

發明專利說明書

200737520

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：9510 P1P1

※申請日期：95.3.17

※IPC 分類：H01L 29/786, 51/00

一、發明名稱：(中文/英文)

閘極介電結構及其在有機薄膜電晶體之應用

H01L 29/786, 51/00

(2006.01)

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 國立交通大學
2. 友達光電股份有限公司
3. 廣輝電子股份有限公司

代表人：(中文/英文) 1. 張俊彥 2. 李焜耀 3. 林百里

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 新竹市大學路 1001 號
2. 新竹科學工業園區力行二路 1 號
3. 桃園縣龜山鄉華亞二路 189 號

國 籍：(中文/英文) (均同) 中華民國 TW

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳方中
2. 莊喬舜
3. 林永昇

國 籍：(中文/英文)

(均同) 中華民國 TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為：94年12月9日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種閘極介電結構及其在有機薄膜電晶體之應用，乃將有機無機複合層與有機絕緣層構成閘極介電結構，並可將此閘極介電結構應用在有機薄膜電晶體等電子元件，由於閘極介電結構之有機無機複合層是以有機絕緣材料為基底並摻有經表面修飾之無機微粒子，可達到高介電，並藉由有機絕緣層對於有機無機複合層表面之修飾，不但可以抑制漏電流，還可幫助元件形成規則晶格排列的有機半導體層，以提昇元件的載子遷移率，因此，元件的輸出電流可以提高，且元件的效能也被大幅增進。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第 1 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|----|---------|
| 10 | 閘極介電結構 |
| 20 | 有機無機複合層 |
| 21 | 基底 |
| 22 | 無機微粒子 |
| 30 | 有機絕緣層 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種高介電薄膜結構，特別是指一種利用有機無機複合材料達成高介電之閘極介電結構及其在有機薄膜電晶體之應用。

【先前技術】

有機半導體元件一直是近幾年來科學家們研究的熱門課題。就有機薄膜電晶體 (OTFT) 來說，近來更已有商業化應用之趨勢，運用於射頻識別 (RFID) 等產品均進入試產階段，未來更可廣泛應用於可撓式基板、顯示器與電子紙等範疇，特別是有機薄膜電晶體具有製造過程簡易、製程溫度低且成本低廉的優點，其商業用途具有不可限量的潛力。

然而，傳統的有機薄膜電晶體的載子遷移率很小，導致它的操作電壓很大，若要應用在驅動高電流元件，如有機發光二極體 (OLED)，則目前還無法達到業界要求。由於電晶體的場效電流正比於場效電荷密度和載子遷移率，因此，可以藉由使用高介電常數的介電薄膜來提高場效電荷密度，藉此克服輸出電流的不足。

可是，有機介電薄膜的介電常數值通常不高(約 2.0~4.0)，若是應用在有機薄膜電晶體的閘極介電層，所誘導出的電荷亦不是很多。而在先前技術中，已初步將奈米粉體置入有機介電薄膜中，但因奈米粉體的溶解度不高，可增加介電常數也不多。

【發明內容】

鑒於以上的問題，本發明的主要目的在於提供一種閘極介電結構及其

在有機薄膜電晶體之應用，閘極介電結構乃包含摻有經表面修飾之無機微粒子的有機無機複合層，以及可修飾有機無機複合層表面之有機絕緣層，以達到高介電並防止漏電流的發生，而將閘極介電結構應用在有機薄膜電晶體則可以誘導出更多的電荷，使元件有更大的輸出電流，元件的效能也得以提高。

本發明的另一目的在於提供一種閘極介電結構及其在有機薄膜電晶體之應用，可以利用非常經濟且可行的溶液塗佈方式及低溫製程就可以得到高介電常數的閘極介電結構，而不需要使用複雜的濺鍍技術或高溫回火的步驟，故，可達到簡化製程與降低成本。

因此，為達上述目的，本發明所揭露之閘極介電結構是由有機複合層與有機絕緣層所構成，有機無機複合層是以有機絕緣材料為基底，基底中摻有複數個無機微粒子，且無機微粒子經過表面修飾，可增加無機微粒子於有機絕緣材料之基底中的溶解度，以提高整體有機無機複合層的介電常數，並利用有機絕緣層於有機無機複合層之表面作修飾，可增進有機無機複合層的平坦度，以避免產生漏電流的問題。

本發明之閘極介電結構係可應用於如金氧半 (MOS) 元件、MIS(金屬絕緣半導體)元件、薄膜電晶體 (TFT) 及有機薄膜電晶體 (OTFT) 等電子元件。本發明以應用於有機薄膜電晶體的情形為例，由於閘極介電結構之摻有無機微粒子的有機無機複合層具有高介電係數，藉此可提高有機薄膜電晶體之場效電荷密度，而克服輸出電流的不足，並且，有機無機複合層和有機半導體層間的介面乃利用有機絕緣層作修飾，不但可以平滑有機無機

複合層的表面及降低有機無機複合層的缺陷密度，來抑制漏電流，此外，還能幫助有機半導體層形成更整齊的晶格排列，以致於能維持元件的載子遷移率。

為使對本發明的目的、構造特徵及其功能有進一步的了解，茲配合圖式詳細說明如下：

【實施方式】

如第 1 圖所示，為本發明所提供之閘極介電結構之示意圖。此閘極介電結構 10 主要包括有機無機複合層 20 與有機絕緣層 30。

有機無機複合層 20 是由有機絕緣材料為基底 21，並在有機絕緣材料之基底 21 中分佈有高介電常數的無機微粒子 22，以提高有機絕緣材料基底 21 的介電常數，且無機微粒子 22 是經過化學反應或物理分散所形成之微小粒子，並加以修飾無機微粒子 22 表面，提高其在有機絕緣材料基底 21 中的溶解度，使無機微粒子 22 能順利均勻分散在有機絕緣材料基底 21 當中，以增加更多的介電特性。

同時，為避免使用高介電常數的材料伴隨而來的缺點，即漏電值較高，則再利用有機絕緣層 30 修飾有機無機複合層 20 之表面，則可以平滑有機無機複合層 20 表面並有效降低有機無機複合層 20 的缺陷密度，以抑制漏電流的現象。

此閘極介電結構 10 在製作上不需要使用複雜的濺鍍方法，只要使用低成本的溶液塗佈方式即可。在此說明閘極介電結構 10 之有機無機複合層 20 的其中一種製作方式。

首先，將粒子大小為 50 奈米 (nm) 的二氧化鈦 (TiO_2) 粉體加入含聚乙烯吡咯烷酮 (poly-4-vinylphenol, PVP) 及甲基化共聚氰胺甲醛

(poly(melamine-co-formaldehyde) methlated) 的乙酸丙二醇單甲基醚酯(propylene glycol monomethyl ether acetate, PGMEA)溶液中，經劇烈攪拌，可得一均勻分散的溶液，此溶液可以旋轉塗佈法塗佈一層均勻的薄膜，再經預熱於 120°C 五分鐘， 200°C 二十分鐘後，可得一良好之高介電的有機無機複合層 20。

接著，為更詳細說明本發明，係以本發明之閘極介電結構於底部閘極 (bottom gate) 的反堆疊式 (inverter staggered) 之有機薄膜電晶體元件的應用為例敘述如下。請參照第 2 圖，為本發明之實施例所提供之底部閘極之有機薄膜電晶體之示意圖。

