

發明專利說明書**公告本**

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：93101439

G03F 7/20,

※申請日期：93-1-20

※IPC 分類：G02B 3/00,

H01L 21/00

壹、發明名稱：(中文/英文)超半球固態浸沒式透鏡之製法 / Process for fabricating
supersphere solid immersion lens**貳、申請人：**(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

參、發明人：(共2人)

姓 名：(中文/英文)

1. 徐文祥

2. 孫翊庭

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市大學路 1001 號國立交通大學工程五館 406 室

2. 台北市景仁街 77 巷 1 弄 2 號 3 樓

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國

2. 中華民國

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：
【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：
【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種超半球固態浸沒式透鏡之製法，係於一基材上塗佈正光阻層後，以第一、二片光罩進行第一、二次曝光，可經由第一次足量曝光在正光阻層上產生之圖案來進行對準，使得第二片光罩上之曝光圖案可經由對準轉移到正光阻層上的特定區域，接著進行回流(reflow)，即可形成超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)；可使整個製程容易而不需昂貴或是複雜的設備即可完成，且方便利用後續的半導體製程額外製作其他光學元件；與已製作之超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)作整合，所以不需組裝即可製作具有功能性的元件，進而達到易於製作，且應用面廣泛易與其他光學元件作整合，利於批次大量生產。

陸、英文發明摘要：

The present invention relates to process for fabricating supersphere solid immersion lens (SSIL). The procedure of the present invention comprises the steps of: firstly, coating a positive photoresist layer on a substrate, followed by first exposure and second exposure with different exposure dose separately by first mask and second mask to form the positive photoresist structure with different dimensions and depths. The first exposure dose is supplied enough to make sure the patterns of the first mask can be observed on the positive photoresist layer during the alignment of the second exposure process. And the following reflow process forms a supersphere solid immersion lens (SSIL) structure.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(5)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

基材 1

超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)結構 3 a

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種超半球固態浸沒式透鏡之製法，尤指一種可在同一正光阻層上製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)之半導體製程方法。

【先前技術】

按，一般習用技術之文獻如下：

1."Fabrication of photoplastic high-aspect ratio microparts and micromolds using SU-8 UV resist" *Microsystem Technologies* 4 (1998) 143-146。而上述之文獻 1 中「用以製造具有高深寬比之多層厚度微結構之製程」，是利用重複多次微影製程；需塗佈多次的光阻；且此方法僅可應用在以負光阻為材料時，又文中所提及之微結構材料為負光阻 SU-8，曝光後結構堅硬；故不易再配合後續之回流(reflow)做圖案之轉移與變化。其製程方法是利用負光阻材料 SU-8 來製作出具有不同厚度且同時具不同尺寸之立體微結構，基於負光阻的性質，可以利用重複之光阻塗佈與微影製程即可做到，但一來製程上將複雜許多，且更重要的是，以負光阻最後製作出之微結構往往都相當的堅硬，不易再進行處理形成所需之結構。因為在製作微透鏡時，微影製程配合回流(reflow)製作微透鏡是普遍的一個方法，故若以負光

阻材料定義出微結構再配合回流，是無法使微結構形成圓滑的球狀曲面。

2. “Polyimide as the pedestal of batch fabricated micro-ball lens and micro-mushroom array” Micro Electro Mechanical Systems, 2001. MEMS 2001. The 14th IEEE International Conference on , 21-25 Jan 2001。該文獻 2「製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)之方法」，需先以一”材料 A”製作一載台；再以另一”材料 B”定義一柱狀結構在該載台上；配合回流(reflow)步驟利用下方載台內聚效果形成超半球固態浸沒式透鏡。上述製程方法需經兩次光阻塗佈配合微影製程；較為複雜，且需利用到兩種不會互相反應的材料，此製程方才可行，而上述之製程方法最後製作出之超半球狀透鏡，其下方還是有一載台存在，而超半球浸沒式透鏡用途多應用於聚焦入射光至底部供記錄資料，故以檢索文獻 2 製作出之超半球狀透鏡除非利用其他光路轉移，否則是無法用於光儲存的記錄用的。

3 .“Micro solid immersion lens fabricated by micro-molding for near-field optical data storage” Optical MEMS, 2000 IEEE/LEOS International Conference on , 21-24 Aug. 2000 Page(s): 91 -92。而文獻 3 所述「製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)之方法」，需先利用濕蝕刻在矽基板上蝕刻出一半球狀凹槽作

