

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3465048号
(P3465048)

(45)発行日 平成15年11月10日(2003. 11. 10)

(24)登録日 平成15年 8月29日(2003. 8. 29)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 S 3/10

H 0 1 S 3/10

Z

G 0 2 F 1/11

5 0 2

G 0 2 F 1/11

5 0 2

1/33

1/33

請求項の数6(全 4 頁)

(21)出願番号 特願2000-373679(P2000-373679)
(22)出願日 平成12年12月 8日(2000. 12. 8)
(65)公開番号 特開2002-176219(P2002-176219A)
(43)公開日 平成14年 6月21日(2002. 6. 21)
審査請求日 平成12年12月 8日(2000. 12. 8)

前置審査

(73)特許権者 593087983
神戸大学長
兵庫県神戸市灘区六甲台町1番1号
(72)発明者 福田 行男
京都府京都市左京区上高野野上町6-13
(74)代理人 100072051
弁理士 杉村 興作

審査官 杉山 輝和

(56)参考文献 特開 平2-130990 (J P, A)
特開 平9-181375 (J P, A)
特開 昭63-13386 (J P, A)
米国特許6038055 (U S, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

H01S 3/00 - 3/30

G02F 1/11, 1/33

(54)【発明の名称】 光増幅方法、光増幅装置、及び光増幅用光共振器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 光共振器内にレーザ光源より単一波長の連続光を導入する工程と、前記連続光を、前記光共振器内の両端側に設けられた2つの反射鏡間で反射させ、増幅された連続光を得る工程と、前記増幅された連続光を、前記光共振器内に設けられた音響光学素子に高周波電気信号をパルス的に加えることにより、前記光共振器外部へパルス光として取り出す工程と、前記音響光学素子の回折効率を変化させることにより、前記パルス光のパルス幅を変化させる工程と、を含むことを特徴とする、光増幅方法。
【請求項2】 前記2つの反射鏡の一方の側に設けられた電歪素子に所定の電圧を加えることにより、前記光共

振器の共振器長を調節する工程を含むことを特徴とする、請求項1に記載の光増幅方法。

【請求項3】 前記音響光学素子に印加する前記高周波電気信号の強度を時間的に変化させることにより、前記パルス光のパルス形状を変化させることを特徴とする、請求項1又は2に記載の光増幅方法。

【請求項4】 光共振器内にレーザ光源より単一波長の連続光を導入する工程と、前記連続光を、前記光共振器内の両端側に設けられた2つの反射鏡間で反射させ、増幅された連続光を得る工程と、前記増幅された連続光を、前記光共振器内に設けられた電気光学素子に直流電気信号をパルス的に加えることにより、前記増幅された連続光の偏光状態を変化させるとともに、前記光共振器内に設けられた偏光ビームスプリ

ッタを介して前記光共振器外部へパルス光として取り出す工程と、前記電気光学素子に加える直流電気信号を変化させることにより、前記パルス光のパルス幅を変化させる工程と、を含むことを特徴とする、光増幅方法。

【請求項5】 前記2つの反射鏡の一方の側に設けられた電歪素子に所定の電圧を加えることにより、前記光共振器の共振器長を調節する工程を含むことを特徴とする、請求項4に記載の光増幅方法。

【請求項6】 前記電気光学素子に印加する前記高周波電気信号の強度を時間的に変化させることにより、前記パルス光のパルス形状を変化させることを特徴とする、請求項4又は5に記載の光増幅方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光増幅方法に関する、詳しくは、各種レーザ装置及び各種光学機器などに好適に用いることのできる、光増幅方法に関する。

【0002】

【従来の技術】単一モード連続発振レーザを用いることにより、スペクトル線幅の極めて狭い単色連続光が得られるが、その強度は比較的小さいため、使用する目的に応じて前記単色連続光を増幅する必要が生じる。増幅に際しては、光増幅器が用いられる。

