

申請日期： 9/14/12	案號： 91108010
類別： 6202136/00	

(以上各欄由本局填註)

公告本

發明專利說明書

539875

一、發明名稱	中文	波長區分多工系統之色散管理線纜
	英文	Dispersion Managed Cable For WDM Systems
二、發明人	姓名 (中文)	1. 史考特羅伯森畢克漢 2. 米其布司凱 3. 吉米馬丁告苦辛基
	姓名 (英文)	1. Scott Robertson Bickham 2. Michael Bruce Cain 3. James Martin Grochocinski
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 英國
	住、居所	1. 美國紐約州康寧市東四街69號 2. 美國紐約州康寧市史偏色山路2514號 3. 英國查施特郡歐頓市義耳克路8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. Michaelsen



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

2001/03/20, 60/277, 312

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明背景：

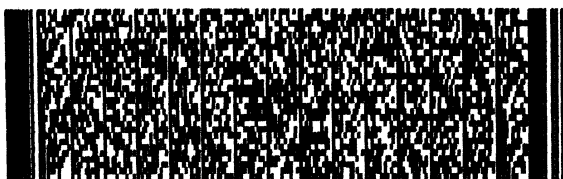
本發明一般係關於色散補償光學波導光纖通訊系統，以及特別是關於包含波長區分多工之通訊系統。

技術背景：

設計作為高數據速率下之操作以傳送通過至少數百公里之光學波導光纖通訊系統中，補償總色散已被認為有效方式以使系統減少所需要電子再發器之數目。總色散補償之觀念通常為將具有與具有主要傳送光纖總色散相反符號之補償波導光纖加入至系統內。(一般所使用之符號規定為假如較短波長之光線在波導中以較快速度運行快於較長光線之情況，則波導色散稱為正值)。

由於波長區分多工系統能夠在相同的波導光纖上適用較高數據速率，導入總色散斜率補償概念，即在一個波長範圍內總色散之補償。在一個波長範圍內完美之補償能夠藉由選擇補償光纖之總色散以及色散斜率分別為傳送光纖總色散以及色散斜率之相同倍數，同時具有與傳送光纖相反之符號。在補償光纖中總色散斜率之選擇能夠提供相等地補償系統操作波長範圍內每一訊號波長之總色散補償的能力。即實質上能夠對波長區分多工系統中提供每一頻道相同的總色散補償。

非線性光學效應能夠經由使用相當高有效面積之光學波導光纖而加以緩和，其高性能通訊系統中變為重要的。在特定色散補償系統中，能夠使用相當高及相當低有效面積之波導光纖。非線性效應能夠藉由放置低有效面積於



五、發明說明 (2)

訊號強度較低處而保持為最小值，因而非線性效應對系統性能具有較小的負面影響。

目前研究集中於波導纖維之組合，其包含使用大的有效面積傳送波導纖維，該波導光纖補償波長範圍內之總色散（總色散斜率補償）。由於總色散斜率補償光纖之折射率分佈設計通常並不包含大的有效面積，其發展方式為傳送光纖以及補償光纖最佳地放置以限制非線性效應以及補償光學波導系統操作波長範圍內之總色散。

有益的系統或線路為使用補償光纖，補償光纖具有總色散以及總色散斜率相當於傳送光纖相對參數相同的整數倍數。例如傳送光纖具有總色散為 D 以及總色散斜率為 S 能夠使用總色散為 $-2D$ 以及總色散斜率為 $-2S$ 光纖加以補償，但是在總傳送路徑多個區段之每一區段內系統中傳送光纖長度與補償光纖長度之比值 $2:1$ 。系統稱為完全地補償，因為系統所構成光纖的總色散與總色散斜率之比值 k 為相同的。該完全補償方式的缺點在於共同構成系統波導傳送路徑的補償區段之平均總色散為零。當波長區分多工訊號在具有零或接近零總色散之波導區段中耗費相當顯著的運行時間，非線性效應例如交互相調變以及四波相混會負面地影響系統性能以及提高實際位元錯誤率。

人們能夠藉由使用具有相同的總色散與總色散斜率比值之光纖調整傳送與補償波導光纖之長度比值有效地移除完美補償格式。不過該系統中存在一些缺點，因為傳送光纖或補償光纖之額外長度必需插入至系統內以移除累積總



五、發明說明 (3)

色散或累積總色散斜率。在每一區段或間距需要平均負值總色散之系統中，補償光纖為相當長而大於傳送光纖。實際上，較低有效面積之補償光纖位於部份系統中，其中訊號強度為相當高，因而非線性效應會更加明顯。在其他情況下，需要平均正值色散之系統中，需要長間距補償光纖以去除累積正值總色散以及正值總色散斜率，因而加入由於自相調變所導致之脈衝失真。另外一種方式使用補償光纖間距加入至設計以補償總色散，總色散斜率，或兩者之色散補償模組間距。該情況之缺點在於必需使用額外的光學放大器以偏移色散補償模組之訊號衰減。

