

公告本

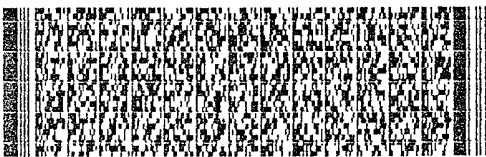
申請日期: 88.9.26	案號: 88116554
類別: 602B 60	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

454099

一、 發明名稱	中文	多心蕊以及多模色散管理光纖
	英文	Multicore And Multimode Dispersion Managed Fibers
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 維卡答艾迪巴加瓦杜拉
	姓名 (英文)	1. Venkata Adiseshaiah Bhagavatula
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國紐約州大平歐查道二六七號
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. 阿弗雷米查森
	代表人 姓名 (英文)	1. Alfred L. Michaelson



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

案號

主張優先權

1998/09/16 60/100,495

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼



五、發明說明(1)

發明領域：

本發明係關於1998年9月16日申請之美國第60/100495號專利申請案，該專利日期作為本案之優先申請日期。

運行於標準光纖介質中之光學訊號產生相當小之變化，在距離內光學訊號將產生顯著之損失。一項變化包含光色散。色散管理光纖具有正值以及負值色散特性，其長度與平均色散乘積接近零色散。

發明背景：

光色散沿著波導變化為波導材料以及結構之函數。在特定波長下零色散為可能的，但是零色散係關於"四波相混"現象，其在相鄰波長頻道產生串音。四波相混在零色散情況下最為顯著，但是隨著光學功率以及減小頻道間距而提高。

光色散以及四波相混能夠藉由色散管理光纖而避免，其結合正值及負值色散光纖(於所預傳送波長情況下)。因為只有使用零色散光纖將避免四波相混。

一項使用正值色散光纖以傳送光學訊號通過長距離方法以及色散補償模組含有捲狀物負值色散光纖以週期性地插入色散光纖以減小合併光學路徑之平均色散。不過，補償模組將減小訊號功率而不會使訊號朝著預期目的前進。

正值以及負值色散光纖之長度端部對著端部拼接在一起以更有效地傳送光學訊號而減小光色散。不過，需要計劃保持追蹤組合光纖之色散特性，以及必需庫存兩條不同之光纖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

色散管理光纖亦製造為連續性地長度,其具有交替性區段,其在欲傳送波長下具有相反之色散符號。只需要庫存一種光纖,但是色散週期在製造時(即,在重複兩個區段之長度)必需加以選擇以及在往後並不能加以改變。在區段間之界面處污染亦可能進入光纖,其在抽拉為最終形式前必需各別地加以拋光以及組合。

色散管理線纜包含一對或多對光纖,其色散符號為相反的。線纜區段拼接在一起,使得一個區段之正值色散光纖連接至相鄰區段之負值色散光纖。再次地,需要追蹤區段長度之色散計劃,以及各別光纖設計受到限制,因為相反符號色散在傳送波長下必需為相等大小。

發明大要:

本發明包含光學系統各種實施例,其補償光色散以及避免四波相混,同時減小光纖之庫存以及在設計提供更加彈性以及光纖特性。同時可能為較短色散週期(即重複在色散變化內之長度)而在製造後不會使製造以及其他色散參數選擇變為複雜。

一項實施例為色散補償光纖系統,其包含單模光纖,該光纖具有一組多個連續性光學路徑,其具有不同色散特性以傳輸光學訊號。一條光學路徑在光學訊號之中央波長下呈現出正值色散,以及另外一條光學路徑在光學訊號之中央波長下呈現出負值色散。耦合機制偏移光學訊號於兩條路徑前進部份之間,在光學訊號之中央波長下該路徑長度乘以平均色散值接近零。優先地,色散以及色散斜率在中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

央波長下為相匹配的,使得整個波長範圍內平均色散接近零色散。

連續性光學路徑能夠彼此平行或同心地延伸,以及越過任何干涉耦合結構,路徑間光學訊號偏移並不會干擾任何一條路徑。例如,單一光纖能夠製造出具有一組多條心蕊,其由包層圍繞著。每一心蕊形成一條光學路徑,其具有不同的色散特性。

訊號能夠藉由耦合機制成為一條或多條長週期光柵而在心蕊間正值地偏移。耦合機制能夠藉由心蕊之間距使心蕊放置相當靠近在一起以維持訊號轉移而產生作用。後者耦合模在心蕊間需要對稱性色散之特性以及具有色散週期等於心蕊間之耦合長度。前者耦合模能夠藉由在不相等間距處偏移訊號於心蕊間使心蕊之色散特性產生更大彈性。與耦合模無關,正值以及負值色散心蕊之色散斜率優先地相匹配(例如為低數值或相反符號)使得形成平均色散保持為接近零。

另外一個實施例包含光纖區段,其具有一對或多對相反符號色散特性之心蕊。區段端部對著端部拼接在一起,其具有一個區段正值色散心蕊與另外一個區段負值色散之心蕊對準。區段長度之選擇使長度與平均色散值乘積接近零。每一對心蕊能夠平行地傳送訊號,其藉由正值與負值色散之絕對值相等以及藉由在一個區段中對準相鄰區段之心蕊達成,該相鄰區段為相反符號之正值與負值色散。多對正值及負值色散心蕊能夠獨立地排列以保持大於一個位

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

元速率或應用之傳送。色散計劃為較大彈性亦能夠藉由控制相鄰區段間角度性刻痕變為可能的以對準多心蕊不同之組合,該心蕊具有不同的色散特性。

單一光纖亦能夠製造為多模光纖,其具有基模路徑以及較高階模路徑,其具有不同的色散值以形成具有不同色散特性之同心圓光學路徑。該更進一步實施例耦合機制包含一個或多個模耦合器,其亦能夠形成為逐漸變化耦合或長週期光柵以偏移光學訊號於基模與較高模路徑之間。

基模能夠排列為呈現出正值色散,以及較高階模能夠加以排列以呈現出為較小數值之負值色散。因而,該排列之模耦合器放置作為偏移光學訊號進入基模以作為較長間距而大於較高階模。不過,具有適當心蕊分佈以及選擇標準化頻率,基模以及第二階模之色散以及色散斜率能夠為相等大小但是符號相反。同時,較佳訊號限制有可能在標準化頻率值而遠離模截止數值。

不同的連接器能夠在多心蕊或多模光纖中加以使用以傳送通過訊號進入單模單心蕊光纖內。例如,能夠使用光柵以偏移光學訊號由一條心蕊偏移至另外一條心蕊,其對準於單模單一心蕊光纖或由較高階至基模以藉由單模單一心蕊光纖作更進一步傳送。逐漸變化耦合亦能夠使用來促使訊號進入單一心蕊或進入基模。除此,分離單模單一心蕊光纖能夠連接至多心蕊光纖之不同心蕊,以及一個切換器能夠使用來更進一步傳送訊號由一條連結光纖至共同單模單一心蕊光纖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

能夠利用傳統的處理過程製造多模光纖,其具有模色散特性。多心蕊光纖能夠藉由組合兩條或多條心蕊桿件在預製件內於傳統抽拉光纖之前。能夠使用不同排列之管件或桿件以對準以及分隔心蕊桿件,以及粉塵外包層能夠加以固結於心蕊結構四週以密閉結構體於預製件內。

附圖簡單說明:

第一甲圖(圖1A)為多心蕊光纖放大圖,其具有兩個不同色散特性之偏移心蕊。

第一乙圖(圖1B)為另外一個多心蕊光纖之類似放大圖,其具有一個位於中央之心蕊以及一個偏移心蕊,其具有不同的色散特性。

第一丙圖(圖1C)為另外一個多心蕊光纖之類似放大圖,其具有兩條不同色散特性之同心圓心蕊。

第二圖為較小之放大側視圖,其顯示出兩個相對旋轉以及拼接在一起多心蕊光纖之區段長度。

第三甲圖(圖3A)及第三乙圖(圖3B)包含兩個心蕊之多心蕊光纖折射率分佈,其折射率為心蕊半徑" r "之函數。

第三丙圖(圖3C)至第三己圖(圖3F)包含相互交替折射率分佈,其特別適合達成負值色散。

第四圖(圖4)為另外一個示意性改變之多心蕊光纖側視圖,其包含長週期光柵以光學地耦合兩條心蕊。

第五圖(圖5)為具有四心蕊之多心蕊光纖放大端視圖,其中兩個心蕊為正值色散特性以及兩個為負值色散特性。

第六圖(圖6)為逐漸變化耦合之側視圖以連接圖1A多

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(6)

