



(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 I671332 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：107123931

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 16 日

(51)Int. Cl. : C08G64/02 (2006.01)

H01L21/225 (2006.01)

H01L21/336 (2006.01)

H01L29/49 (2006.01)

H01L29/786 (2006.01)

(30)優先權：2013/12/16 日本

2013-259031

(71)申請人：國立大學法人北陸先端科學技術大學院大學(日本) NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (JP)

日本

日商住友精化股份有限公司(日本) SUMITOMO SEIKA CHEMICALS CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：井上聡 INOUE,SATOSHI (JP)；下田達也 SHIMODA,TATSUYA (JP)；辛島修一 KARASHIMA,SHUICHI (JP)；藤本信貴 FUJIMOTO,NOBUTAKA (JP)；西岡聖司 NISHIOKA,KIYOSHI (JP)

(74)代理人：洪澄文

(56)參考文獻：

TW I643883B

CN 101996870A

JP 2006-140335A

JP 2007-523460A

審查人員：李宜儒

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：16 共 40 頁

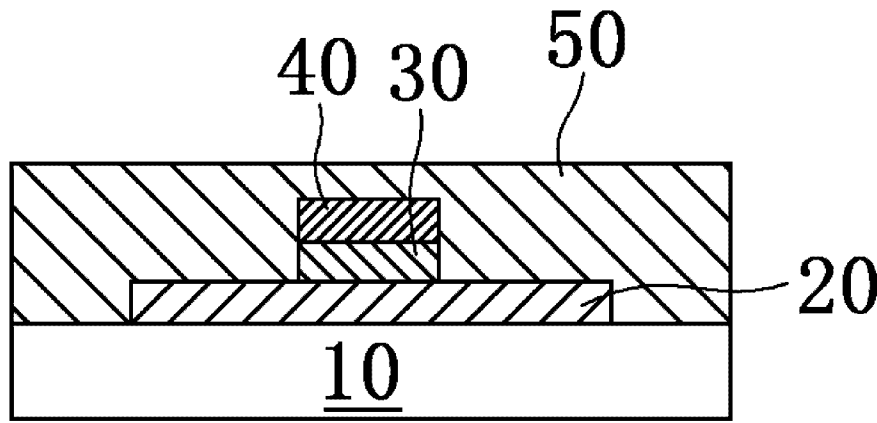
(54)名稱

半導體元件的中間物、半導體元件的製造方法及半導體元件的製造裝置

(57)摘要

本發明之一種半導體元件的製造方法，係包含以下的步驟：脂肪族聚碳酸酯層形成步驟，其係將透過閘極絕緣層 30 而被配置在半導體層 20 的上方之閘極電極層 40、及半導體層 20 覆蓋而形成脂肪族聚碳酸酯層 50，此脂肪族聚碳酸酯層 50 係具有使半導體層 20 成為 n 型或 p 型的半導體層之摻雜劑；及加熱步驟，其係在將其摻雜劑導入半導體層 20 中之同時，於將脂肪族聚碳酸酯層 50 分解的溫度下進行加熱。

指定代表圖：



符號簡單說明：

10 . . . 基板

20 . . . 半導體層

30 . . . 閘極絕緣層

40 . . . 閘極電極層

50 . . . 脂肪族聚碳酸酯層

【第8圖】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體元件的中間物、半導體元件的製造方法及半導體元件的製造裝置

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種半導體元件的中間物、半導體元件的製造方法及半導體元件的製造裝置。

【先前技術】

【0002】 先前，在製造半導體元件之一例的薄膜電晶體之過程，其主流係使用所謂在真空下或低壓下之成膜製程或蝕刻製程。近年來，逐漸活用藉由在基板上將各種溶液作為起始材料且在常壓下形成功能性材料層，而製造薄膜電晶體之技術，來代替在真空下或低壓下之步驟(專利文獻1)。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 [專利文獻1] 日本特開2013-110175號公報

【發明內容】

發明欲解決之課題

【0004】 以往，被採用之上述在真空下或低壓下之各製程，因為係需要比較性的長時間、及/或昂貴的設備之製程，所以原材料、製造能源等的使用效率係變為非常差。這從工業性或量產性的觀點而言，乃是不佳。另一方面，藉由採用將具有各種特點的溶液作為起始材料而形成功能性材料層之技術來製造半導體元件之技術，從工業性或量產性的觀點而言，目前在產業界係非常地受到

第 1 頁，共 27 頁(發明說明書)

關注。但是，使其成為理想的半導體元件之研究及開發，可說是尚不完全。

【0005】 代表性的課題之一個例子係如以下。為了實現進一步提升半導體元件的一個例子之薄膜電晶體之性能，本申請發明人們係預料此薄膜電晶體的周邊電路會被要求積體化。而且，存在有以下的問題：在以往被採用之逆堆疊式的薄膜電晶體，係積體化越進展而越無法忽視寄生電容(parasitic capacitance)之問題。因此，被認為適合實現自對準(self-Align)式的薄膜電晶體之具備共平面型(coplanar type)構造(換言之，上閘極構造)的薄膜電晶體，係成為能夠解決前述的各種問題之一個態樣。因此，如何採用使用具有各種特點的溶液來形成功能性材料層之技術，來實現自對準(self-Align)式的薄膜電晶體係成為問題。

【0006】 採用具有上述的共平面型構造之薄膜電晶體時，可說是因為藉由將閘極電極利用作為舉例而言的遮罩而能夠自對準式地形成源極/汲極區域，所以能夠實現自對準式的薄膜電晶體。但是，如上述，以往為了形成源極/汲極區域而採用之離子植入法，因為必須在真空下進行而不佳。

用以解決課題之手段

【0007】 本發明係藉由解決上述的各種問題的至少1個，不必使用在真空下或低壓下之各製程且不必使用昂貴的設備，而對於提供一種能夠簡便地實現自對準式地形成源極/汲極區域之半導體元件、及其製造方法有重大的貢獻。並且，本發明對於提供一種實現形成此種源極/汲極區域之材料亦有重大的貢獻。

【0008】 以往，本申請發明人們在使用某溶液而形成功能性材料層時所進行的研究或開發，係將具有各種特點的溶液本身作為起始材料而形成之功能性材料層。但是，重複專心研究與分析的結果，本申請發明人們新發現能夠將使用特殊溶液而形成之層，活用在可說是使已經形成之母材層變質或改質。並且，本申請發明人們亦同時發現即便假設此母材是氧化物層，使此母材之層變質或改質之後，使用已完成其任務之此特殊溶液而形成之層的除去，亦能夠以高準

本申請之所謂「母材」，係不僅是基板，亦包含膜(或層)。

發明效果

【0016】 使用本發明之一種半導體元件的製造方法時，因為將閘極電極層作為實際上的遮罩，而將摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層之緣故，所以能夠實現自對準式的半導體元件之製造。而且，因為此脂肪族聚碳酸酯層本身，係在藉由其加熱而分解之同時，實際上消失之緣故，能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地實現母材的半導體層之變質或改質。

【0017】 又，使用本發明之一種半導體元件時，因為將閘極電極層作為實際上的遮罩，而使摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層之緣故，所以亦能夠實現自對準式的半導體元件。而且，因為此脂肪族聚碳酸酯層本身，係在藉由其加熱而分解之同時，實際上消失之緣故，所以能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地實現將母材的半導體層變質或改質而成之半導體元件。

