

200566

公告本

59

申請日期	81.1.13
案號	81100170
類別	G02B 6/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明
新型 專利說明書

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

一、發明名稱	中文	具有改善增益頻譜之光纖放大器
	英文	Fiber Amplifier Having Modified Gain Spectrum
二、發明人	姓名	1. 道格華崙豪耳 2. 馬克安度紐浩
	籍貫 (國籍)	1. 美國 2. 美國
	住、居所	1. 美國紐約州康寧森林山道四十八號 2. 美國紐約州康寧瓦他加道二二五號
三、申請人	姓名 (名稱)	康寧公司
	籍貫 (國籍)	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐約州康寧區豪頓園區
	代表人 姓名	阿佛雷米查森

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

3 1.

發明背景：

本發明關於光纖放大器，其具有一些構件以選擇性地衰減或去除不想要之信號以改善或控制放大器之增益頻譜。

加有摻雜劑之光纖放大器包含一條光纖，該光纖心蕊含有一種稀土族離子之摻雜劑。該放大器接收到波長為 λ_s 之光學訊號以及波長為 λ_p 之抽運訊號，該訊號利用一個或多個位於放大器一端或兩端之耦合器而被合併在一起。光纖放大器頻譜在整個放射頻帶內並排均勻地。

改變光纖增益頻譜之能力為具有用處的。三種改變為具有優點的：(1) 增益被削平 (2) 改變增益曲線斜率以及 (3) 將增益狹窄化。增益被削平有益於一些應用上例如波長區分多工器。增益曲線斜率之改變能加以利用以減少調幅光學系統中之諧波畸變(參閱 A. Lidgard 等人之 "Generation and Cancellation of Second-Order Harmonic Distortion in Analog Optical Systems by Interferometric FM-AM Conversion" IEEE Phot. Tech. Lett., vol. 2, 1990, pp. 519-521 文獻)。增益狹窄化具有優點，因為放大器能操作於遠離尖峰增益之波長下而不會使增益變狹窄，一些缺點之產生係由於會增加自勵差頻噪訊，在訊號波長處之增益減少是由於在第二波長下產生放大自勵發射(例如在釹光纖放大器中在 1050nm 波長下將使 1300nm 波長被放大)，以及可能在波峰增益之波長下產生雷射作用。

已經使用各種技術將增益頻譜削平。一種具有 Lorent-

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
打
線

五、發明說明(2)

zian頻譜之光學陷波濾波器能夠放置於摻雜以鉬之增益光纖之輸出端處以衰減狹窄之波峰。因此能得到一較為平滑之增益頻譜，但在較長波長處增益並不會提昇。

另外一種濾波器裝置被揭示於M. Tachibana等人之 "Gain-Shaped Erbium-doped Fibre Amplifier (EDFA) with Broad Spectral Bandwidth", Topical Meeting on Amplifiers and Their Applications, Optical Society of America, 1990 Technical Series, Vol. 13, Aug. 6-8, 1990, pp. 44-47 文獻中。一種光學陷波濾波器被加入於放大器之中間，其係利用將一小段放大器光纖夾於機械性光柵以及一平板之間。此將在某一特定波長下產生一諧振耦合於心蕊模及包層漏泄模之間。濾波器之中間波長以及強度能加以調諧。全部的增益頻譜以及飽和特性能加以改善以在整個1530-1560nm頻帶內幾乎為均勻的。利用加入光學濾波器於摻雜鉬光纖放大器之中間，放大器效率對較長的信號波長將有所改善。

發明大要：

本發明一項目標在於更進一步改善光纖放大器之效率及／或改善光纖放大器頻譜之輸出。

本發明係關於一光纖放大器，該放大器具有頻譜增益改變之構件。光纖放大器通常包含一條增益光纖，該光纖具有含有增益離子之單模心蕊，該離子能夠使在包含波長 λ_s 預定頻帶內之光線在以波長為 λ_p 光線抽運時會產生自勵發射。一些構件用來導引波長為 λ_s 之訊號及波長為

五、發明說明 (3)

λ_p 之抽運光線進入增益光纖中。本發明中，光纖濾波器具有吸收性離子濾波器構件以至少在某些波長下將光線衰減，該波長係在包含波長為 λ_s 之預先選定頻帶中。

依據本發明，吸收光線離子濾波器構件包含不被抽運之增益離子，該實施例需要一些構件以防止尚未激勵增益離子受到波長為 λ_p 光線之激發。吸收光線離子與增益光纖稀土族增益離子並不相同。

附圖簡單說明：

圖 1 為本發明之光纖放大器示意圖。

圖 2 為一曲線圖顯示出加入鉬-鋁二氧化鎢矽酸鹽光纖放大器之增益頻譜。

圖 3 為一示意圖顯示出本發明第一種情形。

圖 4 為本發明實施例示意圖，其中抽運光線衰減構件與增益光纖串聯。

圖 5 為一曲線圖，顯示出未受抽運含鉬鋁摻雜劑二氧化鎢矽酸鹽光纖之頻譜傳送特性，該光纖能使用於圖 4 之實施例中。

圖 6 及圖 7 為曲線圖，顯示出以圖 4 操作另外一種模式之增益頻譜以及頻譜透射。

圖 8 顯示出光纖放大器，在其中抽運光線衰減構件為光纖。

圖 9 為逆向抽運放大器之示意圖。

圖 10 為一個雙端裝置之示意圖。

圖 11、12 及 13 為光纖放大器實施例示意圖，其中含增

(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)

