

学位論文題名

# 高速記録再生用光ディスクの作製法に関する研究

## 学位論文内容の要旨

近年、情報通信において取り扱うデータは音声、文字、画像等と多様化してきており、これに伴い、ネットワークの高速化が求められている。この要求に答えるための通信網基盤として、B-I S D N (Broadband-Integrated Services Digital Network; 広帯域のサービス総合デジタル網) の構築が進められてきている。B-I S D N の実現のためには、高速大容量のファイル記憶装置が必要である。光ディスク装置は大容量記憶が可能であることから、その有力な候補と考えられるが、現状より約1桁のデータ転送速度の向上が必要である。本論文では、光ディスク装置の高転送速度化に対して

- (1) マルチビーム記録再生
- (2) ディスク回転数の高速化
- (3) 記録ビット密度の向上

の3手法の適用を前提として、これらに対応可能な光ディスク媒体を作製するためのトラッキングガイド形成技術および相変化型光ディスク作製技術に関する研究結果について述べている。

### (1) ビームスキャン法による多重案内溝の形成

マルチビーム記録再生に必要な多重のスパイラル溝(マルチスパイラル溝)の形成方法としてビームスキャン法を開発した。ビームスキャン法は、ガルバノミラーによる光ビームの偏向機能を用いることにより、基板と光学系の相対移動は等速動作のまま、しかも単一のレーザビームでマルチスパイラル溝を記録する方法である。同法によれば、6重のスパイラル溝が形成可能であることを示すと共に、実験的には、3重のスパイラル溝の形成に成功した。また、同法により、従来よりピッチ精度の高い同心円溝を、従来法の1/2から1/3の時間で記録可能であることを明らかにした。形成した案内溝については、溝の不連続、真円からの変形等はなく、安定したトラッキング特性を得ると共に、2ビームヘッドを用いてマルチビーム記録の基礎的な実験に成功した。さらに、案内溝原版作製において重要な工程であるフォトレジスト塗布工程について、塗布条件の検討を行い、案内溝およびプレピット形成に必要な塗布膜厚を精度良く得る条件を明確にした。

### (2) SiO<sub>2</sub>薄膜へのドライエッチング法による高精度案内溝の形成

高速回転に適したガラス基板への案内溝形成法として、ガラス基板上にSiO<sub>2</sub>薄膜を形成し、同薄膜にドライエッチングにより案内溝あるいはプレピットを形成する方法を開発した。本方法によれば、表面平滑性が高く、寸法精度およびその均一性に優れた案内溝およびプレピットの形成が可能であることを明らかにした。トラッキング特性およびプレピッ

トからの信号再生特性については、フォトレジストに形成した案内溝およびプレピットの場合と同等の結果を得た。本方法により作製したディスク基板は平面精度および化学的安定性にも優れることから、高速光ディスク用基板としての適用が期待される。さらに、フォトレジスト原版に代わる高品質の原版あるいは紫外線硬化樹脂に案内溝を形成する2p法のスタンプとしての適用も可能である。

### (3) As-Se-S-Ge薄膜の光黒化法によるトラッキングガイドの形成

高速回転に適したガラス基板上へのトラッキングガイド形成法であると共に、案内溝を使用しない新しい方法として、As-Se-S-Ge薄膜の光黒化を用いたトラッキングガイド形成法を開発した。本方法は、同薄膜の光照射に伴う屈折率変化(光黒化)を用いて案内溝と等価なトラッキングガイドを形成する方法である。As-Se-S-Ge薄膜の光黒化特性を測定し、830nmにおいて0.1の屈折率変化を得た。この結果を用い、光学設計により、膜厚等のディスク作製条件を明確にした。アルゴンレーザ照射によりトラッキングガイドを形成し、さらに記録膜としてAs-Te薄膜を形成した光ディスクを作製し、トラッキング特性および記録再生特性評価を行った。その結果、安定したトラッキング特性を得ると共に、トラッキングガイドに沿った信号の記録再生動作を確認し、良好な記録再生特性を得た。また、記録再生に伴ってAs-Se-S-Ge薄膜の変形等は発生せず、記録膜の熔融蒸発に対して十分マージンが取れることを明らかにした。

