

310505



申請日期	85. 5. 06.
案 號	85105372
類 別	H04B 10/18 Int. Cl.

A4
C4

310505

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	於具有前饋線性化之光纖鏈路中消除失真分量
	英 文	"CANCELLATION OF DISTORTION COMPONENTS IN A FIBER OPTIC LINK WITH FEED-FORWARD LINEARIZATION"
二、發明 人	姓 名	甘尼斯·K·哥波拉瑞斯恩
	國 籍	印度
	住、居所	美國賓州杭亭頓谷市米德溪路134號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商德來懷通用儀器公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國伊利諾州芝加哥市西拜諾爾大道8770號13樓
	代 表 人 姓 名	哈洛德·姆·柯斯伯吉

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝

訂

線

310505

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期：1996.2.23 案號：08/605,989，☐有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明背景

本發明有關於光纖通信系統，尤其是在一外部調變的，前饋線性化的類比有線電視(CATV)鏈路中補償光纖感生之失真的技術。

各種通信系統如CATV系統目前均經由同軸線纜分配資訊信號，在這種通信系統中以光纖傳輸線路取代同軸線纜成為最高優先之事。產生單一模式之光纖可支應極大的頻帶寬度並具較低的衰減度，因此，一光纖分配系統或一光纖與同軸線纜之混合式與傳統同軸線纜系統相比時可在一具競爭性的成本下提供實質上增進的性能。

在一CATV系統中，所要傳遞的資訊是含在射頻(RF)電視信號中，在分配有線電視信號時最好使用含有調幅的殘邊帶(AM-VSB)副載波之電視信號，因為此種格式與國家電視標準委員會(NTSC)之標準相容，且能在既定頻寬內使頻道數目增加。電視信號之AM-VSB傳輸需要至少40 dB的載波對雜訊比值(CNR)，最好是60 dB，以產生清晰的收視。

而且，商用的稀土光纖放大器之出現，如摻雜鉕的光纖放大器(EDFA)，已導致考慮在1550 nm光學波長下傳輸AM-VSB電視信號之系統，該波長為EDFAs的工作波長。但是，目前所裝的大部分光纖鏈路均使用在1310 nm附近具最低散離波長之光纖。在類比通信系統中，以此種光纖鏈路傳輸1550 nm信號因光纖離散作用之故不是最好。此外，以較大的光學功率(如可用EDFA所產生者)照射光纖則

五、發明說明(2)

引入了自身相位調變，此與光纖離散結合造成了高位準之複合二次(CSO)離散。鏈路發射器這邊所傳輸的特別AM-VSB信號也造成失真。此外，外部調變器如Mach-Zehnder調變器會呈現殘餘嘯叫聲，此一現象是因Mach-Zehnder構造的兩支路間非對稱的場重疊而造成，使所傳輸之光波產生相位調變。

另外，光纖中的離散可能有好幾種。用以載運光線的電介質如光纖並非全然透明，比方說，玻璃大約在光譜的可見光範圍內透明，但吸收紫外線與紅外線。光線之傳播特性以吸收係數 α 及傳播常數 β 表現，因此光波的強度隨著距離 z 根據因數 $e^{-\alpha z}$ 而衰減，相位則隨著距離 z 根據因數 β 而改變。

離散之特徵是隨著所傳輸的輻射波長 λ 或頻率 ν 之函數而改變光纖的靈敏度 χ 、折射率 n 以及光速 c 。靈敏度 χ 與光纖的介電係數 ϵ 有關，根據式子 $\epsilon = \epsilon_0(1 + \chi)$ ，其中 ϵ_0 為自由空間的介電係數。折射率 n 為自由空間的光速 c_0 與光纖中光速 c 的比值，即 $n = c_0/c$ 。

因此一離散性介質會使光脈衝加寬，因為光線中不同頻率分量以不同速度行進，結果，脈衝在一增加的、較寬的時段中載運。而且，當傳播距離增加時，離散也會增加。自由空間波長為 λ_0 之光脈衝在光纖中以 $v = c_0/N$ 之速度行進， v 為群速度， $N = n - \lambda_0 \frac{dn}{d\lambda_0}$ 為群折射率。於是，脈衝以每單位距離 $|D_\lambda| \sigma_\lambda$ 秒之速率加寬，其中 σ_λ 為光線的光譜寬度，而 $D_\lambda = -(\lambda_0/c_0) d^2n/d^2\lambda_0$ 為離散係數。

五、發明說明 (3)

或者，以頻率 ν 來說，離散係數為 $D_\nu = -(\lambda^3/c^2) d^2n/d\lambda^2$ ，因為 $D_\lambda d\lambda = D_\nu d\nu$ 。對於光纖中的脈衝傳播， D_λ 一般以單位 ps/km-nm (每公里光纖長度每毫微米光譜寬度之微微秒時間散佈) 量度，而 D_ν 則以單位 sec/m-Hz 量度。比方說，在 $\lambda = 1550$ nm，傳統單一模式光纖如 Corning Incorporated of Corning (紐約) 所產製之 SMF-28TM 其 $D_\lambda = 17$ ps/km-nm，SMF-28TM 之零離散波長為 1310 nm。 σ_λ 是以每單位距離每單位光譜寬度之波長加寬單位 (即 sec-nm/m) 量度。

而且，離散可以是規則的或不規則的。以規則的離散 ($D_\nu > 0$) 而言，較高頻率分量比較低頻率分量需要較長的行進時間，就不規則離散 ($D_\nu < 0$) 來說，較高頻率分量行進時間較短。在一般光纖應用中，以紅外線 1550 nm 而言，則產生規則的離散。

在光纖通信系統中有四種離散源，即模式離散、材料離散、波導離散及非線性離散。在多模式光纖中，折射率是徑向變化的，於是發生模式離散，因為不同模式在光纖徑向上不同的群速度 v_q 所致。因此，一單模式光脈衝進入一長度 L 之多模式光纖將展開成為 M 個分開的脈衝，分開的時間為 $\tau = L/v_q$ ，其中 M 為模式總數。結果，為避免模式雜訊，單一模式光纖一般用在 CATV 之應用上。

材料離散是因光纖材料折射率 (n) 之波長相依性造成。比方說，即使一單模式光纖具有均一的折射率，但具有不同頻率分量之光脈衝也會因光譜分量的不同群速度 v 而在光纖中產生光譜寬度之擴展。光譜寬度為 σ_λ 之光脈衝的時