【0018】 並且，使用本發明之一種脂肪族聚碳酸酯時，在分解溫度下被加熱時，藉由將本身所具有的摻雜劑導入半導體層，能夠形成半導體元件的源極電極及汲極電極。並且，將閘極電極層作為實際上的遮罩，而使摻雜劑從此脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層，所以亦能夠實現自對準式的半導體元件之製造。而且，此脂肪族聚碳酸酯本身不僅是摻雜劑供給源，因為在藉由其加熱而分解之同時實際上消失之緣故，所以在形成半導體元件之源極電極及汲極電極時，係成為能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地使母材的半導體層變質或改質之有用的摻雜劑供給源。

【圖式簡單說明】

【0019】

第1圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的

製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第2圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第3圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第4圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第5圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第6圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第7圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第8圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第9圖係顯示在本發明之第1實施形態之脂肪族聚碳酸酯層的起始材料之PPC溶液的TG-DTA特性之圖表。

第10圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的全體構成及其製造方法的一個過程之剖面示意圖。

第11圖係顯示在本發明之第1實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的轉換特性測定結果之圖表。

第12圖係顯示在本發明之第1實施形態之含不純物的PPC溶液中的不純物(乙醯丙酮錫)的濃度與母材的半導體層的片電阻值的關係之圖表。

第13圖係顯示將在本發明之第1實施形態之由含有某濃度(10wt%)的不純物(乙醯

丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成的層，在預定溫度下加熱之時間與母材的半導體層的片電阻值的關係之圖表。

第14圖係顯示將在本發明之第1實施形態之由含有低濃度(1.4wt%)的不純物(乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成的層，在預定溫度下加熱之時間(分鐘)與母材的半導體層的片電阻值(Ω/square)的關係之圖表。

第15圖係顯示將在本發明之第1實施形態之由含有某濃度的不純物之含不純物的PPC溶液所形成之層加熱之結果，顯示所觀察的殘留物之平面視的掃描型電子顯微鏡(SEM)照片。

第16圖係顯示在本發明的其他的實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體的全體構成之剖面示意圖。

【實施方式】

用以實施發明之形態

【0020】 基於附加圖式而詳細地敘述作為本發明的實施形態之半導體元件的一個例子之薄膜電晶體及其製造方法。又，在此說明時，在全部圖式的範圍，係只要未特別提及，共同部分係附加共同的元件符號。又，圖中，本實施形態的元件係未必保持相互的比例尺而記載。而且，為了容易觀看各圖式而將一部分符號省略。

【0021】 <第1實施形態>

1.本實施形態的薄膜電晶體的製造方法及全體構成

第1圖至第8圖，係各自是顯示半導體元件的一個例子之薄膜電晶體100之製造方法的一個過程之剖面示意圖。又，第10圖，係顯示在本實施形態之薄膜電晶體100之製造方法的一個過程及全體構成之剖面示意圖。在本實施形態，薄膜電晶體100係具備共平面型構造(換言之，係上閘極構造)之薄膜電晶體。又，第

【0025】 又，在本實施形態，採用 $ZrInZnO_x$ 層作為半導體層20，係特別是因為能夠實現提升作為薄膜電晶體之各種特性(例如，遲滯(hysteresis)的減低或ON/OFF比))之緣故。

【0026】 在本實施形態，係如第1圖所示，在基板10上形成第1材料的前驅物層(以下，亦稱為「第1材料層的前驅物層」或「前驅物層」)20a，第1材料的前驅物層20a係使被氧化後成為半導體之金屬的化合物(亦稱為「金屬化合物」)分散在溶液中而成。隨後，在大氣中，進行將第1材料的前驅物層20a在 150°C 加熱預定時間(例如，5分鐘)之預煅燒。又，藉由此預煅燒，溶劑成分係大致藉由蒸發或分解而消失。

【0027】 進行預煅燒之後，係對第1材料的前驅物層20a施行壓印加工。具體而言，係如第2圖所示，在加熱至 100°C 以上且 200°C 以下(代表性係 150°C)的狀態下，使用前驅物層用模具M1，在 0.1MPa 以上且 20MPa 以下(代表性係 10MPa)的壓力下，對第1材料的前驅物層20a施行壓印加工。其結果，如第3圖所示，能夠形成第1材料的前驅物層20a之壓印構造。

【0028】 隨後，在本實施形態，係於大氣壓下從表面側照射電漿而對前驅物層20a的全體進行乾式蝕刻，或是使用習知或市售的酸性溶液(例如，具有與ITO(氧化銻錫；Indium Tin Oxide))的蝕刻溶液相同成分之酸性溶液)而進行濕式蝕刻。其結果，如第4圖所示，未形成圖案之區域(除去對象區域)之前驅物層20a係被除去，另一方面，因為形成圖案的區域之前驅物層20a係殘留一定以上的厚度，所以最後形成圖案。又，如本實施形態，例如即便在大氣壓下亦能夠實現形成數十nm~數百 μm 之尺寸自由度非常大且高尺寸精準確性之圖案，乃是值得大寫特寫。

【0029】 而且，隨後作為正式煅燒、亦即「煅燒步驟」，係將第1材料的前驅物層20a在例如氧氧環境中或大氣中以例如 500°C 加熱預定時間。其結果，

如第5圖所示，在基板10上形成由第1材料所構成之半導體層(第1材料層)20。又，正式煅燒後之半導體層20的最後厚度，係代表性為約40nm。

【0030】 在此，在本實施形態作為半導體層20之第1材料層所用之含銦(In)的前驅物之例子，係乙醯丙酮銦。作為其他的例子，可採用乙酸銦、硝酸銦、氯化銦、或各種銦烷氧化物(例如，銦異丙氧化物、銦丁氧化物、銦乙氧化物、銦甲氧乙氧化物)。又，在本實施形態作為半導體層20之第1材料層所用之含鋅(Zn)的前驅物之例子，係氯化鋅。作為其他的例子，可採用硝酸鋅、乙酸鋅、或各種鋅烷氧化物(例如，鋅異丙氧化物、鋅丁氧化物、鋅乙氧化物、鋅甲氧乙氧化物)。又，在本實施形態作為半導體層20之第1材料層用之含鋯(Zr)的前驅物之例子，係鋯丁氧化物。作為其他的例子，可採用硝酸鋯、氯化鋯、或其他各種鋯烷氧化物(例如，鋯異丙氧化物、鋯丁氧化物、鋯乙氧化物、鋯甲氧乙氧化物)。

【0031】 又，作為半導體層之第1材料層的相狀態，係沒有特別限定。例如，可為結晶狀或多結晶狀、或非晶狀的任一種。又，作為結晶成長的結果，樹枝狀或鱗片狀結晶的情況均是在本實施形態能夠採用採用之一個相狀態。

【0032】 又，在本實施形態，係對得到高塑性變形能力之前驅物層施行壓印加工。其結果，即便施加壓印加工時之壓力係0.1MPa以上且20MPa以下之較低的壓力，各前驅物層亦能夠追隨模具的表面形狀而變形，而能夠以高精準確性形成所需要的壓印構造。又，藉由將其壓力設為0.1MPa以上且20MPa以下之較低的壓力範圍，在施行壓印加工時模具不容易損傷之同時，對於大面積化亦是有利的。

【0033】 在此，將上述的壓力設為「0.1MPa以上且20MPa以下」的範圍內，係基於以下的理由。首先，因為其壓力為小0.1MPa時，壓力太低而有無法對前驅物層作壓印之情況。另一方面，因為其壓力達到20MPa時，已能夠充分地對前驅物層作壓印，所以沒有必要施加其以上的壓力。

