

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：96116562

※申請日期：96.5.9

※IPC 分類：

G02B 6/22 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種以軟式平板印刷技術製作高分子波導的方法

A method of Fabricating polymer waveguides by soft-lithography

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：偉智光電科技股份有限公司/Wistek Co. Ltd. ID：

16292587

☒指定 許海音 為應受送達人

代表人：黃經洲

住居所或營業所地址：臺北市信義區忠孝東路5段669號5樓

國籍：中華民國

電話/傳真/手機：(02)87850039/(02)87850031/0939742463

E-MAIL：kcl511@yahoo.com.tw

三、發明人：(共4人)

1. 姓名：林坤成/KUEN-CHERNG LIN

ID：A123720908

國籍：中華民國

2. 姓名：莊為群/WEI-CHING CHUANG

ID：Y120059741

國籍：中華民國

3. 姓名：林鈺城/YU-CHENG LIN

ID：X120016503

國籍：中華民國

4. 姓名：李偉裕/WAY-YU LEE

ID：A110315331

國籍：中華民國

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：2006 年 11 月 10 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：

☐ 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。

五、中文發明摘要：

本發明係為一種應用軟式平板印刷的方法，利用二階段鑄模工序，主模子先以負型光阻鑄成，並接著轉鑄成聚二甲基矽氧烷模子，然後以此聚二甲基矽氧烷之矽樹酯橡膠模子作為戳印，將最後的波導圖案再轉鑄至環氧樹酯上，以達到複製法製作高分子波導的目的。本發明所採用的環氧樹酯在經過紫外光照射後是可固化定型的。利用本發明製作之高分子波導具有以下優點：(1)良好的波導圖案轉印效果，(2)低傳輸損失的波導特性，(3)製作成本低廉，具未來量產之潛力。此技術將可應用於積體光路或光波導元件與晶片的製程中。

六、英文發明摘要：

This invention proposed a soft-lithography method to replicate polymer waveguides. The waveguides are fabricated by a two-step molding process where a master mold is first formed on a negative photoresist and subsequently transferred to a polydimethylsiloxane (PDMS) mode; a PDMS silicone rubber mold is then used as a stamp to transfer the final waveguide pattern onto a UV cure epoxy. The invention to fabricate polymer waveguides has the following advantages: (1) good pattern transferring in physical shape, (2) low propagation loss in waveguiding properties, (3) low cost and potential for mass production. This method can be applied in the fabrication fields of integrated-optics or optical guided-wave devices and chips.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 111 紫外光曝照
- 112 圖案光罩
- 113 光阻劑
- 114 玻璃基材
- 121 顯影並烘乾後之波導的圖案負型
- 131 均勻塗佈之聚二甲基矽氧烷(PDMS)膜
- 141 成型後剝除之 PDMS 薄膜
- 151 另一片玻璃基材
- 161 墊片
- 162 另一片玻璃載玻片
- 163 由樣本的間隙開口注入 UV 環氧樹脂(OG146)
- 171 成型而剝除之凹槽環氧樹脂
- 181 另一片玻璃基材
- 182 PDMS 薄膜
- 183 欲形成光波導之凹槽坑道
- 191 真空反應室
- 192 樣本作用區
- 193 支撐器
- 194 環氧樹脂(OG169)溶液

195 抽真空

201 環氧樹脂(OG169)固化成型

202 紫外光曝照

211 墊片

212 另一片玻璃基材

213 注入 UV 環氧樹脂(OG146)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係屬於積體光學與光波導元件或晶片製作之技術領域。

【先前技術】

以積體光路製作光電晶片，儼然成為未來光信號處理及寬頻光通信技術的未來趨勢。積體光路的基本功能元素係為光波導，而高分子材料因為具備以下的優點，而成為光波導元件製作上極具潛力的材料與技術之一，也因而為各國研究開發的重點方向：(1)極低的傳輸損失，(2)可透過分子設計或經由摻雜技術(doping)而調整其光學性質，(3)良好的物理性質：適當的流動性、良好的基材相容性、極佳的元件結構適應性、很大的光學非線性以應用於主動性元件，(4)相當簡單的製程技術。