因而存在一項構成系統間距補償格式之需求，其中間距具有總負值或淨正值平均總色散而不會產生先前補償技術相關之損失。本發明解決了該需求。

發明大要：

本發明一項係關於光學波導光纖通訊線路，其包含多個間距端部至端部光學地串連耦合。如該說明所使用，光學波導光纖係指將光線由光線訊號傳送器傳送至接收器之波導光纖的全部長度。人們了解該線路包含通訊系統中例如光學放大器，光學耦合器，或波長區分多工器。每一間距包含第一及第二光學波導光纖。這些波導光纖主要特徵在於在特定波長 λ 下總色散（波導以及材料色散總和）以及在包含線路操作波長 λ 之一個波長範圍內的總色散斜率。選擇各別第一及第二光學波導光纖之總色散斜率符號為相反。選擇各別總色散斜率之大小在波長 λ 間距範圍內能夠提



五、發明說明 (4)

供特定累積總色散。除此，選擇各別總色散斜率以在操作波長範圍內之波長下產生累積總色散為在 λ 情況下數值之 $\pm 10\%$ 或 $\pm 10\text{ps/nm}$ 之較大者。即量測單位為 ps/nm 之間距端部至端部的色散呈現出相同的數值，該數值在波長範圍內每一波長下之 $\pm 10\%$ 或 $\pm 10\text{ps/nm}$ 之較大值範圍內。間距將在波長範圍內加以補償。由通過一段波導光纖之訊號脈衝產生之色散即累積總色散為光纖總色散與光纖長度之乘積。

每一區段之總色散並不完全地加以補償，即在長度累積總色散，因為在本發明中總色散乘以第一及第二光纖長度之乘積並不相等。第一及第二光纖之各別總色散符號為相反的以提供每一區段之部份色散補償。第一以及第二光纖之總色散與總色散斜率之比值並不相等。

使用低衰減頻窗之矽石為主光學波導光纖的線路之操作波長範圍為 1480nm 至 1620nm 。

多個間距之線路的平均總色散的絕對值並不在包含零之範圍內。該線路平均總色散能夠以間距平均總色散加以定義。間距總色散定義為第一光纖之總色散乘以其長度加上第二光纖之總色散乘以其長度，其總和(累積總色散)再除以總間距之長度。線路平均總色散為包含於線路中構成多個間距之每一間距之各別平均總色散的總和除以間距的數目。

在本發明另一項實施例中，線路平均總色散之絕對值在 0.50ps/nm-km 至 4ps/nm-km 範圍內。在該範圍內之線路



五、發明說明 (5)

平均總色散有益地限制包含四波相混以及交互相調變之非線性現象。

本發明第一項之另外一個實施例包含具有零總色散斜率之色散補償模組，以及選擇總色散以補償線路之累積總色散。即色散補償模組具有累積總色散大小為相等以及符號與多個區段之累積總色散符號相反。依據上述所定義，間距之累積總色散為構成間距之每一光纖之總色散乘以長度的總和。在包含於線路中構成多個間距之所有光纖作加總。色散補償模組能夠光學地耦合於線路中任何地方。在補償模組中光纖有效面積為相當小情況下，在光學訊號強度相當低處即補償模組與線路中傳送器或放大器相隔相當遠處補償模組耦合至線路。補償模組最佳放置地點在雙階放大器間光纖長度之中央。

依據本發明第一項之實施例中，間距之第一光纖具有正值總色散以及間距第二光纖具有負值總色散。第二光纖之總色散具有總色散大小為小於第一光纖 2ps/nm-km 至 4ps/nm-km 範圍內。例如，第一光纖色散為 $+19\text{ps/nm/km}$ 以及第二色散為 -15 至 -17ps/nm/km 。該構造提供沿著線路之總色散為正值，在洲際光學通訊系統中為有益的條件。在相關實施例中，在間距中光纖負值總色散大小為較大而大於一個預定之數值例如 2ps/nm-km 至 4ps/nm-km 。例如，第一光纖色散為 $+19\text{ps/nm/km}$ 以及第二色散為 -23 至 -21ps/nm/km 。該構造提供沿著線路之總色散為負值，為特定系統中所需要之特性，例如在孤立訊號形式被抑制或調變不穩定性



五、發明說明 (6)

應該加以減小。在兩個實施例中，間距中光纖總色散斜率彼此相關為1至2範圍內之倍數。對於適當選擇第一及第二光纖之各別長度，各別總色散斜率間之關係能夠在操作波長範圍內作補償，其中在範圍內每一波長下能夠達成目標總色散在所需要誤差範圍內例如 $\pm 10\%$ 。