益離子摻雜劑之訊號濾波器構件與增益光纖串聯在一起。

圖 14 為光纖放大器實施例示意圖，在其中含增益離子摻雜劑之訊號濾波器裝置是沿著增益光纖發揮功能。

圖 15 為一曲線圖顯示出訊號及抽運光能在圖 14 增益光纖內之徑向分佈情形。

圖 16 為一光纖放大器實施例之示意圖，其中含增益離子摻雜劑之訊號濾波器被包含在一光纖內，而該光纖沿著增益光纖延伸。

圖 17 為一曲線圖，該圖顯示出在圖 16 耦合器內訊號及抽運光能之徑向分佈情形。

圖 18 及 19 為光纖放大器實施例示意圖，其中訊號濾波器構件之吸附性離子與增益光纖中所含摻雜離子並不相同。

優先實施例說明：

光纖放大器有用之增益利用輻射能受激發射而產生，該光纖放大器通常包含增益光纖 10 (參閱圖 1)，其心蕊包含活性摻雜劑離子，該活性摻雜劑能夠以預先決定頻帶外之波長為 λ_p 之光線抽運時使包含波長為 λ_s 之預先決定頻帶內之光線產生受激發射。波長相關多路傳輸光纖耦合器 11 能夠被使用來耦合由激光二極管 15 發出波長為 λ_p 之抽運光線能量以及由輸入通訊光纖 14 至增益光纖 10 波長為 λ_s 之訊號。該裝置說明於美國第 4938556, 4941726, 4955025 及 4959837 號專利中。在圖中融合拼接以較大之點來表示。輸入光纖 14 被連接至耦合器光纖 13 上，以及增益

五、發明說明 (5)

光纖 10 被連接至耦合器光纖 12 上。當耦合器 11 依 1991 年 3 月 18 日美國第 671075 號之專利申請案中所說明之方法而製造時，連接損耗被減為最小。

各種光纖製造技術已經被使用於製造含有稀土族金屬摻雜劑之放大及吸收光纖。一種優先採用之方法已說明於 1991 年 6 月 14 日美國第 715348 號專利申請案中，該方法為一種改善之方法以製造標準通訊光纖預製件。依據該專利申請案所說明，多孔性心蕊預製件被浸入於含摻雜劑鹽類但不含 OH 離子有機溶劑之溶液中。而後溶劑被去除，多孔性玻璃預製件被加熱處理以將多孔性預製件固結為含有摻雜劑之非多孔性玻璃物體。玻璃物體加上包層玻璃以形成一種抽拉預製件或毛胚，該抽拉預製件被抽拉為光纖。該方法需加以調整使得所生成之光纖具有所需要之模場直徑。多孔性預製件能夠只由心蕊玻璃所構成，或其能夠由一些包層玻璃加入心蕊玻璃中而構成。心蕊玻璃係指具有相當折射率之玻璃，例如錯矽酸鹽玻璃，該玻璃將構成所製成光纖之心蕊。

假如稀土族金屬離子越過心蕊延伸至光纖一區域中，則浸入於含摻雜劑溶劑中之多孔性預製件必需包含一中心心蕊玻璃區域以及相當薄層之包層玻璃。在所生成含摻雜劑並加上包層之心蕊預製件被加以固結，其並加上另外一層包層玻璃以及被抽拉成光纖。

假如太多稀土族金屬摻雜劑加入至含二氧化錯之矽石心蕊中，則心蕊將形成結晶。該高含量稀土族金屬摻雜劑

五、發明說明 (6)

能夠藉由加入三氧化二鋁至心蕊中而不會使心蕊玻璃產生結晶。

如上面所說明的，有時候需要改善光纖放大器之增益頻譜。因為加入鉬摻雜劑之光纖放大器在通訊系統中共同操作於波長為 1550nm，該光纖放大器特別地加以討論。本發明亦同樣適用於含有非鉬摻雜增益離子之光纖放大器，因為該光纖放大器之增益頻譜亦同樣需要加以改變而產生優點。如圖 2 中曲線 23 所顯示出的，一種含鉬鋁摻雜劑二氧化銻矽酸鹽光纖放大器之增益頻譜具有之波峰是在 1532 nm 處以及具有被減少增益而延伸至 1560nm 之寬頻帶。有時候需要減少 1532nm 波峰以防止例如與波長有關之增益或不要波長之增益（含有伴隨發生之噪音）不利運作之情形發生。可加以變化，需要提供光纖放大器增益頻譜具有一組多個波峰使得放大器能夠在一組離散多個波長下運作。

依據本發明，放大器頻譜增益曲線能夠藉由提供具有之濾波器構件 17 之光纖放大器而加以改善，該濾波裝置包含吸收光線離子，該離子能藉由衰減增益頻譜中在各個波長處之放大訊號而修正增益頻譜。依據本發明之第一種範圍，吸附光線離子為相同的稀土族增益離子與增益光纖 10 中活性增益離子相同，不過該吸附性增益離子在波長為 λ_0 光線下需保持為非抽運狀態。該非抽運“增益離子”能位於光纖中，該光纖與增益光纖 10 串連在一起，或其能沿著增益光纖 10 之抽運增益光纖離子而分佈但不能放置於一半徑處，該半徑大於抽運增益離子所在之半徑而該增益離子大

五、發明說明(7)

體上為非抽運狀態以及影響波長為 λ_s 之光線傳播。該種狀況將利用圖 2 至 17 作更進一步說明。

依據本發明，吸收光線離子與增益光纖 10 稀土族增益離子不相同，該吸附離子在波長為 λ_p 光線下保持為非受激狀態。該吸附性離子能放置之情況說明如下。(a) 其能被使用來共同摻雜於增益光纖中使得其能夠隨著增益離子而分佈（最好與增益離子所在之半徑相同）。或 (b) 其能被加入至光纖心蕊中，而該光纖與增益光纖 10 以串聯方式連接在一起。該情況將與圖 18 與 19 作更進一步說明。