製作高分子光波導最常採用的方法之一，係在矽基材上方沉積一層氧化矽(SiO_2)薄膜，接著再此氧化矽薄膜中，以電漿蝕刻出波導的圖案，然後在其上塗覆一層折射率較高的高分子材料作為導光層；將超溢部分的高分子蝕刻去，直到達原氧化矽表面，接著又再塗覆一層折射率較低的高分子材料，將高分子光波導完全埋入氧化矽中。這種方法的缺點是波導的側邊常是非垂直的，且其表面常是皺摺不平的，這是此類蝕刻技術必然的後果；而在高分子塗覆的過程也偶會發生氣泡，而導致光波傳輸時的散射現象。

其他的習知製作高分子光波導的技術包括：光學交互鏈結法(photo-cross-linking)、反應式離子蝕刻法(reactive ion etching)、雷射光束寫入法、電子束寫入法(Electron-beam writing)、熱浮雕法(Hot embossing)、微

轉印鑄模法(Microtransfer molding)等。但是這些習知技術仍存在一些尚待克服的缺點，如：唇裂(Lip)問題、波導的基材和核芯在某些技術只能限用於某些材料，而非普遍可適用於各類的材料。而另外，LIGA(Lithographie Galvanik Abformung)技術的缺點在於需要很厚的光阻層，才足以獲得品質良好的鑄模。由於光的滲透深度隨著光波長的減小而增加，只有波長極短的同步幅射光才能在LIGA結構的厚光阻層上雕塑出深寬比佳的波導圖案，而這樣的光源取得困難。因此，高分子光波導研究發明的焦點方向逐漸走向結合鑄模技術的類LIGA(LIGA-like)製程。

【發明內容】

本發明係為一種簡單的製作高分子光波導之方法，係為類似 LIGA 複製處理的方法，屬於應用軟式平板印刷的方法，利用二階段鑄模工序，主模子先以負型光阻做成，並接著轉印成聚二甲基矽氧烷模子，然後以此聚二甲基矽氧烷之矽樹酯橡膠模子作為戳印，將最後的波導圖案再轉印至環氧樹酯上，以達到複製法製作高分子波導的目的。本發明所採用的環氧樹酯在經過紫外光照射後是可固化定型的。利用本發明製作之高分子波導具有以下優點：(1)良好的波導圖案轉印效果，(2)低傳輸損失的波導特性，(3)製作成本低廉，具未來量產之潛力。此技術將可應用於積體光路或光波導元件與晶片的製程中。

【實施方式】

按諸精於本技藝者所熟知不同方式，雖參考較佳實施例已說明本發明，但對於精於本技藝者至為明顯可完成不同改變或修改，係仍在本發明

範圍之內；本發明係欲廣泛地保護被保護在所附專利申請範圍及其精神之內。在實施方式之較佳實施例中，負型光阻和 UV 環氧樹脂為扮演重要中介角色的二種材料；所採用的光阻為 SU-8，因為 SU-8 的分子量小，易溶解於溶劑中，且在近紫外光的波段具有良好的透光性，適用於產生良好的深寬比(aspect ratio)的光波導圖案。而為了減低波導核芯與其覆蓋層之間因材質不同的熱膨脹造成的殘餘應力，波導核芯與其覆蓋層採用了折射率相類似的高分子材料，在本較佳實施例中則選用了 OG169 和 OG146 之 Epoxy 公司所生產的環氧樹脂，其折射率在 632.8 奈米的波長下分別為 1.5413 和 1.5201，因此本最佳實施例之高分子光波導將適用於光纖通信或感測器的應用，能有效地減低 Fresnel 反射對光信號造成的干擾與損耗。

