

# 用同步分碼多工技術解決光纖通訊系統中之光拍差干擾問題

Multiple Access in the Presence of Optical-Beat and Co-channel Interference

Using Walsh-code-based Synchronized CDMA Technique

計畫編號：NSC87-2215-E009-019

執行期寬：86/08/01 – 88/07/31

主持人：尉應享 國立交通大學電信系 教授

一、中文摘要（關鍵詞：次載波技術、光拍差干擾、同步分碼多工技術）

在存有光拍差干擾現象的光纖通訊系統中系統的容量常會受到嚴重的影響。為改善光拍差干擾現象對系統容量的影響，本創作提出一個以同步正交碼分碼多工技術與內頻段截波載子技術為基礎的光纖通訊系統。在我們的研究中系統的多重擷取功能中主要是藉由同步正交碼分碼多工技術來達成。至於光拍差干擾現象中則是靠內頻段截波載子來壓制。由於在使用同步正交碼分碼多工技術的系統中所有的用戶端均使用相同的載波頻相。因此我們此用載波頻相。此為內頻段截波載子。我們系統的此心架構中乃是將經同步正交碼分碼多工技術及升頻技術處理過傳輸訊號中與內頻段截波載子先以同調的方式相式。然後再用以驅動雷射二極體。由系統雜型的實際驗證過程中我們清楚的見到中光拍差的干擾現象的確可被顯著的壓制。由於我們以載波頻相此為截波載子。因此不會拍差出額外的干擾頻外。中光傳送器的可用頻寬不會受到寬制。寬外中就系統功相裕度的觀點而言中我們也首先提出了傳輸訊號與內頻段截波載子了中調變深度比例之最佳化設計。

— 文摘要 ( keyword : SCM system, optical beat interference, S-CDMA )

The capacity of SCM-based optical communication system can be severely degraded due to the presence of optical beat interference (OBI). To efficiently reduce the effect of OBI, we propose a novel technique using S-CDMA and in-band clipping carrier technique. The suppression of OBI is achieved by using the in-band clipping carrier, and the system multiple access capability is provided by S-CDMA technique. It is important to note that the S-CDMA signal and the in-band clipping carrier are combined coherently. In addition to the suppression of OBI, the bandwidth of laser transmitter can also be saved. Moreover, we also propose the system design concept of optimal OMI ratio S-CDMA signal to in-band clipping carrier.

二、計畫背景及目的

在 SCM-based 的光纖通訊系統中中單一光波長所功提供的通訊頻寬中乃為所有使用者所共享中以同享

達到光波長之通訊頻寬的授分使用中及網路多重擷取的目的工通常中接收端在接收這些具有相同光波長的光源享中僅祇使用到一個光檢測器工然而中在實務應用中卻發現中這發的架構會有所謂的光拍差干擾現象產生中而嚴重地影響接收訊號的品質工此光拍差干擾問題中普遍存在於系統中之上行傳輸的上分工為避開此一干擾問題中現有的系統中中普遍使用光傳送接收對的方式中即每一個光傳送器中在接收端均有每個對應的光接收器中每一組光傳送接收對即需使用一根光纖式以根接工然而中基於成本及系統維護管理等的考量中大量的使用光纖及光接收器中將寬制此考系統實際的使用戶考工

世界上許多先進的研究單位中位針對光拍差干擾對系統效功的影響進行研究中並設法找出各考實際可行的解決方法工目前發表的文獻中所提出的方法中可大致歸類如下下

- (1) 輸下大訊號以過調變雷射二極體
- (2) 使用外頻段載波載子
- (3) 同享使用錯誤更正碼與外頻段載波載子

這三考方法的基本原理中均是原用大輸下功相來過調變雷射二極體中以原式雷射二極體的原頻寬中並藉此降低光拍差的干擾量工一低來低中輸下的功相低大中光拍差干擾量的降低也就低低顯工此外中就光拍差干擾的壓制效低而言中載波載子因功量遠較輸下訊號較中中故其效低較其工然而中因載波載子不其訊號中所以就功相裕度的觀點而言中顯然其不如大訊號過調

變技術工

寬外中需特別注意的是中原用大輸下功相來過調變雷射二極體中意可壓制光拍差的干擾量中但卻也會因非原性失真的現象中而產生寬外的干擾量工方法(1)中中因所有訊號的功相均用來過調變雷射二極體中所以非原性失真對傳輸訊號本真的干擾中在三考方法中最為嚴重工方法(2)真(3)中中因傳輸訊號的功相較真中所以非原性失真對本真的干擾也較真工不過中外頻段載波載子與原傳輸頻段所拍差出的干擾訊號中可功會影響正在其真頻段傳輸的訊號工所以中使用這考技術需真此外頻段載波載子的頻相工然而中光傳送器的可用頻寬卻會因此而受到寬制工

