

| | |
|--------------|---|
| Title | 光ヘテロダイン干渉法による外乱除去型光ファイバセンサの研究 |
| Author(s) | 阪部, 俊也 |
| Citation | 大阪大学, 1990, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/36799 |
| 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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | | | | |
|---------|-------------------------------|--------|---------|-------------------|
| 氏名・(本籍) | か 阪 | べ 部 | とし 俊 | や 也 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 | 士 |
| 学位記番号 | 第 | 8936 | 号 | |
| 学位授与の日付 | 平成2年1月11日 | | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第2項該当 | | | |
| 学位論文題目 | 光ヘテロダイン干渉法による外乱除去型光ファイバセンサの研究 | | | |
| 論文審査委員 | (主査) | | | |
| | 教授 | 山田 | 朝治 | |
| | (副査) | | | |
| | 教授 | 井川 | 直哉 | 教授 梅野 正隆 教授 片岡 俊彦 |

論文内容の要旨

本論文は、光ヘテロダイン干渉法を光ファイバセンサに適用し、光ファイバ光路で受ける外乱の影響が除去でき、しかも高感度なセンサとなる光学系について研究した成果をまとめたもので、次の8章からなっている。

第1章では、光ファイバセンサの従来の研究を概観し、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、光ヘテロダイン干渉法を光ファイバセンサに適用する場合の利点と問題点を整理し光ファイバ光路での外乱の影響は、光ファイバ干渉計を構成する光学系の工夫により、除くことができることを明らかにしている。

第3章では、光ファイバ機能型圧力センサとして、測定用、参照用光ファイバをそれぞれ弾性定数の差が大きい二つの円筒に巻いたセンサを試作している。このセンサは、外乱を補償するとともに、従来のセンサに比べて感度も100倍程度向上していることを示している。

第4章では、横ゼーマンレーザの直交二周波光と偏波面保存光ファイバを用い、ループ型の光学系とすることにより、外乱除去型の温度センサを構成している。また、温度に対する位相変化の非線形性の原因が直交二周波光のクロストークにあることを明らかにするとともに、クロストーク量と非線形誤差量と関係式を導出し、クロストーク量の測定方法としてビート信号の振幅変調度よりもとめる手法を提案し、その有効性を検証している。また、非線形性が除去できる光学系を提案し実証している。この結果、10万分の1℃の温度変化の検出が可能であることを示唆している。

第5章では、伝送路型変位センサを構成し、測定光ビート信号に含まれる外乱の影響が参照光ビート信号にも同じように含まれる光学系とすることにより、その位相差には外乱の影響が含まれないことを

明らかにしている。

第6章では、直交二周波光と一本の偏波面保存光ファイバを用いる変位センサを構成している。二つの測定光ビート信号の位相変化が変位に対しては逆符号となり、外乱の影響には同符号となることを見いだしている。この結果、従来のセンサに比べ変位に対しては2倍の位相感度となり、しかも、外乱の影響が除去できることを明らかにしている。

第7章では、共通の光路を経て二つの測定光ビート信号が形成される光学系を考案し、高感度、高精度な、プローブ型変位センサを試作している。光ファイバ出射端面に反射率20%のコーティングをすることにより、SN比が向上し、実用性の高いセンサであることを実証するとともに、微小変位測定として、実時間で、ナノメートルの測定ができ、平均化処理することによりサブオングストロームの変位測定も可能であることを示している。

第8章は結論であり、以上の研究で得られた結果とまとめ本論文の総括としている。

論文の審査結果の要旨

光応用計測の実用技術として、光ファイバを用いたセンサが期待されているが、本論文は、高感度、高精度な光計測法である光ヘテロダイン干渉法を光ファイバセンサに適用し、欠点である光ファイバ光路での外乱の影響が除去できる光学系の構成について研究したものである。得られた主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 光ファイバ機能型圧力センサには、測定用、参照用光ファイバをそれぞれ弾性定数の差が大きい二つの円筒に巻くことによって、外乱を補償するとともに、従来のセンサに比べて感度の向上に成功している。
- (2) 直交二周波光を用いる光ヘテロダイン干渉法では、光源や光ファイバでのクロストークにより検出位相が非線形性を示すことを見だし、クロストーク量と非線形誤差量との関係式を導出し、測定時におけるクロストーク量の測定方法として、ビート信号の振幅変調度により求める手法を提案し、その有効性を検証している。
- (3) 光ヘテロダイン干渉法を伝送路型光ファイバ変位センサに適用する際、測定光ビート信号を同一光路を経て二つ形成することにより、外乱除去ができ、変位に対する位相感度が二倍になることを見いだしている。また、ビート信号の形成に光ファイバ端面をコーティングすることによって、操作が容易になりSN比の向上に有効であることを明らかにしている。さらに、端面反射率を50%にすることにより、光ファイバ端面と物体間での多重反射の影響が除去できることを見いだしている。
- (4) 光ヘテロダイン干渉法を微小変位の測定に応用して、実時間でナノメートルの測定ができ、平均化処理することによりサブオングストロームの変位測定ができるフレキシビリティに富んだセンサを開発している。

以上のように本論文は、光ヘテロダイン干渉法を光ファイバセンサに適用し実用化するうえでの多くの新知見を与えるもので、その成果は学術・応用の両面において計測工学ならびに応用光学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価値あるものと認める。