依本法之較佳實施例步驟如下，請參考圖 1：

1. 先將500微米厚的玻璃基材先切割成2公分x4公分的長方形，並加以標準洗淨程序。
2. 以旋轉塗佈法覆塗上一層6微米厚的負型光阻劑SU-8，製程條件為2000rpm的速率旋轉20秒，且旋轉速率是逐漸增加的，以使所塗佈薄膜能有良好的均勻表面。此薄膜先以烤箱於90°C烘烤120秒，以烘除高分子薄膜內多餘的溶劑，然後使用紫外光光罩對準儀透過事先設計好的光波導圖案光罩而進行曝照：近紫外光光譜(光波長350–450奈米)，能量密度為 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 。如圖1(a)所示。
3. 曝照後的樣本以光阻劑相對應的顯影液浸泡顯影30秒，烘乾即可得波導的圖案負型。此負型光阻圖案將作為母模，以利後續應用類似戳印方法

的微鑄模(micromolding)技術，轉印圖案到其他高分子薄膜上。如圖1(b)所示。但同一基材上可同時製作2個以上不同尺寸的波導圖案

4. 將稀釋的聚二甲基矽氧烷(PDMS)均勻地塗佈到光阻圖案上，經過一小時的90°C烘烤，PDMS薄膜已成型而易於剝除。如圖1(c)所示。
5. 由光阻表面上剝下PDMS薄膜，以作為後續的PDMS鑄模。如圖1(d)所示。
6. 將PDMS薄膜緊密貼於玻璃基材的表面。如圖1(e)所示。
7. 將上述樣本PDMS鑄模面朝下，而與另一片載玻片中間隔著400微米厚的墊片(spacer)相面對著緊壓，如圖F所示，而形成一縫隙空間；接著將黏性低的UV環氧樹脂(OG146)以精密尖端注射器由上述樣本的間隙開口注入，而高分子溶液會因毛細效應而充佈滿整個縫隙空間。然後以紫外光(波長300–400 nm，光能量密度100mW/cm²)曝照1–2分鐘，使得UV環氧樹脂固化成型。如圖1(f)所示。
8. 環氧樹脂(OG146)固化成型後，與PDMS之間的附著微弱，PDMS模子可輕易地從成型的環氧樹脂上剝除，而留下形成凹槽的環氧樹脂(厚度約400微米)將作為光波導的覆蓋層。如圖1(g)所示。
9. 將類似的UV環氧樹脂(OG169)注入此凹槽中，以形成波導的核芯部分。如圖1(h)所示。而由於旋轉塗佈法可能會在波導核芯區域之外形成一層厚的覆蓋層，而造成較大的傳輸損失；因此本發明另提出改良的方法：在圖1(h)–1(k)中，先將一薄層的PDMS塗佈至另一片玻璃基材上，烘乾後，此二玻璃基材樣本覆蓋有高分子薄膜或圖案的那一面將面對面相向地密合緊壓，於是在兩者之間形成一長方形的坑道，甚至在凹槽之外的

介面縫隙可能形成圖自行剖面的坑道。

10. 滴一小滴UV環氧樹脂在此坑道樣本的一端面，在曝照紫外光後，固化而完成坑道其中一端開口的密封。接著在真空反應室中，將樣本浸入或另一開口端面朝下置入第二種環氧樹脂(OG169)溶液中；當真空反應室內氣壓達到低於10mTorr時，通入氬氣(Ar)以迫使環氧樹脂(OG169)流體進入樣本坑道中。如圖1(i)所示。
11. 將樣本以紫外光曝照，以使環氧樹脂(OG169)固化成型。如圖1(j)所示。
12. 將外覆的玻璃載片移除，並剝除PDMS薄膜，則此高分子光波導的核芯部分已完成。如圖1(k)所示。
13. 為了避免波導核芯部分的表面直接接觸空氣，造成空氣吸收損失及介質不連續面造成的散射損失，本發明在光波導的核芯之上加一層覆蓋層。光波導覆蓋層部分的製作：製作方法類似步驟7的圖F，將上述樣本之高分子膜面朝上，而與另一片載玻片中間隔著800微米厚的墊片相面對著緊壓，以固定兩片玻璃，並在二者之間形成一縫隙空間；接著將UV環氧樹脂(OG146)以精密尖端注射器由上述樣本的間隙開口注入，藉由毛細效應而充佈滿整個縫隙空間。然後以紫外光曝照，使得UV環氧樹脂成型。如圖1(l)所示。
14. 環氧樹脂(OG146)成型後，第二片之上載玻片從成型的環氧樹脂上剝除，留下800微米厚的環氧樹脂覆蓋層，而將通道光波導的導波核芯完全包覆在高分子材料的覆蓋層之中，此即為本法最後結果的高分子光波導。如圖1(m)所示。

