

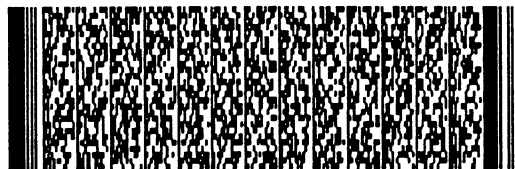
公告

申請日期：93.4.12	IPC分類
申請案號：93110154	H01S ³ / ₆₀

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	光放大器及雷射產生器
	英文	Evanescent-Field Optical Amplifiers and Lasers
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	1. 陳南光 2. 祁姓 3. 曾孝明
	姓名 (英文)	1. NAN-KUANG CHEN 2. SIEN CHI 3. SHIAO-MEIN TSENG
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 台北縣新莊市中誠街26號1樓 2. 300新竹市建中一路25號9樓之1 3. 新竹市光復路2段101號清華大學電機系
	住居所 (英文)	1. 1F, No. 26, Chung-Cheng St., Shin-Chuang, Taipei, Taiwan 2. (300)9F-1, No25, Chien-Chung 1st. Rd., Hsing-Chu City, Taiwan 3. No. 101, Sec. 2, Kuang-Fu Rd. Hsing-Chu City, Taiwan
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或 姓名 (英文)	1. NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 ROC
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 1001, Ta-Shueh Rd., Hsing Chu City, Taiwan
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
代表人 (英文)	1. CHUN-YEN CHANG	



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	4. 賴暎杰
	姓名 (英文)	4. YIN-CHIEH LAI
	國籍 (中英文)	4. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	4. 台中市西區民龍里8鄰文化街125號3樓
	住居所 (英文)	4. 3F, No.125, Wen-Hua St., West Area, Taichung, Taiwan
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	
	名稱或 姓名 (英文)	
	國籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中文)	
	住居所 (營業所) (英文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號:1.092110066

日期: 1.2003/04/29

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期:

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家:

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構):

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

無

熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



四、中文發明摘要 (發明名稱：光放大器及雷射產生器)

本案係使用高濃度且折射率較光纖光芯稍低之光增益介質貼附於具有長作用長度的側磨光纖表面，以製作一體積小、雜訊低且價格便宜之光放大器及雷射產生器，其特點為使用有效作用長度極長之側磨光纖元件配合具有高摻雜濃度的光增益介質，並在光纖研磨區域的光芯內部寫入一能將泵浦光反射至光增益介質的光纖光柵，利用此種結構可以有效提昇泵浦效率，並避免自發輻射被過度放大，而消耗了激發光功率及影響光信號品質的缺點。

五、英文發明摘要 (發明名稱：Evanescent-Field Optical Amplifiers and Lasers)

An optical amplifier based on fiber side-polishing technology with the merits of high pumping efficiency, low noise figure and small footprint has been newly designed in this creation. The following three statements show the major breakthrough of this new structure.

1. The fabrication of side-polished fiber devices

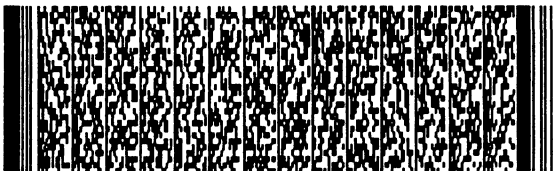


四、中文發明摘要 (發明名稱：光放大器及雷射產生器)

五、英文發明摘要 (發明名稱：Evanescent-Field Optical Amplifiers and Lasers)

with very long effective interaction length($\sim 20\text{mm}$) and in conjunction with highly doped Erbium glass attached to its surface has made the evanescent-pumped optical amplifiers being practical.

2. An addition of a slanted fiber grating inscribed in the core at fiber polished region can spatially separate the signal and pump power to improve the pumping efficiency and optimize the leaky depth of

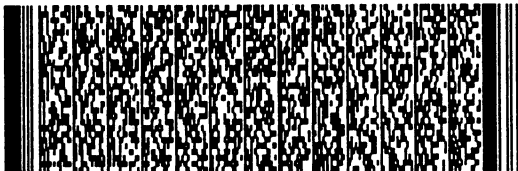


四、中文發明摘要 (發明名稱：光放大器及雷射產生器)

五、英文發明摘要 (發明名稱：Evanescent-Field Optical Amplifiers and Lasers)

signal evanescent field, simultaneously. This can significantly alleviate the output power jitters due to gain-medium's index drift from heat absorption.

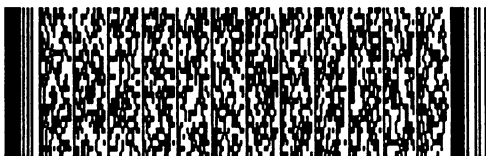
3. An "active-cladding and passive-core" structure can efficiently keep the spontaneous emission from being amplified and therefore high quality amplified signals can be produced.



四、中文發明摘要 (發明名稱：光放大器及雷射產生器)

五、英文發明摘要 (發明名稱：Evanescent-Field Optical Amplifiers and Lasers)

The motivation of this creation is to design an optical amplifier with good optical qualities, small footprint and low cost with moderate gain, which are advantageous to be employed in fiber metropolitan and access networks.



六、指定代表圖

五. (一) 本案代表圖為：第三圖(a)。

(二) 本案代表圖之元件符號說明：

光芯31

光殼32

消逝場裸露區域33

光增益介質34

光學薄膜35

長週期光柵36

斜向布拉格光柵37

泵浦光38

信號光39



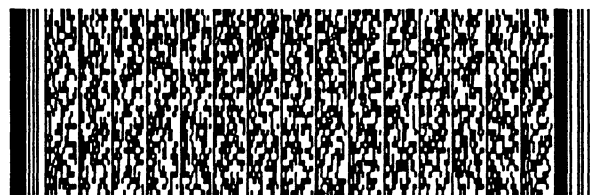
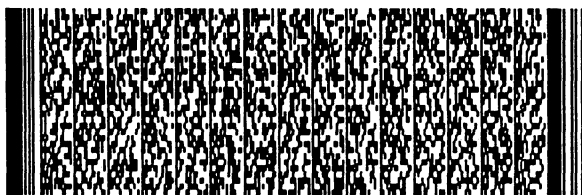
五、發明說明 (1)

發明所屬之技術領域

本案係指一種光放大器及雷射產生器，尤指一種在側磨光纖消逝場裸露區域回填光增益介質並於其鄰近之光芯內部寫入光柵的光放大器及雷射產生器。

先前技術

光放大器是光通訊產業中最重要之設備之一，它可以使經傳輸或分歧後受損耗或劣化的光信號重新再生。因此，發展一種體積小、低雜訊且價格低的光放大器對於未來主要的都會(metropolitan)及接取(access)網路，將有極其重大的影響。在目前光纖通訊系統中所使用的放大器共有3大類，分別是半導體光放大器、摻雜光纖放大器與非線性光放大器。在這3種放大器中，半導體光放大器易產生通道串音、四波混合(four-wave mixing)及對極化敏感現象，使用於高密度分波多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)系統中易造成信號間調變(inter-signal modulation)及失真的問題。此外，半導體折射率與傳輸光纖間的巨幅差異也導致嚴重的接續損耗；而利用非線性效應的拉曼放大器近年才正式商用化，雖然其放大頻寬很寬，但需要長距離的光纖作為光放大介質和使用高功率的泵浦雷射，故成本較高且效率遠不及摻

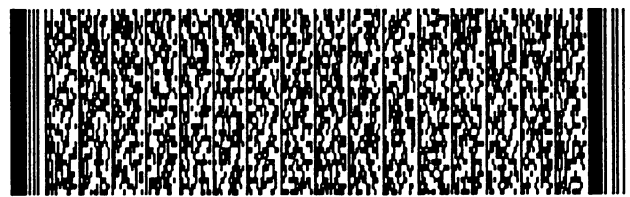
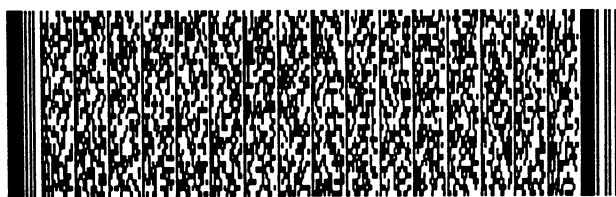


五、發明說明 (2)

雜光纖放大器，因此，較適用於摻雜光纖放大器無法操作的頻段使用；摻雜光纖放大器是目前DWDM系統中最重要也是使用最普遍的主動設備。摻雜光纖放大器是指在光纖中摻入稀土族離子，利用鐳系元素之受激電子在4f殼層內部發生光學躍遷所形成的能量差，提供波長涵蓋範圍寬廣的光增益，並藉由此些受激發光子對該頻段的訊號光強度進行放大。

目前，摻雜光纖放大器的商用產品中以摻鉕光纖放大器 (Erbium-Doped Fiber Amplifiers, EDFA) 發展得最為成功。所謂的摻鉕光纖放大器 (Erbium-Doped Fiber Amplifiers, EDFA) 係先以一泵浦雷射提供一適當的起始光源，將摻鉕光纖中鉕離子的4f殼層基態電子激發至4f殼層的激發態位置，當光訊號通過摻鉕光纖時誘發受激電子向下躍遷發出與信號光(C band)相同的光子而達到放大功效。

DWDM信號經長途傳輸或分波後，訊號強度會有很大的衰減，必須馬上由EDFA將訊號放大，才能中繼光訊號在網路中的傳輸。若沒有EDFA配合DWDM，每個DWDM信號經長途傳輸或分波出來後的訊號強度都會減弱，致使信號雜訊比(SNR)劣化而大幅影響光信號傳輸的品質。再者，摻鉕光纖放大器可直接將訊號光能量放大，而不需經複雜的光電轉換，放大後的光訊號具有放大倍率高、增益均等、光極化態恆定的特點，所以可以用來同時放大上百個波長的訊號光。EDFA的成功發展，大幅提昇了光通訊網路實體層



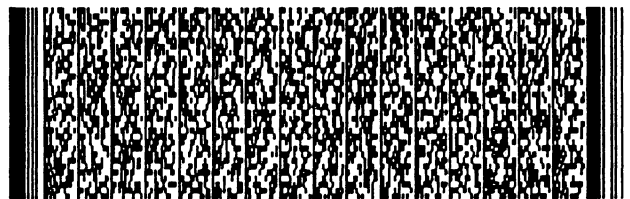
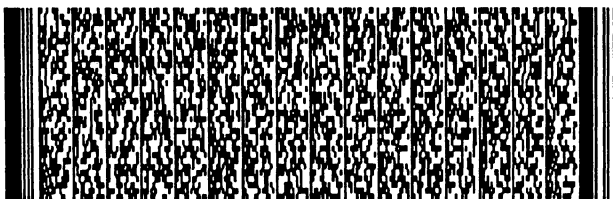
五、發明說明 (3)