在本發明該項另外一個實施例中，每一間距中第一及第二光學波導光纖具有各別正值及負值之總色散以及總色散斜率。間距中第二光纖之總色散大小小於間距中第一光纖大小之兩倍，其相差數值在 2ps/nm-km 至 10ps/nm-km 範圍內。第二光纖總色散斜率之大小與第一光纖總色散斜率大小相關為1至2範圍內之倍數。在該構造中，構成線路之第二光纖之總長度為較小為適當選擇之倍數，對於線路操作波長範圍內之每一頻道總色散斜率能夠加以補償在所需要誤差範圍內。在相關實施例中，第二光纖總色散斜率與第一光纖相關為1至2範圍內之倍數，以及第二光纖之總色散大於第一光纖之總色散在 2ps/nm-km 至 10ps/nm-km 範圍內。對於第一及第二光學波導光纖，總色散以及總色散斜率之符號分別為正值以及負值。

在每一間距中第一光纖之總色散以及總色散斜率範圍特別有益之選擇分別為 17ps/nm-km 至 21ps/nm-km 以及 $0.05\text{ps/nm}^2\text{-km}$ 至 $0.08\text{ps/nm}^2\text{-km}$ 。

在第一項另外一個實施例中，色散補償模組在輸入處光學地耦合至線路，即線路之傳送端部。在線路操作範圍內選擇色散補償模組具有零色散斜率。選擇模組累積總色



五、發明說明 (7)

散符號與包含於線路中多個間距累積之總色散符號相反。該構造提供訊號色散初始之偏差。當訊號通過多個間距時，訊號色散變為接近零。在通過輸入端處色散補償模組以及多個間距後訊號中任何殘餘累積總色散能夠藉由光學地耦合另外一個具有零總色散以及預先決定累積總色散之色散補償模組至線路內減小為預先選擇之數值，其能夠選擇為零。

第一光纖模場直徑通常並不等於間距之第二光纖模場直徑，因為兩條光纖之折射率分佈並不相同。各別模場直徑之不相匹配導致於無法接受之高拼接或連接損耗。為了使該損耗減為最低，能夠使用第三光纖以作為拼接或連接界面(連接光纖)於間距的第一及第二光纖之間或將拼接或線路內其他拼接或連接處，在該處將拼接或連接不相等模場直徑之光纖。該連接光纖以及使用該連接光纖之方法已揭示於以及說明於2001年7月6日申請之美國第60/302,302號專利中，該專利名稱為"Method of Connecting Optical Fibers, an Optical Fiber Therefor and an Optical Fiber Span Therefrom"，該專利在此加入作為參考之用。

依據本發明第一項之實施例以及其他所揭示出以及說明實施例更進一步包含連接光纖於光纖間之拼接或連接處，其具有不相匹配之模場直徑。

本發明其他特性以及優點將以下列詳細說明揭示出，熟知此技術者可立即地可由該說明了解部份或藉由實施本發明而明瞭。



五、發明說明 (8)

人們了解先前一般說明以及下列詳細說明只作為本發明之範例，及作為提供概念或架構以了解本發明原理及特性。所包含附圖在於提供更進一步了解本發明，以及在此加入構成說明書一部份。附圖顯示出本發明各情況，隨同說明書作為解釋本發明原理以及操作。

詳細說明：

現在針對本發明優先實施例詳細說明，其範例顯示於附圖中。儘可能地，所有附圖中相同的參考數字表示相同或類似的部份。本發明光學波導光纖通訊線路之範例性實施例顯示於圖1中。波導光纖間距包含第一光纖2以及第二光纖4。第一光纖2及第二光纖4主要特徵在於總色散以及總色散斜率。補償藉由選擇第一光纖2之總色散以及總色散斜率與第二光纖4之總色散以及總色散斜率符號相反。特別地，光纖2之總色散斜率與光纖4相關，使得總色散能夠在一個波長範圍內例如在波長區分多工系統之操作波長範圍內相等地加以補償。

第一光纖之總色散與總色散斜率的比值 K 與第二光纖4不同。

通訊線路由多個間距3所構成，其光學地連接至光學訊號傳送器6至光學接收器8。人們了解在本發明線路上能夠以兩種方式傳送。圖1元件6及8能夠為傳送器以及接收器。元件6及8亦能夠包含業界已知的裝置以改善線路性能，例如產生波長區分多工以及解多工之裝置。

圖2顯示本發明通訊線路之另外一個實施例。圖1及2



五、發明說明 (9)

