發明專利說明書 200539456

（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：94129700

※ 申請日期：94 8 23 ※IPC 分類：H01L 29/786

一、發明名稱：（中文/英文）

一種製造有機薄膜電晶體之方法及其成品

二、申請人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

長庚大學

代表人：（中文/英文） 包家駒

住居所或營業所地址：（中文/英文）

桃園縣龜山鄉文化一路 259 號

國　籍：（中文/英文）中華民國

三、發明人：（共 3 人）

姓　名：（中文/英文）

劉國辰

林嘉鴻

游智全

國　籍：（中文/英文）

中華民國(三人國籍相同)

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：　年　月　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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係屬一種製造有機薄膜電晶體之方法的技術領域，尤指一種係利用低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層，可將有機薄膜電晶體元件製作於軟性基板上，應用於軟性電子產品，且高介電常數材料可以得到較高的電容值，將施加之操作電壓降下來。

【先前技術】

按，一般有機電晶體的製作中通常以二氧化矽(SiO_2)作為介電層，由於二氧化矽(SiO_2)的介電常數(dielectric constant)低，可以由電容公式 $Cox=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_i}{t}$ 中得知，低介電常數材料可得到的電容值較低，而有機薄膜電晶體的的工作方式便是透過於閘極施加一直流偏壓，在有機主動層累積電荷感應出通道，而電荷量的累積與電容及電壓成正比關係 Q=CV。因此，當電容量低時，必須將施加之操作電壓提高。

另外有機電晶體的傳統製程步驟為：

以矽(silicon)基板製作：

1. 將矽(silicon)基板(30)以 RCA clean 做清洗，去除 native oxide、金屬、有機雜質，完成後以氮氣(N2)將矽(silicon)基板(30)吹乾。
2. 將清洗完成之矽基板(30)送入高溫爐管成長二氧化矽(31)，製程中通入氧氣、氫氣，以熱氧化(thermal oxide)方式成長二氧化矽(31)，其製程溫度通常介於約為 600

℃~1200℃。

3.製作汲極（32）、源極（33）電極：塗上光阻，然後以曝光顯影定義出圖形(pattern)，接著鍍上金屬，然後以光阻剝離法(lift off)將不要的金屬直接剝離留下所需的電極圖形。

4.於矽基板（30）背面鍍上能和矽基板（30）形成歐姆接觸(ohmic contact)之金屬（鋁）(35)，將整個矽基板（30）、金屬電極作為閘極電極。

5.塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（34）。

6.將有機溶劑烤乾。

上述請參閱第六圖所示。

以玻璃基板製作：

1.玻璃基板（40）以丙酮(acetone)、二甲苯(IPA)及去離子水(D.I.water)清洗基板。

2.製作閘極（41）電極，材料通常使用氧化銦錫(ITO)、鋁(Al)作為電極。

3.以化學氣相沈積法(CVD)沈積二氧化矽(SiO_2)作為有機電薄膜晶體介電層（42）。

4.製作汲極（43）、源極電極（44）：塗上光阻，然後以曝光顯影定義出圖形(pattern)，接著鍍上金屬，然後以光阻剝離法(lift off)將不要的金屬直接剝離留下所需的電極圖形。

5.塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（45）。

6.將有機主動層（45）的溶劑烤乾。

上述請參閱第七圖所示。

由於上述傳統製程使用的高溫氧化爐管熱氧化成長（thermal oxide）或化學氣相沈積(CVD)等技術；整個製程的流程為高溫製程，所以不適合將有機薄膜電晶體元件製作於軟性基板上。

緣此，習用製作有機電晶體之方法確有其缺失之處，所以本發明人乃藉由多年從事相關產業之研發與製造經驗，針對上述現有製作有機電晶體之方法所面臨的問題加以探討研究，並積極的尋找解決之方法，經多次測試及改良後，終於發明出一種可確實改進上述缺失之製造有機薄膜電晶體之方法。

【發明內容】

為此，本發明之主要目的係提供一種製造有機薄膜電晶體之方法，其係利用高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)作為介電層可以得到較高的電容值，且可將施加之操作電壓降下來。

