

圖 一(a)

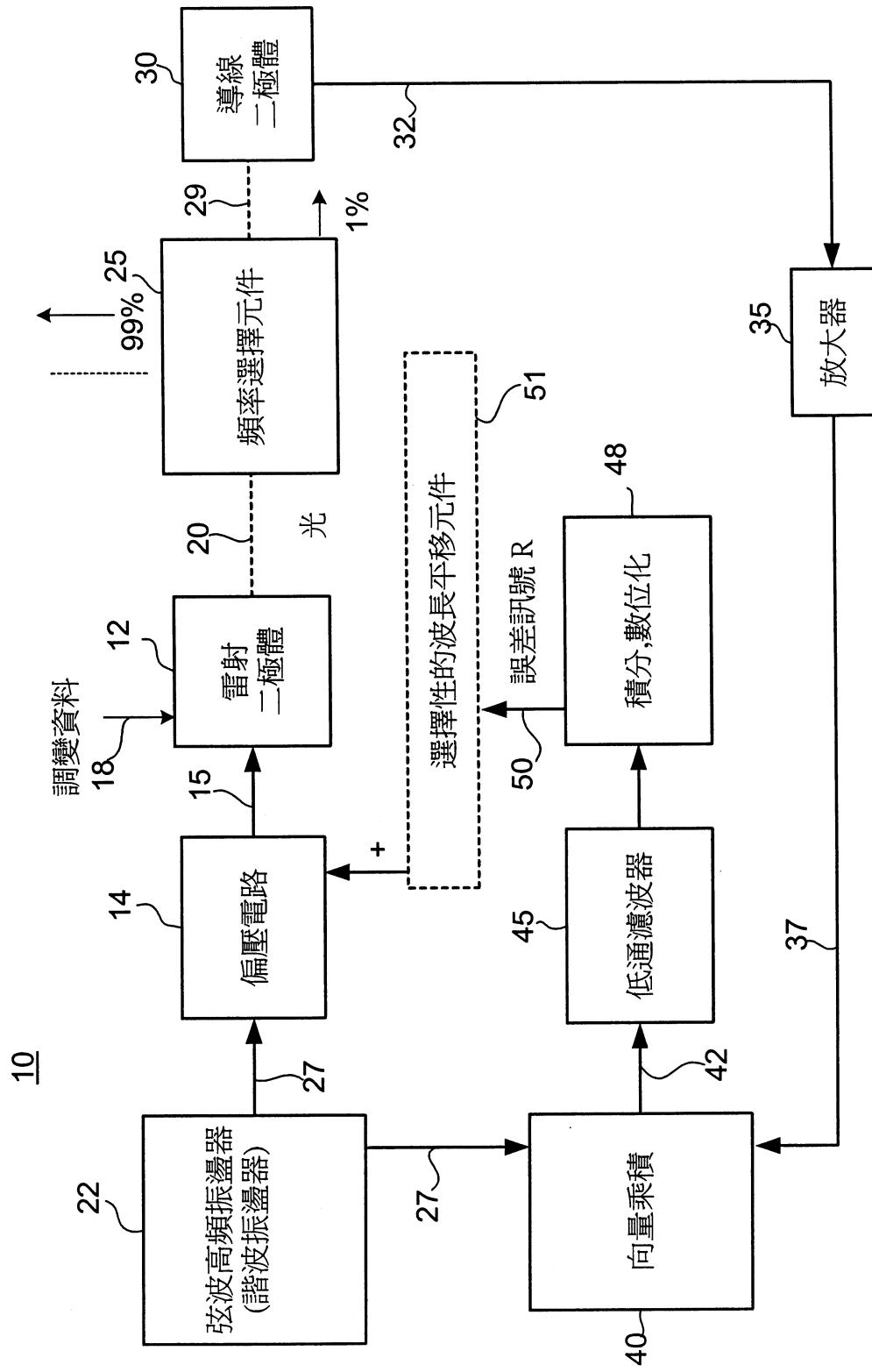
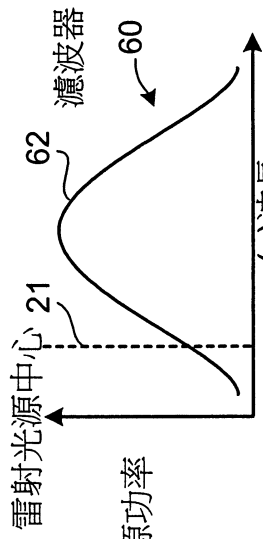
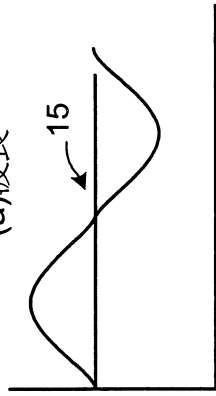


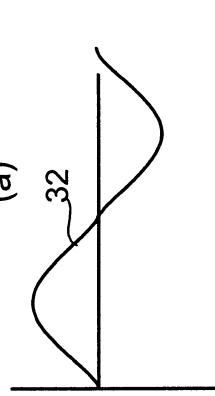
圖 一 (b)



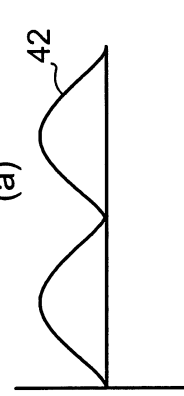
圖二 光源功率



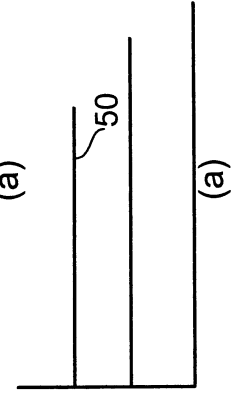
圖三 雷射光源
驅動電壓



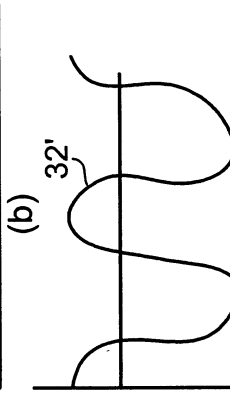
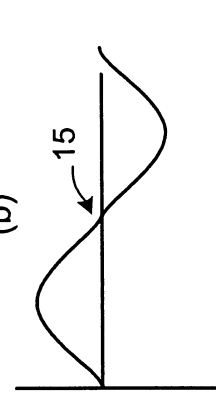
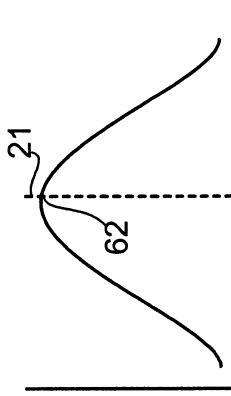
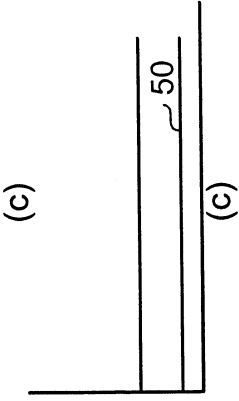
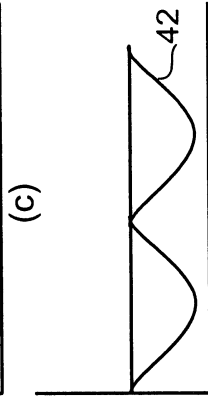
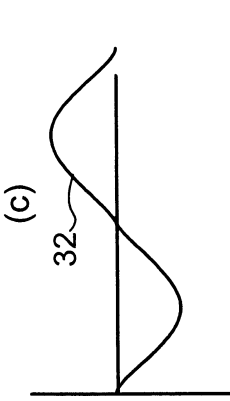
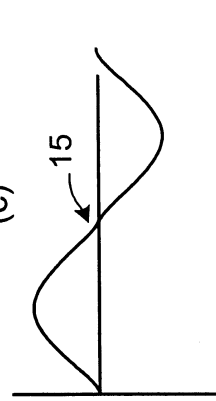
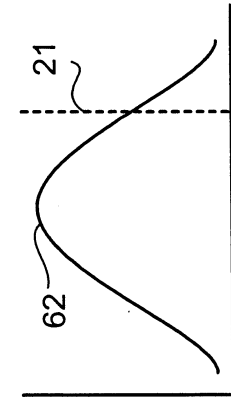
圖四 導線二極
體輸出