【圖式簡單說明】

所有附圖係用於圖例說明本新型之實例，且連圖說明可更明顯闡明本發明之原則。

圖 1(a-m)：本發明之高分子光波導製作流程示意圖。

【主要元件符號說明】

按附圖內所述說明本專利之較佳實例，為了瞭解可使用特定術語。但本發明並不欲限定於所選定之特定術語，且其應了解每一特定術語係包括所有可以相同方式操作以完成相同目的之技術。

圖 1 之主要元件符號說明：

- 111 紫外光曝照
- 112 圖案光罩
- 113 光阻劑
- 114 玻璃基材
- 121 顯影並烘乾後之波導的圖案負型
- 131 均勻塗佈之聚二甲基矽氧烷(PDMS)膜
- 141 成型後剝除之 PDMS 薄膜
- 151 另一片玻璃基材
- 161 墊片
- 162 另一片玻璃載玻片

- 163 由樣本的間隙開口注入 UV 環氧樹脂(OG146)
- 171 成型而剝除之凹槽環氧樹脂
- 181 另一片玻璃基材
- 182 PDMS 薄膜
- 183 欲形成光波導之凹槽坑道
- 191 真空反應室
- 192 樣本作用區
- 193 支撐器
- 194 環氧樹脂(OG169)溶液
- 195 抽真空
- 201 環氧樹脂(OG169)固化成型
- 202 紫外光曝照
- 211 墊片
- 212 另一片玻璃基材
- 213 注入 UV 環氧樹脂(OG146)

十、申請專利範圍：

1. 一種應用軟式平板印刷的方法，利用二階段鑄模工序，主模子先以光阻劑鑄成，並接著轉印鑄成高分子材料 A 的模子，以作為複製用之戳印，再依據元件功能所設計的波導圖案轉印鑄至高分子材料 B 上，加以固化定型而完成此高分子波導。
2. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該軟式平板印刷技術係為光學微曝光顯影之軟式平板印刷技術。
3. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該光阻劑係為負型光阻。
4. 依申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中該負型光阻係為 SU-8 光阻劑。
5. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該高分子材料 A 係為聚二甲基矽氧烷之矽樹酯橡膠高分子材料。
6. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該元件功能係為直線型、彎曲型、多輸入端之 Y 字型、多輸出端之 Y 字型、或星型之通道連接波導。
7. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該元件功能係為多工器、濾波器、開關、衰減器、能量分配器之功能。
8. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該高分子材料 B 係為環氧樹脂之高分子材料。
9. 依申請專利範圍第 8 項所述的方法，其中該高分子材料 B 係為可經紫外光曝照而固化定型的環氧樹脂高分子材料。

10. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該波導之剖面形狀係為正方形、長方形、脊型(Ridge)、埋入式反脊型(Buried inverse-Ridge)之通道波導。
11. 依申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該波導核芯部份另有至少一層的覆蓋層。

十一、圖式：

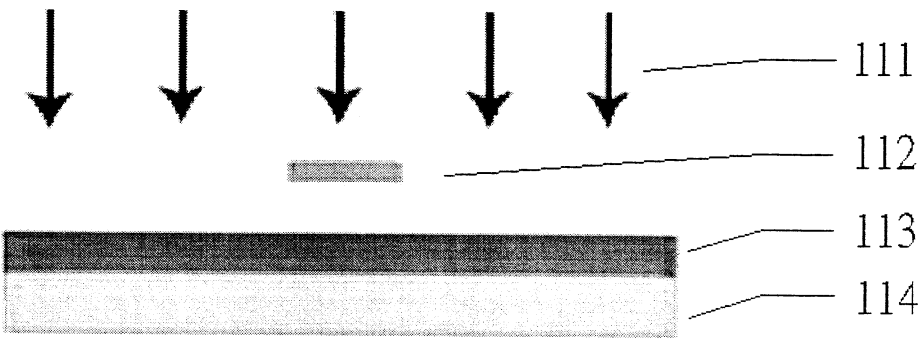


圖 1(a)

