



448317

公告本

申請日期:	Sf 8.11	案號:	88116950
類別:	S-UB 6/22		

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、發明名稱	中文	製造具有非圓形斷面心蕊光纖方法, 所形成光纖, 光纖雷射及放大器及含該光纖系統
	英文	Method For Making Fibers Having Cores With Non-Circular Cross-Sections, Fibers, Fiber Lasers and Amplifiers Formed Thereby and Systems Incorporating Such Fibers as Brightness Converters
二、發明人	姓名 (中文)	1. 擠拉由金布克 2. 卡爾通毛來司楚大耳 3. 陸司亞伯特任天熱
	姓名 (英文)	1. Gerald Eugene Burke 2. Carlton Maurice Truesdale 3. Luis Alberto Zenteno
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國
	住、居所	1. 美國紐約州潘提郵妹得路8號 2. 美國紐約州康寧河流路11922號 3. 美國紐約州潘提迫市凱泰巷38號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 康寧公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Corning Incorporated
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國紐約州康寧區豪頓園區
	代表人 姓名 (中文)	1. 阿佛雷米查森
代表人 姓名 (英文)	1. Alfred L. Michaelsen	
 		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

1999/08/20 09/377,926c

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼



## 五、發明說明(1)

## 發明背景：

本發明係關於製造光纖之方法，其具有非圓形斷面單模或多模，階躍折射率或陡度折射率分佈，以及光纖，光纖雷射以及放大器形成於其中。這些光纖有益地使用於亮度轉變器光纖雷射裝置以泵運單模光纖放大器，例如摻雜鉕光纖放大器，其使用寬廣面積多模雷射二極體泵。

最初，單模光纖雷射以及放大器使用單模半導體雷射二極體進行泵運。不過，這些半導體泵運雷射並不會輸出非常高的功率，其受限於光纖雷射或放大器之亮度輸出。為了提高泵運雷射功率輸出，雷射二極體設計為寬廣面積雷射，其輸出具有大縱橫比光束斷面之多模光束。除此沿著一條中心軸之光束發散遠大於沿著另外一個中心軸，即"快速軸"大於沿著其垂直軸即"緩慢軸"之情況。例如，在雷射二極體連接平面中，緩慢軸光束發散數值孔徑在0.07至0.15範圍內，然而在垂直平面中快速軸具有較高數值孔徑在0.55至0.7範圍內。

該寬廣面積雷射輸出功率在1至10瓦範圍內，而單模半導體雷射則在0.2至1瓦。特別光纖例如本發明光纖需要加以收集及將泵運功率由該較高功率多模光束轉變為單模光束，其能夠耦合進入例如為摻雜鉕單模光纖以及由其吸收，其傳輸放大功率為超過1瓦。

當提供光纖之心蕊直徑等於多模泵運光束寬度將捕獲全部之光束，該耦合無法使亮度最佳化，該亮度為每單位面積每單位立體角度之功率。因而，光纖輸出亮度無法顯著

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

像

## 五、發明說明(2)

地改善。除此,使用該大的心蕊無法解決將多模泵運光線轉變為單模輸出之問題。

由於由寬廣面積雷射之光束輸出為多模光束,光束與心蕊間之斷面差異能夠藉由將光束成形與心蕊形狀相匹配而加以補償。不過,任何該形狀光束仍然為多模光束,以及一些嘗試將該成形光束耦合進入單模光纖例如為摻雜鉕光纖放大器將導致不良的耦合效率。通常,假如多模光束包含十個模,耦合進入單模心蕊功率將小於 $1/10$ 。

嘗試使用多模雷射二極體光束以泵運單模心蕊鉕放大器包含形成亮度轉變器,其使用固態雷射(揭示出本公司同時申請之D14163專利),漸變光纖雷射(揭示出本公司同時申請D14384專利)或雙包層光纖雷射。雙包層結構包含兩個包層,第一包層相鄰於圓形單模心蕊,以及第二包層圍繞著第一包層。第一包層斷面設計為所需要之形狀例如為與泵運光源或任何其他方式或形狀發射出之近場相匹配,其將提高泵運光束之吸收效率。第一以及第二包層間之數值孔徑必需相當大足以捕獲泵運雷射之輸出。實際上達成提高亮度為決定於泵運包層面積與心蕊面積之比值,比值越高,亮度越大。不過,心蕊與包層斷面間面積之不相等需要較長裝置長度,因為泵運光線吸收與該比值成比例。

