(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3550241号
(P3550241)
(45)発行日　平成16年8月4日(2004.8.4)　(24)登録日　平成16年4月30日(2004.4.30)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02F 1/37　G02F 1/37
G11B 7/125　G11B 7/125 A

請求項の数 1　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平8-2373
(22)出願日　平成8年1月10日(1996.1.10)
(65)公開番号　特開平9-189930
(43)公開日　平成9年7月22日(1997.7.22)
審査請求日　平成13年3月23日(2001.3.23)

(73)特許権者　000005016
パイオニア株式会社
東京都目黒区目黒１丁目４番１号
(74)代理人　100060690
弁理士　瀧野　秀雄
(74)代理人　100092233
弁理士　中内　康雄
(72)発明者　岡本　総太
埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号　パイオニア株式会社　総合研究所内
(72)発明者　伊藤　善尚
埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号　パイオニア株式会社　総合研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】波長変換装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基本波光源として動的縦単一モードレーザーを用い、該動的縦単一モードレーザーの発生する基本波レーザー光をＳＨＧ素子に入射することによりＳＨＧ素子から短波長のＳＨＧレーザー光を出力するようにした波長変換装置において、
前記動的縦単一モードレーザーに供給される駆動電流を、前記ＳＨＧレーザー光の出力の振幅の極大値と極小値のそれぞれを少なくとも１つ以上含む電流幅で高周波変調する駆動電流変調手段を設け、
前記高周波変調された駆動電流によって前記動的縦単一モードレーザーを駆動することを特徴とする波長変換装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、レーザー光の波長変換装置に係り、より詳しくは、動的縦単一モードレーザーとＳＨＧ（Ｓｅｃｏｎｄ　Ｈａｒｍｏｎｉｃ　Ｇｅｎｅｒａｔｉｏｎ：第２高調波発生）素子を用いてＳＨＧレーザー光を生成する波長変換装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
次世代光ディスクの１つとして、記録情報の高密度化を図ったＤＶＤ（ディジタル・ビデオ・ディスク）が提供されようとしている。このＤＶＤを初めとして、光ディスクの記録

情報の高密度化を図るには、光ピックアップに用いられるレーザー光を短波長化する必要がある。レーザー光の波長が短ければ短いほどビームのスポット径を絞ることができ、より高密度化することが可能となるからである。

【０００３】

このような目的のために、波長の短い青色／緑色小型半導体レーザーの研究・開発が行なわれているが、いまだ実験室段階のレベルであり、実用には至っていない。このため、波長の短い青色／緑色レーザー光を得るための１つの手法として、ＳＨＧレーザーが利用されている。このＳＨＧレーザーは、基本波のレーザー光を非線形光学素子たるＳＨＧ素子に通すことにより、基本波の１／２波長からなる短波長のレーザー光を得るようにしたものである。

【０００４】

ところで、前記ＳＨＧ素子の基本波許容幅は非常に狭く、例えば疑似位相整合（ＱＰＭ）方式のＳＨＧ素子においては、ＳＨＧの半値全幅で約０．２ｎｍ程度しかない。この厳しい動作条件を満足するために、基本波光源として波長変化の小さな動的縦単一モードレーザー、例えば、ＤＢＲ（分布ブラッグ反射型）レーザー素子やＤＦＢ（分布帰還型）レーザー素子などを用いた波長変換装置が用いられている。

【０００５】

図８に、このＤＢＲレーザー素子とＳＨＧ素子を用いた従来の波長変換装置の構成を示す。図において、１はレーザー駆動電源、２は基本波発生用のＤＢＲレーザー素子、３はＳＨＧレーザー光発生用のＳＨＧ素子、４は温度コントロール素子、５は温度コントローラーである。

【０００６】

レーザー駆動電源１からＤＢＲレーザー素子２に駆動電流を供給すると、ＤＢＲレーザー素子２から基本波となるレーザー光L_0が出力される。この基本波レーザー光L_0をＳＨＧ素子３に入射してやることにより、ＳＨＧ素子３からは、その非線形光学特性に基づいて、基本波の１／２波長からなるＳＨＧレーザー光L_1が出力される。なお、温度変化を防止するために、ＤＢＲレーザー素子２とＳＨＧ素子３は、温度コントロール素子４と温度コントローラー５によって温度コントロールされている。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の波長変換装置においても次のような問題があった。