### (4) 2波長記録再生用高密度相変化型光ディスク

光ディスクの記録ビット密度向上による高速化を目的として、記録・消去到830nm、再生に670nmの半導体レーザを使用して高密度記録再生を行う方法を考案し、それに適用するための相変化型光ディスクの作製法について検討した。まず、光学設計により、記録層膜厚の異なる3種類(26、40、80nm)の光ディスクについて、それぞれ最適層構成を決定した。このうち、記録層膜厚80nmの場合が、両波長におけるコントラストが最も大きく、かつ、保護層膜厚に対するマージンが最も大きいことを明らかにした。次に、この結果に基づいて光ディスクを作製し、分光特性による評価を行い、光学設計と一致した結果を得ると共に、2波長記録再生に適した光学特性が得られることを明らかにした。さらに、記録再生特性の評価を行い、従来より線密度で1.2倍の高密度記録再生を実現すると共に、830nmで記録再生を行う相変化型光ディスクと同等の記録再生消去特性が得られることを明らかにした。ここで用いた記録再生および光ディスク作製の手法は、今後、短波長の半導体レーザの開発が進み、光ディスクをさらに高密度化する場合にも有効である。

最後に、本研究で研究開発した光ディスク作製法を適用することにより高速化がはかられるが、その可能性を予測した。ビームスキャン法の適用により、1.6 $\mu$ mピッチで6重のマルチスパイラル溝の形成が可能である。従って、マルチビーム記録再生を行うことより6倍の転送速度の向上が可能である。実用化されている光ディスクの回転数は最大で2400rpmであるが、ガラス上にガイド形成した基板では、この2倍以上の回転数でも安定したトラッキング動作が期待される。記録膜を含めた特性で見ると、2波長記録再生用相変化型光ディスクは30m/s以上の線速で良好な記録消去特性が得られており、例えば、直径13cmのディスクでは4400rpm以上の回転数に適用可能であることを意味する。さらに、2波長記録再生の適用により、1.2倍の記録密度の向上が可能であり、同率の転送速度の向上が可能である。従って、以上の手法を組み合わせるにより、現状の光ディスクより1桁以上の転送速度の向上が見込め、B-I S D Nの1つの目標である150Mbit/sが実現可能であることが明らかとなった。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 武 笠 幸 一  
副 査 教 授 池 田 正 幸  
副 査 教 授 岡 田 亜 紀 良  
副 査 教 授 雨 宮 好 仁

学 位 論 文 題 名

## 高速記録再生用光ディスクの作製法に関する研究

近年、情報通信において取り扱うデータは音声、文字、画像等と多様化してきており、これに伴い、ネットワークの高速化が求められている。この要求に答えるための通信網基盤として、B-I SDN (Broadband-Integrated Services Digital Network; 広帯域のサービス総合デジタル網) の構築が進められてきている。B-I SDNの実現のためには、高速大容量のファイル記憶装置が必要である。光ディスク装置は大容量記憶が可能であることから、その有力な候補と考えられるが、現状より約1桁のデータ転送速度の向上が必要である。本論文では、光ディスク装置の高転送速度化に対して、(1)マルチビーム記録再生、(2)ディスク回転数の高速化、(3)記録ビット密度の向上の3手法の適用を前提として、これらに対応可能な光ディスク媒体を作製するためのトラッキングガイド形成技術および相変化型光ディスク作製技術に関する研究結果について述べている。