(physical layer) 的光透明度，使得光纖通訊得以突破傳統光-電-光轉換的窠臼而邁入全光網路(photonic network) 的新紀元。

除此之外，摻鉕光纖放大器的運作機制，亦可用來製作光纖雷射，利用在摻鉕光纖兩端加入一組光纖光柵作為激發光子的光學共振腔，使得激發出的光能量於摻鉕光纖中來回反覆地接收多次激發輻射，並積累大量能量至產生雷射。

然而，摻鉕光纖放大器的結構亦存在些許的瓶頸尚待改良；其中因為使用改良式化學氣相沉積(Modified Chemical Vapor Deposition, MCVD) 方法製作，為了避免摻雜的鉕離子分佈不均勻導致up-conversion或pair-induced quenching等降低泵浦效率的效應發生，鉕離子的摻雜濃度因此無法太高，這也使得摻鉕光纖必須具備一定的長度以上(>1m) 才可以達到足夠的光放大效果，因此，這樣的結構並無法滿足體積微型化的要求。此外，光增益介質全數摻雜在光芯當中，雖然使泵浦光與信號光形成最緊密且有效的重疊，但放大自發性輻射(Amplified Spontaneous Emission) 亦因此被禁閉在光芯當中傳輸且持續受到放大而出現與信號光爭食光增益的問題；這將導致信號雜訊比的劣化。

因為光放大器的運作具有上述之多般用途，因此歷來的光纖元件研究領域中亦出現了數種製作光放大器或雷射產生器的方法：

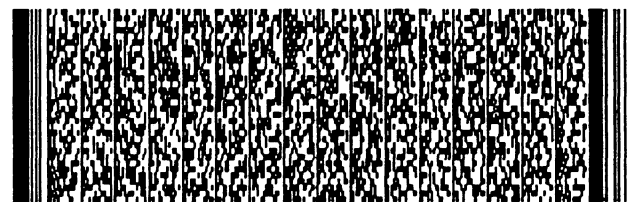
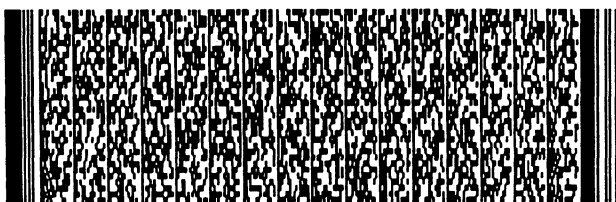


五、發明說明 (4)

1. 美國貝爾實驗室E. P. Ippen等人，首先於1972年提出利用光波導之消逝場的激發方式製作連續輸出染料雷射，但未能穩定地將雷射染料之折射率精密地控制到與波導的有效折射率接近，加上沒有光學共振腔的設計，故僅能初步證明以光消逝場來得到光增益的可行性。

2. 美國史丹佛大學H. J. Shaw教授的研究團隊於1980年代初期，提出利用側磨光纖消逝場激發的方法製作染料光纖雷射，側磨光纖有效作用長度僅約1mm，光增益即可達22dB。然而，信號光與泵浦光一同在光纖內傳輸時，因為信號光的波長較泵浦光的波長長之緣故，故在光纖側磨區域，信號光的消逝場穿透深度遠較泵浦光深，因此良好的激發效率(泵浦光能量至少應穿透光增益介質至與信號光等同深度)及適當的信號光之穿透深度彼此難以同時達到(若使泵浦光儘量穿透出去以激發較大範圍之光增益介質，則信號光就會過度曝露而導致信號能量損耗;若適當控制信號光消逝場的穿透深度使其不致曝露太多而發生損耗，則泵浦光穿透深度又明顯不足，無法使信號光消逝場涵蓋之光增益介質區域都得到有效的激發，是以元件尾端必須加上濾波器以將許多未能善加利用的泵浦光濾除，這將造成能源的浪費!)。

此外，其光纖研磨技術不佳致使側磨區域有效作用長度不長，亦造成光放大增益無法有效提昇。再者，染料吸收泵浦光後發生溫度變化亦造成本身折射率連帶受到影響而變化，導致信號光及激發光之消逝場穿透至增益介質的



五、發明說明 (5)

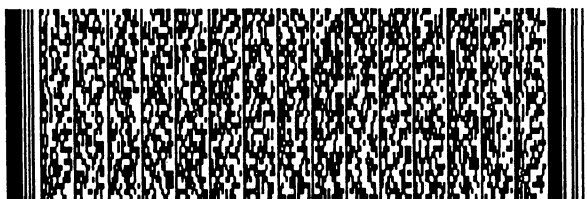
深度不斷改變，造成信號光取得之增益亦隨之變動，進而影響輸出光功率的穩定性。

3. 俄羅斯科學院的V. A. Kozlov等人於1994年，利用在LiF晶體上鍍上一層二氧化矽當作光波導，並於此光波導結構中製作一全像光柵，用來將信號光耦合進入光波導，泵浦光則由晶體背面利用橫向激發(transverse pumping)的方式激發LiF晶體，信號光則透過光消逝場獲得LiF晶體中的光增益；然而，這樣的激發方式無法使泵浦光能量、信號光能量及光增益介質三者之間取得高密度的重疊，難以獲取高效率的光增益，而信號光從光波導的垂直方向入射方式，並不符合實際的光通訊作業情況，因此實用性不高。

4. 台灣清華大學電機系的曾孝明與物理系施宙聰教授，於1998年發表使用矽晶片當作研磨基材，以製作出長作用長度的側磨光纖染料光放大器，其中光纖之有效作用長度雖可達5.7mm，且相對增益亦達95倍，惟信號光及泵浦光之消逝場仍未能同時兼顧其最佳穿透深度，故泵浦效率無法提高。

鑑於上述各項習知研究中出現的瓶頸，發明人乃經悉心試驗與研究，並一本鍥而不捨之精神，終創作出本案「光放大器及雷射產生器」。以下為本案之簡要說明。

發明內容



五、發明說明 (6)

本案之主要目的為提出一種光放大器及雷射產生器，使用側磨光纖元件配合摻雜稀土族元素離子的光增益介質，且在光纖研磨區域的光芯內部寫入一能將泵浦光反射至光增益介質的光纖光柵，以產生泵浦效率極高之光放大器及雷射產生器。

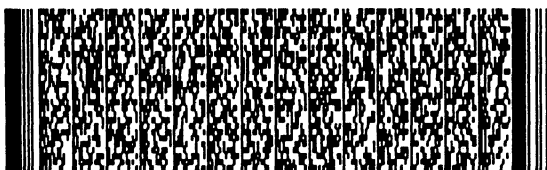
根據本案之主要目的，提出一種光放大器，包含：至少一光纖，具有一光芯及一光殼，該光殼係包覆該光芯，且該光殼具有一消逝場裸露區域；至少一第一光柵，位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的部份；以及一光增益介質，內含有稀土族元素離子，該光增益介質貼附於該消逝場裸露區域；當一第一泵浦光與一信號光於該光芯內傳輸時，該第一泵浦光藉由該第一光柵耦合至該光增益介質內，並激發稀土族元素離子以產生一光增益，該光增益所含之能量放大於該光芯內繼續傳輸之該信號光。

根據上述構想，其中該消逝場裸露區域為一研磨區域。

根據上述構想，其中該消逝場裸露區域為一雷射切削區域。

根據上述構想所述之光放大器更具有一第二光柵，其週期與該第一光柵不同，該第二光柵係與該第一光柵形成一角度，可將一第二泵浦光耦合至該光增益介質內，以增強該光增益。

根據上述構想，其中該第一光柵和該第二光柵係為長



五、發明說明 (7)

週期光柵(Long Period Grating)、斜向布拉格光柵(Blazed Bragg Grating)及超結構光柵(Super Structure Grating)其中一種。

根據上述構想，其中該光增益介質具有濾波功能以平坦化該光增益的分佈。

根據上述構想，其中稀土族元素離子為鉕離子及鉕鏡共摻離子其中一種。

根據上述構想，其中該光增益介質之基材(host)係為高分子材料及玻璃材料其中之一。

根據上述構想，其中該光增益介質內摻雜鋁。

根據上述構想，其中該光增益介質具有非線性效應或是高雙折射(high birefringence)光學特性。

根據上述構想，其中該光增益介質更被一高分子材料層包覆。

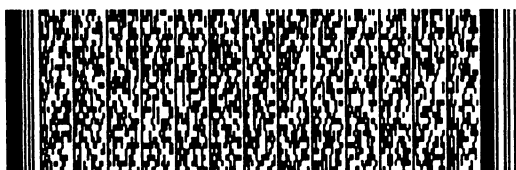
根據上述構想，其中該光增益介質與該高分子材料層間更具有一光學薄膜，該光學薄膜可將該泵浦光反射至該光增益介質內。

根據上述構想，其中該光增益介質為有機光致發光材料、有機電致發光材料、有機半導體、雷射玻璃、雷射晶體、以及液晶其中之一。

根據上述構想，其中該光增益介質為一光子晶體。

根據上述構想，其中該光子晶體具有複數個孔洞，孔洞內具有一填充材料。

根據上述構想，其中該複數個孔洞的排列方式係平行



五、發明說明 (8)

於該光芯。

根據上述構想，其中該複數個孔洞的排列方式係垂直於該光芯。

根據上述構想，其中該填充材料為一折射率可隨電光效應而改變的聚合物(Electro-Optical Polymer, EO Polymer)。

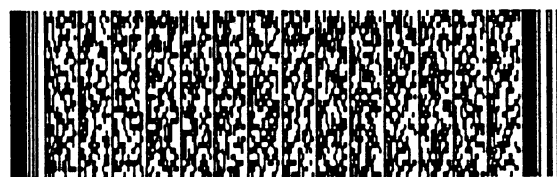
根據上述構想，其中該填充材料及該光子晶體之折射率可調變。

根據上述構想，其中該填充材料及該光子晶體之折射率係因應熱光效應、電光效應、聲光效應及光學非線性效應(optical nonlinear effect)其中之一而調變。

