

公告本

申請日期	89.7.20
案 號	89114559
類 別	H01L 21/00

A4
C4

445507

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	用於發光元件之粗化界面
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	一、陳澤澎 二、張智松 三、張豪麟
	國 籍	一、中華民國 二、中華民國 三、中華民國
	住、居所	一、新竹市竹村七路2-3號6樓 二、台北市吉林路393巷5號3樓 三、高雄市苓雅區林泉街22巷9弄4-8號
三、申請人	姓 名 (名稱)	國聯光電科技股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區新竹市力行路10號9樓
	代 表 人 姓 名	黃 國 欣

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

五、發明說明()

5-1 發明領域：

本發明係關於一種發光元件(Light Emitting Device)，且特別是有關於一種用在發光元件之粗化界面及其製造方法，可提昇發光元件之亮度。

5-2 發明背景：

近年來，各種發光元件不斷地被開發，並且普遍地使用在各種顯示器上。其中，半導體發光二極體(light emitting diode)由於其低耗電量以及技術成熟，已經普遍應用於室內與戶外的顯示。

請參照第 1 圖，其為一般半導體發光二極體的結構剖面示意圖。在基底 10 上堆疊有磊晶層 20，包括 p-n 結面活化層(p-n junction active layer)24，以及透光層(window layer)22 與 26，通常是由磷化鎵(GaP)或磷化鎵一族的材料所組成。電極 30 則形成在上下表面，藉由注入電流，使活化層 24 內激發"活化"而射出光線 L。

根據光的折射定律，當光線從介質(I)入射到介質(II)時，必須符合兩介質之間界面的相匹配條件(phase match condition)，也就是在兩介質中，光線之入射角的正弦函數與介質之折射率的乘積必須相等，否則將發生反射，而無法穿透界面，使得光線反射回原介質中。當介質(I)的折射率大於介質(II)，光線要從介質(I)穿透界面到介質(II)時，其相對於法線之入射角度 θ 須小於臨界角 $\theta_c =$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 ()

$\arcsin(n_2/n_1)$ ，否則就會發生全反射。

對於半導體發光二極體，由於半導體材料具有較大的折射率 ($n \sim 2.2-3.8$)，甚大於其氛圍材料，如空氣 ($n \sim 1$) 或是封裝樹脂 ($n \sim 1.5$)，當光線由發光二極體射向氛圍，且入射角大於其臨界角時，會有全反射的現象發生，因而限制發光二極體的外部量子效率 (external quantum efficiency)。

如第 1 圖所示，活化層 24 被激發活化而射出光線 L。以光線從磷化鎵 ($n_1 \sim 3.3$) 入射至封裝樹脂 ($n_2 \sim 1.5$) 為例，若入射角度 θ 小於臨界角 $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1) = 27$ 度，光線 L 才能穿透磷化鎵和封裝樹脂的界面，否則因為界面平坦，無任何起伏，光線 L 就會發生全反射而成光線 L'，接著再次全反射成光線 L''。因此，全反射的光線將在平行的磊晶層 20 中連續反射，最終將在反射的過程中被吸收掉，或是勉強由側邊的界面射入氛圍。

以臨界角 $\theta_c = 27$ 度計算，發光二極體中近似等向發射的光線，能穿透此界面者僅佔 $(1 - \cos \theta_c) / 2 = 5.5\%$ 。就算以立方晶粒六面來計算，總汲光效率 (light extraction efficiency) 亦僅為 $6 * 5.5\% = 33\%$ ，此效率仍有很大的提昇空間。

因此，各種改善的方法紛紛被提出。例如，Carr 在 Infrared Physics 6. 1 (1966) 中提出將發光二極體設計成錐柱形 (truncated cone)，如此發出的光線在反射時改變下一次的入射角度，有機會以較小的角度入射半導體材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明()

料與氛圍的界面，可以提高汲光效率。同樣地，Dierschke 等人在 Applied Physics Letters 19. 98 (1971) 中發表將發光二極體設計成半球形，亦具有同樣地效果。然而，要在微小的晶粒上製作出半球體或錐形體，需耗費較多的原料成長出較厚的磊晶層以供塑形，並且在塑形的製程會有技術上的困難。

