

公告本

90.7.27修正
年 月 日
補充

申請日期	87 年 7 月 27 日
案 號	87112267
類 別	G02F1/133

A4
C4

482922

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書 (修正本)		
一、發明 新 型	中 文	多晶矽薄膜之製造方法
	英 文	Method of preparing a poly-crystalline silicon film
二、發明 創 作 人	姓 名	(1) 河村真一
	國 籍	(1) 日本 (1) 日本國埼玉縣深谷市上柴町西六———二
三、申請人	住、居所	
	姓 名 (名稱)	(1) 東芝股份有限公司 株式会社東芝
	國 籍	(1) 日本 (1) 日本國神奈川縣川崎市幸區堀川町七二番地
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	(1) 西室泰三

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☐ 有 ☐ 無主張優先權

日本 1997 年 9 月 25 日 9-260303 ☒ 有主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

(發明所屬之技術領域)

本發明有關於多晶矽薄膜之製造方法，特別是有關於藉由電漿 C V D 法所堆積之非晶矽薄膜之脫氫處理之方法。

(先前技術)

在活動矩陣型液晶顯示裝置中，以往做為像點之開關元件而採用在半導體活性層上使用非晶矽薄膜之非晶質矽薄膜電晶體。這是由於，適合於顯示領域之大面積化之玻璃基板（耐熱性低）之上面，藉由電漿 C V D 法而以比較的低溫下且均一性良好地可形成非晶質矽薄膜之故。

另一方面近年來開發了驅動電路一體型之液晶顯示裝置。

驅動電路一體型之顯示裝置乃在同一之基板上，在顯示領域（像點領域）之周邊配置有驅動電路，在像點之開關元件以及周邊驅動電路上也使用薄膜電晶體，此種使用於周邊驅動電路之薄膜電晶體乃特別要求高速性。因此於驅動電路一體型之液晶顯示裝置乃使用，移動速度之與非晶質矽相比顯著的大之多晶矽薄膜使用於半導體活性層之多晶矽薄膜電晶體。

多晶矽薄膜乃通常如下述地予以形成。首先以電漿 C V D 法在玻璃基板上堆積非晶質矽薄膜，接著如下述實施非晶質矽薄膜之脫氫處理。詳述之，將堆積了非晶質矽薄膜之玻璃基板收容於加熱爐中，在減壓環境下，以玻璃

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (2)

基板之耐用溫度以下之溫度 (例如 $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$) 而對於非晶質矽薄膜施予退火，從非晶質矽薄膜放出氫氣，最後對於非晶質矽薄膜照射準分子雷射光，使非晶質矽薄膜予以熔融，再凝固改變為多晶矽薄膜。

如上述地實施非晶質矽薄膜之脫氫處理係根據下述之理由，即藉由電漿 C V D 法所堆積之非晶質矽薄膜之中，含有多量之氫，因此原狀態的施予準分子雷射光之照射時，由非晶質矽薄膜而急激的放出氫氣，引起消融 (ablation) 現象，而在多晶矽薄膜會發生缺陷。

以往脫氫處理乃如上述使用與電漿 C V D 裝置別體而設之專用加熱爐而實施，此種加熱爐內之脫氫處理乃包含了玻璃基板之加熱及冷卻時間即需要數小時以上之長時間，又在電漿 C V D 之終了後，將上述基板曝露於大氣中，因此必要時在脫氫處理之前須洗淨上述基板。

由上述之背景，非晶質矽薄膜之脫氫處理乃在於多晶矽薄膜電晶體之製造過程中，成為妨礙生產性之要因之一。

(發明欲解決之課題)

本發明乃鑑於上述問題所開發，其目的係提供一種在多晶矽薄膜之製造過程中，對於以電漿 C V D 所堆積之非晶質矽薄膜之可以高效率的實施脫氫處理之方法。

(解決問題之手段)

五、發明說明(3)

