

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：

1. 美國；2005 年 9 月 14 日；11/226,679

☐ 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】

本發明一般係和半導體製造有關，更明確地說，係關於利用保熱層來晶化一非晶矽膜以製造一半導體元件的方法。

【先前技術】

由於對具有更高解析度顯示器之小型電子產品的需求，激起液晶顯示器(LCD)領域中不斷地進行研發。LCD中有一重要組件為薄膜電晶體(TFT)。TFT通常係製作於一透明基板(如玻璃或塑膠基板)之上，且運用一薄膜矽半導體。

薄膜矽半導體通常包含非晶矽(a-Si)半導體及多晶矽(p-Si)半導體。非晶矽半導體最常使用，因為它們可經由量產以非常低廉的成本來製作。p-Si半導體具有優於a-Si半導體的物理特性，如導電性。然而，製造p-Si半導體卻比a-Si半導體還要困難。由於p-Si半導體具有優越的特性，許多研究均集中在改善製作p-Si半導體的製程上。

製造p-Si TFT LCD的方法包含長晶製程。該項製程包含於一玻璃基板上形成一a-Si薄膜，且將該薄膜形成於p-Si膜之中。長晶方法的習知範例包含固相長晶法(SPC)及準分子雷射退火法(ELA)。該些方法均使用很低的熱預算，也就是，ELA方法為高溫及短退火時間，而SPC方法則為非常低溫及較長的退火時間。該低熱預算製程非常重要，因為LCD中通常會使用的玻璃基板並無法耐受高退火

溫度及/或長退火時間而不變形或破裂。舉例來說，玻璃通常會於約 600°C (於不變形該玻璃基板下通常允許的最高溫度) 溫度處破裂或變形。

SPC 法包含於約 400°C 至 800°C 的溫度處對該玻璃基板上所形成的 a-Si 膜進行退火，以便獲得一 p-Si 膜。因為 SPC 法可能涉及使用高溫製程，所以，便必須於該玻璃基板中使用昂貴的石英玻璃，其成本通常非常昂貴而無法適用於 LCD 元件中。

ELA 法包含利用短脈衝準分子雷射來照射該 a-Si 膜，以便獲得該 p-Si 膜，該脈衝寬度約 20 至 200ns。ELA 法係目前多晶矽 TFT 製作中最常用的方法。p-Si 薄膜的晶粒尺寸可達 300 至 600nm，而 p-Si TFT 的載子移動率則可達 $200\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。不過，此數值並不敷未來高效能平面顯示器的需求。再者，ELA 不穩定的雷射能量輸出通常會將製程視窗縮小至數十個 mJ/cm^2 的程度。所以，必須進行頻繁的雷射照射以重新熔化該不規律雷射能量波動所造成的有瑕疵精細晶粒，使得該 ELA 法的成本提高，進而較不具競爭力。

於 p-Si TFT LCD 中，不論是由 SPC 法或 ELA 法所製成，均強烈需要進一步放大 p-Si 膜的晶粒尺寸。於習知的方法中，晶粒尺寸約為 300 至 600nm。為增強 p-Si TFT LCD 的功能，必須將晶粒尺寸放大至數微米以上。下文說明要放大晶粒尺寸的理由。有一移動率數值係影響一半導體元件功能的因素。移動率代表的係電子漂移速度。當晶粒尺寸很小時，漂移速度便會下降，且於該電子路徑中會有許

多晶粒場。當漂移速度下降時，便無法預期該半導體元件的功能可以強化。

相較於透過習知的準分子雷射長晶所形成的晶粒尺寸，有一種稱為超橫向成長(SLG)的已知技術係用來形成較大的晶粒。雖然可獲得非常大的晶粒，不過，可達 SLG 效果的雷射束能量強度區卻遠高於常用的準分子雷射長晶中所用的能量。另外，該能量強度區的範圍還非常狹窄。從晶粒的位置控制觀點來看，可能無法控制獲得大型晶粒的位置。結果，晶粒的大小便不均勻且晶體表面的粗糙度亦非常地大。