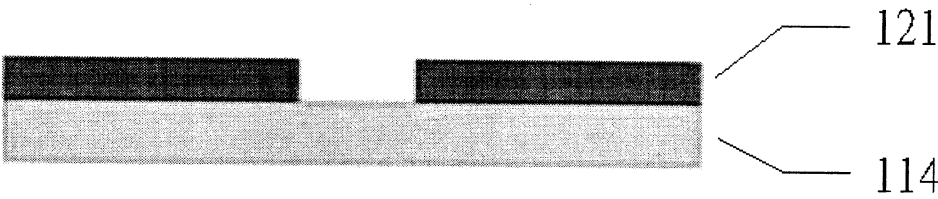


圖 1(b)

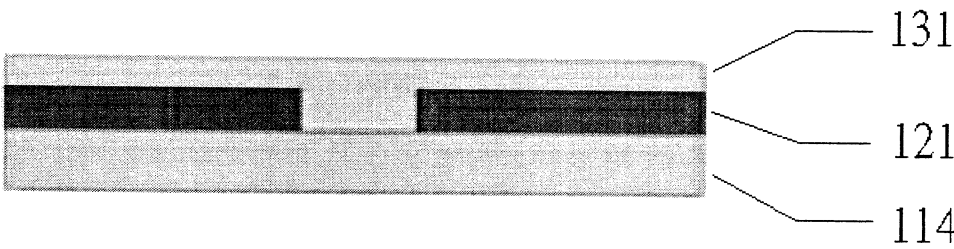


圖 1(c)



圖 1(d)

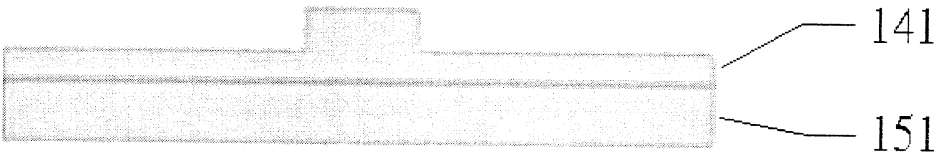


圖 1(e)

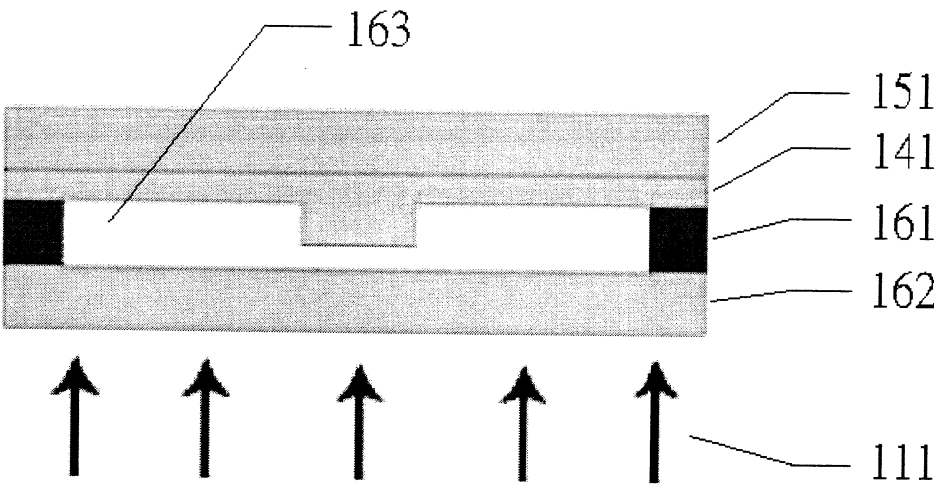


圖 1(f)

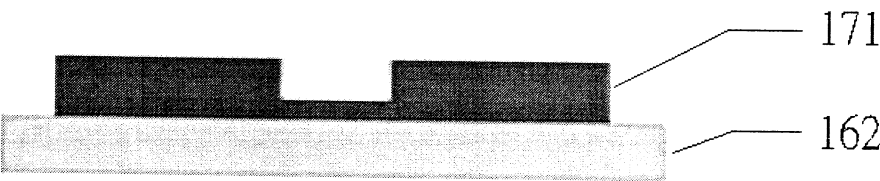


圖 1(g)