另外，在美國專利地 3739217 號中，Arpad 等人揭露將發光二極體界面以化學或機械方式製作出不規則紋理(texture)予以粗化，如第 2 圖所示，使得發生全反射的光線 L 可因此散亂的界面而改變下次入射半導體材料與氛圍界面的角度，在反射的過程中，入射角將有機會落於臨界角內而穿透界面。但是，不規則的紋理使得每個發光二極體界面的粗化程度不同，而無法有效精確地控制每個二極體的汲光效率，造成品管上的困難。

5-3 發明目的及概述：

鑒於上述之發明背景中，傳統發光元件的汲光效率不佳，或是品管不易，使得發光元件不能有效地應用。因此，本發明針對上述需求，提供一種用於發光元件之粗化界面，利用全像微影技術，可以在發光元件形成週期性的凹凸界面，使得發生全反射的光線，可以在下次射向界面時，以不同的角度射向界面，增加穿透界面的機率，提昇汲光效率。

五、發明說明()

本發明提供一種用於發光元件之粗化界面的製造方法，該方法包括下列步驟：提供一基底。接著在基底上形成一光阻層。然後進行至少一次曝光步驟，以兩道同調光束，比如是雷射光，重疊形成干涉條紋投射於光阻層。之後進行一顯影步驟，使光阻層表面形成一粗化的光阻圖案。最後進行一蝕刻步驟，將光阻圖案轉移到基底。

本發明亦提供一種發光元件，至少包括：

一發光層，其具有一粗化表面，其中粗化表面之輪廓係以至少一次之同調光束重疊而成之干涉條紋投射而形成。其中，發光層比如是半導體發光二極體之磊晶層。

5-4 圖式簡單說明：

本發明的較佳實施例將於往後之說明文字中輔以下列圖形做更詳細的闡述：

第 1 圖繪示習知一種半導體發光二極體的結構剖面示意圖；

第 2 圖繪示以化學或機械方式製作出不規則紋理，將發光二極體界面予以粗化的結構剖面示意圖；

第 3 圖繪示以兩道同調的雷射光，以一定的角度重疊而形成干涉條紋，投射在塗佈光阻的晶圓上；

第 4 圖繪示使用一道雷射光，以 θ 角度直接射向晶圓，並且以一面垂直於晶圓之鏡面，將部分雷射光反射，

五、發明說明()

使反射雷射光亦以 θ 角度射向晶圓；

第 5A-5C 圖繪示依照本發明之粗化表面的製程剖面示意圖；

第 6 圖繪示依照本發明之另一實施例，在粗化表面上塗佈一層封裝樹脂；以及

第 7 圖繪示依照本發明之另一實施例，將粗化界面形成在磊晶層與基底之間。

圖號對照說明：

10	基底	20	磊晶層
22	透光層	24	活化層
26	透光層	30	電極
100、200、300	基底	110、210、310	磊晶層
112、212、312	透光層	114、214、314	活化層
116、216、316	透光層	117、217、317	粗化界面
120、120'	光阻層	130	鏡面
140、140'、140''	光束		

5-5 發明詳細說明：

本發明揭露一種用於發光元件之粗化界面，係使用全相微影技術，利用兩道同調的光波重疊形成干涉條紋，並且將此干涉條紋投射在已塗佈光阻的晶圓上，進行一次以上的曝光。接著，再經過顯影步驟，在晶圓上得到

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明()

週期性之表面粗化的光阻圖案。然後使用蝕刻製程將粗化的光阻圖案轉移到晶圓上，而得到所需的粗化界面，而所形成之粗化界面可以大大地提昇汲光效率。

請參照第 3 圖，將對本發明之粗化界面的形成原理進行說明。根據光的干涉原理，若兩道光(如圖中的標號 140' 與 140'') 為同調(coherent)，即彼此具有固定的相位差時，當兩道光重疊，會有加強與減弱的現象，而造成建設性及破壞性干涉，因而形成了重複週期性的亮紋及暗紋之分佈，而形成干涉條紋。若兩道光的波長皆為 λ ，入射光線與目標平面之法線的夾角為 θ ，所形成之干涉條紋的週期 $\Lambda = \lambda / 2n \sin \theta$ 。這樣形成干涉的區域，其對焦距深理論上是無限大，只要光束重疊且光程差在同調範圍內，就會形成高解析的干涉，如此即可得到一維週期性的干涉條紋。