實施例共同元件以相同的數目表示。圖2間距包含光纖2及4提供傳送裝置6與接收裝置8間之光學路徑。色散補償模組10在輸入端部處即在接近傳送器6之端部光學地耦合至線路。選擇色散補償模組10具有零總色散斜率,使得補償模組10對總色散斜率補償並不會產生影響。選擇模組10累積總色散符號與每一間距3中總色散累積所導致之線路累積總色散符號相反。線路累積總色散以ps/nm為單位為各別間距3累積色散加上補償模組10累積總色散之和。在每一間距中累積之色散為光纖2長度乘以光纖2總色散以及光纖4長度乘以光纖4總色散之和。藉由放置補償模組10於線路輸入處,光學訊號脈衝在進入第一間距前被色散。當光學訊號通過每一路徑時由於選擇模組10累積總色散之符號,減小脈衝之色散。在理想情況下,在接收器8處線路之端部處或接近該端部處光學訊號脈衝之色散接近零,或在一些情況為 $0 \pm 100 \text{ ps/nm}$ 。假如光學脈衝在離開線路最終間距後色散並不是零,第二色散補償模組10'能夠包含於線路中於接收器8之線路輸出端部處或在線路中中間位置處如色散補償模組10"所示。

圖1及圖2線路構造提供光學訊號脈衝之傳送路徑,其中光學訊號運行於大部份具有非零總色散之光纖間距中,該部份並不小於總線路長度之0.9。同時,總色散斜率能夠在線路操作波長範圍內以預先決定目標值內加以補償。適當選擇補償模組10避免需要額外的補償模組10'及10"。這些模組有時為有用的,因為在實際裝置時,間距長度永久地



五、發明說明 (10)

為最佳化以提供線路所需要之累積總色散。例如，發生偏離理想的間距長度可能由於按裝線纜出口地點之間距而發生。

連接光纖12有益地使用於拼接處或不相匹配光纖連接點處，例如在光纖2及4之間，其顯示顯示於圖2中A處。在設計補償光纖4中，均嘗試將波導光纖性質最佳化使得使用於線路中光纖4之長度不會負面影響線路裝置或操作。不過，在這些情況中，光纖2及4之各別模場直徑間存在並不相匹配，連接光纖為有效地將由於該不相匹配所導致之拼接損耗減為最低。

線路範例：

現在參考圖2，模擬通訊線路，其包含十個間距，每一間距長度為80公里，以及色散補償模組10光學地耦合至線路於輸入端部處。每一間距包含第一光纖2長度為40公里及第二光纖4長度為40公里。在1535nm下光纖2具有總色散為18.7ps/nm-km，在1535nm至1561nm操作頻窗範圍內總色散斜率為0.06ps/nm²-km。其提供k值為312。光纖4在1535nm下具有總色散為-15.7ps/nm-km以及在1535nm至1561nm操作頻窗範圍內總色散斜率為-0.06ps/nm²-km。其提供光纖k值為262。在該範例中第一光纖總色散斜率與第二光纖總色散斜率間倍數關係為1。色散補償模組10累積總色散為-1200ps/nm以及零色散斜率。

該通訊線路之性能能夠針對圖3加以說明，其為線路色散與線路長度之關係曲線圖。在圖3中，考慮第一組由菱形



五、發明說明 (11)

表示之點20, 其顯示在1535nm之線路特性。每一間距累積總色散與長度間之關係由相當於光纖2之正值總色散的上昇部份14, 及相當於光纖4之負值總色散下降部份16表示。

單一間距之特性為:

平均總色散- $\{(40 \text{ 公里} \times 18.7 \text{ ps/nm-km}) + (40 \text{ 公里} \times -15.7 \text{ ps/nm-km})\} / 80 \text{ 公里} = 1.5 \text{ ps/nm/km};$

累積總色散- $\{(40 \text{ 公里} \times 18.7 \text{ ps/nm-km}) + (40 \text{ 公里} \times -15.7 \text{ ps/nm-km})\} / 80 \text{ 公里} = 120 \text{ ps/nm/km};$ 以及

平均總色散斜率- $\{(40 \text{ 公里} \times 0.06 \text{ ps/nm}^2\text{-km}) + (40 \text{ 公里} \times -0.06 \text{ ps/nm}^2\text{-km})\} / 80 \text{ 公里} = 0 \text{ ps/nm}^2。$

補償模組之累積總色散-1200ps/nm大小相等以及符號與線路累積總色散(10間距 $\times$ 120ps/nm/間距=1200ps/nm)相反, 因而並不需要額外的補償模組10' 或10" 以減小累積線路總色散至所需要之數值。

在1561nm下範例系統之性能顯示為方形點18。為了點18顯示於表中, 模擬數據偏移200ps/nm。在1561nm下系統性能之模擬計算說明類似於1535nm下系統情況。當間距中光纖長度以及間距數目相同情況時, 在兩個範例波長下總色散斜率為相同的。在1561nm下總色散發現為1535nm下總色散斜率乘以波長之差值(在本情況下為26nm), 以及將該結果加入至總色散。