布法、及網版印刷來塗布在基板10，係適合的一個態樣。

【0039】 (3)脂肪族聚碳酸酯的製造

在此，以下說明本實施形態的脂肪族聚碳酸酯之代表例之一亦即聚碳酸伸丙酯(PPC)之製造方法。

【0040】 首先，製造金屬觸媒之有機鋅觸媒。具體而言，係在具備攪拌機、氮氣體導入管、溫度計、回流冷卻管之300mL容量的四口燒瓶，添加氧化鋅8.1g(100毫莫耳)、戊二酸12.7g(96毫莫耳)、乙酸0.1g(2毫莫耳)、及甲苯130g(150mL)。其次，將反應系統內置換為氮環境之後，將此燒瓶升溫至55°C為止，藉由在相同溫度攪拌4小時，來進行前述的各材料的反應處理。隨後，升溫至110°C為止，進而在相同溫度攪拌4小時使其共沸脫水而只有將水分除去。隨後，藉由將此燒瓶冷卻至室溫為止，來得到含有有機鋅觸媒之反應液。

【0041】 針對分離取得此反應液的一部分且過濾而得到的有機鋅觸媒，進行測定IR(Thermo Nicolet Japan股份公司製、商品名：AVATAR360)。其結果，無法觀察到基於羧酸基之尖峰。

【0042】 其次，將具備攪拌機、氣體導入管、溫度計之1L容量的高壓釜系統內預先置換為氮環境之後，添加上述含有有機鋅觸媒的反應液8.0mL(含有有機鋅觸媒1.0g)、己烷131g(200mL)、及環氧丙烷46.5g(0.80莫耳)。其次，藉由邊攪拌邊添加二氧化碳而將反應系統內置換為二氧化碳環境且填充二氧化碳至反應系統內成為1.5MPa為止。隨後，將此高壓釜升溫至60°C且邊補充因反應而消耗的二氧化碳邊進行聚合反應6小時。

【0043】 反應結束後，將高壓釜冷卻且進行脫壓、過濾。隨後，藉由減壓乾燥而得到PPC(可含有不可避免的不純物，以下相同)80.8g。

【0044】 所得到的PPC，可從具有下述的物性來鑑定。

IR(KBr)的吸收尖峰：1742, 1456, 1381, 1229, 1069, 787(任一者的單位均是

cm⁻¹)

又，所得到的PPC之數量平均分子量係52000。

【0045】 上述的脂肪族聚碳酸酯之數量平均分子量係52000，但是不被限定於此數值。例如，只要數量平均分子量為5000~1000000，就能夠適合使用。又，更佳的數量平均分子量為10000~500000。又，脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量小於5000時，在使用脂肪族聚碳酸酯的溶液時，溶液的黏度變低致使操作變為困難且可能產生圖案化後之脂肪族聚碳酸酯的尺寸自由度低落之問題。又，脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量大於1000000時，在使用脂肪族聚碳酸酯的溶液時，溶液的黏度變高致使操作變為困難且可能產生圖案化後之脂肪族聚碳酸酯的尺寸精準確性低落之問題。

【0046】 [脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量之測定方法]

又，上述的脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量，係可使用以下的方法算出。

具體而言，係調製上述的脂肪族聚碳酸酯濃度為0.5質量%的氯仿溶液，使用高速液體層析法而進行測定。測定後，藉由與在相同條件下測定之數量平均分子量為已知的聚苯乙烯進行比較來算出分子量。又，測定條件係如以下。

機種：HLC-8020(TOSOH股份公司製)

管柱：GPC管柱

(TOSOH股份公司的商品名：TSK GEL Multipore HXL-M)

管柱溫度：40℃

溶出液：氯仿

流速：1mL/分鐘

【0047】 (4)脂肪族聚碳酸酯層的形成

上述的「(2)閘極絕緣層及閘極電極層的形成」之後，在本實施形態，係如第8圖所示，使用旋轉塗布法將半導體層20、及透過閘極絕緣層而配置在半導體

層20上之閘極電極層40覆蓋而形成脂肪族聚碳酸酯層50。更具體地，本實施形態的脂肪族聚碳酸酯層50之形成方法係如以下。

【0048】 首先，藉由使將乙醯丙酮錫(Tin acetylacetonate)溶解在丙酸而成的溶液(以下，亦稱為「Sn溶液」)分散在聚碳酸伸丙酯的溶液(以下亦稱為「PPC溶液」)中，來製成含不純物的PPC溶液。又，本實施形態之PPC溶液的溶質亦即PPC的濃度係6質量%。又，本實施形態之PPC溶液的溶劑係二乙二醇一乙基醚乙酸酯(Diethylene-Glycol-Monoethyl-Ether- Acetate)。

【0049】 隨後，如上述，使用旋轉塗布法，形成以含不純物的PPC溶液為起始材料之脂肪族聚碳酸酯層50。又，在本實施形態，係在使用旋轉塗布法形成塗膜之後，藉由進行於約180°C將此塗膜乾燥之乾燥步驟，來形成脂肪族聚碳酸酯層50。

【0050】 在此，本實施形態的PPC溶液所採用的有機溶劑，係只要能夠將脂肪族聚碳酸酯溶解之有機溶劑，就沒有特別限定。有機溶劑的具體例係除了上述的二乙二醇一乙基醚乙酸酯以外，有 α -萜品醇、 β -萜品醇、N-甲基-2-吡咯啉酮、異丙醇、二乙二醇一丁基醚乙酸酯、二乙二醇一丁基醚、甲苯、環己烷、甲基乙基酮、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸伸丙酯等。從沸點適當地較高、在室溫的蒸發較少且在將所得到的氧化物半導體之前驅物煅燒時能夠均勻地將有機溶劑除去之觀點而言，這些有機溶劑之中，係能夠適合使用二乙二醇一乙基醚乙酸酯、 α -萜品醇、N-甲基-2-吡咯啉酮、及碳酸伸丙酯。

【0051】 本實施形態的金屬化合物、含不純物的PPC溶液之製造方法，係沒有特別限定。例如，使用先前習知的攪拌方法將Sn溶液及PPC溶液進行攪拌而得到前驅物之方法，亦是能夠採用之一個態樣。

【0052】 上述習知的攪拌方法，係例如包含以下的方法：使用攪拌機混合之方法；或是使用填充有陶瓷球之碾磨機等裝置，藉由使其旋轉及/或振動來進

行混煉之方法。

【0053】 又，從使乙醯丙酮錫的分散性之觀點而言，亦能夠在含不純物的PPC溶液，依照需要而進一步添加分散劑、可塑劑等。

【0054】 上述的分散劑的具體例，係甘油、山梨糖醇酐、等的多元醇酯；二乙二醇、三乙二醇、二丙二醇、三丙二醇、聚乙二醇、聚丙二醇等的聚醚多元醇；聚乙烯亞胺(polyethylene imine)等的胺類；聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸等的(甲基)丙烯酸樹脂；

異丁烯或苯乙烯與順丁烯二酸酐之共聚物、及其胺類鹽等。

【0055】 上述的可塑劑的具體例，係聚醚多元醇、酞酸酯等。

【0056】 (5)在半導體層中導入摻雜劑

隨後，將脂肪族聚碳酸酯層50、以及半導體層20、閘極絕緣層30、及閘極電極層40之積層結構在約400°C加熱20分鐘。其結果，在含不純物的PPC溶液中的乙醯丙酮錫所含有之錫(Sn)係藉由擴散而被導入半導體層20內。而且，藉由前述的加熱處理，脂肪族聚碳酸酯層50的主要材料亦即聚碳酸伸丙酯(PPC)，係在分解之同時，實際上消失。

【0057】 [PPC的TG-DTA(熱重量測定及示差熱)特性評價]