在下列所提及之各附圖中，與圖 1 中相類似之元件均以主要之參考數字來表示。

圖 3 中表示一般之實施例，在其中吸附性離子與增益光纖中活性摻雜離子相同之稀土族“增益離子”。光纖放大器系統中包含未抽運增益離子濾波構件 27 以改變放大器頻譜增益曲線。未抽運增益離子能與增益光纖 10' 之增益光纖離子連續地放置著，或其能夠沿著抽運光纖離子分佈如在底下利用圖 14 及 15 所說明之情形。

圖 4 顯示出未抽運增益離子濾波器能夠與光纖 10' 之抽運增益光纖離子連續地放置著。在光纖 14' 處並沒有輸入訊號，大量之抽運光線能由增益光纖 10' 射出。除此，一些光纖放大器，特別是三級雷射系統被一光能抽運，而相當高量之光能而使某些殘餘抽運光線能由增益光纖 10' 之輸出端射出。在增益光纖 10' 輸出端 30 處抽運光線以及被放大訊號之存在由 $\lambda_s + \lambda_p$ 箭頭來表示。構件 31 大體上

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

衰減殘餘之抽運光能，即只有少量抽運光線保持不變。不過構件 31 將使波長為 λ_s 之訊號光線大體上未被衰減，即衰減訊號光線小於 0.5db。構件 31 之輸出端之箭頭以 λ_s 來表示。一段加入增益離子之光纖 32 被連接至衰減構件 31 之輸出端上。

假如圖 4 之光纖 10' 具有摻雜以鉬及鋁之二氧化銻矽酸鹽心蕊，光纖 32 亦能夠摻雜鉬或含有鉬組成份之摻雜劑。圖 5 顯示出具有摻雜以鋁及未受激鉬離子二氧化銻矽酸鹽光蕊之光纖傳送頻譜特性。在 1525 及 1560nm 間被削減之傳輸是藉由利用鉬離子吸收該波長之光線而達成。傳送曲線 34 中在波長為 1532nm 之衰減相對應於圖 2 中曲線 23 之增益波峰。假如圖 4 中光纖 10' 及 32 兩者均摻雜以鋁及鉬離子，吸收光纖 32 之影響將削減光纖放大器之頻譜增益曲線（看圖 2 之曲線 24）。

假如圖 4 中含有增益離子之光纖具有加入未受激鉬離子二氧化銻矽酸鹽心蕊，其吸收頻譜將由圖 6 之曲線 35 來表示。假如光纖 10' 具有先說明之心蕊而其增益頻譜由圖 2 中曲線 23 來表示，則光纖放大器總增益頻譜為圖 7 之曲線。該放大器能夠操作於沿著曲線 36 在波峰 a、b 及 c 所在位置三個分離之波長。

加入增益離子摻雜劑之濾波光纖之性能能藉由將鉬熒光之淬滅而改善以減少消感應吸收作用所產生之訊為最小。鉬熒光能夠利用加入硼或 OH 至光纖中或在吸附光纖中增加鉬摻雜劑之密度在二氧化矽二氧化銻光纖含量達到 500

（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)

ppm而能夠加以淬滅。

圖 4中衰減構件 31能包含一抽運光線反射鏡例如光纖式柵欄反射鏡，該型式反射鏡說明 K.O. Hill 等人 "Photo-sensitivity in Optical Fiber Waveguides: Application to Reflection Filter Fabrication" Applied Physics Letters, vol. 32, pp. 647-649, (1978)之文獻中。

在圖 8之實施例中，抽運光線衰減構件為一條光纖，該光纖被連接於增益光纖 10' 與加入增益離子光纖 32' 之間。光纖 38在相當短的長度內例如小於 20米必需充分衰減波長為 λ_p 之光線，在輸出端 39處之抽運光能被衰減至非常少量之程度，然而波長為 λ_s 之光線並沒有被非預期性地衰減。衰減光纖 38必需被調整以適合於特定增益光纖及抽運波長。假如增益光纖 10' 為加入鉬摻雜劑之光纖，該光纖以波長為 980nm光線抽運，則光纖 38能加入鐿摻雜劑。表 1列出適合使用於抽運光線吸收光纖之摻雜劑以使用來連接含有鉬、釹及鐿摻雜劑之增益光纖。

表 1

增益離子	訊號波長	抽運波長	吸收光線離子
Er	1.52-1.6 μ m	980 nm	Yb, Dy, Pr, V, CdSe
Er	1.52-1.6 μ m	1480 nm	Pr, Sm
Er	1.52-1.6 μ m	800 nm	Nd, Dy, Tm, V, Cdse
Nd	1.25-1.35 μ m	800 nm	Dy, Er, Tm, V, CdSe
Pr	1.25-1.35 μ m	1000 nm	Dy, Er, Yb, V

吸收率與波長關係曲線被使用來選擇稀土族以及過渡

五、發明說明(10)

金屬(鈮)離子。硒化銅存在於吸收光纖中以形成微細結晶。

本發明之光線衰減光纖構件亦有用於使用其他抽運線路之光纖放大器中。在圖9中逆向抽運裝置中，其中與圖8相類似之元件以主要參考數字來表示，圖中增益光纖10'利用衰減光纖38'及含增益摻雜離子光纖32'連接至輸入光纖14'上。波長為 λ_p 之抽運光線利用耦合器41被耦合至增益光纖10'中，該耦合器亦將放大的訊號耦合至輸出光纖20'上。衰減光纖38'將去除抽運光線，該光線已經對光纖32'中之增益離子激勵。由於在光纖32'中增益離子保持為未受激狀態，光纖32'將過濾輸入之訊號。

