

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 野邑 寿仁亜

学位の種類 博士(理学)

学位記番号 理工博甲第127号

学位授与年月日 令和6年3月25日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 高性能な小型光周波数標準に関する研究

| | | | | |
|--------|----|--------|-----|-------|
| 論文審査委員 | 主査 | 横浜国立大学 | 教授 | 洪 鋒雷 |
| | | 横浜国立大学 | 准教授 | 赤松 大輔 |
| | | 横浜国立大学 | 教授 | 武田 淳 |
| | | 横浜国立大学 | 教授 | 片山 郁文 |
| | | 横浜国立大学 | 准教授 | 堀切 智之 |

論文及び審査結果の要旨

令和6年1月24日(水)午後3時より学位論文発表会を総合研究棟W202大会議室にて開催した。また、午後5時15分より審査委員全員出席の下同会議室にて審査委員会を開催した。論文の内容は以下の通りである。小型な光周波数標準は学術分野のみならず、産業分野においても有用な装置である。一方でその装置のサイズや取り扱いの容易さを律速するのは光源や真空装置であることが多い。光源については近年の微細加工技術の発展に伴い、固体レーザーよりも周波数雑音特性や出力パワーが劣るものの、小型かつ安価な半導体レーザーが入手可能になってきた。本研究では、小型な半導体レーザーを用いた高性能な光周波数標準の実現に向けて、分布帰還型半導体レーザーを含む超小型半導体レーザーモジュールのヨウ素分子の吸収線への周波数安定化を行う。また、イッテルビウム原子の吸収線によって安定化された外部共振器型半導体レーザーを光源とした小型かつ簡便な空冷式レーザー冷却装置を開発する。本学位論文では、まず自作のマイケルソンファイバー干渉計を用いて分布帰還型半導体レーザーの線幅をヨウ素分子吸収線の自然幅以下に狭窄化し、さら

にドップラーフリーのヨウ素分光信号を基準としてファイバー干渉計の光路長差を制御することで、超小型レーザーモジュールのハイブリッド周波数安定化を実現し、その周波数安定度を評価した。また、外部共振器型半導体紫外レーザーを光源としたイッテルビウム原子のドップラーフリー分光ならびに周波数安定化を実施した。原子線源としてディスペンサーを使用し、それと空冷式の真空装置を組み合わせることで、小型かつ簡便なイッテルビウム原子の磁気光学トラップを実現し、トラップされた原子数を見積もった。さらに、原子ビームから磁気光学トラップに捕捉された冷却原子数の割合を示す収率を算出することで装置全体の性能を評価した。これらの研究は周波数安定化レーザーや周波数標準の小型化および高性能化に有用であることが評価できる。予備審査で審査委員より指摘された研究内容の関連性や統合的な将来研究像に関する説明が不十分という点に関しても、本審査で提出された論文でしっかり補強されており、学位論文発表会でも説明している。その結果、博士学位論文として十分な内容を有しており合格と判定した。学位論文の審査における質疑応答の受け答えも良好で、博士論文に関連する分野の科目について博士（理学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。