為母模；接著利用熱壓高分子材料至母模內的方式製作出超半球固態浸沒式透鏡。但以濕蝕刻欲在矽基板蝕刻出半球狀凹槽；過程中極不易控制凹槽的輪廓與曲率，且凹槽表面粗糙度也大；需精準的調整蝕刻液配方、蝕刻溫度、蝕刻時間、攪拌蝕刻液...等許多的蝕刻參數控制，稍有一項不符合則蝕刻出之凹槽輪廓即不同於設計的尺寸，故熱壓後製出之超半球固態浸沒式透鏡表面曲率與光滑度很難滿足光學上之應用，製作過程費時變數多且結果不易控制。

【發明內容】

因此，本發明之主要目的係在於，可利用單正光阻層配合微影製程而具有不同高低厚度的微結構，再配合回流(reflow)步驟，即可製作出超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)。

本發明之另一目的係在於，可較以往製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)的方式來的簡單，且尺寸與設計的誤差值極小，具應用價值。

本發明之再一目的在於，可應用在光學讀取頭中，而讀取頭中其他元件同樣可利用半導體製程與本製程製作出之超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)進行對準，整合批次製作在一起。

為達上述之目的，本發明係一種超半球固態浸沒式透鏡之製法，係取一基材，並於該基材上塗佈單正光阻

層，之後先利用第一次足夠劑量之曝光，使得正光阻層在顯影前即可產生顯微鏡可見的圖案，這是由於正光阻層經過曝光後，曝光區域之性質與週遭未曝光區域不同，在顯微鏡下觀察即會形成差異，故不需顯影仍可在正光阻層上觀察到第一次曝光造成之圖案。接著將換上第二片光罩進行第二次曝光，在第二次的曝光時，即可利用正光阻層上由於第一次曝光產生之圖案來對準；以不同之曝光量進行第二次曝光，將光罩圖案轉移至正光阻層之特定位置上；上述步驟可反覆操作。再將正光阻層拿去顯影後，由於多次曝光之曝光量與光罩圖案均不同，此時即可得到一層具有不同厚度與特定圖形之正光阻層結構，整個製程僅需一層的正光阻層塗佈配合多次曝光與一次的顯影，以上述方法重複操作，利用過程中多次的曝光步驟，可製作出具有多種厚度與尺寸之正光阻層結構。接著將此正光阻層結構配合後續之回流 (reflow) 步驟，即可製作出一起半球固態浸沒式透鏡 (SSIL)。

【實施方式】

請參閱『第 1~5 圖』所示，係本發明步驟一~步驟五之示意圖。如圖所示：本發明係一種超半球固態浸沒式透鏡之製法，係包括下列步驟：

步驟一：取一基材 1，該基材 1 可為任意基材 1，並於該基材 1 上塗佈有一正光阻層 1 1；

步驟二：取一具有圖案之第一片光罩 1 2 置於正光阻層 1 1 上，並以曝光機進行第一次曝光，使該正光阻層 1 1 上形成已曝光之正光阻區域 1 2 1，該第一次曝光的劑量需至少可使正光阻層 1 1 在顯影前，可以曝光機的對準設備在正光阻層 1 1 上觀察到第一片光罩 1 2 之圖案，且該第一次曝光之曝光劑量多寡，乃是根據不同正光阻層與厚度來決定，曝光劑量之決定方式，乃是利用對所塗佈之正光阻層 1 1 持續增加曝光劑量，直到曝光劑量可使該正光阻層 1 1 在顯影步驟前，即可在曝光機下以肉眼在正光阻層 1 1 上觀察到第一次光罩 1 2 上之圖案，而該有受到曝光機進行第一次曝光照射的正光阻區域 1 2 1 深度為 t_1 ，該深度 t_1 至少 10 Å；

步驟三：再取一具有圖案之第二片光罩 1 3，對正光阻層 1 1 進行第二次的曝光，使該正光阻層 1 1 上形成已曝光之正光阻區域 1 3 1，在此第二次曝光步驟，即可對準第一次曝光在正光阻層 1 1 上所產生的圖案（正光阻區域 1 2 1），使得第一片光罩 1 2 與第二片光罩 1 3 上的圖案均可轉移至正光阻層 1 1 之特定位置上（即正光阻區域 1 2 1、1 3 1），該受到第二次曝光照射的正光阻區域 1 3 1 深度為 t_2 ，該深度 t_2 至少 10 Å，且該第二次曝光之曝光所造成的正光阻區域 1 3 1 可與第一次曝光之曝光所造成的正光阻區域 1 2 1 有重複部分，又該第二次曝光之劑量則由所需之正光阻層 1 1 結