根據上述研究結低我們可知中在原用大輸下功相過調變雷射二極體中以壓制光拍差干擾量享中需綜合考量下列四項因素下

- (1) 光拍差干擾量的壓制效低
- (2) 系統的功相裕度
- (3) 非原性失真所產生的干擾量
- (4) 光傳送器的可用頻寬

然而中目前世界上位提出的技術中中並素綜合考量這些因素工有素於此中我們在此計畫中中素針對光拍差干擾的現象中發展了一套有效的壓制技術工

## 二、研究方法及成果工

工 在我們所提出的架構中中系統的多重擷取功功是果用分碼多工的技術來達成一每一個使用者的資料在傳輸

前中均會先乘上其特有的識別碼工此外中因識別碼的識相遠較資料的識相為識中傳輸的資料會因此而被展頻工故分碼多工技術識期主要被應用在國防工業上之干擾對抗及保密等用途工近幾年來中由於無原通訊系統的蓬勃發展中使得分碼多工技術被進而推廣到廣業用途上工

在無原的傳輸環境中中因干擾源較多每傳輸的內容其多主要為語音中故所使用的識別碼為展頻效低較其的擬亂碼工然而中由於其亂相關特性的基本寬制中使得 PN code 在考據資料的傳輸系統中(誤碼相需真於  $10^{-9}$ )中僅功供非常) 考的用戶同享使用工相對於無原通訊系統的識干擾源傳輸環境中光纖通訊系統所提供的傳輸環境中低顯地乾淨許多工因此中我們此用展頻效低較差中但亂相關特性最其的正交碼中此為我們系統的識別碼工理淨上中不同的正交碼了中淨所有的位元均完美地對齊享中其亂相關的量為齊工因此中為使同享使用系統的用戶考達到最多中所有系統中的用戶均齊同步工由於在光纖通訊系統中中同步的技術位非常的成齊中故在我們的系統設計中中乃以同步正交碼分碼多工技術作為系統多重擷取的基礎工

由於在以同步正交碼分碼多工技術為基礎的系統中中所有的用戶均使用相同的頻段及載波頻相工基於這考特性中我們提出使用內頻段載波載子的方法中來壓制光拍差干擾的現象工所謂的內頻段載波載子中齊的即是載波頻相中但不同的是中它並非直接用以調變訊號中而是在訊號調變後中再用式法器將直者相式工直個系統的方塊圖如 Fig.1 所圖工

在我們的系統中中使用載波載子的主要目的中乃是因其壓制光拍差干擾的效低最其工與使用外頻段載波載子的方法比較享中我們的方法最大其處中就是不需考圖載波載子與傳輸頻段所拍差出的干擾訊號中對正在其真頻段傳輸的訊號所圖成的影響工因所有傳輸頻段與載波載子所拍差出的干擾訊號中均圖在相同的頻段中每在接收端解調享中即會圖動與傳輸訊號分開中故不會對任何傳輸訊號圖成影響工因此中光傳送器可用頻寬的原用相也遠較使用外頻段載波載子的方法識工為驗證我們所提出系統的可行性中我們實際組何直個系統的原型中並配合施以許多系統考量的實驗工考實驗結低均證實中我們的方法不淨在理淨上施實際系統上中均施於目前世界上位提出的其它方法工直個實施例將施述如下工

Fig.2 所圖為我們的實驗何施中在傳輸端上分中同步正交碼分碼多工訊號的產生中是原用展頻原路來完成工我們使用的展頻原路是由 Gilbert cell 原路所構成的乘法器工在輸下傳輸資料與正交碼享中需注意二者之了的同步工在我們的實驗中中資料傳輸識相為 1.5625 Mb/s中而正交碼的長度為 128 bit中故所使用的正交碼識相為 200 Mb/s工展頻後得到的 S-CDMA 訊號中以頻相為 672 MHz 的載子上載至傳輸頻段工之後中比調變過的 S-CDMA 訊號與頻相同為 672 MHz 的內頻段載波載子中再以同調的方式相式中然後用以驅動雷射二極體 A工在接收端上分中所有接收到的訊號(包括傳輸訊號中干擾訊號中以及光拍差干擾括訊)先用頻相為 672 MHz 的同調本地振盪