在圖10中雙端部組件中，耦合器43將輸入通訊光纖45之訊號及第一抽運光源44之抽運光能耦合至增益光纖46a上，如前面利用圖4所說明情形一樣。耦合器47將第二抽運光源48之抽運光能耦合至增益光纖46b上。波長為 λ_s 之輸出訊號利用耦合器47由增益光纖46b耦合至輸出通訊光纖50上。抽運光線衰減濾波器52a及52b被連接至增益光纖46a及46b上。一段摻雜以增益離子之光纖53被連接於衰減光纖52a及52b之間。當增益衰減光纖不存在時光源44及48之剩餘抽運光能將由增益光纖46a及46b分別耦合至含有增益離子光纖53上，因而將使其濾波能力消失。當光纖53之特性與圖8光纖32'特性相似，光纖放大器具有改善頻譜增益。

訊號首先被導至增益光纖46a，在該處訊號振幅逐漸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(11)

地增加，此係由於在該增益光纖中放大所致。導入增益光纖 46b 中訊號之振幅大於導入增益光纖 46a 之訊號。抽運光能在增益光纖 46b 中以每單位長度較大之比率被吸收，而增益光纖 46b 之長度較增益光纖 46a 短。

在圖 11 實施例中，增益光纖之長度足以消散由光源 15' 發出之所有抽運光線，使得基本上並無抽運光線達到其端部 58。含增益離子光纖 32' 能夠過濾放大訊號。不過由於最低噪訊之放大，適當的抽運光能密度應存在於整個放大器介質中。圖 11 之放大器較先前所說明實施例產生較大之噪訊。

圖 12 之增益光纖 62 能夠由耦合器 60 及 61 之任一個或兩個來提供抽運光能。該實施例屬於向前抽運，逆向抽運及雙向抽運光纖放大器。在逆向抽運實施例中，耦合器 60 為不需要的。在所有情況中，訊號由增益光纖 62 放大並由耦合器 61 耦合至輸出通訊光纖上。在逆向抽運形式中，抽運光線由耦合器 61 耦合至輸出通訊光纖上。在逆向抽運形式中，抽運光線由耦合器 61 傳播進入增益光纖 62 之端部內。在向前及雙向抽運情況中，只有小部份由輸出端部 65 離開之剩餘抽運光線被耦合至耦合器光纖 66。由於含有增益離子光纖 64 大體上保持為未抽運狀態，其將過濾放大訊號光線，該光線被耦合至輸出通訊光纖 63。

圖 13 顯示出簡化之實施例，其中濾波光纖含有吸附抽運光線之摻雜劑，其亦含有改變放大器頻譜增益曲線之增益離子。抽運光線衰減離子之濃度需使得其吸附作用大於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明(12)

光纖 74 中增益離子。例如抽運光線之吸收大於訊號光線之吸收十倍。因而剩餘抽運光線被吸收於光纖 74 輸入端 75 處一小段距離內。光纖 74 另外部份將過濾光纖 10' 之放大訊號。

在圖 14 實施例中，增益光纖 79 本身被設計成其包含摻雜劑離子於相當大的半徑處而只有訊號光線相當大之模場將達到較大半徑之摻雜劑離子。如圖 15 中所顯示的，在增益光纖 79 中訊號場比抽運場延伸至較大半徑處。假如訊號場延伸至半徑 r_2 處，鉬離子應延伸至半徑為 r_2 處。由於鉬離子所在半徑大 r_1 ，該鉬離子保持為未抽運狀態，該鉬離子將被使用來對訊號濾波。

在圖 16 實施例使用光纖光學耦合器裝置 83，該裝置利用將增益光纖 81 及含增益離訊號衰減光纖 82 融合在一起而製成。裝置 83 能夠與揭示於美國第 4931076 號專利之包層耦合器或與 T. Brcheno 等人所揭示 "Stable Low-Loss Single Mode Couplers" *Electrics Letters*, vol. 20, pp. 230-232 (1984) 之融合光纖耦合器相類似，抽運光能及信號光纖由輸入耦合器光纖 12' 耦合至增益光纖 81。耦合器 83 光纖 81 及 82 具有相當大不同之傳播係數，因而沒有耦合發生。不過，增益光纖 81 相當大半徑之訊號場顯著地與光纖 82 吸附區域相重疊於該部份之耦合器處，在該處光纖 81 及 82 被融合在一起以及並加以拉伸以減少心蕊間之距離。較小半徑之抽運場與光纖 82 含增益離子區域相重疊部份很小（參閱圖 17），增益離子保持為非受激狀態以及能夠過濾訊

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

打

線

五、發明說明(13)

號光線。

本發明訊號吸收性離子與顯示於圖 18 及 19 中增益光纖之稀土族增益離子不相同。圖 18 之光纖放大器包含增益光纖 90，其心蕊摻雜以增益離子，該離子能夠使包含波長 λ_s 頻帶內光線在以波長 λ_p 光線抽運時能夠產生受激發射。訊號及抽運光線經由耦合器光纖 12' 耦合至增益光纖 90。增益光纖 90 摻雜以與增益離子不相同之吸附離子，因而先前實施例之抽運光線衰減構件能夠加以去除。表 2 列出適合作為吸附性離子之摻雜劑以使用於含 Er, Nd 及 Pr 增益離子之增益光纖中。

