（trapped）的電子。如此，上述含氟改質材料得以提升量子點顯示面板的效能。

【0073】雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明精神和範圍內，當可作些許更動與潤飾，因此本發明保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0074】

40c、41c、50c、51c、A10、A11、B10、B11、C10、C11、V070、V075、V080、V170、V175、V180：曲線

40d、41d、50d、51d：光譜

100：量子點顯示面板

101：第一側

102：第二側

110：控制基板

110s：平面

111：陽極

120：電洞載體層

- 121：第一電洞傳輸層
- 122：第二電洞傳輸層
- 123：電洞注入層
- 130：量子點發光層
- 131：第一中央區
- 132：第一邊緣區
- 140：電子傳輸層
- 141：第二中央區
- 142：第二邊緣區
- 143：金屬氧化物奈米顆粒
- 150：陰極
- 160：含氟改質材料
- 170：透明基板
- 180：網狀隔牆
- 181：網格
- 190：擋牆
- 400、500：多層膜結構
- 410：基板
- D1、U1：方向
- D10、D11：光譜
- D30：光譜圖
- H21、H22、H31、H32、H41、H42：高度
- W1：最小寬度
- W2：最大寬度

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種量子點顯示面板，包括：

一控制基板，具有一平面以及多個形成於該平面的陽極；

多個電洞載體層，分別覆蓋該些陽極；

多個量子點發光層，分別形成於該些電洞載體層上；

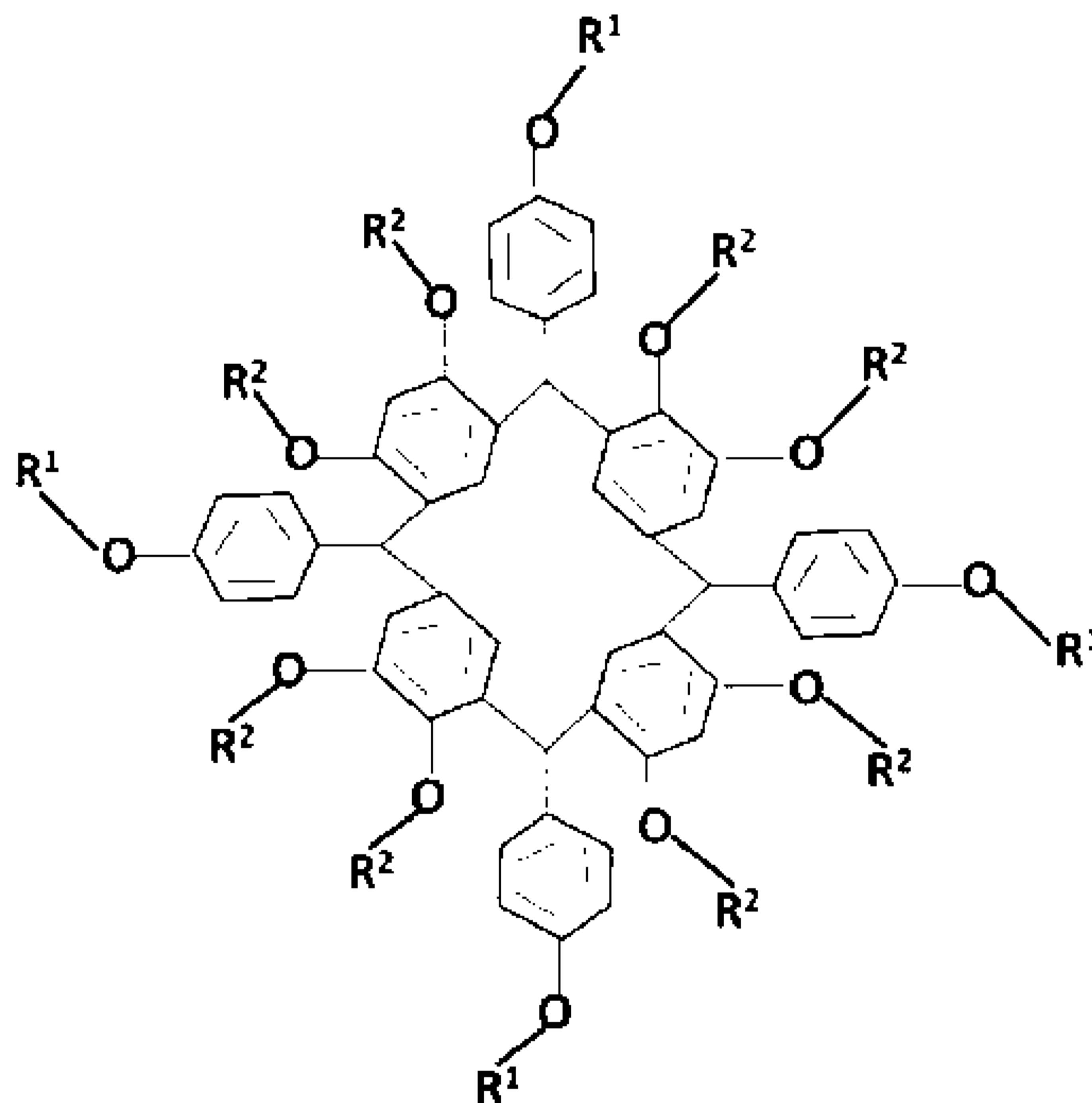
多個電子傳輸層，分別形成於該些量子點發光層上，其中各該量子點發光層位於該電子傳輸層與該電洞載體層之間，而各該電子傳輸層為金屬氧化物層；

一陰極，覆蓋該些電子傳輸層；以及

一含氟改質材料，覆蓋該陰極，其中該含氟改質材料含有一半氟聚合物；

其中該含氟改質材料含有重量百分濃度 30%至 50%的氟。

【第2項】 如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中該半氟聚合物包括以下化學結構：



其中 R^1 為半過氟烷基，而 R^2 為氫或叔丁氧羰基。

【第3項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中各該量子點發光層具有一第一中央區以及一圍繞該第一中央區的第一邊緣區，該第一中央區相對於該控制基板的該平面的高度小於該第一邊緣區相對於該平面的高度。

【第4項】如請求項 3 所述的量子點顯示面板，其中各該電子傳輸層具有一第二中央區以及一圍繞該第二中央區的第二邊緣區，該第二中央區相對於該平面的高度小於該第二邊緣區相對於該平面的高度。

【第5項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中各該電子傳輸層的材料選自於由氧化鋅、銦錫氧化物以及銦鋅氧化物所組成的族群。

【第6項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中各該電子傳輸層包含多個金屬氧化物奈米顆粒，該些金屬氧化物奈米顆粒彼此堆疊，且各該金屬氧化物奈米顆粒的粒徑小於或等於 10 奈米。

【第7項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中該陰極為金屬層，且該陰極的材料包括鋁、鎂或銀。

【第8項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，其中各該量子點發光層的材料選自於鈣鈦礦、硫化鎘、硒化鎘、碲化鎘以及磷化銦所組成的族群。

