



(21)申請案號：099122242

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 06 日

(51)Int. Cl. :

B23K26/40 (2006.01)

B29C59/00 (2006.01)

(71)申請人：國立清華大學(中華民國) NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY (TW)

新竹市光復路 2 段 101 號

(72)發明人：蔡宏營 TSAI, HUNG YIN (TW)；張天立 CHANG, TIEN LI (TW)；羅紹維 LUO, SHAO WEI (TW)

(74)代理人：陳瑞田；康清敬

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 25 頁

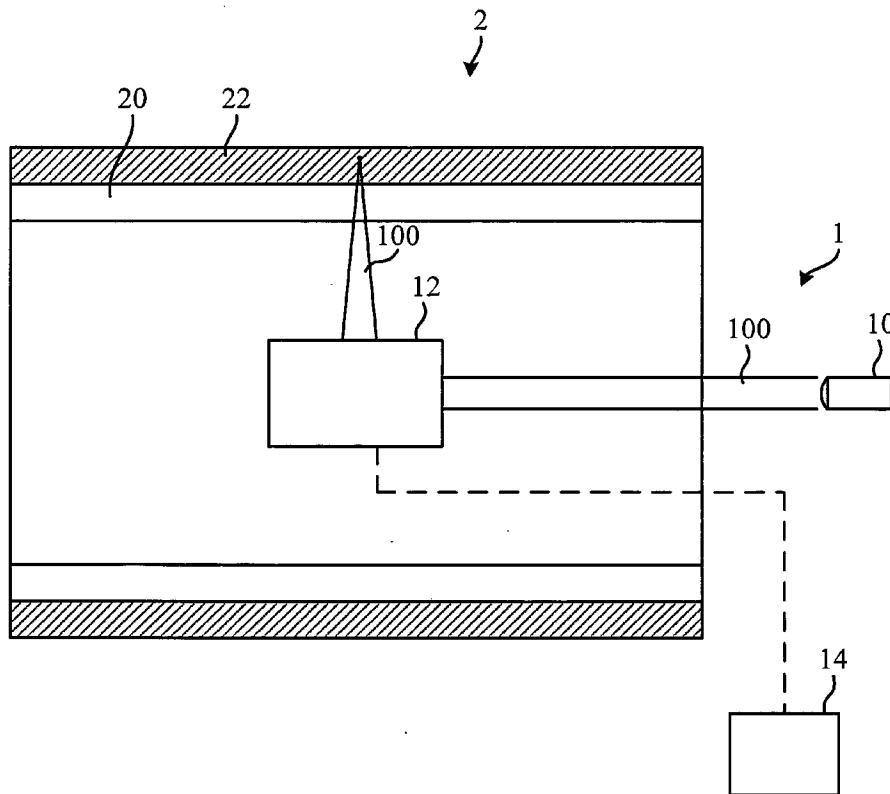
(54)名稱

模具製作系統以及模具製作方法

SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURING MOLD

(57)摘要

本發明揭露一種用以對一滾筒模具進行表面圖案化之模具製作系統，其中該滾筒模具包含一透明中空滾筒以及設置於該透明中空滾筒之一外表面上之一高分子層。該模具製作系統包含一雷射產生裝置、一光路改變裝置以及一控制裝置連接該光路改變裝置，其中，該雷射產生裝置係用以產生一超快雷射，該光路改變裝置則能設置於該透明中空滾筒之一內部空間以接收該超快雷射。該控制裝置能控制該光路改變裝置以導引該超快雷射穿過該透明中空滾筒並聚焦於該高分子層中之一聚焦位置。



- 1：模具製作系統
- 2：滾筒模具
- 10：雷射產生裝置
- 12：光路改變裝置
- 14：控制裝置
- 20：滾筒
- 22：高分子層
- 100：超快雷射

五、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種模具製作系統以及模具製作方法，並且特別地，本發明係關於一種用以對滾筒模具表面製作三維微/奈米結構之模具製作系統以及模具製作方法。

【先前技術】

壓印技術是微電子元件結構複製技術中最簡易的方法之一。此技術通常係以一模具壓入材料中，再經過紫外光曝光或者熱處理的方法就可以使其成形。與大多數微電子技術採用的傳統紫外光曝光方法相比，壓印技術不只可以複製平面方向的圖形，還可以在垂直方向上壓出臺階和輪廓線的結構。一般壓印技術所使用的方式有滾筒壓印以及平面壓印兩種，其中，滾筒壓印方式係以滾筒模具在基板上滾動而將模具上之圖案轉印至基板表面的材料上，平面壓印則是利用平面模具以面接觸方式直接將平面模具上的圖案轉印至基板表面的材料上。相較於平面壓印，由於滾筒壓印方式可連續壓印，因此在大面積或連續性的壓印製程中佔有優勢，並且還具有低成本、低設備費用、低耗能以及高產能等優點。

如上所述，鑑於壓印技術對次世代產業發展的重要性，具有微/奈米圖樣之滾筒模具的改良一直是各界所關注的焦點。滾筒模具傳統可以超精密加工、光學微影加工以及傳統雷射加工於其表面製作微/奈米圖樣，然而，這

