



Title	ホログラム素子を用いた光ディスク用ピックアップの研究
Author(s)	倉田, 幸夫
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39410
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

氏 名	倉 田 幸 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 5 8 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 1 0 月 3 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	ホログラム素子を用いた光ディスク用ピックアップの研究
論文審査委員	(主査) 教 授 森 勇 藏 教 授 西 原 浩 教 授 片 岡 俊 彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光ディスク用ピックアップを構成する複数の光学部品機能をホログラム素子に集積化することにより、ピックアップの小型軽量化及び耐環境性能の向上を図ることを目的に行ってきた研究をまとめたものであり、以下の6章からなっている。

第1章は序章であり、ホログラム技術及び光ディスク技術の歴史と現状、そして光ディスク装置を取り巻く環境と課題についてまとめることにより、本論文の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、ホログラム素子を用いた光ピックアップ（以下ホログラムピックアップと略称）の基本構成と動作原理及び、ホログラムピックアップを実現するために解決すべき課題について述べている。

第3章では、本研究で用いた理論及びその理論に基づいて種々の設計、解析を行うために開発したソフトウェアについて述べている。その中で、任意の格子溝形状を有する回折格子について、格子領域におけるマクスウェル方程式を逐次計算法により解くことにより、偏光特性を含めた回折効率の解析を可能にしている。

第4章では、コンパクトディスクを再生するためのホログラムピックアップを提案試作し、優れた性能と小型軽量化、耐環境性能の向上が同時に実現できることを実証している。

この過程において、光源であるレーザダイオードの発振波長変化に起因するホログラム素子の回折角変化がピックアップ信号に及ぼす影響を除去できる信号検出法を創出している。またホログラム素子の作製法として、電子ビーム描画法による計算機ホログラムのパターン作製技術、密着露光法によるパターン転写技術、反応性イオンエッチング法によるガラスの精密加工技術を確立している。

第5章では、広い信号帯域で高い再生信号品位が必要となるビデオディスク用ホログラムピックアップを提案試作し、良好な評価結果が得られたことについて述べている。

この過程において、ホログラムの格子溝形状と回折効率の関係を詳細に検討し、ピックアップ用ホログラムとして必要な特性を満足し、かつ高い光利用効率の得られる格子溝形状を見いだしている。そして、指向性の高いイオンビームを用いてこの微細な溝形状をガラス基板に直接形成するための精密加工技術を確立している。また、レーザダイオード

の発振特性を解析し、出力光の可干渉性と雑音特性の関係を明らかにしている。さらに、信号検出器としてフォトダイオードとプリアンプを同一のシリコン基板上に形成し、高い SN 比と広い周波数特性を有するプリアンプ一体型フォトダイオードを開発している。

第6章は総括であり、本研究で得られた成果をまとめて述べている。

論文審査の結果の要旨

情報社会の進展に伴い増大する情報を効率良く記録再生できる光ディスク装置の発展が続いており、装置の小型軽量化及び使用環境の多様化が進んでいる。それに対応して装置の基幹部品である光ピックアップの小型軽量化、耐環境性能の向上に対する要求が厳しいものとなっており、個別の光学部品から構成した従来型のピックアップではその要求に応えるのが困難となっている。

本論文は、ピックアップを構成する複数の光学部品の機能をホログラム素子に集積化するとともに、光源であるレーザダイオードと受光素子であるフォトダイオードも一体化することにより、ピックアップの小型軽量化と耐環境性能の向上を同時に実現することを目的として行われた研究成果をまとめたもので、その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) ホログラム素子を用いたピックアップの光学系を提案している。このなかで、光源であるレーザダイオードの発振波長変化に起因するホログラム素子の回折角変化がピックアップ信号に及ぼす影響を除去できる信号検出法を創出している。
- (2) 厚いホログラムの格子溝形状と回折効率の関係を理論的に解析し、ピックアップ用ホログラムとしての必要条件を満たしかつ高い光利用効率を得られるホログラム格子溝形状を見いだしている。
- (3) 電子ビーム描画法による計算機ホログラムのパターン発生技術、密着露光法によるホログラムパターンのガラス基板上的フォトレジスト層への転写技術を確立している。そして格子溝の浅いホログラムの加工においては、反応性イオンエッチング法を用いて微細な矩形格子溝形状を直接ガラス基板に形成する精密加工技術を確立している。また、鋸歯形状の深い格子溝によりブレード特性を有するホログラムの加工法として、指向性の高いイオンビームを用いて石英ガラス基板を加工する精密加工技術を確立している。これらの技術確立によりいずれのホログラムにおいても、5インチのガラス基板上に800個のホログラム素子を直接形成することを可能にしている。
- (4) ピックアップ用光源としてのレーザダイオードには、ディスクから戻り光のある状態においても安定した発振特性が必要となるため、レーザダイオードの発振特性を解析し、出力光の可干渉性と雑音の関係を明らかにしている。また信号検出素子としてのフォトダイオードについては、プリアンプを同一のシリコン基板上に形成し、高い SN 比と広い周波数特性を同時に実現している。
- (5) これらの成果に基づいて、コンパクトディスク用及びビデオディスク用のピックアップを試作評価し、所期の良好な結果を得て、ホログラム素子を用いた光ピックアップを初めて実用化している。

以上のように本研究は、光ディスク関連技術の発展に寄与するのみならず、光学、半導体工学、精密加工学に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。