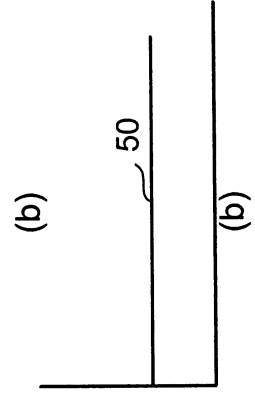
圖五 乘積



圖六 偏壓



零



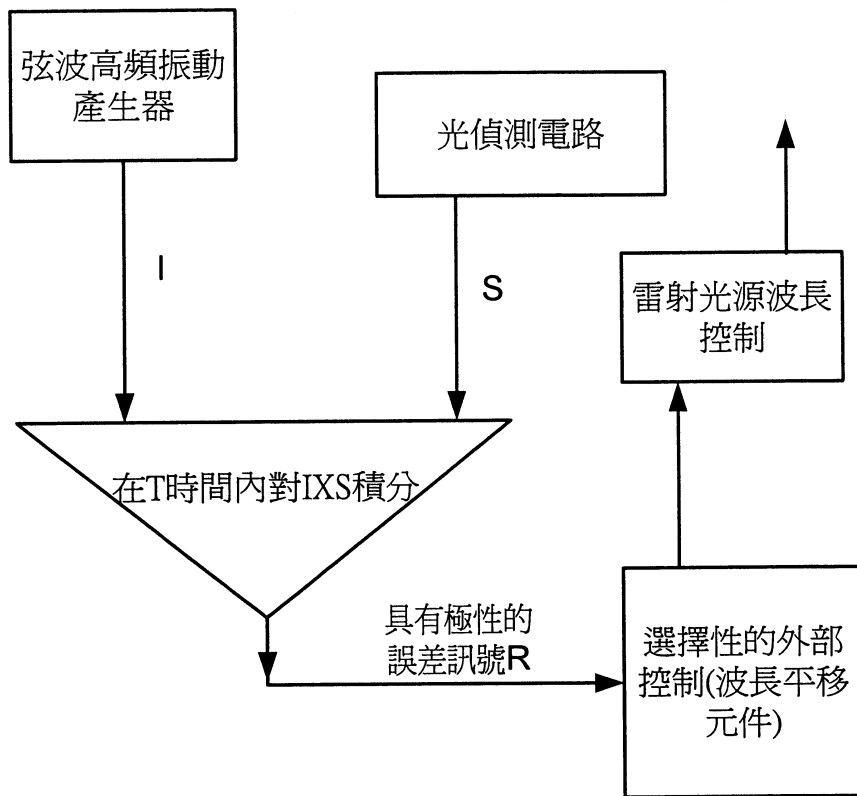


圖 七

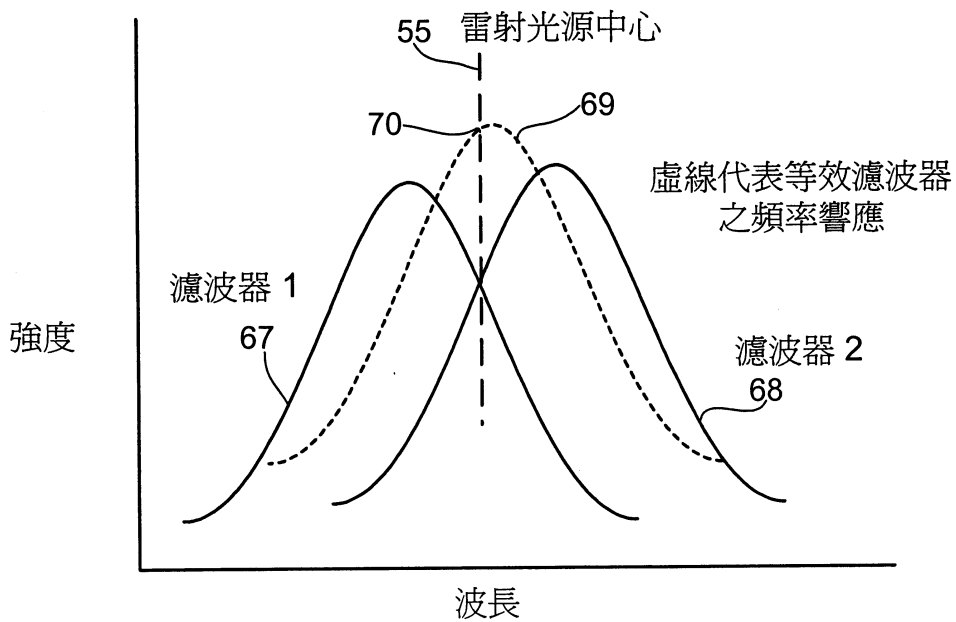
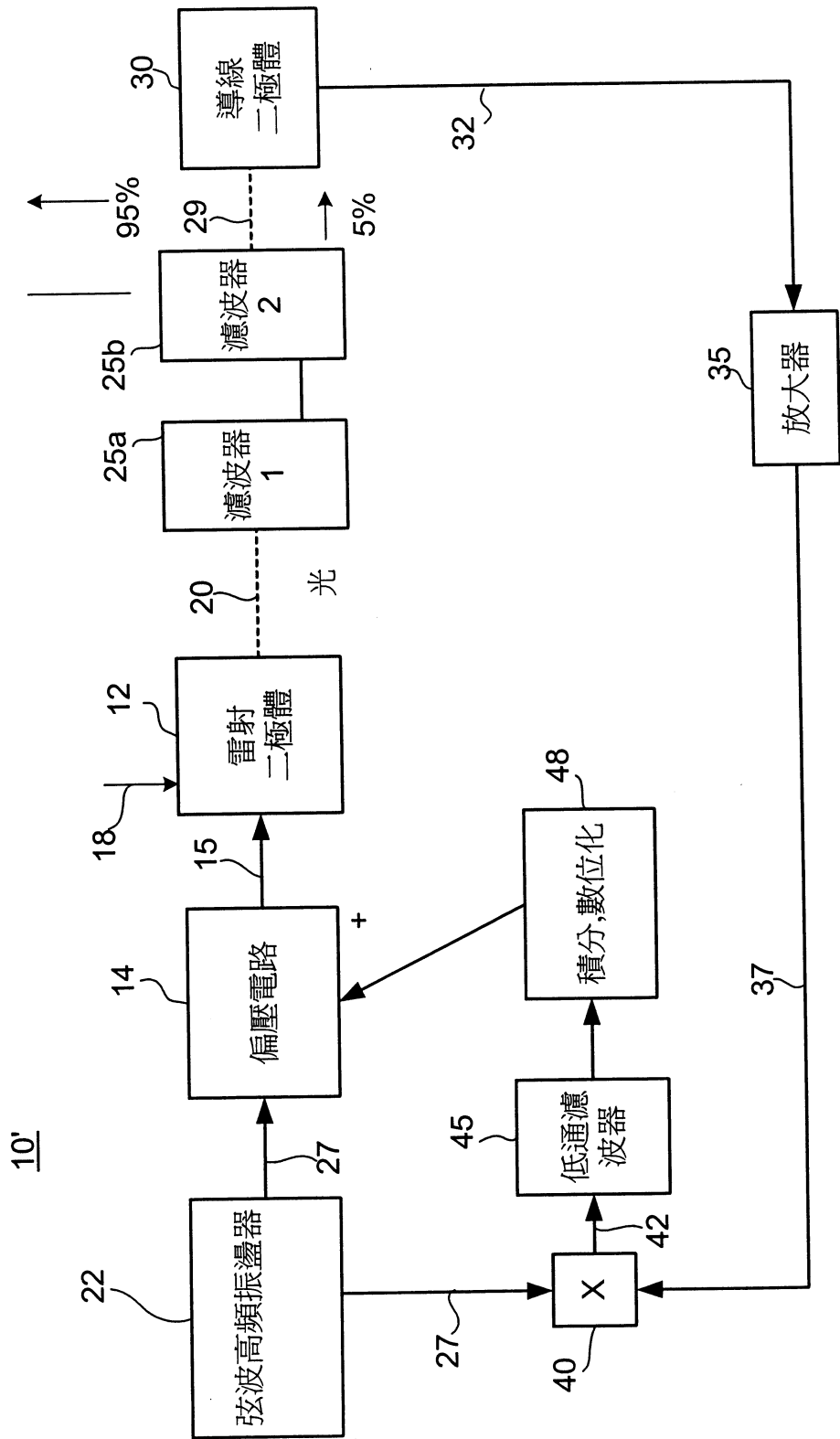


圖 九



圖八

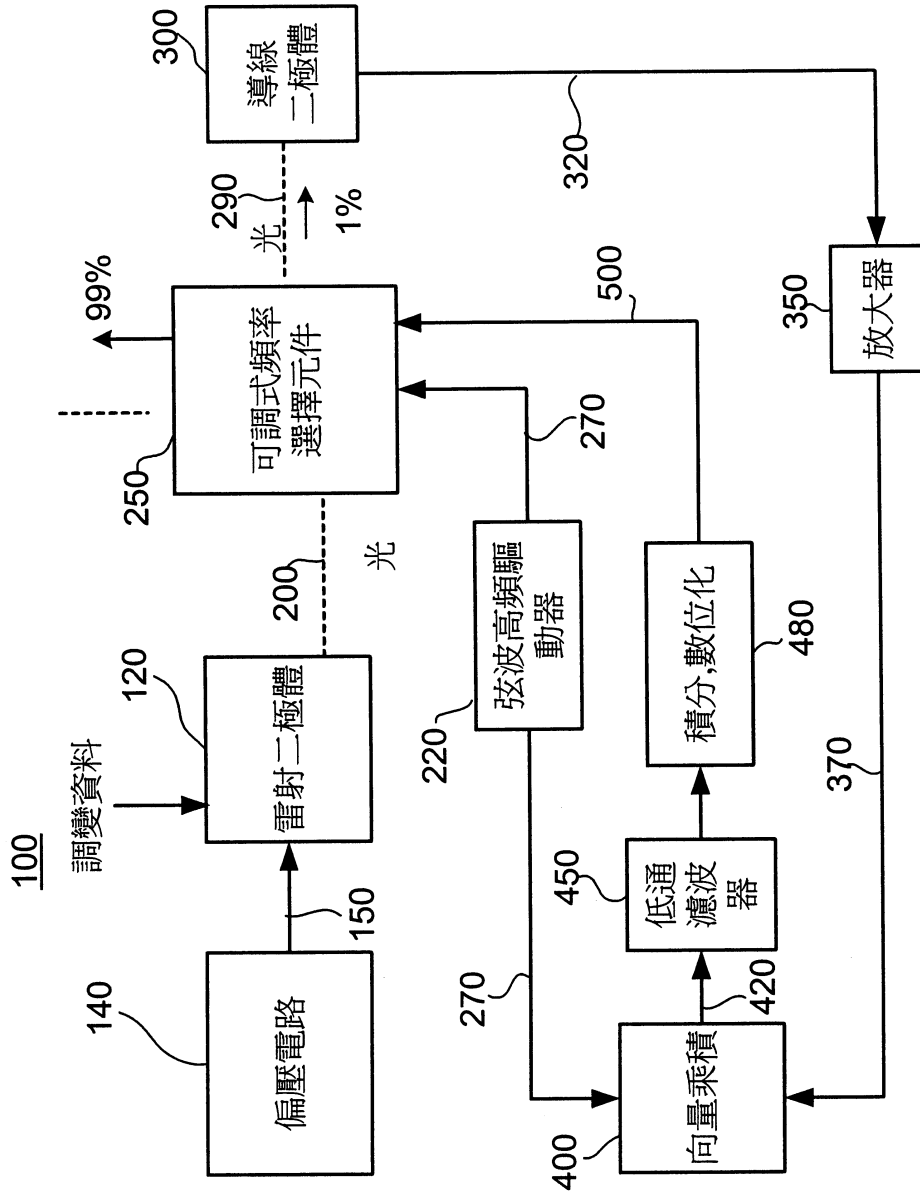
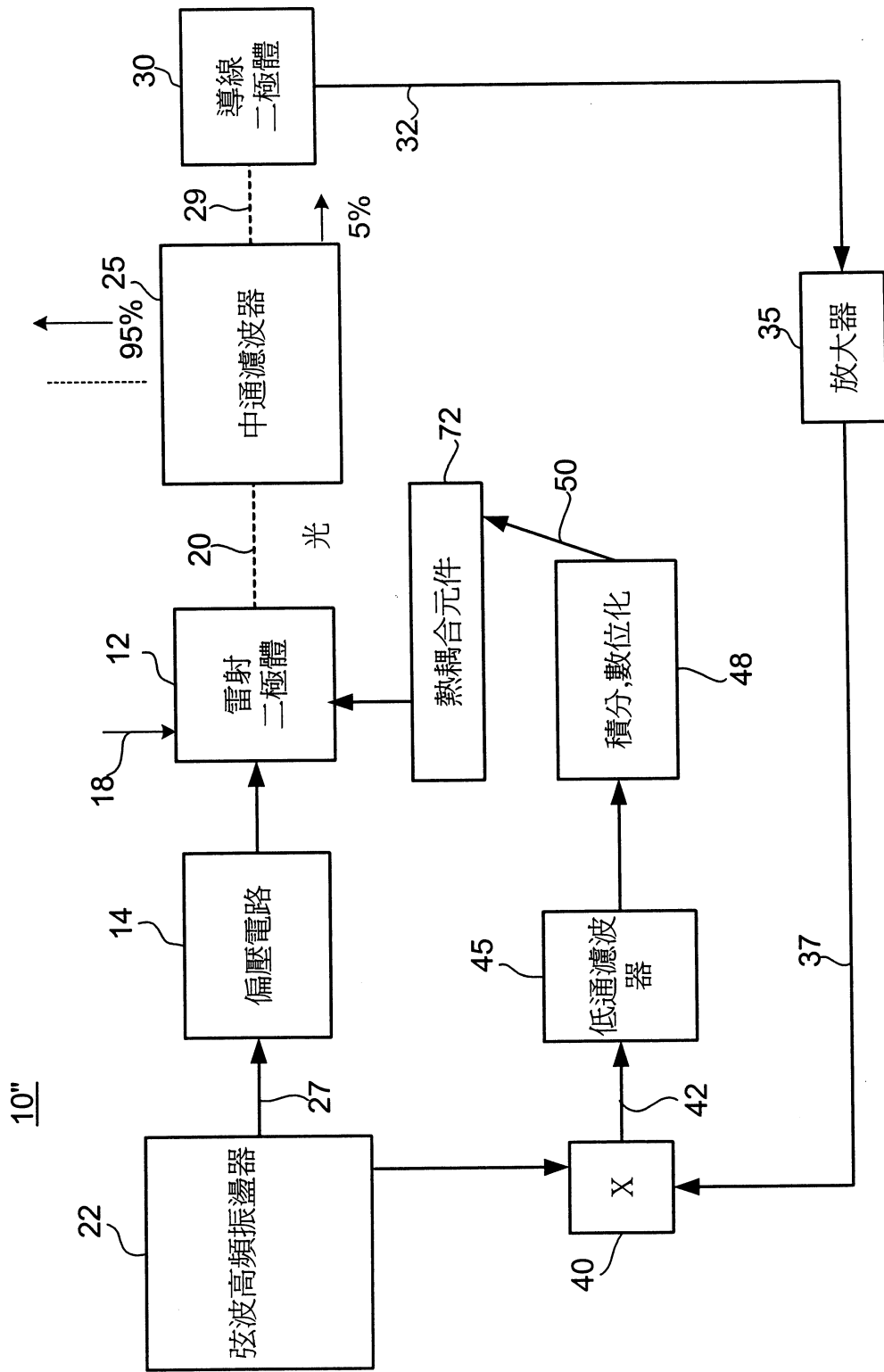
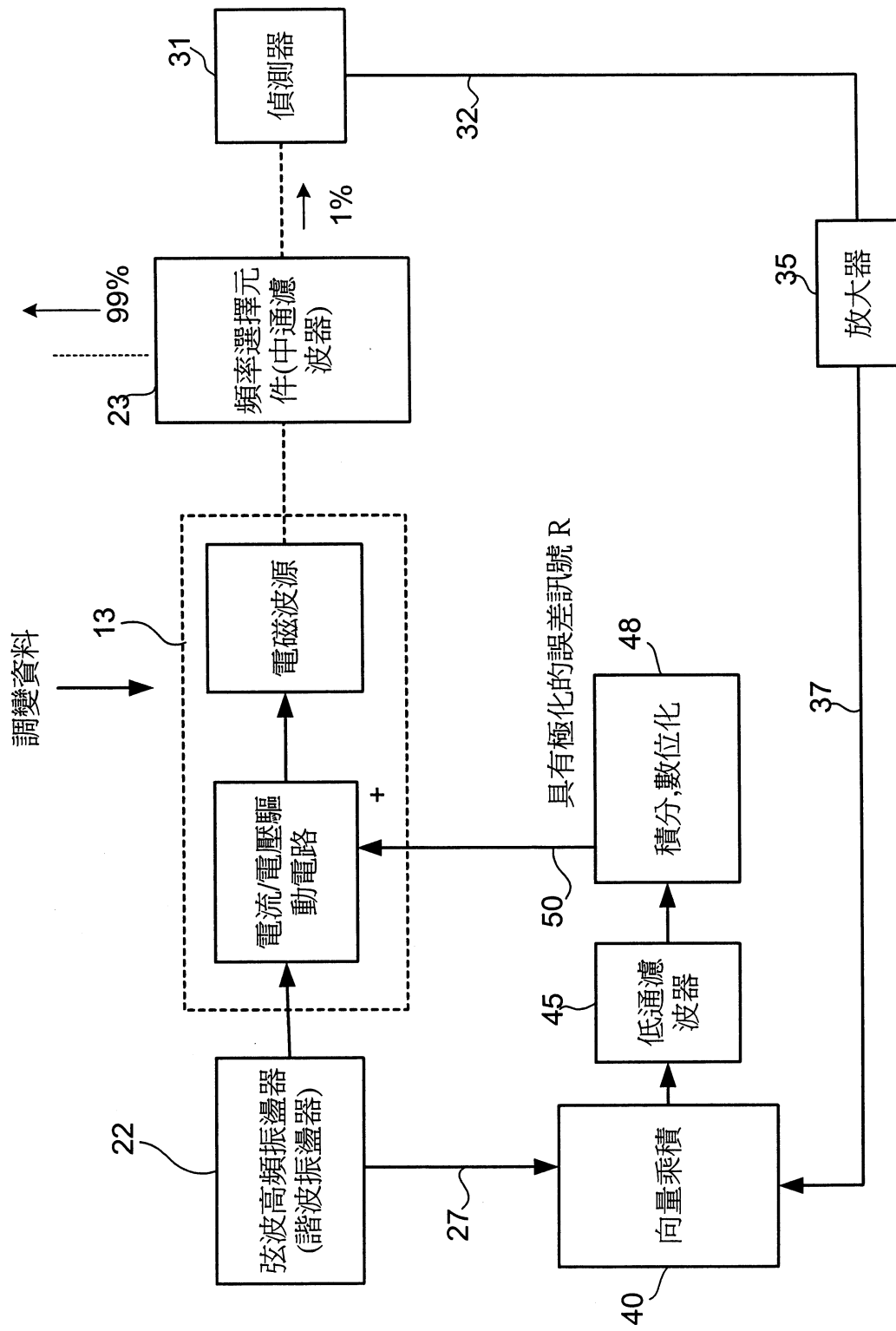