表 2

增益離子	增益波長範圍	吸收光線離子
Er	1.52-1.61 μm	Pr, Sm
Nd	1.52-1.35 μm (不需要增益為 1050 nm)	Sm, Dy, Pr
Pr	1.25-1.35 μm	Sm, Dy, Nd

吸收率與波長之關係曲線被使用來選擇表 2 中吸附性離子。

在製造一預製件以抽拉同時含有吸收光線離子及活性增益離子之增益光纖過程中，光纖之中間部份含有相當高濃度之活性增益離子以產生所需要之放大作用；其亦含有相當高濃度之吸附收光線離子以衰減不需要波長部份或修正增益頻譜。該光纖能夠依照美國第 715348 號專利申請案中利用將多孔性預製件浸入於含有活性摻雜劑離子以及吸收光線離子鹽類之溶液中而製成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明(14)

該實施例中吸收光線離子被加入於光纖心蕊中該光纖與增益光纖串聯，其被顯於圖 19 中，在該圖中吸收光纖 93 被連接於兩段增益光纖 92a 及 92b 之間。可加以變化，吸附性光纖能夠被連接至單一增益光纖之輸出端或輸入端。

(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：具有改善增益頻譜之光纖放大器)

本發明係關於一種光纖放大器系統，該系統包含具有單模心蕊之增益光纖，該心蕊含有摻雜劑離子，該離子能夠使包含波長 λ_s 預先決定頻帶內之光線在以波長 λ_p 之光線抽運時產生受激發射。吸收光線離子濾波器構件與增益光纖結合以改變增益曲線。假如吸收光線離子與增益光纖之增益離子相同，則系統中更進一步包含一構件以防止抽運光線激發濾波構件中增益離子。防止激發構件能夠採用衰減抽運光線之構件形式。假如吸收光線離子與增益光纖之增益離子不同，該吸收光線離子能夠置於波長為 λ_p 之光線中而使其保持為未激發狀態。該吸收光線離能夠加以使用以共同摻雜於增益光纖中，或其能夠加入光纖心蕊中，而該光纖與增益光纖串聯。

英文發明摘要(發明之名稱：Fiber Amplifier Having Modified Gain Spectrum)

Disclosed is a fiber amplifier system including a gain fiber having a single-mode core containing dopant ions capable of producing stimulated emission of light at wavelength λ_s when pumped with light of wavelength λ_p . Absorbing ion filtering means is operatively associated with the gain fiber to alter the gain curve. If the absorbing ions are the same as the gain ions of the gain fiber, the system further includes means for preventing pump light from exciting the gain ions of the filtering means. The excitation prevention means may take the form of means for attenuating pump light. If the absorbing ions are different from the dopant ions of the gain fiber, such absorbing ions can be subjected to light at wavelength λ_p , but they will remain unexcited. Such absorbing ions can be used to co-dope the gain fiber, or they can be incorporated into the core of a fiber that is in series with the gain fiber.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

附註：本案已向 美 國(地區) 申請專利，申請日期：1991.8.12 案號：743726

六、申請專利範圍

1. 一種光纖放大器，其包含
具有單模心蕊之增益光纖，該心蕊含有摻雜劑離子，
該離子能夠使包含波長 λ_s 預先決定頻帶內之光線在
以波長 λ_p 之光線抽運時產生受激發射，該增益光纖
具有輸入及輸出端；
吸收光線離子濾波器構件，將在所提及預先決定頻帶
內至少在某些波長處之光線衰減；
導引波長為 λ_s 之訊號進入增益光纖輸入端之構件；
以及
導引波長為 λ_p 之抽運光線進入增益光纖之構件。
2. 依據申請專利範圍第 1 項之光纖放大器，其中所提及
吸收光線離子濾波構件包含未被抽運之增益離子，該
放大器更包含防止受到波長為 λ_p 之光線而使未抽運
增益離子激發之構件。
3. 依據申請專利範圍第 2 項之光纖放大器，其中所提及
未抽運增益離子係分佈於訊號濾波光纖中，該光纖與
增益光纖以串聯方式連接。
4. 依據申請專利範圍第 3 項之光纖放大器，其中所提及
防止激發之構件以串聯方式連接於增益光纖以及濾波
光纖之間。
5. 依據申請專利範圍第 4 項之光纖放大器，其中所提及
防止激發之構件包含光纖形式之欄柵反射鏡以反射抽
運光線。
6. 依據申請專利範圍第 4 項之光纖放大器，其中所提及

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

六、申請專利範圍

防止激發之構件包含干涉濾波構件以反射抽運光線。

7. 依據申請專利範圍第 4 項之光纖放大器，其中所提及防止激發之構件包含光纖，該光纖含有一種大體上能衰減波長為 λ_p 之摻雜劑。
8. 依據申請專利範圍第 7 項之光纖放大器，其中所提及抽運光線衰減光纖連接訊號衰減光纖至增益光纖之輸入端。
9. 依據申請專利範圍第 7 項之光纖放大器，其中所提及增益光纖包含第一及第二段部份，以及抽運光線衰減光纖包含第一及第二段部份，該光纖放大器包含以串聯連接增益光纖第一段部份、抽運光線衰減光纖之第一段部份、含增益離子之光纖衰減光纖、抽運光線衰減光纖之第二段部份、以及增益光纖之第二段部份之配置，所提及導引抽運光線之構件包含導引抽運光線進入第一及第二段增益光纖之構件。
10. 依據申請專利範圍第 2 項之光纖放大器，其中所提及防止未抽運增益離子受到抽運光線激發之構件包含一段相當長之增益光纖以消散所有導引至其中之抽運光線。
11. 依據申請專利範圍第 4 項之光纖放大器，其中所提及防止激發之構件包含光纖耦合器，該耦合器並不耦合增益光纖中抽運光線至所提及訊號衰減光纖。
12. 依據申請專利範圍第 1 項之光纖放大器，其中所提及吸收光線離子濾波構件包含一條光纖，該光纖包含不