在此，在摻雜劑導入半導體層20中之過程，脂肪族聚碳酸酯層50係實際上消失或被除去，從第9圖所示的TG-DTA特性亦能夠證明。又，在本實施形態，脂肪族聚碳酸酯層50的主要材料亦即聚碳酸伸丙酯，係熱分解性良好之吸熱分解型的脂肪族聚碳酸酯。因為此種脂肪族聚碳酸酯係氧含量高且能夠在比較低溫分解成為低分子化合物，對於不純物殘留量的減低有積極的貢獻，上述不純物是以在半導體層20中導入摻雜劑之過程的加熱處理後之碳不純物作為代表。

【0058】 第9圖係本實施形態的脂肪族聚碳酸酯層50的起始材料亦即PPC溶液的TG-DTA特性之圖表。又，在第9圖之實線係熱重量(TG)測定結果，相同

第 15 頁，共 27 頁(發明說明書)

圖內的虛線係示差熱(DTA)測定結果。

【0059】 從在第9圖之熱重量測定的結果，從140°C附近至190°C附近，能夠觀察到在PPC溶液的溶劑消失之同時，PPC本身的一部分因分解或消失而引起重量顯著的減少。又，從第9圖所示的結果，能夠確認PPC係在190°C附近，90wt%以上被分解且消失。又，認為由於此分解，PPC係變化成為二氧化碳及水。更詳細地觀察時，得知在250°C附近，PPC係95wt%以上被分解，在260°C附近，PPC係大致全部(99wt%以上)被分解。因而，在摻雜劑導入半導體層20中之過程，對脂肪族聚碳酸酯層50進行260°C以上(更佳為300°C以上)的加熱處理時，脂肪族聚碳酸酯層50係實際上消失。因此，因為脂肪族聚碳酸酯層50本身係因其加熱處理而在分解之同時實際上消失之緣故，所以能夠達成不需要殘留物除去所用之追加性處理、或是此殘留物係只要簡易的除去即足夠之值得大寫特寫之效果。

【0060】 又，在上述摻雜劑導入半導體層20中之過程之加熱處理，係在氮環境下進行，但是此加熱處理環境係不被限定於氮環境。例如，在氧環境中或大氣中進行此加熱處理亦是能夠採用之一個態樣。

【0061】 (6)薄膜電晶體的形成

藉由上述摻雜劑導入半導體層中之過程之加熱處理，如第10圖所示，係能夠形成在作為半導體層20之第1材料層的一部分的區域內形成有源極電極22及汲極電極24之薄膜電晶體100。在本實施形態，因為將閘極電極層40作為實際上的遮罩，而使摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層50導入半導體層20，所以可以製造可顯著地減低製程上的步驟數及負荷之自對準式的薄膜電晶體。因而，使用本實施形態之薄膜電晶體100的製造方法時，能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地實現母材的半導體層20之變質或改質。

【0062】 又，雖然未圖式，追加地形成將薄膜電晶體100的源極電極22及汲極電極24覆蓋之鈍化層，亦是能夠採用之一個態樣。

【0063】 而且，在上述的各加熱步驟或乾燥步驟之加熱方法係沒有特別限定。例如，亦可以是使用恆溫槽、電爐等之習用的加熱方法，特別是基板(例如基板10，以下相同)係不耐熱的情況，為了使熱量不會傳達至基板而藉由紫外線加熱、藉由電磁波加熱、或藉由加熱燈加熱而只有將加熱對象的層加熱之方法亦是適合的一個態樣。

【0064】 例如，在上述的摻雜劑導入半導體層20中之同時，在將上述的脂肪族聚碳酸酯層50分解的溫度進行加熱之加熱步驟，係對基板加熱之同時，採用藉由紫外線(UV)之加熱時，不僅是只藉由照射紫外線(UV)之加熱處理，亦可進行在臭氧(O₃)環境下之照射紫外線(UV)。

【0065】 又，藉由在臭氧(O₃)環境下對脂肪族聚碳酸酯層50進行照射紫外線(UV)，即便相較於未在臭氧(O₃)環境下照射紫外線(UV)時之基板的加熱溫度(例如，260~300°C)大約低數十度的溫度(例如，200~240°C)，亦能夠使脂肪族聚碳酸酯層50實際上消失。並且，藉由在臭氧(O₃)環境下進行照射紫外線(UV)，亦能夠使對基板之加熱處理時間(包含紫外線(UV)的照射時間)較為縮短。因而，藉由採用在臭氧(O₃)環境下對脂肪族聚碳酸酯層50進行照射紫外線(UV)之步驟，能夠藉由較低溫的處理、及較短時間的處理而實現脂肪族聚碳酸酯層50的除去，乃是值得大寫特寫。

【0066】 [薄膜電晶體的電特性]

測定薄膜電晶體100的電特性。第11圖係顯示薄膜電晶體100的轉換特性測定結果之圖表。橫軸係被施加在閘極電極之電壓(V_g)，縱軸係汲極電流值(I_d)。

【0067】 如第11圖所示，能夠確認薄膜電晶體100係具備作為電晶體之充分的電特性。具體而言，係如表1所示，能夠確認電場效果移動度為20cm²/V·s以上之例子。又，能夠確認SS值為約0.2V/decade，同時電流值的ON/OFF比為7位數以上之例子。因而，清楚明白在本實施形態，不需要在真空下或低壓下之

步驟，亦能夠藉由薄膜電晶體100的半導體層20之變質或改質而實現作為電晶體之充分的電特性。

【0068】 [表1]

	SS (V/dec.)	μ_{FE} (cm^2/Vs)	$\frac{\text{ON}}{\text{OFF}}$
薄膜電晶體100 的電特性	約 0.2	≥ 20	$\geq 10^7$

【0069】 [有關於摻雜劑導入半導體層中之分析]

又，在本申請提出申請時，摻雜劑(在本實施形態，係錫)從脂肪族聚碳酸酯層50被導入半導體層20內之詳細的機構係不清楚。但是，依照本申請發明者等的研究及分析，得到了在以下所揭示之若干有趣的知識。

【0070】 第12圖係顯示在本實施形態之含不純物的PPC溶液中之不純物(在本實施形態，係乙醯丙酮錫(在圖中，係標記為「Sn(acac)」))的濃度(wt%)與母材的半導體層的片電阻值(Ω/square)之關係之圖表。又，除了在此測定的加熱溫度為 400°C 且加熱時間為10分鐘以外，係採用與在本實施形態之源極電極22及汲極電極24的形成方法同樣的方法。又，如第12圖所示，乙醯丙酮錫的含量為0時，係意味著 ZrInZnO_x 本身。又，在此測定，係藉由使含不純物的PPC溶液中之乙醯丙酮錫的濃度變化，來確認對半導體層20導入摻雜劑之效果。

【0071】 如第12圖所示，確認只要含不純物的PPC溶液中之乙醯丙酮錫的含量為1wt%以上，半導體層20的片電阻值係顯著地降低。特別是藉由含有2wt%以上的乙醯丙酮錫，能夠使片電阻值降低約5位數，乃是值得大寫特寫。

【0072】 又，第13圖係將在本實施形態之由含有某濃度(10wt%)的不純物(在本實施形態，係乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成的層，在預定溫度下加熱之時間(分鐘)與母材的半導體層的片電阻值(Ω/square)的關係之圖表。

又，此測定之加熱溫度係 400°C 。又，在此測定所採用的乙醯丙酮錫之濃度係 $10\text{wt}\%$ 。前述的條件以外，係採用與本實施形態之源極電極22及汲極電極24的形成方法同樣的方法。