些傳統方式均有其缺點。舉例而言，超精密加工的精度受限於加工刀具的尺寸，並且因為超精密加工是物理接觸式加工，其刀具容易產生變形。光學微影加工僅是用於特定的基材，並且基材尺寸也受到限制。此外，傳統雷射加工使用連續波雷射或長波長雷射的方式，使得大量熱能無法及時散失而導致雷射聚焦區產生熱擴散現象，進而產生殘留熱應力於基材中。

於超精密製造技術領域中，超短脈衝之超快雷射的高精密度以及高效率加工極具前景，其中超快雷射又可稱為飛秒雷射(femtosecond laser)。飛秒雷射的脈衝週期大約是 5×10^{-15} 秒，可廣泛應用於生醫、工程以及微機電相關領域。飛秒雷射相較於傳統雷射的優勢在於其超短脈衝寬度和瞬間加熱可使加工後熱量立即散失，因此可避免熱擴散而殘留熱應力的問題。

近紅外光之飛秒雷射對於高分子材料具有高穿透性故可穿過光阻材料，並可聚焦於光阻材料之中。由於聚焦點的瞬間光強度非常高，因此於焦點處之光阻材料可達到非線性的雙光子吸收而導致光致聚合反應。藉由適當地控制入射的飛秒雷射強度，可使其光路上之光強度不足以產生雙光子吸收效應，因此，僅焦點處之光阻材料會發生光致聚合反應。透過上述方式，飛秒雷射可直接形成指定形狀之微結構。相較於傳統製程技術，例如微影蝕刻或電子束蝕刻等，雙光子吸收方式具有免光罩、單一步驟以及真實三維結構的優點。

目前超快雷射或飛秒雷射應用於模具表面之微/奈米結構之製作上僅為對平面模具之加工，而並未使用於滾筒模具。傳統雷射用於滾筒模具上除了上述熱擴散效應外，在製作複雜圖案的垂直度以及平坦度方面仍有困難存在。

【發明內容】

因此，本發明之一範疇在於提供一種以超快雷射對滾筒模具之表面製作微/奈米三維結構之模具製作系統，以解決上述問題。

根據一具體實施例，本發明之模具製作系統可用以對滾筒模具進行表面圖案化，亦即，在滾筒模具表面上製作圖案以應用於壓印製程。其中，滾筒模具可包含透明中空滾筒以及設置於透明中空滾筒外表面上之高分子層。

於本具體實施例中，模具製作系統可包含雷射產生裝置、光路改變裝置以及控制裝置。雷射產生裝置可產生超快雷射，光路改變裝置則可接收所產生之超快雷射。光路改變裝置可設置於透明中空滾筒之內部空間中，控制裝置則可連接光路改變裝置。控制裝置可控制光路改變裝置，使光路改變裝置導引超快雷射自透明中空滾筒之內部空間往外照射，並且光路改變裝置可將超快雷射聚焦於高分子層中。

本發明之一範疇在於提供一種以超快雷射對滾筒模具之表面製作微/奈米三維結構之模具製作方法。

根據一具體實施例，本發明之模具製作方法可用以對

於滾筒模具之表面上製作微/奈米三維結構，以應用於壓印製程。其中，滾筒模具可包含透明中空滾筒以及設置於透明中空滾筒外表面上之高分子層。

於本具體實施例中，模具製作方法包含下列步驟：首先，發射超快雷射至透明中空滾筒之內部空間中；接著，於內部空間中接收超快雷射；最後，導引超快雷射朝向該透明中空滾筒之高分子層行進並聚焦於該高分子層中。

關於本發明之優點與精神可以藉由以下的發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

請參閱圖一，圖一係繪示根據本發明之一具體實施例之模具製作系統 1 之示意圖。如圖一所示，模具製作系統 1 可包含雷射產生裝置 10、光路改變裝置 12 以及控制裝置 14，其中，控制裝置 14 可連接光路改變裝置 12。此模具製作系統 1 可配合滾筒模具 2 而對滾筒模具 2 進行表面圖案化。

於本具體實施例中，滾筒模具 2 可包含透明中空滾筒 20 以及設置於透明中空滾筒 20 外表面上之高分子層 22。透明中空滾筒 20 中央形成內部空間，模具製作系統 1 之光路改變裝置 12 則可置入內部空間中。請注意，

雷射產生裝置 10 可產生超快雷射 100(或稱飛秒雷射)至光路改變裝置 12，光路改變裝置 12 接收到超快雷射 100 後，可根據控制裝置 14 之控制，將超快雷射 100 導

引使其朝向透明中空滾筒 20 外表面上之高分子層 22 行進。此外，光路改變裝置 12 還可將超快雷射 100 聚焦於高分子層 22 中。於實務中，光路改變裝置可包含一反射鏡以及一聚焦鏡，控制裝置則可直接控制反射鏡反射的角度以使超快雷射朝向不同角度行進，並且，控制裝置則可直接控制聚焦鏡使其聚焦高分子層中之不同位置。此外，超快雷射之脈衝週期於實務中可為 5×10^{-15} 秒，但不以此為限。

如圖一所示，超快雷射 100 自光路改變裝置 12 朝向高分子層 22 行進後到達透明中空滾筒 20 會穿透透明中空滾筒 20 而到達高分子層 22。由於超快雷射 100 係近紅外光雷射而對高分子材料具有高穿透率，因此可穿透高分子層 22。於實務中，高分子層之材質可選用如 AZ、SU8 或 FD 等材料，其可讓近紅外光之飛秒雷射穿透。超快雷射 100 受到光路改變裝置 12 的聚焦作用，而可在高分子層 22 中形成聚焦點。由於聚焦點的瞬間光強度非常高，因此此處之高分子層 22 會產生雙光子吸收效應導致使高分子層 22 於聚焦點處產生光致聚合反應。