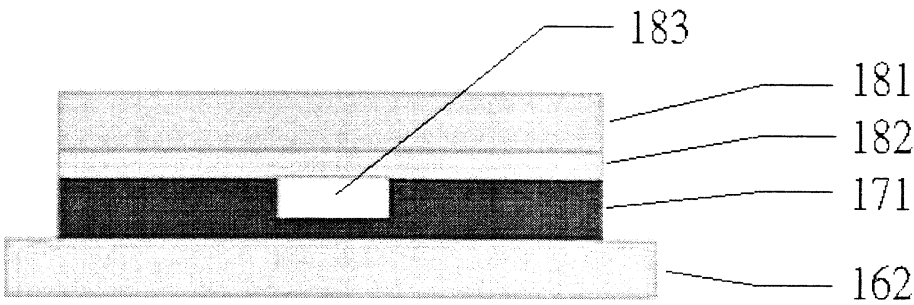


圖 1(h)

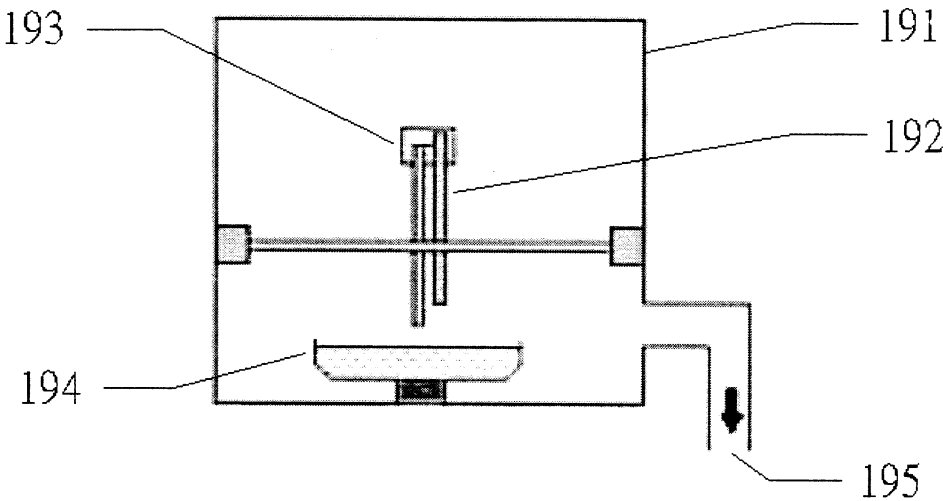


圖 1(i)

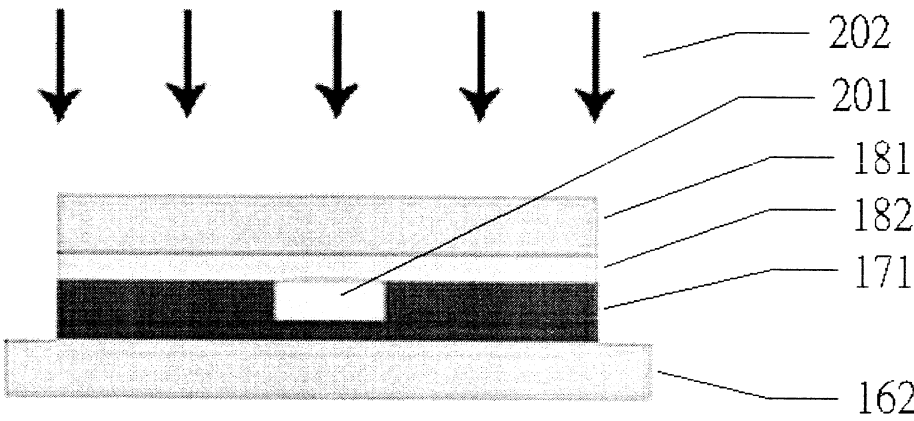


圖 1(j)