連接表示1535nm情況或1561nm情況點之直線在800公里間距長度範圍內與劉總色散直線相交9次。在已知總色散大小為18.7至15.7ps/nm-km下, 對於每一相交小於100m



五、發明說明 (12)

情況，每一相交處訊號產生總色散為小於 0.5ps/nm-km 。因而四波相混或交互相調變效應非常顯著之800公里長度部份可忽略。由於這些效應所導致脈衝失真因而可忽略。除此，在線路中光學功率相當低處將發生交互作用，而更進一步限制非線性之效應。

間距範例：

數條光纖中之一條光纖總色散些微變化的影響能夠參考圖4而看出，該圖為兩個光纖間距波長與累積間距總色散關係曲線圖，兩條光纖總色散斜率大小相等之第一情況為曲線22，以及總色散斜率大小些微地不相同之第二情況為曲線24。

考慮曲線22之排列，第一光纖在 1550nm 下具有正值總色散斜率為 18.7ps/nm-km ，在 1500nm 至 1650nm 操作波長範圍內正值斜率為 $0.06\text{ps/nm}^2\text{-km}$ ，以及長度為40公里。第二光纖在 1550nm 下具有負值總色散斜率為 -16.3ps/nm-km ，在相同的操作波長範圍內正值斜率為 $-0.06\text{ps/nm}^2\text{-km}$ ，以及長度為40公里。類似於上述範例線路中之計算，在 1550nm 下累積間距總色散為 96ps/nm 。在 1500nm 下，累積間距色散藉由使用總色散斜率調整每一光纖總色散而計算出。由於第一及第二光纖之各別總色散斜率大小為相等的，在 1500nm 下累積間距總色散為 96ps/nm 。該間距累積總色散相同的數值發現於在一些波長處，在該每一波長下第一及第二光纖各別總色散大小為相同的。此形態可稱為完美的斜率補償，如水平曲線22所示。



五、發明說明 (13)

在範例第二排列中所有光纖參數與第一排列情況相同，除了在圖示波長範圍內第二光纖斜率採用 $-0.07\text{ps/nm}^2\text{-km}$ 。在該情況下，總色散斜率補償並非完美的，其產生曲線24，其在 1500nm 下累積總色散為 116ps/nm 以及在 1600nm 下則為 76ps/nm 。在該第二排列中，在 1525nm 至 1575nm 波長範圍內總色散斜率補償在目標值 96ps/nm 之 $\pm 10\%$ 範圍內。因而依據本發明總色散斜率之補償能夠使用具有相當大參數變化之光學波導光纖而達成，該參數變化由於製造，線纜化，或裝置所導致。

具有作為本發明通訊線路功能特性的補償光纖顯示於下列表中。

表

1550nm之總色散 ps/nm-km	1550nm之斜率 ps/nm ² -km	k 值 nm	有效面積 平方微米
-16.7	-0.06	278	30
-46.0	-0.12	383	25

熟知此技術者能夠對本發明作出各種變化及改變而並不會脫離本發明之精神及範圍。本發明各種變化及改變均包含於下列申請專利範圍以及其同等物之範圍內。



圖式簡單說明

第一圖(圖1)顯示出本發明包含線路中之間距。

第二圖(圖2)顯示出依據本發明之線路,其中包含間距,輸入色散補償模組,以及另外一個色散補償模組。

第三圖(圖3)為使用本發明補償光纖之線路長度與線路總色散曲線圖。

第四圖(圖4)為間距累積總色散與波長之關係曲線圖。

附圖元件數字符號說明:

光纖 2, 4; 間距 3; 傳送器 6; 接收器 8; 色散補償模組 10, 10', 10"; 連接光纖 12; 上昇部份 14; 下降部份 16; 方形點為系統在1561nm下之性能 18 菱形點為系統在1535nm下之性能 20; 曲線 22, 24。



四、中文發明摘要 (發明之名稱：波長區分多工系統之色散管理線纜)

本發明揭示出包含多個間距之通訊系統線路，每一間距具有傳送光纖以及補償光纖。選擇補償光纖完全地補償色散斜率同時只部份地補償總色散。該構造在操作波長範圍內補償色散同時提供具有非零色散之傳送路徑。

英文發明摘要 (發明之名稱：Dispersion Managed Cable For WDM Systems)

Disclosed is a telecommunications system link that includes plurality of spans each having a transmission fiber and a compensating fiber. The compensating fiber is selected to completely compensate dispersion slope while only partially compensating total dispersion. This configuration compensates dispersion over an operating wavelength range while at the same time providing a transmission path having non-zero dispersion.