又，本發明之次一目的係提供一種製造有機薄膜電晶體之方法，其係利用低溫濺鍍(PVD)，可以將有機薄膜電晶體元件製作於軟性基板上，應用於軟性電子產品。

為了達到上述之目的，本發明係提供一種製造有機薄膜電晶體之方法，該有機薄膜電晶體包括有一基板、一閘極電極、一介電層、一汲極與源極電極一有機主動層所組成，該介電層（12）係以低於200度低溫濺鍍的方式沈積高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)，該高介電常數材料可為二氧化鋯

(ZrO_2)，而高介電常數材料之介電常數值約 9 ~ 80 間。

其中，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板，該玻璃基板上成形一閘極電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層，且於介電層上製作汲極、源極電極，再以表面處理技術處理介電層表面，並塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層，將有機主動層的溶劑烤乾。

其中，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板，該玻璃基板上成形一閘極電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層，再以表面處理技術處理介電層表面，且於介電層上塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層，並將有機主動層的溶劑烤乾，再製作汲極、源極電極。

其中，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板，該玻璃基板上塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層，將有機主動層的溶劑烤乾，並製作汲極、源極電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層，再於介電層上成形一閘極電極。

其中，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板，該玻璃基板上製作形成汲極、源極電極，並塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層，將有機主動層的溶劑烤乾，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層，再於介電層上成形一閘極電極。

接下來會列舉一較佳實施例，並配合圖示及圖號，對本

發明其他的目的及效能做進一步的說明，期能使 貴審查委員對本發明有更詳細的瞭解，並使熟悉該項技術者能據以實施，以下所述者僅在於解釋較佳實施例，而非在於限制本發明之範圍，故凡有以本發明之發明精神為基礎，而為本發明之發明任何形式的變更或修飾，皆屬於本發明意圖保護之範疇。

【實施方式】

首先，請參閱第一圖至第四圖所示，一種製造有機薄膜電晶體之方法，該有機薄膜電晶體包括有一基板（10）、一閘極（11）電極、一介電層（12）、一汲極（13）與源極（14）電極一有機主動層（15）所組成；

其中，該介電層（12）係以低於200度低溫濺鍍的方式沈積高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)，該高介電常數材料可為二氧化鋯(ZrO_2)，而高介電常數材料之介電常數值約9~80間。

藉此，本發明係提供一種有機薄膜電晶體，如第一圖所示，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板（10），該玻璃基板（10）上成形一閘極（11）電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層（12），且於介電層（12）上製作汲極（13）、源極（14）電極，再以表面處理（16）技術處理介電層（12）表面，並塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（15），將有機主動層（15）的溶劑烤乾。

其中，該基板（10）係以丙酮(acetone)、二甲苯(IPA)

及去離子水(D.I.water)清洗，並去除基板（10）上的油污及雜質。該閘極（11）電極，用金屬光罩以蒸鍍的方法直接將閘極（11）成形於玻璃基板（10）上，材料通常使用氧化銦錫(ITO)、鋁(Al)作為電極。藉由低於200度的低溫濺鍍(sputter system)方式沈積高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)作為有機薄膜電晶體的介電層（12），覆蓋在閘極（11）電極上。該汲極（13）、源極（14）電極，塗上光阻，然後以曝光顯影定義出圖形(pattern)，接著鍍上金屬，然後以光阻剝離法(lift off)將不要的金屬直接剝離留下所需的電極圖形。而以低溫濺度製作介電層，介電層的表面型態呈粗糙狀，所以可以利用電漿(O_2 plasma)表面處理技術處理介電層表面，使介電層可以較平坦化，且處理後之介電層（12）表面與有機主動層（15）有較好的接觸和界面狀態。該有機主動層（15）以旋轉塗佈的方式塗上有機材料聚3已基塞吩（RR-P3HT）作為有機薄膜電晶體之有機主動層（15），並將有機主動層（15）的溶劑烤乾。