すなわち、ＤＢＲレーザー素子２から出力される基本波レーザー光L_0の波長は完全な一定値ではなく、図９に示すように、駆動電流の変化に対して０．１ｎｍ程度の幅で周期的に変動する。そして、この周期的な波長変動のために、例えば、ＤＢＲレーザー光の波長が極大値λ_1のときにＳＨＧ出力パワーが最大となるように温度コントロール素子４と温度コントローラー５により波長変換装置を温度制御すると、ＳＨＧ素子３から出力されるＳＨＧレーザー光L_1の出力パワーは、図１０に示すように、駆動電流の変化に対して振動し、鋸歯状に周期的に変化しながら増加していく非単調増加特性を示す。

【０００８】

ところで、この種のレーザー光源を光ディスクの光ピックアップなどに用いる場合、レーザー光の出力パワーが一定となるようにＡＰＣ（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｐｏｗｅｒ　Ｃｏｎｔｒｏｌ）をかける必要がある。レーザー光源が図１０のようなＳＨ光パワー特性を有する場合、出力パワーが垂直方向に急峻に変化する位置でＡＰＣがかると、駆動電流の僅かな変化によっても出力パワーが急激に変わり、ＡＰＣ動作が不安定になってしまう。このような現象が発生すると、例えば光ディスクの場合には、フォーカスサーボやトラッキングサーボが不調となり、再生不能となるなどの問題を生じる。

【０００９】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、ＳＨＧ素子から出力されるＳＨＧレーザー光の出力パワーの安定化を図った波長変換装置を提供することを目的とするものである。

【００１０】
【課題を解決するための手段】
前記課題を解決するために、本発明では次のような手段を採用した。
すなわち、請求項１記載の発明は、基本波光源として動的縦単一モードレーザーを用い、該動的縦単一モードレーザーの発生する基本波レーザー光をＳＨＧ素子に入射することによりＳＨＧ素子から短波長のＳＨＧレーザー光を出力するようにした波長変換装置において、前記動的縦単一モードレーザーに供給される駆動電流を、前記ＳＨＧレーザー光の出力の振動の極大値と極小値のそれぞれを少なくとも１つ以上含む電流幅で高周波変調する駆動電流変調手段を設け、前記高周波変調された駆動電流によって前記動的縦単一モードレーザーを駆動することを特徴とするものである。

【００１１】
このような構成とした場合、ＳＨＧ素子から出力されるＳＨＧレーザー光の出力パワーを極大値と極小値に対応する発振出力の平均値として検出すると、波長変換装置のＳＨ光パワー特性を単調増加曲線とすることができる。このため、駆動電流が設定位置から上下に若干変動しても、ＳＨＧ素子から出力されるＳＨＧレーザー光の出力パワーが急激に変動することを防止でき、出力パワーの安定化を図ることができる。

【００１６】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。
図１および図２に、本発明に係る波長変換装置の第１の例を示す。
図１は波長変換装置の構成を示す図、図２はその出力パワー特性図である。
図１において、１はレーザー駆動電源、２は基本波発生用のＤＢＲレーザー素子、３はＳＨＧレーザー光発生用のＳＨＧ素子、４は温度コントロール素子、５は温度コントローラー、６は駆動電流変調器である。なお、図８の従来装置と同一または相当部分には同一の符号を付して示した。

【００１７】
この第１の例は、図２に示すように、ＤＢＲレーザー素子２に供給する駆動電流Ｉを、その電流値を中心にして、ＳＨＧレーザー光の発振出力の振動の極大値と極小値のそれぞれを少なくとも１つ以上含む電流幅で高周波変調し、この高周波変調された駆動電流ｉによってＤＢＲレーザー素子２を駆動するようにしたものである。

【００１８】
前記駆動電流変調器６は、上記した駆動電流Ｉの変調動作を行なうもので、高周波変調した駆動電流ｉをＤＢＲレーザー素子２に供給し、ＤＢＲレーザー素子２を駆動するものである。このように、駆動電流Ｉを所定の電流幅で高周波変調した駆動電流ｉを用いてＤＢＲレーザー素子２を駆動し、ＳＨＧ素子３から出力されるＳＨＧレーザー光の出力パワーをその周期的な変動の平均値として検出すると、図２中に実線で示すように、極大、極小のない平滑化された単調増加曲線となる。

【００１９】
したがって、駆動電流がどの位置に設定されても、ＳＨＧ素子３から出力されるＳＨＧレーザー光L_1の平均値として検出される出力パワーは単調増加によって滑らかに増減する。この結果、駆動電流値が設定値を中心に上下に若干変動しても、ＳＨＧレーザー光L_1の平均値として検出される出力パワーが急激に変動するというようなことがなくなり、みかけ上出力パワーの安定化を図ることができる。