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六、申請專利範圍

被抽運增益離子以及一種吸收抽運光線之摻雜劑，該摻雜劑濃度遠大於不被抽運增益離子之濃度。

13. 依據申請專利範圍第 1 項之光纖放大器，其中所提及增益光纖中增益離子沿徑向之分佈延伸過波長為 λ_p 之光線模場半徑處，因而在大於該模場半徑處之增益離子受抽運光線作用而不被激發以及並不吸收訊號光線。
14. 依據申請專利範圍第 1 項之光纖放大器，其中所提及一段增益光纖被以側邊對著側邊排列方式被融合至另一段含增益離子之光纖以形成融合之區域，在該區域內訊號光線而非抽運光線能夠由增進光纖延伸入另外一段增益光纖中，因而另外一段之增益離子不受抽運光線激發以及並不吸收訊號光線。
15. 依據申請專利範圍第 1 項之光纖放大器，其中所提及增益光纖同時摻雜以吸附訊號光線離子，該離子與增益離子並不相同。
16. 增益光纖與一條光纖串聯，該光纖含有吸附訊號光線離子，該離子與增益離子不相同。
17. 一種光纖放大器，該光纖放大器包含
 - 具有單模心蕊之增益光纖，該心蕊含有摻雜劑離子，該離子能夠使包含波長 λ_s 預先決定頻帶內之訊號光線在以波長 λ_p 之光線抽運時產生受激發射，該增益光纖具有第一及第二端部；
 - 一濾波光纖，該光纖含有增益離子以過濾訊號光線；

請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁

六、申請專利範圍

一抽運光線衰減光纖，該光纖具有一條心蕊，該心蕊含有衰減抽運光線而保持訊號光線大體上不被衰減之摻雜劑，所提及抽運光線衰減光纖將增益光纖連接至濾波光纖之一端；

導引波長為 λ_p 之抽運光線進入增益光纖之構件；及導引波長為 λ_s 之光線進入增益光纖，該抽運光線衰減光纖及濾波光纖串聯組合之一端，在操作過程中濾波光纖增益離子保持為未受激發狀態，此係由於抽運光線衰減光纖抽運光線濾波作用，因而濾波光纖改變該放大器頻譜增益。

18. 一種光纖放大器，該光纖放大器包含

第一及第二抽運光線衰減光纖部份，每一光纖具有單模心蕊之增益光纖，該心蕊含有摻雜劑離子，該離子能夠使包含波長 λ_s 預先決定頻帶內之訊號光線在以波長 λ_p 之光線抽運時產生受激發射，每一增益光纖具有第一及第二端部；

第一及第二抽運光線衰減光纖，該每一光纖具有一條心蕊，該心蕊含有衰減至少一個頻帶內光能，而該頻帶包含 λ_p 之波長，而波長為 λ_s 之光能大體上並不被衰減，每一抽運光線衰減光纖具有第一及第二端部，每一抽運光線衰減光纖第一端部被分別連接至增益光纖部份之第二端部；

一濾波光纖，其兩個端部分別連接至抽運光線衰減光纖之第二端部，該濾波光纖摻雜以增益性離子；

六、申請專利範圍

導引波長為 λ_p 之抽運光線進入每一增益光纖之第一端部；及

導引波長為 λ_s 之訊號進入一條增益光纖之第一端部之構件，濾波光纖之增益性離子在抽運過程中保持未受激狀態，此係由於抽運光線衰減衰減光纖之抽運光能濾波作用。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