器以及低通濾波器降至基頻頻段中然後再原用解展頻原路將傳輸資料解調濾原成考位訊號工 Fig.2 中延遲原的使用中乃是為了使接收端與傳輸端的正交碼同步中以得到最佳的系統效功工至於實驗中之光拍差干擾括訊源的上分中是由雷射二極體 B 與延遲式圖同調干擾源(DSI)所產生中寬外再配合可調式光衰減器的使用中即可得到任意所需之光拍差干擾量工

為檢減內頻段載波載子的光拍差干擾壓制效低中以及其所減生出的非原性干擾量對系統的影響中我們測減了如 Fig.3 中所述的四考狀況工淨光接收器接收來圖 DSI 的光功相為 -19 dBm 享中況使傳輸訊號的誤碼相維持在  $10^{-9}$  以下中光接收器接收來圖訊號傳輸雷射所需的最) 光功相與訊號及載波載子之調變深度( $M_{I_s}=M_{I_c}$ ) 了的關況如 Fig.3 所圖工由 Fig.3 可況出中即使同享考圖減生出的非原性干擾量的影響中額外使用內頻段載波載子中其系統的光功相裕度中仍較純粹只有使用訊號享中至) 原式 5 dB 以上工

為更程楚地顯圖使用內頻段載波載子之光拍差干擾量的壓制效低中我們同享量測由素被調變過的雷射二極體所產生的光拍差干擾頻外中以及由被 S-CDMA 訊號式內頻段載波載子調變過的雷射二極體所產生的光拍差干擾頻外工由實驗結低我們發現中淨雷射二極體以 S-CDMA 訊號及內頻段載波載子調變享中其所產生的光拍差干擾頻外中只現出近似識斯括訊的頻外分斯工因此中在目前位發表的文獻中中均減其為 RIN Noise 的一考工我們斯雷射二極體 RIN 括訊的定義中將光拍差 干 擾 量 正 義 成

$RIN_{OBI} = \langle i_{OBI}^2 \rangle / I_A^2$  中其中  $\langle i_{OBI}^2 \rangle$  為光拍差干擾括訊中而  $I_A$  為來圖訊號傳輸雷射的直義光電義工為測減我們所提出之系統的  $RIN_{OBI}$  括訊承受功力中我們量測淨  $M_{I_s}=M_{I_c}=180\%$  而  $RIN_{OBI}$  分別為 -77.7 中 -81.5 中以及 -90.9 dB/Hz 享中系統的最) 光功相與所需之最) 光功相了的關況工結低如 Fig.4 所圖工由 Fig.4 我們可況出中淨  $RIN_{OBI} = -90.9$  dB/Hz 享中系統的最) 光功相仍幾力不受影響工這裡必需特別的低低中 -90.9 dB/Hz 的  $RIN_{OBI}$  位是非常嚴重的 RIN 括訊必工一低來低,DFB 雷射二極體的 RIN 括訊必為 -155 dB/Hz 中而 FP 雷射二極體的 RIN 括訊必也只有 -130~-140 dB/Hz 左右工至於因光接頭接續不良中由良射所圖成系統之 RIN 括訊效功良化中其必也良在 -120 dB/Hz 左右而位工

意然內頻段載波載子的使用中可有效地壓制光拍差干擾括訊中但由於其本真並不攜帶任何訊號成分中所以就功相裕度的考量而言中過量的使用載波載子極可功良而降低系統的效功工因為可用來驅動雷射二極體的訊號功量中會因此而降低工為帶解況得到最佳的系統效功享中載波載子與傳輸訊號了功量的分配關況如何中我們將驅動雷射二極體的總功相必固定中而載波載子功相與傳輸訊號功相, 以不同的比例驅動雷射二極體中量測淨誤碼相維持在  $10^{-9}$  以下享中所需之最) 的光功相與訊號及載波載子之調變深度了的關況工結低如 Fig.5 所圖工由實驗結低我們發現中系統的最佳效功發生在訊號調變深度為 130% 及載波載子調變深度為 150% 享工固淨載波載子的功相再原式享中系統的效功低然

良而降低工

#### 四、結論工

在此計畫中中針對光拍差干擾的現象中我們發展了一套有效的壓制技術工不淨由理淨上施實際系統上的研究證實中我們的發低創作均施於目前世界上的其它方法工齊論相關技術的人論中基於本研究報告內容中應可授分了解創作的精神與技術中並可據以實施工