【００２０】
ＳＨＧレーザー光L_1を平均値として検出するためには、例えば、ＤＢＲレーザー駆動電流の変調により生じるＳＨＧレーザー光の出力パワーの周期的な変動の周波数成分が、レーザー光検出器で検出できない程度の高い周波数となるように、ＤＢＲレーザーの駆動電流を変調周波数を高くすればよい。また、レーザー光検出器で検出したＳＨＧレーザー光の出力パワーの周期的な変動の周波数成分をカットするような、周波数フィルターを用いてもよい。

【００２１】
なお、駆動電流変調するための高周波信号の周波数は、使用目的とする情報信号に悪影響を与えない程度の高い周波数を用いるものとする。例えば、光ディスクを例にとると、記録情報の信号周波数帯域は数十ＭＨｚ程度であるため、この周波数よりも充分に高い周波数、例えば１００ＭＨｚ程度の高周波を用いて変調してやればよい。
【００２２】
図３～図５に、本発明に係る波長変換装置の第２の例を示す。
図３は第２の例に係る波長変換装置の構成を示す図、図４は第２の例で用いられるＳＨＧ素子の構造例を示す拡大斜視図、図５はＳＨ光出力パワー特性図である。
【００２３】
この第２の例は、回路構成自体は従来装置（図８）と同じであるが、用いるＳＨＧ素子３Ａに特別な特性を与えたものである。すなわち、図４にその構成を示すように、例えばＱＰＭ（擬似位相整合）方式のＳＨＧ素子を用い、その基板７上に、図９中の極大波長λ_1で位相整合する分極反転ピッチＰ１からなる第１の分極反転層８と、図９中の極小波長λ_2で位相整合する分極反転ピッチＰ２からなる第２の分極反転層９とを形成したものである。
【００２４】
このように、分極反転ピッチＰ１からなる第１の分極反転層８と、分極反転ピッチＰ２からなる第２の分極反転層９を直列に形成してやると、ＳＨＧ素子３から出力されるＳＨＧレーザー光L_1の出力パワーは、図５に示すように、分極反転ピッチＰ１により生成されるＳＨＧ波と、分極反転ピッチＰ２により生成されるＳＨＧ波を合成したものとなる。このとき、分極反転ピッチＰ１により生成されるＳＨＧ波と、分極反転ピッチＰ２により生成されるＳＨＧ波は、お互いの極大と極小位置が１８０度ずれた反転波形となるので、これらを合成した合成ＳＨＧ波L_1は、図５中に示すように、凹凸のない単調増加曲線となる。
【００２５】
したがって、駆動電流値が設定値を中心に上下に若干変動しても、ＳＨＧレーザー光L_1の出力パワーが急激に変動するというようなことがなくなり、出力パワーの安定化を図ることができる。
【００２６】
なお、図４において、第１の分極反転層８と、第２の分極反転層９の位置を前後逆に入れ換えてもよい。また、第１の分極反転層８と第２の分極反転層９は、基板７上に一体不可分に形成する必要はなく、それぞれの分極反転層を備えたＳＨＧ素子を別々に作り、これらを光学的に結合しても同様な効果が得られる。
【００２７】
図６および図７に、本発明に係る波長変換装置の第３の例を示す。
図６は第３の例で用いられるＳＨＧ素子の構成例を示す拡大斜視図、図７はそのＳＨ光出力パワー特性図である。なお、回路構成自体は従来装置（図８）と同じであるので、図示は省略した。
【００２８】
この第３の例も、用いるＳＨＧ素子３Ｂに特別な特性を与えたものである。すなわち、図６にその構造を示すように、ＱＰＭ（疑似位相整合）方式のＳＨＧ素子を用い、その基板７上に、図９中の極小波長λ_2から極大波長λ_1まで連続的に位相整合するように変調した分極反転ピッチからなる分極反転層１０を形成したものである。
【００２９】
このように、極小波長から極大波長まで連続的に位相整合するように変調した分極反転ピッチからなる分極反転層１０を形成すると、ＳＨＧ素子から出力されるＳＨＧレーザー光L_1は、波長変動による出力パワー変動がなくなり、図７に示すように、単調増加曲線となる。
【００３０】

したがって、駆動電流値が設定値を中心に上下に若干変動しても、ＳＨＧレーザー光L_1の出力パワーが急激に変動することがなくなり、出力パワーの安定化を図ることができる。

【００３１】

なお、ＤＢＲレーザー光の波長が極小値λ_2（図９）のときにＳＨＧ出力パワーが最大になるように温度制御した場合には、ＳＨ光パワー特性曲線は図１１のようになるが、この場合もまったく同様に実施することができる。