本實施例所提供之有機薄膜電晶體 90，是先基板 40 上成長一層銦錫氧化物(ITO)，以此銦錫氧化物作為閘極層 50；然後，可選擇沈積有機薄膜於閘極層 50 上作為有機修飾層 60，來修飾閘極層 50 以增進元件的特性；隨後，以旋轉塗佈法塗佈一層有機無機複合層 20，此有機無機複合層 20 是以有機絕緣材料為基底 21 並均勻含有經化學表面修飾之二氧化鈦無機微粒子 22，再以一有機絕緣層 30 沉積在有機無機複合層 20 表面，來構成高介電的閘極介電結構 10；之後，則沈積一層有機半導體層 70 於有機絕緣層 30 上；最後，再於有機半導體層 70 上定義出源極和汲極層 80，即完成一個簡易底部閘極之有機薄膜電晶體 90 製作。

本實施例中，基板 40 可為玻璃(SiO_2)基板、高分子塑膠基板，如聚對

苯二甲酸二乙酯(polyethylene terephthalate, PET)、聚碳酸酯(polycarbonate, PC)等，或其它電子線路之基板，如矽基板等。

閘極層 50 可為一般常見導體，並不限於銻錫氧化物或銻鋅氧化物等透明氧化物電極，薄層之鋁、鈦、鎳、銅、金或鉻等金屬也可為之，也可為高摻雜的矽(highly-doped Si)，也可為導電高分子，例如，聚 3,4-乙炔雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS) 或聚苯胺(polyaniline)等。

有機無機複合層 20 之有機絕緣材料可為一般常見的高分子絕緣體，例如，聚乙炔吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺(polyamide) 或聚對二甲苯類高分子(parylene)等。

本實施例之無機微粒子 22 是二氧化鈦 (TiO_2)，其介電常數為 112；而無機微粒子 22 係可為一般常見的高介電微粒子，介電常數介於 20~500 之間即可，例如，鈦酸鋇(BaTiO_3)、二氧化鉻 (ZrO_2)、三氧化二鉭(Ta_2O_3)等。另外，用來進行化學表面修飾之化學表面修飾物則選自十八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷(butyltrichlorosilane)、三苯乙基-三氯基-甲矽烷(phenethyltrichlorosilane) 等有機矽烷(organosilanes)。而表面修飾物並不限於上述有機矽烷等有機物，實務上，只要能增加無機微粒子 22 之溶解度皆可。

有機絕緣層 30 是用以修飾有機無機複合層 20 表面，其可為一般常見的高分子絕緣體，例如，聚- α -甲基苯乙烯 (poly- α -methylstyrene)、聚乙烯吡咯烷酮 (poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺 (polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺 (polyamide)、聚對二甲苯類高分子 (parylene) 等等，或者，也可為數種分子組合的分子層，如常見之自身組裝薄膜 (self-assemble monolayer)。

有機修釋層 60 可為一般導電高分子，如聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸 (3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS) 或聚苯胺 (polyaniline) 等。

有機半導體層 70 可為一般常見的半導體有機分子或半導體高分子。而半導體有機分子可選自並四苯 (tetracene)、並五苯 (pentacene)、鈦菁 (phthalocyanine) 或碳 60 (C60) 等；半導體高分子可選自聚噻吩 (polythiophene)、聚芴 (polyfluorene)、聚對苯乙烯 (polyphenylenevinylene) 及其衍生物，例如，聚 (3-辛基) 一硫二烯伍圓 (poly(3-octyl)thiophene)、聚二辛基聚芴 (poly(dioctylfluorene))、聚 [2-甲氧基-5-(2'-乙基-己基)-1,4-苯烯乙烯] (poly[2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene]) 等，也可選自寡聚物，例如，六吩之寡聚物 (α -sexithiophene)。

源極和汲極 80 可為一般常見導體，例如，銦錫氧化物 (indium-tin-oxide, ITO) 或銦鋅氧化物 (indium-zinc-oxide, IZO) 等透明氧化物電極，薄層之鋁、鈦、鎳、銅、金或鉻等金屬也可為之，也可

為導電高分子，例如，聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS)

或聚苯胺(polyaniline)等。

並且，本實施例之有機薄膜電晶體亦可適用於下接觸式 (bottom contact)、上接觸式 (top contact)、與頂部閘極 (top gate) 之薄膜電晶體，如第 3A 圖~第 3C 圖所示，分別顯示共平面式 (coplanar)、反共平面式 (inverted coplanar) 與堆疊式 (staggered) 薄膜電晶體。

以下更透過一些實驗對於本發明之原理及功效進行驗證。

如第 4 圖所示，為有機無機複合層的介電常數對於二氧化鈦無機微粒子之濃度之關係示意圖，圖中橫座標 A 代表使用有機絕緣層，橫座標 B、C、D、E、F 分別代表使用 0 wt% (重量百分比)、1 wt%、5 wt%、10 wt%、15 wt% 之無機微粒子之有機無機複合層，橫座標 G 代表使用 15 wt% 之無機微粒子之有機無機複合層並加上有機絕緣層修飾。實驗結果顯示，使用二氧化鈦之無機微粒子修飾之有機無機複合層，其介電常數值會隨著加入的無機微粒子的含量增加而增加；因此，加入高介電常數的無機微粒子確實可以提高之有機無機複合層的介電常數。

再如第 5 圖所示，為有機薄膜電晶體之閘極介電結構使用不同濃度之二氧化鈦無機微粒子之有機無機複合層的汲極電流-汲極電壓 (I_D-V_D) 曲線圖，其中，四條曲線由下而上分別表示使用 0 wt%、5 wt%、10 wt%、15 wt% 之無機微粒子。實驗結果顯示，隨加入二氧化鈦無機微粒子的含量增加，所得到的輸出電流越大；清楚的說明了，元件的閘極介電結構使用有機無

機複合層後，確實能增進其電流電壓輸出能力。

又，如第 6 圖所示，為有機薄膜電晶體使用不同組成之閘極介電結構的汲極電流-閘極電壓 (I_D-V_G) 曲線圖；其中，三條曲線由上而下分別表示有機薄膜電晶體的閘極介電結構是：使用包含 15 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層、使用包含 15 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層並加上另一層有機絕緣層修飾、使用包含 1 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層。實驗結果顯示，較高的無機微粒子濃度有較高的漏電流，可以推論較高的無機微粒子濃度會造成某些結構的缺陷。由於隨著加入的無機微粒子濃度提高其表面粗糙度也會隨之上升，因此造成更大的漏電流。在元件經過有機絕緣層的修飾後，則發現元件之漏電值會顯著的下降，且開關能力 (on/off ratio) 提昇很多。所以，經由有機絕緣層之修飾不但可降低有機無機複合層的缺陷密度及平滑有機無機複合層表面，而抑制漏電流，還能幫助有機半導體層形成更整齊的晶格排列，以致於能維持元件的載子遷移率，提昇元件的開關特性。

另外，使用有機絕緣層使有機無機複合層表面更平滑，亦能幫助有機半導體層去形成更整齊的晶格排列，因而使元件的載子遷移率增加，如表一所示，其為使用不同閘極介電結構之有機薄膜電晶體的介電常數及一些元件特性表，其中不同閘極介電結構包括使用不同濃度二氧化鈦無機微粒子修飾有機無機複合層，以及包括另外搭配有機絕緣層之有機無機複合層。此外，從表中更可以明顯看出，元件的輸出電流增加不少，足以證明本發明利用有機無機複合層搭配有機絕緣層所構成之閘極介電結構，乃可