構尺寸來決定，而上述之第一片光罩 1 2 與第二片光罩 1 3 係為不同之圖案，且可利用調整第一次與第二次曝光劑量的不同，經過一次顯影步驟後，即可在正光阻層 1 1 上定義出具有不同厚度與不同尺寸之正光阻微結構 3；

步驟四：將基材 1 置入顯影液中顯影（圖中未示），藉以溶解掉基材 1 上在第一次曝光與第二次曝光中受到曝光之正光阻層 1 1；

步驟五：再對正光阻層 1 1 進行回流(reflow)，直至該正光阻層 1 1 形成含有超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)結構 3 a，而該回流(reflow)之溫度至少需足夠使正光阻微結構 3 轉換成包含有半球狀外觀的正光阻層 1 1 結構；

如是，可以僅利用單層正光阻層 1 1 材料塗佈，即可製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL) 3 a，亦可在步驟三之後，步驟四之前，換上第三片或是更多片之光罩，以步驟三操作之後，再操作步驟四的流程反覆操作，以在此正光阻層 1 1 上得到大於兩種厚度之正光阻微結構 3。

以下為本發明較佳實施例之說明（再參閱第 1 ~ 第 5 圖）：先於一基材 1 上塗佈一層正光阻層 1 1，如第 1 圖所示。接著配合第一片光罩 1 2 之圖案進行第一次曝光，曝光劑量為 E_1 ，此曝光量在正光阻層 1 1 上形成一

易溶解於顯影液之正光阻區域 1 2 1；正光阻區域 1 2 1 之深度為 t_1 。且此曝光劑量 E_1 足夠在使所形成之正光阻區域 1 2 1，在進行顯影之前，即可藉由曝光設備上的對準儀器觀察到，如第 2 圖所示。接著以第二片光罩 1 3 之圖案進行第二次曝光，曝光劑量為 E_2 ，此時第二片光罩 1 3 之圖案，即可藉由對準第一次曝光在正光阻層 1 1 上所產生之正光阻區域 1 2 1，轉移到正光阻層 1 1 上；形成另一易溶解於顯影液之正光阻區域 1 3 1，正光阻區域 1 3 1 之深度為 t_2 。而藉由調整第二次曝光劑量 E_2 ，可控制正光阻區域 1 3 1 僅限於分佈在正光阻層 1 1 之上半層，如第 3 圖所示。接著將基材 1 置入正光阻層 1 1 之顯影液進行顯影，即可溶解掉經前兩次曝光所形成之正光阻區域 1 2 1 與 1 3 1，在正光阻層 1 1 上形成一具有特定尺寸且高低起伏之正光阻微結構 3，如第 4 圖所示，此結構 3 可藉由第一、二片光罩 1 2、1 3 之圖案定義出來，且該正光阻微結構 3 上包含一圓柱狀結構 3 1 與一光阻平板 3 2。接著以高溫進行回流(reflow)，即可使圓柱狀結構 3 1 自然形成部分圓球之結構，配合光阻平板 3 2，即可形成超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)結構 3 a，如第 5 圖所示。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修

飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖，係本發明步驟一之示意圖

第 2 圖，係本發明步驟二之示意圖。

第 3 圖，係本發明步驟三之示意圖。

第 4 圖，係本發明步驟四之示意圖。

第 5 圖，係本發明步驟五之示意圖。

【元件標號對照】

基材 1

正光阻層 1 1

第一片光罩 1 2

正光阻區域 1 2 1

第二片光罩 1 3

正光阻區域 1 3 1

正光阻微結構 3

超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)結構 3 a

圓柱狀結構 3 1

光阻平板 3 2

正光阻區域深度 t_1 、 t_2

拾、申請專利範圍：

1. 一種超半球固態浸沒式透鏡之製法，係包括下列步驟：

步驟一：取一基材，並於該基材上塗佈有一正光阻層；

步驟二：取一具有圖案之第一片光罩置於正光阻層上，並以曝光機進行第一次曝光，將第一片光罩之圖案轉移至正光阻上；

步驟三：再取一具有圖案之第二片光罩，對正光阻層進行第二次的曝光，將第二片光罩之圖案轉移至正光阻上，在此第二次曝光步驟，即可對準第一次曝光在正光阻層上所產生的圖案，使得第一片光罩與第二片光罩上的圖案均可轉移至正光阻層之特定位置上；