【００３２】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項１記載の発明によるときは、基本波光源として動的縦単一モードレーザーを用い、該動的縦単一モードレーザーの発生する基本波レーザー光をＳＨＧ素子に入射することによりＳＨＧ素子から短波長のＳＨＧレーザー光を出力するようにした波長変換装置において、前記動的縦単一モードレーザーに供給される駆動電流を、前記ＳＨＧレーザー光の出力の振動の極大値と極小値のそれぞれを少なくとも１つ以上含む電流幅で高周波変調する駆動電流変調手段を設け、前記高周波変調された駆動電流によって前記動的縦単一モードレーザーを駆動するようにしたので、波長変換装置のＳＨ光パワー特性を単調増加曲線とすることができる。このため、駆動電流が設定位置から上下に若干変動しても、ＳＨＧ素子から出力されるＳＨＧレーザー光の出力パワーが急激に変動することがなくなり、出力パワーの安定化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る波長変換装置の第１の例を示す図である。

【図２】第１の例のＳＨ光パワー特性図である。

【図３】本発明に係る波長変換装置の第２の例を示す図である。

【図４】第２の例で用いられるＳＨＧ素子の構造例を示す拡大斜視図である。

【図５】第２の例のＳＨ光パワー特性図である。

【図６】第３の例で用いられるＳＨＧ素子の構造例を示す拡大斜視図である。

【図７】第２の例のＳＨ光パワー特性図である。

【図８】従来の波長変換装置の構成を示す図である。

【図９】ＤＢＲレーザー素子の波長特性図である。

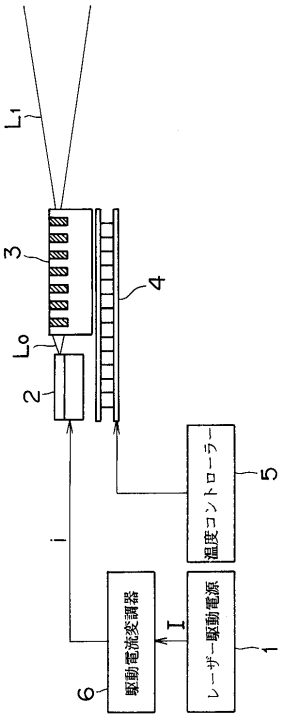
【図１０】波長が極大値のときにＳＨＧ出力パワーが最大となるように温度コントロールしたときのＤＢＲレーザー素子のＳＨ光パワー特性図である。

【図１１】波長が極小値のときにＳＨＧ出力パワーが最大となるように温度コントロールしたときのＤＢＲレーザー素子のＳＨ光パワー特性図である。

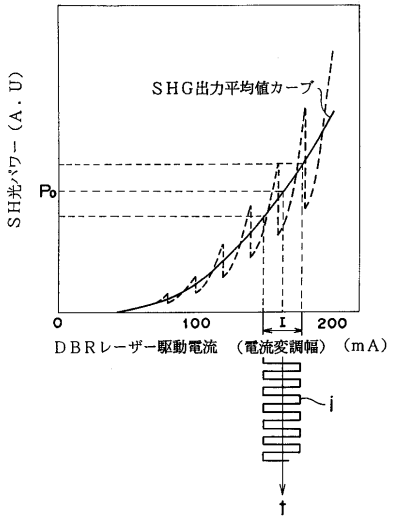
【符号の説明】

１　レーザー駆動電源
２　ＤＢＲレーザー素子
３　ＳＨＧ素子
３Ａ　ＳＨＧ素子
３Ｂ　ＳＨＧ素子
４　温度コントロール素子
５　温度コントローラー
６　駆動電流変調器
７　ＳＨＧ素子の基板
８　第１の分極反転層
９　第２の分極反転層
１０　変調された分極反転ピッチからなる分極反転層
L_0　基本波レーザー光
L_1　ＳＨＧレーザー光
λ_1　ＤＢＲレーザー素子の発振波長の極大値
λ_2　ＤＢＲレーザー素子の発振波長の極小値