心蕊光纖之兩條心蕊至傳統單一心蕊光纖。

第七圖(圖7)為耦合側視圖,其偏移訊號於多心蕊光纖兩條心蕊與連接器之間,該連接器連結多心蕊光纖之兩條心蕊之一至傳統單一心蕊光纖之心蕊。

第八圖(圖8)為多模光纖之側視圖,其具有連續性長週期光柵以偏移訊號於具有不同色散特性模間。

第九圖(圖9)為以階躍分佈心蕊設計為例之標準化傳播常數" b_n "與多模光纖標準化頻率" V "之曲線圖。

第十圖(圖10)為相同階躍分佈心蕊設計之標準化波導色散" d_n "與波導標準化頻率" V "曲線圖。

第十一圖(圖11)為支撐兩個心蕊桿件於開孔桿件內之放大端視圖。

第十二圖(圖12)為支撐兩個心蕊桿件於管件內之相同大小端視圖。

第十三圖(圖13)為藉由特別形狀桿件將兩個心蕊桿件黏附在一起之相同大小端視圖。

第十四圖(圖14)另外一個相同大小端視圖,其顯示出兩個心蕊桿件黏附在一起於融合預製件於兩條心蕊週圍之前。

附圖簡單說明:

光纖 10, 10', 10"; 光纖區段 10A, 10B; 心蕊 12, 12', 12", 14, 14', 14"; 心蕊 12A, 12B, 14A, 14B; 包層 16, 16'; 中心軸 18, 18'; 中心軸 18A, 18B; 刻痕 20; 光柵 24; 光纖 30; 心蕊 32, 34, 36, 38; 包層 40; 心蕊 44; 中心軸 46; 漸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

變耦合區域 60;波導 62, 64;心蕊 66;光纖 70;基板 72;
光纖 80;心蕊 82;包層 84;光柵 86;中心軸 88;預製件
90;桿件 92;心蕊桿件 94, 96;玻璃粉塵 98;預製件 100;
玻璃桿件 102, 104;填充桿件 106, 108;管件 110;粉塵
112;桿件 114;心蕊桿件 116, 118;預製件 120;包層 122;
預製件 130;心蕊桿件 132, 134;粉塵 136。

詳細說明:

圖1A所顯示多心蕊光纖10具有正值色散心蕊12以及負值色散心蕊14並由共同包層16圍繞著。相反符號色散之兩個心蕊12及14係指對一個波長範圍(通常相當於鉅之放大頻窗)之中央波長而言,其由光纖10所傳送。對於由1530nm至1560nm波長範圍內之色散管理,設計正值心蕊能夠類似於SMF 1528光纖,以及設計負值心蕊能夠類似於1585 LS之產物。兩種光纖可由本公司提供。對於其他波長範圍,能夠使用不同形式之已知心蕊設計,其簡單地說明如下。

兩條心蕊12及14與光纖10光學中心軸18平行延伸以及分隔距離"S",該距離能夠加以調整以防止或促使自動耦合於心蕊12及14之間。如圖所示,距離"S"假設相當大足以防止自動耦合。在製造過程中,心蕊-桿件比值約為0.4或更大之心蕊桿件通常分隔相當距離以產生所需要之隔離。在光纖10週邊中附加性刻痕20提供光纖10角度性指標區段長度之參考點。

在圖2中,兩個最初為連續性光纖10之區段長度10A與10B軸向地對準以及相對地繞著,其對準中心軸18A及18B

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

旋轉於拼接在一起之前,其利用例如拼接器以設計作為保持偏極性光纖。選擇旋轉大小將使光纖區段10A之正值色散心蕊12A與光纖區段10B負值色散心蕊14B對準。除此,設計之對稱性亦能夠使光纖區段10A之負值色散心蕊14A與光纖區段12B正值色散心蕊12B對準。區段10A及10B長度能夠加以調整而異於沿著兩個區段10A與10B合併長度,以及沿著任何後續一對區段之平均色散接近零色散。

假如在每一區段10A及10B中兩條心蕊12A, 14A以及12B, 14B使用來傳輸不同的訊號,兩條心蕊正值及負值色散大小相同以及兩個區段10A以及10B在長度上應該為相等的。不過,假如每一區段只有一條心蕊傳輸訊號(例如為區段10A之心蕊12A以及區段10B之心蕊14B),則兩條心蕊色散能夠在不同大小處能夠加以最佳化以及不同長度區段能夠結合以得到平均色散為接近零。兩條心蕊色散斜率優先地相匹配以保持整個傳送波長範圍內保持平均色散接近零。

並不拼接區段化長度之光纖以交替光學路徑於正值與負值色散心蕊12與14之間,被動性或主動性耦合能夠產生於心蕊12與14向前長度之間。被動性耦合能夠藉由減小心蕊間分離"S"使得功率轉移以所需要色散週期在心蕊之間發生,該週期等於耦合長度。心蕊12及14正值及負值色散應該為對稱於中央波長(其大小相等),因為訊號在每一心蕊12及14中佔用一半時間。視為隔離之兩條心蕊12與14之傳播係數應該儘可能地相同以保持更完全之功率轉移。耦合長度由複合波導兩個最低階超模之傳播係數差值所決定

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

以及能夠設計作為消色性或光色性。

圖3A以及3B顯示出正值與負值色散心蕊12及14之折射率分佈,其能夠加以改變使兩條心蕊12與14間之有效折射率為相等的。正值色散心蕊12具有簡單階躍分佈(GeO_2 - SiO_2 心蕊具有 SiO_2 包層)以及有效折射率" n_{eff} "在心蕊與包層值之間。負值色散心蕊14具有"w形式"或區段化心蕊分佈之設計,其具有些微提高包層折射率之摻雜劑以與正值色散心蕊12有效折射率" n_{eff} "相匹配。例如,含有摻雜劑包層能夠由 GeO_2 - SiO_2 或 TiO_2 - SiO_2 所構成。(注意:圖3B虛線代表圍繞著矽石包層16之折射率大小。)

通常,較為複雜分佈形狀需要形成負值色散以及色散斜率異於具有正值色散心蕊之情況。另外四個範例描繪於圖3C-3F中,每一情況能夠維持負值色散而不會過度地損及其他光學特性例如為有效面積,模場直徑,彎曲,以及微彎曲。與分佈線相交之箭頭表示設計之彈性以改變分佈之各個線段。

使用圖3C分佈達成具有正值或負值色散斜率之正值或負值色散。圖3D設計特別使用作為達成具有相當大有效面積之正值或負值色散。後者兩個設計圖3E及3F能夠考慮作為色散控制,其製造時為低耗損。

在心蕊12與14間有效耦合能夠在如圖4所示之心蕊間藉由形成一個或多個長週期光柵24而達成。耦合功能為局部的,因而兩條心蕊12及14能夠獨立地設計。例如,心蕊12與14間傳播係數以及心蕊色散大小能夠加以改變。光柵24

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(10)

間之間距能夠加以調整以補償心蕊色散之不同大小,因而與長度相乘之平均值仍然接近零色散。能夠使用逐漸變化部份以及長週期光柵24以放大耦合功能。

長週期光柵24能夠由光色敏心蕊材料形成,其暴露於化學線放射圖案以在光纖10中產生刻痕擾動。心蕊12以及14間之包層區域亦能夠製造為光學刻痕以提昇耦合功能。長週期光柵24能夠藉由高功率準分子雷射劃記於光纖抽拉操作過程中。色散週期能夠為十分小以及多種,因為耦合機制不能對光纖10增加污染物。

光柵精確性為非常嚴格的,因為所需要頻譜效應頻帶為十分寬廣以及長週期光柵,其通常週期約為數百微米。同時刻痕擾動大小為十分低(避免氫氣加載之需要),因為長週期光柵24會沿著光纖10佔據相當大的距離(例如為一米或二米)而不會有負面之影響。刻度擾動能夠一次劃記一點或立即劃記數點,特別是在高度抽拉速度。刻痕或曲率之擾動亦能夠使用高功率CO₂雷射劃記於抽拉操作過程中以完成類似的耦合功能。能夠使用其他擾動以形成類似的光柵包含藉由週期地擠壓光纖或路徑長度變化或藉由週期性微彎曲路徑長度變化產生之壓力變化。

長週期光柵以及模耦合器其他資訊能夠在Vengsarkar等人之"Long-Period Fiber Gratings as Band-Rejection Filters",發表於Journal of Lighthwave Technology, Vol. 14, No. 1, January 1996, pages 58-65文獻中,及Poole等人之"Helical-Grating Two-Mode Fiber Spatial-Mode

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(11)

Coupler"亦發表於Journal of Lighthwave Technology, Vol. 9, No. 5, May 1991, pages 598-604文獻中。兩篇文章在此加入作為參考之用。