本發明之多晶矽薄膜之製造方法乃，

將基板收容於電漿 C V D 裝置之反應室內，在反應室內一面供應反應氣體及運載氣體，一面以電漿放電在基板上堆積非晶質矽薄膜。

堆積終了後，在減壓環境下將上述基板放置於上述反應室內，由而對於非晶質矽薄膜施予脫氫處理，

脫氫處理終了後，由上述反應室內取出上述基板，對於非晶質矽薄膜照射準分子雷射光而使非晶質矽薄膜予以多晶化為其特徵，

依本發明之多晶矽薄膜之製造方法時，藉由電漿 C V D 而堆積非晶質矽薄膜之後，將基板收容於電漿 C V D 裝置之反應室內之狀態下，連續的實施非晶質矽薄膜之脫氫處理。在堆積非晶質矽薄膜時，基板之溫度已昇高，所以在實施脫氫處理之前不需要重新將基板加熱，同時基板之冷卻乃脫氫處理終了後之一次而已，所以與以往使用專用加熱爐來實施脫氫處理之情形相比較可省略再加熱及再冷卻之時間。再者，在電漿 C V D 終了後基板不曝露於大氣中，因此在實施脫氫處理之前不須洗淨基板，結果大幅度地可以縮短多晶矽薄膜之製造過程所要之時間。

最好是在非晶質矽薄膜之堆積終了後，一面供給運載氣體一面將上述基板放置於上述反應室內。

又，最好是在堆積非晶質矽薄膜後，以較非晶質矽薄膜堆積時更高之壓力之下，將上述基板放置於上述反應室內，通常脫氫處理乃溫度愈高愈能效率高的可實施。放置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (4)

時，如同一氣體流量時，即將反應爐內之壓力設定成為較堆積時為高，即可以在短時間內使基板之溫度提昇，因此以短時間即可實施氫之放出。

又最合宜的是，在非晶質矽薄膜之堆積終了後，將基板加熱用之加熱器之輸出維持於非晶質矽薄膜之堆積時之值之狀態的將上述基板放置於上述反應爐內。如上所述，由電漿 C V D 之過程而移行於脫氫處理之過程時，不改變氣體流量而提高壓力，將基板加熱用之加熱器之輸出維持於一定值，由而可以縮短，開始下一個電漿 C V D 之過程時之反應室內之溫度調整時間。

又最好，在上述反應室內，在基板上堆積非晶質矽薄膜時，上述基板之溫度為 400℃ 以上。

又最好上述基板之放置於上述反應爐內之時間 t (秒) 即。

上述非晶質矽薄膜之厚度為 d (埃， Å)，放置時之上述基板之溫度為 Q (°C)，即設定為可以滿足下述條件。

$$t > d^2 / (A \times e \times d B) \dots \dots (1)$$

但是

$$A = 6.0 \times 10^{14}$$

$$B = -2.56 \times 10^{-19} / (k \times (273 + \theta))$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(5)

$$k = 1.38 \times 10^{-23}$$

(1) 式乃如下述的引導而出。

由非晶質矽薄膜之氫之脫離速度乃由非晶質矽薄膜中之氫之擴散所律速。具體的說，氫之平均移動距離 λ 與非晶質矽薄膜的膜厚 d 相比為大時，發生脫氫處理之效果。非晶質矽薄膜中之氫擴散係數為 D [cm^2 / sec]，放置時間為 t [sec] 即，放置時間內之氫之平均移動距離 λ [cm] 得於下式表示：

$$\lambda = (2 \times D \times t)^{+1/2}$$

因此，上述條件得以下式表示：

$$d < (2 \times D \times t)^{+1/2} \times 10^8$$

由此式，為了有效率的實施脫氫處理之必要放置時間乃得於下式表示。

$$t > d^2 / (10^{15} \times 2 \times D) \dots \dots (2)$$

$$D = D_0 \times \exp(-E_d / kT)$$

$$D_0 = 3 \times 10^{-2} [\text{cm}^2 / \text{sec}]$$

$$E_d = 1.6 \times 1.60 \times 10^{-19} [\text{J}]$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (6)