另外，也可以在氧氣電漿(O_2 plasma)表面處理完畢後，也可以直接以六甲基二硅氮烷（HMDS）或十八烷基三氯硅烷（OTS）等溶液塗於表面作為有機主動層（15）和介電層（12）之間的介面層。

本發明又提供一種有機薄膜電晶體，如第二圖所示，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板（10），該玻璃基板（10）上成形一閘極（11）電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層（12），再以表面處理

技術處理介電層（12）表面，且於介電層（12）上塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（15），並將有機主動層（15）的溶劑烤乾，再製作汲極（13）、源極（14）電極。

本發明另提供一種有機薄膜電晶體，如第三圖所示，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板（10），該玻璃基板（10）上塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（15），將有機主動層（15）的溶劑烤乾，並製作汲極（13）、源極（14）電極，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層（12），再於介電層（12）上成形一閘極（11）電極。

本發明再提供一種有機薄膜電晶體，如第四圖所示，該有機薄膜電晶體係包括一玻璃基板（10），該玻璃基板（10）上製作形成汲極（13）、源極（14）電極，並塗上有機材料作為有機薄膜電晶體之有機主動層（15），將有機主動層（15）的溶劑烤乾，並以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層（12），再於介電層（12）上成形一閘極（11）電極。

其中，如第三圖、第四圖所示，該有機薄膜電晶體之閘極（11）電極為頂部閘極（11），頂部閘極（11）結構由於有機半導體材料易受水氧、空氣及化學材料的影響，進而造成有機材料性質衰退，故，頂部閘極（11）結構不做表面處理，如：氧氣電漿（O_2 plasma）表面處理，氧氣即會影響有機半導體材料，傷害有機材料性質。

另請參閱第五圖所示，該介電層（12）可為三層結構，可與三氧化二鋁（Al_2O_3）（121）以夾層方式製作成有機薄膜電晶體驅動元件，該中層可為二氧化鉿（HfO_2）、氧化鉭（Ta_2O_5）、二氧化鈦（TiO_2）、二氧化鋯（ZrO_2）。

由於高介電常數材料二氧化鉿（HfO_2）（介電常數 ε =21）作為有機電晶體的介電層（12），高介電材料可以用較低的操作電壓就可以得到與二氧化矽（SiO_2）介電層（介電常數 ε =3.9）的電荷累積相同的效果，於理論上，電容之關係式為 $C=\frac{\varepsilon_0\varepsilon}{t}$，由於二氧化鉿（$HfO_2$）的介電常數較二氧化矽（$SiO_2$）高很多，所以電容特性的表現上也較高，而電容儲存的電荷量即和施加的電壓、電容量成一正比關係 Q=CV，所以當電容量提升時，即可以將施加之電壓降低，而不改其電荷量。在實驗方面，也驗證了以高介電係數材料二氧化鉿（HfO_2）確實可以將操作電壓有效降低。另外以電漿表面處理（O_2 plasma）、化學表面改質等表面處理技術於介電層二氧化鉿（HfO_2）的表面作表面處理，實驗結果也得到元件的特性也有大幅度的改善。

再者，請參閱第五圖所示，為了使有機電晶體之介電層（12）的介電常數更高，又得克服因高介電常數材料真空能位障較低的關係，產生之閘極（11）漏電流的影響，因此能採用二氧化鉿（HfO_2）、氧化鉭（Ta_2O_5）或二氧化鈦（TiO_2）等高介電系數材料與三氧化二鋁（Al_2O_3）（121）夾層方式製作成有機薄膜電晶體驅動元件。

由於介電層（12）之介電系數增加，因而可以進一步降低其整個有機薄膜電晶體的操作電壓；在閘極（11）漏電流方面，因在能帶工程中三氧化二鋁（Al_2O_3）（121）材料的能位障是較大的，所以當利用三氧化二鋁（Al_2O_3）（121）來製作夾層結構時，元件施加偏壓後仍可以有效的降低閘極漏電流的產生，因此也不會因閘極漏電流的因素，造成元件電性變差。