有效增進元件效能。

要補充的一點是，本發明之閘極介電結構乃可應用於如金氧半（MOS）元件、MIS（金屬絕緣半導體）元件、薄膜電晶體（TFT）及有機薄膜電晶體（OTFT）等電子元件，藉由提供高介電常數並避免漏電流的現象，使元件的執行效能得以提高。

雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之閘極介電結構之示意圖；

第 2 圖係本發明之實施例所提供之底部閘極之有機薄膜電晶體之示意圖；

第 3A 圖~第 3C 圖分別為本發明之實施例之共平面式、反共平面式與堆疊式薄膜電晶體之示意圖；

第 4 圖為本發明之有機無機複合層的介電常數對於二氧化鈦無機微粒子之濃度之關係示意圖；

第 5 圖為本發明之有機薄膜電晶體之閘極介電結構使用不同濃度之二氧化鈦無機微粒子之有機無機複合層的 I_D-V_D 曲線圖；及

第 6 圖為本發明之有機薄膜電晶體使用不同組成之閘極介電結構的 I_D-V_G 曲線圖。

【主要元件符號說明】

10 閘極介電結構

- 20 有機無機複合層
- 21 基底
- 22 無機微粒子
- 30 有機絕緣層
- 40 基板
- 50 閘極層
- 60 有機修飾層
- 70 有機半導體層
- 80 源極和汲極層
- 90 有機薄膜電晶體

十、申請專利範圍：

1. 一種閘極介電結構，包含：

一有機無機複合層，係由一有機絕緣材料為基底，且該基底中分佈有複數個經由表面修飾後的無機微粒子；及

一有機絕緣層，設置於該有機無機複合層上，用以修飾該有機無機複合層之表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣材料係選

自聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺

(polyamide) 與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子係選

自二氧化鈦 (TiO_2)、鈦酸鋇(BaTiO_3)、二氧化鉻 (ZrO_2) 與三氧化二鉭 (Ta_2O_3)之群組組合。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子係利

用有機矽烷(organosilanes)作化學表面修飾。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之閘極介電結構，其中該有機矽烷係選自十

八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷 (butyltrichlorosilane) 與三苯乙基-三氯基-甲矽烷

(phenethyltrichlorosilane) 之群組組合。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣層係選自

聚- α -甲基苯乙烯 (poly- α -methylstyrene)、聚乙烯吡咯烷酮

(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯

(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺 (polyamide) 與聚對二甲苯類高分子 (parylene) 之群組組合。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣層係為自身組裝薄膜 (self-assemble monolayer)。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子之介電常數係介於 20~500 之間。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機無機複合層係利用溶液塗佈方式所製成。

10. 一種有機薄膜電晶體，包含：

一源極與汲極層，包含有一源極、一汲極與一通道，該源極與該汲極係分別設置於該通道之兩側；

一閘極層，對應於該源極與汲極層之該通道的垂直方向設置；

一閘極介電結構，包含有：

一有機無機複合層，係隔絕該源極與汲極層及該閘極層，並由一有機絕緣材料為基底，且該基底中分佈有複數個經由表面修飾後的無機微粒子；及

一有機絕緣層，設置於該有機無機複合層表面；

一有機半導體層，係和該源極與汲極層以及該有機絕緣層連接；及

一基板，供該源極與汲極層、該閘極層、該閘極介電結構與該有機半導體層設置。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層位於該

- 基板上，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該閘極層，該源極與汲極層位於該基板上並覆蓋該閘極介電結構，該有機半導體層位於該源極與汲極層上。
12. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層位於該性基板上，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該閘極層，該有機半導體層位於該基板上並覆蓋該閘極介電結構，該源極與汲極層位於該有機半導體層上。
13. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機半導體層位於該基板上，該源極與汲極層位於該基板上並覆蓋該有機半導體層，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該源極與汲極層，該閘極層位於該閘極介電結構上。
14. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該源極與汲極層位於該基板上，該有機半導體層位於該基板上並覆蓋該源極與汲極層，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該有機半導體層，該閘極層位於該閘極介電結構上。
15. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該源極與汲極層係由透明氧化物、金屬或導電高分子所構成。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該透明氧化物係選自銦錫氧化物 (indium-tin-oxide, ITO) 與銦鋅氧化物 (indium-zinc-oxide, IZO) 之群組組合。
17. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該金屬係選自

鋁、鈦、鎳、銅、金與鉻之群組組合

18. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該導電高分子係選自聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate,

PEDOT:PSS) 與聚苯胺(polyaniline)之群組組合。

19. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層係由透明氧化物、金屬、高摻雜的矽(highly-doped Si)或導電高分子所構成。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該透明氧化物係選自銦錫氧化物與銦鋅氧化物之群組組合。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該金屬係選自鋁、鈦、鎳、銅、金與鉻之群組組合。

22. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該導電高分子係選自聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate,

PEDOT:PSS) 與聚苯胺(polyaniline)之群組組合。

23. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣材料係選自聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺

(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚

醯胺 (polyamide) 與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。

24. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子係選自二氧化鈦 (TiO_2)、鈦酸鋇($BaTiO_3$)、二氧化鉻 (ZrO_2) 與三氧化

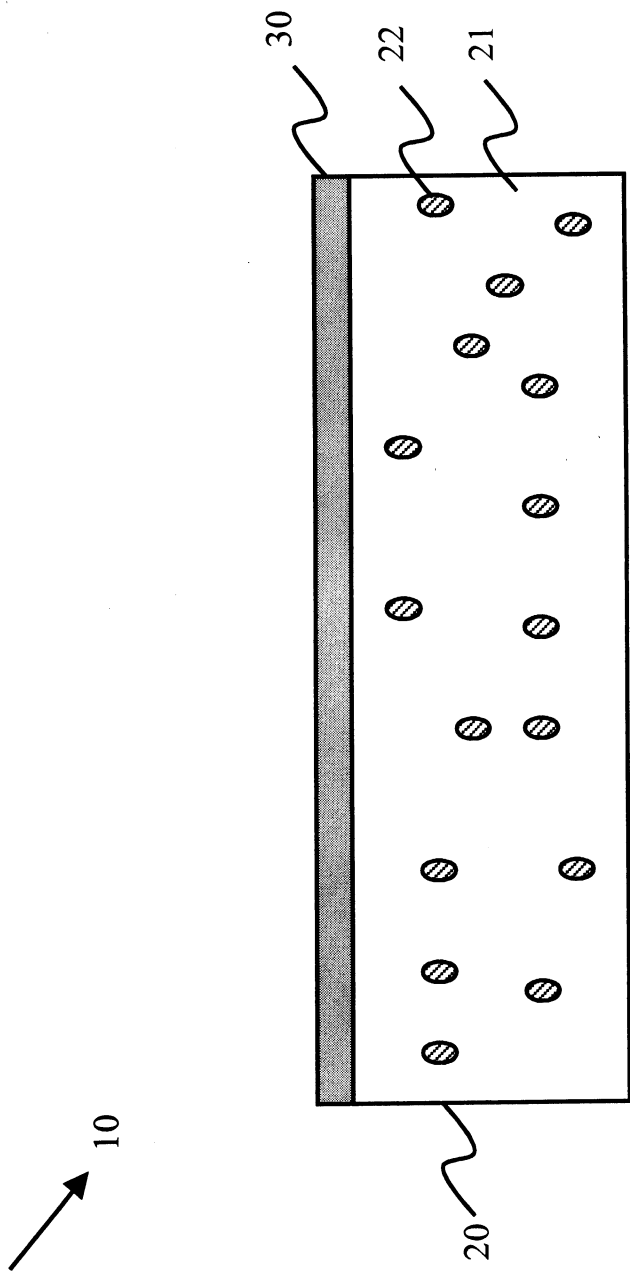
二鉭(Ta_2O_3)之群組組合。

25. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子係利用有機矽烷(organosilanes)作化學表面修飾。
26. 如申請專利範圍第 25 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機矽烷係選自十八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷(butyltrichlorosilane)與三苯乙基-三氯基-甲矽烷(phenethyltrichlorosilane)之群組組合。
27. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣層係選自聚- α -甲基苯乙烯(poly- α -methylstyrene)、聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺(polyamide)與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。
28. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣層係為自身組裝薄膜(self-assemble monolayer)。
29. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子之介電常數係介於 20~500 之間。
30. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機半導體層係由半導體有機分子或半導體高分子所構成。
31. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體有機分子係選自並四苯(tetracene)、並五苯(pentacene)、鈦菁(phthalocyanine)與碳 60 (C60)之群組組合。