又， E_d 乃氫之擴散能量 (1.6 eV)， T 乃非晶質矽薄膜之溫度 [K]， k 乃波爾茲曼常數 [$1.38 \times 10^{-23} \text{ J} / k$]。

將這些值代入於 (2) 式即可引導出 (1) 式。

又本發明之多晶矽薄膜之製造方法乃在於裝置熱容量小之枚葉式電漿 C V D 裝置上特別的有效也。

(發明之實施形態)

以圖 1 說明本發明之實施形態。

首先如圖 1 (a) 所示，在玻璃基板 1 上，以電漿 C V D 堆積厚度 $1000 \text{ \AA}$ 之氧化矽薄膜 2，在氧化矽薄膜 2 之上使用枚葉式之平行平板型電漿 C V D 裝置堆積非晶質矽薄膜 3，其時之條件乃 SiH_4 / Ar 流量比 = $1 / 20$ ，反應室內之壓力 = 1 Torr ，RF 輸出 = 100 W ，電極間距離 = 25 mm ，基板溫度 = 420°C ，堆積速度 = $700 \text{ \AA} / \text{min}$ 。

非晶質矽薄膜 3 之厚度到達規定之後，切斷 RF 輸出同時停止 SiH_4 之供給。電漿 C V D 過程終了後，將加熱用加熱器之輸出維持於一定之狀態下，縮小壓力調整閥之開閉度使反應室內之壓力上昇至 4 Torr ，在此狀態下將基板放置於反應室內，實施非晶質矽薄膜 3 之脫氫處理，經過規定之時間 (後述) 之後由反應室內取出基板。

接著如圖 1 (b) 所示，對於形成於玻璃基板 1 之非晶質矽薄膜 3 照射 X e C l 準分子雷射光 (波長 308

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (7)

n m : 脈衝振盪) , 實施非晶質薄膜 3 之熔融及再凝固, 形成多晶矽薄膜 4。

圖 2 顯示如上述完成電漿 C V D 之過程而移至脫氫處理時之基板之溫度變化之測定結果, 如圖 2 所示反應室內之壓力之隨著由 1 T o r r (S i H₄ / 供給 A r) 上昇到 4 T o r r (供給 A r) 基板溫度即由約 4 2 0 °C 上昇到約 4 4 0 °C。

接爲了使電漿 C V D 過程之終了後之放置時間盡量縮短起見, 提高電漿 C V D 時之基板溫度, 將本來之薄膜中之氫含有量減少, 同時使放置時之基板溫度提高即很有效果。

如上述在電漿 C V D 之非晶質矽薄膜之堆積後, 使反應室內之壓力提高至高於堆積時之壓力, 而在反應室內放置基板, 由而基板之溫度較堆積時爲高, 短時間內即可放出氫。

再者, 上述之方法乃特別是對於枚葉 (頁葉) 式電漿 C V D 裝置上有效果, 這是枚葉式之電漿 C V D 裝置乃一張一張逐一處理基板, 因此系之熱容量小, 因此堆積非晶質矽薄膜之堆積後, 放置基板時, 將氣體流量維持於大致一定時由提高反應室內之壓力而所發生之溫度上昇會變大之故。

圖 3 表示堆積非晶質矽薄膜之後, 以上述之條件在電漿 C V D 裝置內放置基板, 以實施非晶質矽薄膜之脫氫處理時之放置時間與發生消融之準分子雷射之能量密度之關

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (8)

係。

又，使用非晶質矽薄膜之膜厚 (4 0 0 ~ 7 0 0 Å) 爲參數。

由圖 3 所知，電漿 C V D 過程之終了後，將基板放置於反應室內數分鐘，由而在 4 0 0 ~ 7 0 0 埃 (Å) 之各膜厚中發生消融之準分子雷射之能量密度乃上昇，即提高了對於消融之耐性。

