OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	半導体レーザの擬似位相整合第2高調波発生による青色光源安定化に関する研究
Author(s)	北岡, 康夫
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42927
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 64 】

氏名	北岡康夫（きたおかやすお）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 14928 号
学位授与年月日	平成11年9月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**半導体レーザの擬似位相整合第2高調波発生による青色光源安定化に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 佐々木孝友 （副査） 教授 松浦 虔士　教授 熊谷 貞俊　教授 辻 毅一郎 教授 伊藤 利道　教授 平尾 孝　教授 山中 龍彦 教授 中塚 正大

論文内容の要旨

本論文は、光ディスクの高密度化に必要不可欠である青色コヒーレント光源を実現することを目的として、半導体レーザと擬似位相整合第2高調波発生（QPM-SHG）デバイスから構成されるSHG青色光源の安定化に関する一連の研究成果をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章では、SHG青色光源の安定化に対する課題を議論し、本論文の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、基本波である半導体レーザの波長安定化について提案し、光フィードバックによる半導体レーザの波長安定化がSHG青色光源の安定化に対して有効であることを確認している。また、光フィードバックを有する半導体レーザのノイズ特性について理論的解析を行い、光フィードバック条件の最適化により低ノイズ化が実現されることを示している。さらに、光フィードバック機能が半導体レーザに集積化された波長可変分布ブラッグ反射型（DBR）半導体レーザがSHG青色光源に最適であることを明らかにしている。

第3章では、QPM-SHGデバイスの基板である非線形光学結晶の耐光損傷性について評価を行い、5 mol%以上Mgがドープされた$LiNbO_3$結晶がQPM-SHGデバイスの基板として最適であることを明らかにしている。また、周期的分極反転が、耐光損傷性向上に大きく寄与していることを示している。

第4章では、半導体レーザと光導波路デバイスの光結合特性について検討を行い、特に光結合特性の安定化およびモジュールの小型化を目的として、直接結合型モジュールを提案し、直接結合型プレーナモジュールが青色光源の安定化および小型化に有効であることを明らかにしている。

第5章では、第2～4章で示された結果を基に、波長可変DBR半導体レーザと$MgO:LiNbO_3$基板上の光導波路型QPM-SHGデバイスとを用いたSHG青色光源の試作を行い、青色光の諸特性が光ディスクの仕様を十分に満足することを明らかにしている。

第6章では、SHG青色光源の光ディスクへの応用を目的として、SHG青色光ピックアップを試作し、高密度光ディスクの再生特性および、相変化光ディスクへの記録再生特性を検討し、SHG青色光ピックアップが光ディスクの高密度化に有効であることを明らかにしている。

第7章では、第2章から第6章までの研究成果を総括し、本研究で得られた結論と将来展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

光ディスクの高密度化技術として光源の短波長化は大いに期待されており、特に波長420 nm近傍のコンパクトな青色コヒーレント光源の開発が注目される。半導体レーザと波長変換デバイスから構成される青色光源は、長寿命化、縦モード・横モード安定性、直接変調などが期待でき、有望な光源である。中でも、強誘電体基板上に周期的分極反転を形成した光導波路型擬似位相整合方式（QPM）-第2高調波発生（SHG）デバイスは、デバイス設計により任意の波長に対する位相整合を満足でき、また長い相互作用長が可能であり、高効率波長変換が実現される利点を有している。光導波路型QPM-SHGデバイスの開発は、分極反転方法、材料探索、特性評価などが世界中で進められている。しかしながら、光導波路型QPM-SHGデバイスは、位相整合波長に対する波長許容幅が0.1 nm程度と狭く、半導体レーザを用いて安定に波長変換することは困難であり、そのため、Ti：Al_2O_3等の波長可変固体レーザを基本波とした第2高調波発生の報告にとどまっている。また、これらの強誘電体結晶は短波長光の照射により光損傷（光誘起屈折率変化）を生じるが、第2高調波発生において青色光出力に与える影響については報告されていない。

本論文は、高密度光ディスクに応用可能な青色光源の実現を目的として、半導体レーザと光導波路型QPM-SHGデバイスから構成される青色光源の安定化に関して半導体レーザの波長安定化技術、耐光損傷性評価、光結合特性など広範囲にわたって検討した結果についてまとめている。新しい知見を以下に要約する。

(1)光フィードバックによる半導体レーザの波長安定化がSHG青色光源の出力安定化に有効であることを明らかにし、特に波長可変DBR半導体レーザはモジュールの安定化および小型化に適している。

(2) 5 mol%以上のMgがドープされた$LiNbO_3$結晶は、耐光損傷性の効果が大きく、青色光発生を目的とした光導波路型QPM-SHGデバイスの基板として最適である。また、周期的分極反転は、耐光損傷性向上に大きく寄与していることを明らかにしている。

(3)直接結合型モジュールに対してxカット基板上の光導波路型QPM-SHGデバイスは最適であり、レンズ結合型モジュールと同等の光結合特性が得られる。直接結合型プレーナモジュールは、環境温度変化に対して安定な光結合特性が得られ、モジュールの小型化および安定化が実現できることを明らかにしている。

(4)波長可変DBR半導体レーザとMgO：$LiNbO_3$基板上の光導波路型QPM-SHGデバイスから構成されるSHG青色光源により、出力安定性、ノイズ特性、横モード特性、立ち上がり特性、変調特性、大きさなどにおいて、光ディスクの仕様を十分に満足できる光源の開発に成功している。

(5) SHG青色光ピックアップを用いて、高密度光ディスクの再生および相変化光ディスクへの記録・再生を行い、良好な特性が得られ、SHG青色光源は高密度光ディスクシステムに適した青色コヒーレント光源であることを示している。

以上のように、本論文は半導体レーザの波長安定化技術、耐光損傷性評価、光結合特性などの検討を行い、波長可変DBR半導体レーザとMgO：$LiNbO_3$基板上の光導波路型QPM-SHGデバイスから構成されるSHG青色光源により、光ディスクの仕様を満足する安定な青色コヒーレント光源の開発に成功し、SHG青色光源が高密度光ディスクシステム用光源として有望であることを見いだしている。さらに、QPM-SHGデバイスは、分極反転の周期を変えることにより、任意の波長に対する位相整合を満足できるため、広い波長可変範囲における波長変換デバイスを提供できる。今後、緑色・青色などの可視光領域の光源、紫外領域の光源、赤外領域などのSHG光源の開発が期待でき、レーザプリンタ、ディスプレイや医用・バイオなど、幅広い分野への展開が期待されるので、産業の発展に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文としての価値あるものと認める。