【0003】従来の光増幅器は、その内部に増幅媒質が挿入された構造を呈している。そして、この増幅媒質に外部からエネルギーを加えることにより励起し、この励起状態の増幅媒質に対して前記単色連続光を導入することによって増幅する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記増幅媒質は増幅可能な固有の波長帯域を有しているため、前記単色光の波長に依存して前記増幅媒質を代える必要が生じる。このため、前記単色光の波長によっては、適当な増幅媒質を準備することができない場合があった。

【0005】また、上記のように増幅媒質を用いた光増幅器においては、増幅光と同時に自発放射による不要な光が発生する場合があり、これを分離するために別の機器が必要となる場合がある。したがって、光増幅器全体の構造が極めて複雑になるという問題もあった。

【0006】本発明は、上記問題を生じることのない、新規な光増幅方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明は、光共振器内にレーザ光源より単一波長の連続光を導入する工程と、前記連続光を、前記光共振器内の両端側に設けられた2つの反射鏡間で反射させ、増幅された連続光を得る工程と、前記増幅された連続光を、前記光共振器内に設けられた音響光学素子に高周波電気信号をパルス的に加えることにより、前記光共振器外部へ

パルス光として取り出す工程と、前記音響光学素子の回折効率を変化させることにより、前記パルス光のパルス幅を変化させる工程と、を含むことを特徴とする、光増幅方法に関する。

【0008】

【0009】

【0010】本発明者らは、上述したような問題を生じることのない、新規な光増幅方法を見出すべく鋭意検討を行った。その結果、内部において音響光学素子と、その内部両端において反射鏡とを具える光共振器を用いて増幅を行うことにより、上記問題を有しない光増幅方法を提供できることを見出した。

【0011】すなわち、所定のレーザ光源からの連続光を前記光共振器内に導入し、前記光共振器内に設けられた前記反射鏡によって共振させ、増幅された連続光を得る。次いで、この増幅光を前記音響光学素子に入射させ、前記音響光学素子に対して所定の高周波電気信号を印加することにより、前記増幅された連続光をパルス化する。さらに、このパルス光を前記音響光学素子の音響光学効果によって斜め方向に回折させる。そして、この回折光を前記光共振器に設けられた窓や光ファイバなどを用いて外部に取り出すことにより、前記増幅された連続光をパルス光として得るものである。

【0012】前記連続光は、光共振器内を往復することによって共振され、増幅されるものであるため、前記音響光学素子の回折効率が100%である場合は、光共振器内を1往復する時間に相当する時間幅を有するパルス状となる。パルス幅は、光共振器の長さをL、光の速度をcとしたとき、 $2L/c$ (秒)で表される。但し、本発明においては、前記音響光学素子の回折効率を変化させることにより、前記連続光の前記共振器内を往復する回数を変化させ、時間幅を変化させて、前記パルス光のパルス幅を変化させるものである。

【0013】また、上述した音響光学素子の代わりに、電気光学素子と偏光ビームスプリッタとを用いることができる。この場合においては、前記電気光学素子に対して所定の直流電気信号がパルス的に印加され、電気光学素子において増幅光の偏光状態を変化させるとともに、パルス化する。そして、偏光状態の変化したパルス光を偏光ビームスプリッタによって斜め方向に回折し、外部に取り出す。この場合は、前記電気光学素子に加える直流電気信号を変化させることにより、前記パルス光のパルス幅を変化させる。

【0014】また、前記光共振器内の両端に設けられた反射鏡の一方の側において、電歪素子を設け、外部より所定の電圧が印加されるようにすると、その電歪効果によって前記電歪素子が膨張あるいは収縮するため、電歪素子が設けられた側の反射鏡の位置が変化する。