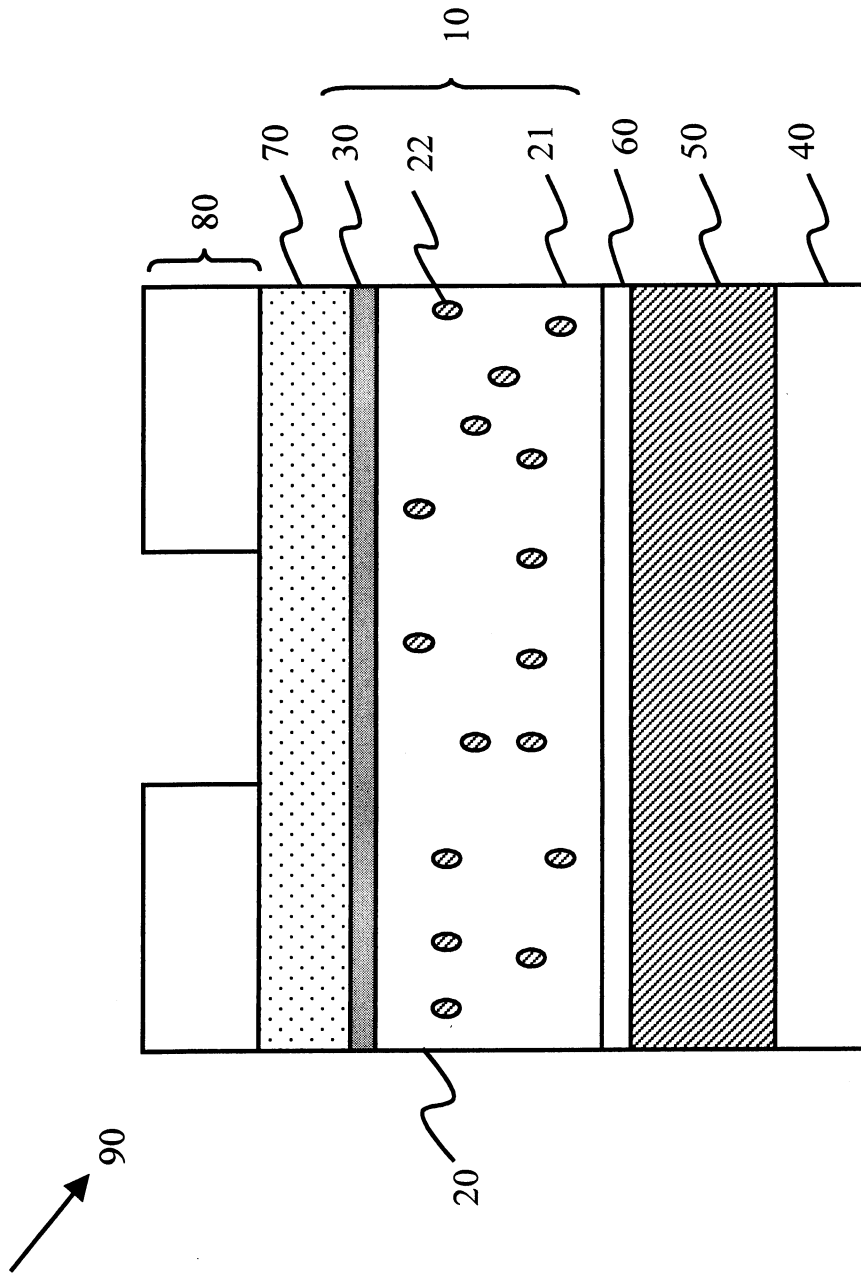
32. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體高分子係選自聚噻吩 (polythiophene)、聚芴 (polyfluorene)、聚對苯乙烯 (polyphenylenevinylene) 及其衍生物之群組組合。
33. 如申請專利範圍第 32 項所述之有機薄膜電晶體，其中該衍生物係選自聚 (3-辛基) 一硫二烯伍園 (poly(3-octyl)thiophene)、聚二辛基聚芴 (poly(dioctylfluorene)) 與聚[2-甲氧基-5--5-(2' -乙基-己基)-1,4-苯烯乙烯] (poly[2-methoxy-5-(2' -ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene]) 之群組組合。
34. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體高分子係六吩之寡聚物 (α -sexithiophene)。
35. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該基板係選自玻璃(SiO₂)、高分子塑膠基板或矽基板。
36. 如申請專利範圍第 35 項所述之有機薄膜電晶體，其中該高分子塑膠基板係選自聚對苯二甲酸二乙酯(polyethylene terephthalate, PET)與聚碳酸酯(polycarbonate, PC)之群組組合。
37. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，更包括一有機修飾層，形成於該閘極層與該有機無機複合層之間，用以修飾該閘極層表面以增進該有機薄膜電晶體的特性
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機修飾層係為聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate,
PEDOT:PSS)。

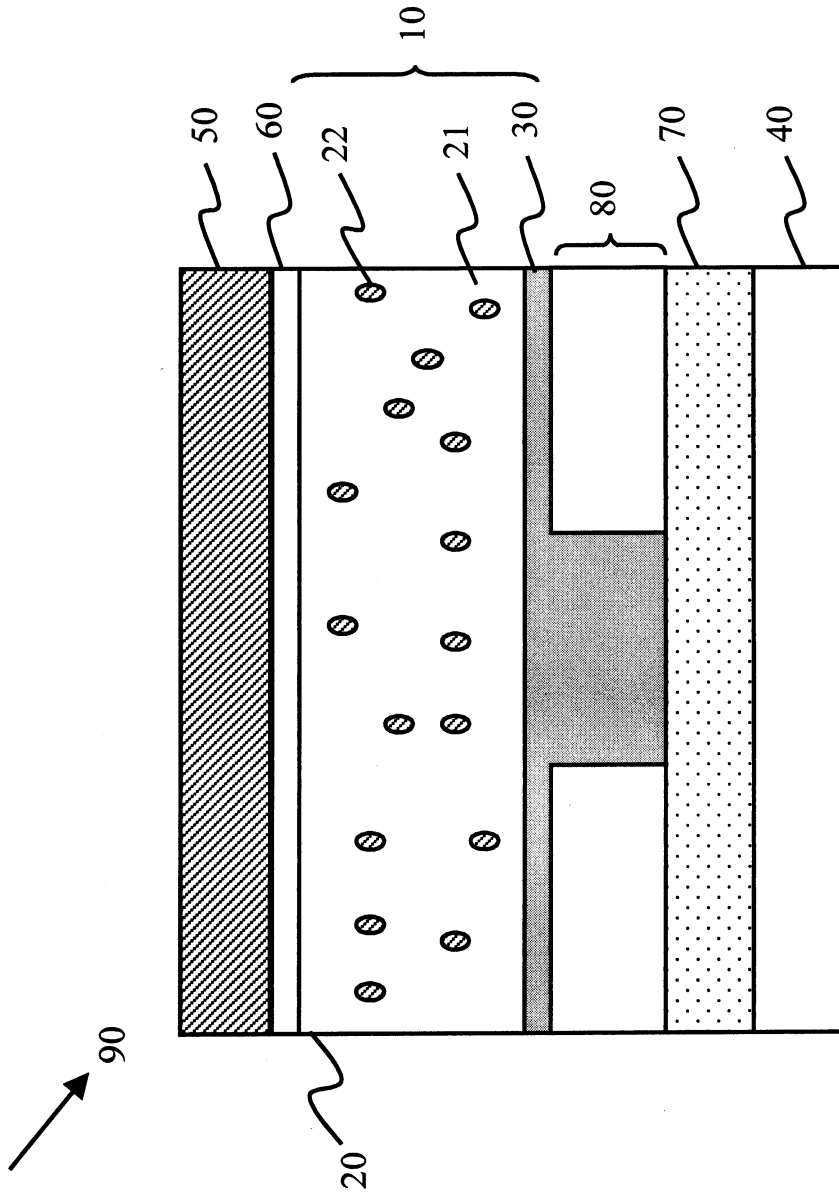
如申請專利範圍第10項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機無機複合層係
利用溶液塗佈方式所製成。