圖 十



圖十一



圖十二

申請日期： 91.5.21	IPC分類
申請案號： 91110655	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	供利用電磁訊號之系統所使用之波長鎖定迴路之裝置及方法
	英文	APPARATUS AND METHOD FOR WAVELENGTH-LOCKED LOOPS FOR SYSTEMS AND APPLICATIONS EMPLOYING ELECTROMAGNETIC SIGNALS
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 卡西麥爾 M 狄庫薩提斯 2. 勞倫斯 賈可鮑威茲
	姓名 (英文)	1. DeCusatis, Casimer M. 2. Jacobowitz, Lawrence
	國籍 (中英文)	1. 美國 US 2. 美國 US
	住居所 (中文)	1. 美國12603紐約州普吉西市巴爾特路126號 2. 美國12590紐約州窪賓斯瀑布鎮雪利伍德路2號
	住居所 (英文)	1. 2.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 萬國商業機器公司
	名稱或姓名 (英文)	1. International Business Machines Corporation
	國籍 (中英文)	1. 美國 US
	住居所 (營業所) (中文)	1. 美國10504紐約州亞芒克市新奧爾察德路 (本地址與前向貴局申請者不同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 傑羅 羅森梭
	代表人 (英文)	1. Gerald Rosenthal



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	2001/05/25	09/865, 256	有

有關微生物已寄存於	寄存日期	寄存號碼
	無	

無



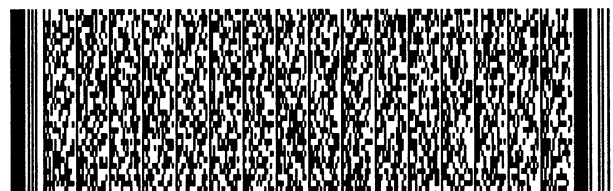
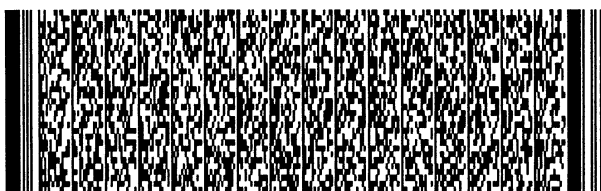
五、發明說明 (1)

發明領域

本發明係關於一種於射頻訊號(radio frequency)、微波訊號(microwave)、或是光學訊號(optical frequency spectra)中，產生並處理電磁波訊號的系統，更特別地，係關於此系統中的一種新的伺服控制電路(servo-control circuit)，其採用具有波長鎖定迴路之特性的電磁波訊號，以最佳化此系統的訊號功率(signal power)與傳輸頻寬(transmission bandwidth)。

發明背景

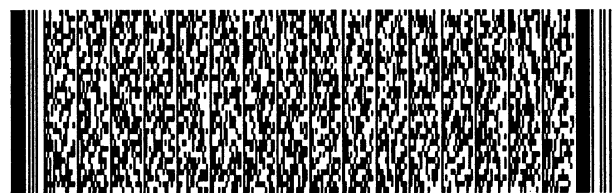
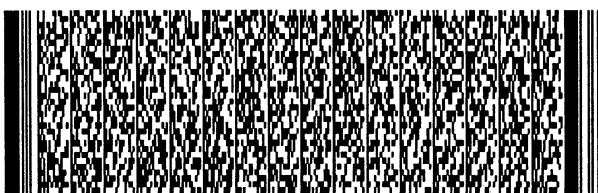
波分多工WDM (Wavelength Division Multiplexing) 以及高密度波分多工DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 是一種光波(light-wave)應用技術。這種技術可將多種不同波長的光線平行導入同一光纖(optical fiber)中，且使每一種波長的光線獨立攜帶各種不同資訊。目前的波分多工(WDM)以及高密度波分多工(DWDM)產品係以一組光纖，藉重新調變資料至一組雷射光線中，而組合許多不同的資料鏈(data link)。此光線係調整成為一特定的波長(依據工業標準，此波長的公差應在0.8 nm以內)。目前市場上的產品已可將多達三十二種不同波長的光線導入同一光纖中，而容量更大的產品也正在持續研發中。薄膜干涉濾波器(thin film interference filter)係利用在玻璃基板上塗上多層鍍膜而製成。藉由一系列與光纖交織的薄膜干涉濾波器，這些擁有不同波長的光線可以順利導入光纖中。薄膜干涉濾



五、發明說明 (2)

波器可將不同波長的光線導入光纖，也可在光纖的另一端將這些光線區分開來，並導出光纖。另外，在光纖的中繼點 (intermediate point)，也可以利用薄膜干涉濾波器將特定的波長頻道導入或導出光纖網路。

理想的波分多工 (WDM) 雷射光源可產生只包含單一波長且頻譜極窄的光線。而理想的中通濾波器 (bandpass filter) 則可提供約 0.4nm 寬度之完美的中通 (bandpass) 濾波功能。可是在實際的狀況之下，所有雷射光源所產生的光線均具有有限的頻寬，如呈現高斯分佈 (Gaussian spread) 約是 1-3nm 的頻譜寬度。而所有實際上的中通濾波器皆具有高斯分佈 (Gaussian spread) 的特性。因此，鑒於波分多工 (WDM) 的每個波長間距很小，眾人均希望能將雷射光線的主要波長對準中通濾波器的中心波長，以避免不同波長光線彼此之間的干擾 (crosstalk)。可是，由於目前市面上的雷射光源以及中通濾波器皆係由不同製造商所提供，因此，如果要精確地使雷射光線的主要波長對準中通濾波器的中心波長的話，將會是一件非常困難而且昂貴的工作。為了降低成本，目前市面上的系統與理想上有相當大的差距。而由於雷射光線的主要波長並未對準中通濾波器的中心波長，因此將會產生高達 4db 的訊號損耗。由於在實際應用中需要將多個 (如 8 個，未來甚至更多) 的中通濾波器串接，因此這樣大的訊號損耗使得光學訊號傳輸成本大增、傳送的距離也大受影響。而如果串接的中通濾波器均在不理想 (高損耗) 的狀況下工

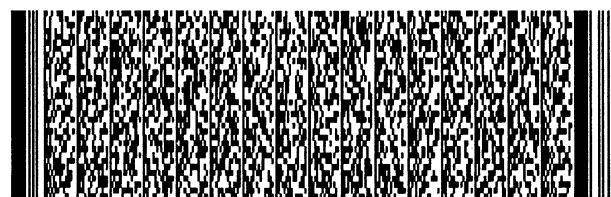


五、發明說明 (3)

作，吾人根本無法建造具有商業價值的系統。而且，由於雷射光源會隨著工作電壓、環境溫度、使用時間的長短而老化且中通濾波器的特性也會隨著環境溫度以及使用期間而改變，此外，雷射光線的中心波長和濾波器頻寬也會受極化影響，這些現象更進一步地提高了設計未來的波分多工 (WDM) 系統的困難程度。

除此之外，傳統直接將資料以電流調變的方式施加至雷射二極體上的方式，會產生兩項額外的副作用：其一為頻率跳動 (frequency chirp)，其二則為舒緩振盪 (relaxation oscillations)。這些副作用會使得雷射光線的中心波長在光源啟動初期就開始飄移。當雷射光源的輸出功率增強、驅動電壓加大、或是調變速率變快時，這些副作用就會變得格外明顯。這些副作用不但使雷射光線的中心波長以快速、混亂的方式漂移，更使雷射光線的頻譜加寬，使雷射光源與中通濾波器之間的光學干擾更形惡化。如果要避免這兩項副作用的影響，唯有採用昂貴的特製雷射光源、額外的外部調變器 (意味著更高的損耗以及更多的成本)、或是降低雷射光源的輸出功率 (意味著傳輸距離變短、佈線成本增加)。雖然降低調變速率也有助於抑制這兩項副作用，可是對於高速雷射光源，例如每秒數十億位元 (multi-gigabit) 傳輸速率的雷射光源來說，這是不切實際的解決方案。