【0073】 如第13圖所示，確認藉由10分鐘的加熱處理而將片電阻值減低至約 $7900(\Omega/\text{square})$ 為止。並且，確認加熱處理時間越長，片電阻值越降低。從製造時間的縮短化之觀點而言，在對半導體層20導入摻雜劑的過程之加熱處理時間，係以10分鐘以上且90分鐘以下為佳。

【0074】 而且，本申請發明者們係針對由含有低濃度($1.4\text{wt}\%$)的不純物(乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成的層亦進行分析。第14圖係在本實施形態之由含有低濃度($1.4\text{wt}\%$)的不純物(乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成的層，在預定溫度下加熱之時間(分鐘)與母材的半導體層的片電阻值(Ω/square)的關係之圖表。如第14圖所示，即便採用含有 $1.4\text{wt}\%$ 之低濃度的不純物(乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液，藉由僅10分鐘的加熱處理，亦確認片電阻值係減低至 $6 \times 10^5(\Omega/\text{square})$ 。並且，藉由90分鐘的加熱處理，片電阻值係減低至約 $1.5 \times 10^5(\Omega/\text{square})$ 為止，乃是值得大寫特寫。更有趣地，顯然即便藉由加熱大超過90分鐘，亦無法觀察到片電阻值的減低。因而，如上述，可說是超過90分鐘的加熱處理之技術上的意義較小。

【0075】 從上述的各結果，確認在含不純物的PPC溶液中之不純物(在本實施形態，係乙醯丙酮錫)的含量係只要 $1.4\text{wt}\%$ 以上，就可達成片電阻值的減低效果。另一方面，從使片電阻值降低之觀點而言，含有不純物之PPC溶液中的乙醯丙酮錫之含量亦可大於 $20\text{wt}\%$ 。但是如第12圖所示，因為在 $5\text{wt}\%$ 以上的數值範圍，係無法觀察到大的變化，所以含不純物的PPC溶液中的乙醯丙酮錫之含量大於 $20\text{wt}\%$ ，其有用性可說是較小。

【0076】 又，依照本申請發明者們之研究及分析結果，得到另外一個有趣

的知識。在對半導體層20導入摻雜劑之過程，藉由使用只將Sn溶液設作起始材料之層，來代替將含不純物的PPC溶液設作起始材料之脂肪族聚碳酸酯層50而嘗試導入摻雜劑(錫)時，確認在半導體層20的表面上形成氧化錫(SnO_x)的層或是島狀殘留物(以下，代表性亦稱為「氧化錫層」)。

【0077】 第15圖係顯示將在本實施形態之由含有某濃度的不純物(在本實施形態，係乙醯丙酮錫)之含不純物的PPC溶液所形成之層在 400°C 加熱之結果，顯示所觀察的殘留物之平面視的掃描型電子顯微鏡(SEM)照片。第15圖中的(a)係顯示將由含有濃度為10wt%的不純物之含不純物的PPC溶液所形成的層進行加熱處理後之結果。又，第15圖中的(b)係顯示將由含有濃度為5wt%的不純物之含不純物的PPC溶液所形成的層進行加熱處理後之結果。又，第15圖中的(c)係顯示將由含有濃度為1.4wt%的不純物之含不純物的PPC溶液所形成的層進行加熱處理後之結果。如第15圖所示，顯然濃度越低，氧化錫(SnO_x)層或島狀殘留物(以下，代表性亦稱為「氧化錫層」)的數量越減少。

【0078】 因而，從減低殘留物之觀點而言，係以將由含有濃度為5wt%以下的不純物之含不純物的PPC溶液所形成的層進行加熱處理為佳。若進一步進行研究及分析，明確顯示將由至少含有濃度為2wt%以下的不純物之含不純物的PPC溶液所形成的層進行加熱處理時，藉由在將殘留物之氧化錫層浸漬在水中的狀態下提供超音波，能夠容易地除去此氧化錫層。因而，從殘留物的除去容易性之觀點而言，此濃度為2wt%以下係較適合的一個態樣。並且，從上述之觀點而言，此濃度為1.4wt%以下係特別適合的一個態樣。將上述的結果換言之時，關於含不純物的PPC溶液，從殘留物的除去容易性之觀點而言，相對於脂肪族聚碳酸酯的一個例子之PPC的質量1kg，摻雜劑之不純物為0.1mol以下係適合的一個態樣。又，如已敘述者，亦同時考慮使半導體層20的片電阻值降低之觀點時，以摻雜劑之乙醯丙酮錫的含量為1wt%以上、亦即摻雜劑之不純物為0.05mol以上

為佳。又，前述的適合的不純物的莫耳數之數值範圍，對於乙醯丙酮錫以外的不純物亦能夠應用。

【0079】 上述的殘留物進一步變多時，有時會有使源極電極22及汲極電極24產生短路之問題。因而，只採用以Sn溶液為起始材料之層時，在形成源極電極22及汲極電極24之後，必須追加將氧化錫層除去之步驟。另一方面，採用脂肪族聚碳酸酯層50時，藉由摻雜劑導入半導體層20之過程的加熱處理，脂肪族聚碳酸酯層50係在分解之同時，實際上消失。特別是採用低濃度的不純物時，其消失作用係顯著地出現。我們認為這是因為在脂肪族聚碳酸酯層50之中所含有的錫(Sn)之一部分蒸發之同時，其他的一部分係被導入半導體層20內作為摻雜劑之緣故。因而，採用不需要用以將殘留物(例如，氧化錫層或島狀殘留物)除去之追加的處理、或是此殘留物係只要簡易的除去即足夠之本實施形態的脂肪族聚碳酸酯層50，其技術上的意義係重大的。

【0080】 並且，依照本申請發明者們進一步的調查，明確顯示在上述摻雜劑導入半導體層20之過程，即便在加熱處理溫度小於400°C，亦能夠使半導體層20的片電阻值頗為降低。例如，藉由300°C的加熱處理，防止上述的殘留物生成之結果，確認使電阻值降低至2k Ω /square以下。因而，藉由300°C以上的加熱處理，能夠達成本實施形態的薄膜電晶體100之至少一部分效果。

【0081】 又，在本實施形態，第1材料層係由鋅(Zn)、銦(In)、及鋯(Zr)所構成之氧化物層，但是本實施形態的第1材料層係不被限定於此氧化物層。例如，即便第1材料層是選自前述的氧化物以外之銦(In)、錫(Sn)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎵(Ga)、銻(Sb)、及銅(Cu)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物層，亦能夠達成與本實施形態的效果同樣或至少一部分效果。並且，即便第1材料層係選自矽(Si)及矽化合物(代表性係SiC或SiGe)的群組之1種之層，亦能夠達成與本實施形態的效果同樣或至少一部分效果。

【0082】 又，本實施形態的摻雜劑係能夠達成作為n型的摻雜劑之任務，但是本實施形態的摻雜劑係不被限定於此元素。亦即，只要對上述的第1材料層能夠具有作為n型的摻雜劑之功能，元素係沒有特別限定。因而，例如將選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銦(In)、鎵(Ga)、磷(P)、砷(As)、及鋁(Al)的群組之1種或2種以上，作為對第1材料層之n型的摻雜劑亦是能夠採用之一個態樣。