所以已經有人開發出序列式橫向固化(SLS)法以人為的方式來控制要發生於預期位置處的 SLG。根據 SLS 法，會透過一狹縫狀遮罩將一脈衝振盪準分子雷射光束照射在一材料上。當該材料與該雷射光束間的相對位置於每次照射中位移略等於透過該 SLG 所形成之晶體的長度時便完成該長晶作用。不過，該 SLS 法可能會因該材料表面上光束點與該材料基板間的雷射光束的饋孔距(也就是，相對的偏移距離)非常小的關係而導致處理量不足。

所以，需要有一種半導體薄膜長晶的方法，能夠以成本較低的方式達成較高處理量以及更大且均勻的晶粒尺寸、且不會損失預期的電特性。

【發明內容】

本發明係有關一種解決因先前技術之限制與缺點所造成的種種問題之方法。

根據本發明一具體實施例，提供一種製作一半導體元件的方法，其包括：提供一基板；於該基板上形成一非晶矽層；於該非晶矽層上形成一保熱層；圖案化該保熱層；以及照射該已圖案化的保熱層。

另外，根據本發明，提供一種製作一半導體元件的方法，其包括：提供一基板；於該基板上形成一緩衝層；於該緩衝層上形成一非晶矽層；於該非晶矽層上形成一保熱層；圖案化該保熱層；以及利用雷射來照射該非晶矽層與該已圖案化的保熱層。

進一步，根據本發明，提供一種製作一半導體元件的方法，其包括：於一基板上形成一非晶矽層；於該非晶矽層上形成一保熱層；圖案化該保熱層；以及照射該非晶矽層與該保熱層。

於下文的說明中將部份提出本發明的其他特點與優點，而且從該說明中將瞭解本發明其中一部份，或者藉由實施本發明亦可習得。藉由隨附之申請專利範圍中特別列出的元件與組合將可瞭解且達成本發明的特點與優點。

應該瞭解的係，上文的概要說明以及下文的詳細說明都僅供作例示與解釋，其並未限制本文所主張之發明。

【實施方式】

圖 1A 至 1G 為根據本發明一具體實施例用於製作一半導體元件之方法的圖示。參考圖 1A，舉例來說，藉由沖洗與烘乾來界定一基板 10。基板 10 包含一半導體晶圓、石英、玻璃、塑膠、或金屬箔中其中一者。基板 10 的厚度可

能隨著材料不同而改變。於其中一項觀點中，對 4 英吋半導體晶圓而言，基板 10 的厚度約為 0.525 毫米(mm)，或對 8 英吋半導體晶圓而言，基板的厚度則約為 0.625mm。於其它觀點中，由玻璃、塑膠、或金屬箔所製成的基板 10 的厚度分別約為 0.5、0.2、以及 0.05mm。

參考圖 1B，視情況可於基板 10 上形成一緩衝層 12。緩衝層 12(如二氧化矽(SiO_2)層)係用來避免基板 10 中的金屬離子污染基板 10 上所形成的後續層。緩衝層 12 的厚度約為 3000 埃。

接著，參考圖 1C，利用化學氣相沉積法(CVD)於緩衝層 12 上形成一半導體前驅層 14。於根據本發明的其中一具體實施例中，半導體前驅層 14 包含非晶矽，厚度約為 500 埃。

參考圖 1D，利用 CVD 於半導體前驅層 14 上形成一保熱層 16。製作保熱層 16 的材料可吸收一部份照射光束且透射該光束。根據本發明其中一具體實施例，保熱層 16 包含矽的氮氧化合物(SiO_xN_y)， x 與 y 為合宜整數，該層會吸收 30%的照射光束。保熱層 16 的厚度約為 2000 至 5000 埃。

參考圖 1E，舉例來說，利用一圖案化與蝕刻製程來界定保熱層 16，該項製程決定非晶矽層 14 上的初始成長部位 A 與 B。一已界定的保熱層 16-1 係充當一遮罩以控制一 TFT 之主動區的大小。明確地說，位於該已界定的保熱層 16 下方介於部位 A 與 B 之間的一部份非晶矽層 14 於稍後

