

Ultimate Information Processing Devices Using High-Functional Spatial Light Modulation 高機能空間光変調による極限情報処理



プロジェクトリーダー 後藤 顕也
東海大学 開発工学部 教授



高機能空間光変調を用いた極限情報処理プロジェクト用実験室

1. 研究の目的

極限情報処理の一つとして現在、強く求められているものはCDサイズ片面一枚でテラビット (10^{12} bit) メモリが可能な高機能空間光変調方式による記録・再生ヘッドと新ディスクとを開発することである。本研究の目的は、これらの基礎的研究を策定し、基礎実験を終えることにある。現在隆盛を極めていく磁気ディスクは21世紀はじめ頃、物理的な原因で超微小ビットサイズが100nm程度で終焉を迎えるといわれている。したがって、本研究では磁気ディスクの空間変調密度をはるかに超す光空間変調による極限情報処理用メモリを開発するための新しい原理を創出し、かつ磁気ディスクのデータ転送レートをはるかに凌ぐ超高速方式を実現するための基礎研究を行っている。従来は光ファイバーの先端を100nm前後に尖鋭化させた場合に光ファイバへの入射光と先端からの射出光の割合は 10^{-6} と極めて低く、記録ビット径をこれ以下に小さくできないばかりでなく、ビットレートも高くできないことがすでに分っている。したがって、光ファイバ応用による近接場光学を用いた光メモリは原理的に実現不可能であった。これを可能にするために本研究では、パッシブな光ファイバーでなくアクティブな半導体レーザーを応用している。日本で生まれた垂直共振器表面発光半導体レーザー (VCSEL) の二次元アレイと平面レンズアレイならびに半導体超微細加工技術を利用したナノフォトニクスによる二次元プリズムアレイを応用して従来にない超微細超並列光ヘッドの基礎開発研究を行っている。このプリズムアレイの高さ均一度を10nmオーダーで一定にする技術を開発し、プリズムの先端径が約50nmのところからにじみ出るエバネッセント波をプリズム先端から10~20nm離れたところに位置する光メモリ媒体に約50nmサイズのビットを記録し、Tbit/in² (テラビット) メモリの基礎開発を行う。

2. 研究の内容

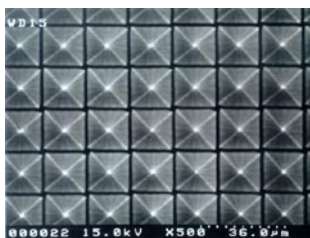
従来の光ディスクと原理的に異なる超並列記録・再生の新方式を提案。原理的な確認実験とそのプロトタイプを開発している。VCSELレーザーの即時入手困難性ならびに希望するサイズや出力が現在ではまだ容易に入手できないという観点から、とりえず端面発光半導体レーザーの出力端に当研究室独自の方法による高性能反射防止膜をECRスパッタ装置にて成膜したうえで、マイクロサイズのリトロプリズムアレイを特殊な方法で作製している。上述の半導体レーザー出力端面に近接させた基礎実験を行っている。その後にVCSELアレイヘッドにこの原理を適応させる計画である。

日本では、まだ生産されていないVCSELレーザーアレイ(128×128、125μmピッチ、850nm)を米国から購入し、本研究にて開発済みのSi、GaP、そしてこれから開発するGaN、SiCなどの半導体(屈折率n)プリズムアレイを用いてプリズムの管内波長(λ/2n)がプリズムの先端で50nm前後となるように設定する。プリズム先端のアレイと光ディスク媒体との間を数10nm一定に保つためのコンタクトヘッドを開発している。プリズムアレイから光ディスク媒体への空間伝搬光はエバネッセント波である。ここでは、プリズム先端をカットしており、先端径が50nmの場合には、記録に必要なエバネッセント波は250μwとなる。先端径が30nmの時は100μwとなる。この出力は通常の光ディスクにおける10mw/μm²に匹敵するパワーであるため、容易に光磁気ディスク媒体を熱磁氣的に軟化、磁化させることができる。

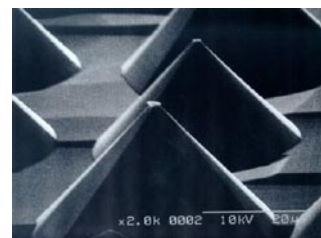
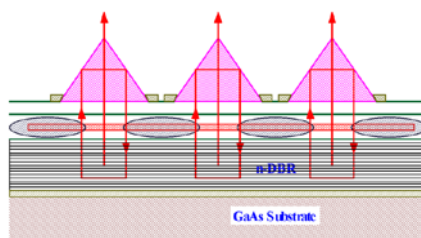
高密度光ディスク媒体として前述の光磁気ディスクの場合には従来のTbFeCoのうちTbの組成比を変えて垂直磁化のリーケージフラックスが多くなるように設計している。場合によっては、フォトンモード光ディスク媒体としてスピロピランやジアリルエテンなどの有機色素を基調とする薄膜を開発する。いずれもガラス基盤としてはRMS平坦度が5nm以下のものを使用する。相変化光ディスク媒体も光磁気ディスク媒体同様に超フラットなディスクとして本研究プロジェクト内で開発している。

本研究による光ヘッドの特徴は、コンタクトヘッドである。前述したように光ディスク媒体とアレイヘッドとの間を10nm~20nm一定に保つために、超薄膜潤滑剤を塗布する必要がある。光磁気ディスク媒体には、特殊な保護膜が必要である。そこで本研究では、ECRスパッタ装置のターゲットとしてカーボンを用い、キャリアガスとして窒素を用いることにより、CxNy超薄保護膜の開発を行っている。なぜならばPFPEという潤滑剤は、カーボンと結合して良好な濡れた保護膜となるからである。ナノフォトニクスの特性を応用してコンタクトパットのみが潤滑剤をとおして保護膜に接触し、所望の光記録を実現する。

ナノフォトニクス応用コンタクト方式によるVCSELアレイ記録用ヘッドと、同じくコンタクト方式による特殊再生ヘッドとを搭載した光ディスクシステムの新トラッキング方式(電気的トラッキング)を開発し、高機能空間光変調による極限情報処理としてのテラバイト光ディスクの原理による試作機を開発する。



VCSELアレイを応用した高機能空間光変調方式の超高密度超高速光記録ヘッドの模式図の一部



先端が台形状のプリズムブローアレイの試作



半導体プリズム/レンズアレイ用露光装置



高性能反射防止膜作製用 ECR スパッタ装置



テラビット光ディスク用スピンドル装置

3. 研究の体制

期 間：1997年4月～2002年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー5名、ポスドク研究員4名、東京工業大学、大阪大学および会員企業ら研究協力者8名によって構成されている。その他、東海大学大学院生15名が参加している。

実地場所：東海大学開発工学部情報通信工学科をコアとして研究を進めている。