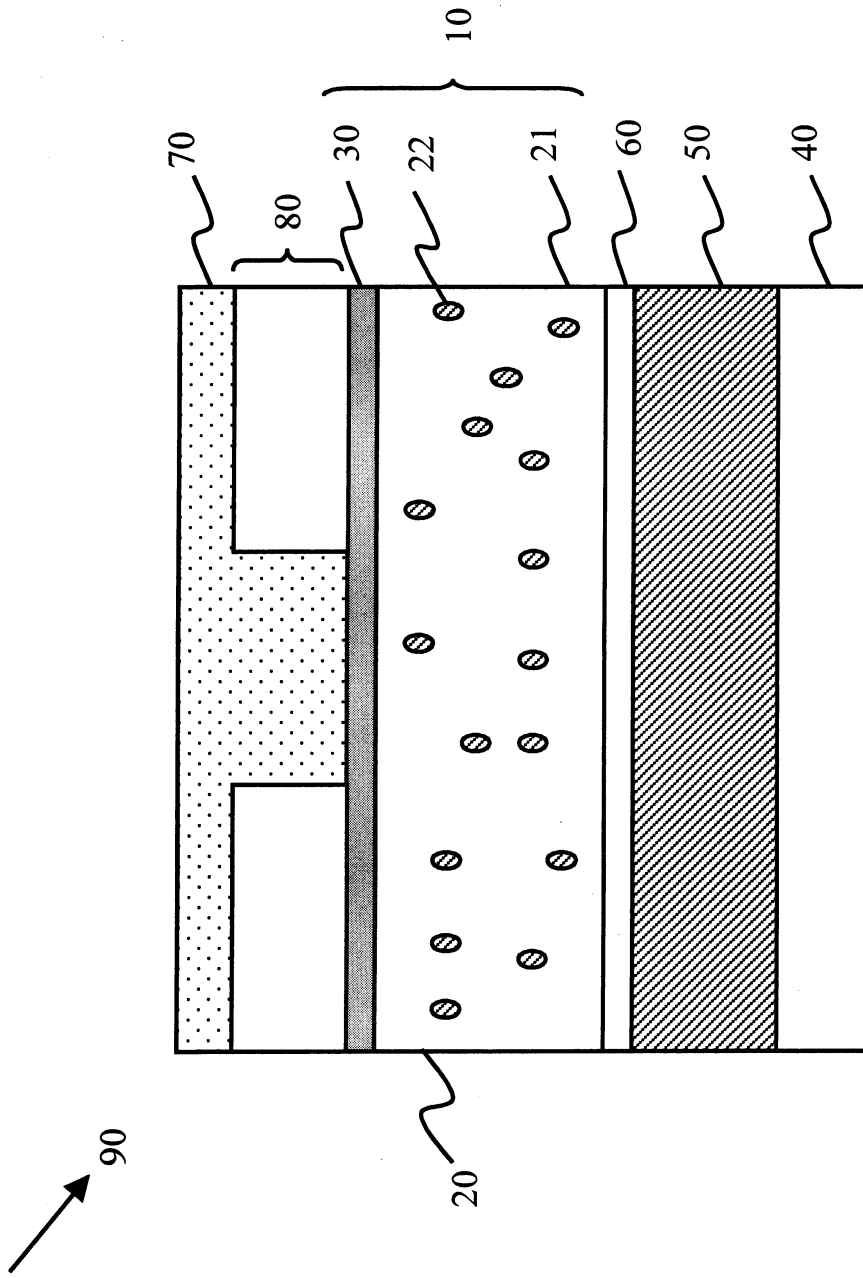
第1圖



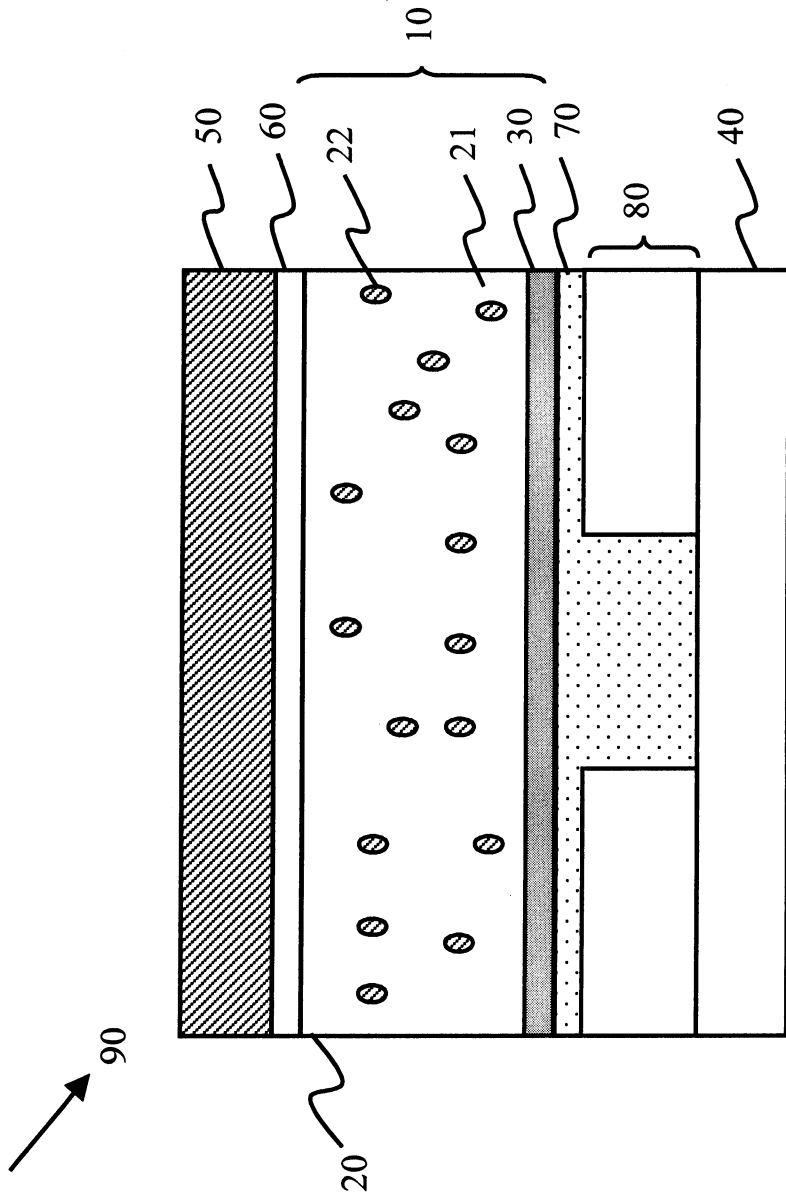
第2圖



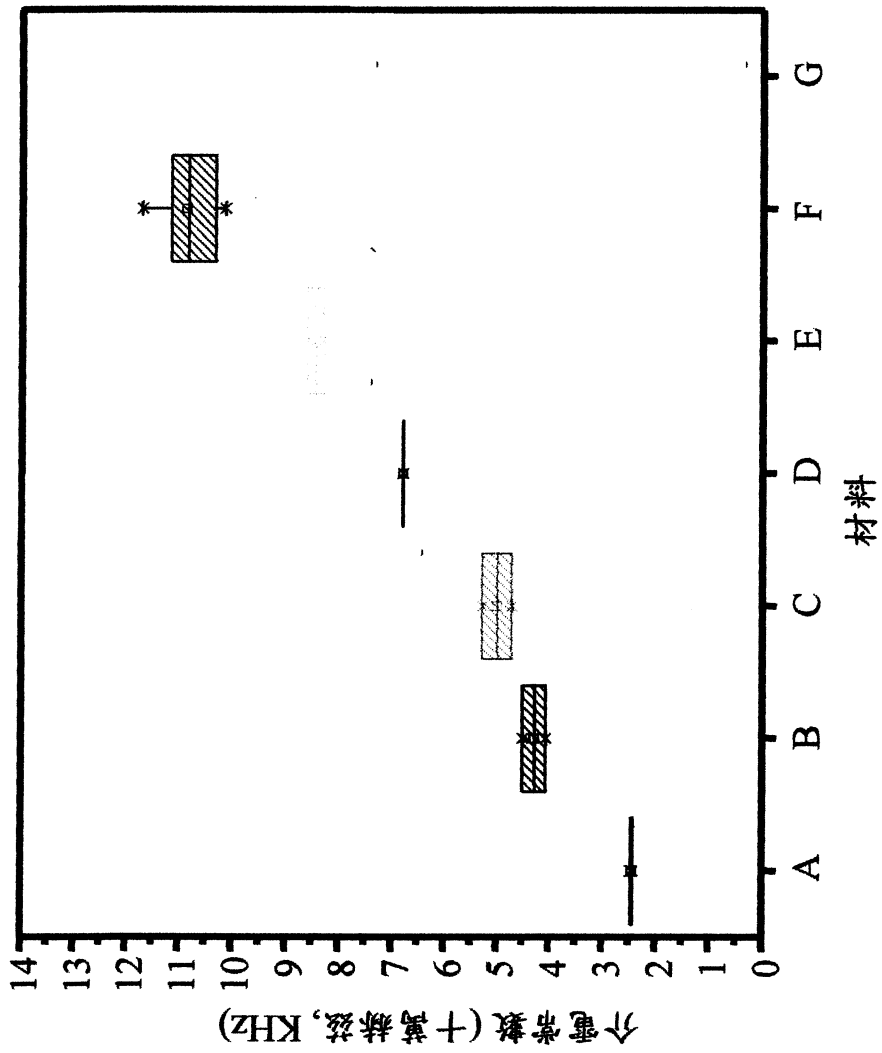
第3A圖



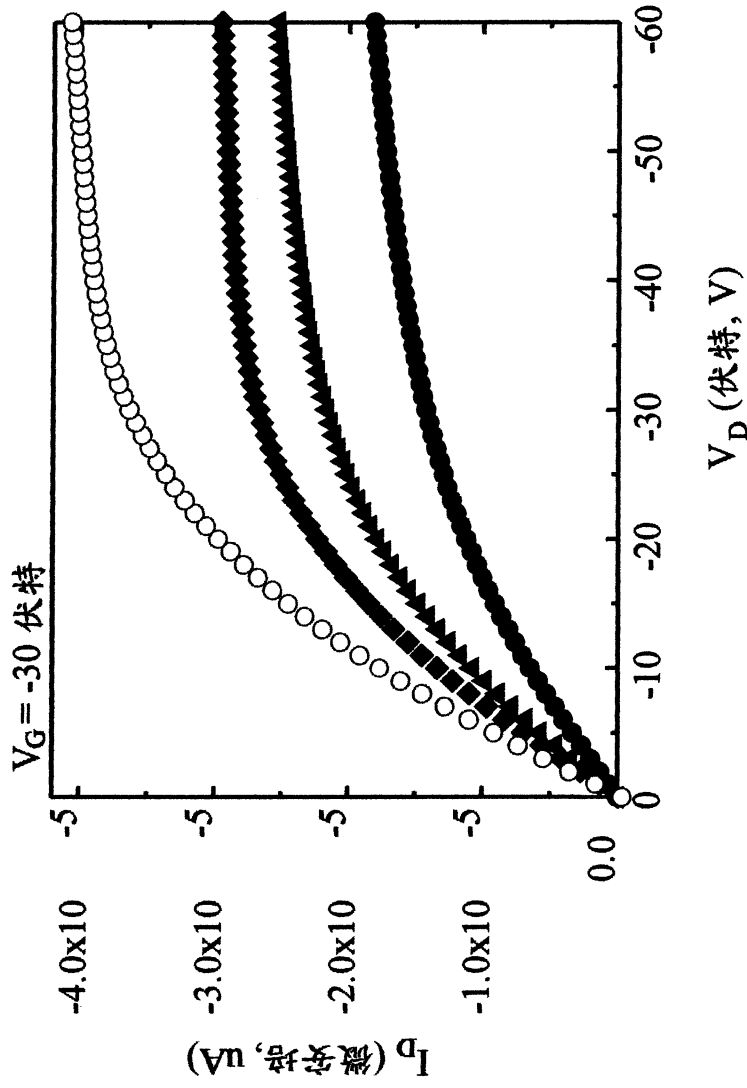
第3B圖



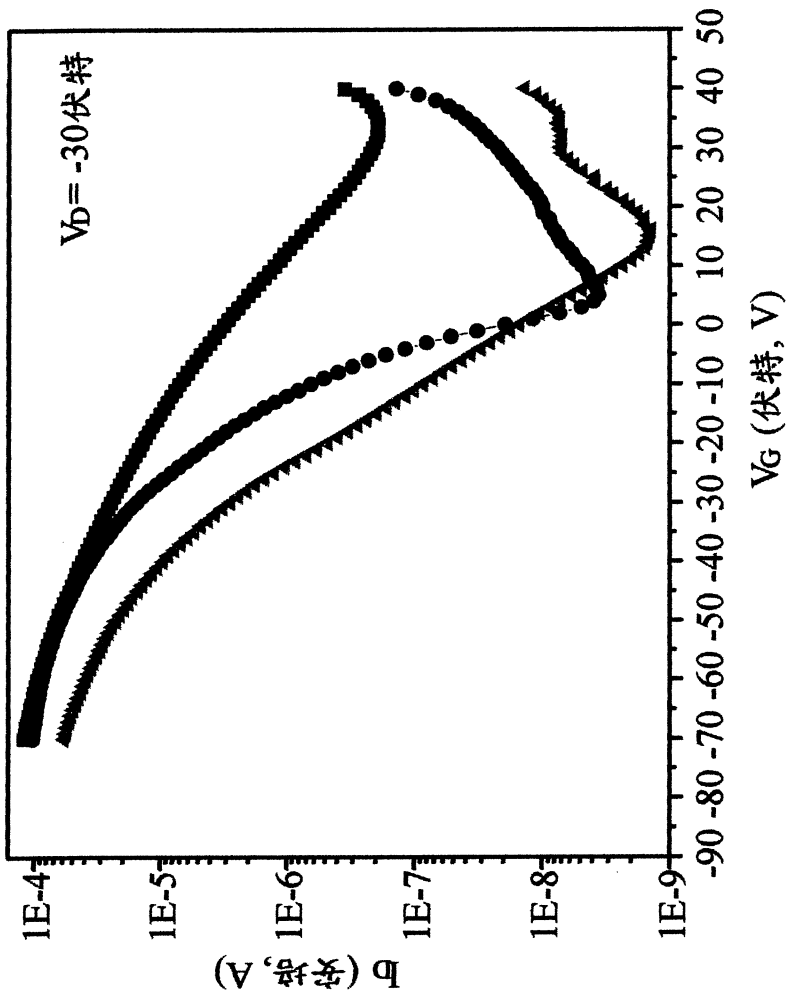
第3C圖



第4圖



第5圖



第6圖

複合層的表面及降低有機無機複合層的缺陷密度，來抑制漏電流，此外，還能幫助有機半導體層形成更整齊的晶格排列，以致於能維持元件的載子遷移率。

為使對本發明的目的、構造特徵及其功能有進一步的了解，茲配合圖式詳細說明如下：

【實施方式】

如第 1 圖所示，為本發明所提供之閘極介電結構之示意圖。此閘極介電結構 10 主要包括有機無機複合層 20 與有機絕緣層 30。

有機無機複合層 20 是由有機絕緣材料為基底 21，並在有機絕緣材料之基底 21 中分佈有高介電常數的無機微粒子 22，以提高有機無機複合層 20 的介電常數，且無機微粒子 22 是經過化學反應或物理分散所形成之微小粒子，並加以修飾無機微粒子 22 表面，提高其在有機絕緣材料基底 21 中的溶解度，使無機微粒子 22 能順利均勻分散在有機絕緣材料基底 21 當中，以增加更多的介電特性。

同時，為避免使用高介電常數的材料伴隨而來的缺點，即漏電值較高，則再利用有機絕緣層 30 修飾有機無機複合層 20 之表面，則可以平滑有機無機複合層 20 表面並有效降低有機無機複合層 20 的缺陷密度，以抑制漏電流的現象。

此閘極介電結構 10 在製作上不需要使用複雜的濺鍍方法，只要使用低成本的溶液塗佈方式即可。在此說明閘極介電結構 10 之有機無機複合層 20 的其中一種製作方式。

苯二甲酸二乙酯(polyethylene terephthalate, PET)、聚碳酸酯(polycarbonate, PC)等，或其它電子線路之基板，如矽基板等。