步驟四：將基材置入顯影液中顯影，藉以溶解掉基材上在第一次曝光與第二次曝光中受到曝光之正光阻層；

步驟五：再對正光阻層進行回流(reflow)，直至該正光阻層形成超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)結構；

藉此達到僅利用單層正光阻層塗佈，即可製作超半球固態浸沒式透鏡(SSIL)。

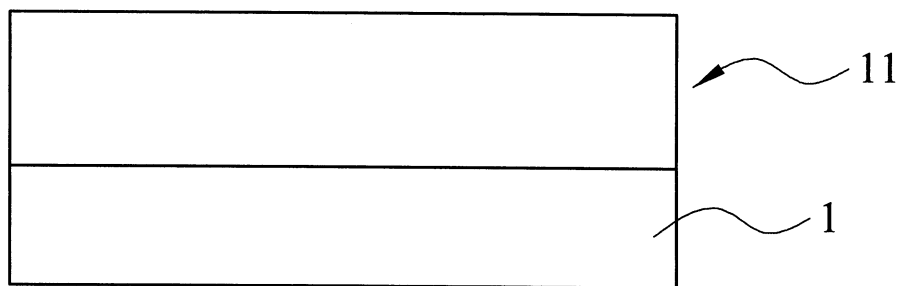
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該步驟二中有受到曝光機進行第一次曝光照射的正光阻區域深度為至少 10 Å。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該步驟二中第一次曝光的劑量需至少可使正光阻層在顯影前，可以曝光機的對準設備在正光阻層上觀察到第一片光罩之圖案。

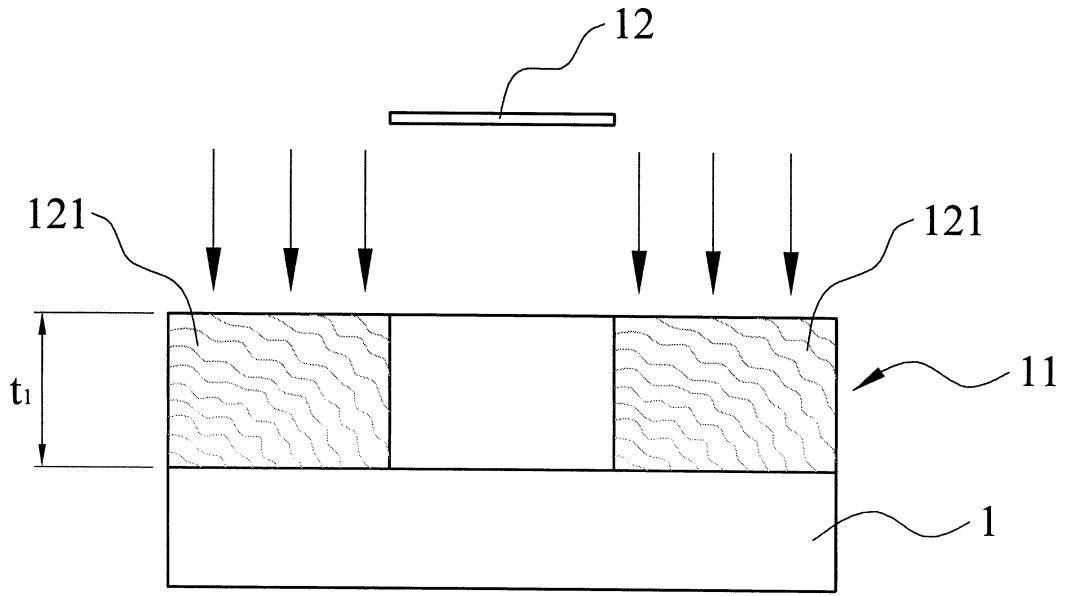
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該步驟二之第一次曝光之曝光劑量多寡，乃是根據不同正光阻層與其厚度來決定，曝光劑量之決定方式，乃是利用對所塗佈之正光阻層持續增加曝光劑量，直到曝光劑量可使該光阻層在顯影步驟前，即可在曝光機下以肉眼在正光阻層上觀察到第一次光罩上之圖案。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該第一片光罩與第二片光罩係為不同之圖案。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該步驟三中受到第二次曝光照射的正光阻區域深度為至少 10 Å。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該第二次曝光之曝光所造成的正光阻區域可與第一次曝光之曝光所造成的正光阻區域有重複部分。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該曝光之劑量則由所需之正光阻層結構尺寸來決定。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，係可利用調整第一次與第二次曝光劑量的不同，經過一次顯影步驟後，即可在正光阻層上定義出具有不同厚度與不同尺寸之正光阻微結構。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，亦可在步驟三之後，步驟四之前，換上第三片或是更多片之光罩，以步驟三操作之後，再操作步驟四的流程反覆

