

公告本

392077

申請日期	87.1.20
案 號	86116070
類 別	G-2B6/10

A4
C4

392077

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	多波長光泵
	英 文	"A MULTI-WAVELENGTH OPTICAL PUMP"
二、發明 人	姓 名	1. 法蘭克林 W. 克福三世 Franklin W. Kerfoot, III 2. 霍華 D. 吉朵夫 3. 馬蕭賓 4. 卡絲坦 羅特唯
	國 籍	1. 2. 均美國 3. 中國大陸 4. 丹麥
	住、居所	1. 美國新澤西州紅河岸市琴區 52 號 2. 美國新澤西州紅河岸市淘兒山莊道 82 號 3. 美國新澤西州伊頓鎮衛奇伍德區 72 號 4. 美國新澤西州阿伯汀市衛靈頓區 908 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商泰寇潛水艇系統公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國新澤西州荷姆戴爾市克勞馥角路101號
	代 表 人 姓 名	

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
美國 1996年11月1日 08/742,527 ☒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 (4)

光纖產生的波長與增益係數之間的關係圖。

元件符號之對照說明

1...	光學傳導系統；	22、28...	遠距摻鉕光纖(EDFs)；
10...	中繼站；	24、26...	光隔離器；
11、12...	光纖；	32...	曲線；
14...	光泵；	35...	光泵；
15...	遠距光泵光纖；	36、37...	副光泵；
16、18...	遠距光泵光纖分支；	44、46、48...	曲線。

詳細說明

圖3是本發明的一個區域部份圖，它是一個改善過的高功率光泵35，打算用來替代圖1中光學傳導系統5的高功率光泵14。這個高功率光泵35包含兩個副光泵36、37，每一個副光泵產生不同的波長。在一個較佳實例中，副光泵36產生1450毫微米的波長，而副光泵37產生1500毫微米的波長。這些波長被選擇利用於較佳實例中，是因為它們間隔夠寬而能降低峰值增益係數，但仍然會影響激發遠距摻鉕光纖時產生的光學增益。

在一個較佳實例中，為了提供每一個光泵相對類似的拉曼雜訊與拉曼增益光譜，光泵35的總輸出功率與光泵14的總輸出功率是一樣的。然而，在另一個較佳實例中，光泵35的總輸出功率可以比光泵14的總輸出功率還高。

副光泵36、37的輸出會耦合在一起，而在遠距光泵光纖

五、發明說明(1)

發明背景

本發明涉及的是一種包含遠距放大器的光泵。更特別的是，本發明涉及到一種可以產生數種波長的光泵。

最近，光學傳導系統已經發展出利用遠距放大器來放大光學訊號。圖1描述的就是一個光學傳導系統範例部份包含遠距放大器。

這個光學傳導系統5包含一對光纖11、12，其中光學訊號傳導的方向以箭頭表示。沿著光纖11、12有安裝多重中繼站，圖1中有顯示一個這種中繼站10。這個中繼站10包含一個高功率光泵14。耦合到高功率光泵14的是從中繼站10向外部延展出去的遠距光泵光纖15，這個遠距光泵光纖15包含分支16、18。

傳導系統5也包含沿著光纖11、12安裝的多重遠距摻鉕(erbium doped)光纖(EDFs)22、28。每一個遠距摻鉕光纖22、28經由一個波長分離多路轉接器(未顯示出)耦合到遠距光泵光纖15的一個位置與一個光隔離器。例如，摻鉕光纖22安裝在光纖11上，且耦合到遠距光泵光纖分支16與光隔離器24上；摻鉕光纖28安裝在光纖12上，且耦合到遠距光泵光纖分支18與光隔離器26上。遠距光泵光纖與摻鉕光纖的配置以一種已知的方法放大光纖11、12中的光學訊號。