將此光的干涉條紋投射在已塗佈光阻層 120 之晶圓 100 上，進行曝光步驟，則光阻層 120 的曝光程度會因為光強度的週期性分佈而會有不同的曝光深度。在經過顯影步驟之後，光阻層 120 表面因而形成週期性的波浪條紋，其週期與光干涉條紋相同。此即為本發明之粗化表面的形成原理。

在第 3 圖中係使用兩道同調之光束，請接著參照第 4 圖，其繪示利用一面鏡面，僅以一道光束即可達到形

五、發明說明()

成干涉條紋之目的。如第 4 圖所示，鏡面 130 垂直於晶圓 100。光束 140，通常以雷射光較佳，照射在光阻層 120 與鏡面 130 上。照射在光阻層 120 之部分光束 140'，以入射角度 θ 直接照射在光阻層 120 上。另外，部分照射在鏡面 130 之光束 140''，經過鏡面 130 反射，亦將以 θ 角度入射照在光阻層 120 上。光束 140' 與 140'' 重疊即可形成干涉條紋投射在光阻層 120，完成所需的曝光步驟。此實施例藉由使用鏡面 130 即可達到節省一道光源的優點，但本發明僅以此為例，並非僅限定於使用鏡面 130，只要能達到形成干涉條紋的裝置與方法皆在本發明之精神範圍內。

接著將對本發明之粗化界面的製程進行說明，為了避免使本發明之特徵模糊，本發明僅以半導體發光二極體為例，然本發明之粗化界面亦可應用於其他的發光元件，例如有機發光二極體(O-LED)。

請參照第 5A 圖，首先提供一半導體基底 100，比如是半導體晶圓。在基底 100 上堆疊有一層發光層，即圖中所示之磊晶層 110。磊晶層 110 由二層透光層 112 與 116，以及一層夾在透光層 112 與 116 中之 p-n 結面活化層 114 所構成。磊晶層 110 通常由磷化鎵(GaP)，或是磷化鎵一族的材料，例如砷化鎵(GaAs)所組成。有時會在透光層 112 與 116 中摻雜部分摻質，例如鋁(Al)，藉以提昇透光層 112 與 116 的導電性。

五、發明說明()

在磊晶層 110 上塗佈有一層光阻層 120，其為一般常用的光活性化化合物(PAC)。光阻層 120 的厚度不需太厚，只要足夠形成粗化表面即可，若太厚則不利於後續的蝕刻製程。

請參照第 5B 圖，進行全像曝光步驟，如第 3 圖與第 4 圖所示，將兩道同調之光束重疊形成光干涉條紋，投射在光阻層 120 上，對光阻層 120 進行第一次曝光，如此將得到一維的週期性條紋。接著，將基底 100 整個旋轉 90 度，再進行第二次曝光，即可得到二維的週期性條紋，以提高粗化的效果。倘若有需要，可以在第一次曝光之後，將基底 100 旋轉 60 度，進行第二次曝光，然後再旋轉 60 度，進行第三次曝光，使粗化的效果更完整。之後進行顯影步驟，去除部分光阻，形成具有週期性粗化表面 122 之圖案化光阻層 120'。

請參照第 5C 圖，接著進行圖案轉移步驟。利用蝕刻製程，比如是濕式蝕刻或是乾式蝕刻，將光阻層 120' 上的粗化表面圖案 122 轉移至底下的透光層 116。如此，即可在透光層 116 形成粗化表面 117，以提昇發光二極體的汲光效率。在此實施例中，發光二極體之透光層為半導體材料，而其氛圍材料為空氣，因此本發明之粗化界面即為粗化表面 117。

五、發明說明()

另外關於電極的部分(未繪示)，可以先直接形成在透光層 116 上與基底 100 的底部(即下表面)，然後再進行粗化表面 117 的製作。或是，在形成粗化表面 117 之後，再分別於透光層 116 表面與基底 100 底部形成電極。

請參照第 6 圖，其為本發明之另一實施例結構剖面示意圖。在基底 200 上堆疊有磊晶層 210，包括透光層 212 與 216，以及 p-n 結面活化層 214。活化層 214 夾於透光層 212 與 216 之間。透光層 216 具有一粗化界面 217。在透光層 216 上形成有一層封裝樹脂 218，比如是環氧基樹脂(Epoxy)。從活化層 214 射出的光線，經過粗化界面 217 進入封裝樹脂 218，再透過封裝樹脂 218 射到空氣中。由於本發明之粗化界面 217，可以大大地提昇光線射入封裝樹脂 218 的比率。

