

紫外レーザ用平面導波路型 MgO:PPLST 波長変換素子の広帯域化

Design of a Planer Waveguide MgO:PPLST Frequency Converter for UV Laser

三菱電機 (株) ○酒井 浩平, 正田 史生, 深堀 秀則, 柳澤 隆行

Mitsubishi Electric Corporation ○Kohei Sakai, Fumio Shohda, Hidenori Fukahori, Takayuki Yanagisawa

E-mail: Sakai.Kohei@db.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】紫外レーザは、医療や微細加工、分光計測など様々な分野で応用が期待されている。紫外レーザの発生には、基本波レーザ発振器と多段の波長変換が必要であるため、装置が大型になる。そこで我々は、高いパワー密度が得られ共振器内部波長変換に適した、小型平面導波路型紫外レーザの開発を行っている。本レーザでは、励起光とレーザ発振光のモードオーバーラップを高くするために、マルチモード導波路を用いる。マルチモード導波路では、導波モードごとに実効的な屈折率が変化するため、モード分散で発生する位相不整合により、高効率な波長変換が困難であった。この課題を解決するため、導波モードにより異なる位相整合条件を包含した MgO:PPLN の広帯域化反転周期設計により、共振器内部波長変換緑色レーザの高効率動作を実証した[1]。一方、第3高調波発生では、第2高調波 (SHG) と第3高調波 (THG) に対して広帯域化をはかると共に、基本波と第2高調波を第3高調波発生に適した比率となるように設計する必要がある。本開発では、広帯域化反転周期設計を第3高調波発生用波長変換素子に適用し、紫外光の高効率発生に適した導波路型 MgO:PPLST の設計を行なったので報告する。

【設計条件】導波路の構造より、本導波路では、最大5次までの導波モードが発生すると想定して帯域幅を設計した。また、受動 Q-SW によるパルス動作時に対して、THG 変換効率が最大となる様に設計を行なった。SHG および THG に対し、それぞれの波長の導波モードで発生する位相不整合を包含するように温度範囲を広帯域化すると共に、SHG と THG の素子長により変換比率の調整を行なった。また、THG については2次の分極反転条件を使用し、さらに、個別のアライメント調整を不要とするため、一つの素子の中に SHG と THG を配置した一体化構造とした。

【設計結果】Fig. 1 に設計した波長変換効率と温度帯域の関係を示す。0~5 次の導波モードは、SHG への波長変換時には 10 °C、THG では 2 °C の位相不整合に相当する。そのため、各温度範囲を包含するように、分極反転の変調幅と素子長を決定した。Fig. 2 に、MgO:PPLST 素子の構成を示す。素子長 1.0 mm の SHG 用 (Duty50%)、および 2.5 mm の THG 用 (Duty75%) 周期的分極反転構造で構成される。Fig. 2 の構成において、内部波長変換のレート方程式による受動 Q スイッチ動作特性を計算した結果、10 W 励起において、平均出力 1.1 W、繰返し周波数：108 kHz、パルス幅：0.4 ns、パルスエネルギー：9.8 μJ の紫外出力が得られる見込みを得た。なお、MgO:PPLST 素子の設計、製造にあたりご協力いただいた株式会社 島津製作所様に感謝申し上げます。

PPLN:Periodically Poled Lithium Niobate, SHG:Second Harmonic Generation, THG:Third Harmonic Generation
PPLST:Periodically Poled Stoichiometric Lithium Tantalate

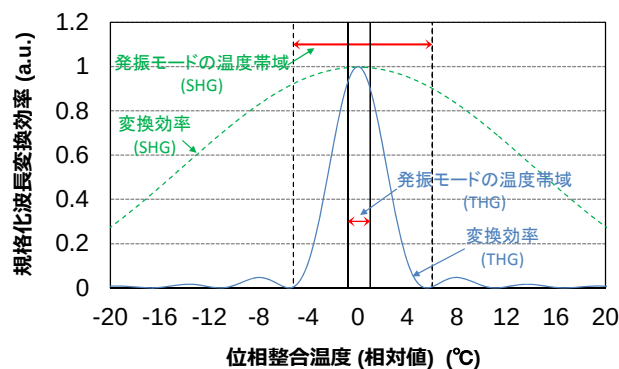


Fig. 1 Calculated Results of Conversion Efficiency of the monolithic MgO:PPLST

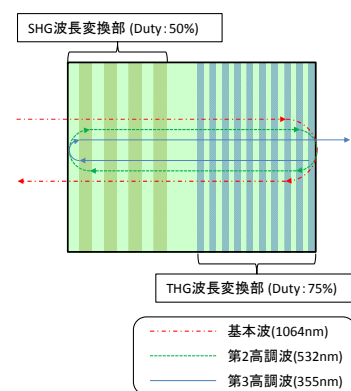


Fig. 2 Configuration of the monolithic MgO:PPLST

[1] 正田他, 2015 年春季第 62 回応用物理学会学術講演会, 12p-D2-6 (2015).