根據上述構想，其中該填充材料之體積可調變。

根據上述構想，其中該填充材料之體積係因應熱效應、壓電效應及聲波效應其中之一而調變。

根據本案之另一目的，提出一種雷射產生器，包含：至少一光纖，具有一光芯及一光殼，該光殼係包覆該光芯，且該光殼具有一消逝場裸露區域；至少一第一光柵，位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的部份，該第一光柵前後分別具有一第二及一第三光柵；以及一光增益介質，內含有稀土族元素離子，該光增益介質貼附於該消逝場裸露區域；當一第一泵浦光穿過該第二光柵後，藉由該第一光柵耦合至該光增益介質內，以激發稀土族元素離子產生一光增益，該光增益於該第二及第三光柵間進行來回反射，且於每次經過該第一光柵時皆利用產生之該光增益



五、發明說明(9)

增強能量，其中該光增益於每次行進至該第三光柵時，一特定比率之該光增益穿過該第三光柵，成為一雷射。

根據上述構想，其中該消逝場裸露區域為一研磨區域。

根據上述構想，其中該消逝場裸露區域為一雷射切削區域。

根據上述構想所述之雷射產生器更具有一第四光柵，其週期與該第一光柵不同，該第四光柵係與該第一光柵形成一角度，可將一第二泵浦光耦合至該光增益介質內，以增強該光增益。

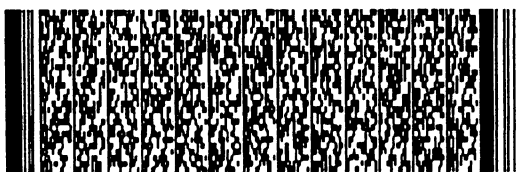
根據上述構想，其中該第一光柵和該第四光柵係為長週期光柵(Long Period Grating)、斜向布拉格光柵(Blazed Bragg Grating)及超結構光柵(Super Structure Grating)其中一種。

根據上述構想，其中該第二光柵為光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating)或啁啾光柵(Chirped Grating)。根據上述構想，其中該第三光柵為光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating)或啁啾光柵(Chirped Grating)。

根據上述構想，其中該第二及第三光柵位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的其他部份。

根據上述構想，其中稀土族元素離子為鉕離子及鉕鏡共摻離子其中一種。

根據上述構想，其中該光增益介質之基材(host)係為高分子材料及玻璃材料其中之一。



五、發明說明 (10)

根據上述構想，其中該光增益介質內摻雜鋁。

根據上述構想，其中該光增益介質具有非線性效應或是高雙折射(high birefringence)光學特性。

根據上述構想，其中該光增益介質更被一高分子材料層包覆。

根據上述構想，其中該光增益介質與該高分子材料層間更具有一光學薄膜，該光學薄膜可將該泵浦光反射至該光增益介質內。

根據上述構想，其中該光增益介質為有機光致發光材料、有機電致發光材料、有機半導體、雷射玻璃、雷射晶體、以及液晶其中之一。

根據上述構想，其中該光增益介質為一光子晶體。

根據上述構想，其中該光子晶體具有複數個孔洞，孔洞內具有一填充材料。

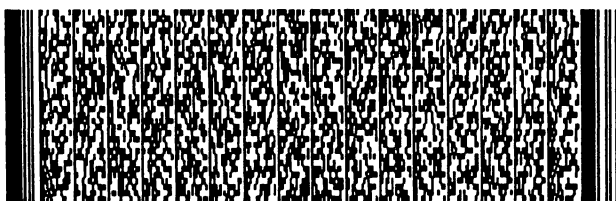
根據上述構想，其中該複數個孔洞的排列方式係平行於該光芯。

根據上述構想，其中該複數個孔洞的排列方式係垂直於該光芯。

根據上述構想，其中該填充材料為一折射率可隨電光效應而改變的聚合物(Electro-Optical Polymer, EO Polymer)。

根據上述構想，其中該填充材料及該光子晶體之折射率可調變。

根據上述構想，其中該填充材料及該光子晶體之折射



五、發明說明 (11)

率係因應熱光效應、電光效應、聲光效應及光學非線性效應(optical nonlinear effect)其中之一而調變。

根據上述構想，其中該填充材料之體積可調變。

根據上述構想，其中該填充材料之體積係因應熱效應、壓電效應及聲波效應其中之一而調變。

本案得藉由下列圖式及詳細說明，俾得一更深入之了解：

實施方式

請參閱第一圖，其為本案所述之光放大器之光增益原理示意圖。利用一泵浦光源11產生的一泵浦光111及一信號光源12產生的一信號光121，藉由一光合波器13的匯集於一光纖(圖中未標示出)中傳輸，再經由本案所述光放大器14之增益，可產生一強度更強且具特定波長之輸出信號光於該光纖中繼續傳輸。

請參閱第二圖，其為本案所述之光放大器結構圖。一光放大器係由一光纖(包含一光芯21及一光殼22)、一消逝場裸露區域23、一光增益介質24、一光學薄膜25、一封裝材料層26及一位於該光芯21中且相對於該消逝場裸露區域23所在位置之光柵(圖中未標示出)所構成。其中該光殼22係包覆著該光芯21，並利用雷射切削或光纖研磨等方式使得該光殼22具有光消逝場可露出、有效作用長度

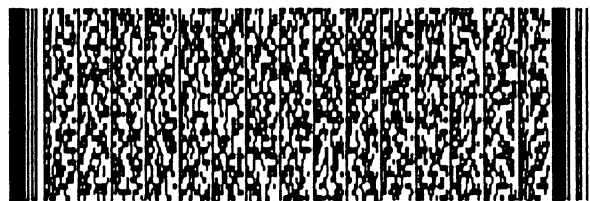
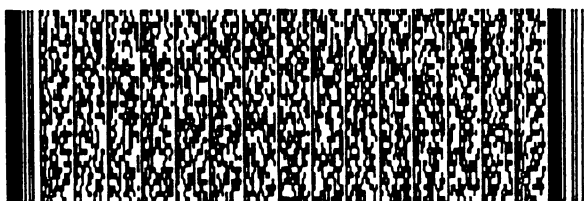


五、發明說明 (12)

(Effective Interaction Length) 約20mm長的該消逝場裸露區域23，另外該光增益介質24係以一折射率小於或等於該消逝場裸露區域23之有效折射率的高分子材料(或玻璃材料)當作基材，並摻雜鋁及稀土族元素離子(如鉕離子或鉕鏡共摻離子)於內後，再貼附於該消逝場裸露區域23，最後再鍍以該光學薄膜25，最外層並以一折射率大於或等於該光增益介質24之高分子材料構成的該封裝材料26，封裝該光增益介質24及該光學薄膜25。

值得一提的是，雖然前面的光增益介質24之折射率係小於或等於消逝場裸露區域23，然而即使使用折射率大於消逝場裸露區域23的光增益介質24仍可運作，只要將光增益介質24的厚度減小至形成一數十微米厚的平坦薄膜，即可使某特定波長的光滿足共振條件而反射回光芯並繼續往前傳遞。

請參閱第三圖(a)，其為本案所述之光放大器運作示意圖。當一泵浦光38與一信號光39於該光芯31內傳輸時，該泵浦光38藉由一斜向布拉格光柵(Blazed Bragg Grating)37(亦可使用長週期光柵(Long Period Grating)或超結構光柵(Super Structure Grating))的作用，經由該消逝場裸露區域33而耦合至該光增益介質34內，並激發稀土族元素離子使其發生電子躍遷以產生一光增益，而該光增益所含之能量可放大於該光芯內繼續傳輸之該信號光。另外，由於該光學薄膜35可以將該泵浦光38反射回該光增益介質34的方式使得電子躍遷及光子產生一再發生，



五、發明說明 (13)

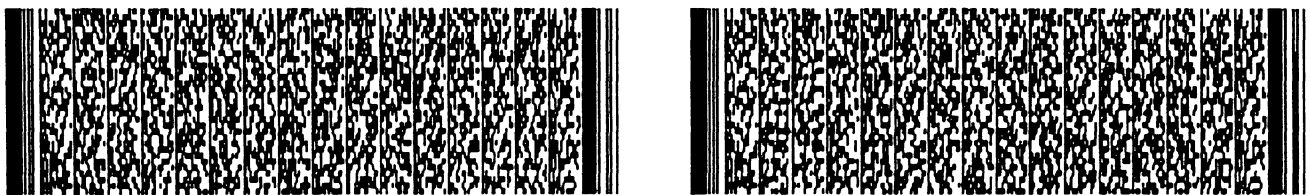
因此這種放大信號光的作用亦可一直持續下去。

附帶一提的是，在寫入一光柵於該光芯21之內時，利用斜向的光柵可以使得該泵浦光38與該信號光39及該光增益介質34三者彼此重疊的範圍增加得較多，以更增強放大之效率，正如第三圖(b)所示。

光增益介質除了需具備非線性效應或是高雙折射(high birefringence)光學特性之外，尚需具備濾波特性的平坦化該光增益之能量分佈(由第三圖(c)可看出光增益介質之濾波效應)，因此光增益介質亦可使用光子晶體來代替，如第四圖(a)所示，其係本案光放大器之另一種結構圖(以光子晶體作為光增益介質，孔洞排列平行光芯)。光子晶體41中具有複數個孔洞42，孔洞42更填充一折射率可隨電光效應而改變的聚合物(Electro-Optical Polymer, EO Polymer)型態的填充材料(圖中未標示出)。

其中，孔洞42的排列方式可以如第四圖(a)所示般平行於該光芯43，亦可以如第四圖(b)所示般垂直於該光芯43，由於兩種排列方式皆可令該光子晶體41中產生光無法通過之光子能隙，因此若再配合以光學非線性效應(Optical Nonlinear Effect)或是電光、聲光及熱光等效應調變該填充材料及該光子晶體41之折射率，或是配合以熱、壓電或聲波效應調變該填充材料之體積，便可控制該光子晶體41之光子能隙的波段，達成對特定波段的光能量濾波的效果，藉以平坦化該光增益之能量分佈。

其中較特別的一點是，若是利用長週期光柵將泵浦光



五、發明說明 (14)

耦合至光增益介質的情況下，則將長週期光柵設置於消逝場裸露區域的方式，會比寫入光芯的方式來得好，如第三圖(d)所示，由於長週期光柵36是設置於消逝場裸露區域33上，因此泵浦光38是以朝向前方的方式耦合進入光增益介質34，因此光增益產生放大的效率會更好。

其中，光增益介質41可為有機光致發光材料、有機電致發光材料、有機半導體、雷射玻璃、雷射晶體、以及液晶，特別的是，當光增益介質41係以電致發光材料製作時，則電致發光材料44以及電極45的相對位置及結構可如第四圖(c)和(d)所示，此處之電致發光材料44的厚度可藉由電能或是熱能加以調整，當使用電能加以調整時，電源46可以同時包含交流及直流的成份，而當電致發光材料44的厚度改變時，光增益也會跟著改變，亦即光增益變成可調變的型態。