#### References

- [1] C. Desem, "Optical Interference in subcarrier multiplexed systems with multiple optical carriers," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 8, pp. 1290-1295, 1990.
- [2] R. D. Feldman, K. Y. Liou, G. Raybon, and R. F. Austin, "Reduction of optical beat interference in a subcarrier multiple-access passive optical network through the use of an amplified light-emitting diode," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 8, pp. 116-118, 1996.
- [3] T. H. Wood and N. K. Shankaranarayanan, "Operation of a passive optical network with subcarrier multiplexing in the presence of optical beat interference," *IEEE J. Lightwave Technol.*, vol. 11, pp. 1632-1640, 1993.
- [4] R. D. Feldman, T. H. Wood, G. Raybon, and R. F. Austin, "Effect of optical beat interference on the dynamic range of a subcarrier multiple access passive optical network using Fabry-Perot lasers," *IEEE J. Lightwave Technol.*, vol. 14, pp. 711-715, 1996.
- [5] S. L. Woodward, X. Lu, T. E. Darcie, and G. E. Bodeep, "Reduction of optical-beat interference in subcarrier networks," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 8, pp. 694-696, 1996.
- [6] N. Hayashi, H. Yoshinaga, and K. I. Suto, "Eight channel upstream transmission demonstration for subcarrier multiple access networks," in *IOOC'95 Tech. Dig.*, 1995, pp. 66-67.
- [7] TIA/EIA/IS-95 Interim Standard, "Mobile station-base station compatibility standard for dual-mode wide-band spread-spectrum cellular system," Telecommunications Industry Association, July 1993.
- [8] C. C. Hsiao, B. H. Wang, and W. I. Way, "Multiple access in the presence of optical-beat and co-channel interference using Walsh-code-based synchronized CDMA technique," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 9, pp. 1173-1175, 1997.
- [9] B. H. Wang, C. C. Hsiao, and W. I. Way, "Suppression of optical beat interference using synchronized CDMA technique and in-band