因而這些雙包層排列促使泵運使用多模第一包層之光纖以接受以及沿著裝置長度將泵運能量轉變至心蕊將變為容易。通常,與第一及第二包層間折射率差值相關之高數值孔徑為需要的。通常,第一包層由玻璃製造出以及第二

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

表

### 五、發明說明(3)

包層由塑膠例如為具有相當低折射率而低於玻璃折射率之氟化聚合物製造出以提高數值孔徑。該塑膠並不具有許多應用所需要之熱穩定性，其會由第一包層脫離，以及易受到水氣損壞。除此，階躍折射率雙包層觀念對三階遷移例如為鏡980nm遷移並非有效的。

發明大要：

本發明係關於一種方法以製造非圓形斷面心蕊之光纖，以及光纖，光纖雷射以及由其中形成之放大器，其實質地克服一種或多種由於相關技術限制及缺點所導致之問題。

除此，本發明能製造出所有矽石包層光纖。除此，本發明能製造出光纖結構及幾何形狀，其將轉變為新的亮度。

至少一種先前以及其他優點能夠藉由形成光纖達成，該光纖包含外殼非圓形斷面之孔隙，將孔隙填充光學材料，以及在填充後對外殼進行熱塌以及抽拉以形成所需要尺寸光纖。

至少一項上述以及其他優點能夠藉由提供光纖而達成，該光纖具有非圓形斷面孔隙之外殼，及填充孔隙心蕊。

至少一項上述以及其他優點能夠藉由光纖達成，該光纖包含包層以及具有主動區域之心蕊，主動區域折射率與主動區域相鄰材料折射率相同。

至少一項上述以及其他優點能夠藉由提供雷射系統達成，其包含輸出多模光線之多模光源，亮度轉變光纖以接收多模光源發出之多模光線以及輸出單模光線，轉變亮度光纖包含包層以及具有主動區域之心蕊，主動區域折射率與

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

東

## 五、發明說明(4)

緊鄰主動區域材料折射率相同,以及單模雷射光纖接收由轉變亮度光纖發出之單模光線以及輸出雷射光束。

本發明這些以及其他目標能夠由詳細說明變為清楚。不過,人們了解本發明優先實施例詳細說明以及特定範例僅作為範例性,熟知此技術者能夠由這些詳細說明作出許多變化以及改變,但是其在本發明精神及範圍內。

附圖簡單說明:

先前以及其他目標,項目以及優點將針對附圖詳細加以說明,其中:

第一圖(圖1)列舉出本發明形成光纖方法之流程圖。

第二圖A(圖2A)顯示出一個外殼,其中一組多條光纖依據本發明方法插入該外殼。

第二圖B(圖2B)顯示出圖2A外殼依據本發明圍繞著一組多條光纖。

第三圖(圖3)顯示出本發明一條光纖之範例性斷面。

第四圖A-B(圖4A-B)顯示出本發明光纖在熱塌前之斷

面其他範例。

第五圖(圖5)顯示出使用來形成本發明光纖之另外一種光學斷面。

第六圖(圖6)顯示出使用本發明光纖之系統示意圖以有效地提供多模範圍光線至單模光纖。

附圖元件數字符號說明:

外殼 20;底部區段 22;頂部區段 24;溝槽 26;外殼

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

及

## 五、發明說明(5)

28;結構 29;固定桿件 30;中央桿件 31;心蕊斷面 32;  
心蕊斷面 34, 36;端部表面 38;雷射 40;光學系統 42;  
轉變器 44;放大器 46。

詳細說明:

現在對附圖之本發明優先實施例詳細加以說明。不過本發明並不限於下列實施例,其能夠以各種方式實施。優先實施例只作為完整地揭示本發明以及能夠使熟知此技術者了解本發明內容。各種區域之厚度被強調以使附圖更為清楚。整個附圖中相同的參考數字表示相同的元件。

本發明一般方法顯示於圖1中。首先,斷面形成為外殼以作為包層區域。該斷面通常決定於形狀,特別是輸入至光纖光束之數值孔徑。不過,可考慮其他情況例如光線耦合至光纖中心。

一旦在外殼中形成孔隙之斷面產生,構成心蕊之光學材料放置於孔隙中。光學材料優先地為一組多條光學桿件。當使用光學桿件時,長寬比仍然依據輸入光束決定出,實際厚度亦可藉由容易得到可利用之桿件尺寸表示,以及長度可依據該厚度決定出以得到所需要之長寬比。可加以變化,為粉塵或研磨光學材料形式之光學材料能夠使用來填充孔隙。

一旦光學材料放置於孔隙中,整個結構被熱塌以結構凝固以及使光學材料實質地填充孔隙。該熱塌在相當高溫度下進行以確保組成份熔融以形成實心結構。優先地,在熱塌前,結構利用溶液清理以及進行乾燥以去除過剩溶液

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

## 五、發明說明(6)

。實心結構再抽拉為所需要之尺寸。當長寬比保持為相同，整體尺寸藉由抽拉而減小。

形成具有孔隙外殼特定方法之一項範例顯示於圖2A中。外殼20例如為石英管件能夠切割為所需要長度以及再切割相同的長度一半以形成底部區段22以及頂部區段24。底部區段22再依據所需要長寬比作機器加工以形成溝槽26而作為孔隙。在目前範例中，桿件插入至溝槽26，溝槽26深度亦依據插入其中桿件直徑決定出。優先地，中央桿件31材料與其他桿件30材料不同。

在該範例中只有底部區段被改變，兩個斷面能夠加以改變以產生所需要之斷面。除此，該範例中兩個斷面大約切割為一半，計算溝槽厚度，外殼長度縱向地切割可為任何所需要部份以達成所需要之斷面。最終，假如特定技術或特定外殼以形成斷面，該縱向切割可完全不需要。

底部區段22以及頂部區段24再加以結合以固定桿件30在適當位置。如圖2B所示，此能夠藉由放置底部區段22，桿件30以及頂部區段24於外圍外殼28中而達成。該連接可使用適當連接技術達成，以及連接並非永遠需要的。

所形成結構29再加以熱塌以形成實心結構，其再抽拉為所需要之尺寸。在熱塌以及抽拉結構29後形成斷面一項範例顯示於圖3中。由圖可看出，斷面32長寬比與放置於溝槽26中桿件30長寬比相同，然而各別桿件間差異可加以減小。

心蕊斷面32能夠以下列方式達成。桿件使用光學波導

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

## 五、發明說明(7)

火焰水解處理過程形成。每一桿件具有 $GeO_2$ ,  $TiO_2$ , 及 $SiO_2$ 組成份, 其在整個桿件上為均勻的。桿件可切割為所需要之長度。具有所需要長度之石英外殼縱向地切割, 其一件即桿件直徑高度至少高於另外一件至少2mm。在較大件中機器加工出21mmx2mm溝槽。十條所需要長度之桿件插入至溝槽內。較小件放置於桿件頂部上。該整個結構再插入至管件, 其具有內徑為26mm以及外徑為27mm。管件結構再使用氯氣進行清理及在1500°C下乾燥以去除任何過剩氯氣。清理管件結構在2000°C下熱塌以及抽拉形成125微米光纖。抽拉出結構具有心蕊如圖3所示。

圖4A及4B顯示出熱塌以及抽拉前其他範例性心蕊斷面, 其能夠依據本發明形成。在圖4A中, 其他桿件放置相鄰於中央桿件以形成交叉心蕊斷面34。在交叉心蕊斷面34中其他桿件提高光線耦合至光纖中央之效率。在圖4B中, 桿件排列以形成橢圓形心蕊斷面36, 其與一些光束分佈十分匹配。