【0083】 <其他的實施形態1>

在上述的第1實施形態，係採用第1材料層作為半導體層，但是第1實施形態係不被限定於各種第1材料。例如，如第16圖所示，使用以下所示之作為半導體層220的第2材料層，來代替第1材料而成之薄膜電晶體200，亦是能夠採用之其他適合的一個態樣。具體而言，即使第2材料層220係由選自銅(Cu)、鋁(Al)、鎵(Ga)、銦(Sr)、鐳(La)、硒(Se)、鋅(Zn)、鋯(Zr)、及銻(Sb)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物層或硫化物層，藉由進行與以下的所揭示的摻雜劑組合，亦能夠達成與第1實施形態的薄膜電晶體100之效果同樣或至少一部分效果。又，即使第2材料層220係選自矽(Si)及矽化合物(代表性係SiC或SiGe)的群組之1種之層，藉由進行與以下的所揭示的摻雜劑組合，亦能夠達成與第1實施形態的薄膜電晶體100之效果同樣或至少一部分效果。

【0084】 對上述的第2材料層220之摻雜劑，係如以下。只要能夠對第2材料層220具有作為p型的摻雜劑之功能者，元素係沒有特別限定。例如，將選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銦(In)、鎵(Ga)、鋁(Al)、硼(B)、及鎂(Mg)的群組之1種或2種以上，設作對第2材料層220之p型的摻雜劑，亦是能夠採用之一個態樣。因而，藉由採用導入有前述的p型的摻雜劑之源極電極222及汲極電極224，能夠實現第1實施形態的薄膜電晶體100同樣的電特性。

【0085】 <其他的實施形態2>

又，在上述的第1實施形態之脂肪族聚碳酸酯的種類係沒有特別限定。例

如，使環氧化物與二氧化碳聚合反應而成之脂肪族聚碳酸酯，亦是在本實施形態能夠採用之適合的一個態樣。藉由使用使此種環氧化物與二氧化碳聚合反應而成之脂肪族聚碳酸酯，藉由控制脂肪族聚碳酸酯的構造，達成可獲得可使吸熱分解性提升且具有所需要的分子量之脂肪族聚碳酸酯之效果。尤其是脂肪族聚碳酸酯之中，從氧含量高、在比較的低溫分解成為低分子化合物之觀點而言，脂肪族聚碳酸酯係以從由聚碳酸伸乙酯(polyethylene carbonate)、及聚碳酸伸丙酯(polypropylene carbonate)所組成群組選出至少1種為佳。

【0086】 又，上述的環氧化物，係只要與二氧化碳進行聚合反應而成為在主鏈具有含有脂肪族的構造之脂肪族聚碳酸酯之環氧化物，就沒有特別限定。例如，環氧乙烷、環氧丙烷、1-環氧丁烷、2-環氧丁烷、環氧異丁烷、1-環氧戊烷、2-環氧戊烷、1-環氧己烷、1-環氧辛烷、1-環氧癸烷、環氧環戊烷、環氧環己烷、苯環氧乙烷(styrene oxide)、乙烯基環氧環己烷、3-苯基環氧丙烷、3,3,3-三氟環氧丙烷、3-萘基環氧丙烷、3-苯氧基環氧丙烷、3-萘氧基環氧丙烷、環氧丁烯(butadiene monoxide)、3-乙氧基環氧丙烷、及3-甲基矽烷氧基環氧丙烷等的環氧化物，係在本實施形態能夠採用之一個例子。這些環氧化物之中，從與二氧化碳具有高聚合反應性之觀點而言，適用環氧乙烷、及環氧丙烷。又，上述的各環氧化物，係能夠各自單獨使用，亦能夠組合2種以上而使用。

【0087】 上述的脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量，係以5000~1000000為佳，較佳為10000~500000。脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量小於5000時，作為黏結劑的效果係不充分，有在半導體層產生龜裂、或是基板與半導體層之密著性低落之可能性。又，脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量大於1000000時，因為脂肪族聚碳酸酯對有機溶劑之溶解性低落，而有操作變難之可能性。又，上述的數量平均分子量之數值，係依照前述[脂肪族聚碳酸酯的數量平均分子量之測定方法]所測得的值。

【0088】 又，作為上述的脂肪族聚碳酸酯之製造方法的一個例子，係可採用在金屬觸媒的存在下使上述的環氧化物與二氧化碳聚合反應之方法等。

【0089】 而且，上述的金屬觸媒的具體例，係鋁觸媒或鋅觸媒。這些之中，因為在環氧化物與二氧化碳的聚合反應具有高聚合活性，所以較佳為使用鋅觸媒。又，鋅觸媒之中，係以有機鋅觸媒為特別適用。

【0090】 又，上述的有機鋅觸媒的具體例，係乙酸鋅、二乙基鋅、二丁基鋅等的有機鋅觸媒，或是藉由使一級胺類、二元酚、二元芳香族羧酸、芳香族羧酸、脂肪族二羧酸、脂肪族單羧酸等的化合物與鋅化合物反應而得到的有機鋅觸媒等。

這些有機鋅觸媒之中，因為具有更高的聚合活性，採用使鋅化合物、脂肪族二羧酸、及脂肪族單羧酸反應得到之有機鋅觸媒係適合的一個態樣。

【0091】 而且，在聚合反應所使用之上述的金屬觸媒之使用量，係相對於環氧化物100質量份，以0.001~20質量份為佳，以0.01~10質量份為較佳。金屬觸媒的使用量小於0.001質量份時，聚合反應有不容易進行之可能性。又，金屬觸媒的使用量大於20質量份時，有無法得到與使用量相稱的效果而無經濟性之可能性。

【0092】 在上述的聚合反應之按照必要而使用之反應溶劑，係沒有特別限定。此反應溶劑係能夠應用各種有機溶劑。此有機溶劑的具體例，係戊烷、己烷、辛烷、癸烷、環己烷等的脂肪族烴系溶劑；苯、甲苯、二甲苯等的芳香族烴系溶劑；或氯甲烷、二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烷、三氯乙烷、1-氯丙烷、2-氯丙烷、1-氯丁烷、2-氯丁烷、1-氯-2-甲基丙烷、氯苯、溴苯等的鹵化烴系溶劑；或碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸二丙酯等的碳酸酯系溶劑等。

【0093】 又，從使反應順利之觀點而言，上述的反應溶劑之使用量，相對

於環氧化物100質量份，以、500質量份以上且10000質量份以下為佳。

【0094】 而且，在上述的聚合反應，作為在金屬觸媒的存在下使環氧化物與二氧化碳反應之方法，係沒有特別限定。例如，可採用在高壓釜添加上述的環氧化物、金屬觸媒、及依照必要之反應溶劑且混合之後，將二氧化碳壓入而使其反應之方法。

【0095】 並且，在上述的聚合反應所使用的二氧化碳之使用壓力，係沒有特別限定。代表性係以0.1MPa~20MPa為佳，以0.1MPa~10MPa為較佳，以0.1MPa~5MPa為更佳。二氧化碳的使用壓力大於20MPa時，有無法得與使用壓力相稱的效果而無經濟性之可能性。

【0096】 而且，在上述的聚合反應之聚合反應溫度，係沒有特別限定。代表性係以30~100°C為佳，以40~80°C為較佳。聚合反應溫度小於30°C時，聚合反應有需要長時間之可能性。又，聚合反應溫度大於100°C時，有產生副反應且產率低落之可能性。聚合反應時間係依照聚合反應溫度而不同，不能一概而論，代表性係以2小時~40小時為佳。

【0097】 聚合反應結束後，藉由過濾等而過濾分開，依照必要而使用溶劑等洗淨後，藉由使其乾燥而能夠得到脂肪族聚碳酸酯。

【0098】 <其他的實施形態3>

又，在上述的第1實施形態之壓印步驟，係以預先對壓印面所接觸之各前驅物層的表面施行脫模處理及/或是對其模具的壓印面施行脫模處理，隨後，對各前驅物層施行壓印加工為佳。因為藉由施行此種處理，能夠減低各前驅物層與模具之間的摩擦力，所以能夠以更良好的精確度對各前驅物層施行壓印加工。又，作為在脫模處理可使用之脫模劑，可例示界面活性劑(例如氟系界面活性劑、矽系界面活性劑、非離子系界面活性劑等)、含氟的類鑽碳(Diamond like carbon)等。