大於兩條心蕊能夠形成於單一光纖中,如圖5所示。兩條正值色散心蕊32及34以及光纖之兩條負值色散心蕊36及38能夠由共同包層40圍繞著。心蕊32-38能夠以正值及負值色散心蕊分組地配對(例如為32, 36以及34, 38),以及成對心蕊能夠對各別位元速率或應用加以最佳化。可加以變化,在光纖30相鄰區段間藉由改變角度地標記配對能夠加以變化以對色散計劃產生更大彈性。換言之,相同光纖30能夠使用來維持一組多個不同的色散計劃。虛擬心蕊44提供角度地標記光纖30之參考點於光學中心軸46週圍。

類似光纖10之心蕊12及14,光纖30心蕊32, 34, 36及38偏移光學中心軸46,其能夠產生偏極模色散問題。能夠使用週期性扭轉或連續性旋轉光纖10或30以減小該問題。光纖10之心蕊12以及14或光纖30之心蕊32, 34, 36及38能夠藉由各別包層區域圍繞著以使通過光纖10及30之分離光學路徑性能最佳化。

當連接至傳統單模光纖或類似波導結構例如為即時放大器工作站或連接端部處,每一對兩條心蕊係關於傳統波導之單一心蕊。圖6描繪出漸變耦合區域60,其連接色散管理光纖10至傳統單模光纖70。兩條波導62與64對準於光纖10之正值以及負值色散心蕊12及14,但是只有波導64對準於傳統光纖70之單一心蕊66。在耦合區域內,兩條波導62

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(12)

及64漸變地耦合在一起以傳移功率至波導64。

能夠使用長週期光柵24以替代漸變耦合區域60如圖7所示以導引光學訊號進入適當心蕊(例如為心蕊12)於傳統光纖70界面之前。傳統光纖70之心蕊66對準於色散管理光纖10之心蕊14以接收光學訊號沿著色散管理光纖10傳播。V溝槽基板72保持光纖10與70間所需要之對準。

傳統光纖70能夠對準於色散管理光纖10之心蕊12或14,或每一心蕊12及14能夠對準於分離之傳統光纖。在後者情況下,光纖切換器(並未顯示出)能夠使用來交替地連接各別傳統光纖至單一傳統光纖。切換器能夠藉由感測器加以控制,其感測訊號是否存在於各別傳統光纖中。

圖1B描繪出另外一個光纖10',其具有兩條類似心蕊12'以及14'埋嵌於共同包層16'內。與光纖10之心蕊比較(顯示於圖1A中),心蕊12'中央沿著另外一條光纖10'之光學中心軸。其他心蕊14'偏移中心軸18'。

中央心蕊12'較容易對準於標準光纖之心蕊。不過,區段交替光纖10'端部對著端部之拼接以偏移中央心蕊12'與偏離心蕊14'間之訊號較為困難。因而,心蕊12'與14'間之訊號轉移優先地藉由側向耦合而發生。在任何端部對著端部連接前,訊號優先地藉由例如逐漸變化光纖10'或藉由使用逐漸變化耦合區域偏移至中央心蕊12',如圖6所示。

並不集中只有一條心蕊12'於光學中心軸18',圖1C顯示出另外一條具有兩條心蕊12"與14"之光纖10",以同心圓圖案集中於光學中心軸18"。能夠使用側邊耦合器以偏移

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(13)

訊號於同心心蕊12"與14"之間。具有同心心蕊12"與14"之光纖10"顯現出較小雙折射性以及較為容易使用傳統技術製造。亦能夠使用其他同心心蕊或與偏離心蕊合併之同心心蕊。

在光纖中色散管理之另外一項方法描繪於圖8中。所顯示多模光纖80具有中心心蕊82以及圍繞著之包層84設計作為維持大於一個光學傳送模。一個模例如為基模顯示出正值色散;以及另外一個模例如為第二階模呈現出負值色散。長週期光柵86沿著光學中心軸88以重複圖案劃記在光纖80上,該圖案調整每一模中光學訊號相對耐久性使得長度與平均色散乘積和接近零。

參考圖8,第二階模負值色散具有較大值而大於基模之負值色散。因而,量測基模中光柵86間運行距離長度之間距LF大於第二階模中光柵86間運行距離長度之間距LH。其他組合為可能的,包含兩個操作模間相等大小之相反符號之色散。能夠使用相等間隔之光柵以均勻地分配兩個不同模間之光學運行距離。同時能夠使用高於第二模之模以作為該用途以減小偏極模色散。光柵能夠由第三或較高階模偏移訊號或偏移至第三或較高階模,但是對加入模之非預期損耗對會限制較高階模之使用。

圖8及9曲線圖列舉出具有階躍折射率分佈心蕊所考慮多模光纖80之性能。在圖8中,標準化傳播係數"bn"對標準化頻率"V"繪製出,其能夠以數學定義如下:

$$b_n = (\beta / k - n_2) / (n_1 - n_2)$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(14)

$$V=2\pi a(n_1^2-n_2^2)^{0.55}/\lambda$$

其中" β "為傳播係數," n_1 "為心蕊折射率," n_2 "為包層折射率," λ "為一個範圍之中央波長,以及" k "為係數 $2\pi/\lambda$,以及" a "為波導心蕊半徑。標準化傳播係數以" n_{eff} "表示,其在"0"與"1"間變化,"0"表示整個在包層中傳播以及"1"表示整個在心蕊中傳播。在心蕊中發生較多傳播更嚴格地受到限制大於在包層中發生較多傳播之情況。標準化頻率值" V "具有與中央波長" λ "之反比關係。

曲線 LP_{01} , LP_{11} , 以及 LP_{02} 分別地表示基模, 第二, 以及第三模。依據圖9範例性曲線圖9, 需要大於2.4之標準化頻率以維持一個模, 但是需要甚至於在3.5附近之較大值以適當地界定最常應用之訊號。

如圖10所示, 約為3.5標準化頻率亦提供操作區域, 其具有與標準化波導色散" D_n "之相反符號, 其經驗公式如下:

$$D_n = Vd^2Vb_n/(dV^2)$$

雖然小於3.5標準化頻率產生較高色散之可能, 第二階模訊號限制將減小。遠離第二階模截止波長之操作(即顯然地高於 $V=2.4$)將減小彎曲以及為彎曲損耗以及偏極分裂。光纖80週期性或連續性扭轉亦能夠加以使用以減小偏極模色散。

以ps/km為測量單位之波導色散" D "能夠以下列公式計算:

$$D = D_n(-n_1\Delta)/(c\lambda)$$
 其中 Δ 為相對折射率差值。波導色散" D "符號與標準化波導色散" D_n "相反, 因而基模" LP_{01} "波導色散為正值以及第

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(15)

二階模"LP₁₁"波導色散為負值。

大於2.4之標準化頻率下,階躍折射率光纖之基模LP₀₁之波導色散"D"相當低因而任何顯著光色散最主要歸諸於材料色散。在1550nm頻窗中,階躍折射率光纖之基模光色散受限於17-20ps/km。不過,較複雜心蕊分佈設計包含區段化心蕊以及環狀分佈能夠加以使用產生較高色散值。正值與負值色散心蕊間之心蕊設計亦能夠加以選擇為適當相關色散斜率使得平均色散保持為接近零於整個訊號波長之範圍。例如,色散斜率大小為相等地,但是符號為相反的或絕對值為較低。

多模及多心蕊設計能夠合併於各個光纖內以對色散產生更進一步控制同時其他設計標準值亦為最佳化。例如,描繪於圖1A中光纖10之心蕊12及14或描繪於圖1B及1C中其他心蕊能夠形成為多模心蕊,以及色散規格亦能夠在模及心蕊間加以區分。

能夠使用傳統製造技術以製造出多模光纖80,以及類似於先前對多心蕊光纖所說明之光折射性技術能夠加以使用以劃記光柵。雖然長週期光柵86優先地作為模耦合,其他圖案以及變化形式包含直徑變化亦能夠使用來偏移訊號於不同模之間。

其餘圖11-14,顯示出各種預製件(亦稱為毛胚)以較容易製造先前所說明多心蕊光纖,其使用不同桿件於管件中以及形成保持偏極光纖之OVD(光學汽相沉積法)技術。

在圖11所顯示光纖預製件90具有鑽孔桿件92以承受兩

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(16)

條玻璃心蕊桿件94及96。桿件92以包層材料製造出,以及兩條玻璃心蕊桿件94及96包含心蕊及包層材料,其依次地藉由光學汽相沉積法以產生不同色散特性折射率分佈地加以塗覆。亦由包層材料製造出玻璃粉塵98塗覆於桿件外側以及加以固結以完成預製件90。由預製件抽拉出多心蕊光纖具有至少兩條彼此平行延伸之心蕊以及呈現出不同的色散特性。

圖11所顯示之光纖預製件100具有兩條玻璃桿件102以及104以及兩條裝置於管件110內之填充桿件106及108,以及固結粉塵112圍繞著管件110。兩條心蕊桿件102及104具有心蕊及包層分佈,其維持不同的色散特性。填充桿件106及108,管件110,以及粉塵112均由包層材料製造出,其與心蕊桿件102與104融合在一起以完成預製件。