另外，光子晶體41也可以具有「負色散係數」的效應；請參閱第四圖(e)及(f)，前者係使用具有一般色散係數的光增益介質時，信號光和泵浦光的模場分佈，然而若是如第四圖(f)般地使用具有「負色散係數」效應的光子晶體，信號光和泵浦光的模場分佈如圖所示，其可使得不同波長之信號光皆能與泵浦光和光子晶體有均等的重疊部(overlap)。

再者，本案所述之光放大器原理亦可用於製作光纖雷射產生器，如第五圖所示，其為本案雷射產生器之運作示意圖。其中與第三圖(a)之光放大器的不同點在於，第五

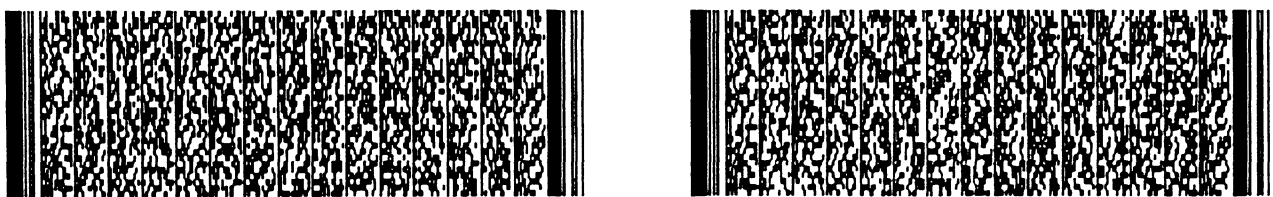


五、發明說明 (15)

圖的雷射產生器在光芯51中、斜向布拉格光柵57的前後各加入一個光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating)或是啣啣光柵(Chirped Grating)591及592，另外雷射產生器在運作時亦可不需要信號光的饋入。

傳輸泵浦光58使其穿過該光纖布拉格光柵591後，藉由該斜向布拉格光柵57的反射使得該泵浦光58傳輸至該光增益介質54(或一光子晶體)內，並激發稀土族元素離子(如鉕離子)並引發電子躍遷以產生一光增益，該光增益受到該光纖布拉格光柵591及592的囚制並於兩者之間來回反射，並多次藉由光消逝場進入該光增益介質54內，以重覆獲取更多的光增益能量。而以這種方式逐漸累積之光增益能量在每次行進至光纖布拉格光柵592時，一特定比率(隨著光纖布拉格光柵592的設計可定出吾人欲求之不同比率)之該光增益皆可穿過該光纖布拉格光柵592，成為所欲產生之雷射。

另外一個雷射產生器與光放大器之運作原理稍微不同的地方在於，當雷射產生器的兩端係同時利用光纖布拉格光柵作為一光學共振腔以選取特定波長之光能量，此時在光增益介質54的選擇上便不需要具備濾波之功能；而若是以一個光纖布拉格光柵搭配一個啣啣光柵、或是以兩個啣啣光柵作為光學共振腔，則光增益介質54具備濾波功能則仍然是必要之條件，亦即此時若能以光子晶體作為光增益介質54，則可以利用光子晶體的濾波功能搭配本案之技術原理製作出波長可調式雷射產生器。



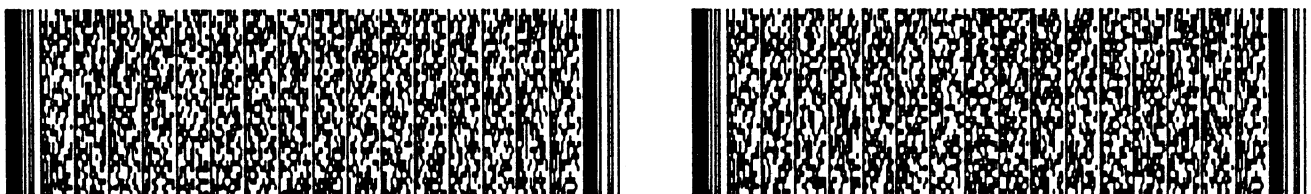
五、發明說明 (16)

有關光學共振腔的形成方式，也可以使用如第六圖般的環形耦合器(ring coupler)的方式來製作，亦即將光纖61製作成一環狀共振腔，使得泵浦光62和信號光63在光放大器64中產生雷射。

此外，不論是光放大器或是雷射產生器，其中斜向光柵的數目亦可以不只一個，請參閱第七圖，其為以雙向泵浦(bi-directional pumping)的方式所製作的光放大器。其中，藉由與斜向光柵771之間形成一角度的另一個斜向光柵772(需注意二個斜向光柵的週期不可相同)，使得兩邊的泵浦光78和79皆耦合至光增益介質74內，以達到加倍增強光增益的效應。這種雙向泵浦的方法同樣可利用在雷射產生器的結構上，以增強所產生雷射光的能量，與光放大器的差別僅是需在光芯71的二端各加上一只光柵以形成光學共振腔而已。

最後，本案所述之光放大器原理不論用於製作光放大器或是光纖雷射產生器，光纖的數目都可如第八圖所示地不只一條，意即可以一陣列光纖81貼附一光增益介質82的方式製作相關之光纖元件。

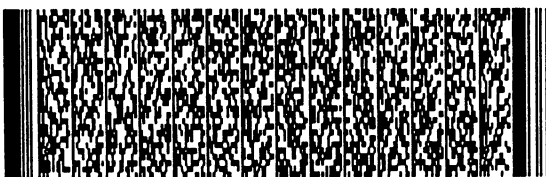
綜上所述，本案係指一種在光纖的消逝場裸露區域的光芯內部寫入一光柵的光放大器及雷射產生器，首先，使用有效作用長度極長(甚至可達20mm以上)之側磨光纖元件配合具高摻雜濃度的光增益介質，可使消逝場激發型態的光放大器具備高度可行性，體積亦較目前市面上的摻鉍放大器縮小許多；再者，利用在光纖研磨區域的光芯內部寫



五、發明說明 (17)

入一能將泵浦光反射至光增益介質的光纖光柵，亦能大幅提昇光增益介質的激發效率，使得信號光之消逝場可以不用曝露過度而造成損耗，而泵浦光又可以全數耦合進入光增益介質以得到最佳的泵浦效率。因此本案實為一新穎、進步且深具產業實用性之發明。

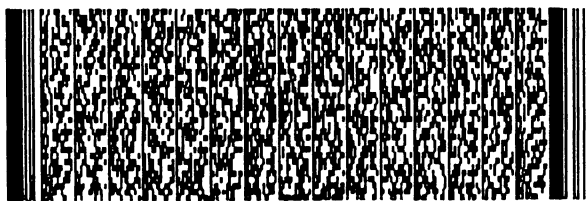
本案得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。



圖式簡單說明

圖式簡單說明

- 第一圖：本案光放大器之光增益原理示意圖；
- 第二圖：本案光放大器結構圖；
- 第三圖(a)：本案光放大器運作示意圖；
- 第三圖(b)：本案斜向光柵之濾波效應圖；
- 第三圖(c)：本案斜向光柵之濾波示意圖；
- 第三圖(d)：本案光放大器之另一種運作示意圖(以長週期光柵耦合泵浦光進入光增益介質)；
- 第四圖(a)：本案光放大器之另一種結構圖(以光子晶體作為光增益介質，孔洞排列平行光芯)；
- 第四圖(b)：本案光放大器之再一種結構圖(以光子晶體作為光增益介質，孔洞排列垂直光芯)；
- 第四圖(c)：本案光放大器之再一種結構圖(光增益介質為電致發光材料)；
- 第四圖(d)：本案光放大器之再一種結構圖(光增益介質為電致發光材料)；
- 第四圖(e)：具有一般色散係數之光增益介質的光模場分佈圖；
- 第四圖(f)：本案具有負色散係數之光子晶體的光模場分佈圖；
- 第五圖：本案雷射產生器運作示意圖；
- 第六圖：以環形耦合器構成之光學共振腔之結構圖；
- 第七圖：以雙向泵浦方式製作之光放大器的結構圖；以及



圖式簡單說明

第八圖：本案陣列光纖放大器或陣列雷射產生器結構圖。

本案圖式中所包含之各元件列示如下：

泵浦光源11

泵浦光111、38、58、62、78、79

信號光源12

信號光121、39、63

光合波器13

光放大器14、64

光殼22、32、52

光芯21、31、43、51、71

消逝場裸露區域23、33、53

光增益介質24、34、54、74、82

光學薄膜25、35、55

封裝材料層26

長週期光柵36

斜向布拉格光柵37、57

孔洞42

電極45

光纖布拉格光柵591、592

斜向光柵771、772

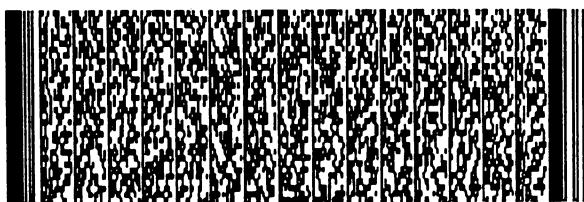
光子晶體41

電致發光材料44

電源46

光纖61

陣列光纖81



六、申請專利範圍

1. 一種光放大器，包含：

至少一光纖，具有一光芯及一光殼，該光殼係包覆該光芯，且該光殼具有一消逝場裸露區域；

至少一第一光柵，位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的部份；以及

一光增益介質，內含有稀土族元素離子，該光增益介質貼附於該消逝場裸露區域；

當一第一泵浦光與一信號光於該光芯內傳輸時，該第一泵浦光藉由該第一光柵耦合至該光增益介質內，並激發稀土族元素離子以產生一光增益，該光增益所含之能量放大於該光芯內繼續傳輸之該信號光。

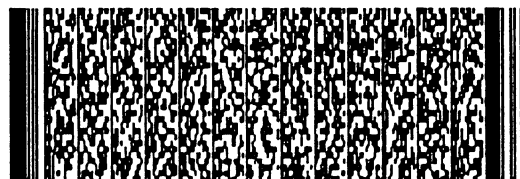
2. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該消逝場裸露區域為一研磨區域。

3. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該消逝場裸露區域為一雷射切削區域。

4. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器更具有一第二光柵，其週期與該第一光柵不同，該第二光柵係與該第一光柵形成一角度，可將一第二泵浦光耦合至該光增益介質內，以增強該光增益。