能夠形成任何所需要斷面, 其包含長方形以及方形斷面。對於特定亮度轉變應用, 其中使用寬廣頻帶多模光源, 其長寬比優先地等於或大於3:1。本發明方法之設計彈性有益於形成非圓形斷面之心蕊, 其中心蕊斷面具有對稱形狀甚至為1:1長寬比例如為方形, 或具有長寬比大於1:1。

在任何一個構造中, 桿件並不必需由相同的材料所構成, 但是可不同地提昇耦合及/或傳播效率。除此, 最終光纖可加以改變以具有如圖5中所示之斷面, 其中其端部表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

## 五、發明說明(8)

38為傾斜的或為楔形的。該傾斜將導致端部表面38成為透鏡。傾斜端部表面38減小投射光束之發散角度。任何其他所需要外形能夠形成於光纖端部表面上。

本發明方法產生之設計彈性清楚地有用於許多應用中，其包含被動或主動心蕊，特別重要特定之應用將說明於底下。

如發明背景所說明，本發明方法設計彈性起因係由於需要耦合足夠多模泵運光線進入單一橫向模光纖雷射或放大器，其使用來泵運例如為摻雜鉕光纖之單模光纖，例如為摻雜鉕光纖放大器。本發明中光纖雷射能夠藉由提高折射率摻雜劑例如為鍍摻雜桿件而達成。因而，傳送通過光纖之光線限制於心蕊內，其由於心蕊與相鄰包層材料間折射率差異所致。

使用來形成主動區域之桿件更進一步摻雜主動摻雜劑，通常為稀土族元素摻雜劑例如為Yb，該主動區域通常在心蕊結構之中央。人們了解主動性摻雜劑並不需要提高主動區域桿件之折射率。在本發明中，光線光線更進一步限制於光纖雷射心蕊內，圍繞著導引增益之主動區域。光線限制於其中而在主動區域與相鄰區域間並不需要折射率差值。除此該結構只能夠使基本雷射模優先地被激發。藉由適當地限制主動區域於心蕊中央，基模具有足夠增益以產生振盪。其他模具有較低增益以及並不產生振盪。因而光纖雷射甚至於多模心蕊發射出單模光束。假如單模回授包含於雷射凹腔中，該效應將被提昇。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

## 五、發明說明(9)

具有主動區域光纖能夠使用作為雷射或放大器。因而，光纖能夠使用作為轉變器以作為將多模泵運光線轉變為放大單模泵運光線。該系統一項範例顯示於圖6中。寬廣面積雷射40藉由光學系統42供應至本發明光纖中作為亮度轉變器44。由寬廣面積雷射40發出多模光線藉由亮度轉變器44轉變為單模光線。單模光線能夠使用來泵運單模放大器46，例如為摻雜鉍放大器。

本發明光纖主動區域可摻雜例如為鍍或鋁以更進一步提高折射率，使得光線限制於單模主動區域是由於增益導引以及折射率差值所致。高於或低於主動區域桿件折射率與主動區域任何一側桿件折射率相同，能夠使用斷面4A對主動區域中傳播模產生對稱性。

能夠使用桿件以產生任何所需要分佈之梯度折射率心蕊。例如，心蕊區域外側邊緣上桿件具有較高折射率而高於包層區域折射率，同時接近主動區域之緊鄰一組桿件仍然具有較高折射率，持續到在主動區域外側心蕊中相鄰主動區域桿件具有最高桿件折射率。心蕊區域可具有與該最高折射率相同或更高折射率。除此使用摻雜桿件，其再加以熱塌能夠達成較高折射率而導致較高數值孔徑。因而，本發明結構能夠使用完全玻璃結構得到較高數值孔徑，即並不需要使用較低折射率之聚合物以降低包層折射率。