【0099】 而且，在上述的各實施形態，已針對半導體元件的一個例子之薄膜電晶體100、200進行說明，但是上述的各實施形態的應用對象係不被限定於薄膜電晶體。例如，上述的各實施形態所揭示或啟發的技術或技術思想，亦能夠應用在有關自我對準的技術之各種半導體元件。

【0100】 如以上敘述，上述的各實施形態的揭示，係為了說明其實施形態而記載，而不是用以限定本發明之記載。並且，包含各實施形態的其他組合之在本發明的範圍內所存在的變形例，亦被包含在申請專利範圍。

產業上之可利用性

【0101】 本發明，係能夠廣泛地應用在含有各種半導體元件之包含可攜式終端設備、資訊家電、感測器、其他習知的電化製品、MEMS(微機電系統；Micro Electro Mechanic Systems)或NEMS(奈米機電系統；Nano Electro Mechanic Systems)、及醫療機器之電子裝置領域等。

【符號說明】

【0102】

10	基板
20	半導體層
22	源極電極
24	汲極電極
20a	前驅物層
30	閘極絕緣層
40	閘極電極層
50	脂肪族聚碳酸酯層
100、200	薄膜電晶體

220	第2材料層
222	源極電極
224	汲極電極
M1	前驅物層用模具

確性地實現。本發明係基於上述的觀點而創造出來。

【0009】 本發明之一種半導體元件的製造方法，係包含以下的步驟：脂肪族聚碳酸酯層形成步驟，其係將透過閘極絕緣層而被配置在半導體層的上方之閘極電極層、及此半導體層覆蓋而形成脂肪族聚碳酸酯層，此脂肪族聚碳酸酯層係具有使此半導體層成為n型或p型的半導體層之摻雜劑；及加熱步驟，其係在將其摻雜劑導入此半導體層中之同時，於將脂肪族聚碳酸酯層分解的溫度下進行加熱。

【0010】 使用此半導體元件之製造方法時，藉由加熱母材的半導體層、具有摻雜劑的脂肪族聚碳酸酯層，而能夠實現將摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層。並且，因為將閘極電極層作為實際上的遮罩而使摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層，所以亦能夠實現製造可顯著地減低製程上的步驟數及負荷之自對準式的半導體元件(作為更具體的一個例子，係薄膜電晶體)。而且，因為此脂肪族聚碳酸酯層本身，係在藉由對其加熱而分解之同時，實際上消失之緣故，所以不需要為了除去殘留物之追加性處理，或是此殘留物係只要簡易的除去即足夠。因而，根據此半導體元件之製造方法，能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地實現母材的半導體層之變質或改質。

【0011】 又，本發明之一種半導體元件係具備：閘極電極層，透過閘極絕緣層而配置在半導體層的上方；以及源極電極及汲極電極，其係藉由將覆蓋此閘極電極層及此半導體層、且具有使此半導體層成為n型或p型的半導體層之摻雜劑的脂肪族聚碳酸酯層，於分解的溫度下進行加熱而將前述的摻雜劑導入前述的半導體層中而成。

【0012】 使用此半導體元件時，藉由將母材的半導體層、及具有摻雜劑的脂肪族聚碳酸酯層加熱，能夠實現將摻雜劑從脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層。並且，因為將閘極電極層作為實際上的遮罩，而使摻雜劑從脂肪族聚碳酸

酯層導入半導體層，所以亦能夠實現可顯著地減低製程上的步驟數及負荷之自對準式的半導體元件(作為更具體的一個例子，係薄膜電晶體)。而且，因為此脂肪族聚碳酸酯層本身係在藉由其加熱而分解之同時，實際上消失之緣故，所以不需要為了除去殘留物之追加性處理，或是此殘留物係只要簡易的除去即足夠。因而，根據此半導體元件，能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地實現母材的半導體層之變質或改質而成之半導體元件。

【0013】 又，本發明之一種脂肪族聚碳酸酯係在覆蓋透過閘極絕緣層而配置在半導體層的上方之閘極電極層及前述半導體層之同時，具有使此半導體層成為n型或p型的半導體層之摻雜劑，而且在分解溫度下被加熱時，藉由將前述的摻雜劑導入前述的半導體層，而成為形成半導體元件的源極電極及汲極電極之摻雜劑供給源。

【0014】 使用此脂肪族聚碳酸酯時，在分解溫度下被加熱時，藉由將本身所具有的摻雜劑導入半導體層，而能夠形成半導體元件(作為更具體的一個例子，係薄膜電晶體)的源極電極及汲極電極。並且，因為將閘極電極層作為實際上的遮罩，而使摻雜劑從此脂肪族聚碳酸酯層導入半導體層，所以亦能夠實現製造可顯著地減低製程上的步驟數及負荷之自對準式的半導體元件。而且，此脂肪族聚碳酸酯本身不僅是成為摻雜劑供給源，而且因為在藉由其加熱而分解之同時，實際上消失之緣故，所以不需要為了除去殘留物之追加性處理，或是此殘留物係只要簡易的除去即足夠。其結果，使用此脂肪族聚碳酸酯時、在形成半導體元件之源極電極及汲極電極時，係成為能夠以良好的尺寸精確度且非常簡便地使母材的半導體層變質或改質之有用的摻雜劑供給源。

【0015】 又，在本申請之所謂「基板」，係不限定於板狀體的基礎，亦包含其他形態的基礎。又，在本申請之所謂「層」，係不僅是層而亦包含膜之概念。相反地，在本申請之所謂「膜」，係不僅是膜而亦包含層之概念。又，在

11圖，係在本實施形態之薄膜電晶體100的轉換(Transfer)特性圖表。

【0022】 如第10圖所示，在本實施形態之薄膜電晶體100，係在基板10上於相同階層內形成有源極電極22及汲極電極24、以及當作通道之半導體層20。在半導體層20的上方，係依照以下的順序從下層起層積閘極絕緣層30、閘極電極層40。又，具備此薄膜電晶體100之電子裝置(例如，可攜式終端設備和資訊家電、或其他習知的電化製品)之提供或實現，係只要理解本實施形態的薄膜電晶體100之本業者，就不需要特別的說明而能夠充分地理解。又，在本申請之溫度的表示，係表示與基板10接觸之加熱器或載物台的設定溫度。又，為了將圖式簡略化，關於從各電極引出的電極之圖案化之記載係省略。

【0023】 本實施形態的基板10係沒有特別限定，能夠使用通常在半導體元件被使用的基板。例如，能夠應用包含高耐熱玻璃、SiO₂/Si基板(亦即，在矽基板上形成有氧化矽膜之基板)、氧化鋁(Al₂O₃)基板、STO(SrTiO)基板、在Si基板的表面透過SiO₂層及Ti層而形成有STO(SrTiO)層之絕緣性基板等、半導體基板(例如，Si基板、SiC基板、Ge基板等)之各種絕緣性基材。又，絕緣性基板係包含例如由聚對酞酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯等的聚酯類、聚烯烴類、三乙酸纖維素、聚碳酸酯、聚醯胺、聚醯亞胺、聚醯胺醯亞胺、聚砜、聚芳醯胺(ARAMID)、芳香族聚醯胺等的材料所構成的薄膜或薄片。又，基板的厚度係沒有特別限定，例如3μm以上且1.1mm以下。又，基板係可為硬質亦可為軟性。