5. 如申請專利範圍第4項所述之光放大器，其中該第一光柵和該第二光柵係為長週期光柵(Long Period Grating)、斜向布拉格光柵(Blazed Bragg Grating)及超結構光柵(Super Structure Grating)其中一種。

6. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益



六、申請專利範圍

介質具有濾波功能以平坦化該光增益的分佈。

7. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中稀土族元素離子為鉕離子及鉕鏡共摻離子其中一種。

8. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質之基材(host)係為高分子材料及玻璃材料其中之一。

9. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質內摻雜鋁。

10. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質具有非線性效應或是高雙折射(high birefringence)光學特性。

11. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質更被一高分子材料層包覆。

12. 如申請專利範圍第11項所述之光放大器，其中該光增益介質與該高分子材料層間更具有一光學薄膜，該光學薄膜可將該泵浦光反射至該光增益介質內。

13. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質為有機光致發光材料、有機電致發光材料、有機半導體、雷射玻璃、雷射晶體、以及液晶其中之一。

14. 如申請專利範圍第1項所述之光放大器，其中該光增益介質為一光子晶體。

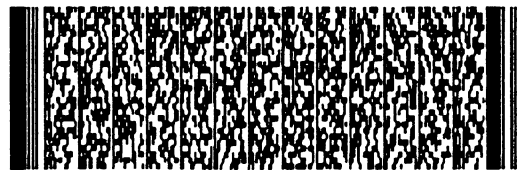
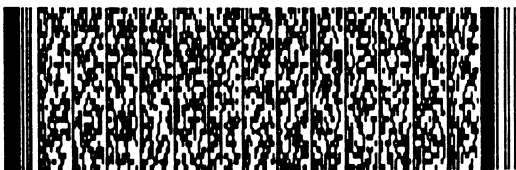
15. 如申請專利範圍第14項所述之光放大器，其中該光子晶體具有複數個孔洞，孔洞內具有一填充材料。

16. 如申請專利範圍第15項所述之光放大器，其中該複數個孔洞的排列方式係平行於該光芯。



六、申請專利範圍

17. 如申請專利範圍第15項所述之光放大器，其中該複數個孔洞的排列方式係垂直於該光芯。
18. 如申請專利範圍第15項所述之光放大器，其中該填充材料為一折射率可隨電光效應而改變的聚合物(Electro-Optical Polymer, EO Polymer)。
19. 如申請專利範圍第15項所述之光放大器，其中該填充材料及該光子晶體之折射率可調變。
20. 如申請專利範圍第19項所述之光放大器，其中該填充材料及該光子晶體之折射率係因應熱光效應、電光效應、聲光效應及光學非線性效應(optical nonlinear effect)其中之一而調變。
21. 如申請專利範圍第15項所述之光放大器，其中該填充材料之體積可調變。
22. 如申請專利範圍第21項所述之光放大器，其中該填充材料之體積係因應熱效應、壓電效應及聲波效應其中之一而調變。
23. 一種雷射產生器，包含：
至少一光纖，具有一光芯及一光殼，該光殼係包覆該光芯，且該光殼具有一消逝場裸露區域；
至少一第一光柵，位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的部份，該第一光柵前後分別具有一第二及一第三光柵；以及
一光增益介質，內含有稀土族元素離子，該光增益介質貼附於該消逝場裸露區域；



六、申請專利範圍

當一第一泵浦光穿過該第二光柵後，藉由該第一光柵耦合至該光增益介質內，以激發稀土族元素離子產生一光增益，該光增益於該第二及第三光柵間進行來回反射，且於每次經過該第一光柵時皆利用產生之該光增益增強能量，其中該光增益於每次行進至該第三光柵時，一特定比率之該光增益穿過該第三光柵，成為一雷射。

24. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該消逝場裸露區域為一研磨區域。

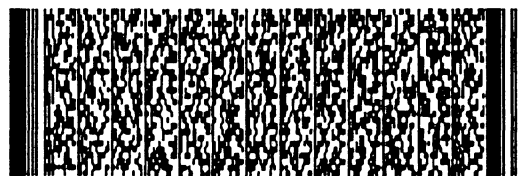
25. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該消逝場裸露區域為一雷射切削區域。

26. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器更具有一第四光柵，其週期與該第一光柵不同，該第四光柵係與該第一光柵形成一角度，可將一第二泵浦光耦合至該光增益介質內，以增強該光增益。

27. 如申請專利範圍第26項所述之雷射產生器，其中該第一光柵和該第四光柵係為長週期光柵(Long Period Grating)、斜向布拉格光柵(Blazed Bragg Grating)及超結構光柵(Super Structure Grating)其中一種。

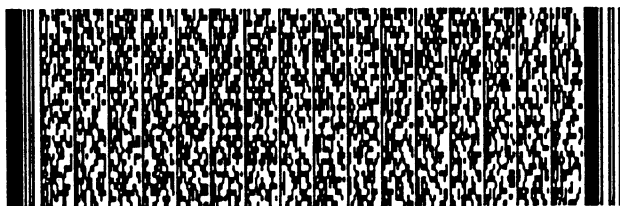
28. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該第二光柵為光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating)或啁啾光柵(Chirped Grating)。

29. 如申請專利範圍第28項所述之雷射產生器，其中該第三光柵為光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating)或啁啾光柵(Chirped Grating)。



六、申請專利範圍

30. 如申請專利範圍第29項所述之雷射產生器，其中該第二及第三光柵位於該光芯相對於該消逝場裸露區域的其他部份。
31. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中稀土族元素離子為鉕離子及鉕鎳共摻離子其中一種。
32. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質之基材(host)係為高分子材料及玻璃材料其中之一。
33. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質內摻雜鋁。
34. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質具有非線性效應或是高雙折射(high birefringence)光學特性。
35. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質更被一高分子材料層包覆。
36. 如申請專利範圍第35項所述之雷射產生器，其中該光增益介質與該高分子材料層間更具有一光學薄膜，該光學薄膜可將該泵浦光反射至該光增益介質內。
37. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質為有機光致發光材料、有機電致發光材料、有機半導體、雷射玻璃、雷射晶體、以及液晶其中之一。
38. 如申請專利範圍第23項所述之雷射產生器，其中該光增益介質為一光子晶體。
39. 如申請專利範圍第38項所述之雷射產生器，其中該光



六、申請專利範圍

子晶體具有複數個孔洞，孔洞內具有一填充材料。

40. 如申請專利範圍第39項所述之雷射產生器，其中該複數個孔洞的排列方式係平行於該光芯。

41. 如申請專利範圍第39項所述之雷射產生器，其中該複數個孔洞的排列方式係垂直於該光芯。

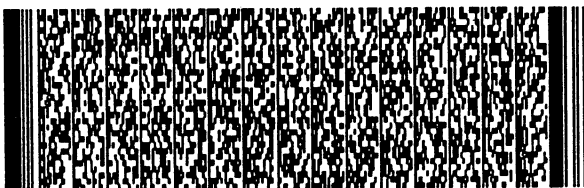
42. 如申請專利範圍第39項所述之雷射產生器，其中該填充材料為一折射率可隨電光效應而改變的聚合物 (Electro-Optical Polymer, EO Polymer)。

43. 如申請專利範圍第39項所述之雷射產生器，其中該填充材料及該光子晶體之折射率可調變。

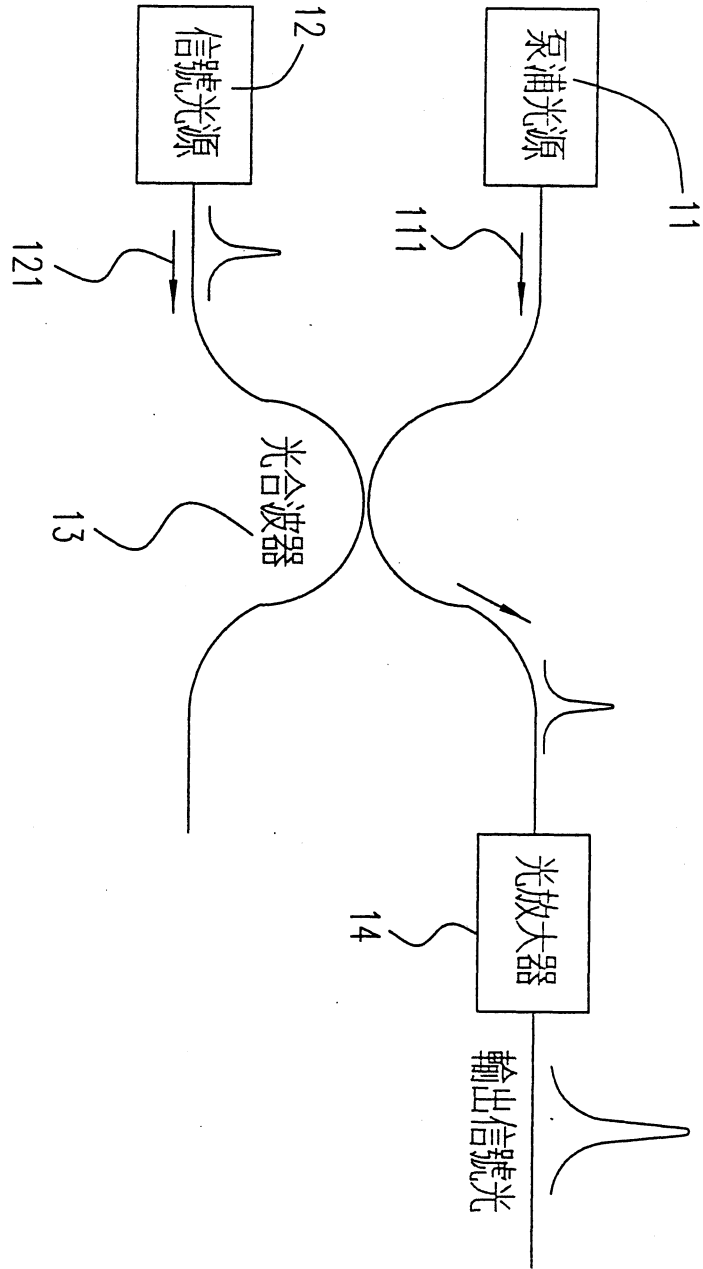
44. 如申請專利範圍第43項所述之雷射產生器，其中該填充材料及該光子晶體之折射率係因應熱光效應、電光效應、聲光效應及光學非線性效應(optical nonlinear effect)其中之一而調變。