於實務中，雷射產生裝置 10 也可連接至控制裝置 14，並由控制裝置 14 控制雷射產生裝置 10 發出超快雷射 100。如上所述，控制裝置 10 可控制光路改變裝置 12，使光路改變裝置 12 改變超快雷射 100 於高分子層 22 中之聚焦位置。於本具體實施例中，控制裝置 10 可以根據一控制資訊來控制光路改變裝置 12 改變聚焦位置。因此，藉由聚焦位置之改變，模具製作系統 1 可在高分子層 22

上掃描出所需之微/奈米三維結構的輪廓，進而將高分子層 22 進行圖案化。舉例而言，於實務中滾筒模具所需之微/奈米三維結構圖可先送入一分析裝置或直接由控制裝置進行外部輪廓分析，並且控制裝置可根據輪廓分析的結果控制光路改變裝置，使其將超快雷射聚焦到滾筒模具之高分子層上。接著，控制裝置根據輪廓分析的結果控制光路改變裝置，致使超快雷射的聚焦點沿著所需之微/奈米三維結構的輪廓於高分子層中進行掃描。於高分子層中，超快雷射的聚焦點所掃描過的位置會產生雙光子吸收而導致光致聚合效應，進而使得高分子層內可固化形成所需之微/奈米三維結構。最後，把高分子層之其他未固化的部分移除，即可獲得具有微/奈米三維結構圖案化的滾筒模具。

請參閱圖二，圖二係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作系統 3 之示意圖。如圖二所示，包含雷射產生裝置 30、光路改變裝置 32 以及控制裝置 34，配合滾筒模具 4 而對滾筒模具 4 進行表面圖案化。滾筒模具 4 可包含透明中空滾筒 40 以及設置於透明中空滾筒 40 外表面上之高分子層 42。本具體實施例與上一具體實施例不同處，在於本具體實施例之光路改變裝置 32 進一步包含波形整波器 320。當光路改變裝置 32 自雷射產生裝置 30 接收超快雷射 300 後，波形整波器 320 可重新分配超快雷射 300 之能量，使得超快雷射 300 之光束具有平整效果。

上述各具體實施例中，透明中空滾筒的形狀係圓柱型，即其剖面為圓形，如圖三 A 所示，圖三 A 係繪示圖

一之滾筒模具 2 之另一角度的剖面圖。請參閱圖三 B 以及圖三 C，圖三 B 以及圖三 C 係繪示根據本發明之不同具體實施例之滾筒模具的剖面圖。如圖三 B 所示，根據一具體實施例，滾筒模具 5 之外型係一三角柱，故其剖面為三角形。此外，如圖三 C 所示，根據另一具體實施例，滾筒模具 5' 之外型係一五角柱，故其剖面為五角形。針對上述具體實施例之滾筒模具 5 以及 5' 的表面圖樣化，本發明之模具製作系統以光路改變裝置導引超快雷射之聚焦點位置之方式即可達成。因此，本發明之模具滾筒模具之外型可根據使用者或設計者需求而定，本發明對此並不加以限制。

請參閱圖四，圖四係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作系統 6 的示意圖。如圖四所示，模具製作系統 6 包含雷射產生裝置 60、光路改變裝置 62 以及控制裝置 64，其中，控制裝置 64 可連接光路改變裝置 62。此模具製作系統 6 可配合滾筒模具 7 而對滾筒模具 7 進行表面圖案化。

本具體實施例與上述具體實施例不同處，在於本具體實施例之光路改變裝置 62 進一步包含分光單元 620 以及聚焦單元 622，其中，聚焦單元 622 可進一步包含複數個聚焦鏡 6220。於本具體實施例中，聚焦單元 622 包含三個聚焦鏡 6220，然而於實務中，本發明並不對其數量做限制，而端看使用者或設計者需求而定。此外，本具體實施例之模具製作系統 6 以及滾筒模具 7 中的其他單元，係與上述具體實施例相對應之單元大體上相同，故於此不再

贅述。

於本具體實施例中，分光單元 620 以及聚焦單元 622 均可連接控制裝置 64 而受到控制裝置 64 所控制。當雷射產生裝置 60 產生超快雷射 600 至光線改變裝置 62 時，控制裝置 60 可控制分光單元 620 將超快雷射 600 分光成三個第一超快雷射 6000 至聚焦單元 622 之各聚焦鏡 6220，接著聚焦鏡 6220 將第一超快雷射 6000 聚焦於高分子層 72 中不同位置。控制裝置 64 可控制各聚焦鏡 6220 之位置，並且同時可控制分光單元 620 將所分出之第一超快雷射 6000 分別發射至各聚焦鏡 6220 處。請注意，於實務中，控制裝置可根據聚焦鏡之數量控制分光單元所分出之第一超快雷射的數量。因此，控制裝置可控制光路改變裝置產生多光路同步掃瞄高分子層，以解決掃瞄式加工耗時的問題。

