The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	導波形光応用センサに関する研究
Author(s)	榎原, 晃
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35375
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【36】

氏名・(本籍)	榎原晃（えのきはらあきら）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 7742 号
学位授与の日付	昭和 62 年 3 月 26 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	**導波形光応用センサに関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 末田 正 (副査) 教授 難波 進　教授 山本 錠彦

論文内容の要旨

近年，光応用技術は目ざましい発展を遂げているが，その中でも光集積回路や光ファイバなどの導波形光回路構成の利用は，素子の小型化や動作の安定化が可能であることから特に注目を集めている。また，計測の分野においても，光波を積極的に利用したいわゆる光応用センサは，従来の電気的なセンサにはない優れた特徴を有するものと期待されている。

そこで，著者は，光応用計測における導波路構成の利用が高性能なセンサの実現のためには極めて有効な手段であると考え，新たな導波形光応用センサの開発を目指した研究を進めてきた。

光集積回路センサでは，本研究が着手された頃に初めて光集積回路構成を利用した温度計測の提案が成された程度で，現在でもまだ研究途上の段階にあるものと見受けられる。

本研究では，まず新しい光集積回路素子である非対象X分岐を用いてマイケルソン形の導波路干渉計を構成し，これをいち早く微少変位，圧力，および温度の3種類の物理量の計測に適用した。さらに，Ti拡散$LiNbO_3$導波路を用いて実験的にもその動作を確認した。

つぎに，干渉形光集積回路センサの適用範囲を拡大することを目的として，熱伝達現象をセンシングに利用することを検討した。それを基礎に，流体の状態や特性に関する物理量計測が可能な光集積回路流体センサをはじめて提案した。そして，希薄気体の圧力，流速，および湿度の計測の可能性を示し，実際に湿度計測を例に取り，本センサの基本的動作を実験的に確認した。

光ファイバセンサにおいて，光波の位相に信号を乗せて伝送する場合，ファイバへの物理的外乱が感度に与える影響は深刻である。高感度な計測では光波の位相変化を利用することが望ましいが，この悪影響を取り除く決定的な方法はまだ報告されていなかった。

そこで，偏光回転反射法の適用によってファイバに加わる物理的外乱によって生じた光波の位相変動がほぼ完全に相殺されるセンサを実現した。実際に，磁界，変位，および温度の3種類の物理量について，550mもの長さのファイバを用いたいときでも安定な計測が可能であることを明確に示した。

本論文では，第2章で，非対称X分岐を用いた干渉形光集積回路センサについて，その動作原理を説明した後，試作・実験を行った結果を示し，その基本的動作の確認を行っている。第3章では，熱伝達現象を用いた流体計測の基本的原理を述べ，それを基に，光集積回路流体センサの構成を提案している。実際に各種物理量計測への適用の可能性を検討し，その基本的動作を湿度計測の実験結果から実証している。第4章では，偏光回転反射法を用いた光ファイバセンサの動作原理を明らかにし，試作・動作実験によりその有効性を確認している。第5章では，以上の結果を総括し，本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は，新しい導波形光応用センサに関する研究結果をまとめたものである。

近年，光エレクトロニクスの発展に伴って，光導波技術の進歩にはめざましいものがある。著者は，光波の位相変化を利用することによって高感度のセンサが構成できることに着目し，光集積回路および光ファイバを用いたいくつかの新しい光応用センサを提案し，動作解析を行い，試作実験によってその基本動作を確認している。

著者は，まず，非対称X分岐を応用した新しい光集積化干渉計を構成することによって，簡単な構造で，微小変位，温度，圧力などを計測する光センサが構成できることを示し，その動作を解析すると共に，実際にTi拡散$LiNbO_3$光導波路を用いたデバイスを試作し，実験によってその有効性を確かめている。

次に，著者は，このような干渉計形光集積回路センサの適用範囲をさらに拡大することを試みている。すなわち，熱伝達現象を利用して流体に関連する種々の物理量を光導波路の温度変化に変換し，それに伴う光波の位相変化を干渉法によって検出できる光集積回路センサを提案し，例として，希薄気体の圧力，流速および湿度を計測するセンサを構成することが可能であることを示している。また，実際に，光集積化湿度センサを試作し，その基本動作を確かめている。

さて，光波の位相変化を光ファイバによって伝送するような光センサにおいては，温度変化などファイバへの外乱が不要な位相変化を生じて，測定結果に大きな影響を与える。著者は，偏波保持光ファイバを利用し，偏光回転反射法を適用することによって，外乱の影響を打消すことのできる光センサの構成が可能であることを示し，実際にも，550mに及ぶ光ファイバを伝送路とするセンサ系を試作し，光波の位相変化を利用して，安定に磁界，変位，温度などが計測できることを確認している。

これらの成果は，光エレクトロニクスの発展に寄与する所が大きく，本論文は博士論文として価値あるものと認る。