再者以雷射照射而使非晶質矽薄膜而予以多晶化時，通常隨著雷射之能量密度變大而結晶粒徑將變大，惟能量密度過於大時會發生再非晶形化，於是結晶粒徑乃相反地變小，所以於發生再非晶形化之值以外之能量密度而不會發生消融時，即可判定非晶質矽薄膜之對於雷射照射之耐性乃充分，在圖 3 中對於各膜厚之發生再非晶形化之能量密度也一併表示。

圖 4 乃依據圖 3 所示之數據，表示了非晶質矽薄膜之膜厚 d (埃 (Å))，與發生再非晶形化之值以下之能量密度而不發生消融之狀態爲止之爲實施脫氫處理所要之放置時間 t (秒) 之關係者。

設，非晶質矽薄膜中之氫之擴散係數爲 D [cm^2 / sec]，放置時間 t (秒)，即放置時間內之氫之平均移動距離 [(cm)] 乃以下式可表示。

$$\lambda = (2 \times D \times t)^{1/2}$$

$$D = D_0 \times \exp (- E_d / k T)$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (9)

$$D O = 3 \times 10^{-2} [c m^2 / s e c]$$

$$E d = 1.6 \times 1.60 \times 10^{-19} [J]$$

$$k = 1.38 \times 10^{-23} [J / k]$$

$E d$ 乃氫之擴散能量 ($1.6 e V$) , T 乃非晶質矽薄膜之溫度 [K] , k 為波爾茲曼常數。

所以氫之平均移動距離 L [埃 ($\text{\AA}$)] , 乃以下式來表示。

$$L = (A \times t \times \exp B)^{1/2}$$

但

$$A = 6.0 \times 10^{14}$$

$$B = -2.56 \times 10^{-19} / (k \times (273 + \theta))$$

前面之, 圖 4 之中一併表示對於各放置時間 t (X 軸) 之非晶質矽薄膜中之氫之平均移動距離 L (右軸) 。

由圖 4 可知, 使放置時間內之氫之平均移動距離 L 大於非晶質矽薄膜之膜厚 d 大, 由而在於再非晶形化之會發生之值以下之能量密度之下不會發生消融現象可獲得對於雷射照射之充分之耐性。

尤其是電漿 $C V D$ 時之基板溫度乃 $400^\circ C$ 以上之高, 本來之氫含有量少時, 依下式, 令放置時間內之非晶質

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (10)

矽薄膜內之氫之平均移動距離大於非晶質矽薄膜之膜厚，由而可以確保實施多晶化之對於雷射照射之耐性。

$$(A \times t \times \exp B)^{1/2} > d$$

所必要之放置時間得於下式賦予之。

$$t > d^2 / (A \times \exp B) \dots \dots (1)$$

最後說明將依本發明之方法所形成之多晶矽薄膜用於半導體活性層來製造多晶矽薄膜電晶體之製造過程之一例。

如圖 5 (a) 所示，在玻璃基板 1 之上面介著氧化矽薄膜 2 形成多晶矽薄膜 4 之後，以光蝕法將此多晶矽薄膜 4 予以形成圖樣，而如圖 5 (b) 所示形成多晶矽薄膜之島 5。

接著如圖 5 (c) 所示，以電漿 C V D 將氧化矽薄膜 6 堆積厚度 1 0 0 0 埃 (Å) 以資形成閘極絕緣膜。

接著如圖 5 (d) 所示，以濺射法堆積鉬・鉬合金，厚度 3 0 0 0 埃 (Å)，以光蝕法予以形成圖樣形成閘電極 7。

接著如圖 5 (e) 所示，使用質量分離型之離子注入裝置，以閘電極 7 為遮蔽罩而對於氧化矽薄膜 6 之上面對於多晶矽薄膜 4 注入不純物 (例如磷) 以資形成歐姆接觸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 (11)