使用本發明方法所提供之設計彈性特別有益於製造將耦合多模泵運光線之主動心蕊區域，亦可產生其他設計。例如，由數個桿件所構成主動區域相當大足以維持多模振

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

## 五、發明說明(10)

盪。假如主動區域限制接近於中心軸，該尺寸之主動區域將只能維持基模。此能夠藉由使用一些單模回授機制達成。例如，該單模回授可漸變該構造而達成，其揭示於本公司" tapered Fiber Laser" 專利案中。除此，本發明方法能夠使用來產生所需要斷面，其完全被動性即並無主動區域。

除此，使用將桿件熱塌以形成心蕊區域能夠加入大量提高折射率之摻雜劑，例如Ge於心蕊區域。高數量提高折射率摻雜劑能夠使玻璃例如為矽石使用作為心蕊材料，因為能夠達成心蕊與包層間之折射率差值。除此，藉由使用增益導引將振盪限制於主動區域而非提高主動區域折射率，主動區域藉由摻雜增益摻雜劑以及提高心蕊區域折射率摻雜劑而形成。因而，整個結構能夠由玻璃所構成。

本發明已針對特定應用列舉性實施例加以說明，人們了解本發明並不受限於此。例如，任何提高光線耦合之機制例如為雙包層結構能夠共同使用於本發明。熟知此技術者能夠藉由該說明而了解本發明範圍內之其他變化，應用，以及實施例。本發明範圍將由下列申請專利範圍界定出。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱:

製造具有非圓形斷面心蕊光纖方法,  
所形成光纖,光纖雷射及放大器及含該光纖系統

具有非圓形斷面心蕊光纖能夠藉由在外殼中形成所需要斷面之孔隙以及利用光學材料填充孔隙而達成。該結構能夠為桿件,粉塵或研磨材料。心蕊區域中主動區域並不需要具有不同的折射率而異於相鄰材料之折射率。主動區域可維持振盪於基本橫向模中。能夠使用光纖將多模泵運光線轉變為單模光線,例如作為泵運單模放大器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

英文發明摘要(發明之名稱: Method For Making Fibers Having Cores With Non-Circular Cross-Sections, Fibers, Fiber Lasers and Amplifiers Formed Thereby and Systems Incorporating Such Fibers as Brightness Converter )

An optical fiber with a non-circular cross-section is realized by creating a void having the desired cross-section in a housing and filling the void with an optical material. This structure is then collapsed to solidify it and drawn to desired dimensions. The optical material may be rods, soot or ground material. An active region which may be provided in the core does not necessarily have a different refractive index than that of immediately adjacent material. The active region may only support oscillation in the fundamental transverse mode. The fiber may be used to convert multi-mode pump light into single mode light, e.g., for pumping a single mode amplifier.