在光學傳導系統5之中，由光泵14提供到遠距光泵光纖15的光學訊號，為了某些理由，功率越高越好。第一，當光纖15的輸入功率增加時，光纖15的輸出功率(位於遠距

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

光泵光纖分支16、18處)跟著增加，也就是耦合到摻鉕光纖22、28的功率也增加，因此由摻鉕光纖22、28放大的功率也隨著增加。

再者，功率增加時，遠距光泵光纖15的長度可以增加，因此光泵14與光纖22、28之間的距離也跟著增加。

最後，功率增加時，更多類似於遠距光泵光纖分支16、18的分支，可耦合到遠距光泵光纖15，並利用來激發更多的遠距摻鉕光纖。

然而，光纖會受限於它們載送的功率。這種限制是由拉曼增益與拉曼雜訊效應造成的。

圖2中，曲線32是石英光纖受到波長1480毫微米(nm)的激發產生與拉曼增益係數相關的典型光譜(參考高文德阿格瓦(Govind P. Agrawal)，非線性光纖光學，第二版，學術出版社(Academic Press)1995年出版，138頁)。這種在一個低損益光纖中產生的增益光譜，與增益係數成指數比例關係，其表示式如下：

$$G(\lambda) = e^{[g_r(\lambda)P \frac{L}{A}]}$$

其中P是光泵功率，L/A是光纖有效長度除以有效截面積，它是特別光纖的一個特質。曲線32以波長1583毫微米為中心，且具有的光譜峰值大約是C₄。

因而產生的拉曼雜訊光譜與拉曼增益光譜一樣，也是以波長1583毫微米為中心：史脫克-偏移(Stokes-shifted)波長。然而，在這個波長的光是無法提供激發功率給遠距摻鉕光纖22、28，因為它是錯誤的波長。因此，遠距光泵

(請先閱讀讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明(3)

14產生的拉曼雜訊是一個沒有用處的副產物，因為它只是降低了提供給遠距摻鉍光纖22、28利用的光學功率。再者，光纖15內拉曼雜訊與拉曼增益的振幅是隨著光泵14的輸入振幅成指數比例增加。

除了受限於拉曼增益之外，拉曼雜訊也經由雷萊反射(Rayleigh reflection)反射到光纖15內。這種反射造成產生的雜訊受限於更多的增益。當光纖的增益到達一個門限值時，光纖15會發出史脫克-偏移波長的雷射光。一個非常高的功率轉換成史脫克-偏移波長時，這是一種限制條件。

基於前文中的述敘，對於一個高功率光泵而言，真正需要的是如何把另外的功率輸入遠距光泵光纖15之中。

發明概要

本發明是一種至少包含兩個副光泵高功率光泵，每個副光泵產生不同波長的光。副光泵的輸出耦合到一個遠距光泵光纖，在遠距光泵光纖上傳導的光波形成的拉曼增益與拉曼雜訊光譜峰值，比現今存在的相同功率單波長高功率光泵所產生的更低。因此，與單波長光泵比較起來，遠距光泵光纖可傳導的功率更高。

圖示簡要說明

圖1描述的是一個包含遠距中繼站的光學傳導系統範例的一部份。

圖2是增益係數與遠距光泵光纖波長之間的關係圖。

圖3是本發明的一個區域部份圖。

圖4是根據本發明中由一個光泵產生的兩個不同波長激發

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

裝

五、發明說明 (4)

光纖產生的波長與增益係數之間的關係圖。

元件符號之對照說明

1...	光學傳導系統；	22、28...	遠距摻鉕光纖(EDFs)；
10...	中繼站；	24、26...	光隔離器；
11、12...	光纖；	32...	曲線；
14...	光泵；	35...	光泵；
15...	遠距光泵光纖；	36、37...	副光泵；
16、18...	遠距光泵光纖分支；	44、46、48...	曲線。

詳細說明

圖3是本發明的一個區域部份圖，它是一個改善過的高功率光泵35，打算用來替代圖1中光學傳導系統5的高功率光泵14。這個高功率光泵35包含兩個副光泵36、37，每一個副光泵產生不同的波長。在一個較佳實例中，副光泵36產生1450毫微米的波長，而副光泵37產生1500毫微米的波長。這些波長被選擇利用於較佳實例中，是因為它們間隔夠寬而能降低峰值增益係數，但仍然會影響激發遠距摻鉕光纖時產生的光學增益。