一、本發明之製造有機薄膜電晶體之方法，其係利用高介電常數材料二氧化鉿（HfO_2）可以得到較高的電容值，且可將施加之操作電壓降下來。

二、本發明之製造有機薄膜電晶體之方法，其係利用低溫濺鍍（PVD），可以將有機薄膜電晶體元件製作於軟性基板上，應用於軟性電子產品。

歸納上述所說，本發明同時具有上述眾多效能與實用價值，並可有效提升整體的經濟效益，因此本發明確實為一創意極佳的發明，且在相同技術領域中未見相同或近似之產品公開使用，應已符合發明專利之要件，乃依法提出申請，並請賜予本發明專利。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明之實施例結構示意圖。

第二圖係本發明又一實施例之結構示意圖。

第三圖係本發明另一實施例之結構示意圖。

第四圖係本發明再一實施例之結構示意圖。

第五圖係本發明介電層之另一實施例結構示意圖。

第六圖係習用以矽基板製作之結構示意圖。

第七圖係習用以玻璃基板製作之結構示意圖。

【主要元件符號說明】

(10)(40) 玻璃基板

(11)(41) 閘極

(12)(42) 介電層

(121) 三氧化二鋁

(13)(32)(43) 汲極

(14)(33)(44) 源極

(15)(34)(45) 有機主動層

(16) 表面處理

(30) 矽基板

(31) 二氧化矽

(35) 金屬

五、中文發明摘要：

本發明係一種製造有機薄膜電晶體之方法，主要係由一基板、一閘極電極、一介電層、一汲極與源極電極與一有機主動層所組成之有機薄膜電晶體，以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)作為有機薄膜電晶體的介電層，利用高介電常數材料二氧化鉿(HfO_2)可以得到較高的電容值，而有機薄膜電晶體的的工作方式便是透過於閘極施加一直流偏壓，在有機主動層累積電荷感應出通道，而電荷量的累積與電容及電壓成正比關係 Q=CV，因此當我們將電容量提升時，便可將施加之操作電壓降下來。另外由於整個製程的流程為低溫濺鍍(PVD)，所以也可以將有機薄膜電晶體元件製作於軟性基板上，應用於軟性電子產品。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1.一種製造有機薄膜電晶體之方法，該有機薄膜電晶體包括有一基板、一閘極電極、一介電層、一汲極與源極電極一有機主動層所組成，其特徵在於：

該有機薄膜電晶體以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料作為有機薄膜電晶體的介電層。

2.如申請專利範圍第1項所述之製造有機薄膜電晶體之方法，其中該介電層之介電常數值約9～80。

3.如申請專利範圍第1項所述之製造有機薄膜電晶體之方法，其中該高介電常數材料為二氧化鉿(HfO_2)。

4.如申請專利範圍第1項所述之製造有機薄膜電晶體之方法，其中該高介電常數材料為二氧化鋯(ZrO_2)。

5.如申請專利範圍第1項所述之製造有機薄膜電晶體之方法，其中該低溫濺鍍之溫度低於200度。

6.如申請專利範圍第1項所述之有機薄膜電晶體，其中該介電層可以三氧化二鋁(Al_2O_3)以夾層方式製作。

7.一種有機薄膜電晶體，其係包括一玻璃基板，該玻璃基板上成形一閘極電極，該閘極電極上以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料形成一介電層，於該介電層上製作有一汲極、源極電極，且於介電層表面做表面處理，又於介電層表面塗上一有機主動層以供烘乾。

8.一種有機薄膜電晶體，其係包括一玻璃基板，該玻璃基板上成形一閘極電極，該閘極電極上以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料形成一介電層，於該介電層表面做表面處

理，且於介電層上塗上一有機主動層以供烘乾，並於有機主動層上製作汲極、源極電極。

9.一種有機薄膜電晶體，其係包括一玻璃基板，該玻璃基板上塗上一有機主動層以供烤乾，於該有機主動層上製作汲極、源極電極，且於汲極、源極電極上以低溫濺鍍方式沈積高介電常數材料形成一介電層，再於介電層上成形一閘極電極。

