東京理科大学 山本研究室

木村衣里[†], 後藤亜貴代[†]

[†] 東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 山本研究室

"Yamamoto Laboratory, Tokyo University of Science" by Eri Kimura and Akiyo Goto (Yamamoto Laboratory, Tokyo University of Science, Chiba)

1. ま え が き

私たちは東京理科大学基礎工学部電子応用工学科、山本研究室に所属しています。本稿は当研究室のメンバが2006年、2007年と当学会学生優秀発表賞を受賞したことをきっかけに執筆の機会をいただきました。

当研究室では次世代の高速大容量光メモリーとして注目されているホログラムメモリーの研究に取り組んでいます。その他にも光センサ用光学素子あるいは、携帯電話の画像処理の研究も行っています。

本稿では私たちの所属する研究室の研究内容について紹介させていただきます。

2. 東京理科大学

東京理科大学は、大正4年財団法人東京物理学校として設立され、昭和63年学校法人名を変更し東京理科大学となりました。現在四つのキャンパスを有し、実り多いキャンパスライフを送っています。

私たちの所属する基礎工学部では「自然・人間・社会とこれらの調和的発展のための科学と技術の創造」を目的とし、1年次は北海道長万部キャンパスで寮生活を行います。2年次以降は千葉県野田キャンパスでエレクトロニクスを基幹とした技術の基礎と応用を身につけます。

3. 山本研究室

山本研究室(図1)は山本教授、修士学生12名、学部4年生8名の計21名で構成されています。

本研究室では、ホログラムメモリーに関しては、ドライブメカおよびメ

ディアメカと共同で、システム化の検討を行っています。これらの研究開発の中で本研究室は、記録再生、入出力信号処理、および、記録媒体の記録メカニズムなどに関するシミュレーションソフトウェアの構築や、メディア評価に関わるテーマを研究しています。また他のメンバは、ホログラフィ技術を用いた光センサ用の光学素子の

設計を行っています。さらに近年、カメラ付き携帯電話の画像解像度が飛躍的に高まったことを背景にして、携帯電話のカメラ出力を情報処理サービスに用いる機運が高まっていることを踏まえ、サービスに見合った画像処理の研究を行っています(図2)。以下ではこれらのテーマの中で、ホログラムメモリーに関するいくつかのテーマにつ

図1 山本研究室のメンバ(ゼミ合宿、北軽井沢にて)

図2 研究の領域

いて、具体的に紹介したいと思います。

3.1 ホログラムメモリーの研究

近年、高速インターネットの普及やコンピュータの高性能化などのITの急速な発達に伴い、データを保存する大容量ストレージが必要とされています。現在普及している光ディスクとして、CDやDVDなどは、それらの光ディスクの記録密度は限界に近づいていて、今以上の大容量化が困難な状態になっています。そこで次世代の大容量ストレージとして研究されているのが、当研究室で扱っているホログラムメモリーです。ホログラムメモリーは、3次元的に記録することができ、2次元一括処理による高速記録再生およびデータ転送が可能です。図3にその概略図を示します。

ここでは当研究室で現在研究しているテーマについていくつか紹介させて頂きます。

3.1.1 記録再生シミュレーション

記録再生シミュレーションの研究では、ホログラムメモリーの参照光と信号光を同軸に配置するコアクシス型、信号光と参照光をそれぞれ別の軸で扱うオフアキシス型などの、多重記録方式における信号処理を含めたシミュレーションを行い、その結果の妥当性を実験結果と比較しています。

コアクシス型は、同軸で扱うため光学系が簡単であるという利点がある一方で、再生像の画質という観点において課題が残ります。オフアキシス型は、参照光が信号光に対して十分な角度を持って入射するため、再生時に光の分離が容易であり、再生像の画質向上に役立ちます。しかし、光学系の実現においては、角度に対する精度などさまざまな制御が要求されます。