因此，業界持續研究開發各種可以使雷射光線的主要



五、發明說明 (4)

波長對準中通濾波器的中心波長的方法，以有效提升波分多工系統內的功率傳輸效率，同時避免不同波長光線彼此之間的光學干擾。

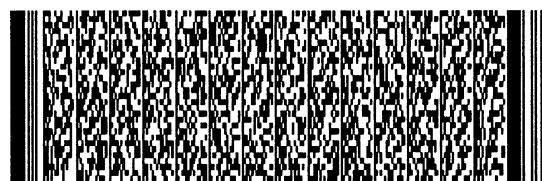
發明簡要說明

本發明之目的在於提供一種採用伺服控制的波長鎖定迴路電路。此電路可以在運用電磁波訊號的一系統中，使電磁波訊號之一峰波函數之一中心波長即時對正波長選擇元件之一峰中通函數之一中心波長。

本發明之另一目的在於提供適用於波分多工(WDM)或是高密度波分多工(DWDM)系統中的一種伺服控制的系統以及方法。此種系統以及方法可使高速傳輸(每秒數十億位元)雷射/光學系統內之訊號功率傳輸最佳化。

本發明之另一目的在於提供適用於一光學系統中的波長鎖定迴路，其可在波分多工(WDM)系統內即時追蹤以及對正各種頻率元件。例如，布雷格光柵(Bragg grating)、光纖(optical fiber)、波導管(waveguide)等。

本發明之另一目的在於提供一種光學系統中的伺服/回授迴路，其稱為波長鎖定迴路。此波長鎖定迴路可藉由平移光纖以及波導管內部已存在的傳送(known transmission)，達到即時對正可調式光學衰減器(variable optical attenuator)的目的。



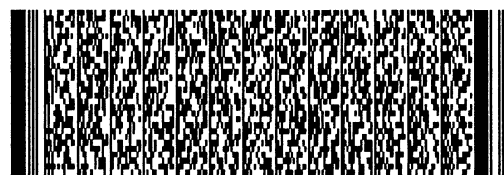
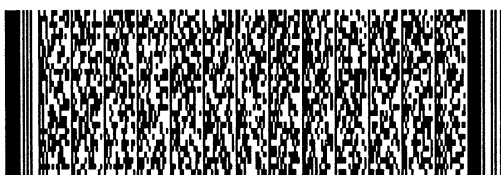
五、發明說明 (5)

本發明之另一目的在於提供一種光學系統中的伺服/回授迴路，其稱為波長鎖定迴路。此波長鎖定迴路可使用在光極化領域 (light polarization applications)。

本發明之另一目的在於提供一種光學系統中的伺服/回授迴路，其稱為波長鎖定迴路。此波長鎖定迴路可即時對正雷射訊號之中心波長以及中通濾波器之中心波長，使高速傳輸 (每秒數十億位元) 雷射/光學系統內之訊號損失最少，達到降低線路鋪設成本、延長線路鋪設長度的目的。

本發明之另一目的在於提供一種光學系統中的伺服/回授迴路，又稱為波長鎖定迴路。此波長鎖定迴路可即時對正雷射訊號之中心波長以及中通濾波器之中心波長，使高速傳輸 (每秒數十億位元) 雷射/光學系統內可以採用造價更低的雷射光源以及濾波器，以降低波分多工系統之架設成本。

因此，依據本發明的精神，本發明提供一種在處理電磁波訊號之系統內，使一電磁波訊號之中心波長即時對正一中通波長選擇元件之中心波長的系統以及方法。此系統以及方法包括下列步驟：a) 施加具有振盪調變頻率 (dither modulation frequency) 之一振盪調變訊號至具有特定頻率之一電磁波訊號，並將此振盪調變後之電磁波

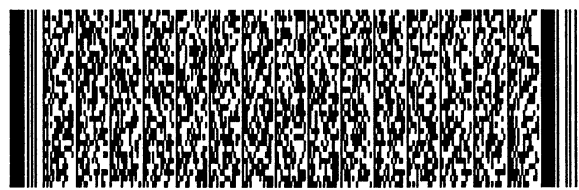
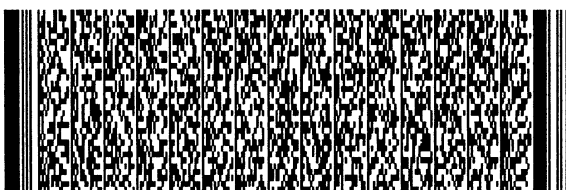


五、發明說明 (6)

訊號輸入至一波長選擇元件。此波長選擇元件對於一欲得到的頻率會具有一峰頻率反應(peak frequency response)。b) 將此振盪調變後之電磁波訊號中的一部分轉換成一電回授訊號。c) 持續地比較此電回授訊號以及此調變訊號，並產生一誤差訊號。此誤差訊號代表此電回授訊號之頻率特性與此振盪調變訊號之調變頻率之差距。d) 依據此誤差訊號，調整此電磁波訊號之中心波長。當此電回授訊號之頻率特性恰為此振盪調變訊號之調變頻率的兩倍時，此電磁波訊號之中心波長即對正此波長選擇元件之中心波長。

採用本發明波長鎖定迴路電路的系統可為資訊傳輸系統、或是使用於射頻訊號、微波訊號、以及電磁波頻譜中的光學訊號部分的電磁波訊號之控制系統。因此，此電磁波訊號可為射頻訊號、微波訊號、以及光學訊號。

當使用在雷射/光學網路中時，本發明之系統以及方法可以用來調整雷射二極體元件以及網路中的各種波長選擇元件。例如，波長選擇濾波器、衰減器、開關、布雷格光柵(Bragg gratings)、光學放大器中的環狀共振器(ring resonators)、或是各種外部調變器。例如，聲光可調式濾波器(acousto-optic tunable filter)、陣列波導管光柵(array waveguide gratings)等等。除此之外，本發明亦可應用在光學網路中的其他元件。例如，光學放大器(當光學放大器使用在非線性區時，即相當於



五、發明說明 (7)

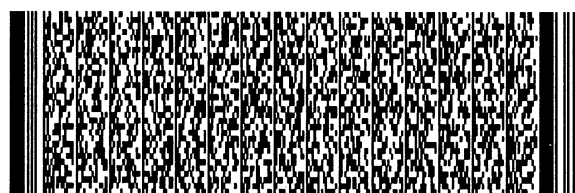
一個濾波器)。本發明亦可為上述的各種光學元件提供一種更便宜的解決方案。

另外，本發明亦可用來在製造過程中即時調整波分多工(WDM)以及光學網路系統中的各種元件。例如，可在製造過程中即時調整所有雷射光源至一特定波長。因此，本發明也可以用來提升這些元件的生產良率。

發明詳細說明

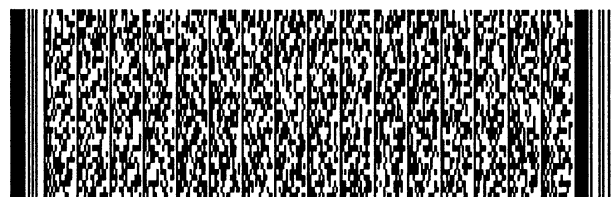
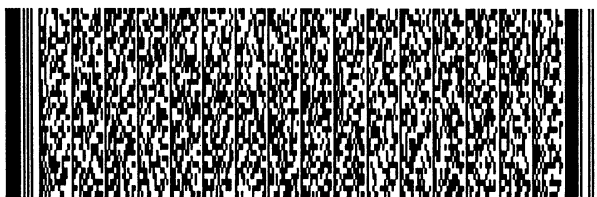
本發明係為實施於光學系統中的一種新的伺服控制系統。此光學系統包含光源(雷射光源)以及頻率選擇元件(中通濾波器)。此伺服控制系統在本說明書中將稱為「波長鎖定迴路(wavelength-locked loop or lambda-locked loop)」，係利用高頻振盪調變(dither modulation)的方式使電磁波的峰頻譜或是峰中心波長，如雷射光源，可追蹤到頻率選擇元件的中心波長。如此一來，即可得到最大的訊號功率以及最廣的系統傳輸頻寬。

如圖一(a)所示，光學系統10包含一雷射二極體12作為光源。雷射二極體12係由來自偏壓電路14的電壓15、以及來自訊號源(未顯示)的調變資料18所共同驅動。雷射二極體所產生的光學訊號20由中通濾波器25接收。此中通濾波器25亦可改用其他頻率選擇元件來取代。例如，薄膜光學干涉濾波器(thin film optical interference filter)、聲光濾波器(acousto-optic filter)、電光



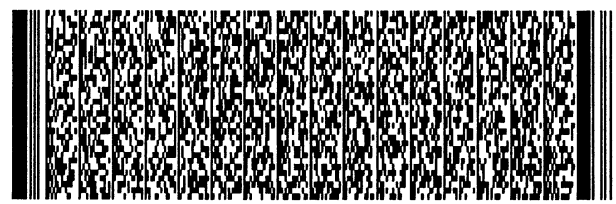
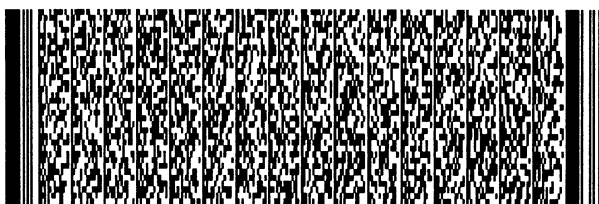
五、發明說明 (8)

濾波器 (electro-optic filter) 、繞射光柵 (diffraction grating) 、折光鏡 (prism) 、布雷格光柵 (Bragg grating) 、光學干涉儀 (integrated optics interferometer) 、電吸收比濾波器 (electroabsorption filter) 、以及液晶 (liquid crystal) 等。雷射二極體本身可包含一個標準的干涉儀 (Fabry Perot) 或是其他種類 (例如, 面射型雷射二極體 (Vertical Cavity Surface Emitting, VCSEL) 、發光二極體 (light emitting diode)) , 也可以包含一個普遍使用於波長多工領域的分佈型回授半導體雷射二極體 (Distributed Feedback semiconductor laser diode, DFB) 。在較佳實施例中, 雷射二極體所發出的光線波長範圍是在 850-1550 nm 之間。中通濾波器可以採用一薄膜光學干涉濾波器 (thin film optical interference filter) 。此薄膜光學干涉濾波器係由多層不同反射率的透明基板 (例如, 玻璃) 組合而成。圖一 (a) 中的光學系統更包含一弦波高頻振盪調變電路 (sinusoidal dither modulation circuit) 或是振盪器 22 , 以產生一弦波高頻振盪調變訊號 (sinusoidal dither modulation signal) 27 , 以調變此雷射二極體偏壓電位。此弦波高頻振盪調變訊號可以電子方式或是機械方式產生。在電子方式方面, 可藉由改變雷射光源的輸入電流來產生該調變訊號。在機械方式方面, 可藉由改變微機電系統 (micro-electromechanical system, MEMS) 之顯微鏡面 (mirror) 來調整訊號波長。高頻振盪的頻率約為數千赫



五、發明說明 (9)