訂

## 六、申請專利範圍

1. 一種製造光纖之方法，其包含下列步驟：

形成孔隙，其外圍為非圓形斷面；

以光學材料填充孔隙；以及

在填充後進行熱塌以及抽拉外殼以形成所需要尺寸之光纖。

2. 依據申請專利範圍第1項之方法，其中該填充包含提供一組多條光學桿件於孔隙中。

3. 依據申請專利範圍第2項之方法，其中該填充包含提供至少一條桿件，該桿件與孔隙中一組多條光學桿件之其他桿件不同。

4. 依據申請專利範圍第3項之方法，其中該填充包含提供至少一條不同材料之桿件而異於光纖中央孔隙中一組多條光學桿件之其他桿件材料。

5. 依據申請專利範圍第3項之方法，其中該至少一條桿件摻雜主動性摻雜劑及具有與該其他桿件相同的折射率。

6. 依據申請專利範圍第3項之方法，其中更進一步包含排列桿件，其折射率由孔隙外側邊緣朝向至少一條不同材料桿件方向提高折射率。

7. 依據申請專利範圍第1項之方法，其中該填充包含提供研磨光學材料於孔隙中。

8. 依據申請專利範圍第1項之方法，其中形成步驟包含將外殼分成兩部份以及對一區域進行機器加工作為至少一個部份之孔隙。

9. 依據申請專利範圍第8項之方法，其中在填充後更進一步

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

及

訂

## 六、申請專利範圍

包含再結合兩個部份外殼以圍蔽光學材料於其中。

10. 依據申請專利範圍第9項之方法, 其中再結合步驟包含以光學材料放置兩個部份於外圍外殼中。

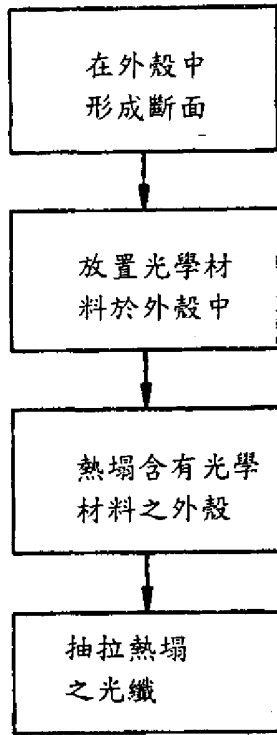
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

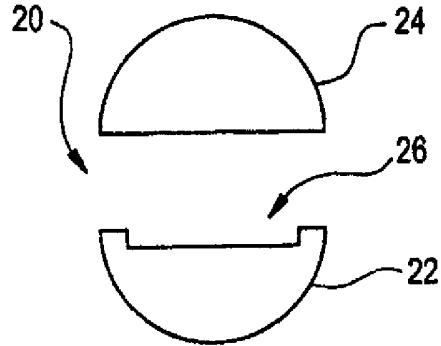
訂

圖式

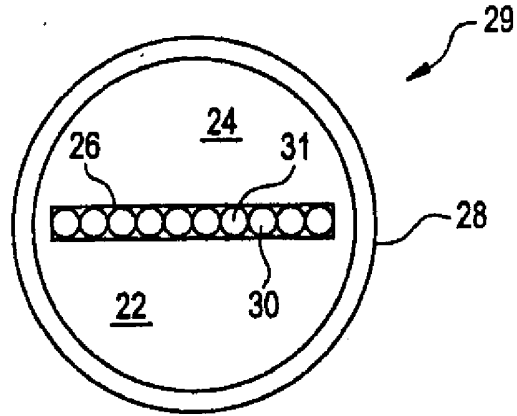
第一圖



第二圖A



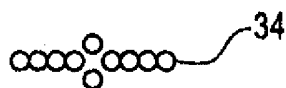
第二圖B



第三圖



第四圖A



第四圖B



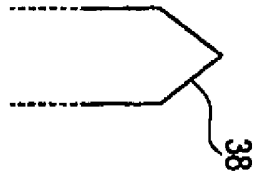
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂  
線

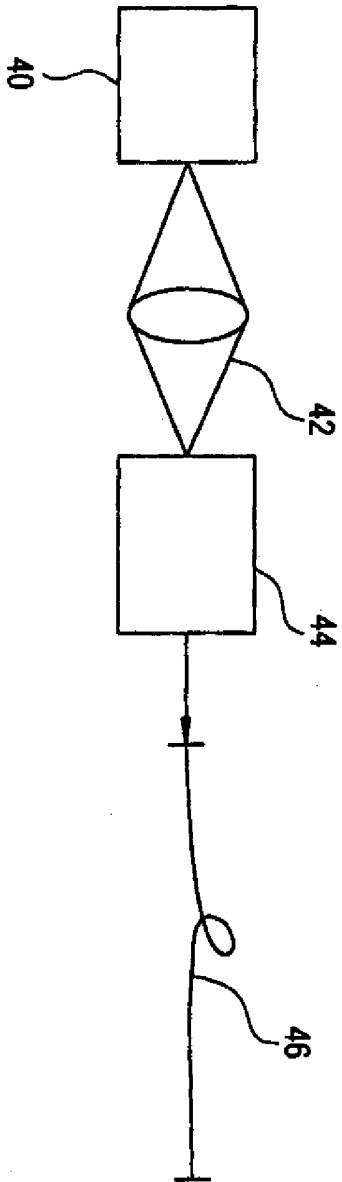
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂 線

第五圖



第六圖



圖式