請一併參閱圖五以及圖一，圖五係繪示根據本發明之一具體實施例之模具製作方法的步驟流程圖。如圖五所示，本具體實施例之模具製作方法包含下列步驟：於步驟 S80，以雷射產生裝置 10 產生超快雷射 100 至透明中空滾筒 20 之內部空間中；於步驟 S82，光路改變裝置 12 於內部空間中接收超快雷射 100；以及，於步驟 S84，光路改變裝置 12 導引超快雷射 100 朝向滾筒模具 2 之高分子層 22 行進，並且聚焦於高分子層 22 中之一聚焦位置。請注意，光路改變裝置 12 導引超快雷射 100 聚焦之位置可根據需要而改變。

上述各步驟可由一個控制中樞控制，例如，圖一之模具製作系統 1 的控制裝置 14。控制中樞可根據控制資訊(例如，微/奈米三維結構的輪廓分析)控制光路改變裝置導引上述超快雷射聚焦於高分子層中，其聚焦處之高分子材料可產生雙光子吸收，使其產生光致聚合效果而固化。接著，未固化的部分高分子層可被移除而形成三維結構。因此，滾筒模具表面之圖樣化可藉以達成。

此外，請再參閱圖五以及圖二，於本具體實施例中，模具製作方法進一步包含下列步驟：於步驟 S83 中，以光路改變裝置 32 之波形整波器 320 重新分配超快雷射 300 之能量。步驟 S83 可使超快雷射 300 之光束具有平整效果。

請參閱圖六及圖四，圖六係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作方法的步驟流程圖。如圖六所示，本具體實施例之模具製作方法包含下列步驟：於步驟 S90，以雷射產生裝置 60 產生超快雷射 600 至透明中空滾筒 70 之內部空間中；於步驟 S92，光路改變裝置 62 於內部空間中接收超快雷射 600；於步驟 S94，光路改變裝置 62 之分光單元 620 將超快雷射 600 分光成為至少一個第一超快雷射 6000(如圖四所示，圖四之超快雷射 600 被分光成為三道第一超快雷射 6000)；以及，於步驟 S96，光路改變裝置 62 之聚焦單元 622 使第一超快雷射 6000 分別聚焦於該高分子層 72 中之不同聚焦位置。

於本具體實施例中，步驟 S94 以及 S96 可將原本單

一光束之超快雷射分光成複數個第一超快雷射並且分別聚焦於高分子層中不同的位置。因此，模具製作方法可透過多個光路同步對高分子層進行加工，故能解決掃瞄式加工耗時的問題。

如上所述，本發明之模具製作系統係以超快雷射射入滾筒模具之內部空間，並藉由設置於內部空間中之光路改變裝置將超快雷射分別朝外發射及聚焦。自內部空間朝外發射之超快雷射可穿透過透明的滾筒並聚焦於滾筒外表面上之高分子層。高分子層於超快雷射聚焦點可產生雙光子吸收而導致光致聚合現象，藉此，可於滾筒模具上之高分子層進行圖案化。相較於先前技術，本發明之模具製作系統以及方法可用以對滾筒模具製作精密的三維微/奈米結構，同時具有低耗能以及快速加工的特性，並可避免傳統雷射加工之熱擴散問題。

藉由以上較佳具體實施例之詳，係希望能更加清楚描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。因此，本發明所申請之專利範圍的範疇應該根據上述的說明作最寬廣的解釋，以致使其涵蓋所有可能的改變以及具相等性的安排。

【圖式簡單說明】

圖一係繪示根據本發明之一具體實施例之模具製作系統之示意圖。

圖二係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作系統之示意圖。

圖三 A 係繪示圖一之滾筒模具之另一角度的剖面。

圖三 B 以及圖三 C 係繪示根據本發明之不同具體實施例之滾筒模具的剖面圖。

圖四係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作系統的示意圖。

圖五係繪示根據本發明之一具體實施例之模具製作方法的步驟流程圖。

圖六係繪示根據本發明之另一具體實施例之模具製作方法的步驟流程圖。

【主要元件符號說明】

1、3、6：模具製作系統

10、30、60：雷射產生裝置

12、32、62：光路改變裝置

14、34、64：控制裝置

100、300、600：超快雷射

2、4、5、5'、7：滾筒模具

20、40、70：透明中空滾筒

22、42、72：高分子層

320：波形整波器

620：分光單元

622：聚焦單元

6220：聚焦鏡

6000：第一超快雷射

S80～S84、S90～S96：流程步驟

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99122242

※申請日： 99. 7. 06

※IPC 分類： B23K 26/40 (2006.01)

B29C 59/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

模具製作系統以及模具製作方法/ SYSTEM AND
METHOD FOR MANUFACTURING MOLD

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種用以對一滾筒模具進行表面圖案化之模具製作系統，其中該滾筒模具包含一透明中空滾筒以及設置於該透明中空滾筒之一外表面上之一高分子層。該模具製作系統包含一雷射產生裝置、一光路改變裝置以及一控制裝置連接該光路改變裝置，其中，該雷射產生裝置係用以產生一超快雷射，該光路改變裝置則能設置於該透明中空滾筒之一內部空間以接收該超快雷射。該控制裝置能控制該光路改變裝置以導引該超快雷射穿過該透明中空滾筒並聚焦於該高分子層中之一聚焦位置。

三、英文發明摘要：

A system for manufacturing a mold is used for patterning a surface of a roller mold, wherein the roller mold includes a transparent hollow roller and a polymer layer disposed on an external surface of the transparent hollow roller. The system includes a laser generating device, an optical path adjusting

device, and a control device connected to the optical path adjusting device, wherein, the laser generating device is used for generating a ultra-fast laser, and the optical path adjusting device is capable of being disposed in a inner space of the transparent hollow roller for receiving the ultra-fast laser. The control device is capable of controlling the optical path adjusting device to guide the ultra-fast laser to pass through the transparent hollow roller and focus on a focusing position in the polymer layer.