【0024】 (1)半導體層(通道)的形成

本實施形態的通道之代表性的一個例子，是可以成為半導體之金屬氧化物層(亦稱為「第1材料層」)。更具體之本實施形態的第1材料層，是由含有銦(In)及鋅(Zn)之同時亦含有銦(Zr)構成之氧化物(可含有不可避免的不純物)(以下，亦稱為「ZrInZnO_x層」)，且將此銦(In)設作1時，含有0.05的原子數比之銦(Zr)。又，在本實施形態，係將可成為半導體之金屬氧化物稱為「第1材料」。



I671332

【發明摘要】

【中文發明名稱】 半導體元件的中間物、半導體元件的製造方法及半導體元件的製造裝置

【中文】

本發明之一種半導體元件的製造方法，係包含以下的步驟：脂肪族聚碳酸酯層形成步驟，其係將透過閘極絕緣層30而被配置在半導體層20的上方之閘極電極層40、及半導體層20覆蓋而形成脂肪族聚碳酸酯層50，此脂肪族聚碳酸酯層50係具有使半導體層20成為n型或p型的半導體層之摻雜劑；及加熱步驟，其係在將其摻雜劑導入半導體層20中之同時，於將脂肪族聚碳酸酯層50分解的溫度下進行加熱。

【指定代表圖】 第8圖

【代表圖之符號簡單說明】

- 10 基板
- 20 半導體層
- 30 閘極絕緣層
- 40 閘極電極層
- 50 脂肪族聚碳酸酯層

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種半導體元件的中間物，包含：

半導體層；以及

具有摻雜劑的脂肪族聚碳酸酯層；其中

前述脂肪族聚碳酸酯層覆蓋前述半導體層的一部分。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之半導體元件的中間物，更包含基材，其中

前述半導體層配置在前述基材上或前述基材的上方。

【第3項】 如申請專利範圍第1或2項所述之半導體元件的中間物，更包含：

接觸前述半導體層的閘極絕緣層；以及

接觸前述閘極絕緣層的閘極電極層；其中

前述脂肪族聚碳酸酯層覆蓋前述閘極電極層的一部分。

【第4項】 如申請專利範圍第3項所述之半導體元件的中間物，其中前述脂肪族聚碳酸酯層接觸前述半導體層的該一部分的同時，前述脂肪族聚碳酸酯層並未接觸前述半導體層之載置著前述閘極絕緣層的另一部分。

【第5項】 如申請專利範圍第2項所述之半導體元件的中間物，其中前述脂肪族聚碳酸酯層覆蓋前述基材的至少一部分。

【第6項】 如申請專利範圍第1或2項所述之半導體元件的中間物，其中前述半導體層係第1材料層，

前述第1材料層係由選自銦(In)、錫(Sn)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎵(Ga)、銻(Sb)、及銅(Cu)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物之層，或選自矽(Si)及矽化合物的群組之1種之層，

前述摻雜劑係n型摻雜劑且選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銧(In)、鎵(Ga)、磷(P)、砷(As)、及鋁(Al)的群組之1種或2種以上。

【第7項】 如申請專利範圍第1或2項所述之半導體元件的中間物，其中前述半導體層係第2材料層，

前述第2材料層，係由選自銅(Cu)、鋁(Al)、鎵(Ga)、銦(Sr)、鏷(La)、硒(Se)、鋅(Zn)、銩(Zr)、及銻(Sb)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物之層或硫化物之層，或選自矽(Si)及矽化合物的群組之1種之層，

前述摻雜劑係p型摻雜劑，且選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銧(In)、鎵(Ga)、鋁(Al)、硼(B)、及鎂(Mg)的群組之1種或2種以上。

【第8項】 如申請專利範圍第1或2項所述之半導體元件的中間物，其中前述脂肪族聚碳酸酯係選自由聚碳酸仲乙酯、及聚碳酸仲丙酯所組成群組之至少1種。

【第9項】 如申請專利範圍第1或2項所述之半導體元件的中間物，其中前述脂肪族聚碳酸酯為聚碳酸仲丙酯，而且相對於只有前述聚碳酸仲丙酯的質量為1kg，前述摻雜劑為0.05mol以上且0.1mol以下。

【第10項】 一種半導體元件的製造方法，包含：

脂肪族聚碳酸酯層形成步驟，其形成將被配置在半導體層的上方之閘極電極層覆蓋的同時將前述半導體層覆蓋之脂肪族聚碳酸酯層，該脂肪族聚碳酸酯層係具有摻雜劑；其中

閘極絕緣層是介於前述閘極電極層與前述半導體層之間。

【第11項】 如申請專利範圍第10項所述之半導體元件的製造方法，更包含：加熱步驟，其係在將前述摻雜劑導入前述半導體層中之同時，於將脂肪族

聚碳酸酯層分解的溫度下加熱前述脂肪族聚碳酸酯層。

【第12項】如申請專利範圍第10項所述之半導體元件的製造方法，其中前述半導體層係第1材料層，

前述第1材料層係由選自銦(In)、錫(Sn)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎵(Ga)、銻(Sb)、及銅(Cu)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物之層，或選自矽(Si)及矽化合物的群組之1種之層，

前述摻雜劑係n型摻雜劑且選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銦(In)、鎵(Ga)、磷(P)、砷(As)、及鋁(Al)的群組之1種或2種以上。

【第13項】如申請專利範圍第10項所述之半導體元件的製造方法，其中前述半導體層係第2材料層，

前述第2材料層，係由選自銅(Cu)、鋁(Al)、鎵(Ga)、銦(Sr)、鐳(La)、硒(Se)、鋅(Zn)、鋯(Zr)、及銻(Sb)的群組之1種或2種以上的金屬所構成之氧化物之層或硫化物之層，或選自矽(Si)及矽化合物的群組之1種之層，

前述摻雜劑係p型摻雜劑，且選自錫(Sn)、氟(F)、銻(Sb)、銦(In)、鎵(Ga)、鋁(Al)、硼(B)、及鎂(Mg)的群組之1種或2種以上。

【第14項】如申請專利範圍第11項所述之半導體元件的製造方法，其中前述加熱步驟係包含在臭氧(O₃)環境下對前述脂肪族聚碳酸酯層進行照射紫外線(UV)之步驟。

【第15項】如申請專利範圍第10或11項所述之半導體元件的製造方法，其中前述脂肪族聚碳酸酯係選自由聚碳酸伸乙酯、及聚碳酸伸丙酯所組成群組之至少1種。

【第16項】如申請專利範圍第10或11項所述之半導體元件的製造方法，其

中前述脂肪族聚碳酸酯為聚碳酸伸丙酯，而且相對於只有前述聚碳酸伸丙酯的質量為1kg，前述摻雜劑為0.05mol以上且0.1mol以下。

【第17項】一種半導體元件的製造裝置，包含：

脂肪族聚碳酸酯層形成工具，其形成將透過閘極絕緣層而被配置在半導體層的上方之閘極電極層、及前述半導體層覆蓋之脂肪族聚碳酸酯層，該脂肪族聚碳酸酯層係具有摻雜劑；以及

加熱工具，其係在將前述摻雜劑導入前述半導體層中之同時，於將脂肪族聚碳酸酯層分解的溫度下進行加熱。

【第18項】如申請專利範圍第17項所述之半導體元件的製造裝置，其中前述加熱工具係包含在臭氧(O₃)環境下對前述脂肪族聚碳酸酯層進行照射紫外線(UV)之工具。