會成為一電晶體的主動區。再者，已界定的保熱層 16-1 同樣係用來控制形成於非晶矽層 14 中的晶粒邊界，其說明如後。

為於高溫處加熱非晶矽層 14 且同時防止基板 10 遭到破壞，要使用到一雷射退火製程，其會以脈衝的方式在短週期中產生雷射光束。參考圖 1F，非晶矽層 14 及已界定的保熱層 16-1 均裸露於雷射 18 之中。在上述的雷射光束中，明確地說，以倍頻 Nd:YAG 雷射光束或準分子雷射光束為宜，例如波長約 308nm 的氟化氙(XeCl) 雷射光束、波長約 351nm 的氟化氙(XeF) 雷射光束、以及波長約 248nm 的氟化氬(KrF) 雷射光束。實行雷射退火的方式係利用一光學系統(圖中未顯示)來處理雷射 18，俾使於要被照射的表面處將其設計成點狀形狀或線性形狀。基板 10 上要被照射的表面會被雷射 18 掃描。也就是，該雷射光束的照射位置會依據要被照射的表面來移動。而後，便會反覆地利用該雷射光束進行照射且步進移動基板 10，直到位於已界定的保熱層 16-1 下方的非晶矽層 14 被多晶化為止。

於根據本發明的其中一具體實施例中，係以每秒 20 次的方式來照射光束直徑 $20\mu\text{m}$ 的能量短脈衝。雷射 18 會以約 $0.2\mu\text{m}$ 或該雷射直徑 1% 的照射位置重疊的方式依據非晶矽層 14 與已界定的保熱層 16-1 來移動。相較於照射位置重疊約介於 50% 至 95% 間的習知技術，根據本發明的 1% 重疊有助於大幅改善處理量。

雷射 18 提供必要的能量以熔化位於已界定的保熱層

16-1 下方的非晶矽層 14。結晶成長係利用超橫向成長法從初始成長部位 A 與 B 處開始。於該超橫向成長法中，會形成一部份因雷射光束照射的關係而被完全熔化的半導體以及一部份仍保留固態半導體區，接著，便會於當作晶核的固態半導體區附近開始進行結晶成長。因為於被完全熔化的區域中進行結核需要一段特定的時間週期，所以於該被完全熔化的區域中進行結核的時間週期期間，便已經於上述半導體的膜表面的水平或橫向方向中在當作晶核的上述固態半導體區附近長出晶體。所以，晶粒的長度會成長至該膜厚度的數十倍長。該現象稱為受控式超橫向成長法 (C-SLG)。

接著，參考圖 1G，未被已界定的保熱層 16-1 覆蓋的非晶矽層 14 其它部份會被蝕除。已界定的保熱層 16-1 係充當該蝕刻製程中的遮罩，所以便無需任何額外的遮罩。蝕刻後剩餘的非晶矽層 14 會於稍後成為一 TFT 的主動層。

圖 2 為根據圖 1A 至 1G 的方法所形成的主動層 14-1 的概略示意圖。1A to 1G. 參考圖 2，於晶體成長期間會於主動層 14-1 中形成晶粒邊界 20 與 22。明確地說，平行初始成長部位 A 或 B 延伸的垂直晶粒邊界 22 預期會形成於部位 A 或 B 間的中間區域處。一晶粒的晶粒邊界所指的係晶體的轉換對稱性遭到破壞的區域。已知的係，由於載子的再結合中心或陷捕中心的影響，或因晶體缺陷或類似因素於晶粒邊界中所造成的電位屏障的影響，載子的電流傳輸特徵會下降。舉例來說，垂直晶粒邊界 22 可能會對於電流

傳輸期間移動跨越該中心區域的載子的移動率造成負面影響。

圖 3A 與 3B 分別為一單閘極結構 30 與一雙閘極結構 40 的概略示意圖。參考圖 3A，單閘極結構 30 包含一閘極 31、閘極指狀部 32、以及一主動層 14-1。於移除用來決定主動層 14-1 的保熱層 16-1 之後，舉例來說，便可利用負離子對主動層 14-1 進行離子植入，然後利用複數個熱循環進行退火，以便形成重度 n 摻雜($n+$)層。離子植入會被閘極指狀部 32 阻隔。於主動層 14-1 內，會於閘極指狀部 32 下方形成一通道區(圖中未編號)。該通道區會隔離一第一擴散區 36(如源極區)與一第二擴散區 38(如汲極區)。