圖12描繪出預製件120,其包含特別形狀包層材料之桿件114,該桿件維持兩條具有不同色散特性之心蕊桿件116及118。兩條心蕊桿件116及118能夠黏附至桿件114以維持兩條心蕊桿件於所需要之相對位置持續到預製件120被固結。

如圖13所示預製件130包含兩條黏附在一起心蕊桿件132以及134以及由固結粉塵136圍繞著。心蕊桿件132以及134具有不同的色散特性以及折射率分佈,其能夠促使或防止由預製件130抽拉出最終心蕊間之自動耦合。

粉塵外包層98, 112, 122, 及136在固結過程中產生軸向以及徑向力量收縮,其密封組件於預製件90, 100, 120, 以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(17)

130內。在下一抽拉處理過程中,能夠使用光-折射性技術在心蕊間產生耦合作用以及能夠使用偏移模減小技術以補償圍繞著心蕊之包層不對稱。標記記號能夠形成於預製件之週邊,或與包層不同材料所製造出之填充器桿件能夠裝置於可觀察位置以產生角度性參考點。

在四條預製件內之成對心蕊桿件94-96, 102-104, 116-118, 以及132-134具有相等或不相等絕對值相反符號之色散。能夠使用對於相等大小色散之週期性或連續性耦合以達成長度與平均色散積接近零。不過,需要不同大小色散之週期性耦合,其在不同色散心蕊中產生不同運行長度以達成相同的長度與平均色散積接近零。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： 多心蕊以及多模色散管理光纖)

沿著光纖之光學路徑,其包含多心蕊或多模排列為具有正值及負值色散特性。耦合或連接機制調整路徑間運行之相對長度,該路徑具有不同色散特性使得結合路徑總色散在所預傳送訊號波長範圍內接近零色散。

(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： Multicore And Multimode Dispersion Managed Fibers)

Optical pathways along optical fibers, including multiple cores or multiple modes, are arranged with positive and negative dispersion characteristics. Coupling or connecting mechanisms regulate relative lengths of travel between the pathways having different dispersion characteristics so the total dispersion of the combined pathways approaches zero dispersion over a range of signal wavelengths intended for transmission.

線

六、申請專利範圍

1. 一種管理光色散之多心蕊光纖, 其包含:

一組多條心蕊由包層圍繞著;

該多心蕊具有折射率不同於傳輸光學訊號之包層折射率;
及

該多心蕊在心蕊間呈現出色散差值。

2. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中一條心蕊呈現出正值色散值以及另外一條心蕊呈現出負值色散。

3. 依據申請專利範圍第2項之光纖, 其中多條心蕊呈現出正值以及負值色散斜率。

4. 依據申請專利範圍第2項之光纖, 其中正值以及負值色散數值對稱於光學訊號之中央波長。

5. 依據申請專利範圍第4項之光纖, 其中多條心蕊放置相當靠近在一起以保持多條心蕊間之耦合。

6. 依據申請專利範圍第5項之光纖, 其中多條心蕊間傳播係數約為相等的。

7. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中一條心蕊為多模心蕊。

8. 依據申請專利範圍第7項之光纖, 其中多模心蕊包含呈現出正值色散之第一模以及呈現出負值色散之第二模。

9. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中多心蕊相隔相當遠足以防止心蕊間之耦合。

10. 依據申請專利範圍第9項之光纖, 其中光纖亦包含漸變部份以促使光學訊號轉移於心蕊之間。

11. 依據申請專利範圍第9項之光纖, 其中在心蕊中所形成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

擾動將促使光學訊號轉移於心蕊之間。

12. 依據申請專利範圍第11項之光纖, 其中擾動亦形成於心蕊間之包層區域中以促使心蕊間之耦合變為容易。

13. 依據申請專利範圍第11項之光纖, 其中擾動排列將形成一組多個光柵以轉移光學功率於心蕊間。

14. 依據申請專利範圍第11項之光纖, 其中擾動排列圖案將偏移光學訊號於心蕊間, 其長度與平均色散乘積在光學訊號中央波長下接近零。

15. 依據申請專利範圍第11項之光纖, 其中使用光纖漸變段以及擾動以促使光學訊號轉移於心蕊之間。

16. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中光纖分割成兩個區段, 其對著彼此相對轉動以及拼接在一起為相對旋轉位置以對準第一對呈現出不同色散值之心蕊。

17. 依據申請專利範圍第16項之光纖, 其中兩段光纖可對著另外一個角度位置旋轉以對準第二對以呈現出不同色散值之光纖。

18. 依據申請專利範圍第17項之光纖, 其中第一配對心蕊對第一位元速率為最佳化以及第二配對心蕊對第二位元速率為最佳化。

19. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中更進一步包含一個光纖界面以連接一條並不位於包層內中央第一組之心蕊與位於包層內附加光纖之心蕊。

20. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中光纖至少週期性地加以扭轉以避免偏極模色散。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

21. 依據申請專利範圍第1項之光纖, 其中更進一步包含耦合機制, 其轉移光學訊號於心蕊向前部份, 使得在光學訊號中央波長下長度與平均色散乘積接近零。

22. 依據申請專利範圍第21項之光纖, 其中心蕊呈現出色散斜率相當匹配使得在光學訊號一個波長範圍內長度與平均色散乘積接近零。

23. 一種管理光色散之多模光纖, 其包含:

一條心蕊由包層圍繞著以使光線沿著光學中心軸保持多模傳送;

第一模路徑沿著光學中心軸, 其具有第一色散值;

第二模路徑沿著光學中心軸, 其具有第二色散值;

第一及第二色散值彼此不同; 以及

一組多個模耦合器沿著光學中心軸來回地耦合光線於第一及第二模路徑之間。

24. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中第一模路徑為具有正值色散值之基模路徑。

25. 依據申請專利範圍第24項之光纖, 其中第二模路徑為具有負值色散值之基模路徑。

26. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中第一與第二模路徑間色散值具有相反符號以及不相等之絕對值。

27. 依據申請專利範圍第26項之光纖, 其中第一與第二模路徑間光線耦合發生於不相等路徑長度處以對色散值不相等絕對值作補償。

28. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中第一與第二模路

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

製

訂

線

六、申請專利範圍

經間色散值具有相反符號以及約為相等大小。

29. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中模耦合器藉由刻痕擾動而形成。

30. 依據申請專利範圍第29項之光纖, 其中刻痕擾動形成長週期光柵。

31. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中模耦合器至少部份藉由光纖漸變部份形成。

32. 依據申請專利範圍第23項之光纖, 其中放置模耦合器使得在傳送光線中央波長下長度與平均色散乘積接近零。

33. 依據申請專利範圍第32項之光纖, 其中第一及第二模路徑呈現出色散斜率相當匹配使得在傳送光線一個波長範圍內長度與平均色散乘積接近零。

34. 一種色散補償纖維光學系統, 其包含:

第一多心蕊光纖區段, 其具有呈現出正值色散值第一光纖以及呈現出負值色散值第二光纖;

第二多心蕊光纖區段, 其具有呈現出正值色散值第一光纖以及呈現出負值色散值第二光纖;

第一與第二多心蕊光纖區段間之光學界面將第一光纖區段之第一心蕊與第二光纖區段之第二心蕊對準以控制沿著光纖區段組合長度之平均色散。

35. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中每一第一及第二光纖區段之第一及第二心蕊充份地相隔以避免第一與第二心蕊間並不想要之耦合。

36. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中第一光纖區

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

段之第二心蕊對準於第二光纖區段之第一心蕊以控制平均色散。

37. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中第一光纖區段之第二心蕊以及第二光纖區段之第一心蕊呈現色散斜率相匹配使得在傳送通過合併光纖區段一個傳送波長範圍內之沿著光纖區段合併長度平均色散接近零。

38. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中第一與第二多心蕊光纖區段亦具有第三心蕊, 該心蕊呈現出正值色散值以及第四心蕊呈現出負值色散值。

39. 依據申請專利範圍第38項之光學系統, 其中第一光纖區段之第一心蕊對準於第二光纖區段之第二心蕊以在第一位元速率傳送最佳化下完成這些區段間光學路徑以及第一光纖區段之第三心蕊對準於第二光纖區段之第四心蕊以第二位元速率傳送光學訊號。

40. 依據申請專利範圍第38項之光學系統, 其中第一光纖區段之第一及第三心蕊分別地與第二光纖區段之第二心蕊對準以產生不同色散補償。

41. 依據申請專利範圍第40項之光學系統, 其中第一光纖區段之第一及第三心蕊亦分別地與第二光纖區段之第四心蕊對準以對色散補償產生更多選擇。

42. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中施加於光纖區段之刻度標記輔助所需要角度性刻痕在光學界面處之光纖區段間。

