

## 論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 中村 悠介

(1,500字程度とし、1行43文字で記入)

本論文は、角度多重方式ホログラフィックメモリにおける記録密度向上を目的とし、ホログラフィックメモリの記録密度を決定する3つのファクターである、ページデータ容量、ホログラムサイズ、多重数のそれぞれについて改善を検討して、システム全体としての記録密度の向上を図っている。以下では、本論文において実施された3つの改善手法およびその成果についてまとめ、評価を与える。

1つ目は、ホログラムサイズの縮小化に関する検討である。ホログラフィックメモリでは通常記録媒体と共役な面に開口を設置し、記録媒体の露光面積、すなわちホログラムサイズを制限する。一方で設置した開口によってページ情報の高周波成分が失われるためピクセル間のクロストークが生じ、信号品質は低下する。本論文では、光ディスクなどで用いられているRun length limited(RLL)変調(同一信号が現れる長さに制限をもたせる変調方式)をホログラフィックメモリに適用し、生じるクロストークノイズに対処するために、RLL変調自身をエラー訂正符号に組み込んだRLLターボ符号を考案した。本方式の採用によりホログラムサイズが縮小され1.78倍の記録密度の改善がなされた他、2TB/discの記録容量の見通しを実験的に得ることができている。RLL変調を2次元ページデータに適用した点、RLL変調をエラー訂正符号の一部として扱うターボ符号を開発した点は、学術的にも新規性が高く、工学的に非常に価値のある成果が得られていると評価できる。

2つ目は、ページデータ容量の増加に関する検討である。これまでもページ容量を増加させるために、光波の位相に情報をもたせ、さらに情報を多値化した振幅位相多値信号を用いる研究は多数報告がなされてきたが、本論文では各種方式のエラー出現頻度を評価するために、ホログラフィックメモリに特有のノイズを位相検出方法に依存して生じるノイズまで含めて定式化して評価をおこなった。その結果、同じ信号点配置でも位相検出方法によってエラーの出現頻度が異なることが明らかとなり、高密度記録にむけたページデータの信号点配置の指針、および位相検出方法が明らかになった。このことは従来試行錯誤的に行われてきた最適化の理論的裏付けを与えるものであり、工学的・学術的に非常に重要な結果が得られていると評価できる。

3つ目は、ホログラム多重数の増加に関する検討である。ホログラフィックメモリでは、重ね書きした多重枚数の増加にともなって生じる散乱ノイズの増加、特にスペckルノイズの顕在化は高記録密度の実現を阻む大きな問題となっている。本論文では、この散乱ノイズを低減すべく、再生時の光源を広帯域化し、異なるスペckルパターンを重畳させることで散乱ノイズを低減する波長ダイバーシティ検出方式を考案した。散乱光自身の特性を活かしてスペckルノイズ

を消すという本提案手法の学術的な面白さに加え、高い散乱係数を有する高密度記録媒体においても同等の信号品質で再生できる本手法の有効性は、工学的に非常に価値のある結果が得られていると評価できる。また本方式を位相多値信号に実装した場合において生じる位相誤差においても対策が検討されており、実用化にむけた理論的バックグラウンドの構築が十分なされていると判断できる。

本論文については、令和2年2月8日に宇都宮大学オプティクス教育研究センターのコラボレーションルームにおいて全審査委員および関連分野の研究者出席のもとで公聴会が開催され、本論文に関する研究発表と質疑応答がなされた。その後、学位審査委員会が開催され本論文の内容を詳細に検討した結果、本研究成果は、ホログラフィックメモリシステムの記録密度を向上させるための理論として一般性を有しており、学術的にも工学的にも優れた成果が得られていると判断された。よって本論文は、博士（工学）の学位論文に値するものと認める。