七、申請專利範圍：

1、一種模具製作系統，用以對一滾筒模具進行表面圖案化，該滾筒模具包含一透明中空滾筒以及一高分子層，該高分子層係設置於該透明中空滾筒之一外表面上，該模具製作系統包含：

一雷射產生裝置，用以產生一超快雷射；

一光路改變裝置，能設置於該透明中空滾筒之一內部空間中，該光路改變裝置係用以接收該超快雷射；
以及

一控制裝置，連接該光路改變裝置；

其中，該控制裝置控制該光路改變裝置導引該超快雷射朝向該滾筒模具之該高分子層行進並聚焦於該高分子層中之一聚焦位置。

2、如申請專利範圍第1項所述之模具製作系統，其中該超快雷射之脈衝週期包含 5×10^{-15} 秒。

3、如申請專利範圍第1項所述之模具製作系統，其中該光路改變裝置進一步包含：

一分光單元，連接該控制裝置，該分光單元係用以接收該超快雷射並將該超快雷射分光而獲得至少一第一超快雷射；以及

一聚焦單元，連接該控制裝置，該聚焦單元係用以接收該至少一第一超快雷射；

其中，該控制裝置控制該分光單元接收該超快雷射並將該超快雷射分光而獲得至少一第一超快雷射，並且該控

制單元控制該聚焦單元接收該至少一第一超快雷射後導引該至少一第一超快雷射分別聚焦於該高分子層中之至少一第一聚焦位置。

- 4、如申請專利範圍第1項所述之模具製作系統，其中該控制裝置能根據一控制資訊控制該光路改變裝置導引該超快雷射改變該聚焦位置。
- 5、如申請專利範圍第1項所述之模具製作系統，其中該光路改變裝置進一步包含一波形整波器用以重新分配該超快雷射之能量。
- 6、一種模具製作方法，用以圖樣化一滾筒模具，該滾筒模具包含一中空滾筒以及一高分子層，該高分子層係設置於該透明中空滾筒之一外表面，該方法包含下列步驟：
發射一超快雷射至該透明中空滾筒之一內部空間中；
於該內部空間中接收該超快雷射；以及
導引該超快雷射朝向該滾筒模具之高分子層行進並聚焦於該高分子層中之一聚焦位置。
- 7、如申請專利範圍第6項之方法，進一步包含下列步驟：
於該內部空間中接收該超快雷射，並將該超快雷射分光成為至少一第一超快雷射；以及
導引該至少一第一超快雷射分別聚焦於該高分子層中之至少一第一聚焦位置。
- 8、如申請專利範圍第6項之方法，其中該超快雷射之脈衝週期包含 5×10^{-15} 秒。