【第9項】如請求項 1 所述的量子點顯示面板，還包括：

一網狀隔牆，形成於該控制基板的該平面上，並具有多個網格，其中該些電洞載體層、該些量子點發光層以及該些電子傳輸層分別位於該些網格內，而該陰極更覆蓋該網狀隔牆；以及

一透明基板，配置於該含氟改質材料上，其中該含氟改質材料位於該透明基板與該陰極之間。

【發明圖式】

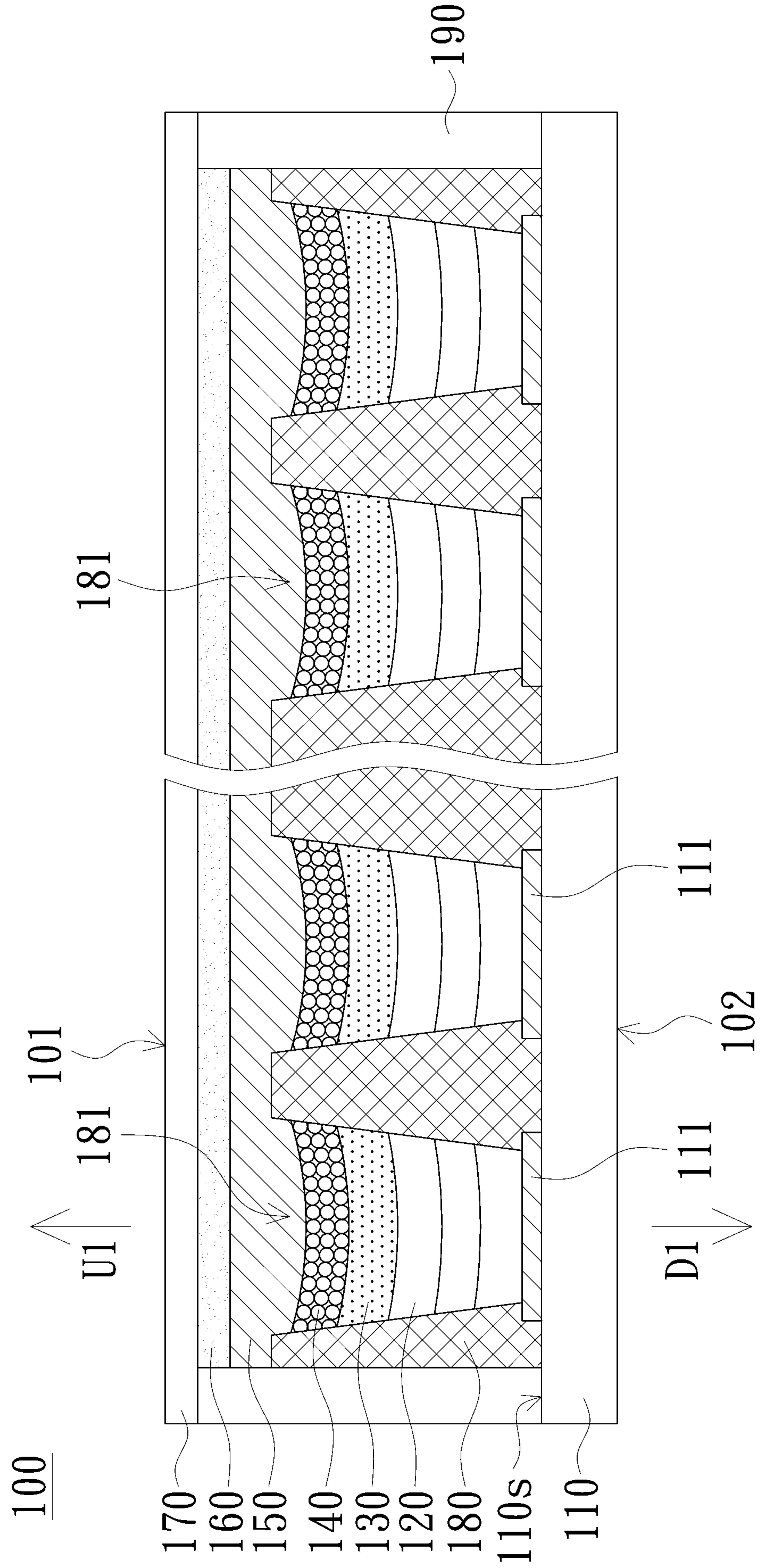


圖1A

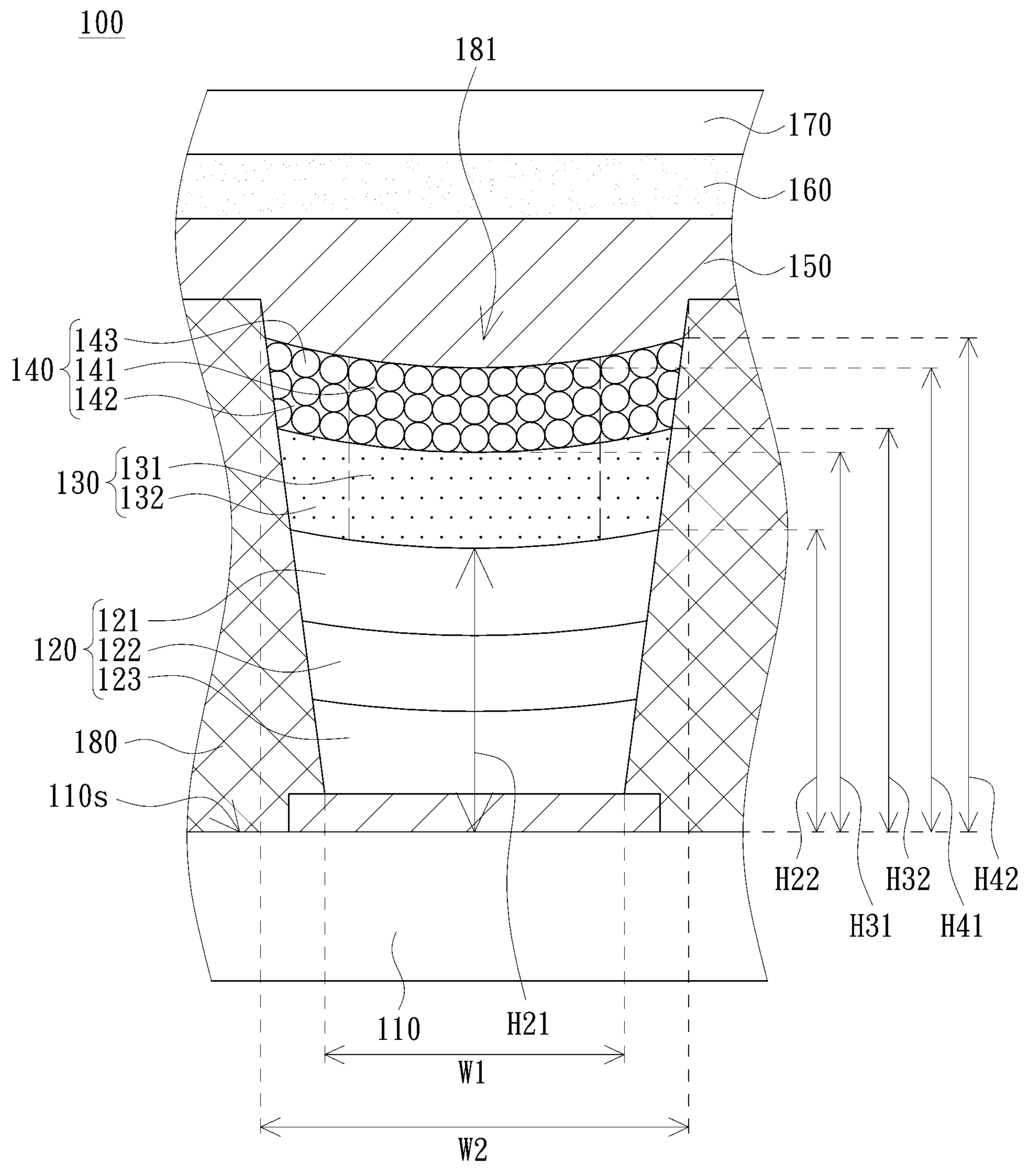


圖 1B