(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)

間性寬度在光纖中行進一距離 L 後，其與離散係數 D_λ 之關係為 $\sigma_\tau = |D_\lambda| \sigma_\lambda L$ 。

波導離散為光纖相對尺寸及所傳輸之光脈衝波長之函數。波導離散在單模式光纖中特別重要，其中設有多模式離散，且具有使材料離散相當小的 λ 。因為光纖之核心與包層中的相速度不同，所以場分佈為核心半徑對光脈衝波長比值 a/λ_0 之函數。因波導離散而產生的時間性脈衝加寬為 $|D_w| \sigma_\lambda L$ ，其中 D_w 為波導離散係數，其定義為 $D_w = -(1/2\pi c_0)V^2 d^2\beta/DV^2$ ， β 為光脈衝之傳播常數， V 為光纖特性參數，根據 $V=2\pi(a/\lambda_0)NA$ 之式子，其中 NA 為光纖的孔徑數值。

對於非線性離散，所傳輸光脈衝之形狀隨脈衝強度 I （即振幅）之函數而改變。當光線強度十分高時，折射率 n 變成與強度有關，並呈現非線性特性，即脈衝的高強度部分將呈現相位偏移，與低強度部分不同，於是也將脈衝不同部分的頻率偏移不同的量，結果改變了脈衝形狀。

明確地說，一非線性電介質在光線行進於介質中之極化密度 P 與電場 E 之間呈現非線性關係，其中 P 與 E 可隨時間變化。在一線性介質中， $P=\epsilon_0\chi E$ 。非線性的現象是因偶極矩 p 或偶極矩 N 的密度數目之變化所造成的，其中 $P=Np$ 。當 E 很小時 p 與 E 間的關係為線性，但當 E 到達 10^5 至 10^8 伏特/米時（相當於原子間的電場），則變成非線性。此外，當光纖中原子數佔據光線之吸收與放射能階時， N 與 E 間的關係為非線性，而與光線強度有關，如雷射即是。

五、發明說明(5)

不過，因為外部施加的光學電場 E 與光纖中之原子間或晶格電場相比一般甚弱，所以極化密度 P 與電場 E 間的非線性也相當弱。此即若 E 很小，則 $E=0$ 附近之泰勒級數展開式造成 $P=a_1E+1/2 a_2E^2+1/6 a_3E^3+\dots$ 之關係，其中係數 a_1 、 a_2 、 a_3 為 P 相對於 $E=0$ 時之第一、第二與第三導數，這些係數為光纖介質之特性常數，特別是， a_1 為一線性項，定義為 $a_1=\epsilon_0\chi$ ，其中 χ 為線性靈敏度， χ 與折射率 n 之關係為 $n^2=\epsilon/\epsilon_0=1+\chi$ ， a_2 代表二次非線性， a_3 則代表3次非線性。

通常，二次係數 a_2 代表玻璃光纖中摻以比方說鍍或磷之二次諧波振盪。

三次非線性效應與係數 a_3 有關。此種介質之折射率 n 呈現一種變化正比於光強度 I ，依照式子 $n(I)=n+n_2I$ ，其中 $n_2=a_3\eta_0/8n^2\epsilon_0$ ， η_0 為自由空間之阻抗，且 $I=\sqrt{E}$ 。此種效應習知為光學Kerr效應，為一種自身感生的效應，其中波的相速度以波強度之函數而變化。結果，波在一三次非線性介質中行進時產生自身調變(即自身嘯叫或自身相位調變)。比方說，一光信號功率為 P_{wr} ，橫截面面積為 A ，在光纖中行進一距離 L ，將呈現一相位偏移 $\phi=2\pi n_2L P_{wr}/\lambda_0A$ ，於是相位偏移隨光功率 P_{wr} 及光纖鏈路長度 L 而增加。

但是上述非線性之分析必須考慮離散加以修正。一離散的、非線性的介質稱為具有記憶之介質，因為在時間 t 之極化 $P(t)$ 是由時間 t' 之所加電場 $E(t')$ 造成，其中 $t'\leq t$ 。在這種情況下，係數 a_2 與 a_3 並非常數，而是與光纖中行進的光

(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)

波頻率有關。

有鑒於上述，於是注意力集中於使光纖本身的非線性效應所造成的失真成為最小，特別是複合二次(CSO)失真及自身相位調變。這些失真分量也是在光纖上載運的資料信號之函數，比方說，對於AM-VSB CATV信號，CSO失真分量將是信號的振幅變化、頻率交互干擾、頻道數目、載波頻率及其他因素之函數。此外，在外部調變的發射器中，CSO在發射器可以忽略，但在光纖中由於光學資料信號中重疊的E電場而增加。將CSO效應減至最小，則由光纖所引入的失真可以降低或消除。

有一種解決方法是使用電子補償使失真產物減至最小，即RF調變信號在加到光學調變器之前以一補償的RF信號加以調度。但此種方式不是最好，因為所需的失真補償量(或前置嘯叫)為在來源雷射工作波長之光纖離散、光纖鏈路長度及所檢測信號功率之函數。

另一種方式為以單一或多種調子之強度與相位調變產生外部調變，比方說，已導出一種CSO失真之通式可以說明自身相位調變、光纖損耗、光學放大與相位調變，請見比方說C. Desem的「外部調變的工作於1550 nm之光學AM-SCM系統中因自身相位調變而產生的複合二次失真」，Electronics Letters，1994年11月24日，第30卷第24期，2055-56頁；以及M.R. Phillips等人之「嘯叫的強度調變信號之離散式傳輸所產生的非線性失真」，IEEE Photonics Technology Letters，1991年5月，第3卷，第5期，481-83頁

五、發明說明(7)

，兩篇均納入本文作為參考。

但是前面的方法並未提供與用於外部調變前饋線性器之現存調變器相容的系統。在一前饋線性化之設計中，一外部調變的光纖鏈路採用一對調變器，如 Mach-Zehnder 調變器，請見 Photonic Applications, Inc., Bloomfield, Connecticut, J. D. Farna 先生之「外部調變器之電子光學線性化所用的方法」，IEEE/LEOS 1995 Digest of the LEOS Summer Topical Meetings, 1995 年 8 月 7~11 日。