茲，但亦可高達數百萬赫茲。在較佳實施例中，資料的傳輸速率約在1-10GHz，而高頻振盪的頻率是遠低於此資料傳輸速率。在圖一(a)的實施例中，依此方式調變雷射二極體偏壓電流15，就可以使雷射二極體中心波長產生相對應的高頻振盪。然後，將調變後的資料施加於雷射二極體上，輸出的光學訊號即可通過中通濾波器25。在較佳實施例中，少部份的光線29經由濾波器25將進入一光學偵測接收元件(photo detector receiver device)。例如，PIN二極體(PIN diode)30。然後，轉換為電回授訊號32。進入光學偵測接收元件的光線比例在如1%至之5%之間均可。然而，熟知技藝中人可能欲選擇高於背景雜訊的數量，並包含足夠的高頻振盪調變特性。其餘的光線則通過中通濾波器25並進入光學網路(未顯示)。由於PIN二極體32所輸出的訊號強度較為微弱，因此，本實施例採用一放大器35以增強回授信號的強度。增強後的回授信號37輸入至乘法器40，以與原先的弦波高頻振盪調變訊號27合併。乘法器所輸出的乘積訊號42係回授信號37以及高頻振盪調變訊號27之間的乘積，其包含在高頻震盪頻率之和值(sum)以及差值(difference)的項(terms)。乘積訊號42隨後進入低通濾波器45以及積分電路48，然後產生一誤差訊號50。誤差訊號50的值可為正值或是負值，其係決定於雷射光線的中心波長低於或是高於中通濾波器的中心波長。誤差訊號50進入偏壓電路14，以動態調整雷射二極體偏壓電流15於一預定方向。藉由此種控制方式，偏壓電路可動態調整雷射二極體偏壓電流，以確保雷射光線的中



五、發明說明 (10)

心波長確實對正中通濾波器的中心波長。在另一實施例中，誤差訊號50可以先轉換成數位形式，然後才輸入偏壓電路。

在以上實施例的波長鎖定迴路中，雷射光線的中心波長可以持續追蹤中通濾波器的中心波長，以實現最佳的光學訊號傳輸效率。不過，對類似光學訊號衰減器等光學元件來說，可能並不希望見到這樣的狀況。因此，在圖一 (b) 的另一實施例中，本發明更包含了一個選擇性的外接調整電路，也就是波長平移元件 (wavelength shifter) 51。此波長平移元件51可依據特定的網路應用需要，接收誤差訊號並轉換成另一控制信號，使雷射光線的中心波長可以與中通濾波器的中心波長保持固定的平移關係。換句話說，使用者可以藉由類似旋鈕之類的外部控制元件來調整波長平移元件51的設定，使雷射光線的中心波長可以與中通濾波器的中心波長保持特定的、使用者所想要的平移關係。

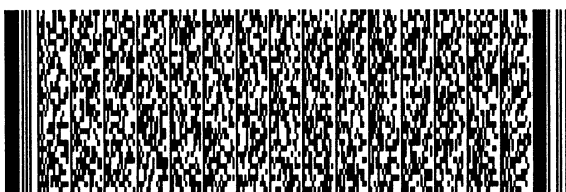
圖七將說明如何在波長鎖定迴路中提供高頻振盪 (dithering)。如圖七所示，弦波高頻振盪產生器 (諧波振盪器) 22 提供一高頻振盪訊號27，使雷射光線的中心波長在特定頻率小範圍的振盪。通過中通濾波器之後，雷射光線頻率變化將轉化成光線強度的變化，並由光偵測電路30 (例如，光二極體photodiode) 偵測。將光偵測電路30的輸出訊號S以及原來的弦波高頻振盪訊號I作向量乘



五、發明說明 (11)

積，將該向量乘積對時間 T 做積分後，作取樣以及數位化，就可以得到誤差偵測訊號的平均值 R 。這個平均值 R 可能為正值或是負值，並與雷射光線中心波長以及中通濾波器中心波長的差值成正比。這些誤差訊號 R 也可以進一步正規化 (normalized)，以評估中通濾波器的輸出雷射光線功率。更進一步，還可以提供一個外部調整電路，以接收該誤差訊號，使雷射光線中心波長可以與中通濾波器的中心波長保持特定的、使用者所想要的平移關係。最後，誤差訊號 R 回授並加入雷射光源偏壓電路，以調整雷射光線中心波長，使雷射光線的中心波長與中通濾波器的中心波長可以最佳對正於一適當方向。這種技術可以用來製造可調整式的雷射光源、可調整式的濾波器、或是可調整式的光學訊號衰減器等光學元件。

本發明之運作進一步將在圖二至圖六中有更進一步的說明。圖二(a)至圖二(c)為雷射光線功率對應於波長的三種情況的狀態圖。在圖二(a)所顯示的第一種狀況中，雷射光線訊號頻率中心 21 比中通濾波器的濾波器中通函數 60 之中心 62 來得小；在圖二(b)所顯示的第二種狀況中，雷射光線的中心波長 21 則正好對正中通濾波器的濾波器中通函數 60 之中心 62 ；在圖二(c)所顯示的第三種狀況中，雷射光線的中心波長 21 則比中通濾波器的濾波器中通函數中心 62 來得大。而如圖三(a)至圖三(c)的三種狀況中，雷射二極體的驅動電壓 15 均以正弦波方式高頻振盪產生，以使雷射二極體所發出的光線維持在一定頻



五、發明說明 (12)

率。雷射二極體所發出的光線通過濾波器後，藉由PIN二極體30轉換為電形式。在圖二(a)以及圖二(c)中的雷射光線訊號之狀況下，由於雷射光線的中心波長與中通濾波器中心波長不同，高頻振盪的頻譜無法通過中通濾波器的中心波長，因此PIN二極體所輸出的電訊號會與高頻振盪之頻率相同，如圖四(a)以及圖四(c)所示。在圖二(a)的狀況中，雷射光線的中心波長比中通濾波器中心小，所以回授誤差訊號32的頻率以及相位均與高頻振盪之頻率相同，如圖四(a)所示。相對地，在圖二(c)的狀況中，雷射光線的中心波長比中通濾波器中心大，所以回授誤差訊號32的頻率與高頻振盪之頻率相同，但相位則相差了180度，如圖四(c)所示。藉由這樣的設計，可以知道應該如何調整雷射光線的中心波長以達到理想狀況。在圖二(b)的狀況中，雷射光線的中心波長與中通濾波器中心相同，高頻振盪的頻譜可以對正並且通過中通濾波器的中心波長，因此在一個完整週期內，高頻振盪的頻譜可以通過中通濾波器的中心波長兩次，所以回授誤差訊號32的頻率會是高頻振盪頻率的兩倍，如圖四(b)所示。

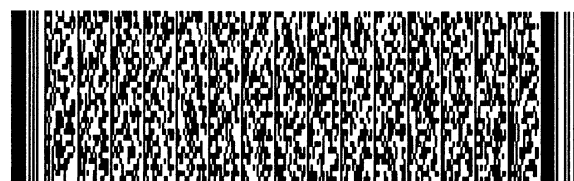
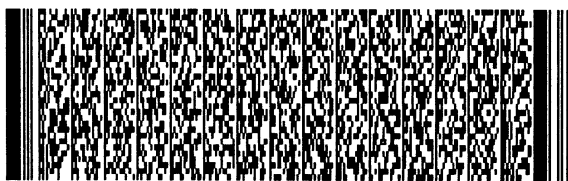
由以上的說明可知，當雷射光線的中心波長對正中通濾波器的頻譜圖之中心波長時，回授誤差訊號的頻率會是高頻振盪頻率的兩倍。反之，如果雷射光線的中心波長未能對正中通濾波器的頻譜圖之中心波長，則回授誤差訊號的頻率會與高頻振盪頻率相同，而相位則可能與高頻振盪頻率相同(圖四(a))、或是恰好相差180度(圖四(c))



五、發明說明 (13)

))。需要特別說明的是，當雷射光線的中心波長未能對正中通濾波器中心波長，而且高頻振盪的頻率與中通濾波器的中心波長有部份重疊時（例如，在一個高頻振盪的完整週期中，中通濾波器的中心波長被通過兩次時）。無論雷射光線的中心波長是否在中通濾波器的頻譜範圍內，PIN二極體仍可以在180度相位差的部分偵測到頻率加倍的現象。因此，即使只偵測到局部頻率加倍的現象，仍可以正確評估並且調整雷射光線頻率以及大小，以達到本發明的目的。如圖五(a)以及圖五(c)所示，雷射光線的中心波長未能對正中通濾波器的狀況。此時，放大後誤差訊號與原始高頻振盪訊號的乘積即為訊號42。當雷射光線的中心波長低於中通濾波器中心時，訊號42為第一極性（指於中通濾波器中心頻率之下的雷射光線訊號），如圖五(a)所示。而當雷射光線的中心波長高於中通濾波器中心時，訊號42則為第二極性（指於中通濾波器中心頻率之下的雷射光線訊號），如圖五(c)所示。這些訊號可以調整轉換成數位輸出的雷射光源偏壓訊號48，如圖六(a)以及圖六(c)所示。這些數位化後的訊號可以用來回授控制，以增加或是減少雷射光源的電流，使雷射光線的中心波長趨近於中通濾波器的中心波長。請參考圖六(b)，當雷射光線的中心波長等於中通濾波器的中心波長時，數位輸出的雷射光源偏壓訊號50即為零，因此可以保持住目前頻率對正的狀況。

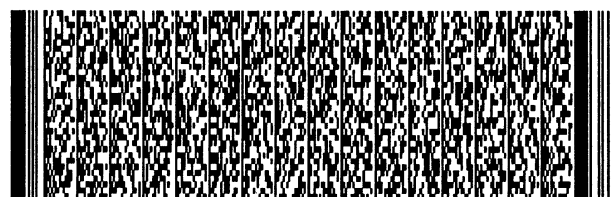
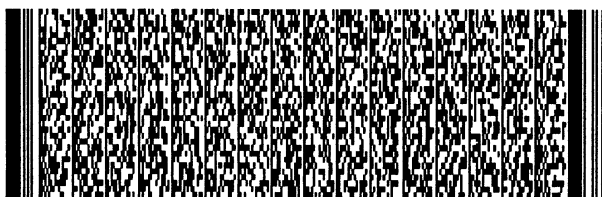
或許有人會以為只要中通濾波器的頻寬大於雷射光線



五、發明說明 (14)

的頻寬，那麼所有的雷射光線脈衝就可以順利通過中通濾波器，而不會受到不良的影響。然而這樣的認知與事實是完全不符的。雷射光線以及中通濾波器的頻譜無論是在時域或是頻域均呈現高斯 (Gaussian) 分布，因此當雷射光線通過中通濾波器時，必然會產生旋繞 (convolution) 效應，所以通過濾波器後的輸出光線頻譜必然小於通過濾波器前的輸入光線頻譜。換句話說，部分光線會在濾波的過程中散失。理想的波分多工系統至少會包含兩個中通濾波器，以在通訊通道的兩端進行多工/解多工

(multiplex/demux) 的工作，而實際上的波分多工系統往往包含更多個彼此串接的中通濾波器。如果彼此串接的兩個中通濾波器之中心波長不一致，原始的光學訊號就會同時被兩個中通濾波器所干擾，因此光學訊號的折損率更高、有效傳輸的光學功率更低。數個彼此串接、中心波長不一致的中通濾波器，就相當於一個頻寬極窄的濾波器，因此雷射光源與中通濾波器之間的對正誤差容許度就更小了。舉例來說，假設中心波長完全對正的波分多工系統之波長間隙為 0.8 nm，那麼源自於濾波器之間的頻率對正問題就會導致波長間隙降至 0.4 nm 以下。因此在雷射光源的選擇上就受到了極嚴苛的限制，必須採用非常精確、非常穩定的雷射光源才能達成系統的需求，而符合此種條件的雷射光源非常昂貴。所以總結以上共計有兩個需要解決的問題：(一) 雷射光源與中通濾波器之間的頻率對正；(二) 複數個中通濾波器彼此之間的頻率對正。另一方面，當光學訊號在光纖網路內部經過複數個中通濾波器

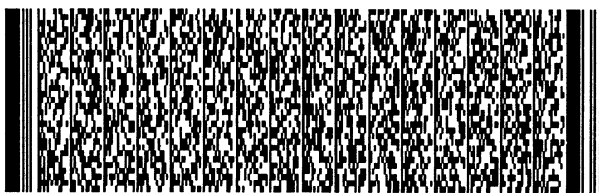


五、發明說明 (15)