領域 8 , 9 。

又注入不純物並不侷限於使用質量分離型之離子注入裝置，非質量分離型亦可使用。

接著如圖 5 (f) 所示，以電漿 C V D 堆積氧化矽薄膜，厚度 4 0 0 0 埃 (Å)，以資形成層間絕緣膜 1 0，由此層間絕緣膜 1 0 之上面照射準分子雷射光，使前面所注入之不純物活性化，接著以光蝕法將層間絕緣膜 1 0 予以形成圖樣形成接觸孔。

接著如圖 5 (g) 所示，以濺射法堆積鉬鉭合金，厚度 4 0 0 埃，而以光蝕法形成圖樣，以資形成源電極 1 1 及漏電極 1 2。

於是完成了將多晶矽薄膜使用於半導體活性層之薄膜電晶體。

(發明之效果)

依本發明之多晶矽薄膜之製造方法時，即以電漿 C V D 裝置而在基板上堆積非晶質矽薄膜之後，在電漿 C V D 裝置之反應室內短時間地放置基板，由而高效率的可實施非晶質矽薄膜之脫氫處理，此結果對於後續之多晶化時之雷射射束之照射可獲得充分之耐性，對提高生產性有很大之效果。

特別是藉由電漿 C V D 而堆積非晶質矽薄膜時之基板溫度設定於 4 0 0 °C 以上，再加上放置時之反應室內之壓力設定為使之高於堆積時之壓力，由而可縮短脫氫處理所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (12)

需之時間。

於本發明之多晶矽薄膜之製造方法中，該放置於反應室內實施脫氫處理之時間，依照前面所示之 (1) 式，而使放置時間內之非晶質矽薄膜內之氫之平均移動距離之較非晶質矽薄膜之膜厚相比較使之能大的予以設定時，即可充分確保多晶化時之對於雷射射束之充分之耐性。

圖式之簡單說明

第 1 圖乃說明依本發明之多晶矽薄膜之製造方法之圖。(a) 及 (b) 乃表示各過程之基板之斷面圖。

第 2 圖乃表示由 C V D 處理過程而移至脫氫處理過程時之基板溫度之變化之圖。又 C V D 處理時之反應室內之壓力為 1 T o r r 。脫氫處理時之反應室內之壓力為 4 T o r r 。

第 3 圖乃表示以電漿 C V D 之非晶質矽薄膜堆積後之在反應室內之放置時間，與會發生消融之照射準分子雷射之能量密度之關係之圖。

第 4 圖乃會發生再非晶形化之值以下之能量密度而消融之不會發生之狀態地實施脫氫處理所要之放置時間 t (橫軸) ，與非晶質矽薄膜之膜厚 d (左軸) 之關係之圖。又，右軸即對於各放置時間之非晶質矽薄膜中之氫之平均移動距離 L 。

第 5 圖乃使用依本發明之方法所形成之多晶矽薄膜而製造薄膜電晶體之製造過程之一例之圖。(a) ~ (g)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (13)

乃各過程之基板之斷面圖。

符號說明

- 1 …… 玻璃基板
- 2 …… 氧化矽薄膜
- 3 …… 非晶質矽薄膜
- 4 …… 多晶矽薄膜
- 5 …… 多晶矽薄膜之島
- 6 …… 氧化矽薄膜 (閘極絕緣膜)
- 7 …… 閘電極
- 8 , 9 …… 歐姆接觸領域
- 1 0 …… 層間絕緣膜
- 1 1 …… 源電極
- 1 2 …… 漏電極

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：多晶矽薄膜之製造方法)
(課題) 於多晶矽薄膜之製造過程中，提供一種有效的藉由電漿 C V D 法所堆積之非晶質矽薄膜之脫氫處理之方法。