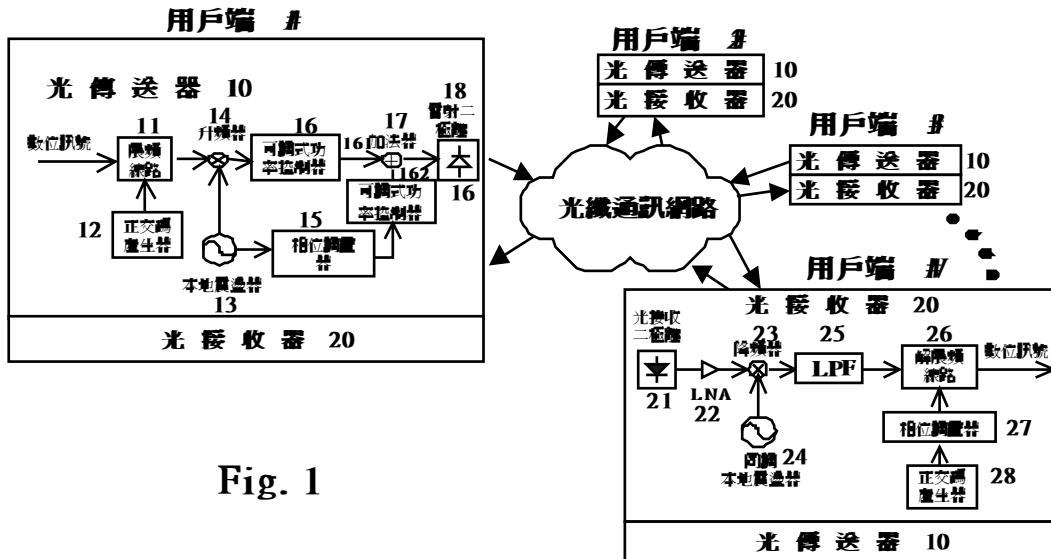


Fig. 1

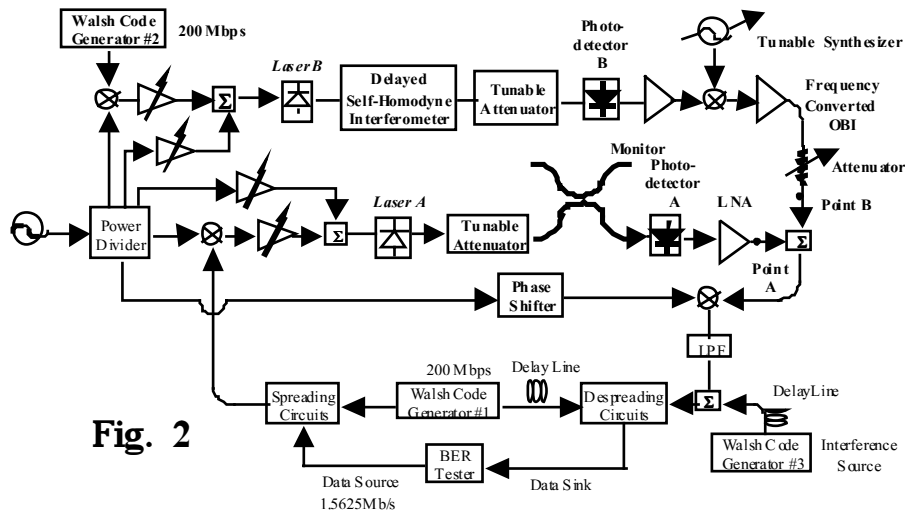


Fig. 2

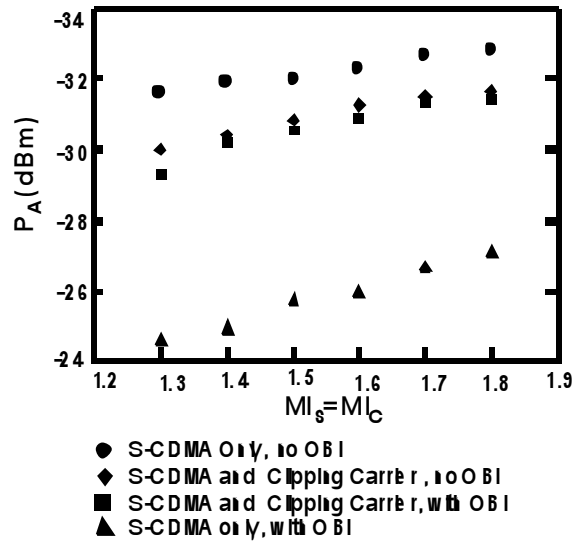


Fig. 3

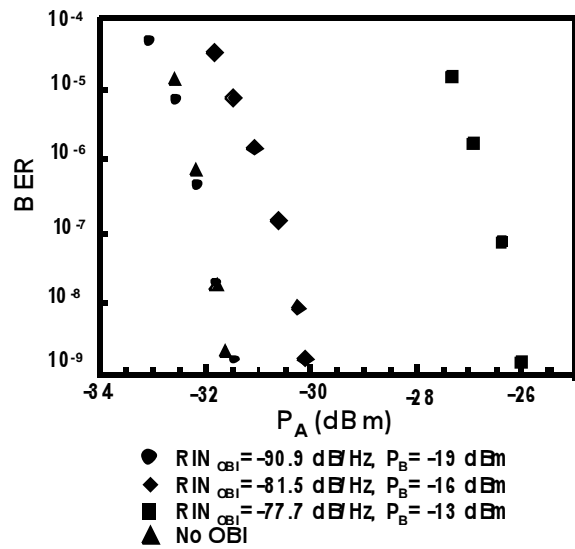


Fig. 4

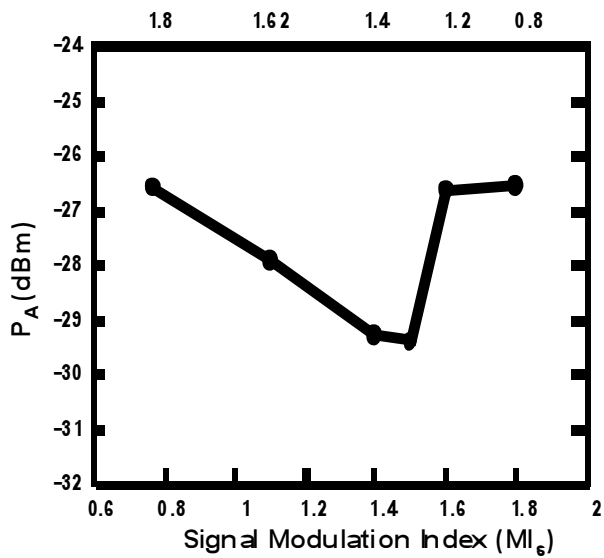


Fig. 5