一單一光源以前饋線性化驅動兩個調變器，即在線性器的第一支路為一主要調變器，在第二支路則為誤差修正調變器。要傳輸之射頻(RF)資料信號(比方說一 CATV 信號)加到主要調變器，主要調變器之輸出為一複合信號，包含基本頻率以及調變器內所產生的失真產物。採用一前饋網路比較此複合輸出信號與 RF 資料信號，此前饋網路接著產生一對應的誤差信號含有該等失真產物，而饋入誤差修正調變器。誤差修正調變器產生一對應的光學誤差信號，接著送到輸出光學耦合器。在光學耦合器處，從複合信號減掉失真產物而產生實質上無失真的傳輸信號，於是此發射器即稱為已線性化。

此外，為避免在光學輸出耦合器之光學干涉，前饋線性器之第一(主要)與第二(誤差修正)支路信號必須不相干的合併，此可將誤差修正支路中光學信號之相位在 CATV 頻帶以上(比方說約為一般 77 頻道系統所用之 50 至 550 Mhz 之 2 GHz 頻率迅速變換而達成。於是在 CATV 頻帶中，線

五、發明說明(8)

性器第二支路的光學信號有效地去極化，特別是，在線性器第二支路中誤差修正調變器之前設置一去極化相位調變器。去極化相位調變器也造成光學資料信號行距之擴大，結果造成激發式Brillouin散射(SBS)之減少。此外，在某些前饋線性器中，線性器的第一支路也含有一相位調變器，但習慣上不使用這種方式，因為不需要在線性器的第一支路中作額外的SBS壓制。

於是前饋方式在原理上使發射器的所有各次方失真得以修正，因此可實現較大之強度光學調變指數(OMIs)。對於一8頻道之NTSC設計其OMI為4.5%。在相同條件下作比較，則對於一電子式線性化系統之已報告的最佳OMI為約3%。

而且，已知光纖鏈路之CNR正比於強度OMI的平方，因此，如該前饋線性化方法中所得之大OMI值對於長距離通訊(比方說數公里)是非常需要的。在此種應用中，前述具有約16 dB光學功率之EDFAs一般在鏈路發射器端採用作為增強放大器，且在光纖鏈路之周期性位置作為線路放大器(比方說每50公里)。在這種構造中，系統性能受限於光纖中的CSO失真(包括自身相位調變)，且受限於殘餘嘯叫所引起的調變器之相位調變。此外，雖然發射器處之CSO失真可以忽略，但沿著光纖則CSO失真可增至不能接受的高位準。另外，當OMI增加時，CSO失真變得更差。

因此想要提供一種技術以使長距離光纖鏈路中之CSO失真減至最小，同時維持OMI於一可接受的位準。此技術必

(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)

須與前饋線性化系統相容，且應降低或實質上抵消光纖中所有的CSO失真分量。此外，此技術應能適用於光纖信號在次佳波長傳輸的光纖鏈路，即其中傳輸波長與所用特定光纖之最小離散波長不同。此技術也必須與載運AM-VSB資料信號之不同長度的光纖鏈路相容，且應可以使用現存之商用調變裝置。

本發明提供一種方法裝置以具有上述及其他優點之前饋線性化而降低一外部調變之光纖鏈路中的失真分量。

發明總述

根據本發明提出一種方法與裝置，以前饋線性化降低一外部調變之光纖鏈路中光纖感生的複合二次失真分量。

該裝置降低一光纖鏈路中所載運之RF資料信號中的失真分量，鏈路之發射器包含一前饋線性器。此線性器在第一光路中含一主要調變器，在第二光路中則含一誤差修正調變器。第一與第二光路載運一共同相干之光學功率信號(如來自一雷射)。一相位調變器設置在光學功率源與主要調變器之間的第一光路中，且使用一具相位光學調變(OMI)指數k之RF資料信號驅動相位調變器。

該裝置特別適用於RE資料信號為調幅的殘邊帶(AM-VSB)信號，如CATV傳輸所用者，其中資料信號是以光纖鏈路最小離散波長以外的載波波長在光纖鏈路上傳輸，比方說，RF資料信號可在約1550 nm之載波波長上傳輸，但光纖鏈路之最小離散波長約為1310 nm。

同時發表一種前饋線性器，以降低光纖鏈路中所載運之

五、發明說明 (10)

RF資料信號中的失真分量。該線性器接收一比方說來自雷射之相干光學功率信號，一分配器將此光學功率信號分成第一光路與第二光路，在第一光路有一主要調變器，在第二光路有一誤差修正調變器。此外，在分配器與主要調變器之間的第一光路中設置第一相位調變器，在分配器與誤差修正調變器之間的第二光路中設置第二相位調變器。

該線性器更包含一第一RF線路以將RF資料信號供至第一相位調變器，一第二RF線路以將RF資料信號供至主要調變器。該線性器之前饋電路組合器經一第三線路接收RF資料信號，一檢測器位於線性器中，接收來自主要調變器之光學輸出，並將檢測器之一RF比較信號在第四RF線路上供至組合器。在組合器產生一誤差信號，然後在第五RF線路上供至誤差修正調變器。一第六RF線路將一去極化信號供至第二相位調變器。此外，一光學輸出耦合器經第一光路接收來自主要調變器之第一光學信號，且經第二光路接收來自誤差修正調變器之第二光學信號，然後該耦合器產生一對應的光學資料信號在光纖鏈路上傳輸。

一種用以降低光纖鏈路中所載運之RF資料信號失真分量之方法，包含：在第一光路與第二光路提供一相干性光學功率信號。第一光路中之光學功率信號根據RF資料信號之相位OMI_k作相位調變。第一光路中之相位調變的光學功率信號接著根據RF資料信號之一強度OMI_m作振幅調變。將第二光路中之光學功率信號去極化，且此去極化之光學功率信號在第二光路中回應於一前饋線性化誤差信號作

五、發明說明 (11)