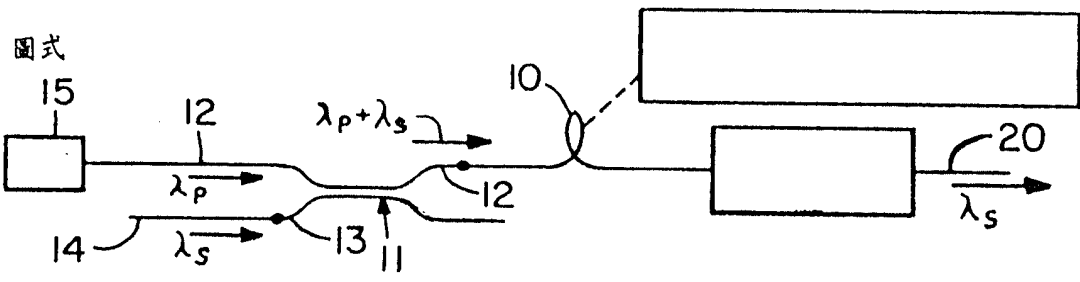


圖. 1

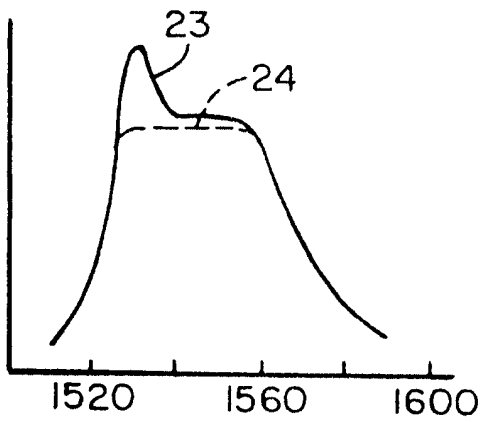


圖. 2

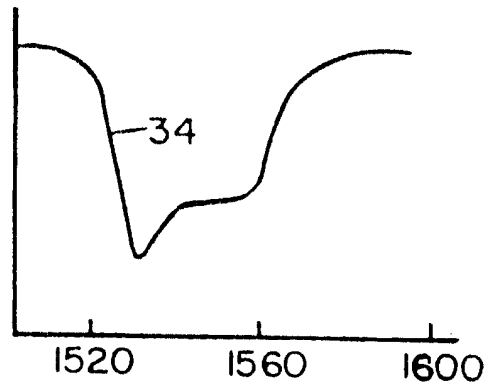


圖. 5

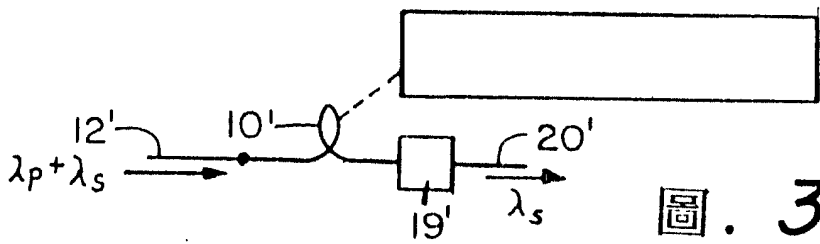


圖. 3

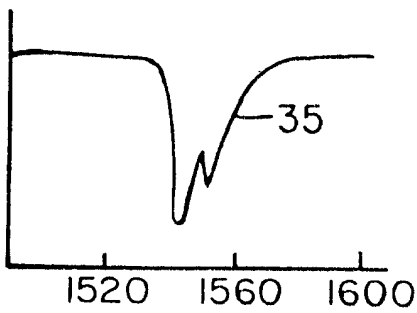


圖. 6

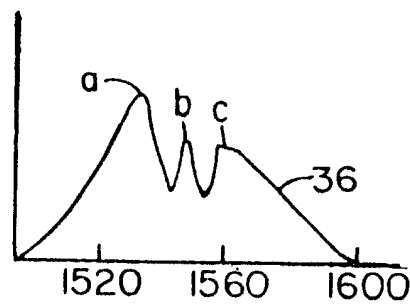


圖. 7

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝
訂
線

圖式

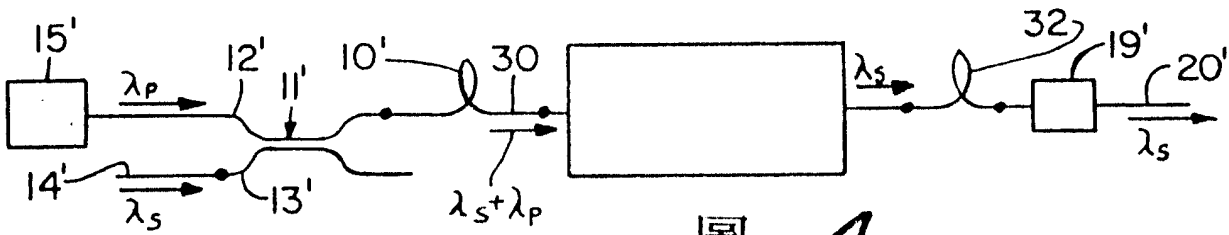


圖. 4

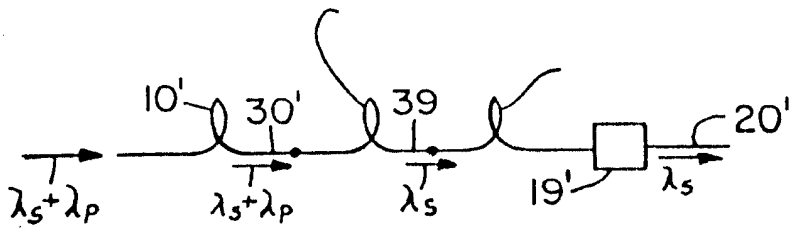


圖. 8

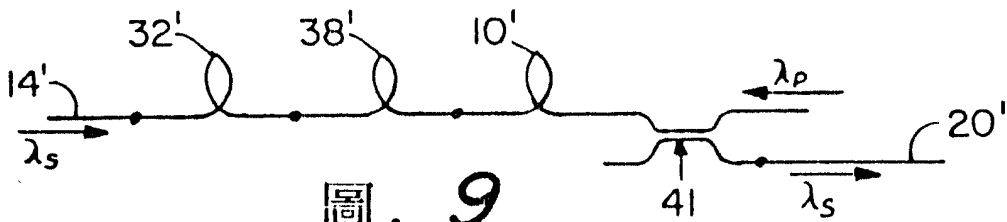


圖. 9

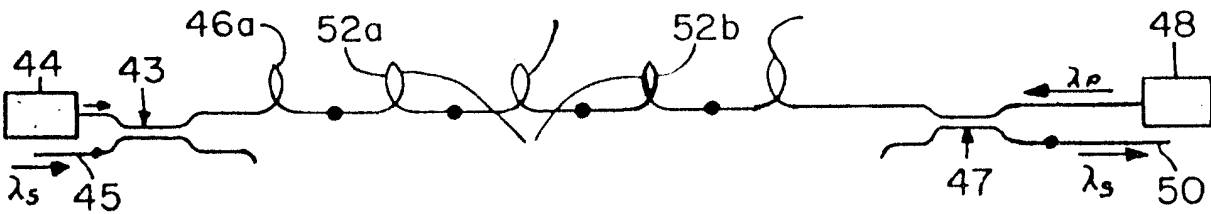


圖. 10

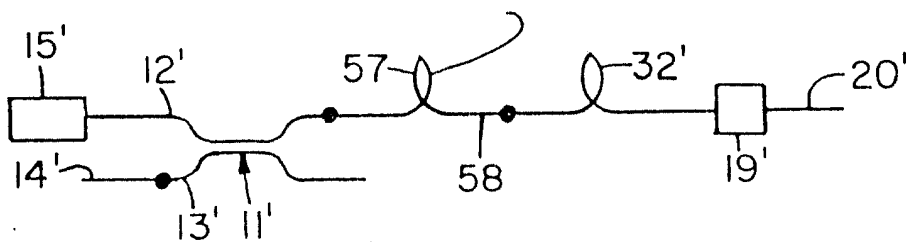


