

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 石井 利樹

(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各種システムパラメータ（記録波長、レンズ焦点距離、媒体厚さなど）と最終的なシステム性能（記録容量、データ転送レート、メディア使用効率、信号対雑音比(SNR)）の関係をモデル化し、所望のシステム性能を最大化する最適化設計のための理論を与えるものである。過去にも個々のシステムパラメータとシステム性能の関係性はいくつか報告がなされているものの、複雑に絡みあうシステムパラメータ全体の関係性を考慮し複数のシステム性能を統一的にモデル化した例はなく、本論文によってはじめて明らかにされたものである。さらに本論文では、ノイズの低減技術、振動評価法についても新しい手法を提案している。信号強度とノイズ強度の比として定義されるSNRは、取得した再生信号の品質を数値化したものであり、一般的に再生信号から情報を復元するためにはある一定値以上のSNRが必要となる。そのため、あるシステム性能を最大化するためのパラメータ最適化の際には、SNRは拘束条件として働き、パラメータの許容可動範囲を制限する。本論文で提案されたノイズ低減技術は、同じシステムパラメータ下においてもSNRを向上させる働きがあり、パラメータの許容可動範囲を拡げ、最終的なシステム性能の値にも大きな影響を与える。実際、本論文内で行った記録容量を最大化するための最適化設計の一例では、提案したノイズ低減技術を組み合わせることで、3.3倍の記録容量にまで改善することに成功している。ここで注目すべきは、本論文で示されたシステム性能の改善は、ある特定のシステムにのみ適用されるものではないという点である。本論文で提示された最適化設計理論は、角度多重方式でありさえすれば、あらゆる記録条件・光学配置のホログラフィックメモリシステムにおいて適用できるものであり、汎用性、一般性という観点から学術的にも大きな意義を有していると考えられる。

本論文は以下の5章から構成されている。

第1章は序論である。本章では、ホログラフィックメモリの特徴、本研究の対象となっている角度多重方式の有意性などについて述べ、本研究の目的・位置づけなどを明確化している。

第2章では、最適化のベースとなる理論について述べている。角度多重方式ホログラフィックメモリの各種システムパラメータと、容量、転送速度、媒体のダイナミックレンジ、SNR、振動の影響などについての関係性を明らかにし、解析のためのモデル構築を行っている。

第3章ではノイズ低減技術について述べている。本章では、2つのクロストークノイズ低減技術の提案と、1つの新しい振動評価法について述べている。これらの新技術の妥当性は、本論文

の中でシミュレーションおよび実験によって検証され、適用範囲や提案手法の妥当性について理論的な根拠とともに議論がなされている。

第4章では、最適化設計について述べられている。2章で構築した理論および3章で提案したノイズ低減技術を用いて、いかにして容量と転送速度などのシステム性能を最大化するか設計方法について述べている。本章の中では、最適化の例として米国InPhase社の試作ドライブを出発点として検討を行っており、記録容量の最適化ではディスクあたり1.07 TBから3.49 TBに、転送速度の最適化では20.0 MB/s から97.4 MB/sまで高められることを示している。

第5章は、結論である。本研究の成果と今後の課題と展望についてまとめられている。

本論文については、平成30年2月14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構築のための設計指針を与える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。