六、申請專利範圍

1. 一種具有操作波長範圍之光學波導光纖通訊線路，其包含：

多個串連排列之光學耦合的間距，每一間距包含在操作波長範圍內之波長 λ 下具有第一總色散與在操作波長範圍內具有第一總色散斜率之第一光學波導光纖，以及在波長 λ 下具有第二總色散與在操作波長範圍內具有第二總色散斜率之第二光學波導光纖，第二光學波導光纖光學地串連排列地連接至第一光學波導光纖，其中

第一總色散之符號與第二總色散之符號相反；

第一總色散斜率之符號與第二總色散斜率之符號相反；

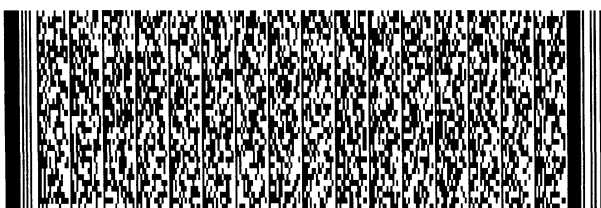
在波長 λ 下以及在操作波長範圍內每一波長下選擇各別第一及第二總色散斜率使每一間距產生累積總色散，該累積總色散之數值在波長 λ 下間距累積總色散 $\pm 10\%$ 範圍內，以及

在波長 λ 下第一總色散與第一總色散斜率的比值並不等於在波長 λ 下第二總色散與第二總色散斜率的比值。

2. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中多個串連排列地光學耦合之間距在操作波長範圍內每一波長下具有平均總色散，平均總色散絕對值位於並不包含零之範圍內。

3. 依據申請專利範圍第2項之光學波導光纖通訊線路，其中多個間距之平均總色散絕對值在 0.50ps/nm-km 至 4ps/nm-km 範圍內。

4. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中



六、申請專利範圍

線路之操作波長範圍為1480nm至1620nm。

5. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中多個間距具有累積總色散，該線路更進一步包含色散補償模組以串連排列地光學連接至多個間距，色散補償模組具有非零色散斜率以及累積總色散，其中色散補償模組之累積色散與多個間距的累積色散之大小相等而符號相反。
6. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中第一光學波導光纖具有正值總色散，第二光學波導光纖具有負值總色散，其大小小於第一光學波導光纖之總色散使得線路之總色散為正值以及具有平均值在 2ps/nm-km 至 4ps/nm-km 範圍內以及第一與第二光學波導光纖之總色散斜率彼此為1至2之倍數的關係。
7. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中第一光學波導光纖具有正值總色散，第二光學波導光纖具有負值總色散，其大小大於第一光學波導光纖之總色散大小，兩者相差在 2ps/nm-km 至 4ps/nm-km 範圍內及第一與第二光學波導光纖之總色散斜率彼此為1至2之倍數的關係。
8. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中第一光學波導光纖具有正值總色散以及總色散斜率，其大小小於第一光學波導光纖之總色散大小，兩者相差在 2ps/nm-km 至 10ps/nm-km 範圍內以及第二光學波導光纖之總色散斜率為第一光學波導光纖之總色散斜率的倍數，該倍數為1至2倍之範圍內。
9. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中



六、申請專利範圍

第一光學波導光纖具有正值總色散，第二光學波導光纖具有負值總色散，其大小小於第一光學波導光纖之總色散大小的二倍，兩者相差在 2ps/nm-km 至 10ps/nm-km 範圍內以及第二光學波導光纖之總色散斜率為第一光學波導光纖之總色散斜率的倍數，該倍數為1至2倍之範圍內。

10. 依據申請專利範圍第5, 6, 7, 8或9項任何一項之光學波導光纖通訊線路，其中第一光學波導光纖具有總色散在 17ps/nm-km 至 21ps/nm-km 範圍內以及總色散斜率在 $0.05\text{ps/nm}^2\text{-km}$ 至 $0.08\text{ps/nm}^2\text{-km}$ 範圍內。

11. 依據申請專利範圍第1項之光學波導光纖通訊線路，其中線路具有輸入端部，線路更進一步包含色散補償模組串連排列地光學耦合至線路輸入端部，色散補償模組具有非零累積總色散，其符號與多個間距之累積色散符號相反以及總色散斜率為零。

12. 依據申請專利範圍第11項之光學波導光纖通訊線路，其中累積總色散以及更進一步包含第二色散補償模組串連排列地光學耦合至多個間距，第二色散補償模組具有選擇之累積總色散大小及符號以使線路累積總色散為零。

13. 依據申請專利範圍第1, 5, 6, 7, 8, 9或11項任何一項之光學波導光纖通訊線路，其中更進一步包含連接光纖串連排列地光學耦合至線路於線路中多個位置處，在該處拼接或連接不同模場直徑之光纖。