參考圖 3B，雙閘極結構 40 包含一閘極 41、一第一閘極指狀部 42、一第二閘極指狀部 43、以及一主動層 14-1。於主動層 14-1 內，會在第一閘極指狀部 41 與第二閘極指狀部 42 下方形成兩個通道區(圖中未編號)。該等兩個通道區會將主動層 14-1 分成三個區域，一第一擴散區 44(如源極區)、一第二擴散區 48(如汲極區)、以及一第三區 46(也就是， $n+$ 區)。雙閘極結構 40 可呈現優於圖 3A 所示之單閘極結構 30 的電氣特性，因為雙閘極結構 40 中的載子移動率並不會受到垂直延伸晶粒邊界 22 的負面影響。

熟習此項技藝者應即瞭解可對上述各項具體實施例進行變化，而不致悖離其廣義之發明性概念。因此，應瞭解本發明並不限於本揭之特定具體實施例，而係為涵蓋歸屬如後載各請求項所定義之本發明精神及範圍內的修飾。

另外，在說明本發明之代表性具體實施例時，本說明書可將本發明之方法及/或製程表示為一特定之步驟次序；不過，由於該方法或製程的範圍並不繫於本文所提出之特定的步驟次序，故該方法或製程不應受限於所述之特定步驟次序。身為熟習本技藝者當會了解其它步驟次序也是可行的。所以，不應將本說明書所提出的特定步驟次序視為對申請專利範圍的限制。此外，亦不應將有關本發明之方法及/或製程的申請專利範圍僅限制在以書面所載之步驟次序之實施，熟習此項技藝者易於瞭解，該等次序亦可加以改變，並且仍涵蓋於本發明之精神與範疇之內。

【圖式簡單說明】

當併同各隨附圖式而閱覽時，即可更佳瞭解本發明之前揭摘要以及上文詳細說明。為達本發明之說明目的，各圖式裏圖繪有現屬較佳之各具體實施例。然應瞭解本發明並不限於所繪之精確排置方式及設備裝置。

現將詳細參照於本發明具體實施例，其實施例圖解於附圖之中。盡其可能，所有圖式中將依相同元件符號以代表相同或類似的部件。

在各圖式中：

圖 1A 至 1G 為根據本發明一具體實施例用於製作一半導體元件之方法的圖示；

圖 2 為根據圖 1A 至 1G 的方法所形成的主動層的概略示意圖；以及

圖 3A 與 3B 分別為一單閘極結構與一雙閘極結構的概

略示意圖。

【主要元件符號說明】

10	基板
12	緩衝層
14	非晶矽層
14-1	主動層
16	保熱層
16-1	保熱層
A	初始成長部位
B	初始成長部位
18	雷射
20	晶粒邊界
22	晶粒邊界
30	單閘極結構
31	閘極
32	閘極指狀部
36	第一擴散區
38	第二擴散區
40	雙閘極結構
41	閘極
42	第一閘極指狀部
43	第二閘極指狀部
44	第一擴散區
46	第三區



五、中文發明摘要：

發明名稱：半導體薄膜長晶及半導體元件製作之方法
一種製作一半導體元件的方法，其包括：提供一基板；於該基板上形成一非晶矽層；於該非晶矽層上形成一保熱層；圖案化該保熱層；以及照射該已圖案化的保熱層。

六、英文發明摘要：

TITLE OF THE INVENTION: Method of Semiconductor Thin Film Crystallization and Semiconductor Device Fabrication

A method for fabricating a semiconductor device includes providing a substrate, forming an amorphous silicon layer over the substrate, forming a heat retaining layer on the amorphous silicon layer, patterning the heat retaining layer, and irradiating the patterned heat retaining layer.