これらの多重記録方法で、実用化に向けた記録したメディアに対する再生互換性を考え、記録系で生じる収差と再生系で生じる収差が異なる状況を考慮し、参照光、信号光に波面収差を与えた場合に、再生像に及ぼす影響を検証しています。信号処理では、入力情報のバイナリ化、インタリーブ、変調符号化、オーバーサンプリングなどの

図3 ホログラムメモリーの概略図

図4 回折光分布の計算

記録データの作成、記録したデータの復号、および、誤り訂正処理を行うソフトウェアを構築しています。

3.2.1 フォトポリマを用いた記録再生メカニズム

現在、記録媒体としては、フォトポリマが検討されています。この媒体は、① 厚い位相型ホログラムの記録に適している、② ノイズが少なく、高い回折効率が実現可能、③ スペクトル感度を比較的自由に選択可能、④ ホログラムの劣化が起こりにくい、などの特徴を有しています。また、近年課題であった記録後の媒体収縮も大幅に低減され、実用的な媒体として注目を集めています。

しかし、このようなフォトポリマを従来の光ディスクメモリーのさらなる大容量版として用いるためには、現在光照射後のモノマおよびポリマなどの反応拡散過程が記録特性に及ぼす影響

が充分には解明されていないなどの課題が残されています。

したがって、フォトポリマの記録過程が、ホログラム多重記録特性に及ぼす影響について、解析シミュレーションおよび実験によって検討しています。

フォトポリマの解析方法として、反応モデルとして拡散モデルを用いた回折格子形成のシミュレーション、および、FDTD法あるいはビーム伝搬法(BPM)による回折特性の解析を行っています。フォトポリマ中の回折光分布の計算例を図4に示します¹⁾。

3.3.3 計算機ホログラム

ROM型のホログラムメモリーとしては、転写記録方式が検討されていますが、転写記録方式では、従来のROM型光ディスク作成に用いられてきたカッティング技術を用いることができません。そこで、ROM型ホログラムメモリーを実現する技術として、インジ

Lohmann型ホログラムとしてパターンを形成

図5 計算機合成ホログラム (CGH) のカッティングパターン

図6 CGHの再生像

ェクション法により大量生産が容易な計算機合成ホログラム (CGH) を取り上げ、大容量化のための多重記録方式を検討しています。

検討方法としては、位相コードによる多重記録の原理確認を行うとともに、位相マスクパターンの精度評価を行っています。また、サブサンプリン

グ法を検討することにより、本方式がホログラムサイズの縮小に適用できるかの検討を行っています。CGHのカッティングパターンを図5に、再生像を図6に示します²⁾。

4. む す び

今回は、東京理科大学基礎工学部、

電子応用工学科山本研究室について木村、後藤で紹介させていただきました。本稿で当研究室について、また私たちの研究について少しでも知っていただければ幸いです。これからもホログラムメモリについてさらに研究を進め、多方面からの理解、技術開発をしていきたいと考えています。またそれが、次世代大容量ストレージに貢献したいと考えています。

(2009年10月17日受付)

〔文 献〕

- 1) S. Yoshida and M. Yamamoto: "Analysis of Diffraction Characteristics of Photopolymers by Using Beam Propagation Method", International Symposium on Optical Memory, MP15, TD05-74, 1 (2008)
- 2) K. Nishimono, E. Kubota, D. Watanabe, S. Yamaguchi and M. Yamamoto: "ROM Type Holographic Disk Using Computer Generated Hologram", Proceedings of SPIE, 6252, 625210 (2006)

木村 衣里

現在、東京理科大学基礎工学部電子応用工学科在学中。同大学基礎工学研究科電子応用工学専攻に進学予定。ホログラムメモリにおける記録再生シミュレーションの研究に従事。

後藤 貴代

現在、東京理科大学基礎工学部電子応用工学科在学中。同大学基礎工学研究科電子応用工学専攻に進学予定。ホログラムメモリにおける記録再生メカニズムの研究に従事。