45. 如申請專利範圍第39項所述之雷射產生器，其中該填充材料之體積可調變。

46. 如申請專利範圍第45項所述之雷射產生器，其中該填充材料之體積係因應熱效應、壓電效應及聲波效應其中之一而調變。

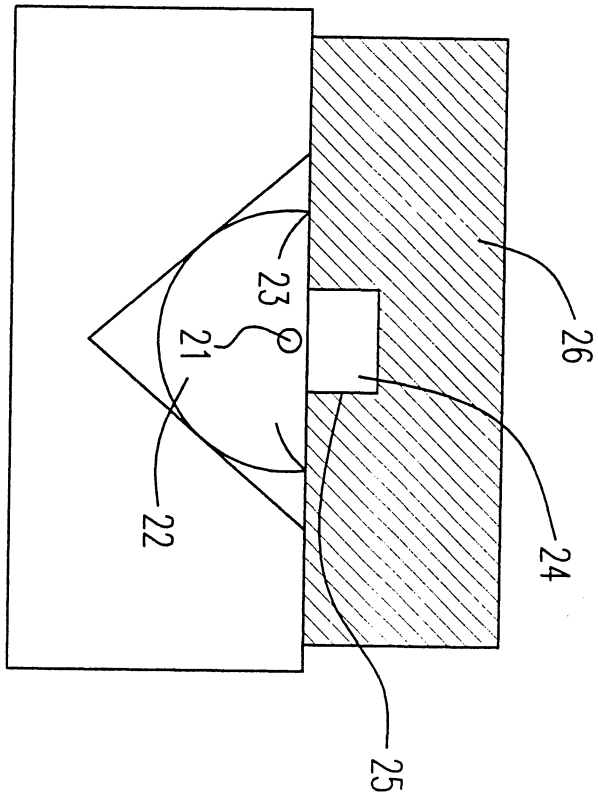


圖式



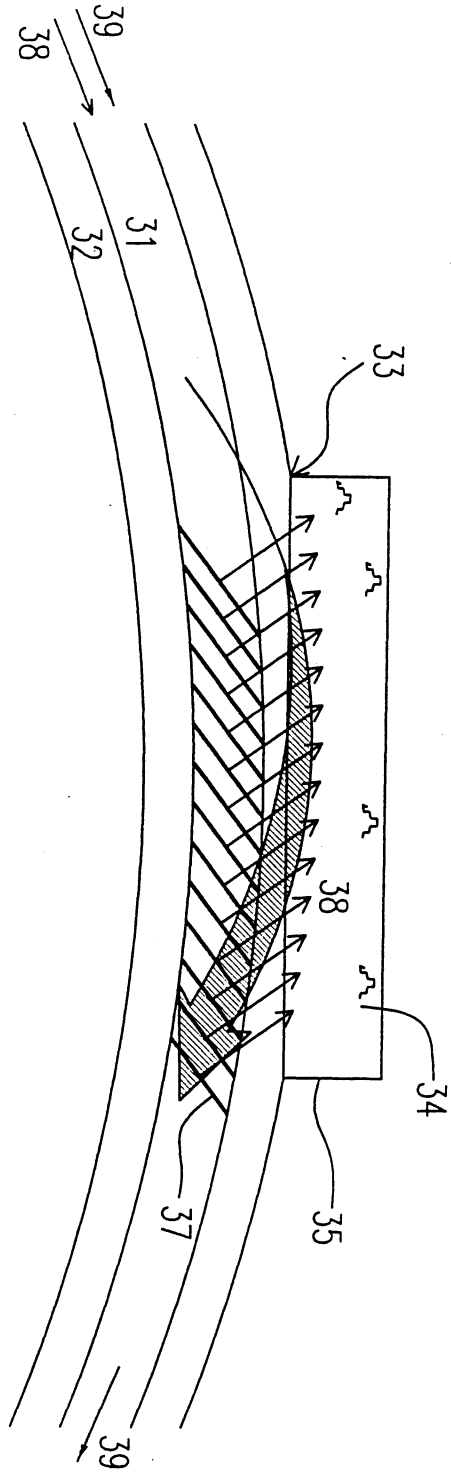
第一圖

圖式



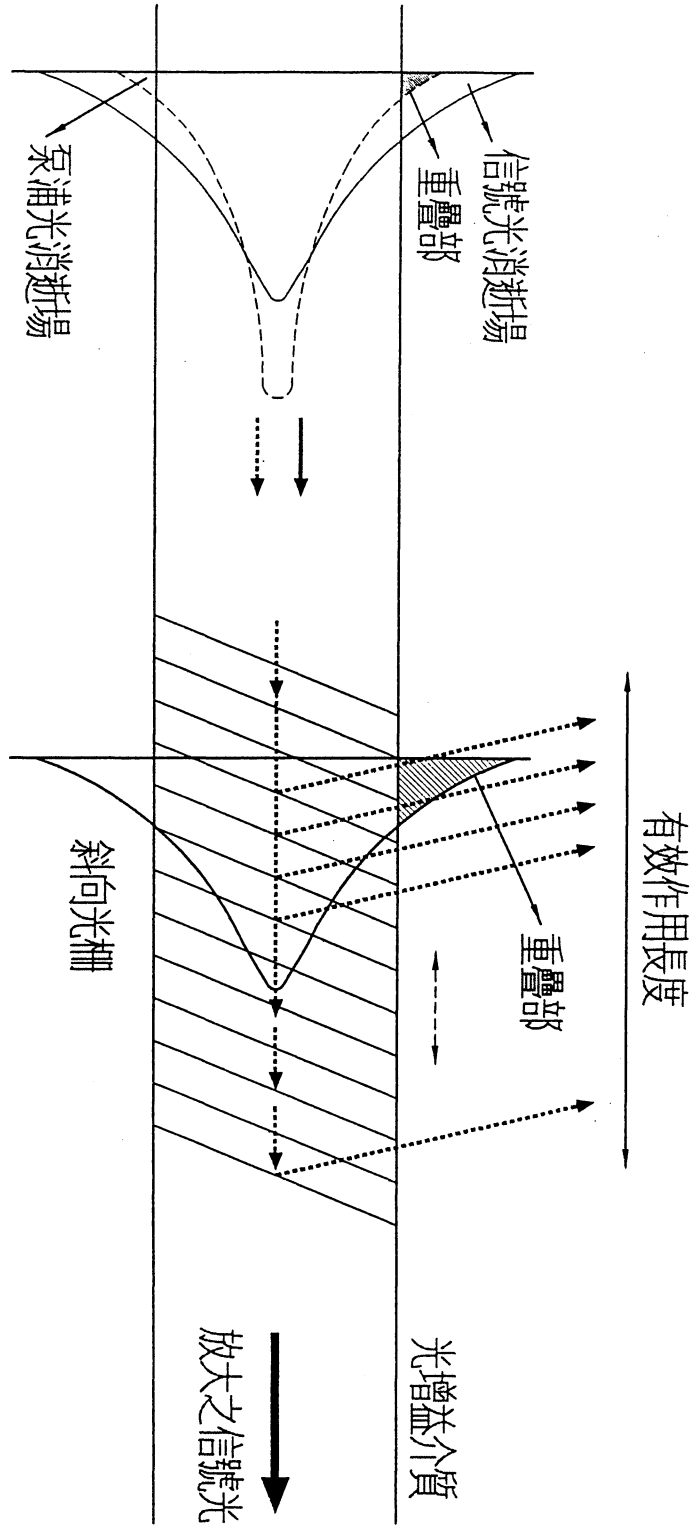
第二圖

圖式



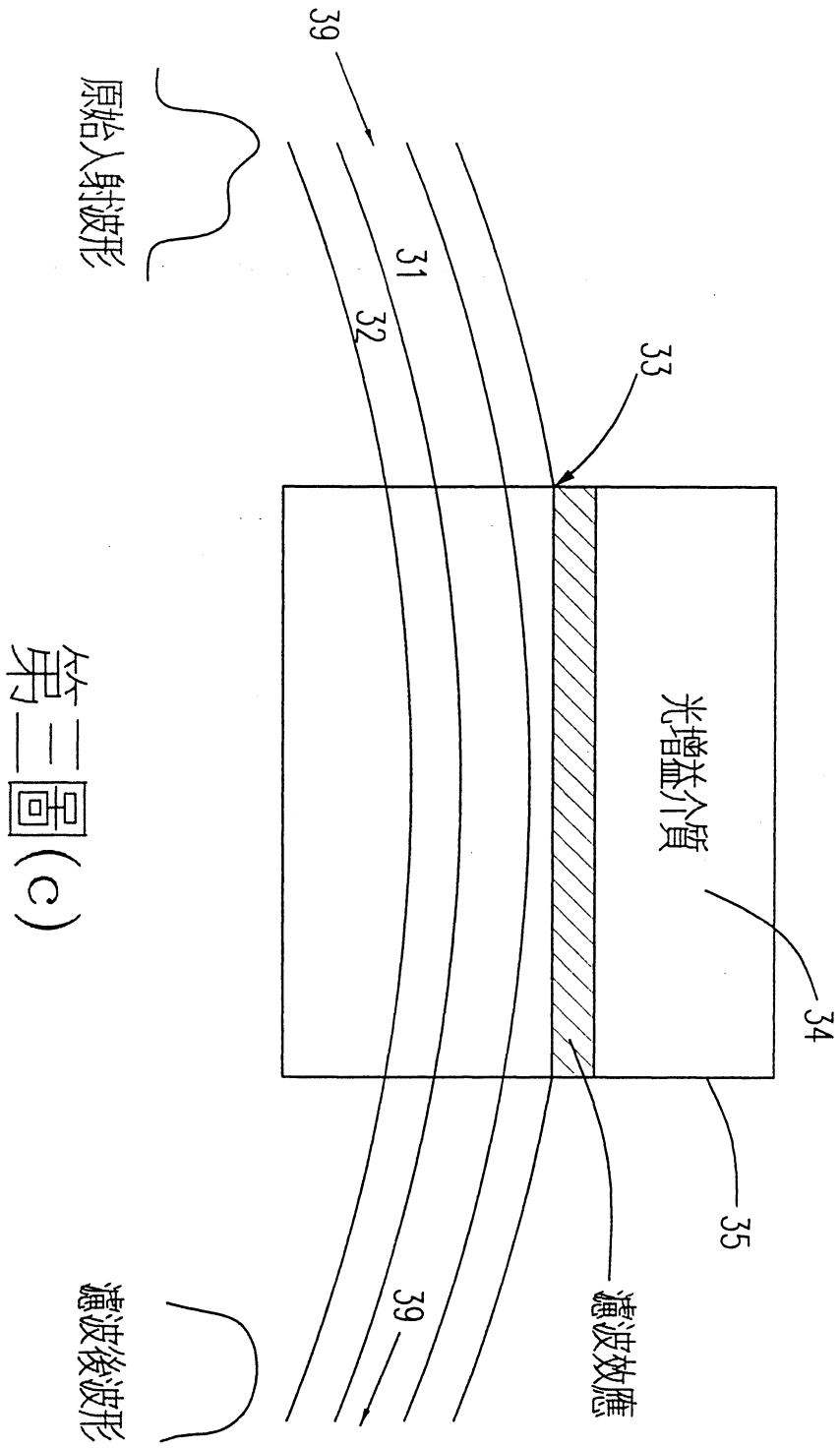
第三圖(a)