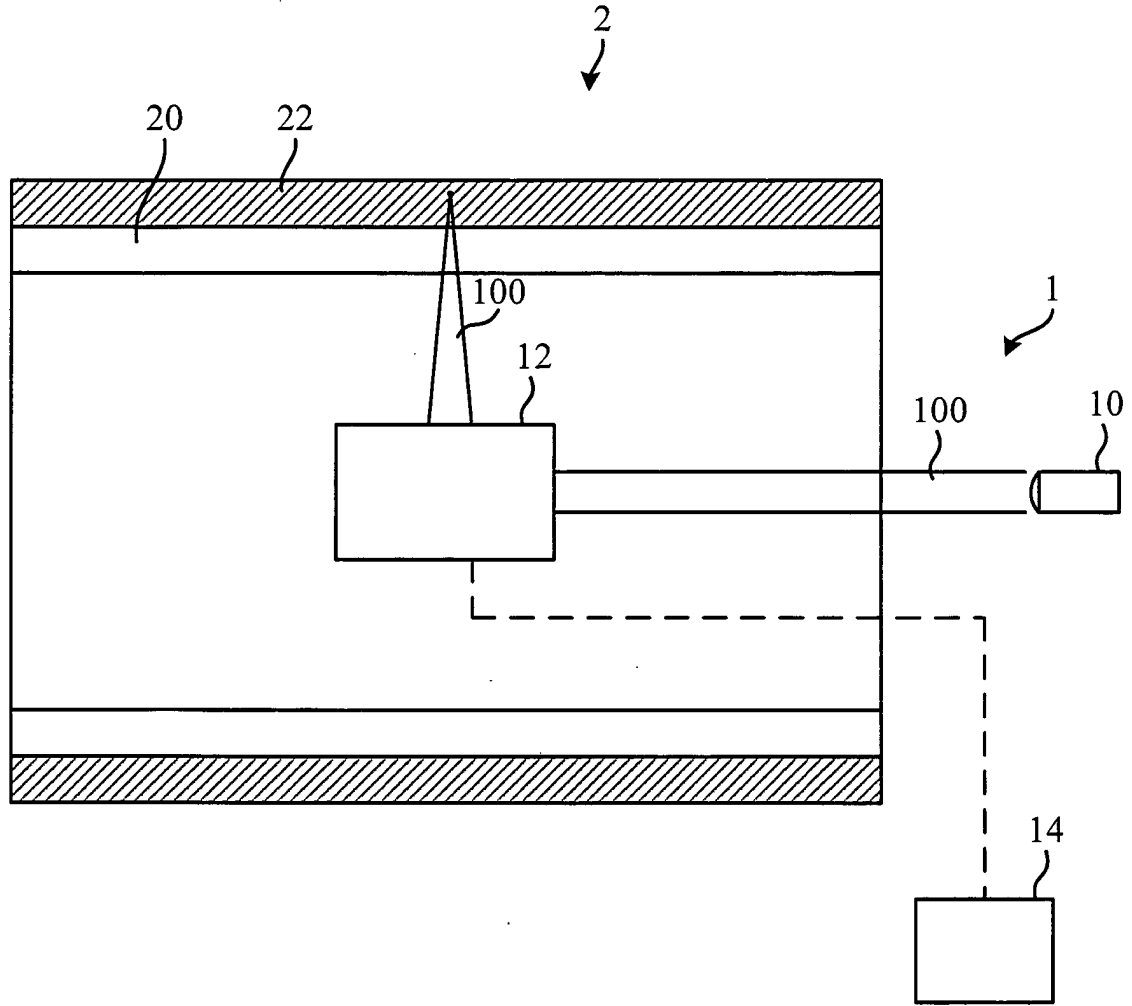
9、 如申請專利範圍第6項之方法，進一步包含下列步驟：

根據一控制資訊控制該光路改變裝置導引該超快雷射
改變該聚焦位置。

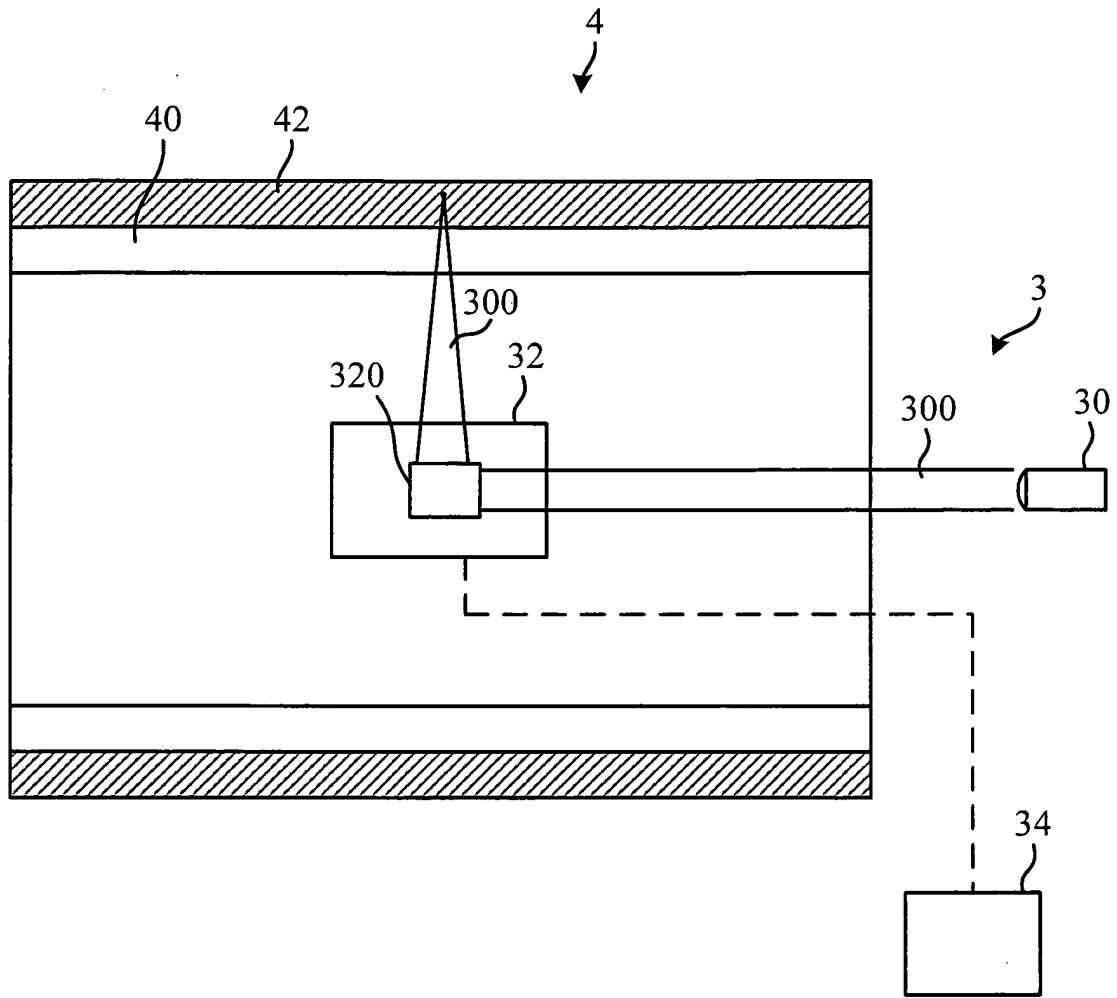
10、 如申請專利範圍第6項之方法，進一步包含下列步驟：

以一波形整波器重新分配該超快雷射之能量。

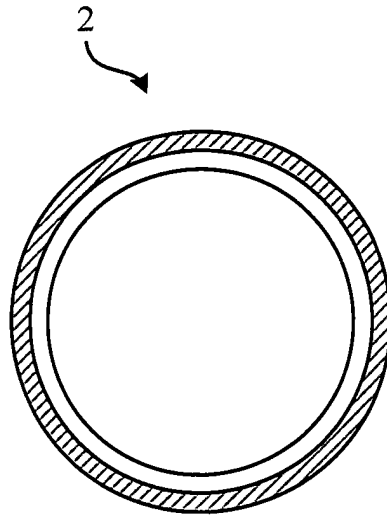