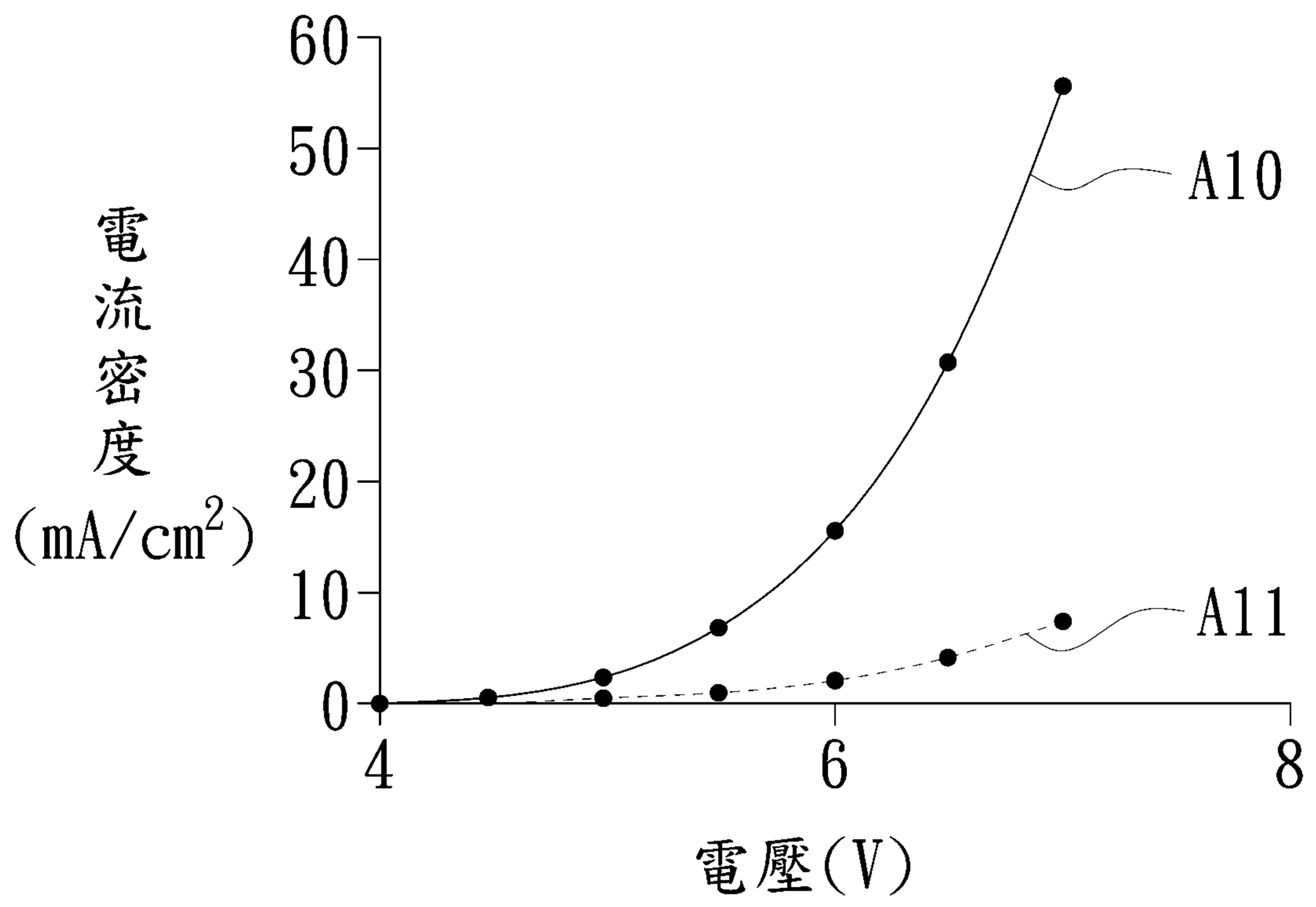


圖 2A

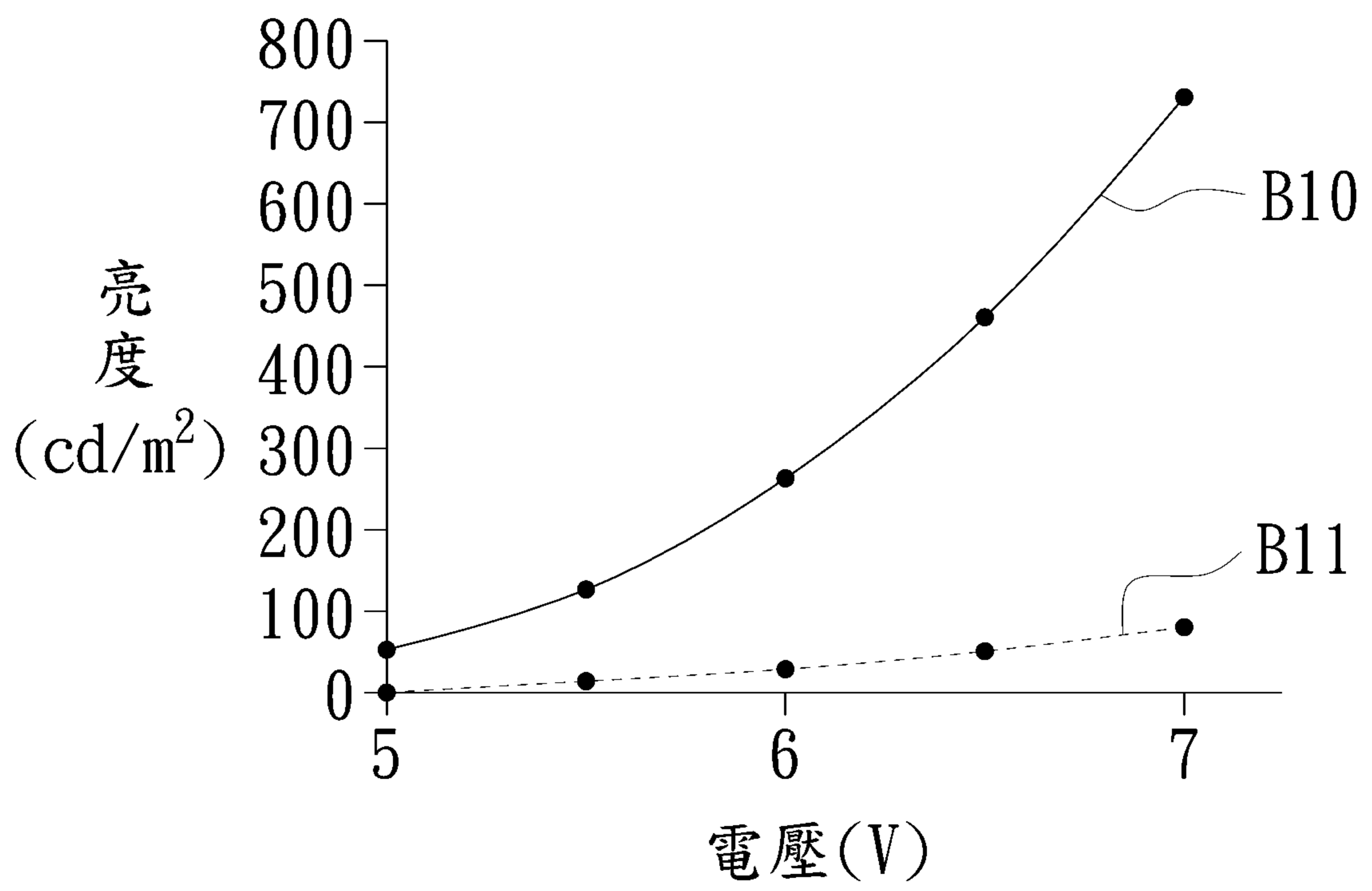


圖 2B

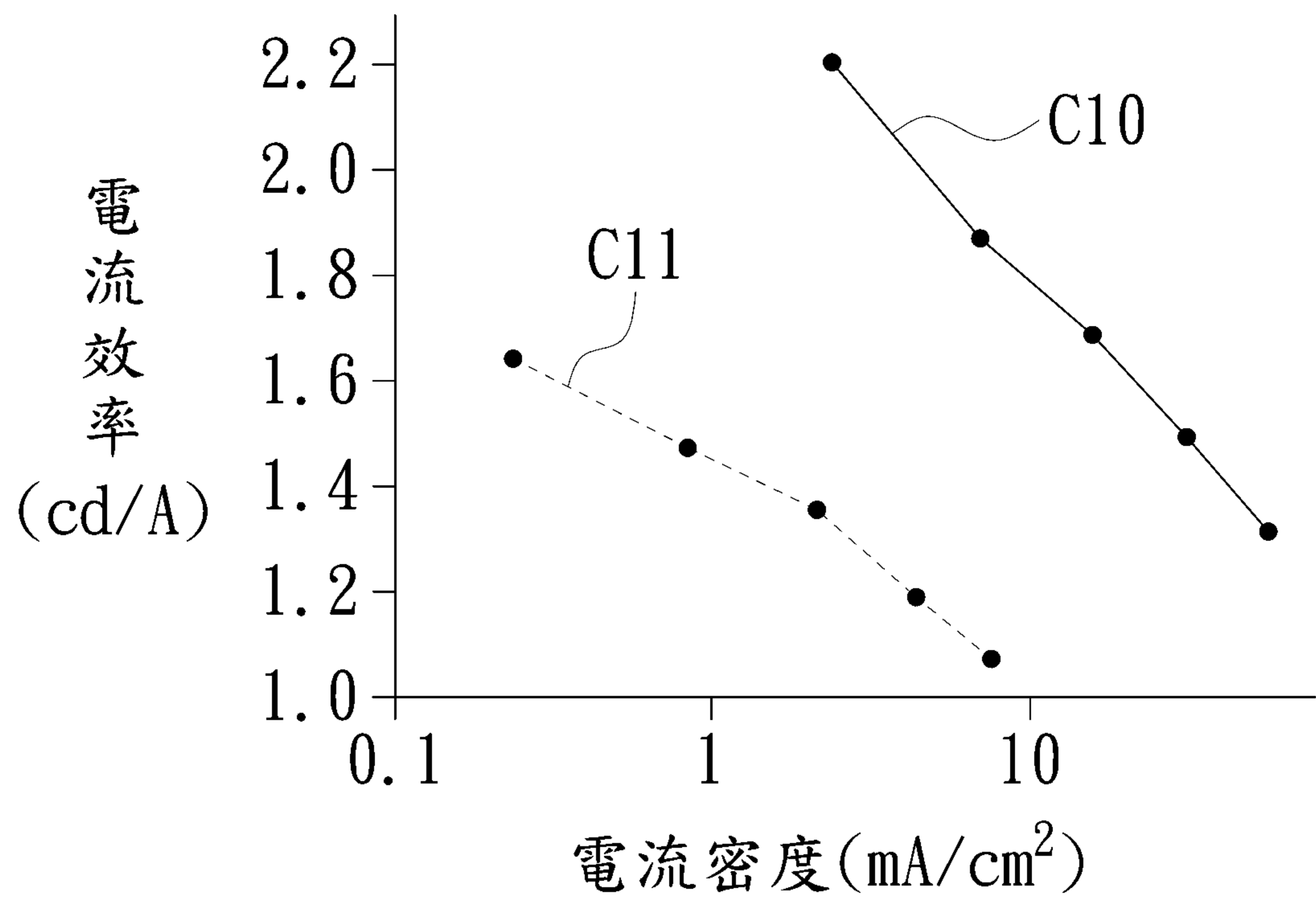


圖 2C