圖. 11

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

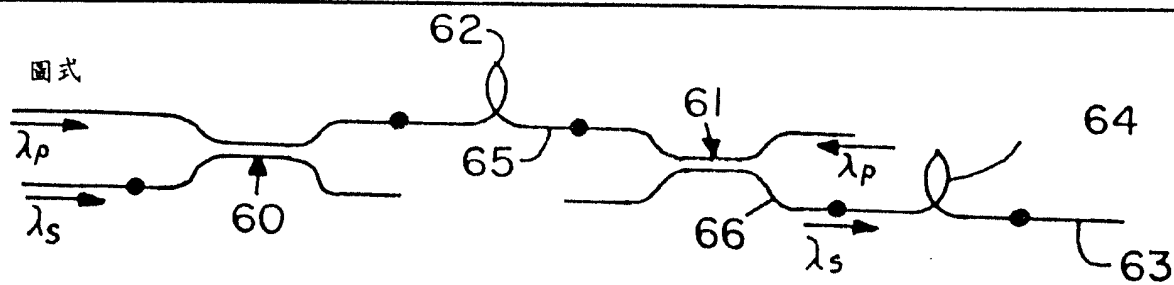


圖. 12

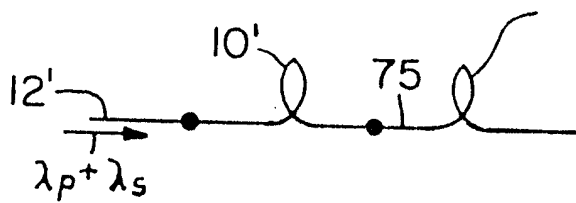


圖. 13

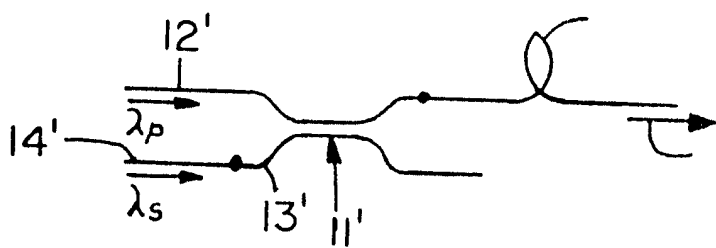


圖. 14

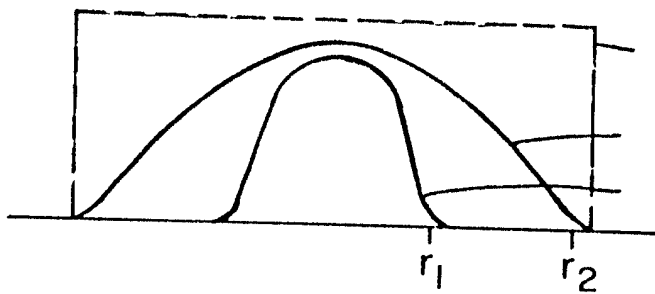


圖. 15

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式

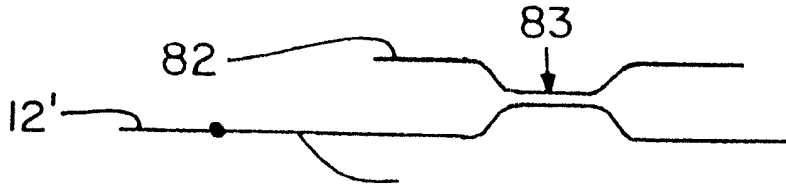


圖. 16

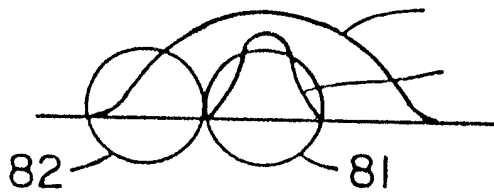


圖. 17

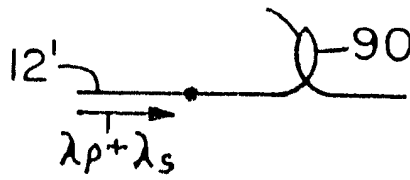


圖. 18

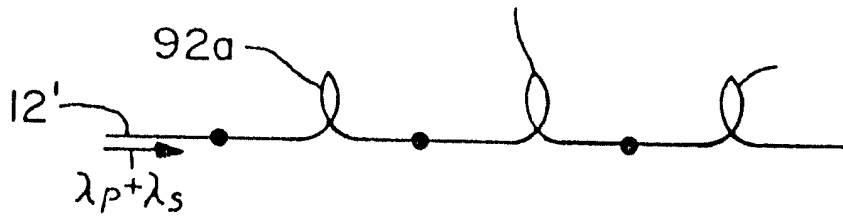


圖. 19

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線