在一個較佳實例中，為了提供每一個光泵相對類似的拉曼雜訊與拉曼增益光譜，光泵35的總輸出功率與光泵14的總輸出功率是一樣的。然而，在另一個較佳實例中，光泵35的總輸出功率可以比光泵14的總輸出功率還高。

副光泵36、37的輸出會耦合在一起，而在遠距光泵光纖

五、發明說明 (4a)

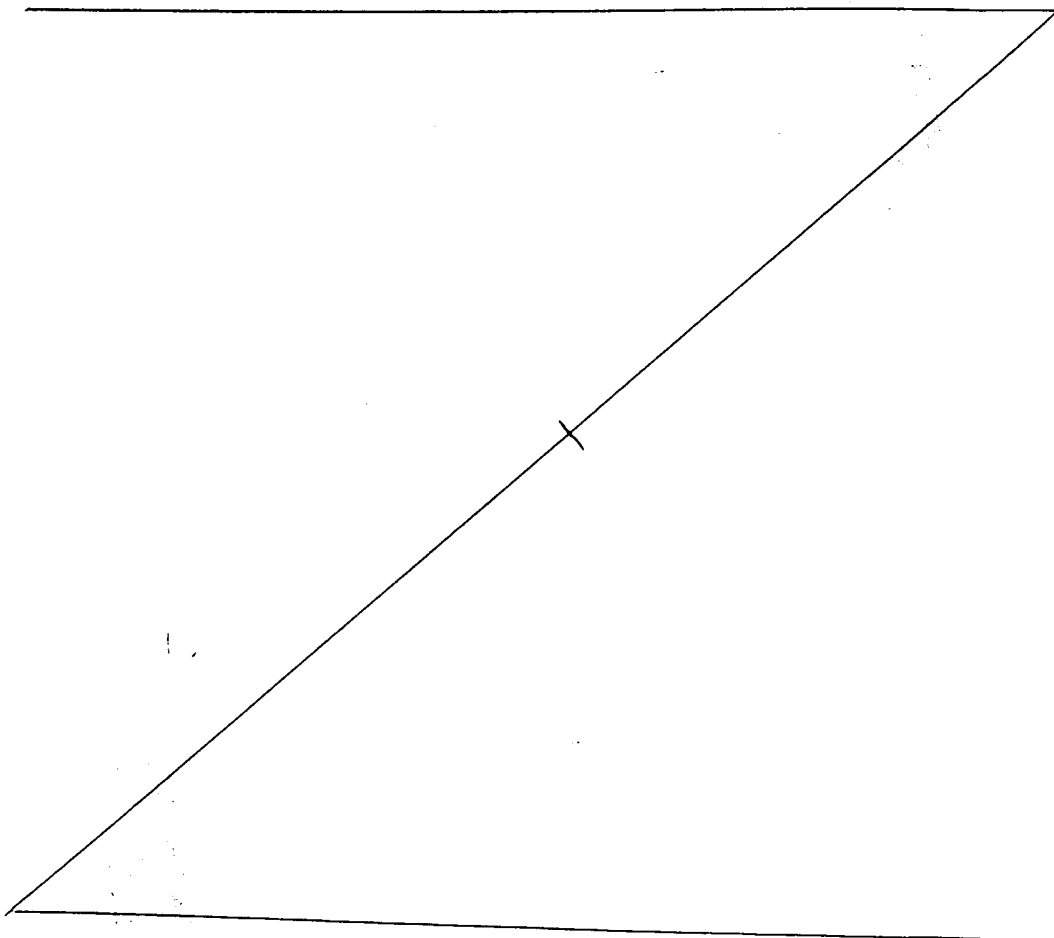
15 上傳導。

由兩個波長光源得到的增益光譜，例如光泵 35，其表示如下：

$$G(\lambda) = e^{\{g(\lambda-\lambda_1)P_1\frac{L}{A} + g(\lambda-\lambda_2)P_2\frac{L}{A}\}}$$

其中 $G(\lambda)$ 是光纖的增益係數， $g(\lambda-\lambda_1)$ 是來自第一個光泵或是副光泵 36；具有波長 λ_1 、功率 P_1 的光譜增益係數，而 $g(\lambda-\lambda_2)$ 是來自第二個光泵或是副光泵 37；具有波長 λ_2 、功率 P_2 的光譜增益係數。