八、圖式：



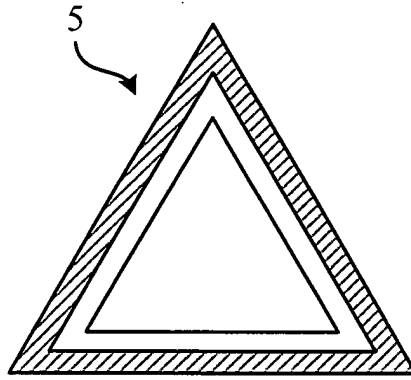
圖一



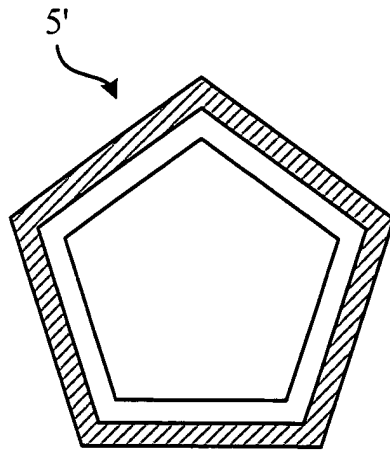
圖二



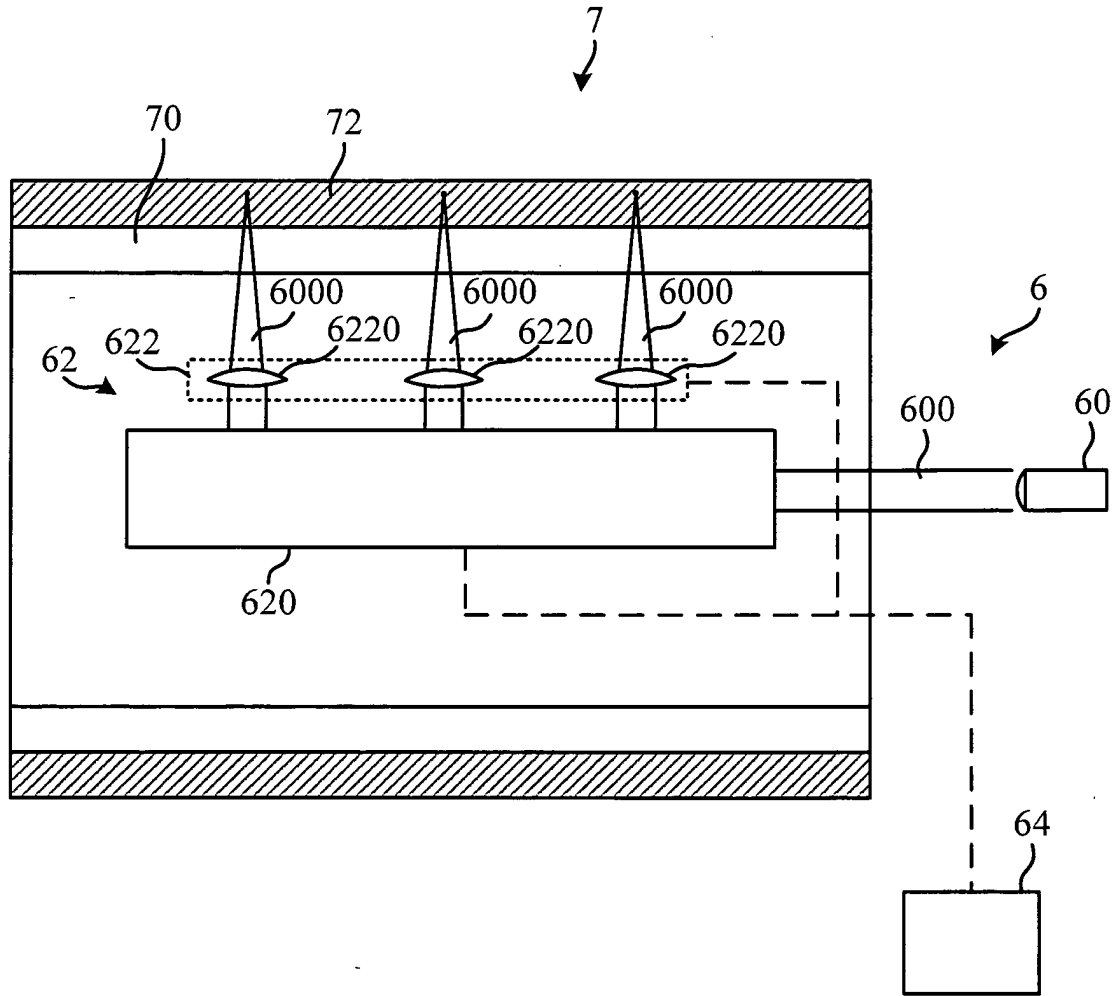
圖三A



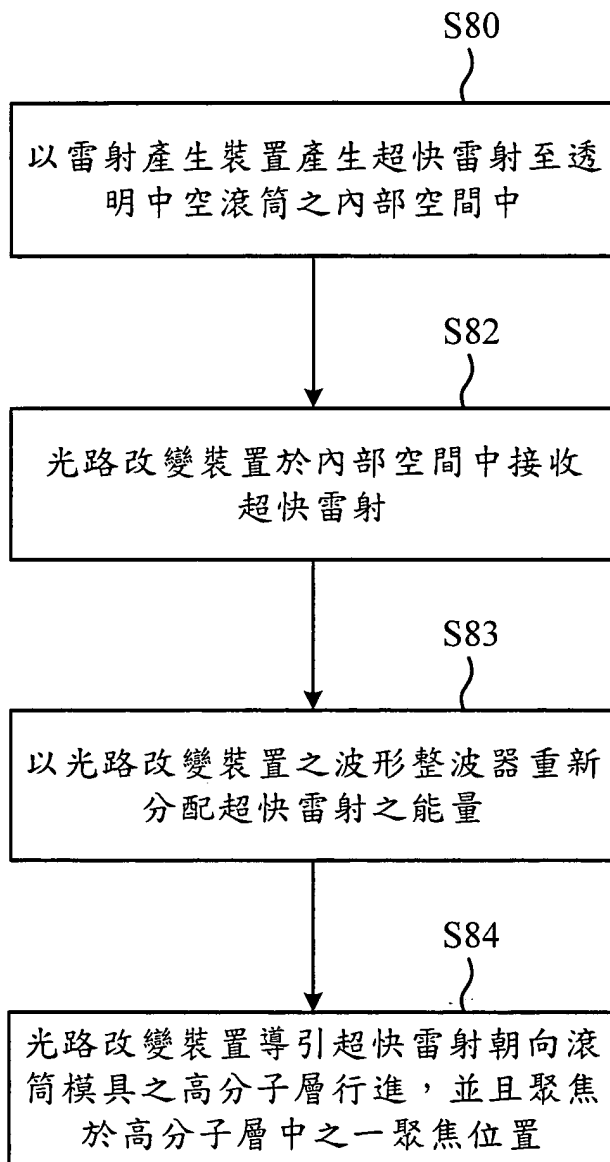
圖三B