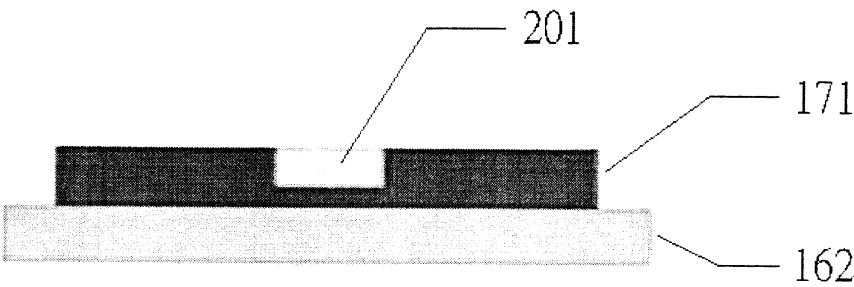


圖 1(k)

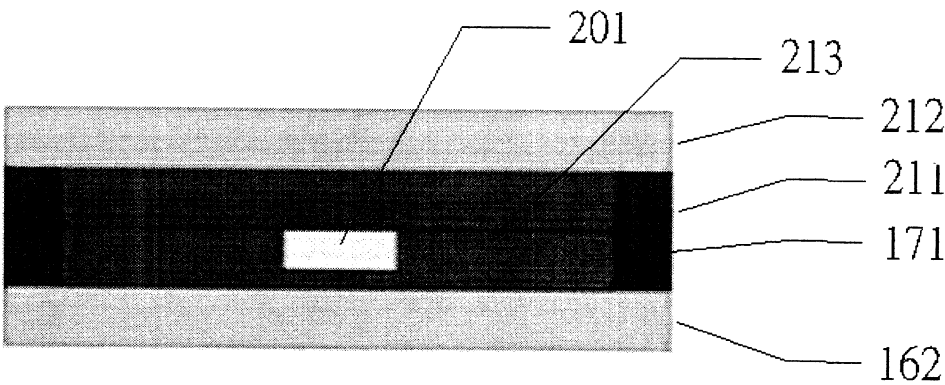


圖 1(l)

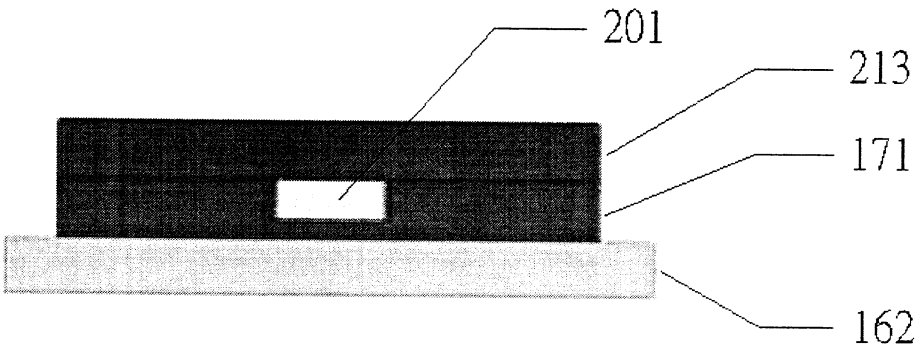
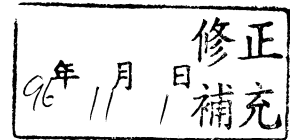


圖 1(m)



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：96116562

※ 申請日期：

※IPC 分類：

G02B 6/122 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種以軟式平板印刷技術製作高分子波導的方法

A method of Fabricating polymer waveguides by soft-lithography

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：偉智光電科技股份有限公司/Wistek Co. Ltd.

代表人：黃經洲

住居所或營業所地址：臺北市信義區忠孝東路5段669號5樓

國籍：中華民國

三、發明人：(共4人)

1. 姓名：林坤成/KUEN-CHERNG LIN

國籍：中華民國

2. 姓名：莊為群/WEI-CHING CHUANG

國籍：中華民國

3. 姓名：林鈺城/YU-CHENG LIN

國籍：中華民國

4. 姓名：李偉裕/WAY-YU LEE

國籍：中華民國