閘極層 50 可為一般常見導體，並不限於銻錫氧化物或銻鋅氧化物等透明氧化物電極，薄層之鋁、鈦、鎳、銅、金或鉻等金屬也可為之，也可為高摻雜的矽(highly-doped Si)，也可為導電高分子，例如，聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS) 或聚苯胺(polyaniline)等。

有機無機複合層 20 之有機絕緣材料可為一般常見的高分子絕緣體，例如，聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺(polyamide) 或聚對二甲苯類高分子(parylene)等。

本實施例之無機微粒子 22 是二氧化鈦(TiO_2)，其介電常數為 112；而無機微粒子 22 係可為一般常見的高介電微粒子，介電常數介於 20~500 之間即可，例如，鈦酸鋇($BaTiO_3$)、二氧化鋯(ZrO_2)、三氧化二鉭(Ta_2O_3)等。另外，用來進行化學表面修飾之化學表面修飾物則選自十八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷(butyltrichlorosilane)、三苯乙基-三氯基-甲矽烷(phenethyltrichlorosilane) 等有機矽烷(organosilanes)。而表面修飾物並不限於上述有機矽烷等有機物，實務上，只要能增加無機微粒子 22 之溶解度皆可。

機複合層後，確實能增進其電流電壓輸出能力。

又，如第 6 圖所示，為有機薄膜電晶體使用不同組成之閘極介電結構的汲極電流-閘極電壓 (I_D-V_G) 曲線圖；其中，三條曲線由上而下分別表示有機薄膜電晶體的閘極介電結構是：使用包含 15 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層、使用包含 15 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層並加上另一層有機絕緣層修飾、使用包含 1 wt% 的無機微粒子之有機無機複合層。