圖 4 是光泵 35 激發遠距光纖 15 產生的波長與增益係數之



- 7a -

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明(5)

間的關係圖。曲線44與46是由副光泵36、37形成的拉曼增益係數。曲線44以波長1553毫微米為中心，曲線46以波長1603毫微米為中心。

曲線48表示曲線44與曲線46的相加，其增益係數光譜是由上述的方程式計算得到的。曲線48的光譜峰值是 C_3 。

圖2中的曲線32也顯示在圖4中做為比較用。如圖所示，利用相同的功率之下，曲線48的光譜峰值 C_3 比曲線32的光譜峰值 C_4 小。因此，在光纖15受限於放大的拉曼雜訊負效應之前，更多的功率可利用相對於高功率光泵14的高功率光泵35輸入到遠距光泵光纖15內。

如先前說明過的，由兩個不同波長的光泵激發形成並累加的光譜峰值，會比兩個相同波長的光泵激發形成並累加的光譜峰值小。因為前者的峰值增益係數比較小，而增益係數是與增益成指數比例關係，所以在史脫克偏移波長產生的總增益比較少，因此，總雜訊也跟著降低。

這裡所描述的只是本發明的應用原理，那些熟悉本技藝者，在不違反本發明的精神與範圍之下，也可施行其它不同的配置與方法。此外，本發明的利用並不只限於應用多波長光泵來激發摻鉕光纖，它也可以應用在所有受限於拉曼增益而影響總功率容量的光纖上。

四、中文發明摘要(發明之名稱: 多波長光泵)

一種高功率光泵至少包含兩個副光泵，每個副光泵產生不同波長的光。副光泵的輸出耦合到一個遠距光泵光纖，在遠距光泵光纖上傳導的光波形成的拉曼(Raman)增益與拉曼雜訊光譜峰值，比現今存在的相同功率單波長高功率光泵所產生的更低。因此，與單波長光泵比較起來，遠距光泵光纖可傳導的功率更高。

英文發明摘要(發明之名稱: "A MULTI-WAVELENGTH OPTICAL PUMP")

A high-powered optical pump includes at least two sub-pumps. Each sub-pump generates light at different wavelengths. The outputs of the sub-pumps are coupled to a remote pump fiber. The resulting light transmitted on the remote pump fiber results in a lower Raman gain and Raman noise spectral peak than that generated by existing single wavelength high-powered optical pumps at the same power level. Therefore, increased power can be transmitted on the remote pump fiber in contrast to a single wavelength pump.

六、申請專利範圍

1. 一種適用於遠距光纖耦合的光泵，可在遠距光學放大器內提供激發功率，它包含：
 - 一第一光泵裝置，可產生具有第一波長的第一個光波；
 - 一第二光泵裝置，可產生具有第二波長的第二個光波；以及
 - 一耦合裝置，耦合該第一光泵裝置與第二光泵裝置以致於第一光波與第二光波可在遠距光纖上傳導。
2. 根據申請專利範圍第1項之光泵，其中該第一與第二光波可降低第一與第二光泵裝置光學功率轉換成拉曼雜訊的效應。
3. 根據申請專利範圍第1項之光泵，其中該第一與第二光波可降低光纖內拉曼雜訊的產生。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

咏

第 86116070 號專利申請案
中文圖式修正本(88年3月)