(解決手段) 將基板 1 收容於電漿 C V D 裝置之反應室內，一面供應反應氣體及運載氣體，一面以電漿放電而在基板上堆積非晶質矽薄膜 3，非晶質矽薄膜 3 之堆積終了後，在反應室內放置上述基板實施非晶質矽薄膜 3 之脫氫處理，又當放置時，一面對於反應室內繼續供給運載氣體一面將反應室內之壓力調整為高於堆積時之壓力，脫氫處理終了後由反應室內取出上述基板，對於非晶質矽薄膜 3 照射 X e C l 準分子雷射變更為多晶質矽薄膜 4。(選擇圖) 第 1 圖。

英文發明摘要 (發明之名稱：Method of preparing a poly-crystalline)
silicon film

A method of preparing a poly-crystalline silicon (p-Si) film is provided with efficient dehydrogenation treatment of an amorphous silicon (a-Si) film deposited by a plasma enhanced chemical deposition (PECVD) process. A substrate is received in a process chamber of a PECVD system. A plasma discharge takes place to deposit an a-Si film on the substrate in an atmosphere in which reactive and carrier gases are supplied to the chamber. The substrate is still left in the chamber to carry out dehydrogenation of the a-Si film after the same is deposited on the substrate. While the carrier gas is supplied to the chamber during the leaving period of time, the pressure of the chamber is set higher than during the deposition step. After the dehydrogenation treatment, the substrate is taken out from the chamber. XeCl excimer laser beams are then irradiated to the a-Si film to change it into a p-Si film.



六、申請專利範圍

1. 一種多晶矽薄膜之製造方法，其特徵為具備有：
於反應室內藉由電漿放電而在基板上堆積非晶質矽薄膜之過程，及

上述非晶質矽薄膜之堆積過程，係藉設定為 400°C 以上之特定溫度的加熱用加熱器對上述基板加熱而予以進行，

在上述加熱用加熱器設定於上述特定溫度下將上述反應室內之壓力提高至較上述非晶質矽薄膜之堆積時之壓力更高，將上述基板放置於上述反應室內而對上述非晶質矽薄膜施予脫氫處理之過程，及

在上述脫氫處理之後，使上述非晶質矽薄膜予以結晶化之過程。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中上述實施脫氫處理過程之放置於上述反應室內之時間 t (秒)，當上述非晶質矽薄膜之厚度為 d (埃 $\text{\AA}$)，放置時之上述反應室內之溫度為 θ ($^{\circ}\text{C}$) 時，係可以滿足 $t > d^2 / (A \times \exp B)$ 者，

其中

$$A = 6.0 \times 10^{14}$$

$$B = -2.56 \times 10^{-19} / (k \times (273 + \theta))$$

$$k = 1.38 \times 10^{-23}$$

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中堆積上述非晶質矽薄膜之過程乃將反應氣體及運載氣體供給於上述反應室內實施，實施上述脫氫處理之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

過程乃一面供給運載氣體一面實施者。

4．如申請專利範圍第3項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中實施上述脫氫處理乃在停止上述反應氣體之狀態下實施者。

5．如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中上述結晶化之過程，係藉照射能量射束而進行者。

6．如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中上述能量射束係準分子雷射射束。

7．如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中堆積上述非晶質矽薄膜之過程，係藉枚葉式電漿CVD裝置進行者。

8．如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜之製造方法，其中上述非晶質矽薄膜乃氫濃度未滿10%者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

