

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 樋口 隆信

CD、DVD に次ぐ第3世代の光ディスクとして、回折限界の光スポットの径を縮小するため、波長 405nm の青紫色半導体レーザと高 NA（開口数）の対物レンズの組み合わせを用いたシステムが考えられ、最終的に HD-DVD と Blu-ray disc という2つの規格が作られた。いずれも、HDTV 品質のデジタル動画像を直径 120mm の光ディスク媒体に2時間以上記録することを目標として作られたシステムである。本研究は、これら第3世代光ディスクの2つの規格の策定に先駆けて、大容量光ディスクの実証研究を行ったものである。特に、再生専用光ディスクの大容量化技術に注目して、光ディスク原盤作製技術の高解像度化、大容量再生専用光ディスクの再生特性、基板表面の汚染物質の影響、光ディスク媒体の持つノイズに関する議論を行った。

本論文は以下の7章からなる。以下に各章の内容を要約する。

第1章では、本論文の序論として、まず研究の背景、光ディスクに対する応用分野からの要請、大容量化技術、環境負荷に対する要請、などについて述べられ、さらに本論文の目的と概要がまとめられている。

第2章では、光ディスク原盤作製技術の高解像度化に関して、光ディスク媒体の製造技術の概要、その高解像化の方法の一般論、および光退色性色素を用いる方法と電子線露光による方法の概要が述べられている。

第3章では、DVD との互換性を重視した大容量再生専用光ディスクの実現方法として、光退色性色素を用いたレーザスポット径の縮小方法に関して、まず色素に求められる特性が論じられている。ついで、光退色の実測とそれによるレーザスポット径の縮小効果の予測に関して論じられている。さらに実際に微小ピットを原盤に記録し、レーザスポット径の縮小効果を実証した。最後に、光退色性色素を用いて再生専用の2層光ディスクを作製し、詳細に信号評価を行っている。この章での結果は、後に実用化された HD DVD に至る最初の研究成果報告であり、HD DVD 規格の原型となった。

第4章では、薄型保護層を持つ大容量光ディスクに関して、再生専用2層ディスクを作製し、再生特性を検討している。原盤は電子線による記録装置を用いて作製し、記録再生信号特性、サーボ信号の SN 比、チルトマージン等を実験的に検討している。本研究での結果は、後の Blu-ray の規格の最短マーク（ピット）長、トラックピッチ、保護層厚さ、中間層の厚さなどの決定に大きな影響を与えることとなった。

第5章では、光ディスクの保護層表面の汚染物質の影響が論じられている。ディスク表面の指紋汚れに関して、従来の遮光体モデルではなく、透明で有限厚みを持つ透明体モデ

ルを考え、保護層の厚みが薄い場合には、後者がより実際のエラーを適切に説明できることを明らかにした。ここで得られた知見により、ディスク表面を發油性処理することにより、油膜を液滴化して散乱体とすることにより、エラーの発生を抑えられることが明らかとなった。

第6章では、光ディスク記録媒体の反射膜材料の結晶粒サイズとノイズの関係に着目し、結晶粒サイズを小さくする合金組成の検討を行った。アルミニウムをベースとし、さまざまな添加元素を加えることにより、結晶粒サイズ、表面粗さ等の予測と、実験による検証を行っている。

第7章では本研究の結果をまとめると同時に、課題と今後の展望を述べている。

以上のように本研究は、再生専用の高密度光ディスクに関して、原盤作製技術から記録メディアの諸特性まで、幅広く検討、実験、考察を行っており、後の HD-DVD、Blu-ray disc の実現に大きく貢献した。またこの研究の延長として、現在では 20 層で総容量 500 GBite の Blu-ray disc も実験室レベルで実現されている。本研究により得られた知見は、今後の更なる大容量光ディスクの研究に対する基盤となり、今後の物理工学の発展に大きく寄与することが期待される。

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。