



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | リング共振形光ファイバジャイロの小型・高感度化に関する研究                                                                                                                                                                                                                                        |
| Author(s)    | 高橋, 正信                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Citation     | 大阪大学, 1992, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/38264">https://hdl.handle.net/11094/38264</a>                                                                                                                                                                                  |
| 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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名 <sup>たか</sup>高 <sup>はし</sup>橋 <sup>まさ</sup>正 <sup>のぶ</sup>信

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 4 1 2 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 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 リング共振形光ファイバジャイロの小型・高感度化に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 西 原 浩

教 授 裏 克己 教 授 一岡 芳樹

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は7章から構成される。以下、各章ごとにその概要を述べる。

第1章では、まずジャイロ研究の歴史と問題点について概説した。次に、著者が研究を行なったリング共振形光ファイバジャイロと、他のジャイロとの比較を行い、本研究の課題及び目的について述べた。

第2章では、回転角速度検出原理と検出限界について述べた。まず、サニャック効果及びこの効果により生じた位相差を検出するための光ファイバリング共振器の構成法と特性について述べた。次に、回転角速度検出原理について述べた後、光検出器のショットノイズで制限される回転検出限界を理論的に明らかにした。

第2章では、高感度化を妨げる要因の1つとして、反射光の影響について検討した。まず、反射光の影響によりリング共振器の共振曲線が非対称に変形し、回転検出信号出力にドリフトが生じることを理論的・実験的に示した。そして、出力ドリフトを低減する方策について述べた。

第4章では、高感度化を妨げるもう1つの要因として、リング共振器のカプラで生じる偏波結合の影響について検討した。まず、光ファイバカプラにおいて生じる偏波結合がリング共振器の共振特性へ与える影響を理論的・実験的に明らかにした。次に偏波結合がある時に出力ドリフトを生じる要因、及び出力ドリフトの大きさを定量的に明らかにした。そして、出力ドリフト低減策について述べた。

第5章では、リング共振形光ファイバジャイロの光源として、外部共振器形半導体レーザの使用を検討した。まず、光源に要求される性能を明らかにした。次に、外部共振器形半導体レーザの構成法について述べた後、スペクトル線幅、発振周波数可変幅に理論的・実験的検討を加えた。そして、使用した半導体レーザを光源として用いるための外部共振器長の条件を明らかにした。

第6章では、リング共振形光ファイバジャイロ (FOPRG) を試作し、出力の零点ドリフトを測定した結果について述べた。まず、試作した FOPRG の構成、及び高感度化のためにとった具体的方策について述べた。次に零点ドリフトの測定結果について述べた。そして、光学系全体を小型化し、動作実験を行なった結果について述べた。

第7章では、結論として本研究で得られた結果と課題を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、リング共振形光ファイバジャイロの小型・高感度化実現のために必要な理論的・実験的研究に関する結果をまとめたものであり、その成果を要約すると次の通りである。

- (1) 光検出器のショットノイズで制限される回転角速度検出の理論的限界を明らかにし、諸パラメータの典型的な値の場合に、その限界値は  $1 \times 10^{-7} \text{ rad/sec}$  ( $0.02 \text{ deg/h}$ ) 程度となることを示している。
- (2) 回転角速度検出感度を制限する要因の一つとして、光路中で生じる反射光の影響について検討し、 $5 \times 10^{-6}$  程度のわずかな反射光によっても回転検出信号に  $0.2 \text{ rad/sec}$  程度の大きな誤差が生じることをはじめて理論的に明らかにするとともに、それを低減する方法を提案している。
- (3) 回転角速度検出感度を制限するもう一つの要因として、リング共振器のカプラで生じる偏波結合の影響について検討し、1%程度のわずかな偏波結合によっても回転検出信号に  $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{ rad/sec}$  程度の誤差が生じることをはじめて理論的に明らかにするとともに、それを低減する方法を提案している。
- (4) 小型かつ高コヒーレンスな光源として、外部共振器形半導体レーザ (GaAs系TJSレーザ) を使用することを提案し、スペクトル線幅の条件から外部共振器長を1.5cm以上、また発振周波数可変幅の条件から外部共振器長を9cm以下とすれば、光源として適用できることを明らかにしている。
- (5) 外部共振器形半導体レーザを用いることにより、また、反射光および偏波結合による主要雑音を著者の提案した方法によって低減することにより、リング共振形光ファイバジャイロを試作し、光学系全体が直径9cm×高さ5cmの容積に入るほどの小型化をはじめて達成するとともに、時定数10秒で回転検出感度  $2 \times 10^{-5} \text{ rad/sec}$  ( $4 \text{ deg/h}$ ) の高感度化に成功している。

これらのいくつかの提案により、本ジャイロの小型化・高感度化が達成され、本ジャイロのカーナビゲーションをはじめとする種々の応用分野への適用の道が開かれたものと思われる。

以上のように本論文は、小型・高感度リング共振形光ファイバジャイロの設計・試作に関して多くの重要な知見と種々の新しい提案を含んでおり、光電子工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。