振幅調變。其次，第一光路之振幅調變的相位調變的光學功率信號與第二光路中去極化的及振幅調變的光學功率信號合併而產生一光學資料信號在光纖鏈路上傳輸。

圖式簡述

圖1為一傳統光纖通信鏈路之方塊圖。

圖2為根據本發明之前饋線性器之方塊圖。

圖3a之圖示出根據本發明之複合二次(CSO)失真成為頻率之函數而減少。

圖3b之圖示出根據本發明對於100公里鏈路長度之複合二次(CSO)失真之減少。

圖3c之圖示出根據本發明對於115公里鏈路長度之複合二次(CSO)失真之減少。

優選實例說明

本發明為關於在一光纖鏈路中降低光纖感生的複合二次失真分量之方法與裝置，其中該鏈路以一外部調變的前饋線性化構造驅動。

圖1為傳統光纖通信鏈路之方塊圖。一發射器，大抵以10示出，將一RF資料信號在一光纖路徑30上傳至接收器60。發射器10含一雷射12，一般為一連續波之裝置如一分佈式回授(DFB)雷射或一Fabry-Perot雷射，其波長比方說為150 nm。從雷射產生一相干性輻射經光路14送至調變器16，調變器16可包含一單一調變器如Mach-Zehnder調變器，或可包含一個以上的調變器如在一前饋線性器中所含者。調變器16並經端子18與線路20接收一RF資料信號如

五、發明說明 (12)

一調幅之殘邊帶(AM-VSB)有線電視(CATV)資料信號。此外，當使用一前饋線性器時，則一去極化信號經端子22與線路24供至調變器16。此去極化信號是用來將調變器16中一誤差修正調變器(未示出)之光學輸入去極化。

一載運RF資料信號之光學資料信號經線路26供至放大器28，放大器28比方說可以是一鉕摻雜的光纖放大器(EDFA)。此放大的光學資料信號經光路30供至接收器60。此光纖傳輸路徑30可能是一延伸超過數公里之長距離路徑。在此例中，可在線路上週期性地設置多線路放大器如EDFA 28以增強信號至所需的位準。在接收器60可設置一放大器(未示出)以增強進入的光學信號，若需要的話，然後已增強的信號在接收器60加以解調而在線路50恢復RF資料信號。

圖2為根據本發明之前饋線性器之方塊圖。實線表示載運著一RF信號，虛線則表示一光路。線性器大抵以200表示，包含一連續波雷射202，其產生一波長 λ 之光學載波。雷射202可含比方說一稀土雷射，如一鉕雷射，其波長為1550 nm。此外，此雷射可以是Fabry-Perot、公佈式回授(DFB)、分佈式Bragg反射器(DBR)、或其他已知多種變化之雷射。

雷射202在光路204產生一光學載波，其經由比方說一光學分配器或耦合器(未示出)與第一光路206及第二光路220連通。根據本發明，一相位調變器(PM) 208接收光路206上的光學信號，此相位調變器208並經由線路252接收來自

(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)

分裂器250的RF資料信號，如一AM-VSB CATV信號。不過，RF資料信號的整個頻譜，比方說可能含有50至550 MHz的頻率分量，不必在線路252上產生。可在分裂器250中或在線路252上設置一濾波器僅讓一部分RF資料信號通過，特別是，RF資料信號頻譜的上部分可供至相位調變器208以降低線路218上對應的傳輸光學資料信號之上頻帶的CSO失真。事實上如下面所討論的，CSO失真在較高的載波頻率上較普遍。

PM 208根據RF資料信號的相位光學調變指數(OMI) k 調整經光路206接收的光學信號相位，以抵消或降低在光路218上載運的光學資料信號中引入的CSO失真分量。而且，一旦決定了所需的相位OMI k ，則經線路252供至相位調變器208的RF資料信號可調整其相位與振幅而預先修正。因此，相位與振幅調整裝置(未示出)亦可設置在線路252上以分別調整輸入PM 208的RF資料信號之相位與振幅。於是相位調變器208產生一相位調變的或預先調頻的光學信號經光路210送至主要調變器212。

RF資料信號並經線路256供至主要調變器212。主要調變器212根據RF資料信號之一強度OMI m 調變來自光路210的光學信號，而經光路214與240提供一強度(比方說振幅)調變的光學信號。光路214與240上的信號為一複合信號，包含主要調變器212內所產生的基頻信號與失真產物。光路214的複合信號供至一光學輸出耦合器216，而光路240之複合信號則供至一檢測器242。

五、發明說明(14)

檢測器242將光路240之複合光學信號轉成線路244上的對應RF信號以與線路254上所提供的RF資料信號比較。一組合器246接收此二RF信號，並經線路248提供一誤差信號至一誤差修正調變器230。於是一前饋網路已經說明。通常，線路248上的前饋誤差信號使用一放大器(未示出)增強。

誤差修正調變器230將一經光路228接收的光學信號作強度調變而將光路232之光學信號供至耦合器216，耦合器216接著輸出一光學資料信號在光路218上傳輸，光路218可含一光纖，光纖218最好是一單模光纖如Corning公司所製造的SMF-28TM。請注意光路232的光學誤差修正信號一般在振幅上比光路214的基頻信號小得多，所以可合理假設此誤差修正信號並未碰到一相當的光纖感生的失真，因此誤差信號之預先調頻對鏈路長度達100公里者可能不需要，但對更長的鏈路長度則可能需要。

光路228的光學信號由光路220的光學信號產生，而以相位調變器222調變。相位調變器222經端子226與線路224接收一RF去極化信號，此去極化信號為一頻帶外的信號，如一單音信號，能迅速擾亂頻率(比方說2 GHz)在CATV頻帶以上的光路220之光學信號相位。於是，在CATV頻帶內(比方說50至550 MHz)，光路228的光學信號有效地去極化。相位調變器222亦使光學信號的線距加寬而降低激發式Brillouin散射(SBS)。

因此，光路232與214的光學信號將互不相干。通常，因

五、發明說明 (15)

為同一光源驅動主要調變器212與誤差修正調變器230，此兩信號在耦合器216的相干性對前饋線性器之作業十分嚴重，為了避免在耦合器216之光學干涉，線性器的主要支路與誤差修正支路中的信號因此必須不相干地合併。

而且，假設主要調變器212與誤差修正調變器230偏差 90° ，則光路218之傳輸信號中引起的偶次失真分量基本上可忽略，於是，由主要調變器212所引起而由誤差修正調變器230所補償的失真主要是奇次失真。此種前饋方法原則上容許對所有次方失真之修正，因此容許相當大的強度OMIs m用於線路256的RF資料信號中。