圖式

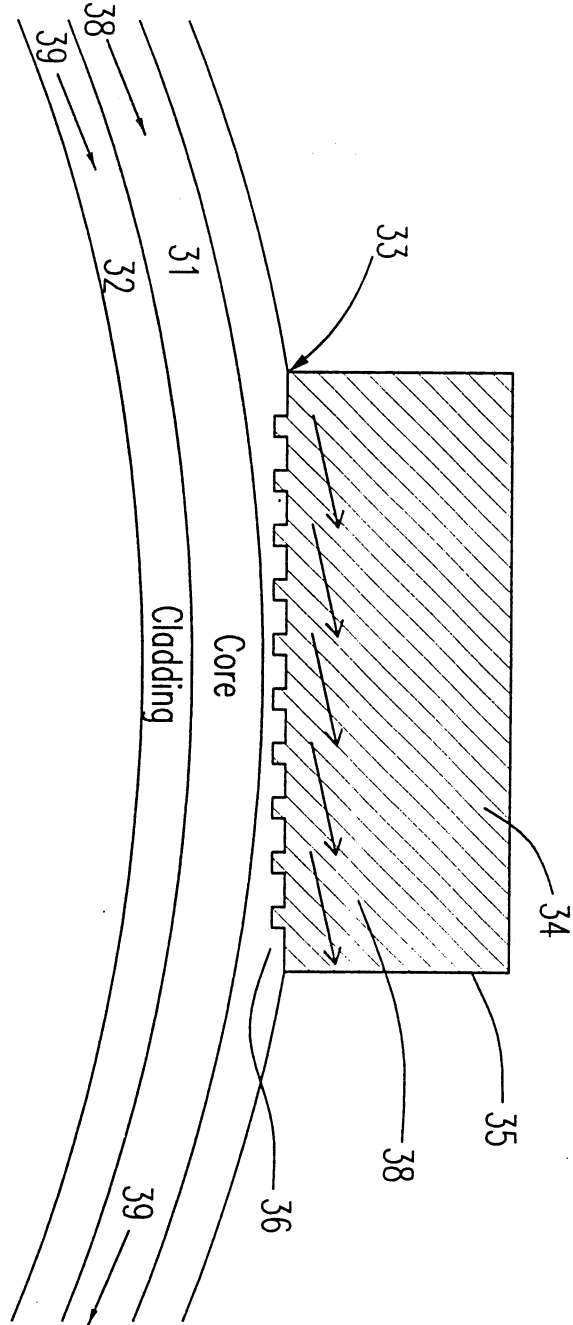


第三圖(b)

圖式



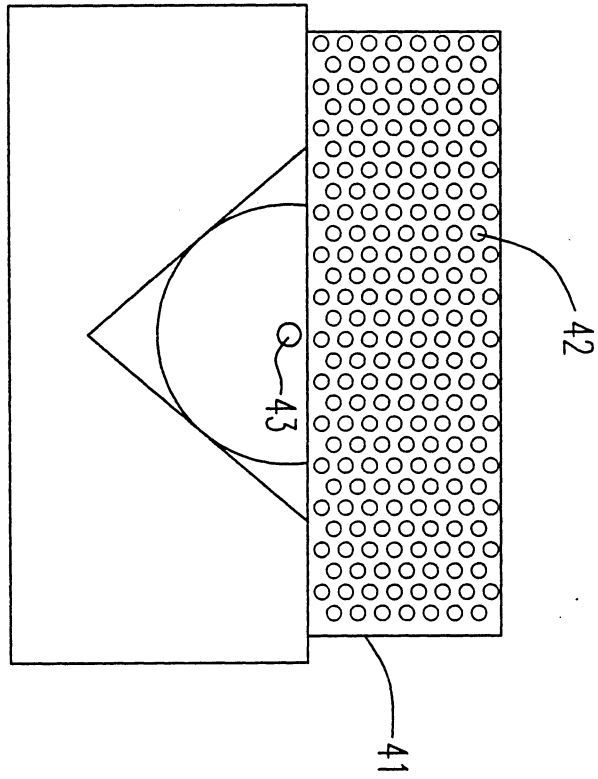
第三圖(c)



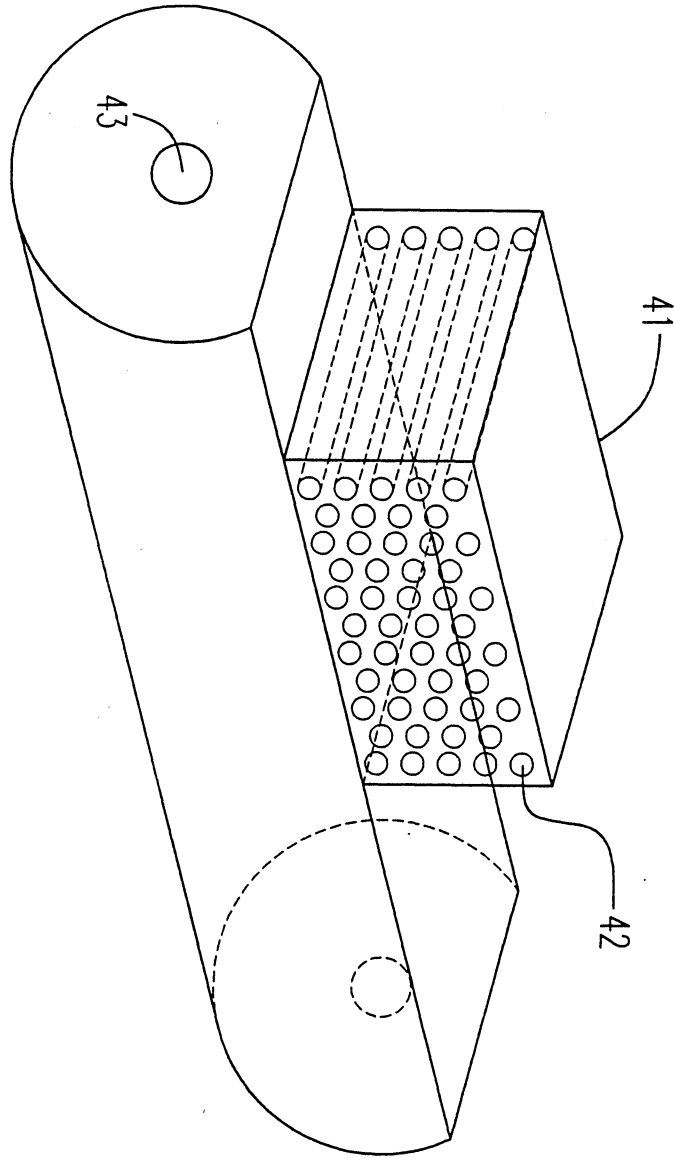
第三圖(d)

圖式

第四圖(a)

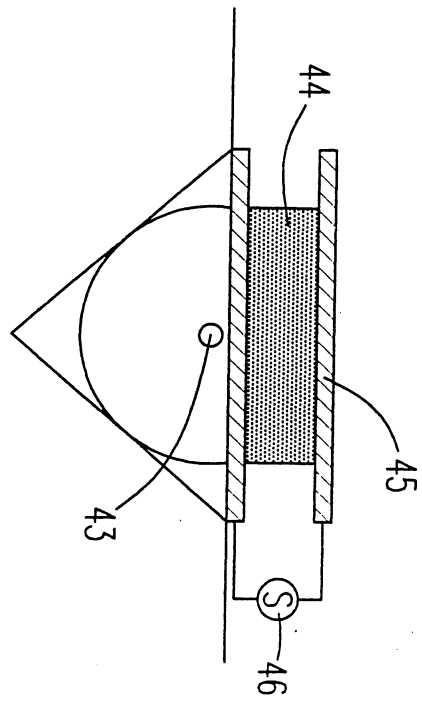


圖式



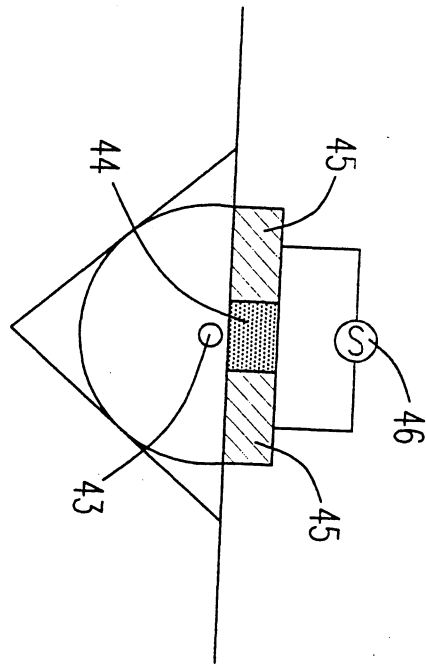
第四圖(b)