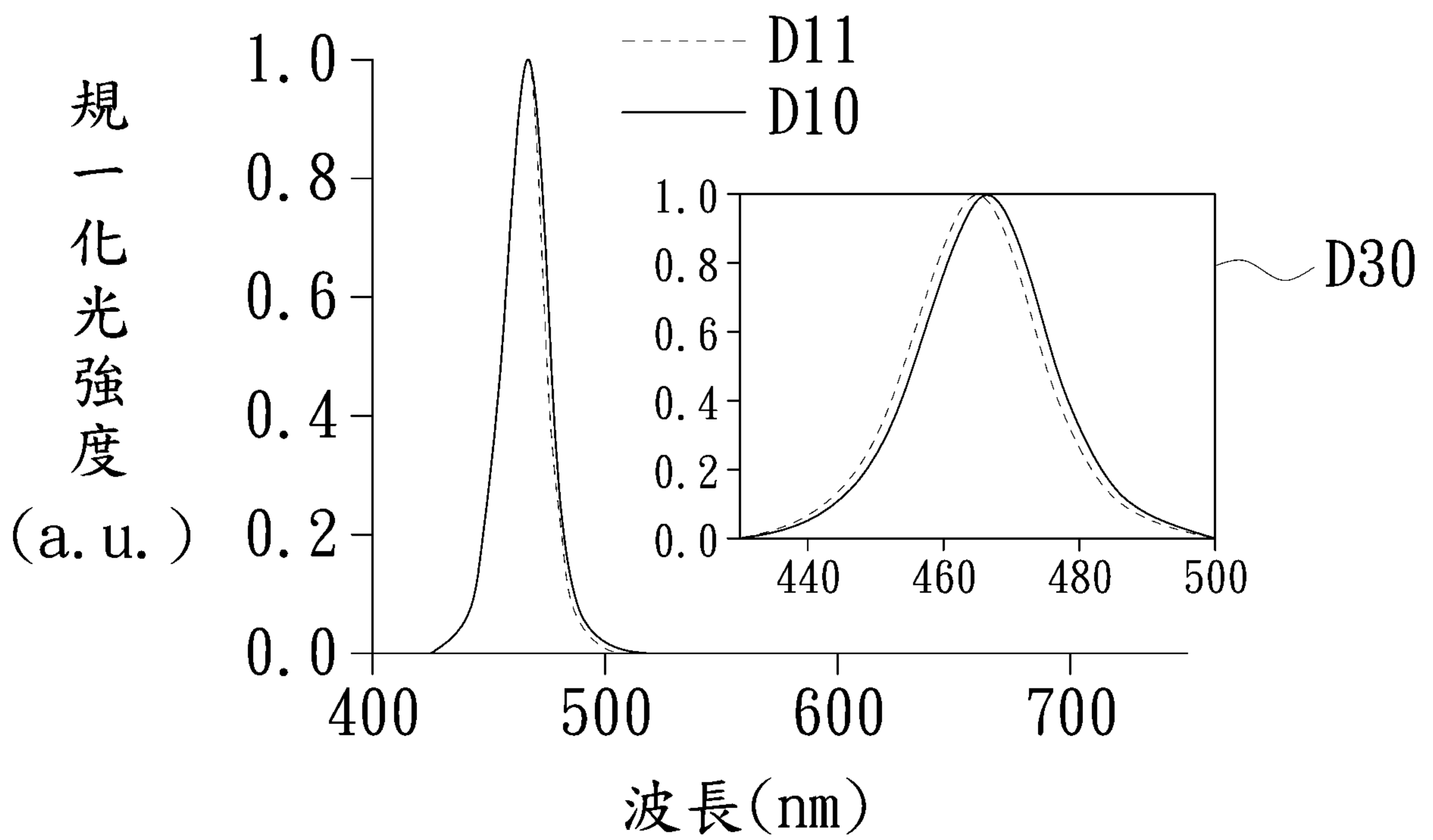


圖 2D

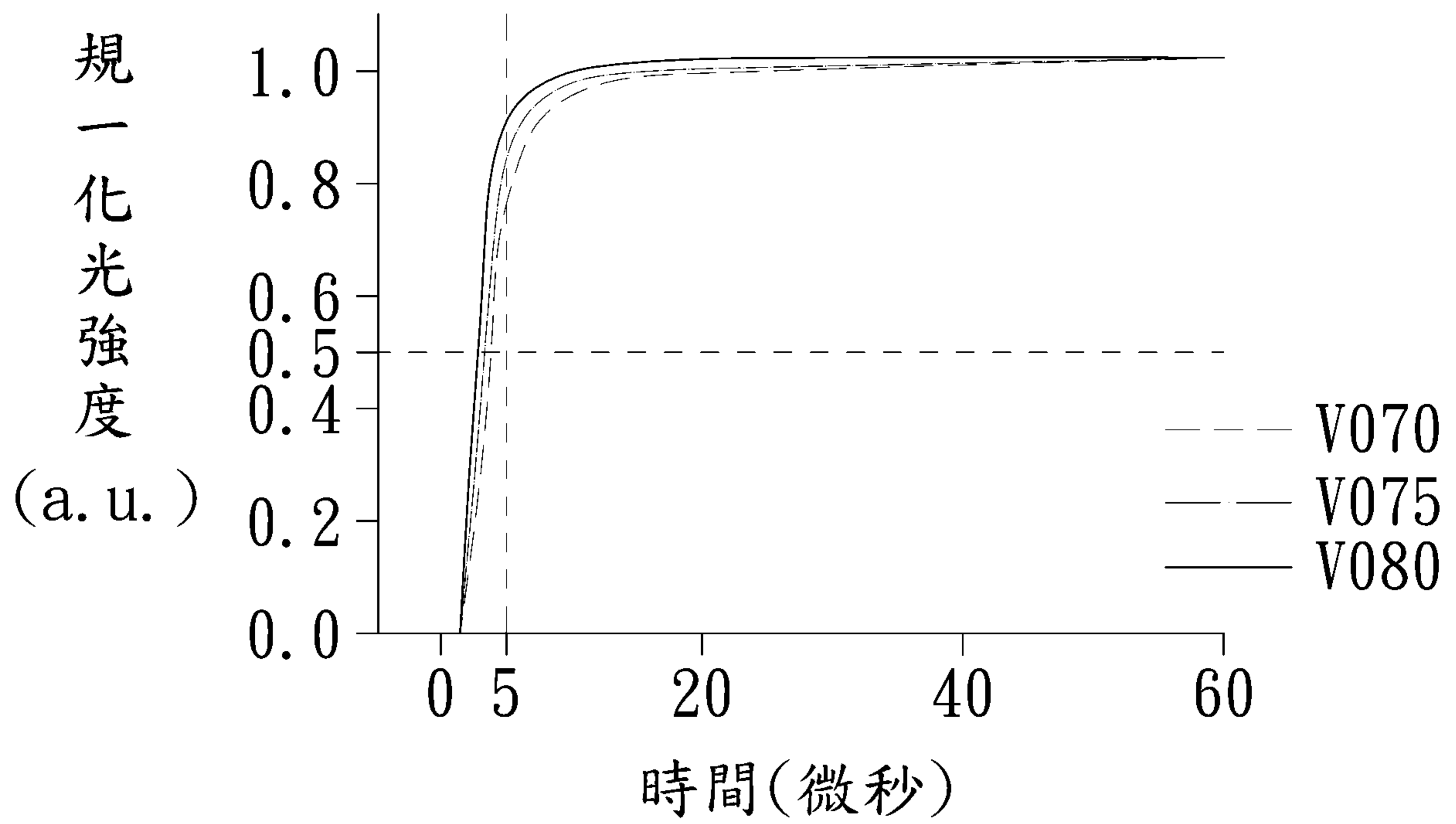


圖3A

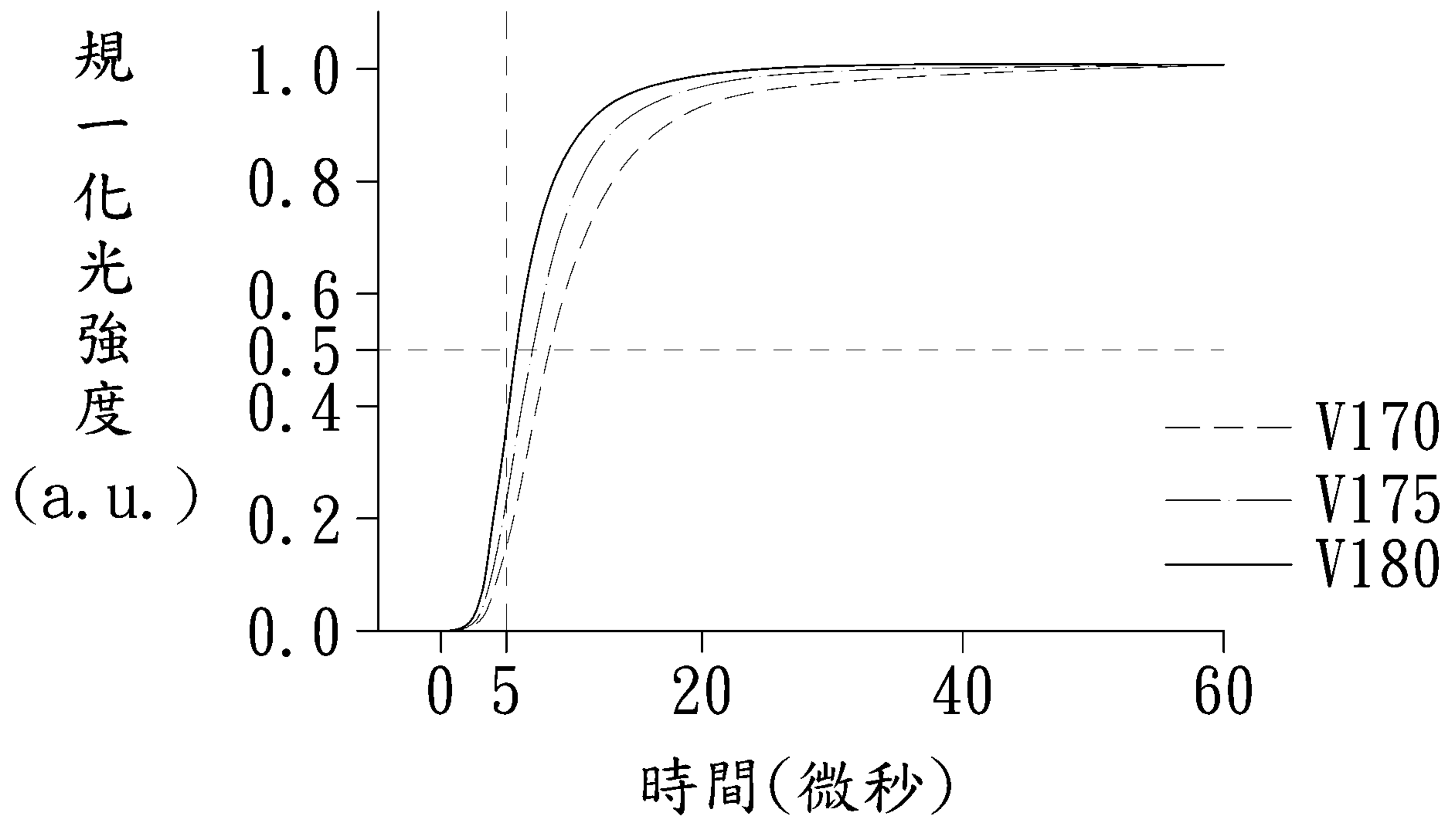