請參照第 7 圖，其為本發明之另一實施例的結構剖面示意圖。在基底 300 上堆疊有磊晶層 310，包括透光層 312 與 316，以及 p-n 結面活化層 314。在基底 300 與透光層 312 之間具有粗化界面 317。從活化層 314 射出的光線，部分因為粗化界面 317 的反射，改變光線下次射向透光層 316 的入射角度，即增加光線穿過透光層 316 的機率，而提昇汲光效率。

本發明僅以上述實施例說明本發明之粗化界面的使用，然其未僅限於磊晶層之上下表面，比如若有需要亦

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明()

可形成於磊晶層的側面，以提昇汲光效率。

綜合以上所述，本發明揭露一種用於發光元件之粗化界面，使用同調光波重疊形成週期性的干涉條紋，進行一次以上的曝光，在光阻層上得到粗化表面之光阻圖案。然後再將粗化的光阻圖案轉移到晶圓上，而在晶圓上得到所需的粗化界面。本發明所形成的粗化界面，可以使得發生全反射的光線，於下次以不同的角度射向界面，增加光穿透發光元件與氛圍材料之間界面的機率，提昇汲光效率，使發光元件的亮度更高，增加其使用價值。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍，凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

用於發光元件之粗化界面

一種用於發光元件之粗化界面，係使用全像微影技術，利用兩道同調的光波使其重疊，造成建設性及破壞性干涉，而形成週期性的亮紋及暗紋分佈。並且將此干涉條紋投射在已塗佈光阻的晶圓上，進行一次以上的曝光，再經過顯影，則可在晶圓上得到表面粗化的光阻圖案。然後使用蝕刻製程將粗化的光阻圖案轉移到晶圓上，而得到所需的粗化界面。

英文發明摘要(發明之名稱:)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

六、申請專利範圍

申請專利範圍：

1. 一種用於發光元件之粗化界面的製造方法，該方法包括下列步驟：
提供一基底；
在該基底上形成一光阻層；
進行至少一次曝光步驟，以兩道同調光束重疊形成干涉條紋投射於該光阻層；
進行一顯影步驟，使該光阻層表面形成一粗化的光阻圖案；以及
進行一蝕刻步驟，將該光阻圖案轉移到該基底。
2. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中該基底包括半導體基底。
3. 如申請專利範圍第 2 項之製造方法，其中該半導體基底之最上層包括一堆疊層，該堆疊層由一第一透光層、一活化層與一第二透光層由下而上堆疊所組成。
4. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中光束包括雷射光。
5. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 90 度，再

六、申請專利範圍

進行第二次曝光。

6. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 60 度，進行第二次曝光，然後再將該光阻層旋轉 60 度，進行第三次曝光。
7. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中該蝕刻步驟包括濕式蝕刻。
8. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中該蝕刻步驟包括乾式蝕刻。
9. 如申請專利範圍第 1 項之製造方法，其中在將該光阻層轉移到該基底之後，更包括在該基底上覆蓋一透光層。
10. 如申請專利範圍第 9 項之製造方法，其中該透光層包括環氧基樹脂。
11. 一種用於發光元件之磊晶層結構，至少包括：
 - 一第一透光層；
 - 一活化層，堆疊於該第一透光層上；以及
 - 一第二透光層，堆疊於該第一活化層上，且該第二透光層具有一粗化表面，其中該粗化表面之輪廓係以至

(請於雙語背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

少一次之同調光束重疊而成之干涉條紋投射而形成。

12. 如申請專利範圍第 11 項之磊晶層結構，其中該第一與第二透光層之材質包括摻雜的磷化鎵。

13. 如申請專利範圍第 11 項之磊晶層結構，其中該活化層之材質包括磷化鎵。

14. 如申請專利範圍第 11 項之磊晶層結構，其中形成該粗化表面之步驟包括：

在該第二透光層上形成一光阻層；

進行至少一次曝光步驟，以兩道同調光束重疊形成干涉條紋投射於該光阻層；

進行一顯影步驟，使該光阻層表面形成一粗化的光阻圖案；以及

進行一蝕刻步驟，將該光阻圖案轉移到該第二透光層。

15. 如申請專利範圍第 14 項之磊晶層結構，其中該光束包括雷射光。

16. 如申請專利範圍第 14 項之磊晶層結構，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 90 度，再進行第二次曝光。