圖 1A

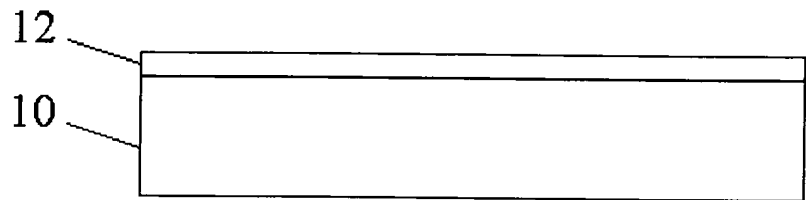


圖 1B

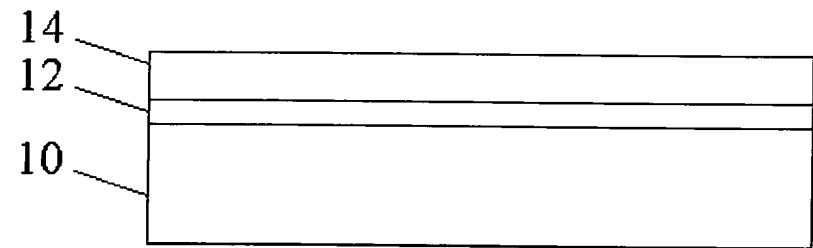


圖 1C

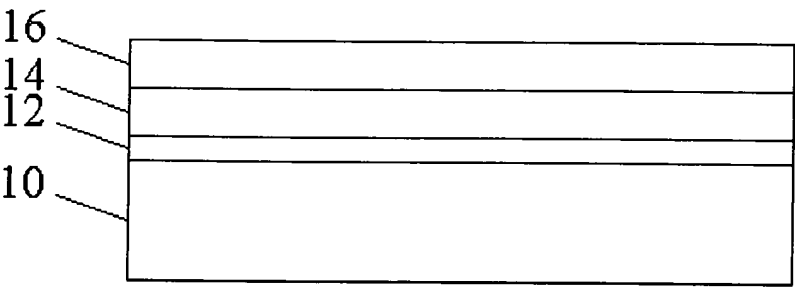


圖 1D