圖式



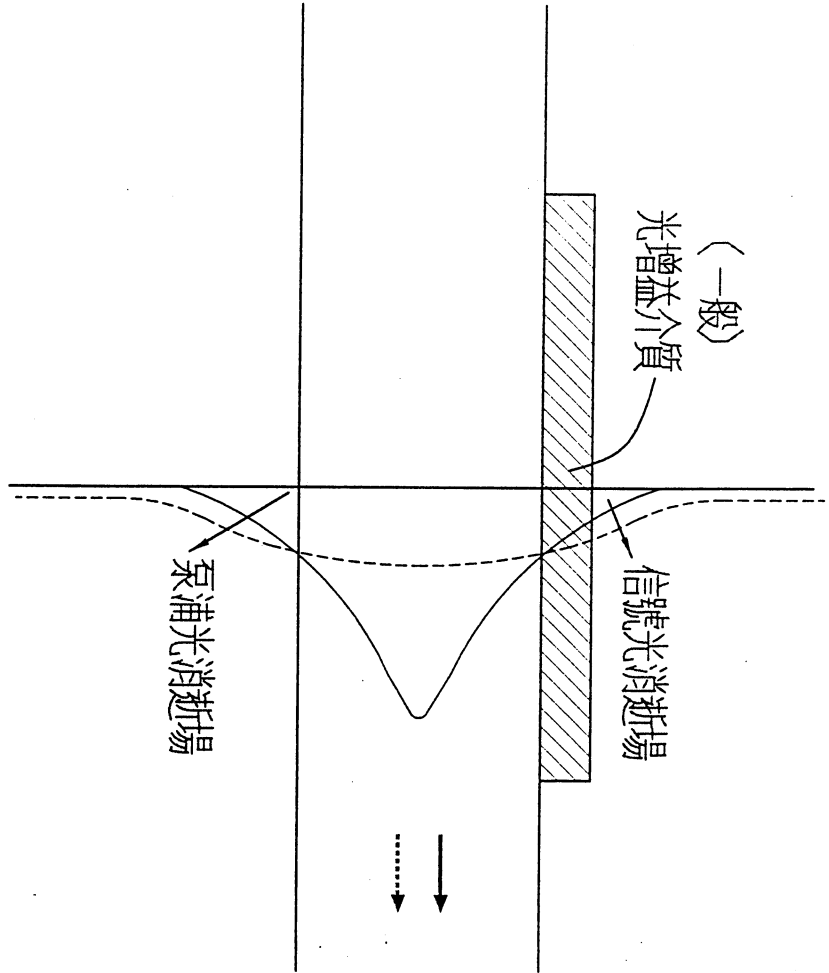
第四圖(c)

圖式



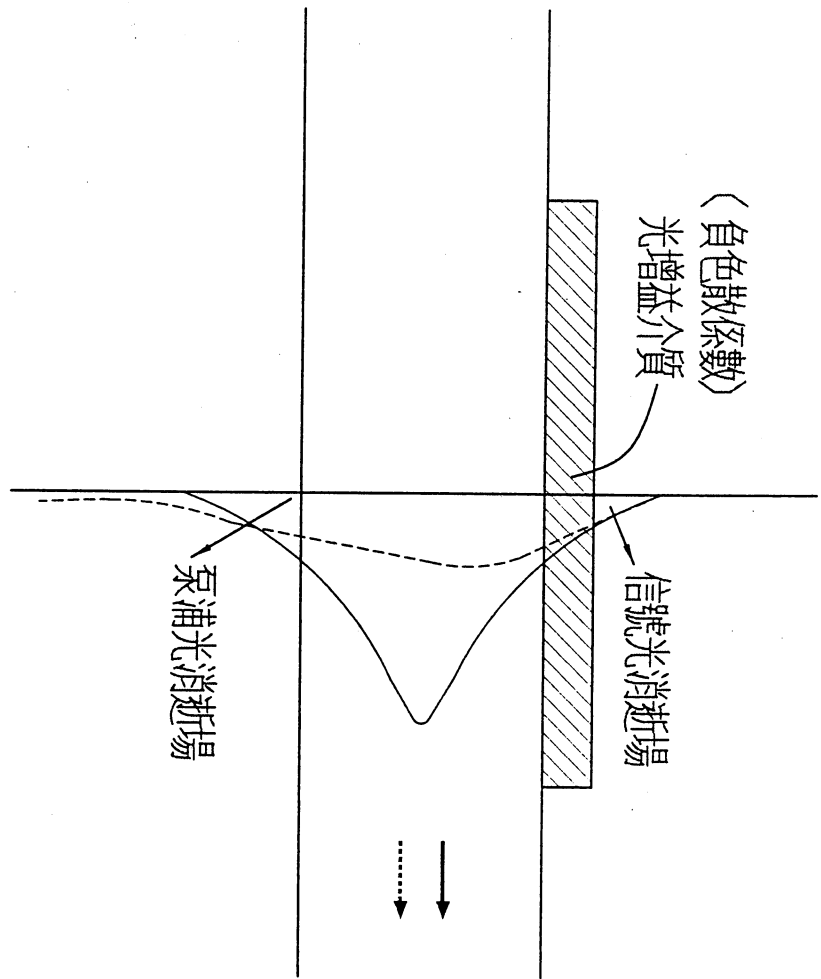
第四圖(d)

圖式



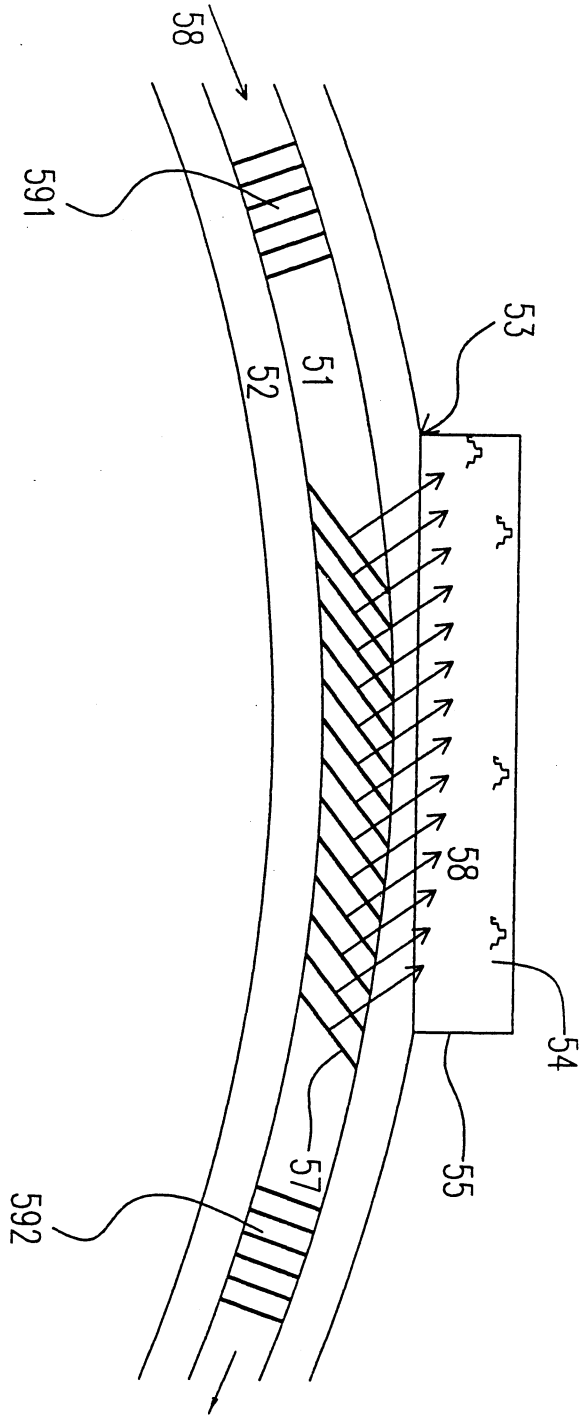
第四圖(e)

圖式



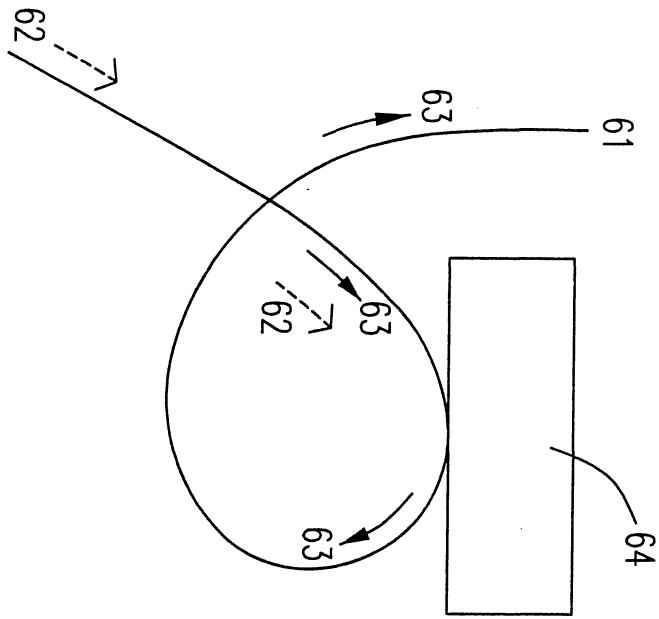
第四圖(f)

圖式



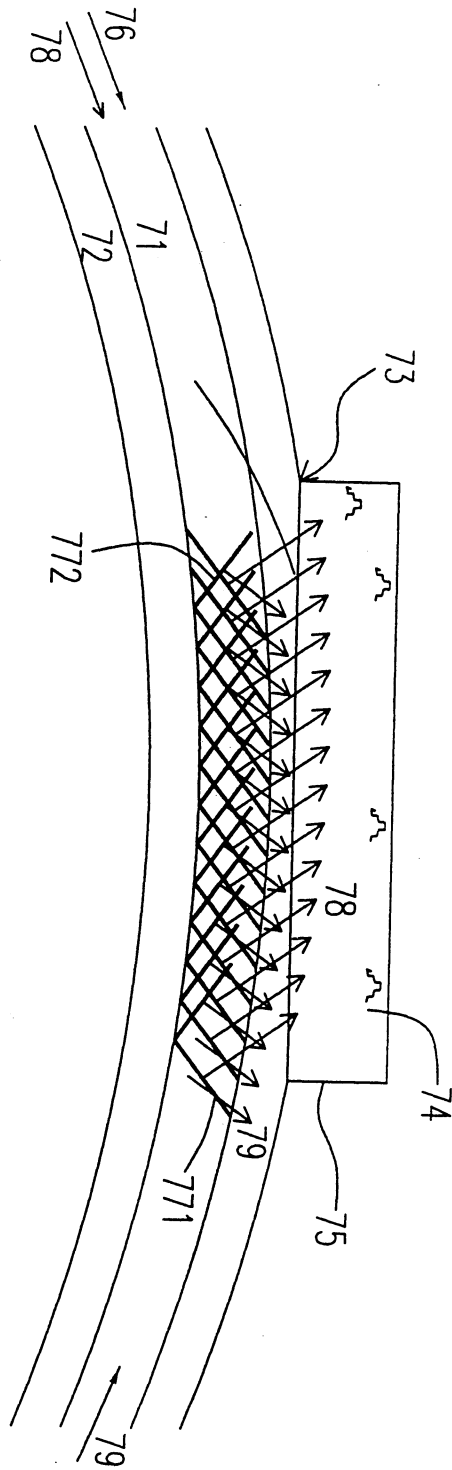
第五圖

圖式



第六圖

圖式



第七圖

圖式

第八圖