圖3B

400

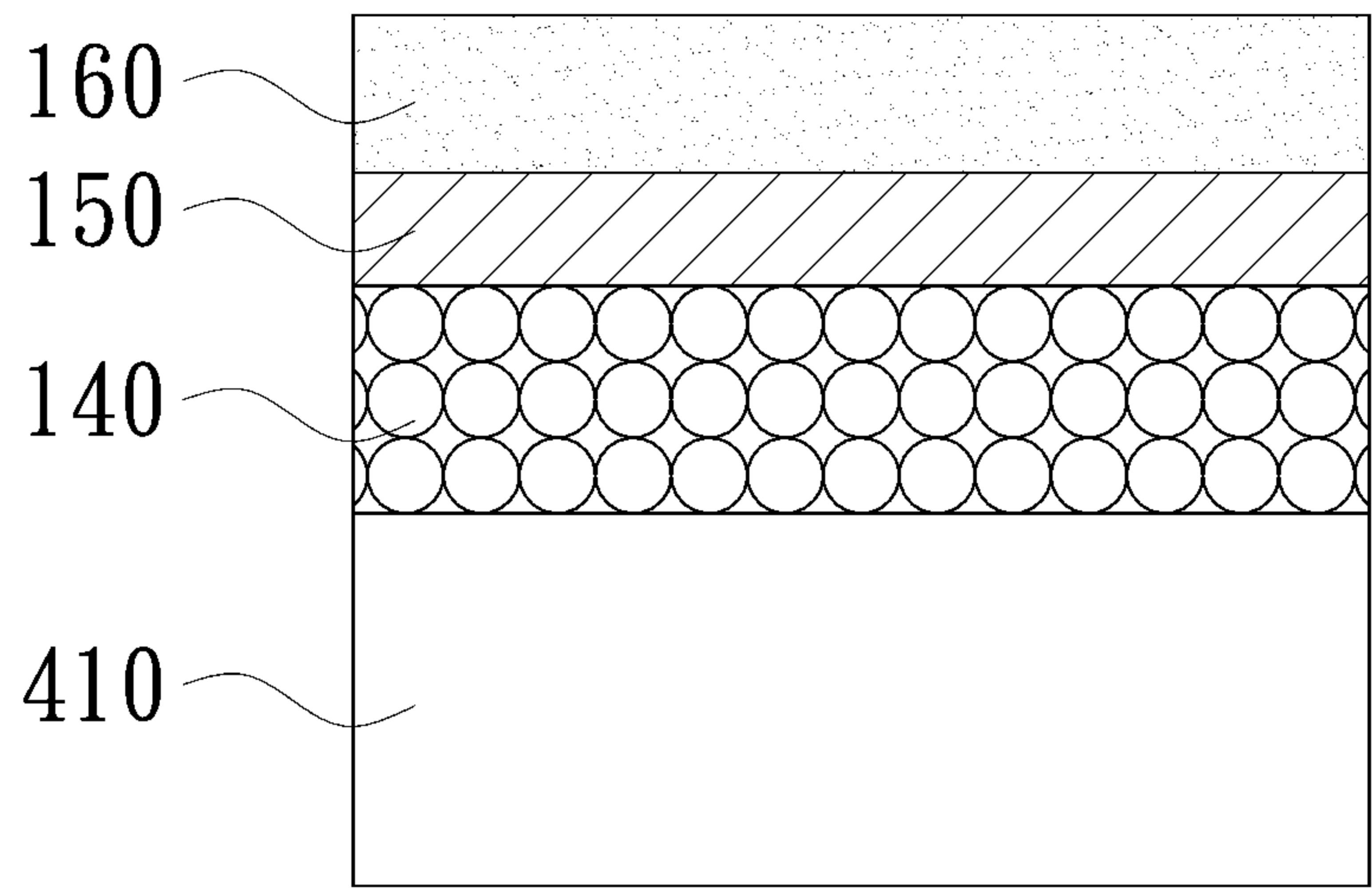


圖 4A

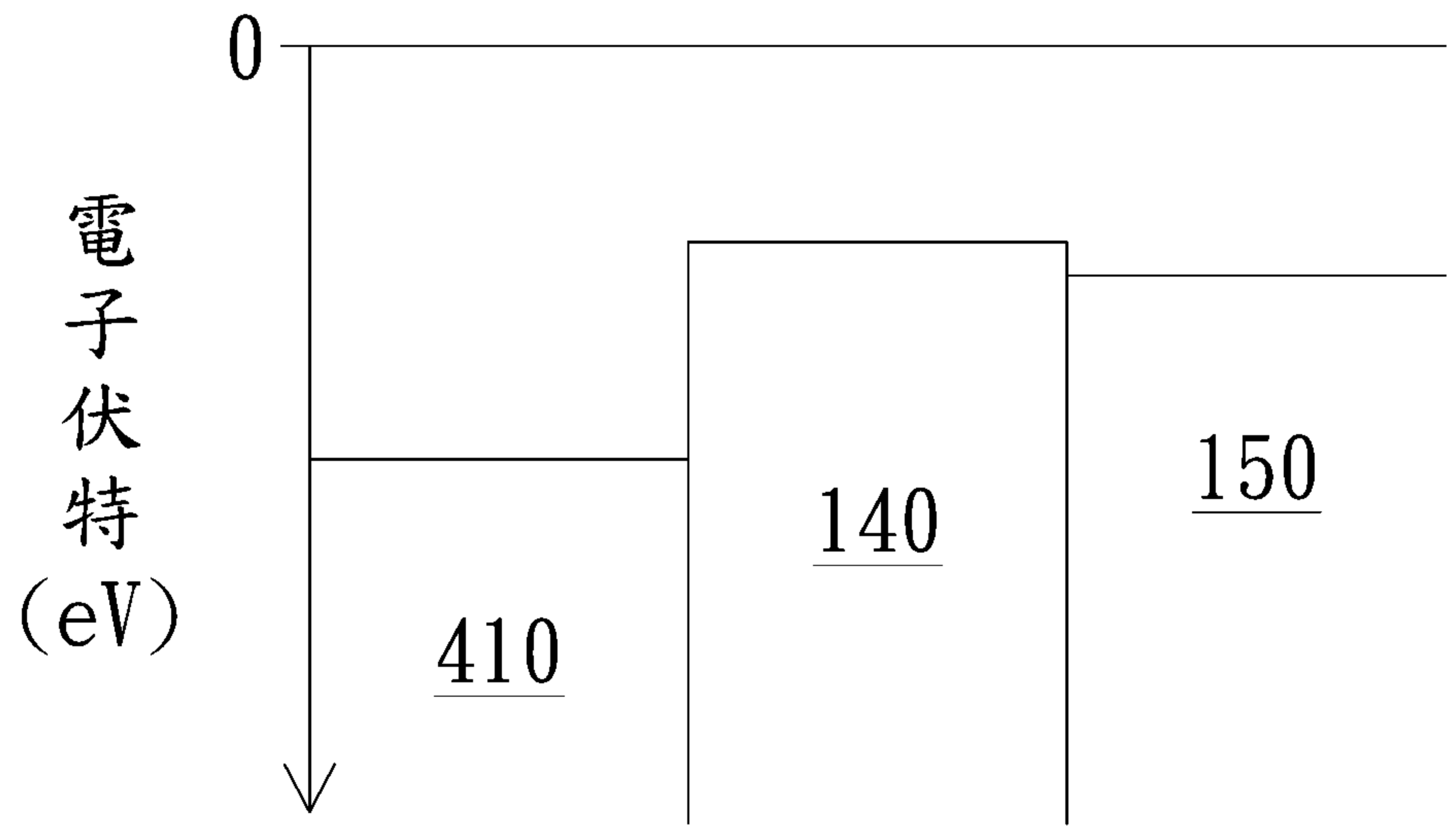


圖 4B

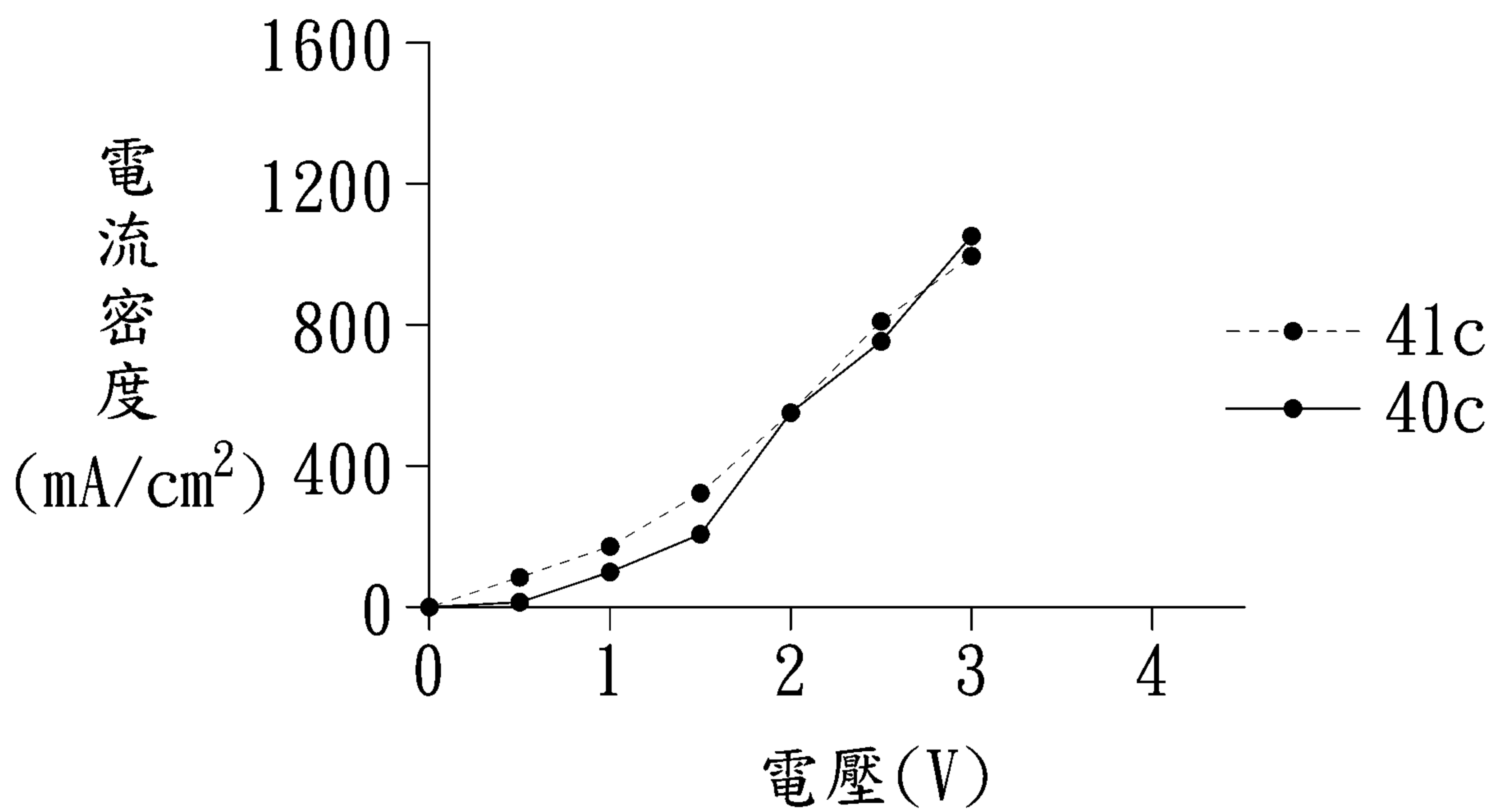