10.一種有機薄膜電晶體，其係包括一玻璃基板，該玻璃基板上製作形成汲極、源極電極，於該汲極、源極電極上塗上一有機主動層以供烤乾，並於有機主動層上以低溫濺鍍方式沈積形成一介電層，再於該電層上成形一閘極電極。

11.如申請專利範圍第7、8、9或10項所述之有機薄膜電晶體，其中該介電層之介電常數值約9～80。

12.如申請專利範圍第7、8、9或10項所述之有機薄膜電晶體，其中該高介電常數材料為二氧化鉿(HfO_2)。

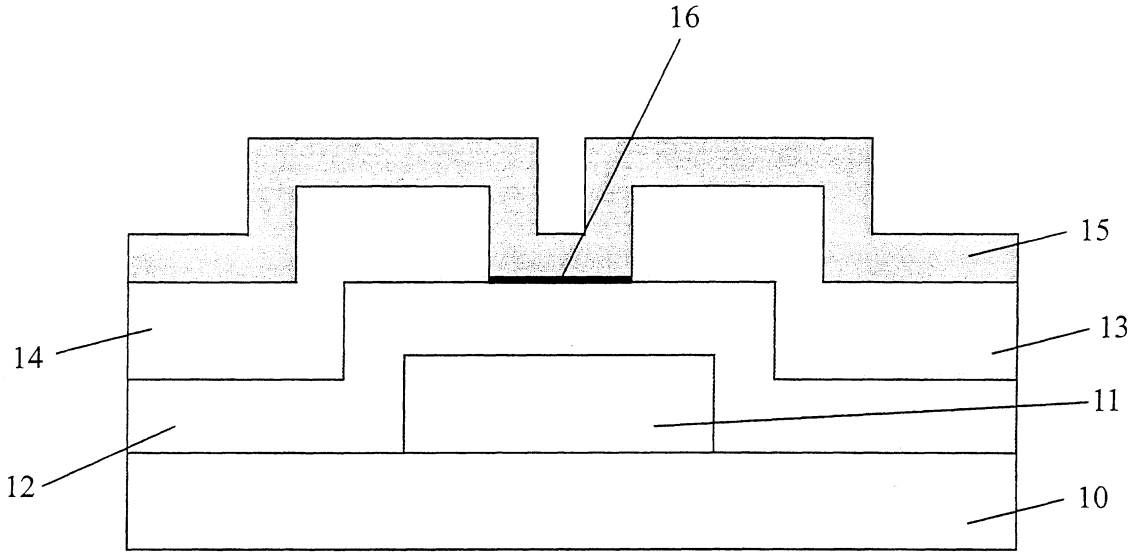
13.如申請專利範圍第7、8、9或10項所述之有機薄膜電晶體，其中該高介電常數材料為二氧化鋯(ZrO_2)。

14.如申請專利範圍第7、8、9或10項所述之有機薄膜電晶體，其中該低溫濺鍍之溫度低於200度。

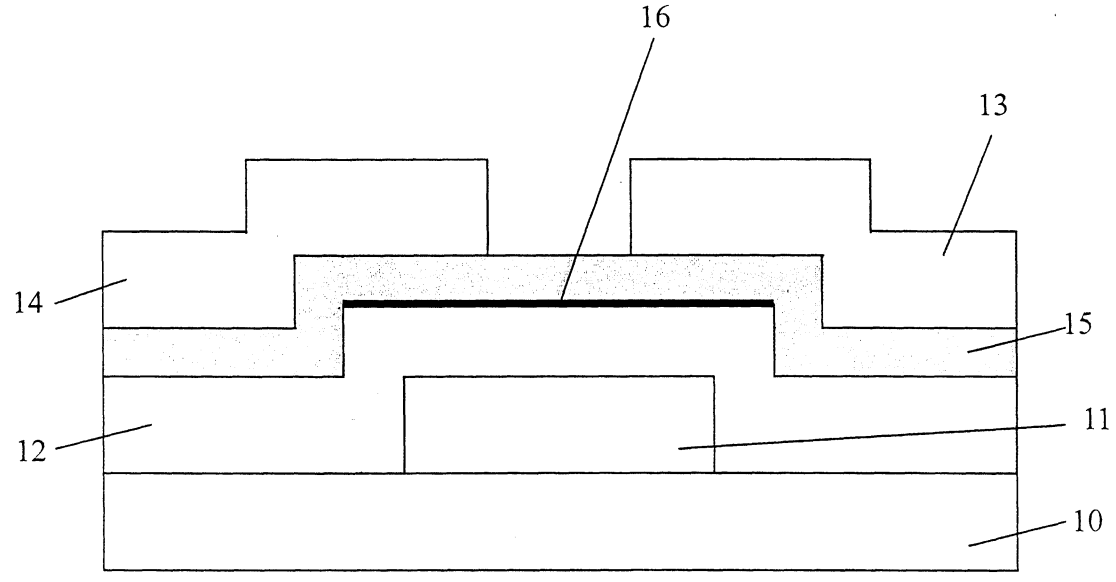
15.如申請專利範圍第7、8、9或10項所述之有機薄膜電晶體，其中該高介電層與三氧化二鋁(Al_2O_3)以夾層方式製作。

