



Title	光複素振幅制御技術を用いた超高密度ホログラフィックメモリに関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	渋川, 敦史
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第11294号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/55460
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Atsushi_Shibukawa_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(情報科学) 氏名 渋川 敦史

審査担当者 主査 准教授 岡本 淳
副査 教授 末岡 和久
副査 教授 富田 章久

学位論文題名

光複素振幅制御技術を用いた超高密度ホログラフィックメモリに関する研究
(Study on ultra-high density holographic memory using optical complex-amplitude control
technique)

次世代光メモリとして期待されるホログラフィックメモリ (HDS) は, アメリカの Inphase 社によってすでに製品化されており, その記録密度は 1.6TB/disc に到達している. しかしながら, 理論的に達成可能な三次元記録密度限界はおよそ 500TB/disc であることから, 現行 HDS における記録媒質の利用効率は十分ではなく, 記録密度拡大の余地はまだ多く残されている. 記録媒質の利用効率が低い主な要因として, まず, 三次元的な記録空間においてホログラムが不均一に記録されている点が挙げられる. これを改善するためには, 媒質の深さ方向に対する多重ホログラムの均一性を高める必要がある. また, 従来技術の問題点として, 非再生ホログラムからのクロストークノイズ(ページ間クロストーク)の抑制が十分ではない点も挙げられる. さらに, 記録密度に影響を与える重要な要素として, 信号変調方式の改善も必要となる. この点については, 多値振幅変調と多値位相変調を組み合わせた空間直交振幅変調 (SQAM) 方式を用いることで, 記録密度と転送速度の向上が期待できるが, SQAM 信号の生成においては従来の計算機合成ホログラム (CGH) に代わる高い空間解像度と光利用効率を有する方式の開発が求められている.

このような状況に際し, 本論文では, HDS の記録密度を大幅に向上させることを目的として, 「記録媒質の均一な活用, ページ間クロストークの低減, 空間解像度と光利用効率の高い光複素振幅の生成」を可能とする光複素振幅制御技術を新たに提案し検討している.

第 1 章では, 当該研究の背景について述べている.

第 2 章では, HDS の基本構成や記録再生動作, ならびに, 従来型 HDS における代表的な多重記録方式やノイズ低減方式について説明している.

第 3 章では, 従来の光複素振幅生成および検出技術の概要を示すと共に, その長所や短所について述べている.

第 4 章では, 記録媒質の均一な利用を可能とする多層化コリニアホログラフィックメモリ (MCHM) を提案・検討している. MCHM では, 媒質の深さ方向に沿った記録光スポットの位置制御によって, 物理的な多層構造を有さないバルクな記録媒質を用いて純光学的な多層記録を可能とする. 数値解析によって, 約 100 層のホログラム多層化が原理的に実現可能であることを示し, MCHM の潜在力を明らかにしている. さらに, 数値解析によって, 層数が 2 層の場合に最も高い媒質利用効率が得られ, 約 2 倍の記録密度改善が可能になることを明らかにしている.

第 5 章では, ページ間クロストークの低減を可能にするデジタル画像拡散技術を提案・検討して

いる。デジタル画像拡散技術は、ランダムディフューザと位相共役光の性質を巧みに活用することでページ間クロストークの低減を可能にする。また、光複素振幅制御技術を応用することで、光学処理をコンピュータ内のデジタル処理に置き換えることを可能とし、これによって付加的な光学素子を用いずにデジタル画像拡散技術を実装できることを示している。数値解析によって、本技術が従来のHDSにおける記録密度を5倍以上改善できることを明らかにすると共に、5枚のデータページを用いた多重記録再生実験を行い、本技術によるページ間クロストーク低減の効果を確認している。

第6章では、高い空間分解能と光利用効率を有する光複素振幅生成技術として、空間クロスモジュレーション法を提案・検討している。空間クロスモジュレーション法は、ランダムディフューザによって生成される散乱位相波面を用いて任意の光複素振幅分布を生成可能とする技術である。数値解析によって、本方式を用いることで得られる空間解像度と光利用効率は、一般的なCGHの場合と比べて4倍以上改善されることを明らかにしている。また、ホログラフィックメモリへの応用に向けた基礎実験を行い、本方式による8値SQAM信号の生成に成功している。

第7章では、本研究で得られた成果の総括を行っている。

これを要するに、著者は、記録媒質の均一な活用を可能にする多層化コリニアホログラフィックメモリ、ページ間クロストークの低減を可能にするデジタル画像拡散技術、および、高い空間解像度と光利用効率を達成可能な光複素振幅生成技術に関する研究を行うことで、光メモリの性能向上に向けた多くの有益な知見を得ており、光エレクトロニクス分野に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。