圖 4C

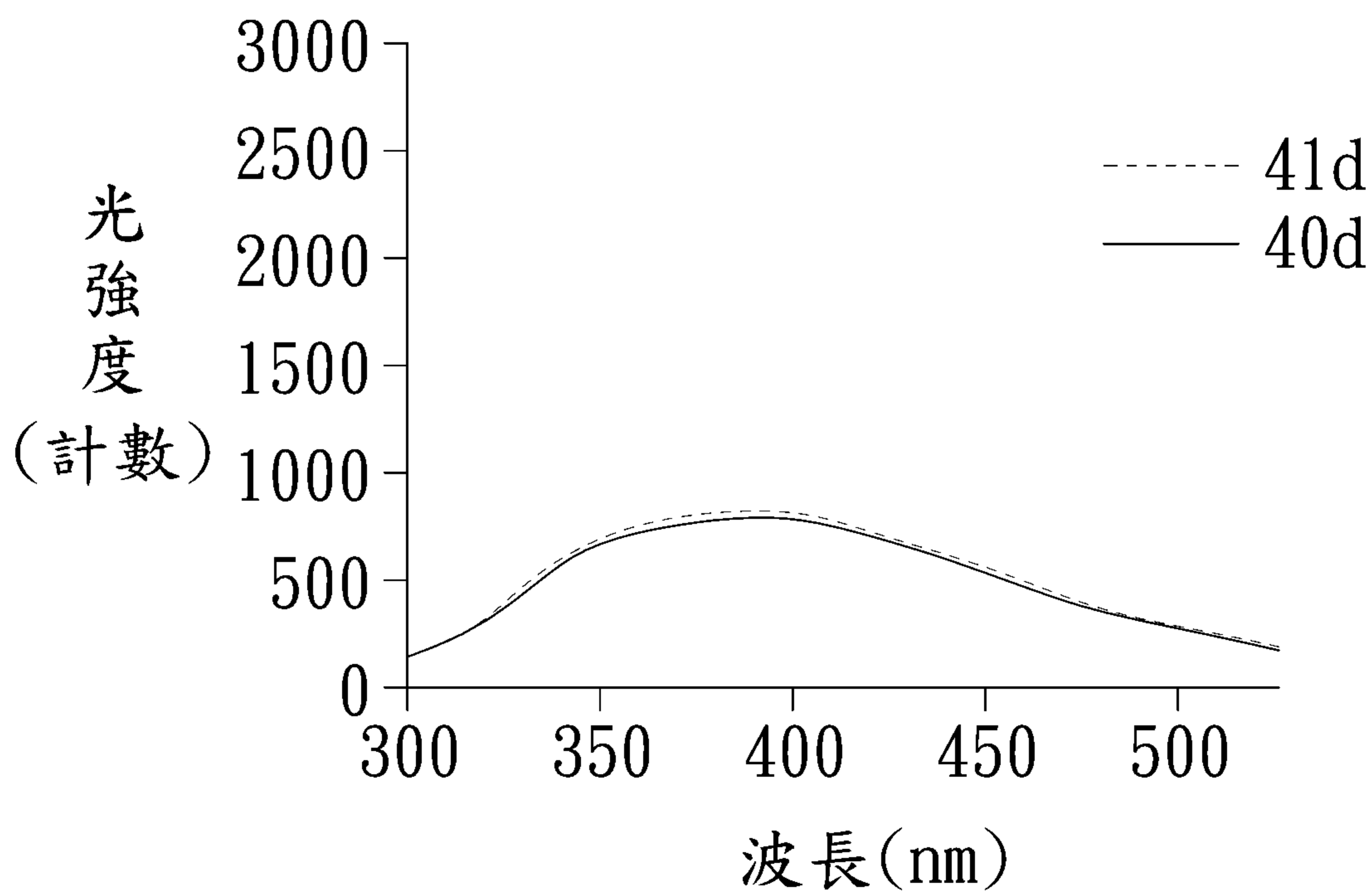


圖 4D

500

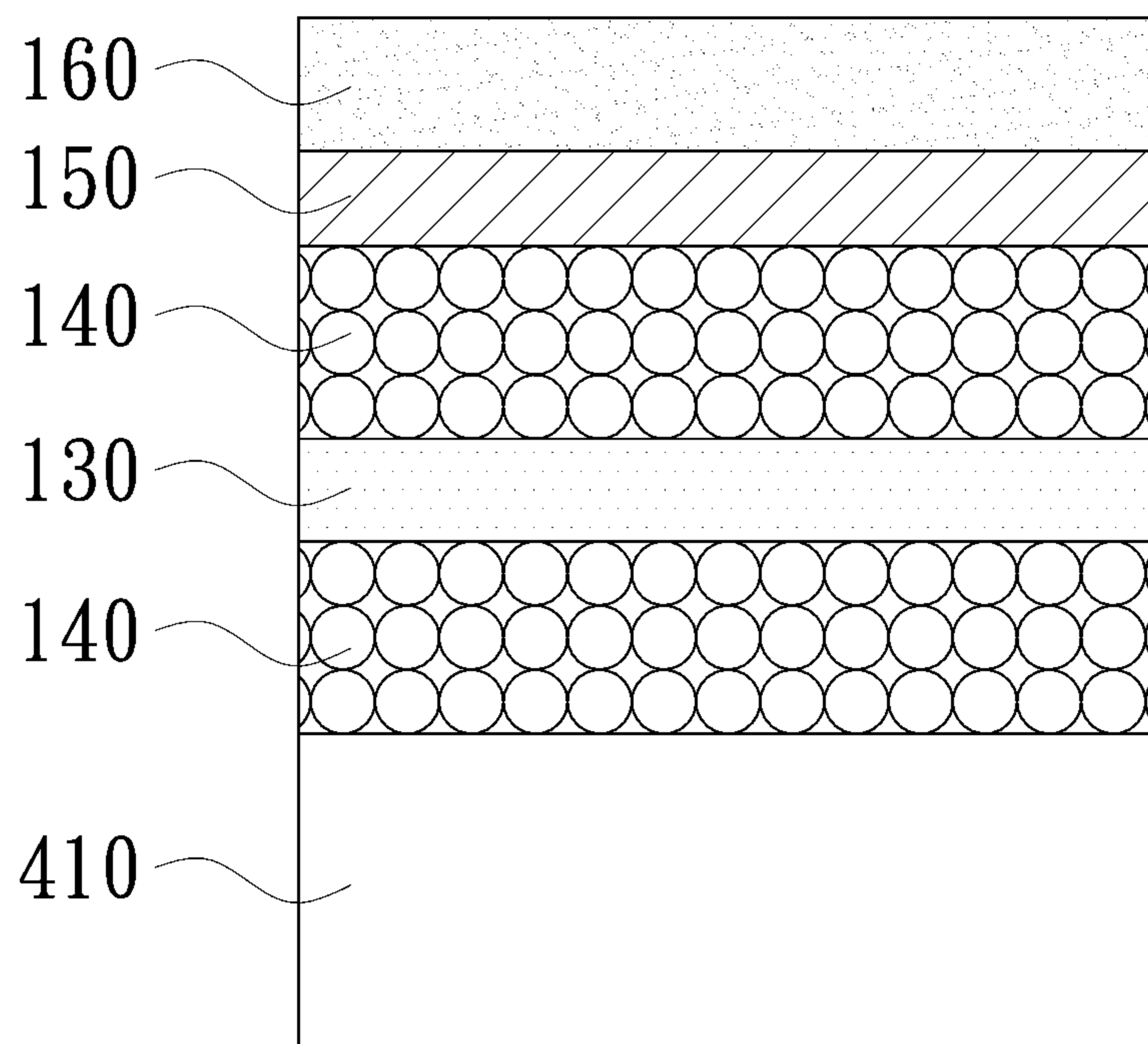


圖5A