時，若是再加上溫度以及其他環境因素的影響，也會使光學訊號的波長有飄移的現象。因此保持整個光纖網路中各個元件的中心波長穩定是非常重要的。

本發明所提出的技術可以有效地解決以上兩個問題。請參考圖八，光學系統10'包含彼此串接的兩個中通濾波器25a、25b。圖九繪示出中通濾波器25a、25b個別的頻率響應圖67、68，以及兩者串接後的等效頻率響應圖69，其中頻率響應圖69之中心波長在圖式中標示為70。當進行中通濾波器對中通濾波器、或是複數個中通濾波器之間的頻率對正時，如圖八所示的實施例即可以用來調整雷射光源55之一中心頻率，可以非常有效率地通過彼此串接的複數個中通濾波器，如圖九之一等效濾波器反應(composite filter response)69所示。通常來說，串接的複數個中通濾波器就相當於一個頻寬極窄的等效中通濾波器，而本發明之波長鎖定迴路(WLL)可以使雷射光源的中心波長準確對正該等效中通濾波器的中心波長。

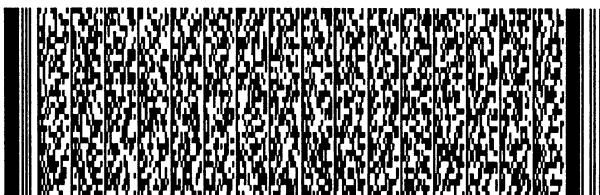
本發明所提出的裝置以及方法亦可用來調整其他光學元件中之雷射光源的波長，使光學系統中的各種波長選擇元件(wavelength-selective element)均能發揮其理想功能。舉例來說，波長選擇開關(wavelength-selective switch)、可調式濾波器(tunable filter)、布雷格光柵(Bragg gratings)、光學放大器中的環狀共振器(ring resonators in optical amplifier)；或是各種



五、發明說明 (16)

外部調變器，例如：聲光可調式濾波器 (acousto-optic tunable filter)、陣列波導管光柵 (array waveguide gratings) 等等。除此之外，本發明亦可應用在光學網路中的其他元件，例如，光學放大器 (當光學放大器使用在非線性區時，即相當於一個濾波器)。本發明亦可為上述的各種光學元件提供一種更經濟的解決方案。本發明使波分多工 (WDM) 系統的訊號傳輸效率提昇，因此在建構光學網路系統時可以節省相當多的線路鋪設成本。本發明也讓系統業者可以採用更多更便宜的雷射光源以及中通濾波器，使整個光學網路系統的成本更形降低。

在圖十的實施例中，是將波長鎖定迴路 (WLL) 伺服控制系統100應用在可調式頻率選擇元件，例如中通濾波器上。此種可調式頻率選擇元件可以廣泛地運用於光學網路系統。例如，光學衰減器 (optical attenuator)、光學增益控制電路 (optical gain control circuit) 等等。如圖十所示，偏壓元件140將一偏壓訊號150施加至雷射二極體120、以產生一具有一峰波函數的光學訊號200。光學訊號200隨後進入可調式頻率選擇元件250 (例如，中通濾波器) 中。弦波振盪驅動元件220可以使用一高頻振盪訊號270來調整中通濾波器250的中心波長。少部份的光學訊號290經由中通濾波器250到達光偵測元件 (例如，PIN二極體300)。在PIN二極體300中，光學訊號被轉換成電訊號320，經過放大器350後進入混波元件 (mixer device) 400。混波元件400同時接收高頻振盪訊號270以

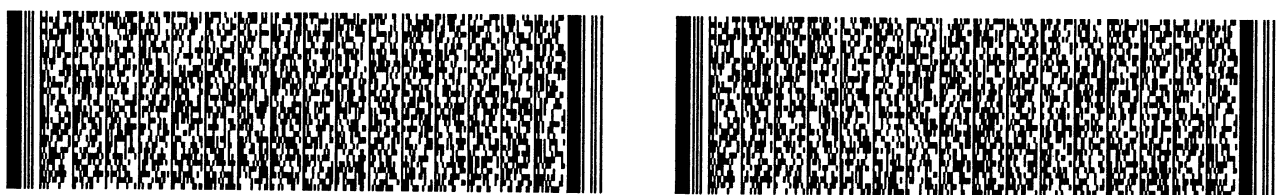


五、發明說明 (17)

及放大器350放大後的回授訊號370，並產生一訊號420通過低通濾波、積分器480，以提供一個誤差訊號500。此實施例所採用的方式與圖二至圖六所描述的方式相類似。誤差訊號500可為一具有正負值的訊號，用來動態調整中通濾波器的中心波長，以使中通濾波器的中心波長與雷射光線200的中心波長相吻合。

除了以上提過的種種優點之外，本發明還可以補償因為元件老化所導致的波長飄移 (wavelength drift) 現象，延長雷射光源的使用期限、以及提高雷射光源的可信賴度，使雷射光源提供頻率穩定的雷射光線，使雷射光源可以充分發揮其輸出功率以及調變能力，還可以補償雷射光源的熱飄移 (thermal drift) 現象。另一方面，圖十一中的系統結構10'，並不使用偏壓電流，而是改用熱耦合轉換元件 (thermocouple transducer element) 或是其他類似的溫度轉換元件，藉由誤差訊號48來改變雷射二極體12的溫度，以達到調整雷射光源波長的目的。因此熱-光調變器 (thermo-optic modulator) 亦可應用在本發明中。更進一步，本發明亦可應用在雷射光源的外部調變器中，藉由調整雷射光源的中心波長以控制雷射功率。

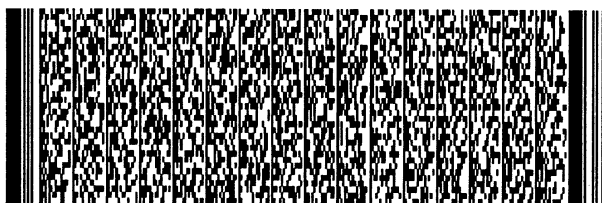
本發明的波長鎖定迴路 (WLL) 可以應用在各種需要對正任何電磁波訊號之中心波長的系統中。本發明可以調整電磁波源的中心波長、或是調整頻率選擇元件的中心波長，以使兩者可以彼此吻合。圖十二說明了本發明應用於



五、發明說明 (18)

微波 (microwave) 或是射頻 (RF) 系統的實施例。在本實施例中，電磁波產生器包含了一電流或電壓驅動電路、以及一電磁波源13。當使用在微波系統時，電磁波源13可包含一調速管元件 (klystron device)。濾波器可包含一表面聲波濾波器 (surface acoustic wave filter, SAW filter)。而偵測器則可包含一電磁場偵測器31。

以上的較佳實施例僅為了便於說明本發明之各項優點以及可能的實施方法。業界人士自可基於以上之說明範例衍生各種變化，這些變化仍應在本發明的保護範圍之內。因此本發明之範圍不受到以上實施例的限制，而應以申請專利範圍為準。



圖式簡單說明

藉著參考後面的敘述說明、申請專利範圍、以及配合隨附的圖式，將更能理解本發明之裝置與方法的特徵、目的、以及優點。所附圖式如下：

圖一（a）以及圖一（b）說明應用本發明之波長鎖定迴路（WLL）技術的系統結構圖；

圖二（a）至圖二（c）說明在三種不同的情況之下，雷射光線功率對應於波長的圖；

圖三（a）至圖三（c）說明對應於圖二（a）至圖二（c）中，雷射光源驅動電壓對應於波長的圖；

圖四（a）至圖四（c）說明對應於圖二（a）至圖二（c）中，PIN二極體（PIN diode）輸出之回授誤差訊號對應於波長的圖；

圖五（a）至圖五（c）說明回授訊號與原始之高頻振盪訊號混波之後的乘積訊號；

圖六（a）至圖六（c）說明調整後之雷射光源偏壓訊號，用來調整雷射光源之輸入電流以調整雷射光源之中心波長；

圖七說明如何在本發明之波長鎖定迴路中提供高頻振盪電路；

圖八說明於包含兩個彼此串接之中通濾波器的光學系統中，應用本發明之波長鎖定迴路伺服系統技術的系統結構方塊圖；

圖九說明圖八中之兩個中通濾波器個別的頻率響應圖，以及兩者串接後的訊號波形關係圖；



圖式簡單說明

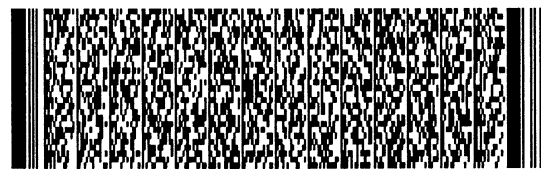
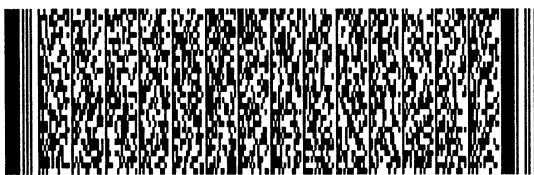
圖十說明應用本發明波長鎖定迴路 (WLL) 伺服控制系統之可調式頻率選擇元件，如中通濾波器，之方塊圖；

圖十一說明本發明應用一熱耦合轉換元件 (thermocouple transducer element) 或是其他類似的溫度轉換元件，根據誤差訊號，改變雷射二極體的溫度以調整雷射光源波長的系統結構方塊圖；以及

圖十二說明應用本發明之波長鎖定迴路的實施例系統結構方塊圖。

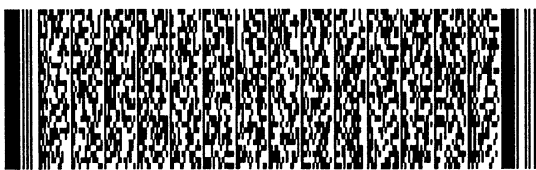
圖示符號說明

10	光學系統	10'	光學系統
12	雷射二極體	10''	系統結構
13	電磁波源	60	濾波器中通函數
14	偏壓電路	62	中心
15	電壓	67	頻率響應圖
18	調變資料	68	頻率響應圖
2	頻率選擇元件	69	等效頻率響應圖
20	光學訊號	70	頻率響應之中心波長
21	雷射光線的中心	100	波長鎖定迴路伺服控制系統
22	弦波高頻振盪器	120	雷射二極體
25	中通濾波器	140	偏壓電路
25a	中通濾波器	200	光學訊號
25b	中通濾波器	220	弦波振盪驅動元件
27	弦波高頻振盪調變訊號	250	可調式頻率選擇元件



圖式簡單說明

29	光線	270	高頻振盪訊號
30	IN二極體	290	光學訊號
31	電磁場偵測器	300	PIN二極體
32	電回授訊號	320	電訊號
35	放大器	350	放大器
37	增強後的回授信號	370	回授訊號
40	乘法器	400	乘法器
42	乘積訊號	450	低通濾波器
45	低通濾波器	480	積分電路
48	積分電路	500	誤差訊號
50	誤差訊號		
51	波長平移元件		
55	雷射光源		

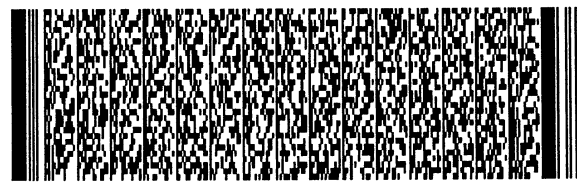


四、中文發明摘要 (發明之名稱：供利用電磁訊號之系統所使用之波長鎖定迴路之裝置及方法)