實驗結果顯示，較高的無機微粒子濃度有較高的漏電流，可以推論較高的無機微粒子濃度會造成某些結構的缺陷。由於隨著加入的無機微粒子濃度提高其表面粗糙度也會隨之上升，因此造成更大的漏電流。在元件經過有機絕緣層的修飾後，則發現元件之漏電值會顯著的下降，且開關能力 (on/off ratio) 提昇很多。所以，經由有機絕緣層之修飾不但可降低有機無機複合層的缺陷密度及平滑有機無機複合層表面，而抑制漏電流，還能幫助有機半導體層形成更整齊的晶格排列，以致於能維持元件的載子遷移率，提昇元件的開關特性。

另外，使用有機絕緣層使有機無機複合層表面更平滑，亦能幫助有機半導體層去形成更整齊的晶格排列，因而使元件的載子遷移率增加，如表一所示，其為使用不同閘極介電結構之有機薄膜電晶體的介電常數及一些元件特性表，其中不同閘極介電結構包括使用不同濃度二氧化鈦無機微粒子修飾有機無機複合層，以及包括另外搭配有機絕緣層之有機無機複合層。

表一

二氧化鈦 wt%	二氧化 鈦體積 分率	介電常 數	飽和區載子遷 移率 μ_{sat} (cm^2/Vs)	臨界電 壓 V_t (V)	表面粗 糙度 (nm)	開關能力 (On/Off ratio)
			160 μm +/-5%			
0%	0	4.3	0.42	-5.2	0.30	5×10^4
1%	2.41	4.8	0.39	-14.4	9.76	4×10^4
5%	11.01	6.7	0.42	-10.9	16.19	9×10^3
10%	19.84	8.5	0.34	-3.3	26.99	6×10^3
15%	27.07	10.8	0.32	+5.9	31.43	1×10^3
15% / 有 機絕緣層	27.07	11.6	0.41	-3.0	13.30	3×10^4

此外，從表中更可以明顯看出，元件的輸出電流增加不少，足以證明本發明利用有機無機複合層搭配有機絕緣層所構成之閘極介電結構，乃可有效增進元件效能。

要補充的一點是，本發明之閘極介電結構乃可應用於如金氧半 (MOS) 元件、MIS(金屬絕緣半導體)元件、薄膜電晶體 (TFT) 及有機薄膜電晶體 (OTFT) 等電子元件，藉由提供高介電常數並避免漏電流的現象，使元件的執行效能得以提高。

雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在

不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之閘極介電結構之示意圖；

第 2 圖係本發明之實施例所提供之底部閘極之有機薄膜電晶體之示意圖；

第 3A 圖~第 3C 圖分別為本發明之實施例之共平面式、反共平面式與堆疊式薄膜電晶體之示意圖；

第 4 圖為本發明之有機無機複合層的介電常數對於二氧化鈦無機微粒子之濃度之關係示意圖；

第 5 圖為本發明之有機薄膜電晶體之閘極介電結構使用不同濃度之二氧化鈦無機微粒子之有機無機複合層的 I_D-V_D 曲線圖；及

第 6 圖為本發明之有機薄膜電晶體使用不同組成之閘極介電結構的 I_D-V_G 曲線圖。

【主要元件符號說明】

- 10 閘極介電結構
- 20 有機無機複合層
- 21 基底
- 22 無機微粒子
- 30 有機絕緣層
- 40 基板
- 50 閘極層

- 60 有機修飾層
- 70 有機半導體層
- 80 源極和汲極層
- 90 有機薄膜電晶體

十、申請專利範圍：

1. 一種閘極介電結構，包含：

一有機無機複合層，係由一有機絕緣材料為基底，且該基底中分佈有複數個經由表面修飾後的無機微粒子；及

一有機絕緣層，設置於該有機無機複合層上，用以修飾該有機無機複合層之表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣材料係選自聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺(polyamide) 與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子係選自二氧化鈦 (TiO_2)、鈦酸鋇($BaTiO_3$)、二氧化鋯 (ZrO_2) 與三氧化二鉭 (Ta_2O_3)之群組組合。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子係利用有機矽烷(organosilanes)作化學表面修飾。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之閘極介電結構，其中該有機矽烷係選自十八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷 (butyltrichlorosilane) 與三苯乙基-三氯基-甲矽烷 (phenethyltrichlorosilane) 之群組組合。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣層係選自聚- α -甲基苯乙烯 (poly- α -methylstyrene)、聚乙烯吡咯烷酮 (poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯

(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺 (polyamide) 與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機絕緣層係為自身組裝薄膜(self-assemble monolayer)。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該些無機微粒子之介電常數係介於 20~500 之間。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之閘極介電結構，其中該有機無機複合層係利用溶液塗佈方式所製成。
10. 一種有機薄膜電晶體，包含：
 - 一源極與汲極層，包含有一源極、一汲極與一通道，該源極與該汲極係分別設置於該通道之兩側；
 - 一閘極層，對應於該源極與汲極層之該通道的垂直方向設置；
 - 一閘極介電結構，包含有：
 - 一有機無機複合層，係隔絕該源極與汲極層及該閘極層，並由一有機絕緣材料為基底，且該基底中分佈有複數個經由表面修飾後的無機微粒子；及
 - 一有機絕緣層，設置於該有機無機複合層表面；
 - 一有機半導體層，係和該源極與汲極層以及該有機絕緣層連接；及
 - 一基板，供該源極與汲極層、該閘極層、該閘極介電結構與該有機半導體層設置。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層位於該

基板上，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該閘極層，該源極與汲極層位於該基板上並覆蓋該閘極介電結構，該有機半導體層位於該源極與汲極層上。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層位於該性基板上，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該閘極層，該有機半導體層位於該基板上並覆蓋該閘極介電結構，該源極與汲極層位於該有機半導體層上。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機半導體層位於該基板上，該源極與汲極層位於該基板上並覆蓋該有機半導體層，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該源極與汲極層，該閘極層位於該閘極介電結構上。

14. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該源極與汲極層位於該基板上，該有機半導體層位於該基板上並覆蓋該源極與汲極層，該閘極介電結構位於該基板上並覆蓋該有機半導體層，該閘極層位於該閘極介電結構上。

15. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該源極與汲極層係由透明氧化物、金屬或導電高分子所構成。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該透明氧化物係選自銦錫氧化物 (indium-tin-oxide, ITO) 與銦鋅氧化物 (indium-zinc-oxide, IZO) 之群組組合。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該金屬係選自

鋁、鈦、鎳、銅、金與鉻之群組組合。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述之有機薄膜電晶體，其中該導電高分子係選自聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS) 與聚苯胺(polyaniline)之群組組合。

19. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該閘極層係由透明氧化物、金屬、高摻雜的矽(highly-doped Si)或導電高分子所構成。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該透明氧化物係選自銦錫氧化物與銦鋅氧化物之群組組合。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該金屬係選自鋁、鈦、鎳、銅、金與鉻之群組組合。

22. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機薄膜電晶體，其中該導電高分子係選自聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate, PEDOT:PSS) 與聚苯胺(polyaniline)之群組組合。

23. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣材料係選自聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺

(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺 (polyamide) 與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。

24. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子係選自二氧化鈦 (TiO_2)、鈦酸鋇($BaTiO_3$)、二氧化鋯 (ZrO_2) 與三氧化

二鉭(Ta_2O_3)之群組組合。

25. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子係利用有機矽烷(organosilanes)作化學表面修飾。
26. 如申請專利範圍第 25 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機矽烷係選自十八烷基-三氯基-甲矽烷(octadecyltrichlorosilane, OTS)、丁烷基-三氯基-甲矽烷(butyltrichlorosilane)與三苯乙基-三氯基-甲矽烷(phenethyltrichlorosilane)之群組組合。
27. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣層係選自聚- α -甲基苯乙烯(poly- α -methylstyrene)、聚乙烯吡咯烷酮(poly(vinylphenol), PVP)、聚醯亞胺(polyimide)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)、聚醯胺(polyamide)與聚對二甲苯類高分子(parylene)之群組組合。
28. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機絕緣層係為自身組裝薄膜(self-assemble monolayer)。
29. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該些無機微粒子之介電常數係介於 20~500 之間。
30. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機半導體層係由半導體有機分子或半導體高分子所構成。
31. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體有機分子係選自並四苯(tetracene)、並五苯(pentacene)、鈦菁(phthalocyanine)與碳 60 (C60)之群組組合。

32. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體高分子係選自聚噻吩 (polythiophene)、聚芴 (polyfluorene)、聚對苯乙烯 (polyphenylenevinylene) 及其衍生物之群組組合。
33. 如申請專利範圍第 32 項所述之有機薄膜電晶體，其中該衍生物係選自聚(3-辛基)-1,4-噻吩 (poly(3-octyl)thiophene)、聚二辛基聚芴 (poly(dioctylfluorene)) 與聚[2-甲氧基-5-(2'-乙基-己基)-1,4-苯烯乙烯] (poly[2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene]) 之群組組合。
34. 如申請專利範圍第 30 項所述之有機薄膜電晶體，其中該半導體高分子係六噻吩之寡聚物 (α -sexithiophene)。
35. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，其中該基板係選自玻璃(SiO₂)、高分子塑膠基板或矽基板。
36. 如申請專利範圍第 35 項所述之有機薄膜電晶體，其中該高分子塑膠基板係選自聚對苯二甲酸二乙酯(polyethylene terephthalate, PET)與聚碳酸酯(polycarbonate, PC)之群組組合。
37. 如申請專利範圍第 10 項所述之有機薄膜電晶體，更包括一有機修飾層，形成於該閘極層與該有機無機複合層之間，用以修飾該閘極層表面以增進該有機薄膜電晶體的特性。
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機修飾層係為聚 3,4-乙烯雙氧噻吩-聚苯乙烯磺酸

(3,4-polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonate,
PEDOT:PSS)。

如申請專利範圍第10項所述之有機薄膜電晶體，其中該有機無機複合層係
利用溶液塗佈方式所製成。