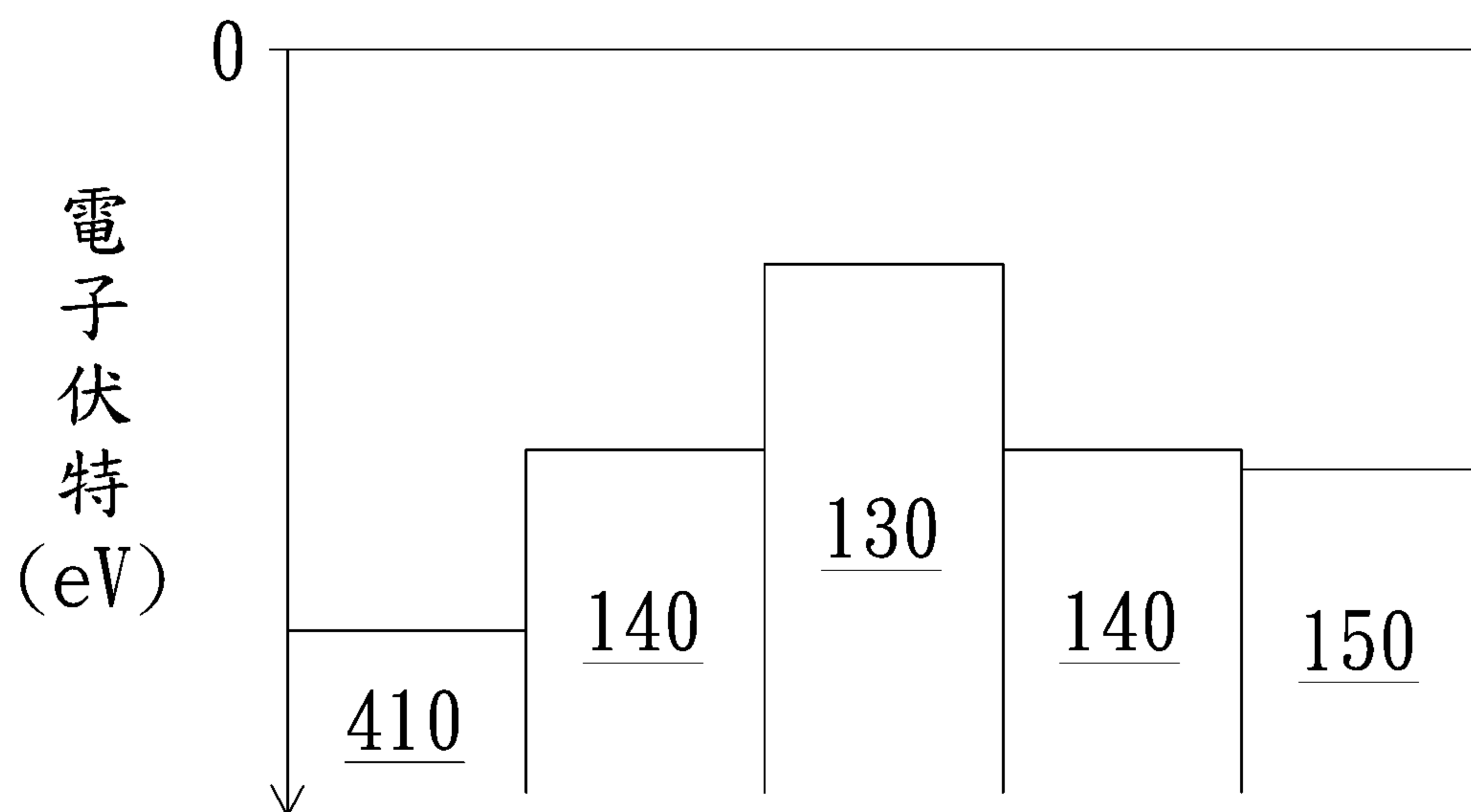


圖5B

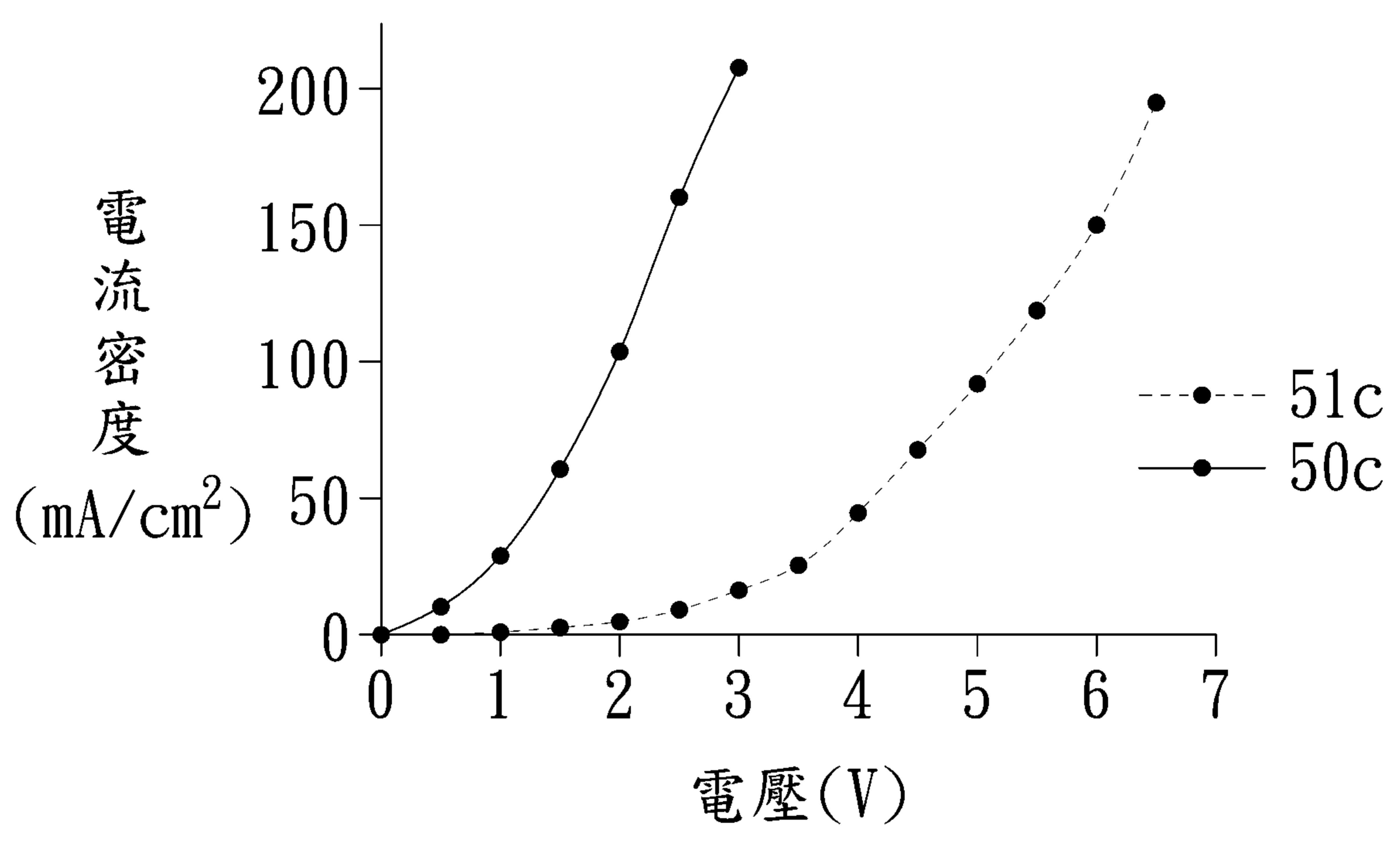


圖 5C

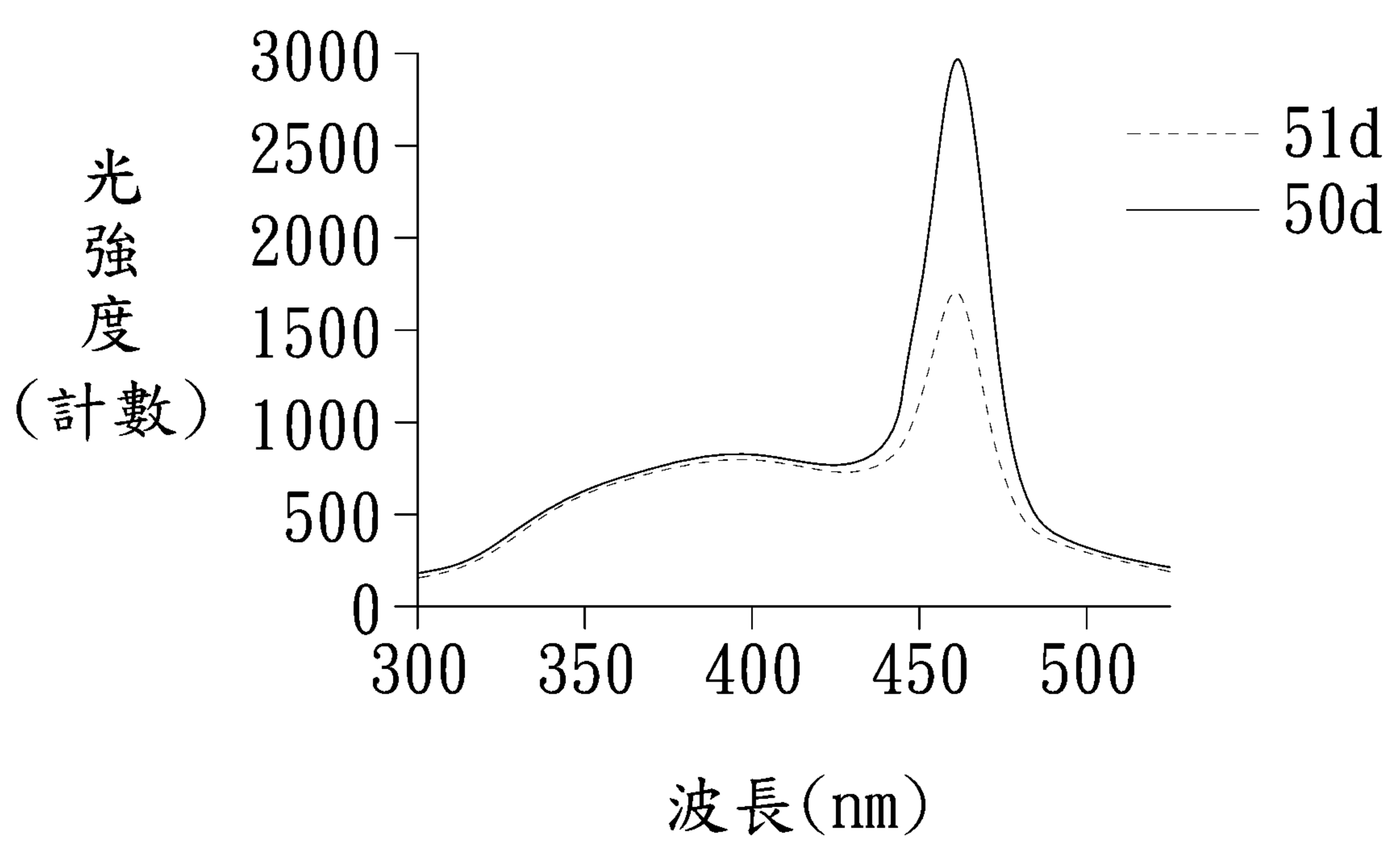


圖 5D