14. 一種具有操作波長範圍之光學波導光纖通訊線路，其包含：



六、申請專利範圍

多個串連排列地光學耦合之間距，每一間距包含在操作波長範圍內之波長 λ 下具有第一總色散與在操作波長範圍內具有第一總色散斜率之第一光學波導光纖，以及在波長 λ 下具有第二總色散與在操作波長範圍內具有第二總色散斜率之第二光學波導光纖，第二光學波導光纖光學地串連排列地連接至第一光學波導光纖，其中

第一總色散之符號與第二總色散之符號相反；

第一總色散斜率之符號與第二總色散斜率之符號相反；

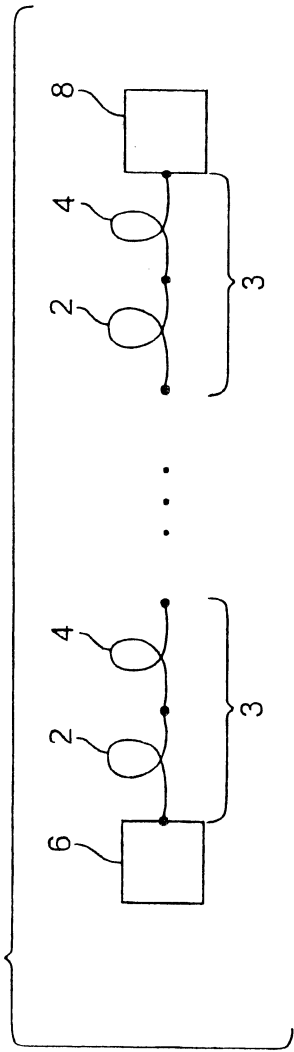
在操作波長範圍內每一波長下選擇各別第一及第二總色散斜率使每一間距產生累積總色散在 $\pm 10\text{ps/nm}$ 範圍內，及