一種波長鎖定迴路伺服控制之電路以及方法，設置於處理電磁波訊號之系統內，可使電磁波訊號之一峰波函數的一中心波長即時對正一波長選擇元件之一峰中通函數的一中心波長。此電路包括一裝置，供將具有特定振盪調變頻率之振盪調變訊號施加至電磁波訊號，並將振盪調變後之電磁波訊號輸入至波長選擇元件；一裝置，供將振盪調變後之電磁波訊號中的一部分轉換成一電回授訊號；一裝置，供持續地比較回授訊號以及振盪調變訊號，並產生一誤差訊號，此誤差訊號代表電回授訊號與振盪調變頻率之頻率特性之一差值；一裝置，供依據誤差訊號調整電磁波訊號之峰波函數。當此電回授訊號之頻率特性恰為振盪調變訊號之調變頻率的兩倍時，電磁波訊號之中心波長即對

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS AND METHOD FOR WAVELENGTH-LOCKED LOOPS FOR SYSTEMS AND APPLICATIONS EMPLOYING ELECTROMAGNETIC SIGNALS)

A wavelength-locked loop servo-control circuit and methodology that enables real time mutual alignment of an electromagnetic signal having a peaked spectrum function including a center wavelength and a wavelength selective device implementing a peaked passband function including a center wavelength, in a system employing electromagnetic waves. The circuit comprises a mechanism for applying a dither modulation signal at a dither modulation frequency to the



四、中文發明摘要 (發明之名稱：供利用電磁訊號之系統所使用之波長鎖定迴路之裝置及方法)

正該波長選擇元件之中心波長。

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS AND METHOD FOR WAVELENGTH-LOCKED LOOPS FOR SYSTEMS AND APPLICATIONS EMPLOYING ELECTROMAGNETIC SIGNALS)

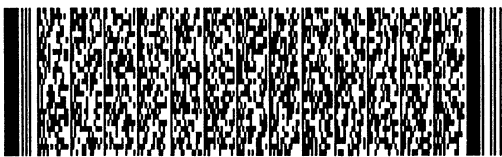
electromagnetic signal, and inputting the dither modulated electromagnetic signal to the wavelength selective device; a mechanism for converting a portion of the dither modulated electromagnetic signal to an electric feedback signal; a mechanism for continuously comparing the feedback signal with said dither modulation signal and generating an error signal representing a difference between a frequency characteristic of the feedback signal and a dither modulation frequency; and a mechanism



四、中文發明摘要 (發明之名稱：供利用電磁訊號之系統所使用之波長鎖定迴路之裝置及方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS AND METHOD FOR WAVELENGTH-LOCKED LOOPS FOR SYSTEMS AND APPLICATIONS EMPLOYING ELECTROMAGNETIC SIGNALS)

for adjusting the peaked spectrum of the electromagnetic signal according to the error signal. The center wavelength of the electromagnetic signal and the wavelength selective device center wavelength become aligned when the frequency characteristic of the feedback signal is two times the dither modulation frequency.



六、申請專利範圍

1. 一種波長鎖定迴路伺服控制電路，設置於處理電磁波訊號之一系統內，該波長鎖定迴路伺服控制電路可使一電磁波訊號之中心波長即時對正(real time mutual alignment)，該電磁波訊號具有一峰波函數(peak spectrum function)，該峰波函數包含一中心波長(center wavelength)，以及一波長選擇裝置(wavelength selective means)，該波長選擇裝置具有包含一中心波長的一峰中通函數(peaked passband function)，該波長鎖定迴路伺服控制電路包括：

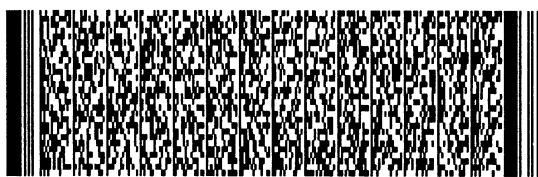
一裝置，供將具有一高頻振盪調變頻率之一高頻振盪調變訊號施加至該電磁波訊號，以產生一高頻振盪調變電磁波訊號，並將該振盪調變後之電磁波訊號輸入至該波長選擇裝置；

一裝置，供將該振盪調變後之電磁波訊號中的一部分轉換成一電回授訊號；

一裝置，供產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該回授訊號與該高頻振盪調變訊號的一向量乘積(vector cross product)；以及

一裝置，供依據該誤差訊號，調整該電磁波訊號之該峰波函數，其中當該回授訊號之一頻率特性恰為該高頻振盪調變訊號之調變頻率的兩倍時，該電磁波訊號之中心波長即對正該波長選擇裝置之中心波長。

2. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，



六、申請專利範圍

其中該電磁波所選擇的頻率可為電磁波頻譜中的射頻、微波頻率、或是光學頻率部分，而該電磁波訊號可相對應地為一射頻訊號、一微波訊號、或是一光學訊號。

3. 如申請專利範圍第2項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該光學訊號包含應用於一光學網路中的一雷射訊號，其中該光學網路包括：

一雷射二極體，供產生該雷射訊號；以及

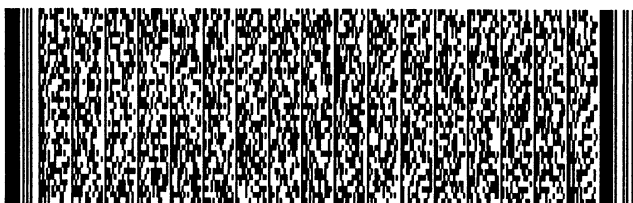
一雷射偏壓控制電路，供產生一偏壓至一雷射二極體，以控制該雷射訊號，其中供調整該光學訊號的該裝置，施加該誤差訊號至該雷射偏壓控制電路，以調整該雷射訊號之一中心波長特性。

4. 如申請專利範圍第2項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該電磁波訊號係應用於使用微波的一資訊傳輸系統，該資訊傳輸系統包含：

一微波產生器，供產生該微波訊號；以及

一驅動控制電路，供產生一驅動訊號至該微波產生器，以控制該微波訊號，其中供調整該微波訊號的該裝置，施加該誤差訊號至該驅動控制電路，以調整該微波訊號之一中心波長特性。

5. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該波長選擇裝置包含具有代表一濾波器中通中心波長



六、申請專利範圍

的一預定中心波長之一中通濾波器，該電磁波訊號將被調整至該中通中心波長，以使最多的訊號能量可通過該系統之該中通濾波器。

6. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該波長選擇裝置包含多個彼此串接之中通濾波器，該多個中通濾波器相當於一等效中通濾波器，該等效中通濾波器擁有一中通中心波長，該電磁波訊號將被調整至該中通中心波長，以使最多的訊號能量可以通過該系統中之該多個中通濾波器。

7. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中對該偏壓訊號進行一振盪調變的該裝置係為一弦波振盪電路，供產生一預定頻率之一弦波振盪訊號。

8. 如申請專利範圍第2項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該轉換裝置包含一射頻訊號偵測器、一微波訊號偵測器、或是一光學訊號偵測器。

9. 如申請專利範圍第8項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該光學訊號偵測器包含一光偵測器 (photodetector)。

10. 如申請專利範圍第8項之波長鎖定迴路伺服控制電



六、申請專利範圍

路，其中該微波訊號偵測器包含一表面聲波偵測器 (surface acoustic wave detector)。

11. 如申請專利範圍第7項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中供產生包含一向量乘積的一誤差訊號的該裝置，包含一混波器，以混合轉換後的該回授訊號以及該弦波振盪調變訊號，並產生一向量乘積訊號 (vector cross-product signal)，以代表該高頻振盪頻率之一和與一差值。

12. 如申請專利範圍第11項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中更包括：

一低通濾波器，供濾除該輸出乘積訊號；以及

一積分電路，供平均該輸出乘積訊號，以產生該誤差訊號，其中該誤差訊號的正負值是決定於該電磁波訊號之一中心波長與該波長選擇裝置之該預定中心波長間之大小關係。

13. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中更包括一波長平移元件，供接收該誤差訊號，並且藉由調整胎雷射二題體的偏壓訊號改變該誤差訊號，以使該電磁波訊號之中心波長以一特定方式移動。

14. 如申請專利範圍第3項之波長鎖定迴路伺服控制電



六、申請專利範圍

路，其中進一步包括一熱耦合元件(thermocouple device)，供接收該誤差訊號，並且改變該雷射二極體的一溫度，以依據該誤差訊號調整該雷射訊號的一頻率於一特定方向。

15. 如申請專利範圍第3項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該波長選擇裝置包含一光學放大器。

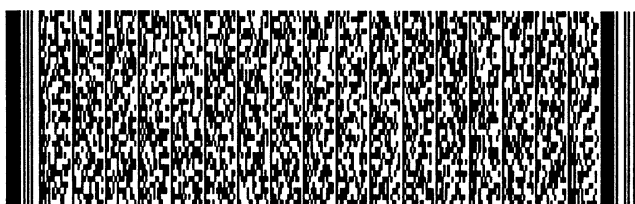
16. 如申請專利範圍第3項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該波長選擇裝置包含一光學衰減器。

17. 如申請專利範圍第3項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該波長選擇裝置包含一光學開關。

18. 一種波長鎖定迴路伺服控制電路，設置於處理電磁波訊號之一系統內，該波長鎖定迴路伺服控制電路可使一電磁波訊號之中心波長即時對正一可調式波長選擇裝置之一峰中通函數之一中心波長，該波長鎖定迴路伺服控制電路包括：

一裝置，供將具有一高頻振盪調變頻率之一高頻振盪調變訊號施加至該可調式波長選擇裝置，該可調式波長選擇裝置可進一步接收具有一中心波長之一電磁波訊號，並產生供輸出的一振盪調變後之光學訊號；

一裝置，供將該振盪調變後之電磁波訊號中的一部分



六、申請專利範圍

轉換成一電回授訊號；

一裝置，供產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該回授訊號與該高頻振盪調變訊號的一向量乘積；以及

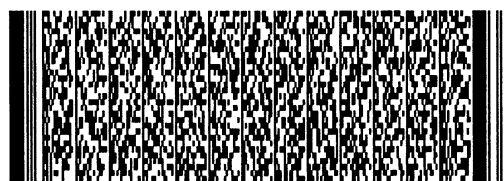
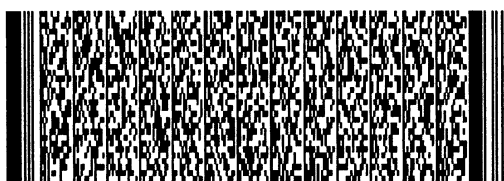
一裝置，供依據該誤差訊號，調整該可調式波長選擇裝置之一中通中心波長，其中當該回授訊號之一頻率特性恰為該高頻振盪調變頻率的兩倍時，該電磁波訊號之該中心波長即對正該可調式波長選擇裝置之該中通中心波長。

19. 如申請專利範圍第18項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該電磁波訊號為具有一中心波長的一峰波函數的一雷射訊號。

20. 如申請專利範圍第19項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該可調式波長選擇裝置包含具有一可調式中心波長之一中通濾波器，其中該可調式波長選擇裝置的中心波長被調整至該雷射訊號之一中心波長，以使最多的光學訊號能量可通過該中通濾波器。

21. 一種在處理電磁波訊號之一系統內使一電磁波訊號之中心波長即時對正一波長選擇裝置之一峰中通函數之一中心波長的方法，該方法包括下列步驟：

a) 施加具有一高頻振盪調變頻率之一高頻振盪調變訊號至操作於一特定波長的該電磁波訊號，並將該振盪調變後之電磁波訊號輸入至該波長選擇裝置，該波長選擇裝



六、申請專利範圍

置在一預定波長具有一峰頻率反應(peak frequency response)；

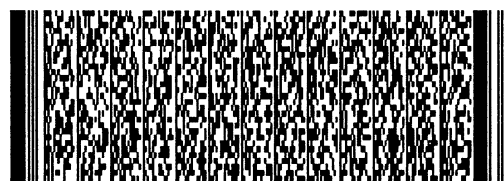
b) 將該振盪調變後之電磁波訊號中的一部分轉換成一電回授訊號；

c) 產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該回授訊號與該高頻振盪調變訊號之一向量乘積；

d) 依據該誤差訊號，調整該電磁波訊號之該峰波函數，其中當該回授訊號之頻率特性恰為該高頻振盪調變訊號之調變頻率的兩倍時，該電磁波訊號之中心波長即對正該波長選擇裝置之該中心波長。

22. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該電磁波訊號係為具有一中心波長之一雷射訊號，該光學網路包含一雷射二極體，供產生該雷射訊號、一雷射偏壓控制電路，供產生一偏壓至一雷射二極體，以控制該雷射訊號，其中該調整步驟d) 包含施加該誤差訊號至該雷射偏壓控制電路，以調整該雷射訊號之一中心波長特性。

23. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該波長選擇裝置包含具有代表一濾波器中通中心波長的一預定中心波長之一中通濾波器，該方法包括將該電磁波訊號調整至該中通中心波長，以使最多的電磁波訊號能量可以通過該系統之該中通濾波器。



六、申請專利範圍

24. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該波長選擇裝置包含多個彼此串接之中通濾波器，該多個中通濾波器相當於一等效中通濾波器，該等效中通濾波器具有一中通中心波長，該方法包括將電磁波訊號調整至該等效中通濾波器之中心波長，以使最多的電磁波訊號能量可通過該多個中通濾波器。

25. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該產生步驟c)更包括以下步驟：

混合該轉換後之回授訊號以及該高頻振盪調變訊號，並產生一向量乘積訊號，以代表該高頻振盪頻率之一和與一差值；

濾除該輸出乘積訊號；以及

平均該輸出乘積訊號以產生該誤差訊號，其中該誤差訊號的正負值是決定於該電磁波訊號之中心波長與該波長選擇裝置之中心波長的大小關係。

26. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該調整步驟d)更包括以下步驟：

接收該誤差訊號，並且調整該誤差訊號，以使該電磁波訊號的中心波長依據該誤差訊號的值以一特定方式調整。

27. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該調整偏壓訊號



六、申請專利範圍

步驟更包括以下步驟：

提供一熱耦合元件，供接收該誤差訊號，並且改變該雷射二極體的一溫度，以依據該誤差訊號調整該雷射訊號的頻率於一預定方向。

28. 一種在處理電磁波訊號之一系統內使具有一中心波長之一電磁波訊號即時對正具有一峰中頻函數之一中心波長之一波長選擇裝置的方法，該方法包括下列步驟：

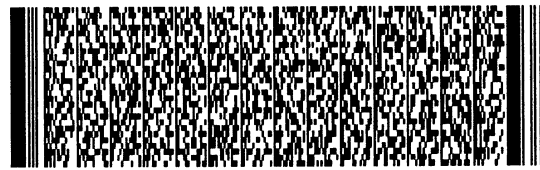
a) 施加具有一高頻振盪調變頻率之一高頻振盪調變訊號至該可調式波長選擇裝置，該可調式波長選擇裝置進一步可接收具有一中心波長之一電磁波訊號，並產生供輸出的一振盪調變後之電磁波訊號；

b) 將該振盪調變後之電磁波訊號中的一部分轉換成一電回授訊號；

c) 產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該回授訊號與該高頻振盪調變訊號之一向量乘積；以及

d) 依據該誤差訊號，調整該可調式波長選擇裝置之一中通中心波長，其中當該回授訊號之頻率特性恰為該高頻振盪調變訊號之調變頻率的兩倍時，該電磁波訊號之中心波長即對正該波長選擇裝置之中心波長。

29. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該可調式波長選擇裝置包含具有一可調式中通中心波長之一中通濾波器，其中該可調式中通中心波長被調整至該電磁波訊號的一中



六、申請專利範圍

心波長，以使最多的電磁波訊號能量可通過該系統之該中通濾波器。

30. 一種調整一雷射訊號產生器之伺服控制系統，該雷射訊號產生器係在一光學系統中提供一特定波長，該光學系統包含一中通濾波裝置，供在該光學系統中以一預定波長接收以及傳送光學訊號，該伺服控制系統包括：

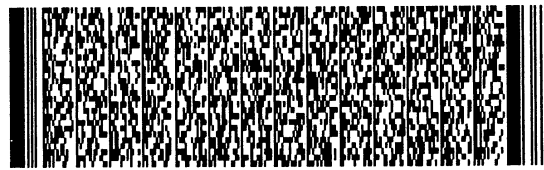
一裝置，供將一偏壓訊號施加至該雷射訊號產生器，以調整該光學訊號至一特定波長；

一裝置，供對該偏壓訊號施加振盪調變，以產生一振盪調變後之光學訊號，該振盪調變後之光學訊號輸入至該中通濾波裝置；

一偵測裝置，供接收自該中通濾波裝置輸出之該振盪調變後之光學訊號，並將接收到的光學訊號轉換成一電回授訊號；以及

一裝置，供產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該轉換後回授訊號與一高頻振盪調變訊號的一向量乘積，該誤差訊號可相對應地調整該偏壓訊號，以使該轉換後回授訊號之一頻率特性為一高頻振盪調變頻率的兩倍，其中此時，該光學訊號之波長即對正該中通濾波裝置之預定波長。

31. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中該波長選擇裝置包含多個彼此串接之中通濾波器，該多個中通濾波器相當於一等效中通濾波器，該等效中通濾波器具有一



六、申請專利範圍

中通中心波長，該雷射訊號將被調整至該等效中通濾波器之中心波長，以使最多的光學訊號能量可通過該光學系統之該多個中通濾波器。

32. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中該偵測裝置包含一光偵測元件。

33. 如申請專利範圍第32項之伺服控制系統，其中該光偵測元件係為一PIN二極體（PIN diode）。

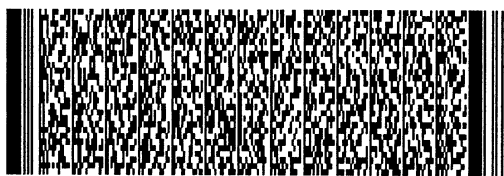
34. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中該供產生一誤差訊號的裝置包含：

一混波器，以混合該轉換後的回授訊號以及該高頻振盪調變訊號，並產生一向量乘積訊號，以代表該調變頻率之一和與一差值；

一低通濾波器，供濾除該輸出乘積訊號；以及

一積分電路，供平均該乘積訊號，並產生該誤差訊號，其中該誤差訊號的正負值是決定於該光學訊號之中心波長與該中通濾波裝置之中心波長的大小關係。

35. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中更包含波長平移電路，供接收該誤差訊號，並且藉由調整該雷射二極體的偏壓訊號改變該誤差訊號，以使該雷射訊號之中心波長以一預定方式移動。



六、申請專利範圍

36. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中更包括一熱耦合元件，供接收該誤差訊號，並且改變該雷射二極體的一溫度，以依據該誤差訊號調整該雷射訊號的一頻率於一特定方向。

37. 一種調整一可調式波長選擇裝置之伺服控制系統，該可調式波長選擇裝置係在一光學系統中以一預定波長接收以及傳送光學訊號，該伺服控制系統包括：

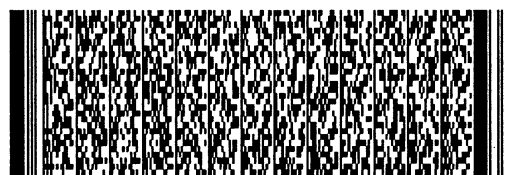
一裝置，供將具有一高頻振盪調變頻率之一高頻振盪調變訊號施加至該可調式波長選擇裝置，該可調式波長選擇裝置可進一步接收該具有中心波長之光學訊號，並產生供輸出的一振盪調變後之光學訊號；

一裝置，供將該振盪調變後之光學訊號中的一部分轉換成一電回授訊號；

一裝置，供產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該回授訊號與一高頻振盪調變訊號之一向量乘積；以及

一裝置，供依據該誤差訊號，調整該可調式波長選擇裝置之一中通中心波長，以使該轉換後回授訊號之一頻率特性為該高頻振盪調變頻率之兩倍，其中此時，該輸入光學訊號之一波長即對正該可調式波長選擇裝置之預定波長。

38. 一種調整一雷射訊號產生器之方法，該雷射訊號產生



六、申請專利範圍

器係在一光學系統中提供一特定波長，該光學系統包含一中通濾波裝置，供在一特定波長接收以及傳送光學訊號，該方法包括下列步驟：

a) 施加一偏壓訊號至該雷射訊號產生器，以調整該光學訊號至一特定波長；

b) 對該偏壓訊號施加一振盪調變，以產生一振盪調變後之光學訊號，該振盪調變後之光學訊號輸入至該中通濾波裝置；

c) 接收該振盪調變後之光學訊號，並將接收到的光學訊號轉換成一電回授訊號；以及

d) 產生一誤差訊號，該誤差訊號包含該轉換後回授訊號與一高頻振盪調變訊號的一向量乘積，該誤差訊號可調整該偏壓訊號，以使該轉換後回授訊號之一頻率特性為該高頻振盪調變頻率具備的兩倍，其中此時，該光學訊號之波長即對正該中通濾波裝置之預定波長。

39. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該產生步驟d)更包括以下步驟：

混合該轉換後回授訊號以及該高頻振盪調變訊號，並產生一向量乘積訊號，以代表該調變頻率之一和與一差值；

濾除該輸出乘積訊號；以及

平均該輸出乘積訊號，並產生該誤差訊號，其中該誤差訊號的正負值是決定於該電磁波訊號之中心波長與該波



六、申請專利範圍

長選擇裝置之中心波長的大小關係。

40. 如申請專利範圍第38項之方法，其中進一步包含以下步驟：

提供一波長平移元件，供接收該誤差訊號，並且藉由調整該雷射二極體的偏壓訊號改變該誤差訊號，以使該光學訊號之中心波長以一預定方式移動。

41. 如申請專利範圍第38項之方法，其中進一步包含以下步驟：

提供一熱耦合元件，供接收該誤差訊號，並且改變該雷射二極體的一溫度，以依據該誤差訊號調整該雷射訊號的頻率於一預定方向。

42. 如申請專利範圍第1項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數

(continuous bi-polar error signal function)，可被調整正或負，以根據一期望應用來驅動該電磁波訊號之中心波長，使該電磁波訊號之中心波長分別小於或大於該波長選擇裝置之中心波長。

43. 如申請專利範圍第18項之波長鎖定迴路伺服控制電路，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來驅動該可調式波長選擇裝



六、申請專利範圍

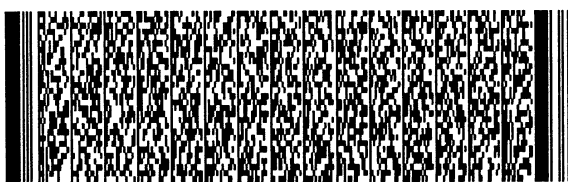
置之中心波長，使該可調式波長選擇裝置之中心波長分別小於或大於該電磁波訊號之中心波長。

44. 如申請專利範圍第21項之方法，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來驅動該電磁波訊號之中心波長，使該電磁波訊號之中心波長分別小於或大於該波長選擇裝置之中心波長。

45. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來驅動該可調式波長選擇裝置之中心波長，使該可調式波長選擇裝置之中心波長分別小於或大於該電磁波訊號之中心波長。

46. 如申請專利範圍第30項之伺服控制系統，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來修正該偏壓訊號以獲得一光學訊號，該光學訊號具有一波長分別小於或大於該中通濾波裝置之預定波長。

47. 如申請專利範圍第37項之伺服控制系統，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來修正該中通波長，使該中通波長分別小於或大於該可調式波長選擇裝置之中心波長。



六、申請專利範圍

48. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該誤差訊號為一連續雙極誤差訊號函數，可被調整正或負，以根據一期望應用來修正該偏壓訊號以獲得一光學訊號，該光學訊號具有一波長分別小於或大於該中通濾波裝置之預定波長。