43. 依據申請專利範圍第34項之光學系統, 其中對保持偏極

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

光纖所設計接合器將產生所需要之光學界面。

44. 依據申請專利範圍第34項之光學系統，其中第一及第二光纖區段實質上由相同光纖產生之相同區段。

45. 一種色散補償纖維光學系統，其包含：

多模光纖，其具有不同色散值之基模路徑以及較高階模路徑，

一組多個模耦合器沿著光纖光學中心軸，其來回地偏移光學訊號於基模以及較高階模路徑之間；

光學系統元件對準於光纖之光學中心軸以更進一步傳輸光學訊號；以及

排列一個該模耦合器以導引光學訊號進入一條模路徑於具有系統組件之界面處。

46. 依據申請專利範圍第45項之光學系統，其中基模路徑具有一個正值色散值以及該較高階模路徑具有負值色散值。

47. 依據申請專利範圍第46項之光學系統，其中負值色散值具有較高值大於正值色散值。

48. 依據申請專利範圍第47項之光學系統，其中模耦合器在模路徑間不相等間距處偏移光學訊號於基模路徑與較高階模路徑之間。

49. 依據申請專利範圍第45項之光學系統，其中一個模耦合器導引光學訊號基模路徑於光學系統組件之前。

50. 依據申請專利範圍第45項之光學系統，其中光學系統組件為光學放大器以及一個模耦合器導引光學訊號進入較高階模路徑接續光學放大器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

51. 依據申請專利範圍第45項之光學系統, 其中模耦合器包含沿著光學中心軸之刻度擾動以轉移光學訊號於模路徑間。

52. 一種色散補償纖維光學系統, 其包含:

單一光纖, 其具有一組多條具有不同色散特性之連續性光學路徑以傳輸光學訊號;

在光學訊號中央波長下第一光學路徑呈現出正值色散;

在光學訊號中央波長下第二光學路徑呈現出負值色散;

耦合機制, 其偏移光學訊號於第一及第二路徑前進部份之間, 在光學訊號中央波長下長度與平均色散乘積接近零。

53. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中第一及第二路徑彼此平行延伸以及耦合機制偏移光學訊號於第一及第二路徑平行部份之間。

54. 依據申請專利範圍第53項之光學系統, 其中第一及第二光學路徑藉由包層圍繞著之第一及第二心蕊而形成。

55. 依據申請專利範圍第54項之光學系統, 其中單一光纖具有中央中心軸以及該第一心蕊與中央中心軸對準以及第二心蕊偏離中央中心軸。

56. 依據申請專利範圍第54項之光學系統, 其中單一光纖具有中央中心軸以及第一及第二心蕊偏離中央中心軸。

57. 依據申請專利範圍第54項之光學系統, 其中第一心蕊為具有呈現出正值色散第一模之多模心蕊以及呈現出負值色散之第二模。

58. 依據申請專利範圍第54項之光學系統, 其中耦合機制包含一組多個耦合器, 其正值地來回地偏移光學訊號於第一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

及第二心蕊之間。

59. 依據申請專利範圍第58項之光學系統, 其中第一及第二心蕊在光學訊號中央波長下呈現出不同大小之相反符號色散以及排列耦合器在不等間距處偏移訊號於第一與第二心蕊之間。

60. 依據申請專利範圍第54項之光學系統, 其中耦合機制形成係由於放置第一及第二心蕊十分靠近在一起以保持光學訊號轉移於心蕊之間。

61. 依據申請專利範圍第60項之光學系統, 其中第一及第二心蕊在光學訊號中央波長下呈現出相同大小符耗相反之色散。

62. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中第一及第二光學路徑彼此同心圓延伸以及該耦合機制偏移光學訊號於第一與第二路徑同心圓部份之間。

63. 依據申請專利範圍第62項之光學系統, 其中單一光纖為多模光纖以及第一及第二光學路徑為具有不同色散值之基模路徑以及較高階模路徑。

64. 依據申請專利範圍第63項之光學系統, 其中耦合機制包含一組多個模耦合器, 其正值地偏移光學訊號來回於基模及較高模路徑之間。

65. 依據申請專利範圍第63項之光學系統, 其中第一及第二心蕊在光學訊號中央波長下呈現出大小相同符號相反之色散。

66. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中耦合機制藉

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

由在光學路徑中擾動形成。

67. 依據申請專利範圍第66項之光學系統, 其中耦合機制包含一組多個光柵。

68. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中具有不同色散特性之第三及第四光學路徑以傳輸光學訊號。

69. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中耦合機制包含耦合器以第一色散週期偏移光學訊號於第一及第二路徑之間以及耦合器以第二色散週期偏移光學訊號於第三及第四路徑之間。

70. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中第一光學路徑呈現出正值色散斜率以及第二光學路徑呈現出負值色散斜率。

71. 依據申請專利範圍第52項之光學系統, 其中第一及第二光學路徑呈現出色散斜率接近零。

72. 一種製造多心蕊光纖之方法以傳送具有減小光色散之光學訊號, 該方法包含下列步驟:

對準至少兩條玻璃心蕊桿件, 其折射率分佈彼此並不同;

以包層材料圍繞著玻璃心蕊桿件;

將包層材料融合至心蕊桿件以形成玻璃預製件; 以及

由具有至少兩條心蕊預製件抽拉出多心蕊光纖, 其彼此延伸出以及呈現出不同色散特性。

73. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中在光學訊號中央波長下第一心蕊呈現出正值色散以及第二心蕊呈現出負值

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

色散。

74. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中圍繞步驟包含以光學粉塵塗覆包層材料。

75. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中對準步驟包含將兩條心蕊桿件對準於玻璃桿件, 其折射率類似於外圍包層材料。

76. 依據申請專利範圍第75項之方法, 其中玻璃桿件支撐兩條心蕊桿件。

77. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中更進一步包含在以玻璃包層材料圍繞前黏附兩條心蕊桿件在一起之步驟。

78. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中更進一步包含在兩條心蕊間形成耦合。

79. 依據申請專利範圍第72項之方法, 其中更進一步包含塗覆刻度標記以產生角度性參考點於光纖上之步驟。

80. 一種對光色散補償之方法, 該色散加入於沿著光纖傳播之光學訊號, 該方法包含下列步驟:

導引訊號沿著光纖, 其排列成在訊號中央波長下具有相反符號色散特性之兩條平行光學路徑; 以及

耦合訊號來回於光纖兩條平行路徑連續部份之間使得照射訊號平均色散接近零色散。

81. 依據申請專利範圍第80項之方法, 其中耦合步驟包含偏移訊號於多心蕊光纖之不同心蕊間。

82. 依據申請專利範圍第80項之方法, 其中耦合步驟包含偏移訊號於多心蕊光纖之不同模間。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

83. 依據申請專利範圍第80項之方法, 其中耦合步驟包含正值地在路徑間不等間距處偏移訊號於兩條平行路徑之間。

84. 依據申請專利範圍第80項之方法, 其中耦合步驟包含排列平行路徑以傳輸持續相同時間之訊號。

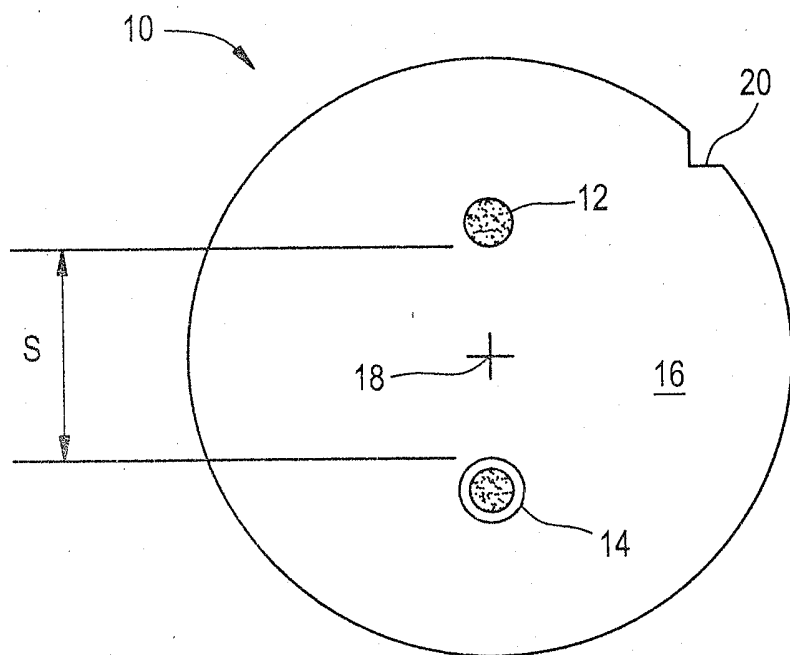
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