但是在這些應用中，特別是當光學信號波長為1550 nm時，光纖鏈路的性能因光纖中的離散與自身相位調變而下降，這是除了因其自身殘蝕嘯叫而由主要調變器212所引起的相位調變外再加上的。當一相位調變的光學信號沿一離散介質(如一光纖)行進時，所引起的複合二次失真(CSOs)位準對大部分CATV之應用均不可接受，因此，雖然鏈路發射器端的CSO可以忽略，但光纖感生的CSO可能為不可接受的大。此外，最近的研究顯示當強度OMI增加時，此種問題更加惡化，因此大的強度OMI可能不是非常期望的。因此在長距離應用中，必須補償光纖感生的CSO。根據本發明，此RF資料信號驅動的相位調變器208提供了此種所需的補償。

而且，本發明提供了一種實施法可與商用的外部調變器相容，如Model m2420C雙重輸出之鉍酸鋰調變器，可購自

(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)

AT&T Microelectronics of Breinigsville, Pennsylvania。

Model m2420C調變器可用在線性器200的第一光路206中，其含兩個SMA連接器，第一個SMA連接器習慣上作一DC偏壓輸入使用，第二個SMA連接器則為一RF信號輸入。根據本發明，使用DC偏壓輸入以取代相位調變，RF信號輸入則接收一RF資料信號。

此外，線性器200的第二光路220可使用比方說CATV發射器所用的APETM雙重輸出調變器，可購自United Technologies Photonics of Bloomfield, Connecticut。該APETM含一DC偏壓輸入、一RF信號輸入、一相位調變輸入及一備選的光檢測器輸出。該調變器於是與此裝置整合，且習慣上用於去極化及SBS壓制，如上所述。

圖3a之圖示出根據本發明之CSO失真成為頻率之函數而下降。光纖感生的CSO成為RF資料信號頻率之函數而示出，具有及不具有前饋線性器中外部調變器之相位調變(預先調頻)。假設為一77頻道之NTSC規劃，且假設100公里之光纖鏈路長度，強度OMI，m，為4.5%。上面的實線300相當於k=0之情況(無相位調變)，下面的虛線305相當於相位OMI之k=-0.101之情況。

如所示，CSO失真隨頻率而增加，這是因為在頻率領域中，上面的頻道離光學載波最遠，因此造成較大的離散。因此，在許多情況下，只要預先調頻較高的頻道即可，比方說從300至550 MHz。在這種情況下，CSO失真將保持在-60 dB以下。有利的是，此亦可舒緩RF信號輸入對圖2之

五、發明說明 (17)

PM 208之相位平衡需求。在實際實施預先調頻時，可在圖2線路252上採用一濾波器(未示出)，在將最後信號供至一放大器(未示出)之前，使要預先調頻之頻道通過濾波器，然後送至PM 208。設置濾波器亦可舒緩放大器線性度的需求。

圖3b之圖示出根據本發明之100公里鏈路長度中複合二次(CSO)失真之下降。對於-547.25 MHz之RF CATV信號，考慮各種強度OMI， m ，與相位OMI， k ，之組合。如線310所示，以 $m=0.025$ (即2.5%)，及 $k=-0.056$ (即-5.6%)，對於100公里鏈路長度，CSO降至最低。

而且可以看出，根據本發明，沒有光學相位調變，則強度OMI， m ，中較大的降低不會明顯降低CSO失真。比方說，在 $L=100$ 公里，以 $k=0$ ， $m=0.045$ 產生約-55 dB之CSO失真(線320)，而 $k=0$ ， $m=0.025$ 則產生約-55 dB之CSO失真(線325)，因此只有約5 dB之改良。現在，以 $m=0.025$ ，且 $k=-0.056$ (線310)，CSO失真約-105 dB，相對於 $m=0.025$ ， $k=0$ 之情況，造成約50 dB之改良。

圖3c之圖示出根據本發明之115公里鏈路長度中複合二次(CSO)失真之下降。對於-547.25 MHz之RF CATV信號，在鏈路長路為100公里， $m=0.025$ ， $k=-0.061$ (線330)下，CSO降至最低。

通常，光學相位與強度調變指數 k 與 m 可以實驗變化達至最佳解決方案。在鏈路的接收端可使用檢測與量測設備以決定各種情況之效能。比方說，對於一既定 m 值可以期望

五、發明說明 (18)

決定 k 成爲 RF 資料載波頻率之函數 (即 $k=k(f)$) 以獲得一約略恆定的 CSO 失真。

因此可見，本發明提供一種技術，在一光纖鏈路之外部調變的前饋線性器中用以降低 CSO 失真。特別是，此技術可使用商用調變器達成此一結果，且可補償在光纖所設計之最佳波長以外之波長作業時所造成的光纖離散。事實上，當光學資料信號使用相當大的強度光學調變指數在一長距離光纖鏈路上傳輸時，CSO 失真位準將反而到達一不可接收的高位準。

雖然本發明已結合各種特定實例加以說明，但本行專家將瞭解在不偏離本發明申請專利範圍所述之精神與範圍下可作出許多適應例與修正例。

(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： 於具有前饋線性化之光纖鏈路中消除失真分量)

在一外部調變的，前饋線性化的類比有線電視(CATV)鏈路中設置相位調變器以降低光纖感生的複合二次(CSO)失真分量。此系統可與現有商用調變器相容。CSO失真部分起因於光纖鏈路中所傳輸信號之自身相位調變，當資料以一不同於光纖最小離散波長之波長傳輸時，此種問題尤其普遍。而且，CSO失真隨著光纖鏈路的長度以及鏈路主要調變器的光學強度調變指數而增加。該相位調變器根據所要傳輸的RF資料信號之光學相位調變指數k將一送至主要調變器之光學信號調變，該相位調變器對各種長度的光纖鏈路均有效，而光纖鏈路則指載運調幅的殘邊帶(AM-VSB)資料信號者，例如有線電視(CATV)信號等。

英文發明摘要 (發明之名稱： "CANCELLATION OF DISTORTION COMPONENTS IN A FIBER OPTIC LINK WITH FEED-FORWARD LINEARIZATION")