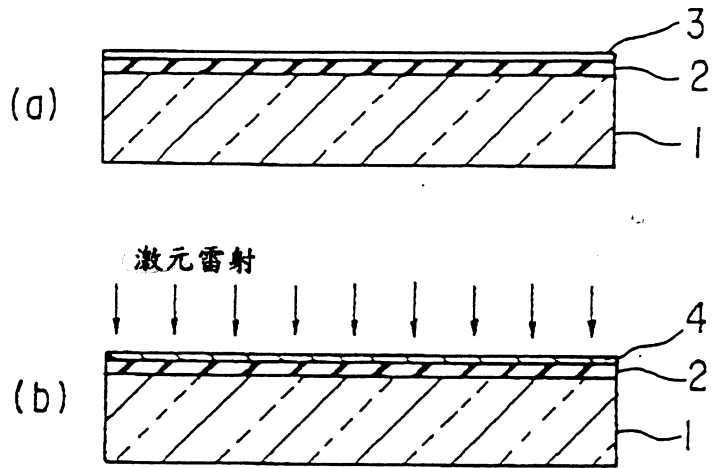
訂

線

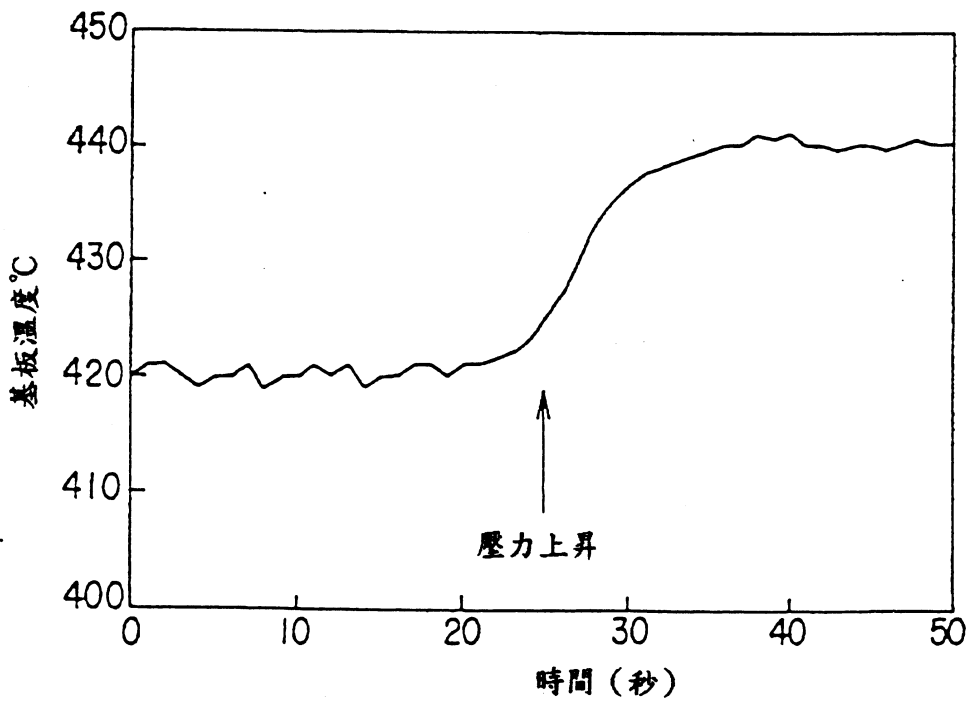
8711>>67

第 1 圖

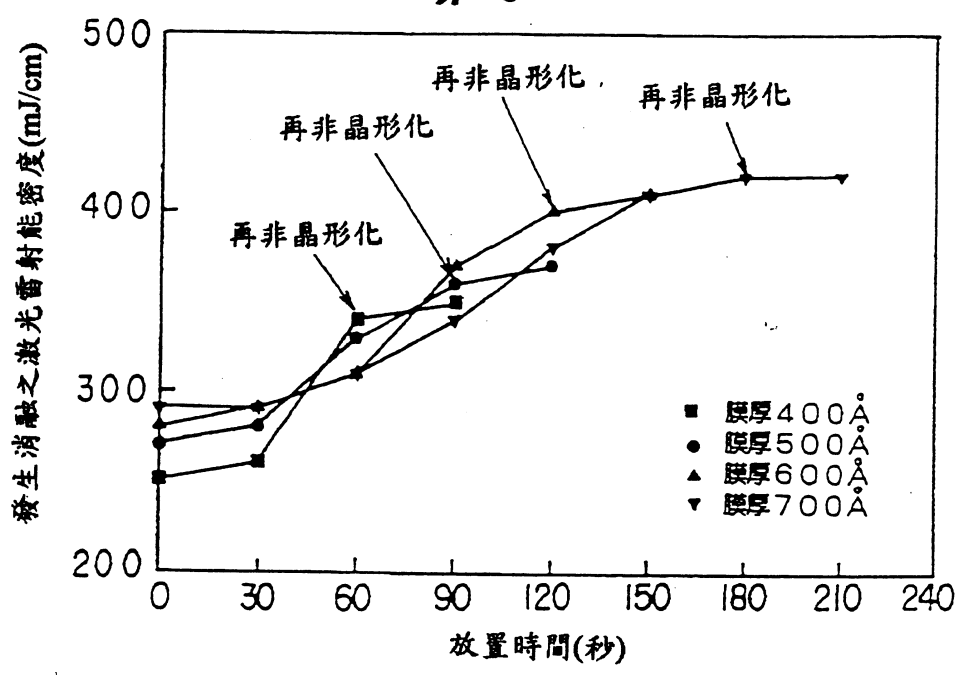