1/3

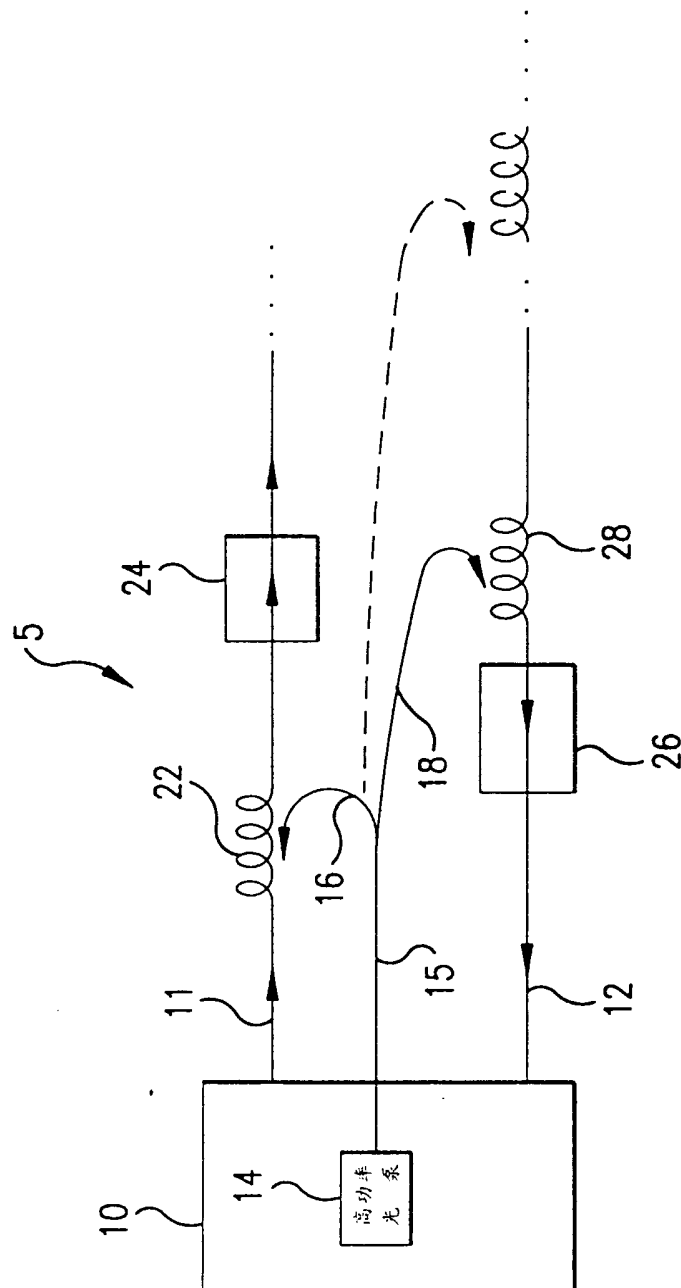
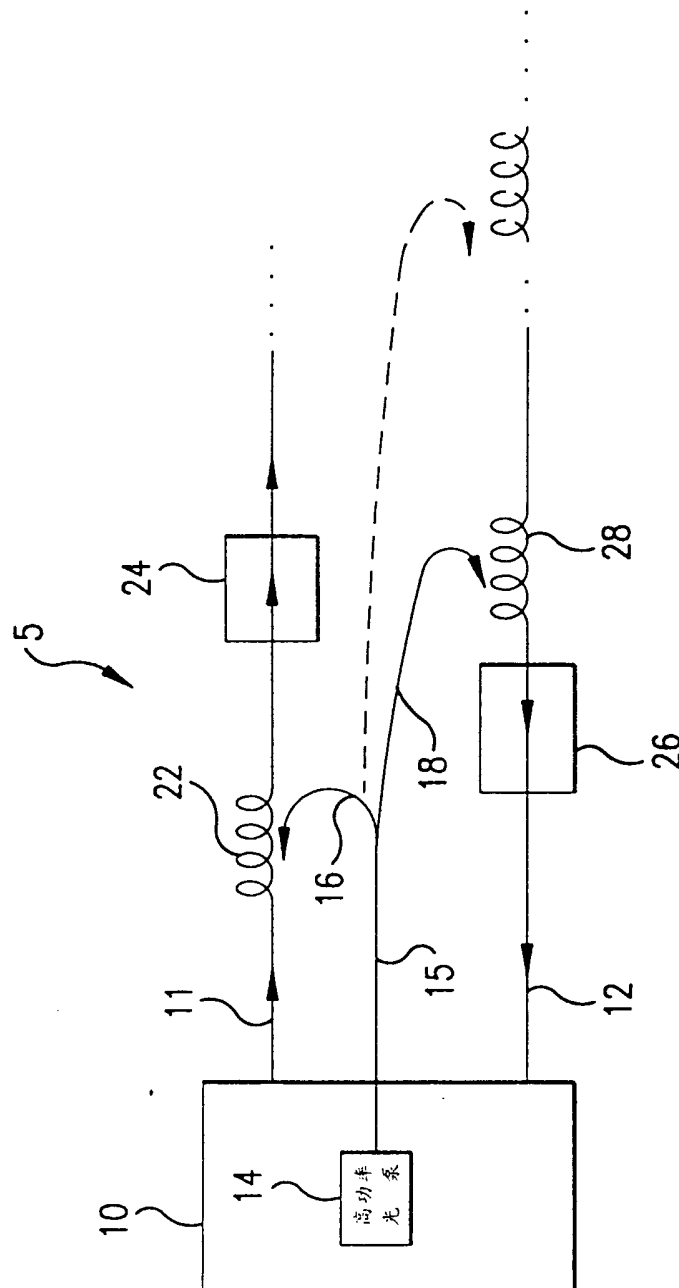