A phase modulator is provided in an externally modulated, feed-forward linearized, analog cable television (CATV) link for reducing fiber-induced composite second order (CSO) distortion components. The system is compatible with existing commercially available modulators. CSO distortion is caused, in part, by self-phase modulation of the transmitted signal in the fiber optic link. The problem is particularly prevalent when data is transmitted at a wavelength other than the minimum dispersion wavelength of the fiber. Moreover, CSO distortion increases with the length of the fiber optic link and with the optical intensity modulation index of the primary modulator of the link. The phase modulator modulates an optical signal which is provided to the

四、中文發明摘要(發明之名稱：

)

英文發明摘要(發明之名稱：

)

primary modulator in accordance with an optical phase modulation index k of an RF data signal to be transmitted. The phase modulator is effective with fiber optic links of varying lengths which carry amplitude-modulated vestigial sideband (AM-VSB) data signals such as cable television (CATV) signals.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

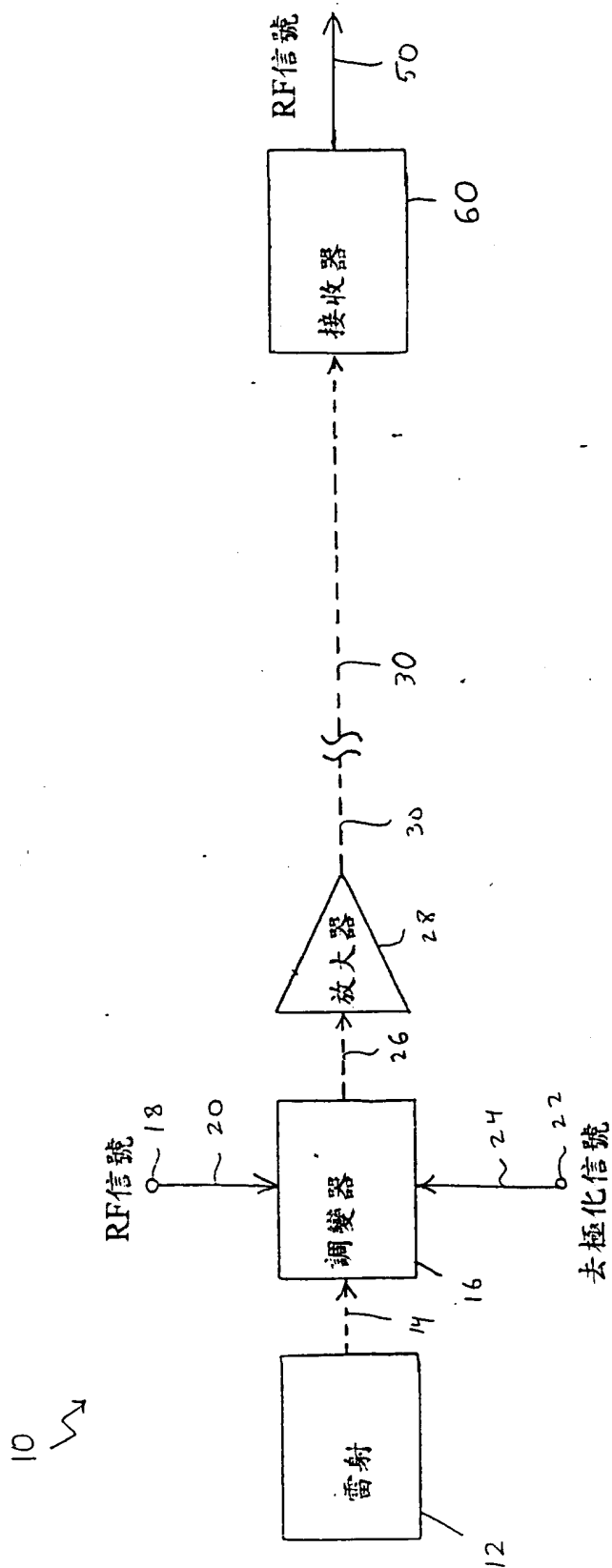


圖 1
(已往技術)