操作，以在此正光阻層上得到大於兩種厚度之正光阻微結構。

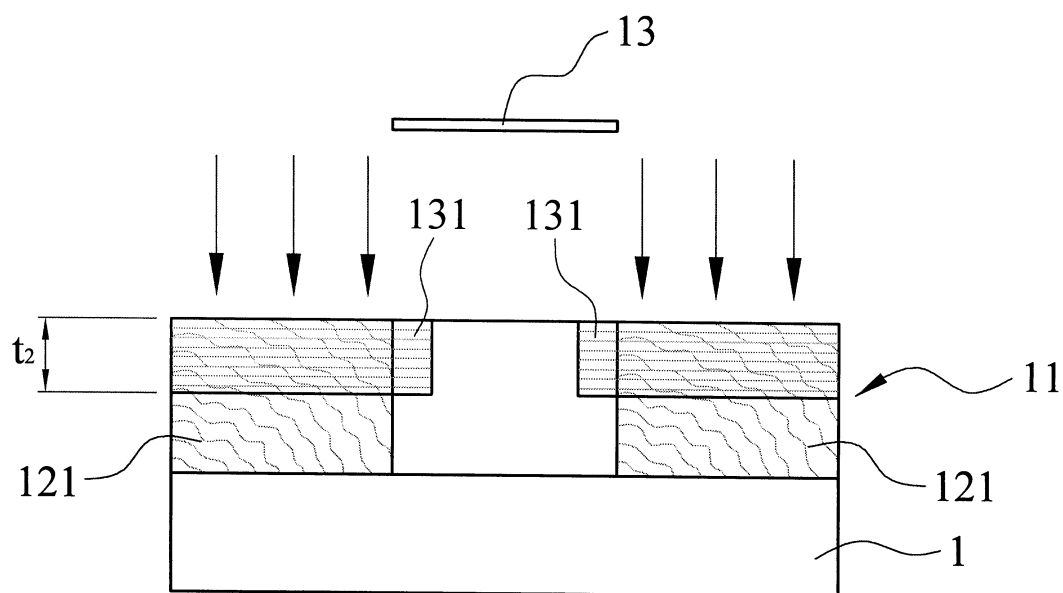
11. 如申請專利範圍第1項所述之超半球固態浸沒式透鏡之製法，其中，該步驟五之回流(reflow)溫度至少需足夠使正光阻結構轉換成包含有半球狀外觀的正光阻層結構。



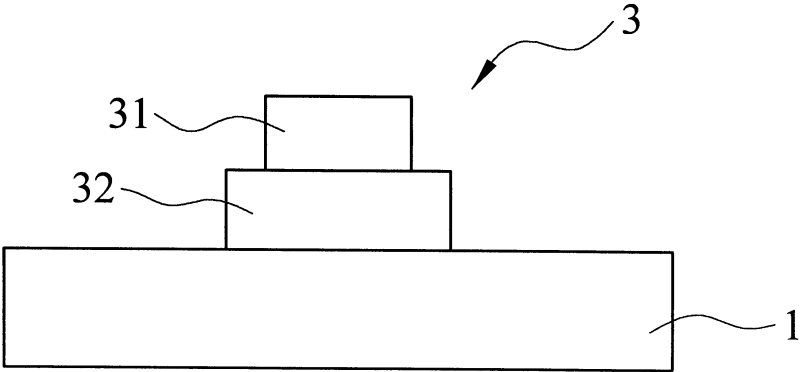
第1圖



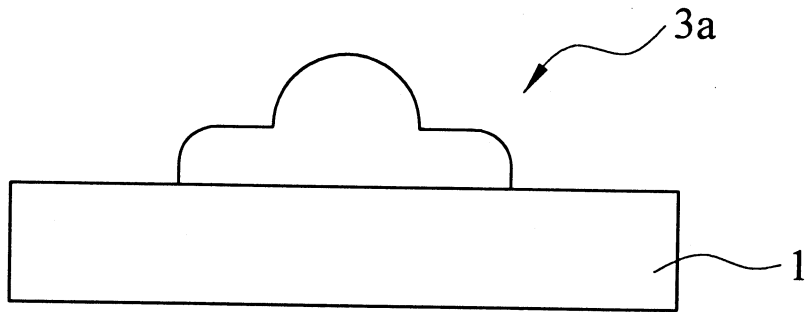
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