

審査の結果の要旨

氏名 森 洋二郎

本論文は、**Digital Compensation for Transmission Impairments in Coherent Optical Receivers** (コヒーレント光受信器におけるデジタル信号処理を用いた伝送制限要因の補償に関する研究)と題し、英文で執筆されており、7章からなる。コヒーレント光受信器は光電界の全ての情報を保持できるので、受信信号のデジタル信号処理により、送受信および伝送によって生じる信号劣化の補償が可能となる。本研究では、多値光変調信号の超長距離伝送を目的として、あらゆる多値変調方式に対応できる復調アルゴリズムの提案を行い、計算機シミュレーションおよび実験により、これらのアルゴリズムの有効性を検証している。

第1章は **Introduction** であり、デジタルコヒーレント光受信器の特長を論じたのち、本論文の目的と構成について述べる。

第2章は **Coherent optical receivers** と題し、コヒーレント光検出の原理と受信器の構成についてまとめている。

第3章は **Digital compensation for system impairments** と題し、コヒーレント光受信器に導入されているデジタル信号処理アルゴリズムの概要について述べている。

第4章は **Dual-stage decision-directed phase estimator enabling perfect frequency-offset elimination** と題し、零次の有限インパルス応答(FIR)フィルタと判定指向型最小二乗平均(DD-LMS)アルゴリズムに基づく新たな位相推定器を提案している。本位相推定器は、位相雑音と周波数オフセットによる位相変動を分離して推定することにより、高い周波数オフセット耐力が実現できる。本手法の有効性は、計算機シミュレーションおよび実験によって確認された。

第5章は **Phase-fluctuation-tolerant FIR-filter configuration based on DD-LMS algorithm** と題し、線形歪み補償のための、DD-LMS アルゴリズムに基づく新たな FIR フィルタ構成を提案した。本構成を用いることにより、低速な線形歪みを除去する線形等化器と高速な位相変動を除去する位相推定器の適応操作を分離し、それぞれを安定に動作させることが可能となる。また本手法は、全ての適応過程に DD-LMS アルゴリズムを使用しているため、あらゆる多

値変調方式に容易に適用できるという特長を持つ。計算機シミュレーションおよび実験によって、位相雑音および周波数オフセットが存在しても、提案手法は安定に動作することを確認した。

第6章は **Kerr-effect compensator with parallel split steps** と題し、ハードウェア実装に適した新たなカー効果補償器を提案した。まず、計算コストを減少させるため、単一スプリットステップで構成される補償器の性能改善を行った。さらに、この改善したスプリットステップを周波数領域で並列展開することにより、高シンボルレートの信号に生じたカー効果歪みを、並列処理によって除去する補償方式を提案した。計算機シミュレーションによって、本手法は分散管理光ファイバ伝送路における多値光変調信号の伝送可能距離を飛躍的に延長できることを確認した。

第7章は **Conclusion** であり、本論文で得られた成果をまとめ、今後の展望について述べている。

以上のように本研究では、デジタルコヒーレント光受信器への導入を目的として、新たな復調アルゴリズムに基づき、高い周波数オフセット耐力を持つ位相推定器、高速な位相変動のもとでも安定に動作する線形歪み補償用 **FIR** フィルタ、ハードウェア実装に適したカー効果補償器を提案し、その有効性を計算機シミュレーションおよび実験により示した。これらの成果は、多値光変調信号の超長距離伝送を可能とし、将来の大容量光ネットワークの発展に寄与するもので、電子工学への貢献が多大である。

よって本論文は、博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。