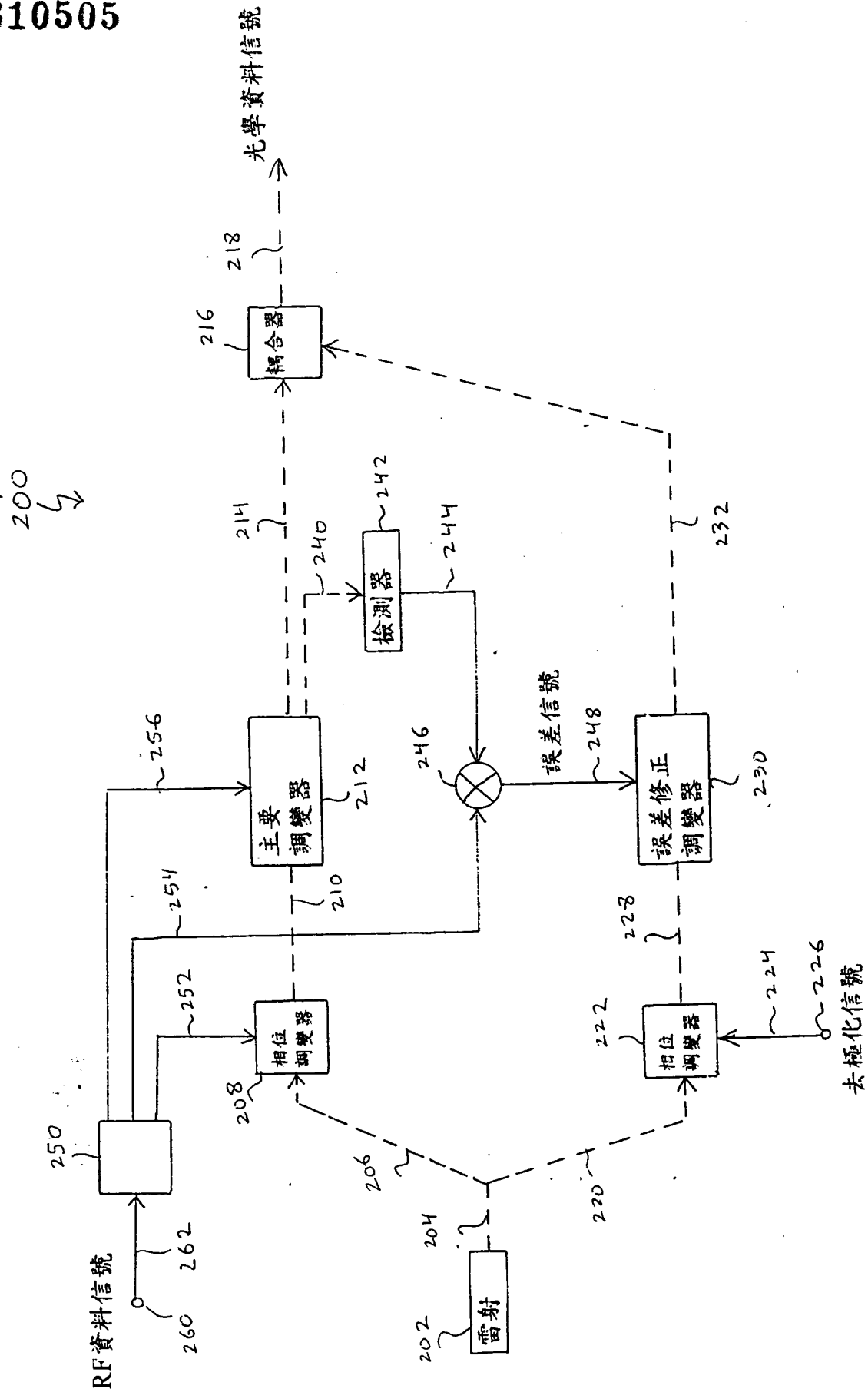


圖 2

77頻道NTSC規劃之CSO(dB)

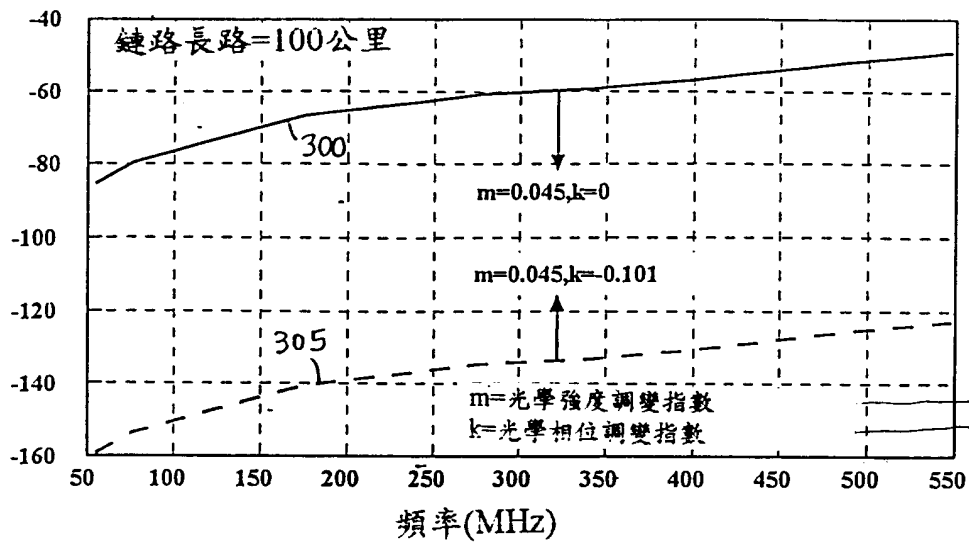


圖 3a

77頻道NTSC規劃在547.25 MHz之CSO (dB)

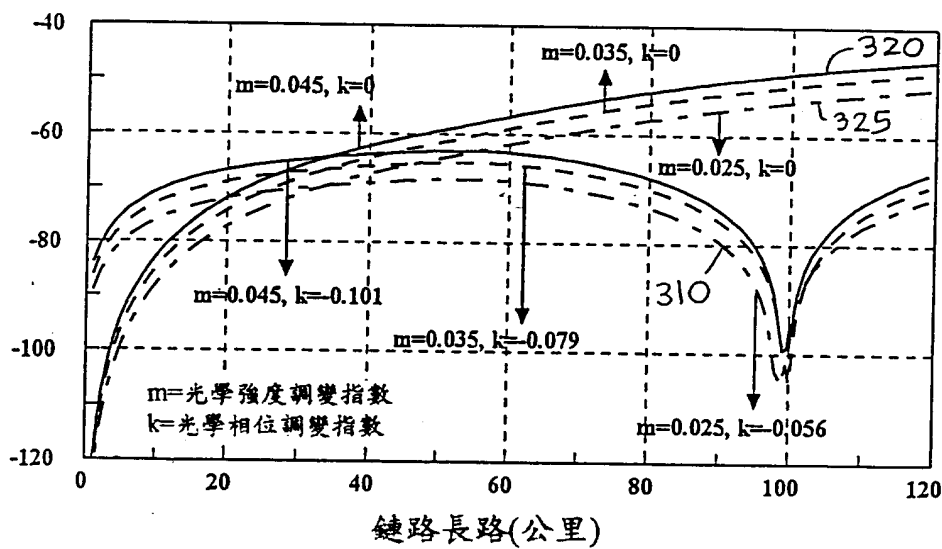


圖 3b

77頻道NTSC規劃在547.25 MHz之CSO (dB)