圖 1

第 86116070 號專利申請案
中文圖式修正本(88年3月)

1/3



一
回

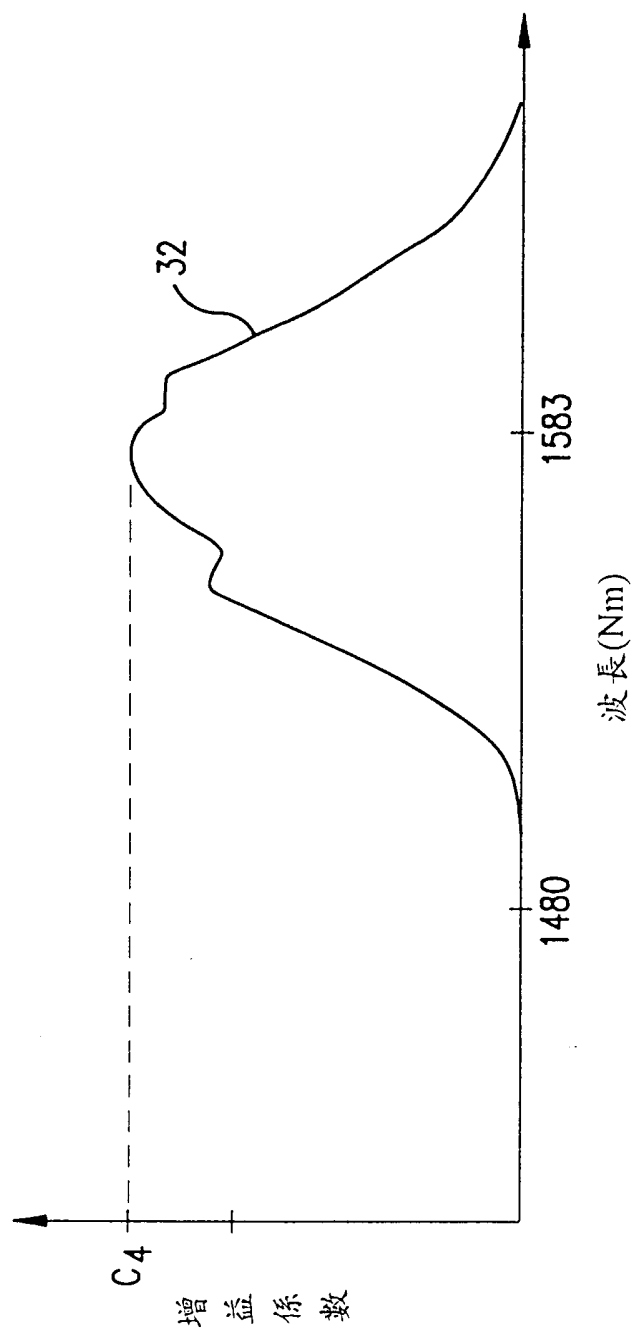