六、申請專利範圍

17. 如申請專利範圍第 14 項之磊晶層結構，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 60 度，進行第二次曝光，再將該光阻層旋轉 60 度，進行第三次曝光。
18. 如申請專利範圍第 14 項之磊晶層結構，其中該蝕刻步驟包括濕式蝕刻。
19. 如申請專利範圍第 14 項之磊晶層結構，其中該蝕刻步驟包括乾式蝕刻。
20. 如申請專利範圍第 11 項之磊晶層結構，其中在將該光阻層轉移到該第二透光層之後，更包括在該第二透光層上覆蓋一第三透光層。
21. 如申請專利範圍第 21 項之磊晶層結構，其中該第三透光層包括環氧基樹脂。
22. 一種半導體發光元件，至少包括：
 - 一半導體基底；
 - 一第一電極，連接該半導體基底；
 - 一第一透光層，堆疊於該半導體基底上；
 - 一活化層，堆疊於該第一透光層上；
 - 一第二透光層，堆疊於該第一活化層上，且該第二透光層具有一粗化表面，其中該粗化表面之輪廓係以至

六、申請專利範圍

少一次之同調光束重疊而成之干涉條紋投射而形成；以及

一第二電極，連接於該第二透光層。

23. 如申請專利範圍第 22 項之半導體發光元件，其中該第一與第二透光層之材質包括摻雜的磷化鎵。

24. 如申請專利範圍第 22 項之半導體發光元件，其中該活化層之材質包括磷化鎵。

25. 如申請專利範圍第 22 項之半導體發光元件，其中形成該粗化表面之步驟包括：

在該第二透光層上形成一光阻層；

進行至少一次曝光步驟，以兩道同調光束重疊形成干涉條紋投射於該光阻層；

進行一顯影步驟，使該光阻層表面形成一粗化的光阻圖案；以及

進行一蝕刻步驟，將該光阻圖案轉移到該第二透光層。

26. 如申請專利範圍第 25 項之半導體發光元件，其中該光束包括雷射光。

27. 如申請專利範圍第 25 項之半導體發光元件，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 90

六、申請專利範圍

度，再進行第二次曝光。

28. 如申請專利範圍第 25 項之半導體發光元件，其中該曝光步驟包括在第一次曝光之後，將該光阻層旋轉 60 度，進行第二次曝光，再將該光阻層旋轉 60 度，進行第三次曝光。