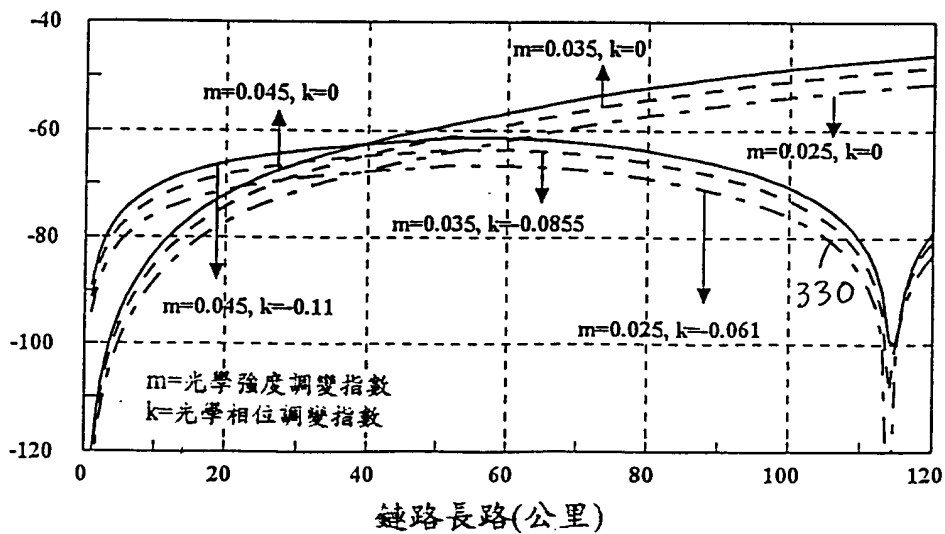


圖 3c

六、申請專利範圍

1. 一種用以降低光纖鏈路中作為光學資料信號載運的 RF 資料信號中失真分量之裝置，其中該鏈路包含前饋線性化裝置，該裝置在第一光路中含一主要調變器，在第二光路中含一誤差修正調變器，該第一與第二光路載運一共同相干之光學功率信號，該裝置包含：

一相位調變器設置在介於該光學功率源與該主要調變器之間的第一光路中；

第一裝置，含一第一 RF 線路以將該 RF 資料信號供至該相位調變器，使該相位調變器回應於該 RF 資料信號之一相位光學調變指數 (OMI) k 而調變該光學功率信號之相位。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，更包含：

第二裝置，含一第二 RF 線路以將該 RF 資料信號供至該主要調變器，使該主要調變器回應於該 RF 資料信號之一強度 OMI m 而調變該光學功率信號之強度。

3. 根據申請專利範圍第 2 項之裝置，其中該相位 OMI k 基於該光纖鏈路長度及該強度 OMI m 而調整。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，更包含：

一濾波器，耦合至該第一 RF 線路，以將該 RF 資料信號濾波，而將該 RF 資料信號之頻譜上部分之分量供至該相位調變器。

5. 根據申請專利範圍第 1 項之裝置，更包含：

一相位調整器，耦合至該第一 RF 線路，以調整供至該相位調變器之該 RF 資料信號之相位；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

製

六、申請專利範圍

- 一 振幅調整器，耦合至該第一RF線路，以調整供至該相位調變器之該RF資料信號之振幅。
6. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其中該光學資料信號以約1550 nm之載波波長傳輸，且該光纖鏈路之最小離散波長約為1310 nm。
7. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其中該失真分量為複合二次(CSO)失真分量。
8. 一種前饋線性器，用以降低光纖鏈路中作為光學資料信號載運之RF資料信號中的失真分量，包含：
- 輸入裝置，以接收一相干性光學功率信號；
 - 一分配器，以將該光學功率供至第一光路與第二光路；
 - 一在該第一光路中之主要調變器；
 - 一在該第二光路之誤差修正調變器；
 - 一第一相位調變器，設在介於該分配器與該主要調變器之間的第一光路中；
 - 一第二相位調變器，設在介於該分配器與該誤差修正調變器之間的第二光路中；
 - 一第一RF線路，將該RF資料信號供至該第一相位調變器；
 - 一第二RF線路，將該RF資料信號供至該主要調變器；
 - 一第三RF線路，將該RF資料信號供至該線性器之前饋電路之一組合器；
 - 一第四RF線路，回應於該主要調變器之光學輸出將一檢測器之RF比較信號供至該組合器；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

泉

六、申請專利範圍

一 第五 RF 線路，將該組合器之一誤差信號供至該誤差修正調變器；

一 第六 RF 線路，將一去極化信號供至該第二相位調變器；以及

一 光學輸出耦合器，經該第一光路接收來自該主要調變器之第一光學信號，並經該第二光路接收來自該誤差修正調變器之第二光學信號，而將該光學資料信號在該光纖鏈路上傳輸。

9. 根據申請專利範圍第 8 項之前饋線性器，更包含：

一 濾波器，耦合至該第一 RF 線路，將該 RF 資料信號濾波，以將該 RF 資料信號之頻譜上部分之分量供至該第一相位調變器。

10. 根據申請專利範圍第 8 項之前饋線性器，更包含：

一 相位調整器，耦合至該第一 RF 線路，以調整供至該第一相位調變器之該 RF 資料信號之相位；以及

一 振幅調整器，耦合至該第一 RF 線路，以調整供至該第一相位調變器之該 RF 資料信號之振幅。

11. 根據申請專利範圍第 8 項之前饋線性器，其中該光學資料信號以約 1550 nm 之之載波波長傳輸，且該光纖鏈路之最小離散波長約為 1310 nm。

12. 根據申請專利範圍第 8 項之前饋線性器，其中該失真分量為複合二次(CSO)失真分量。

13. 一種降低光纖鏈路中所載運之 RF 資料信號中失真分量之方法，包含步驟如下：

六、申請專利範圍

將一相干性光學功率信號送入一第一光路及一第二光路；

根據該RF資料信號之相位光學調變指數(OMI) k將該第一光路中之該光學功率信號作相位調變；

根據該RF資料信號之強度OMI m將該第一光路中該相位調變的光學功率信號作強度調變；

將該第二光路中該光學功率信號去極化；

回應於一前饋線性化誤差信號，將該第二光路中之該去極化光學功率信號作強度調變；

將該第一光路之強度調變的及相位調變的光學功率信號與該第二光路之該去極化的及強度調變的光學功率信號合併，而產生一光學資料信號在該光纖鏈路上傳輸。

14. 根據申請專利範圍第13項之方法，其中基於該光纖鏈路之長度及該強度OMI m而調整該相位OMI k。

15. 根據申請專利範圍第13項之方法，包含其他步驟如下：

將該相位調變步驟之該RF資料信號濾波，以提供該RF資料信號之頻譜上部分之分量作該相位調變之用。

16. 根據申請專利範圍第13項之方法，包含其他步驟如下：

將該相位調變步驟之該RF資料信號作相位調整。

17. 根據申請專利範圍第13項之方法，包含其他步驟如下：

將該相位調變步驟之該RF資料信號作振幅調整。

18. 根據申請專利範圍第13項之方法，其中該光學資料信號以約1550 nm之載波波長傳輸，而該光纖鏈路之最小離散波長約為1310 nm。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

泉

六、申請專利範圍

19. 根據申請專利範圍第13項之方法，其中該失真分量為複合二次(CSO)失真分量。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

象