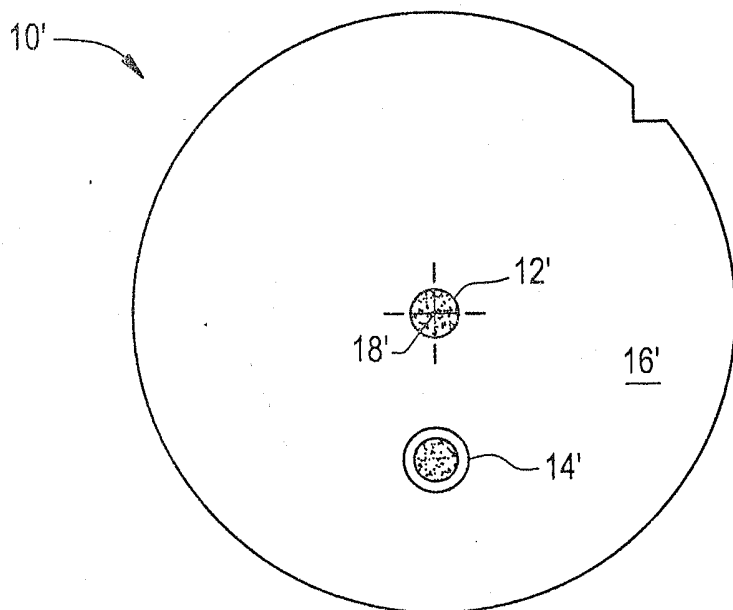
線

圖式

第一甲圖



第一乙圖



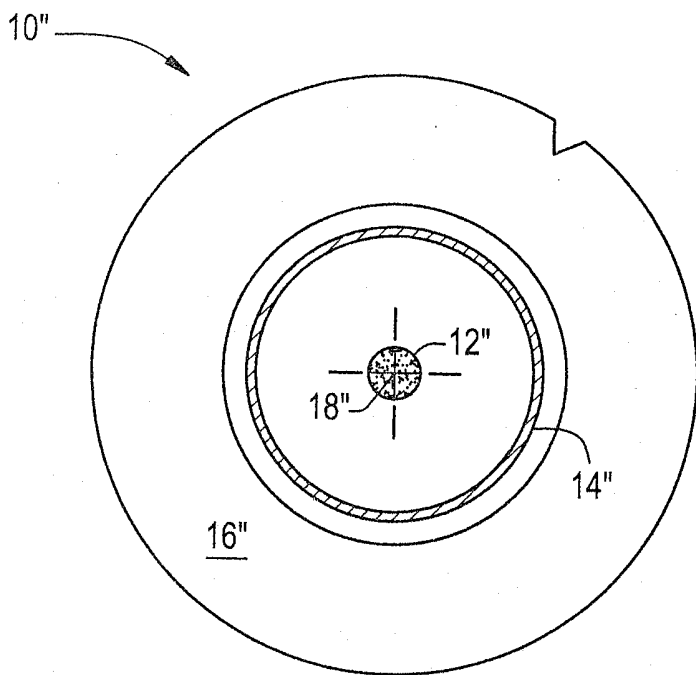
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