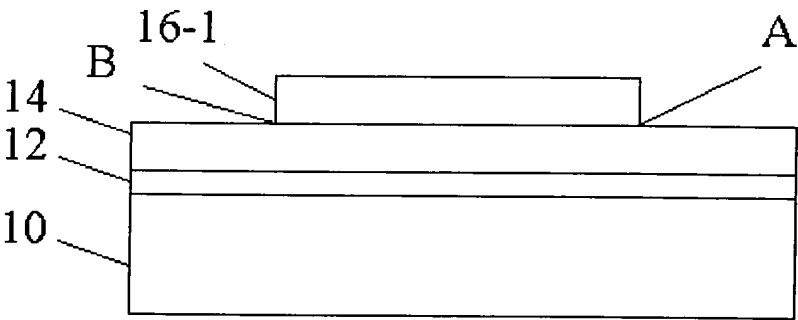


圖 1E

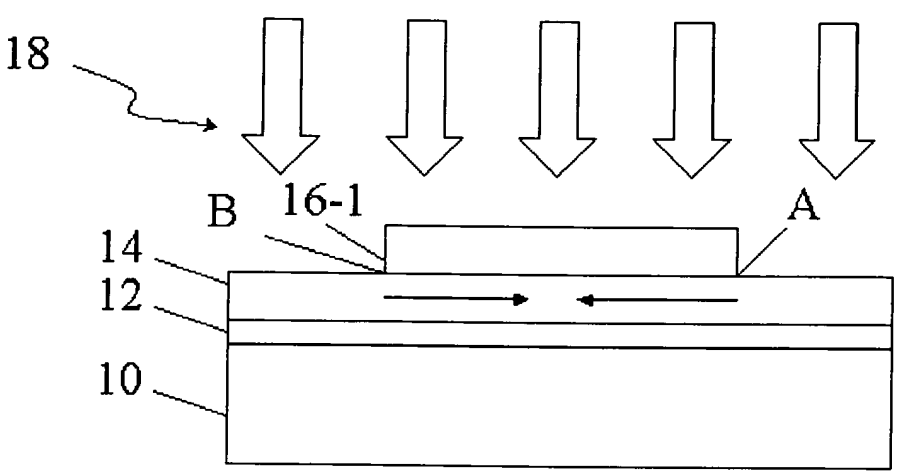


圖 1F

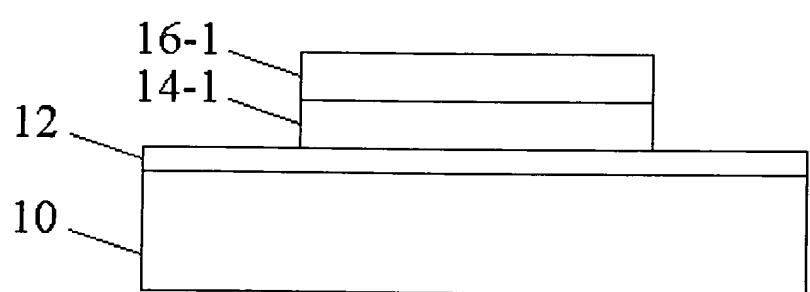
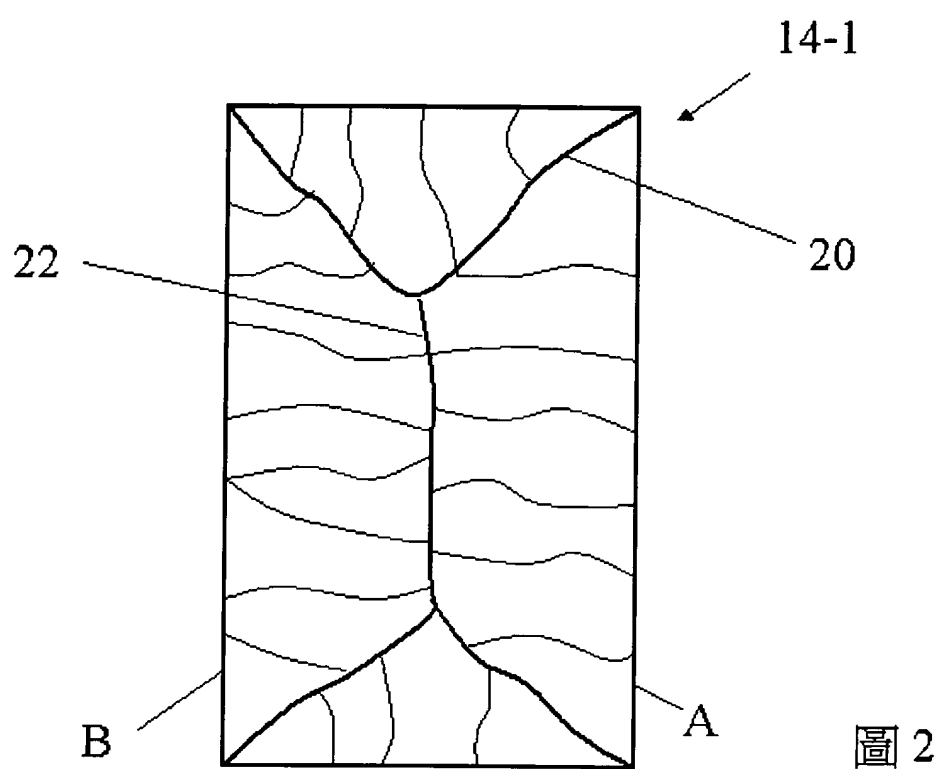