圖 2

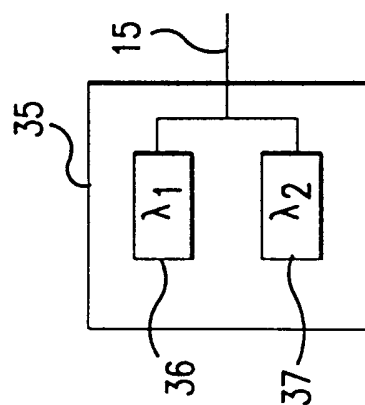


圖 3

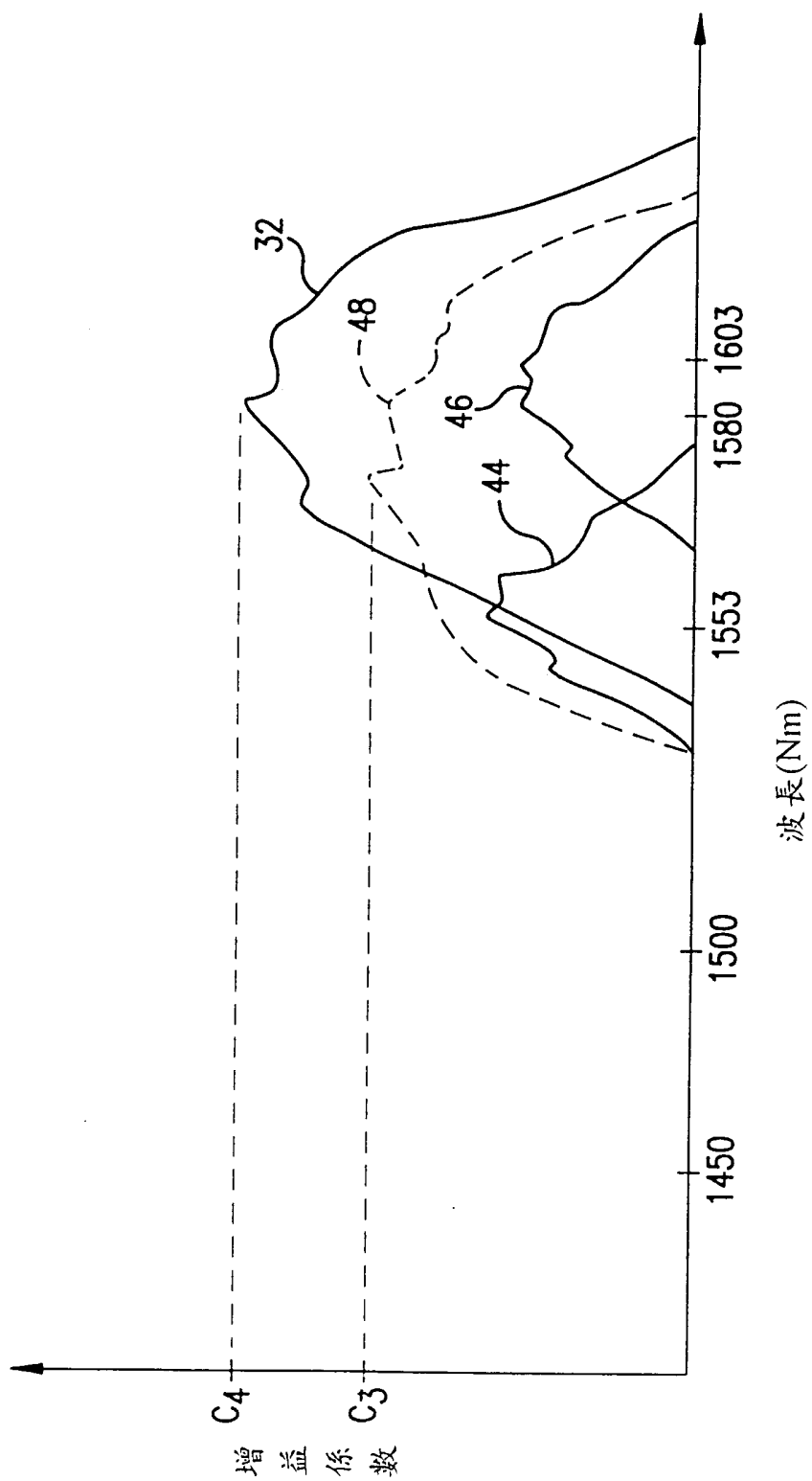


圖 4