731895



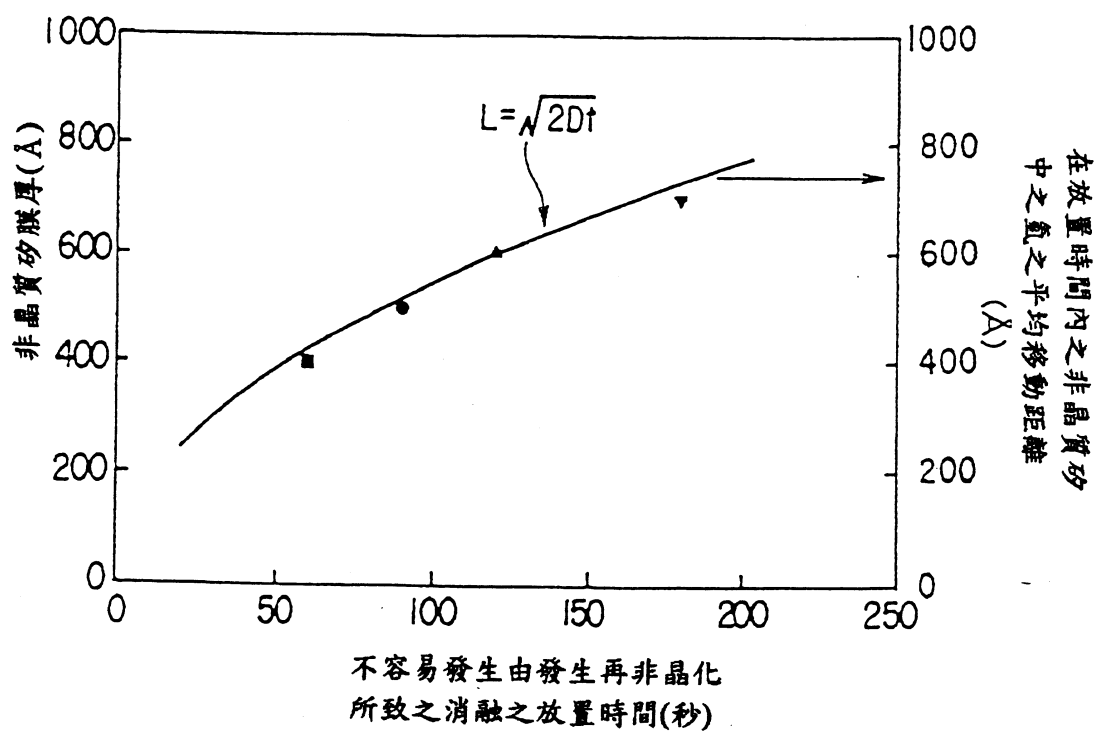
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