圖 1G



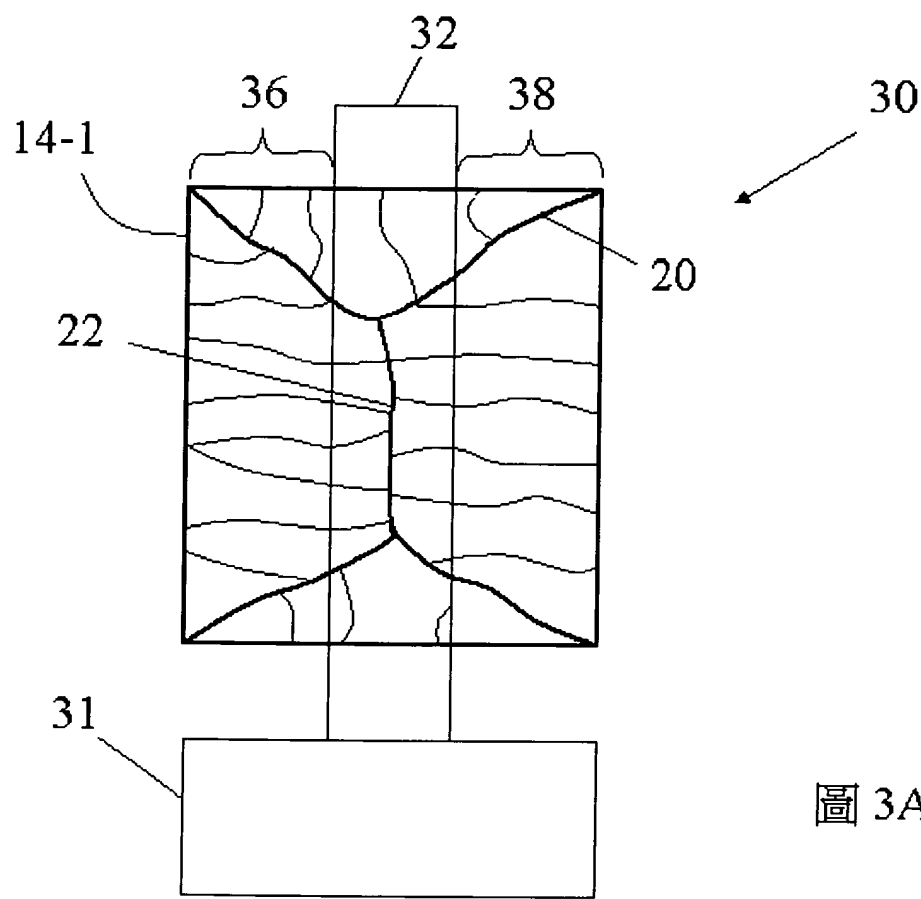


圖 3A

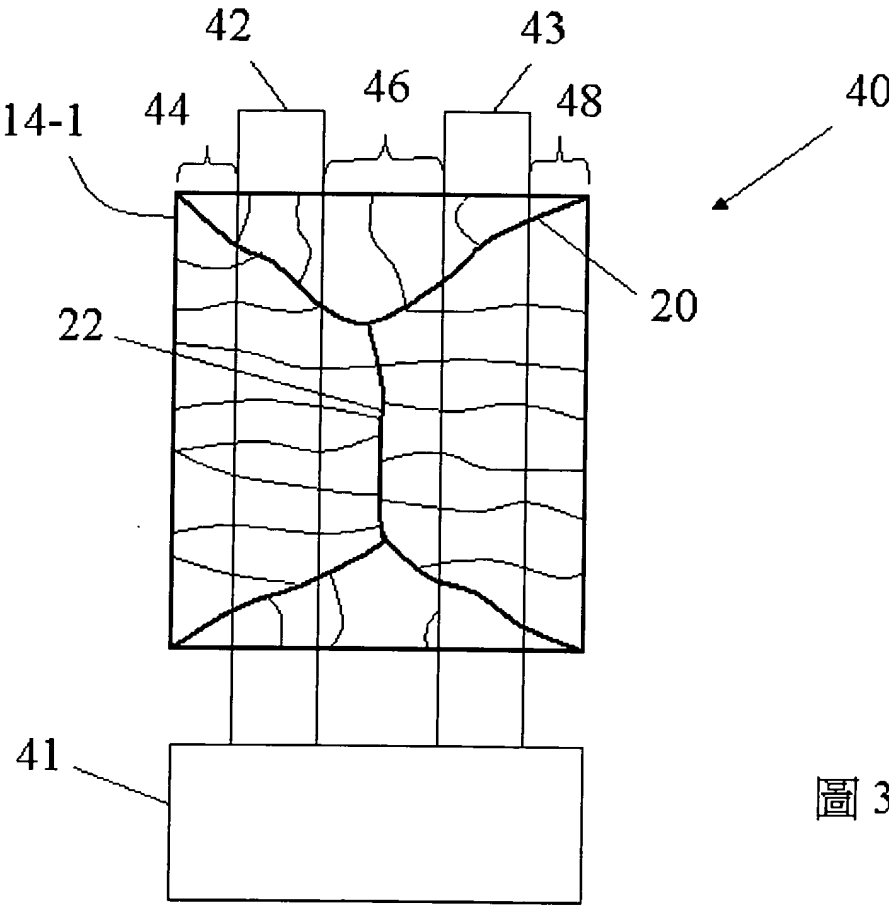


圖 3B

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1F) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	基板
12	緩衝層
14	非晶矽層
16-1	保熱層
A	初始成長部位
B	初始成長部位
18	雷射

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

發明專利說明書

(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：94147013

※ 申請日期：94.12.28

※IPC 分類：H01L 21/316 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體薄膜長晶及半導體元件製作之方法

Method of Semiconductor Thin Film Crystallization and Semiconductor
Device Fabrication

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院

INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

代表人：(中文/英文)

蔡清彥 / Ching-Yen Tsay

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu 31040,
Taiwan, R. O. C.

國 籍：(中文/英文)

中華民國/REPUBLIC OF CHINA

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 林家興/ LIN, JIA-XING

2. 陳麒麟/ CHEN, CHI-LIN

國 籍：(中文/英文)

1、2 均為中華民國/REPUBLIC OF CHINA

十、申請專利範圍：

1.一種製作一半導體元件的方法，其包括：

提供一基板；

於該基板上形成一非晶矽層；

於該非晶矽層上形成一保熱層；

圖案化該保熱層；

照射該已圖案化的保熱層；以及

利用該已圖案化的保熱層作為遮罩來移除部份該非晶矽層。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括於形成該非晶矽層以前先於該基板上形成一緩衝層。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括利用矽的氮氧化物來形成該保熱層。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括利用準分子雷射或 YAG 雷射來照射該已圖案化的保熱層。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括以約 1%的照射位置重疊來照射該已圖案化的保熱層。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元 [S]