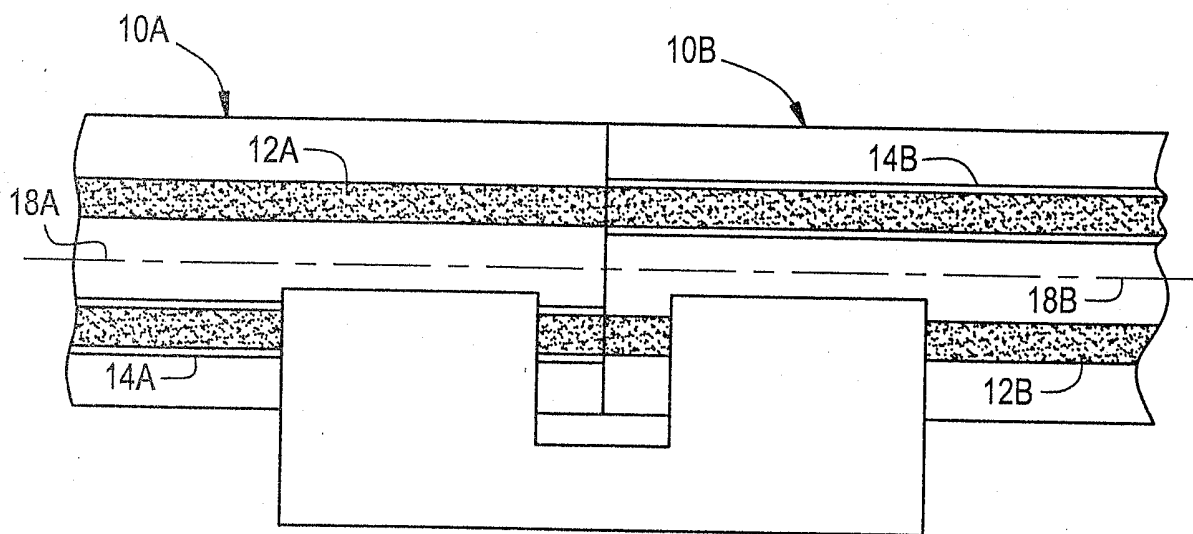
繪

圖式

第一丙圖



第二圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

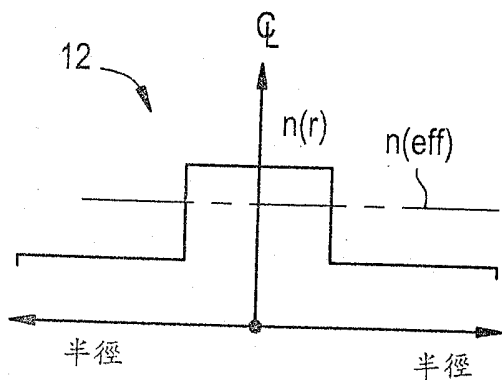
裝

訂

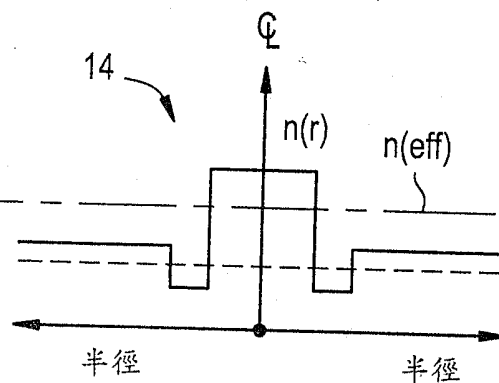
線

圖式

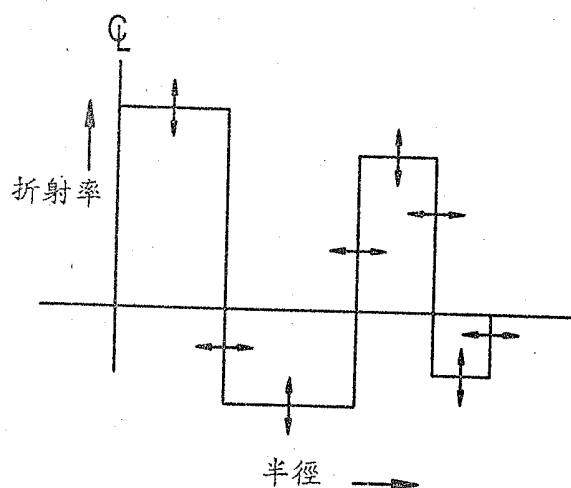
第三甲圖



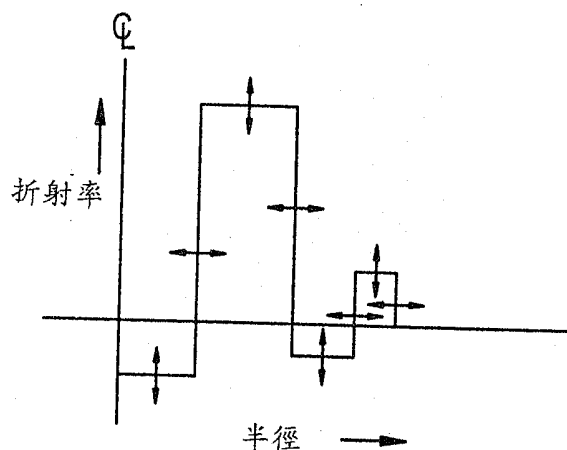
第三乙圖



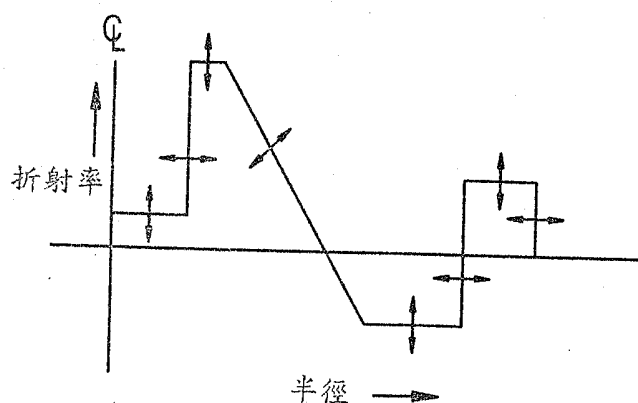
第三丙圖



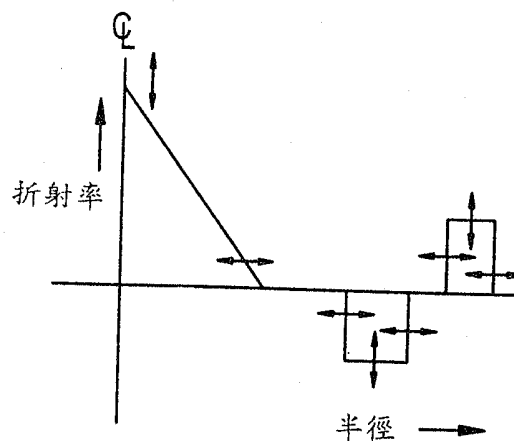
第三丁圖



第三戊圖



第三己圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

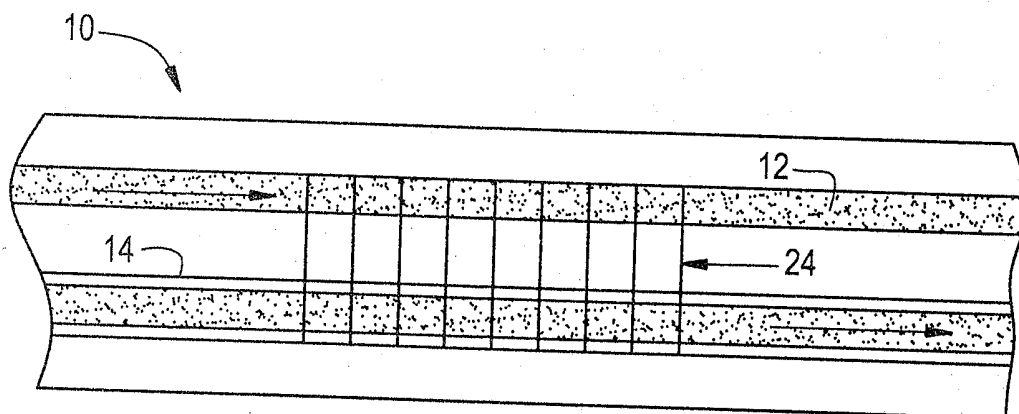
裝

訂

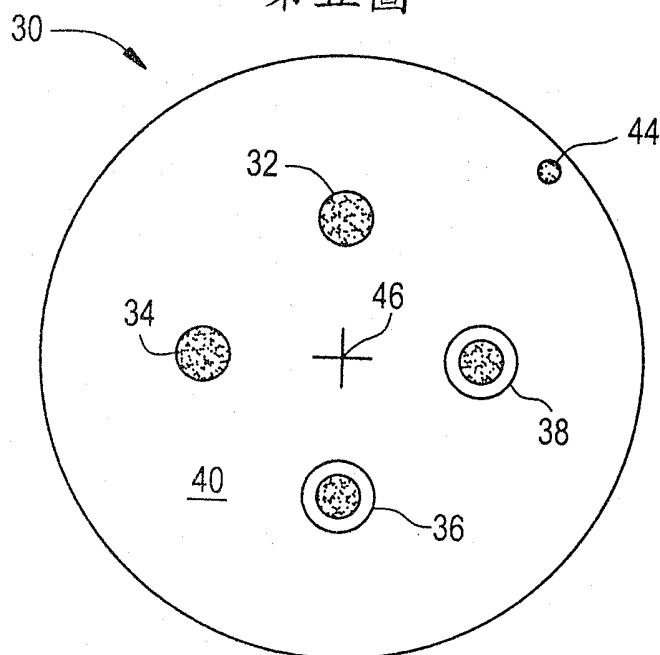
線

圖式

第四圖



第五圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