第一總色散與第一總色散斜率的比值並不等於第二總色散與第二總色散斜率的比值。

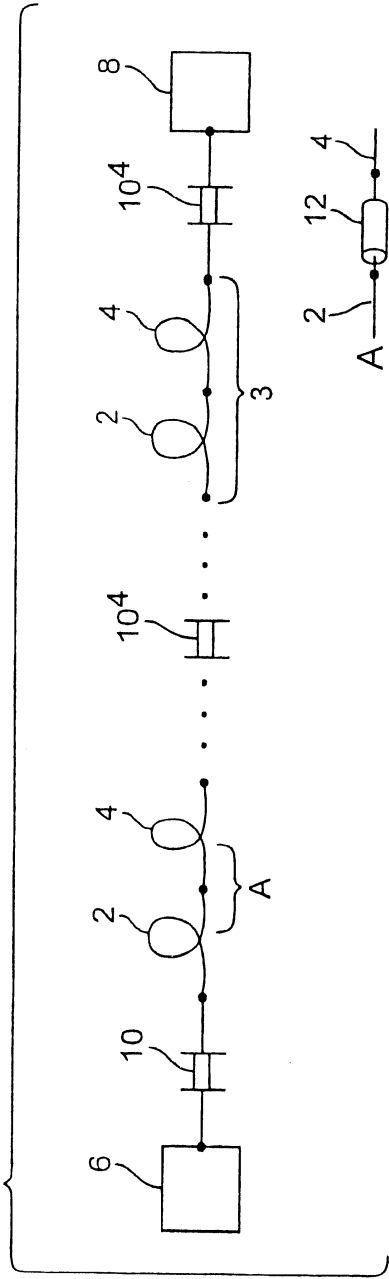


圖式

第一圖



第二圖

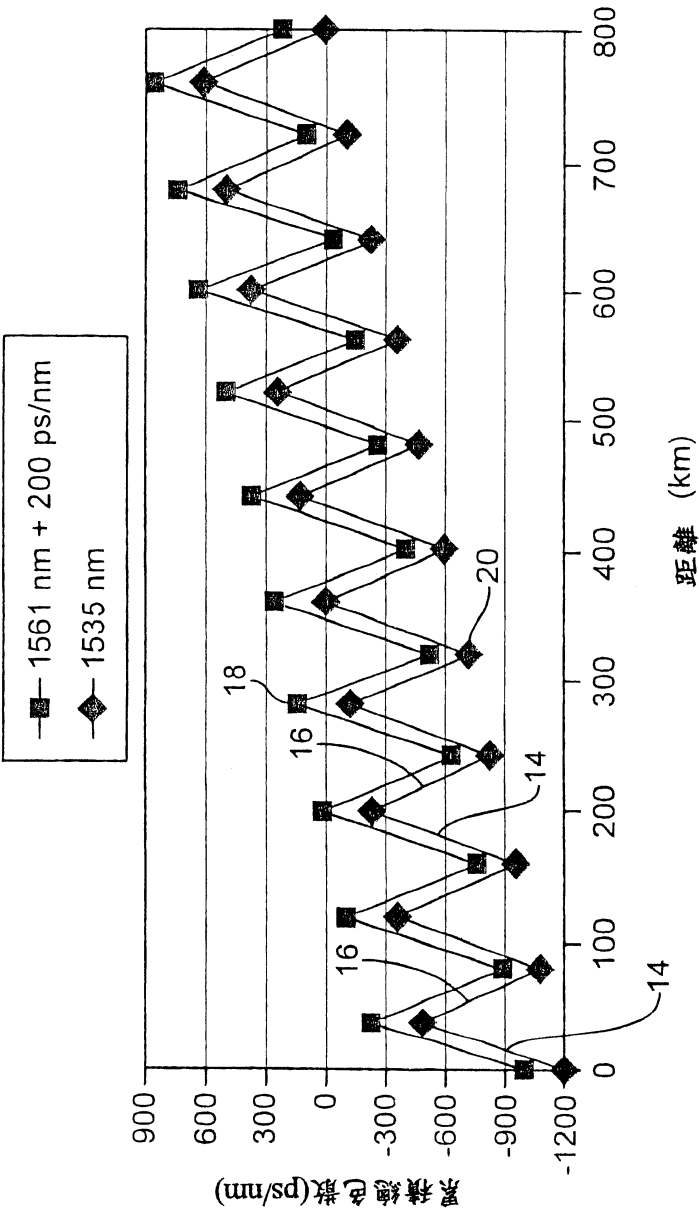


(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

圖式

第三圖

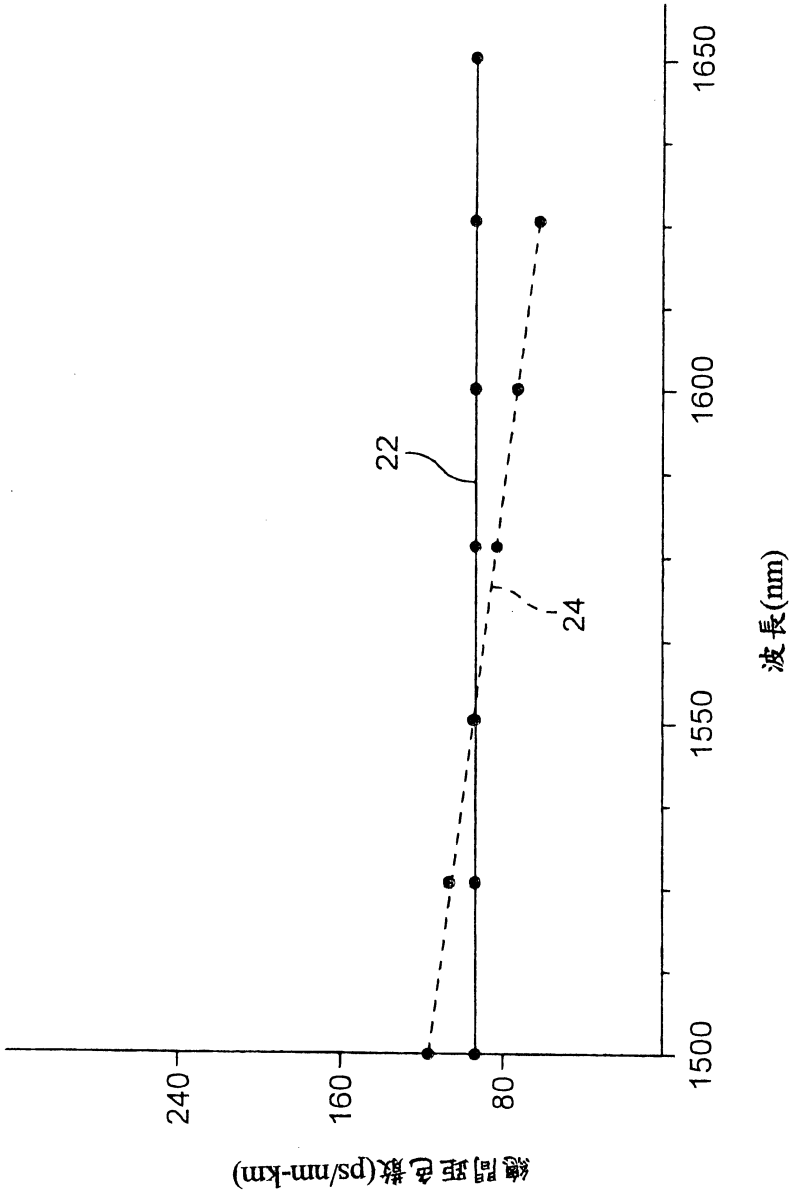


(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

圖式

第四圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