29. 如申請專利範圍第 25 項之半導體發光元件，其中該蝕刻步驟包括濕式蝕刻。

30. 如申請專利範圍第 25 項之半導體發光元件，其中該蝕刻步驟包括乾式蝕刻。

31. 如申請專利範圍第 22 項之半導體發光元件，其中在將該光阻層轉移到該第二透光層之後，更包括在該第二透光層上覆蓋一第三透光層。

32. 如申請專利範圍第 31 項之半導體發光元件，其中該第三透光層包括環氧基樹脂。

33. 一種發光元件，至少包括：

一發光層，其具有一粗化表面，其中粗化表面之輪廓係以至少一次之光干涉條紋投射而形成。

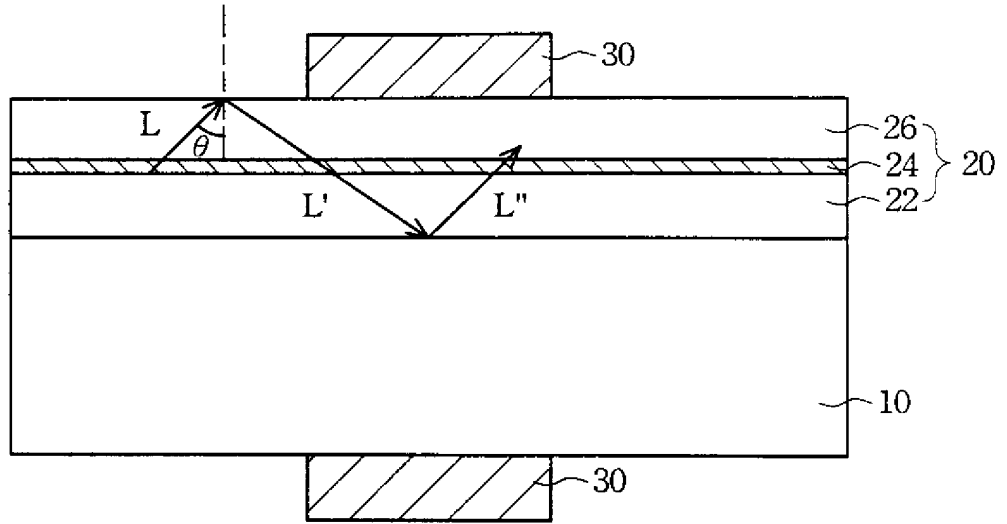
34. 如申請專利範圍第 33 項之發光元件，其中發光層包

(請人閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

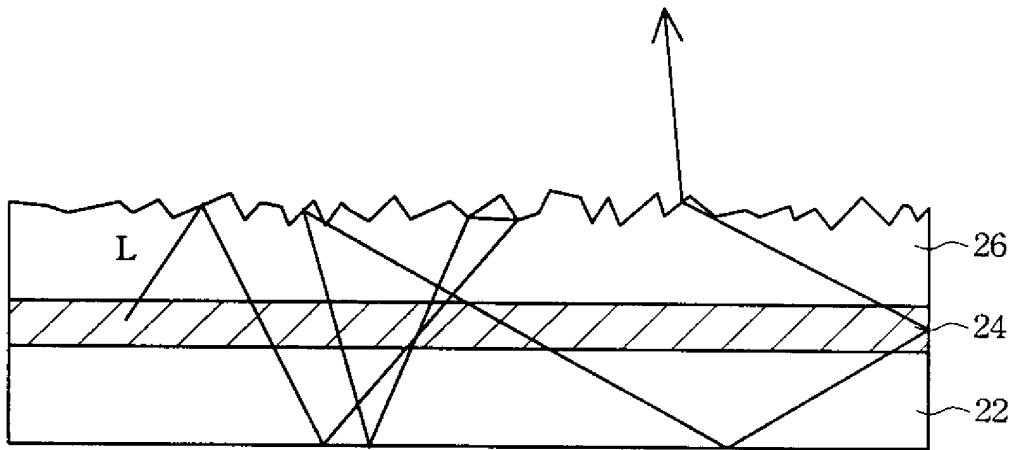
裝

訂

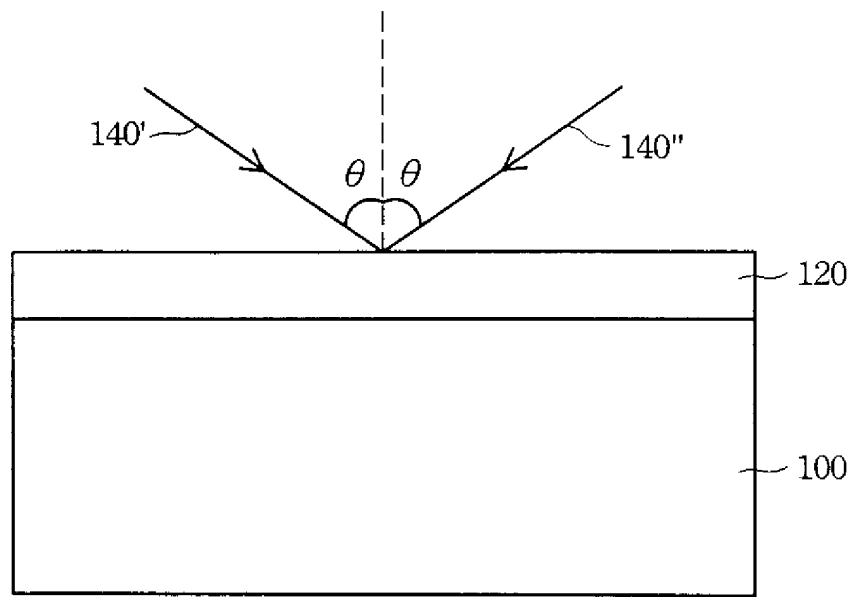
線



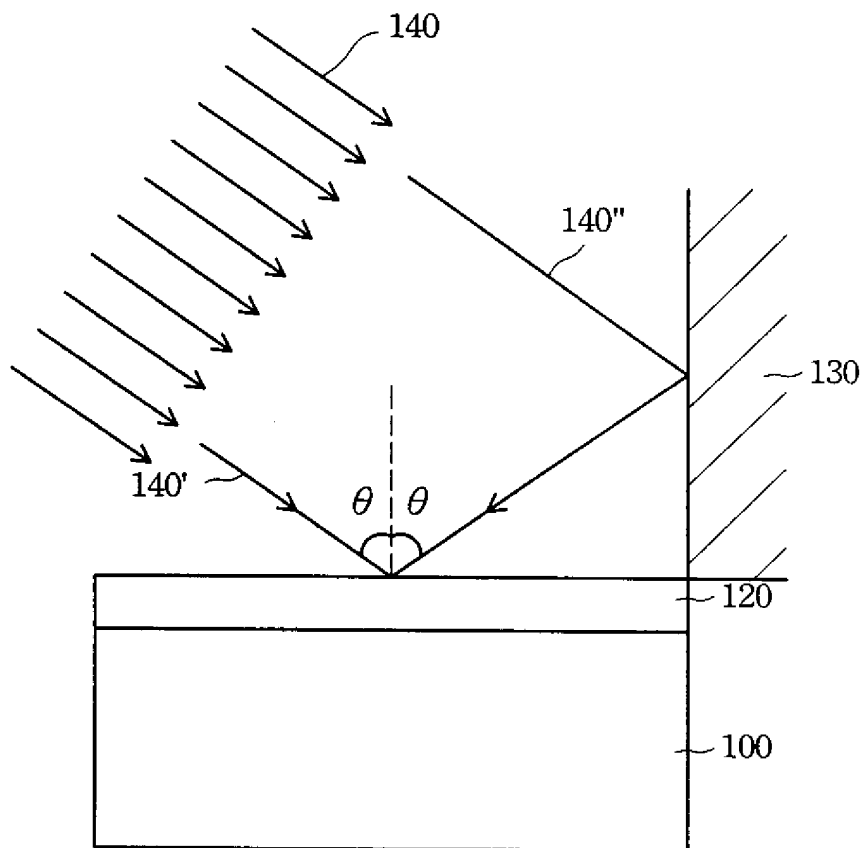
第 1 圖