十一圖式：

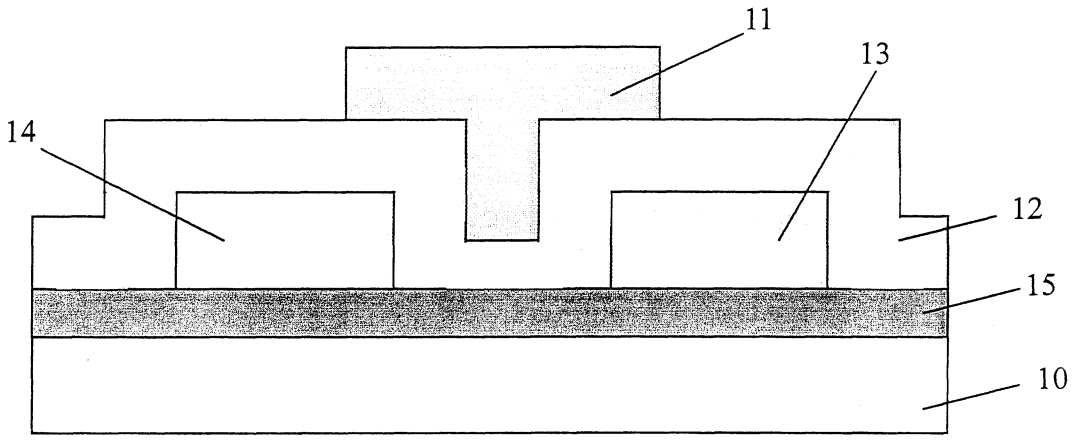
如次頁



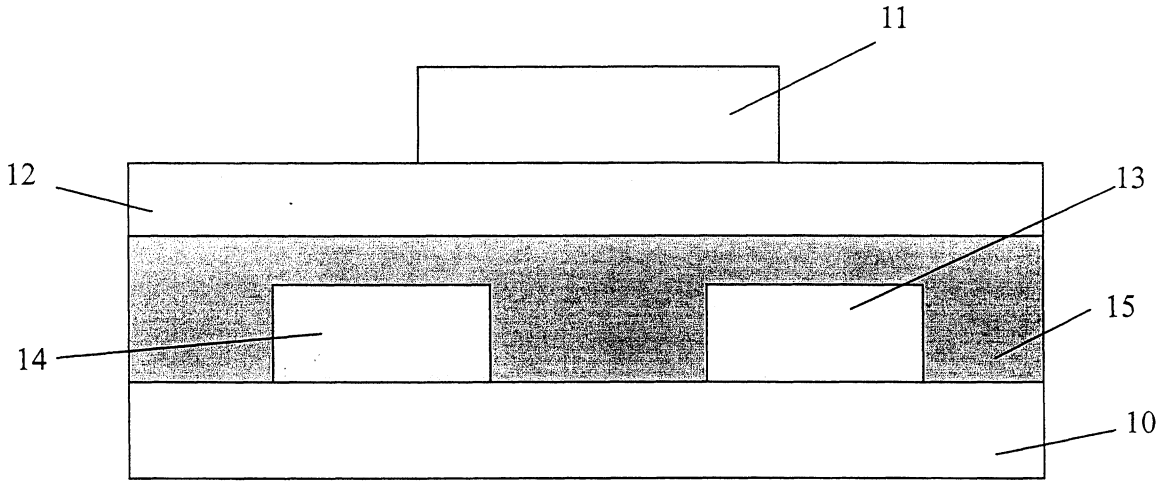
第一圖



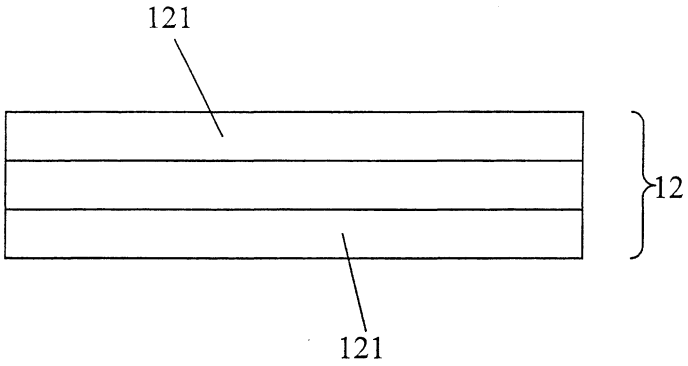
第二圖



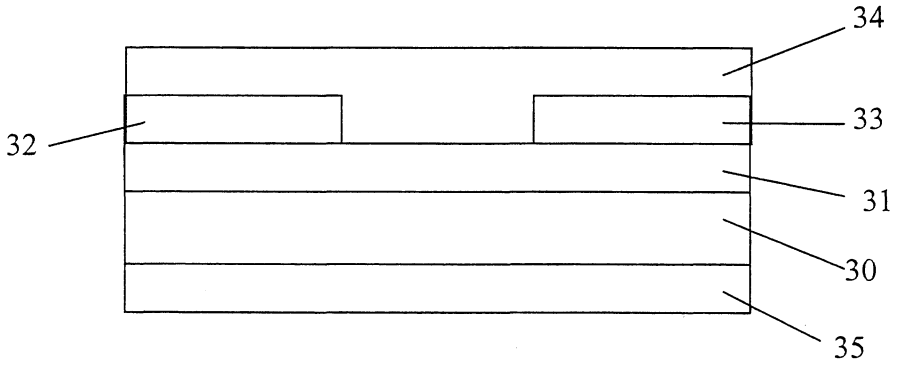
第三圖