### (1) ビームスキャン法による多重案内溝の形成

マルチビーム記録再生に必要な多重のスパイラル溝 (マルチスパイラル溝) の形成方法としてビームスキャン法を開発した。同法によれば、6重のスパイラル溝が形成可能であることを示すと共に、実験的には、3重のスパイラル溝の形成に成功した。また、同法により、従来よりピッチ精度の高い同心円溝を、従来法の1/2から1/3の時間で記録可能であることを明らかにした。形成した案内溝については、溝の不連続、真円からの変形等はなく、安定したトラッキング特性を得ると共に、2ビームヘッドを用いてマルチビーム記録の基礎的な実験に成功した。

### (2) SiO<sub>2</sub>薄膜へのドライエッチング法による高精度案内溝の形成

高速回転に適したガラス基板への案内溝形成法として、ガラス基板上にSiO<sub>2</sub>薄膜を形成し、同薄膜にドライエッチングにより案内溝あるいはプレピットを形成する方法を開発した。本方法によれば、表面平滑性が高く、寸法精度およびその均一性に優れた案内溝およびプレピットの形成が可能であることを明らかにした。トラッキング特性およびプレピットからの信号

再生特性については、フォトレジストに形成した案内溝およびプレピットの場合と同等の結果を得た。

### (3) As-Se-S-Ge薄膜の光黒化法によるトラッキングガイドの形成

高速回転に適したガラス基板上へのトラッキングガイド形成法であると共に、案内溝を使用しない新しい方法として、As-Se-S-Ge薄膜の光黒化を用いたトラッキングガイド形成法を開発した。As-Se-S-Ge薄膜の光黒化特性を測定し、830nmにおいて0.1の屈折率変化を得た。この結果を用い、光学設計により、膜厚等のディスク作製条件を明確にした。アルゴンレーザ照射によりトラッキングガイドを形成し、さらに記録膜としてAs-Te薄膜を形成した光ディスクを作製し、トラッキング特性および記録再生特性評価を行った。その結果、安定したトラッキング特性を得ると共に、トラッキングガイドに沿った信号の記録再生動作を確認し、良好な記録再生特性を得た。

### (4) 2波長記録再生用高密度相変化型光ディスク

光ディスクの記録ビット密度向上による高速化を目的として、記録・消去に830nm、再生に670nmの半導体レーザを使用して高密度記録再生を行う方法を考案し、それに適用するための相変化型光ディスクの作製法について検討した。分光特性による評価を行い、光学設計と一致した結果を得ると共に、2波長記録再生に適した光学特性が得られることを明らかにした。さらに、記録再生特性の評価を行い、従来より線密度で1.2倍の高密度記録再生を実現すると共に、830nmで記録再生を行う相変化型光ディスクと同等の記録再生消去特性が得られることを明らかにした。ここで用いた記録再生および光ディスク作製の手法は、今後、短波長の半導体レーザの開発が進み、光ディスクをさらに高密度化する場合にも有効である。

最後に、本研究で研究開発した光ディスク作製法を適用することにより高速化がはかれるが、その可能性を予測した。ビームスキャン法の適用により、1.6 $\mu$ mピッチで6重のマルチスパイラル溝の形成が可能である。従って、マルチビーム記録再生を行うことより6倍の転送速度の向上が可能である。実用化されている光ディスクの回転数は最大で2400rpmであるが、ガラス上にガイド形成した基板では、この2倍以上の回転数でも安定したトラッキング動作が期待される。記録膜を含めた特性で見ると、2波長記録再生用相変化型光ディスクは30m/s以上の線速で良好な記録消去特性が得られており、例えば、直径13cmのディスクでは4400rpm以上の回転数に適用可能であることを意味する。さらに、2波長記録再生の適用により、1.2倍の記録密度の向上が可能であり、同率の転送速度の向上が可能である。従って、以上の手法を組み合わせることにより、現状の光ディスクより1桁以上の転送速度の向上が見込め、B-I S D Nの1つの目標である150M bit/sが実現可能であることが明らかとなった。

これを要するに、本論分は高速記録再生用光ディスクの作製法に関して、有益な多くの新知見を得ており、記録・記憶工学の分野に貢献するところ大なるものがある。

よって本論文は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。