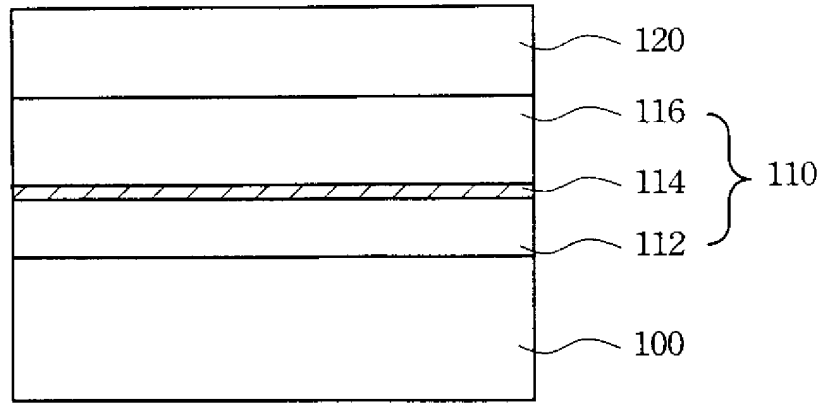
第 2 圖



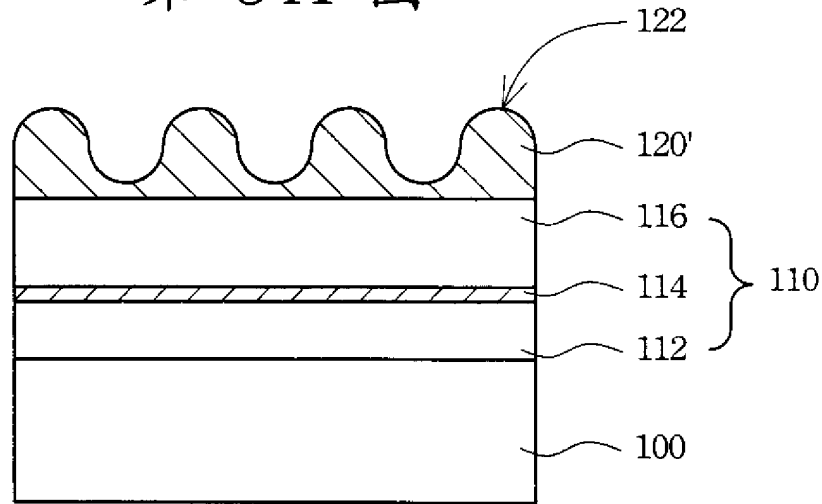
第 3 圖



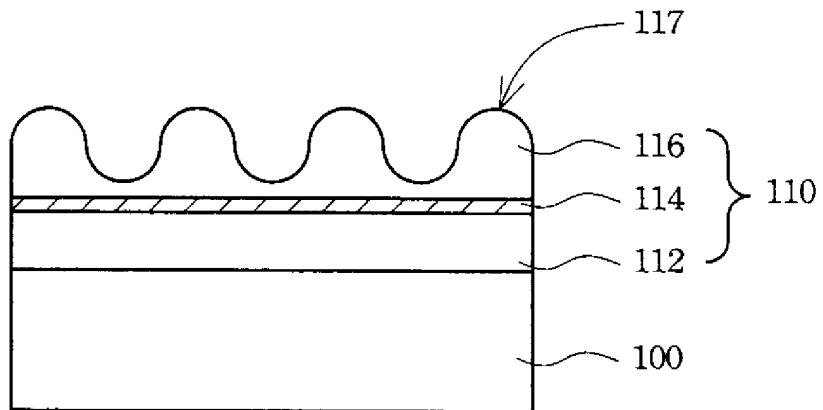
第 4 圖



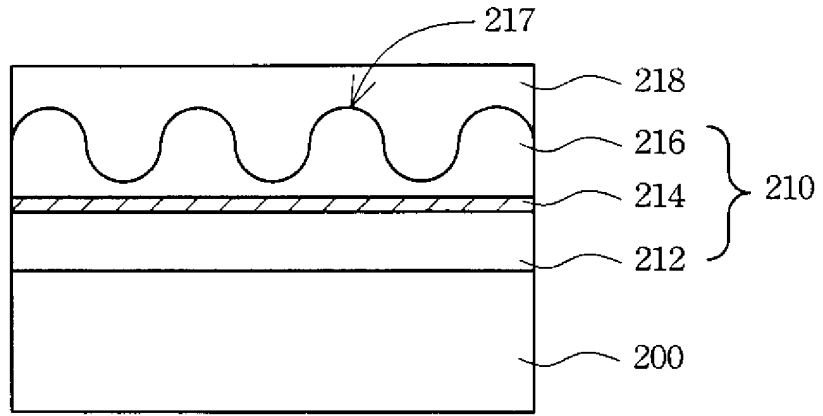
第 5 A 圖



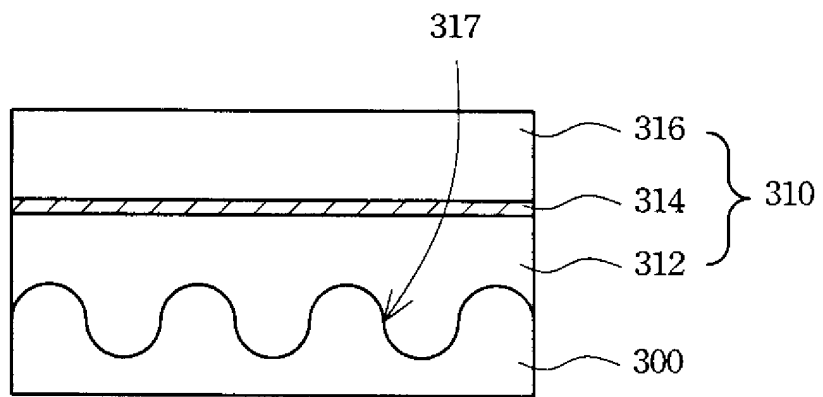
第 5 B 圖



第 5 C 圖



第 6 圖



第 7 圖