【0015】レーザ光の波長は時間的にわずかに変動し、共振器長も温度変化や振動のために常に変動する。

したがって、電歪素子により反射鏡の位置を自動的に制御できるようにすることができ、その結果共振状態を常に保持することができ、本発明の効果を常に享受することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の光増幅方法に用いる光増幅装置の一例を示す構成図である。図1に示す光増幅器は、レーザ光源10と光共振器20とを具えている。光共振器20内においては、その両端部において反射鏡21及び22が設けられているとともに、反射鏡21の前方において音響光学素子23が設けられている。また、反射鏡22の裏面には電歪素子24が設けられている。

【0017】音響光学素子23には音響光学素子制御器が接続され、所定の高周波電気信号が印加されるようになっている。また、電歪素子24には電歪素子制御器が接続され、所定の電圧が印加されるようになっている。

【0018】レーザ光源10から出力された連続光は、光共振器20内に導入されて、反射鏡21及び22間で共振、増幅される。反射鏡21及び22の反射率が、それぞれR及び1であるとすると、光共振器における増幅率は約 $1 / (1 - R)$ で表される。反射鏡21の反射率が99%であるとすると、増幅率は $1 / (1 - 0.99) = 100$ となる。したがって、この場合においては、光共振器20内において光強度が約100倍の大きさに増幅される。

【0019】また、反射鏡21の反射率を任意に変化させることにより、任意の増幅率を得ることができる。実際的には、反射鏡21を、反射率が99.99%の市販の反射鏡から構成することにより、約10000倍まで増幅することができる。

【0020】音響光学素子23に対して音響光学素子制御器30から所定の高周波電気信号を印加することにより、増幅された連続光はパルス化され、音響光学素子23を透過する際に斜め方向に回折される。したがって、回折方向に設けられた光学窓や光ファイバなどを通じて、前記増幅された連続光をパルス光として外部に取り出すことができる。

【0021】なお、反射鏡22の裏面に設けられた電歪素子24に対して、電歪素子制御器40から所定の電圧を印加することにより、電歪素子24において電歪効果を生ぜしめ、反射鏡22の位置を調節することができる。上述したように、レーザ光の波長は時間的にわずかに変動し、共振器長も温度変化や振動のために常に変動する。したがって、電歪素子20を設け、反射鏡22の位置を調節できるように設定することによって、共振状態を長時間に亘って保持することができ、長時間に亘る

安定的な増幅が可能となる。

【0022】また、上述したように、増幅光は、音響光学素子23の回折効率が100%の場合において、光共振器20内を往復する時間に相当するパルス幅のパルス光に変換されるが、音響光学素子23の回折効率を低下させることによって、前記パルス幅を変化させることもできる。例えば、回折効率を100%から10%に低下させると、共振器内の光の減衰時間が共振器内を10往復する時間になるので、時間幅が約10倍になり、約10倍のパルス幅の増幅光を得ることができる。

【0023】回折効率を低下させた場合においては、増幅光の形状は指数関数的に減衰したパルス形状となるが、音響光学素子23に印加する高周波電気信号の強度を時間的に変化させることによって、矩形パルスを含む多様なパルス形状の増幅光を得ることができる。

【0024】なお、上述したように、音響光学素子23の代わりに電気光学素子と偏光ビームスプリッタとを用いることもできる。

【0025】本発明における音響光学素子及び電歪素子は、汎用のもを用いることができる。また、レーザ光源についても特に限定されず、目的に応じて任意のもを用いることができる。また、音響光学素子制御器及び電歪素子制御器についても、高周波電源、直流電源、及びコントローラなどの他、任意の機器を有し、任意の構成を有することができる。

【0026】以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光増幅方法、光増幅装置、及び光増幅用光共振器によれば、増幅媒質が挿入された光増幅用光共振器を用いた従来の光増幅方法及び光増幅器と異なり、自発放射による不必要な光を生じることなく、広範囲な波長領域における増幅が可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光増幅器の一例を示す構成図である。

【符号の説明】

- 10 レーザ光源
- 20 光共振器
- 21、22 反射鏡
- 23 音響光学素子
- 24 電歪素子
- 30 音響光学素子制御器
- 40 電歪素子制御器

【図1】