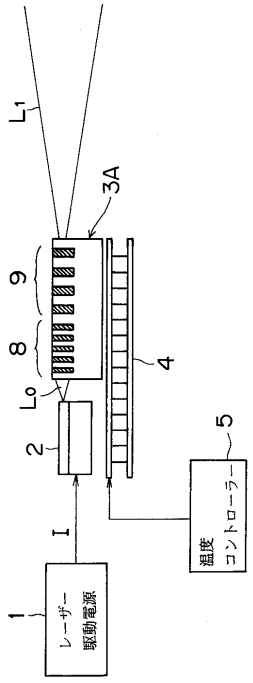
【図１】


L1
3
4
Lo
2
温度コントローラー
5
i
I
駆動電流変調器
レーザー駆動電源
6
1

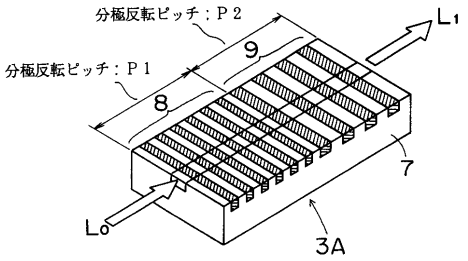
【図２】


SHG出力平均値カーブ
SH光パワー（A.U）
Po
0
100
I
200
DBRレーザー駆動電流 （電流変調幅）（mA）
i
t

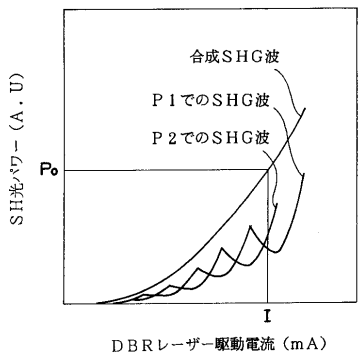
【図３】


L1
3A
9
8
4
Lo
2
5
温度
コントローラー
I
1
レーザー
駆動電源

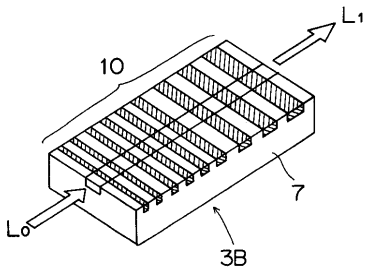
【図４】


分極反転ピッチ：P2
分極反転ピッチ：P1
9
8
L1
7
Lo
3A

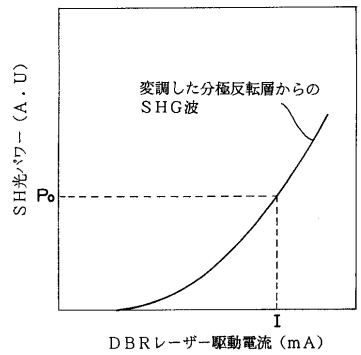
【図５】


合成SHG波
P1でのSHG波
P2でのSHG波
SH光パワー（A.U）
Po
I
DBRレーザー駆動電流（mA）

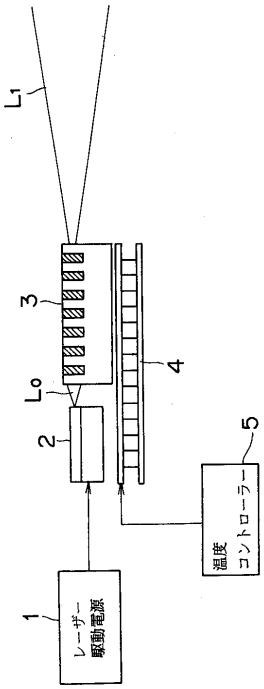
【図６】



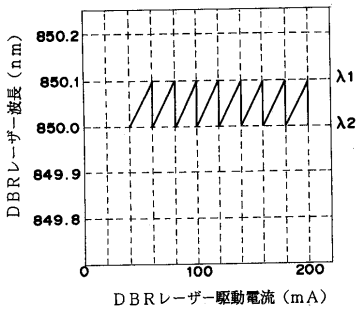
【図７】



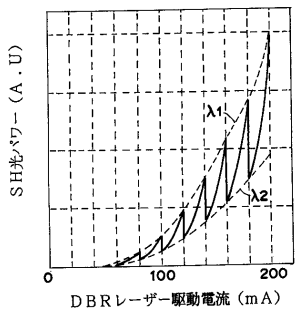
【図８】



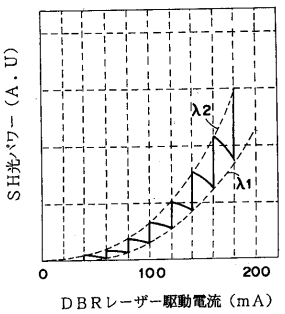
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　小野　善弘
埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号　パイオニア株式会社　総合研究所内
(72)発明者　渡辺　輝一
埼玉県鶴ヶ島市富士見６丁目１番１号　パイオニア株式会社　総合研究所内

審査官　田部　元史

(56)参考文献　特開平０５－２７３６２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G02F　1/35-1/39