件的方法，其進一步包括於圖案化該保熱層中在非晶矽層上決定一初始成長部位。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括：

於該剩餘的非晶矽層中形成一第一擴散區；以及

於該剩餘的非晶矽層中形成一第二擴散區，與該第一擴散區隔開。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括：

於該剩餘的非晶矽層中形成一第一擴散區；

於該剩餘的非晶矽層中形成一第二擴散區，與該第一擴散區隔開；以及

於該剩餘的非晶矽層中形成一第三擴散區，位於該等第一與第二擴散區之間且與該等第一與第二擴散區隔開。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括提供該基板，其包含晶圓、石英、玻璃、塑膠、或金屬箔中其中一者。

10.一種製作一半導體元件的方法，其包括：

提供一基板；

於該基板上形成一緩衝層；

於該緩衝層上形成一非晶矽層；

於該非晶矽層上形成一保熱層；

圖案化該保熱層；

利用雷射來照射該非晶矽層與該已圖案化的保熱層；

以及

利用該已圖案化的保熱層作為遮罩來移除部份該非晶矽層。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括以約 1%的照射位置重疊，相對於該已圖案化的保熱層來移動該雷射。

12.如申請專利範圍第 10 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括利用矽的氮氧化物來形成該保熱層。

13.如申請專利範圍第 10 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括於圖案化該保熱層中在非晶矽層上決定一初始成長部位。

14.一種製作一半導體元件的方法，其包括：

於一基板上形成一非晶矽層；

於該非晶矽層上形成一保熱層；

圖案化該保熱層；

照射該非晶矽層與該保熱層；以及

利用該已圖案化的保熱層作為遮罩來移除部份該非晶

矽層。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括利用矽的氮氧化物來形成該保熱層。

16.如申請專利範圍第 14 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括於圖案化該保熱層中在非晶矽層上決定一初始成長部位。

17.如申請專利範圍第 14 項所述之一種製作一半導體元件的方法，其進一步包括：

利用雷射來照射該非晶矽層與該保熱層；以及

以約 1%的照射位置重疊，相對於該非晶矽層與該已圖案化的保熱層來移動該雷射。