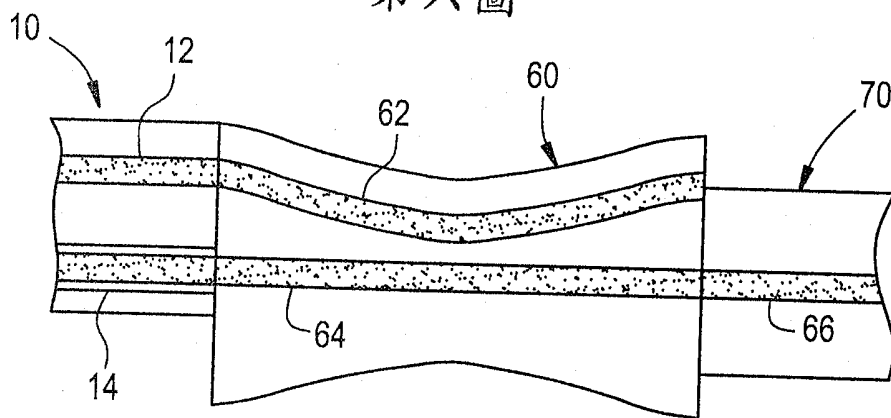
裝

訂

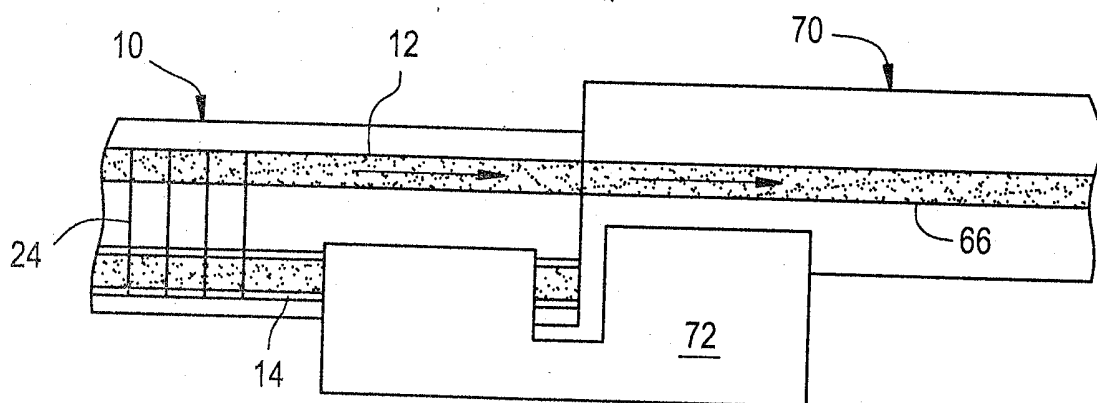
線

圖式

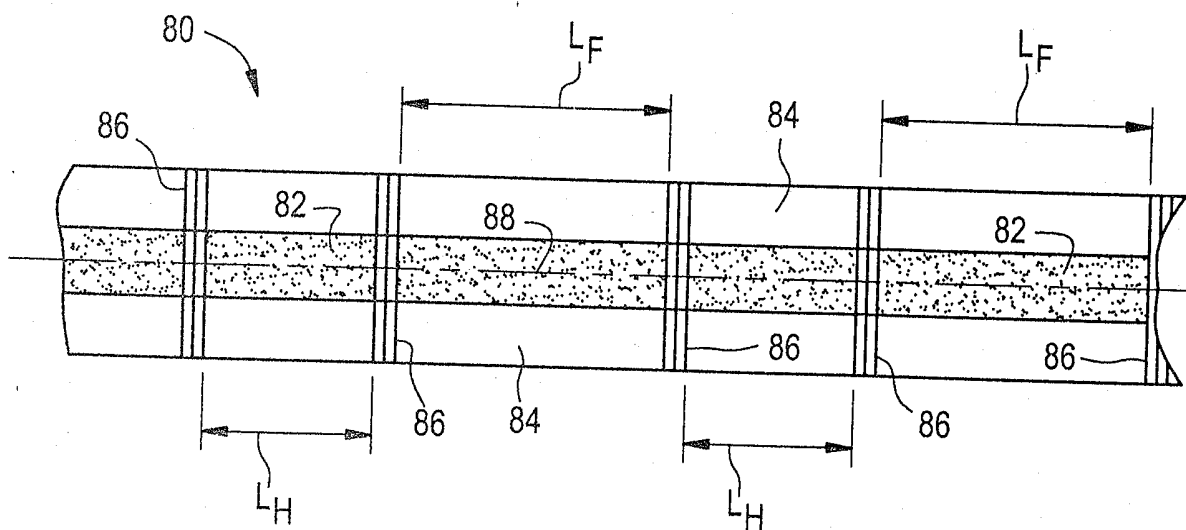
第六圖



第七圖



第八圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

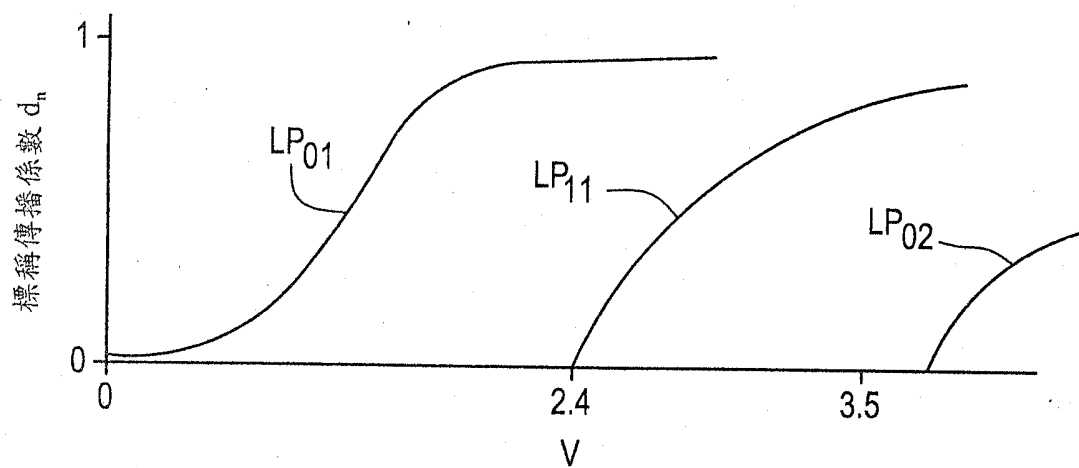
裝

訂

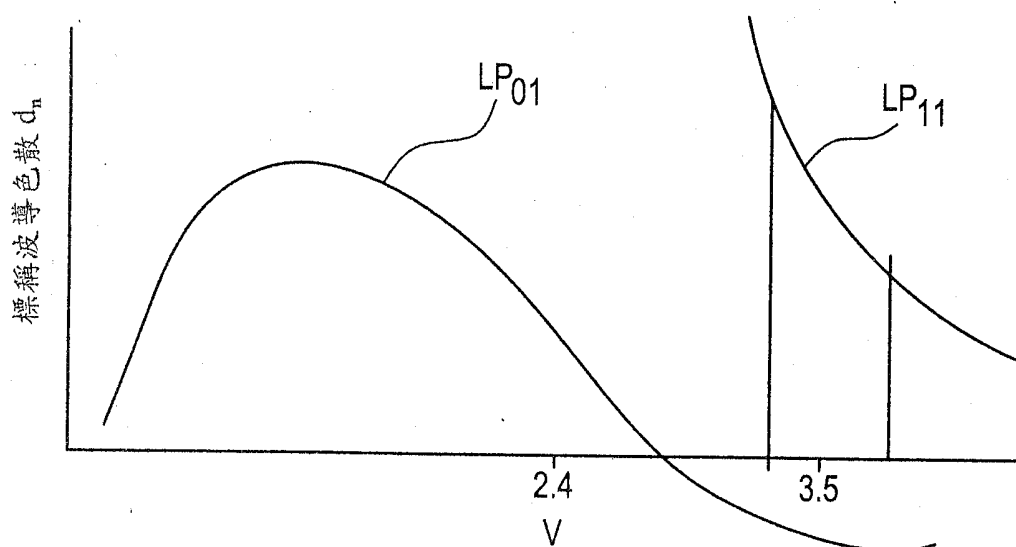
線

圖式

第九圖



第十圖



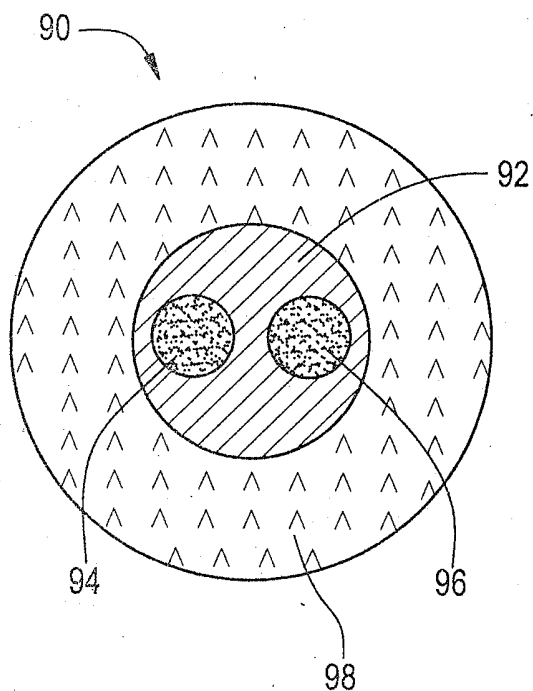
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

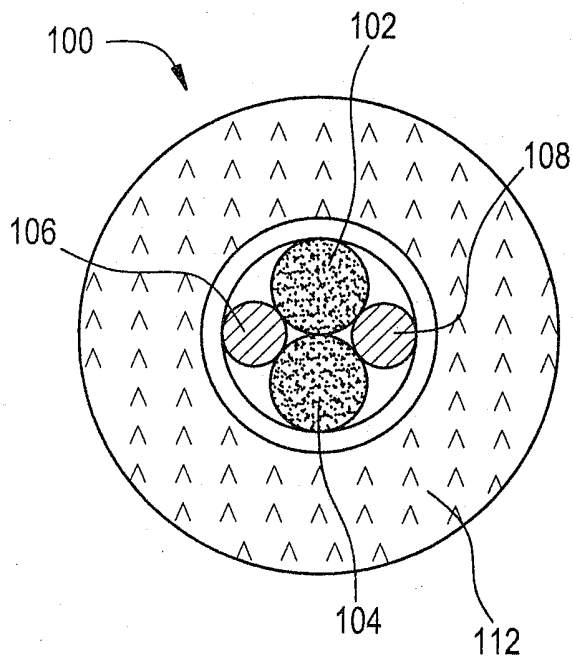
訂

圖式

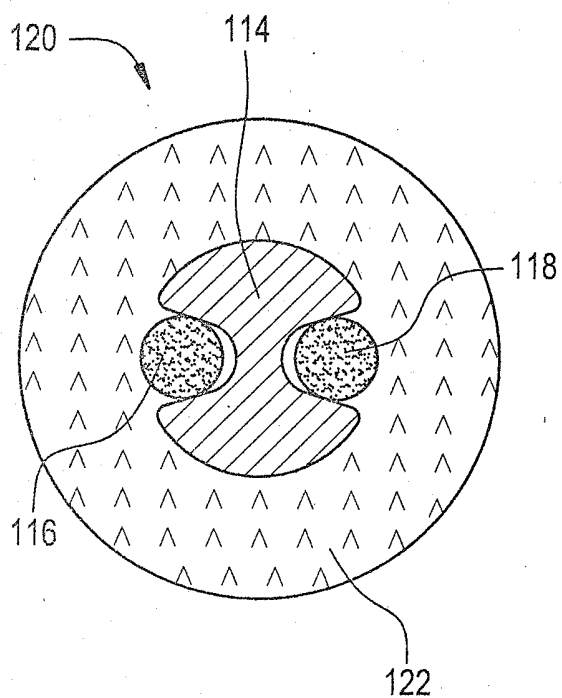
第十一圖



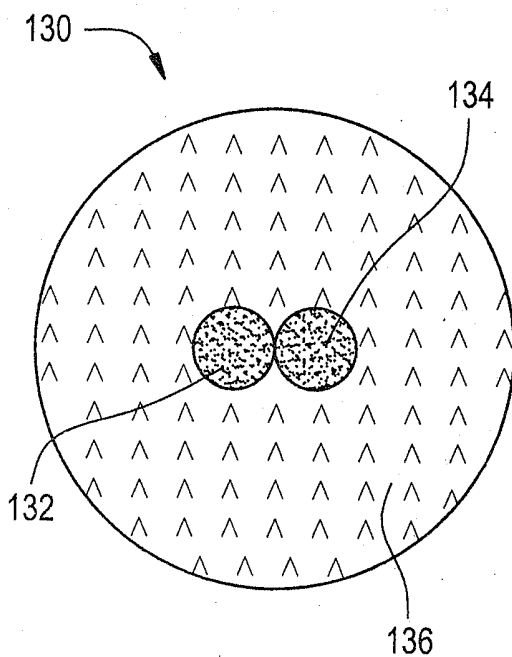
第十二圖



第十三圖



第十四圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)