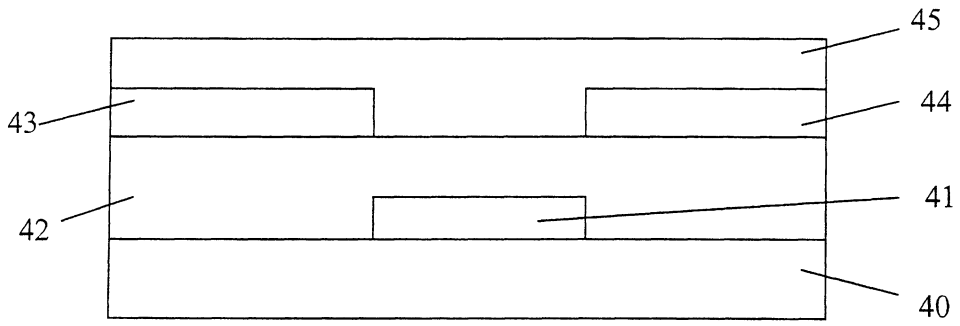
第四圖



第五圖



第六圖



第七圖

七、指定代表圖：

（一）本案指定代表圖為：第（ 一 ）圖。

（二）本代表圖之元件符號簡單說明：

（10）基板

（11）閘極

（12）介電層

（13）汲極

（14）源極

（15）有機主動層

（16）表面處理

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：