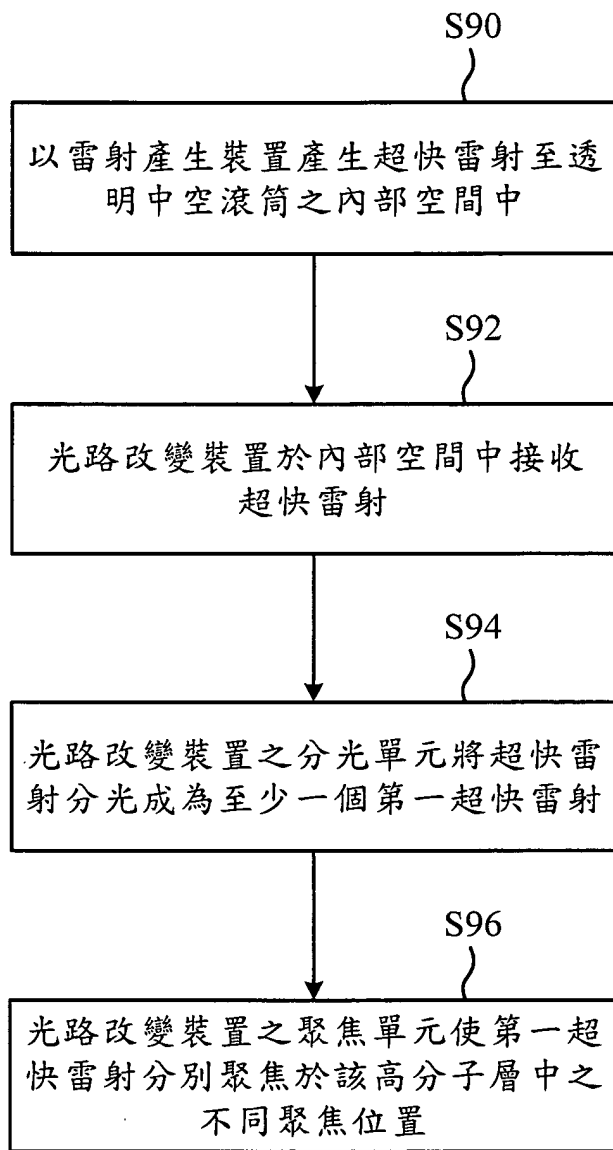
圖三C



圖四



圖五



圖六

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 一 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1：模具製作系統

10：雷射產生裝置

12：光路改變裝置

14：控制裝置

100：超快雷射

2：滾筒模具

20：滾筒

22：高分子層