

白色光再生反射型ホログラムへの適用について講演を行なった。さらに、彼らは、コンピュータグラフィックスから合成されたホログラフィックステレオグラムの製作法について報告し、会議場のブースを借りて再生展示を行っていた。Cowan (ボラロイド社) らは、エンボス法によるディスプレイホログラムの製作法と、それを用いた再生像とを、美しいカラースライドを使用して講演を行ない興味を引いた。計算機ホログラム (CGH) に関しては、非球面鏡検査のためや、ビデオ出力のマッチトフィルターに使用するための電子ビーム露光による CGH の製作法が報告されていた。HOE に関係した発表が最も多く、Goodman (スタンフォード大) らは、HOE を大規模集積回路のチップ間の光伝送結合素子 (optical interconnects) として使用することを発表した。多重ビーム発生用の多重露光反射型 HOE の回折特性が、結合波理論に基づき解析されており、多重露光体積型ホログラムの波動方程式の解法は、複雑で過去に数例の報告しかない。著者の私見として、目的を究めれば、多重露光ホログラムの回折特性を含めたホログラフィの研究が、続行できることを感じとった。さらに、Veldkamp (MIT) らにより、レリーフ型ホログラム格子を用いて、モジュール半導体レーザー (LD) のコヒーレントな波面の重ね合せを行ない、LD の高出力化に向ける試みが、報告された。最初に重クロム酸ゼラチン (DCG) 感光乳剤をホロスキャナーとして企業化したといわれる Rallison (パルソン社) らが、会議場のブースを用いて DCG ホロスキャナーの展示を行っていた。干渉法や光コンピューティングのセッションにおいて、位相共役ミラーを用いた位相物体の可視化法や連想メモリーの実験例、ならびに多重露光ホログラムを用いる look-up table の設計法などが報告された。

信号回復と合成Ⅱの分科会の論文数は、招待論文8篇を含む36篇で、ポストデッドライン論文が2篇追加さ

れた。本研究集会は、3年前にネバダで開催された第1回目の集会に続く第2回目の会議で、表1のセッション題目より明らかなように広範な分野における問題が議論された。

これら種々の問題に共通する特徴は、いずれの問題においても主要な情報が欠落しており、不完全な情報のみが残されているということである。したがって、所望の信号を回復するために、残された情報以外に、どんな付加的な情報または制限をいかに効果的に用いるかに話題が集中した。この会議の中から、二、三の興味深い研究を紹介する。超解像のセッションで、Farhat (ペンシルバニア大) らは、神経ネットワークモデルを用いた超解像と信号回復の、ユニークな試みを報告し注目を集めた。さらに、新たに設けられた new concepts のセッションにおいて、Frieden (アリゾナ大) は、従来の確率 (probability) の代りに可能性 (possibility) の概念を用いて、像変換や論理的コンボリューションを行なうという斬新なアイデアを発表した。Ghiglia (サンディア国立研) らは、セルラー・オートマトンの手法を 2π の位相飛びを解く問題に適用した。Curtis (MIT) らは、ゼロ交差の情報のみから多次元信号を再生するという意欲的な試みについて報告した。

今回の会議は、大規模の国際会議と異なり、分科会形式の会議であるので、セッション間の休憩時に、気軽に外国人研究者と面識をもつことができる雰囲気であった。そして、外国の、とくに年輩の研究者の活発な発表が目立ち、議論が沸騰していた。終りに、ホログラフィのトピカルミーティングは、2年後に開催される予定で、参加者に、開催場所等についてのアンケート用紙が配布されていた。また、次回の信号回復と合成に関するトピカルミーティングは、3年後に米国で開催される予定である。
(1986年5月6日受理)

第6回微小光学特別セミナー参加報告

中西 俊 晴

東レ(株)フィルム研究所 〒520 大津市園山 1-1-1

第6回の微小光学特別セミナーが5月の12、13日の両日東京港区の石垣記念ホールで開催された。今回は「光メモリーシステム：その材料と光学系」と題して10

件の講演が行なわれた。光記録の基本原則から光学系、材料、さらに応用と、この技術の拡がりを反映した内容であった。100名を越す参加者が集い、この分野の関心

の高さが窺えた。

講演題目を参考までに挙げておく。

- | | | |
|---------------|------|--------|
| 1. イントロダクトリ | 三橋慶喜 | 電総研 |
| 2. ガウスビーム回折理論 | 伊賀健一 | 東工大 |
| 3. 記録方式 | 角田義人 | 日立中研 |
| 4. 光源 | 矢野盛規 | シャープ中研 |
| 5. 光学コンポーネント | 山本公明 | オリンパス |
| 6. 原盤記録 | 沖野芳弘 | 松下 |
| 7. 記録材料 | 今村修武 | KDD |
| 8. 基板材料 | 高橋宏治 | 三菱レイヨン |
| 9. OA用システム | 後藤顕也 | 東芝 |
| 10. 民生用システム | 新谷賢司 | ソニー |

最初に、セミナー全体を見渡して電総研の三橋氏が講演された。コンピュータの発展により光ディスクへの期待はますます高まっている。磁気比べ1桁は高い記録密度、非接触記録再生、媒体の可換性が主たる特徴であるが、「コロンブスの卵」ともいえる透明な基板を通した情報の読み書きというアイデアの重要性は無視できない。“ほこり”、“汚れ”という厄介な問題がこれにより解決されたからである。今では追記型記録はもとより、可逆メモリとして有望な光磁気や相変化記録も実用化は目前である。今後の課題はアクセス時間や記録速度のいっそうの向上、エラー率の改善等である。ディスクのセンタクランプ方式やカートリッジ化などのISO標準化の作業も着実に進捗している。

日立の角田氏が記録方式を中心に話された。光ディスクではミクロンを切るビーム制御技術が必要である。非点収差、バイプリズム、像回転等の合焦点方式や差動検出、ウォブリング等のトラッキング方式がそれである。これらを組み込んだ光ヘッドも小型軽量化が著しく、その結果マクロシークで50msを切るまでになった。ミクロシークでの技術的ブレイクスルーがアクセス時間短縮の決め手である。材料においてもTeから出発して、PbTeSeを見だし、60°C、90%RH条件で2,000h以上という実用寿命を達成している。光磁気方式ではカー回転角が小さいため、S/Nの改善が課題である。溝間記録による表面雑音の低減や高周波重畳法によるレーザー雑音の低減等の対策がとられている。相変化方式では消去と記録に別々のスポットを用いる。2レーザー方式とA/O変調器方式がある。材料の見極めも含めもう少し時間が必要である。

シャープの矢野氏が半導体レーザーを、オリンパスの山本氏が光学コンポーネントを、そして東工大の伊賀氏がビーム回折理論をそれぞれ講演された。将来の高速

化、高密度化にはレーザーの高出力化、短波長化が欠かせない。高出力化には光密度の低減と光吸収の低減がある。前者には活性層の薄層化、ガイド層を設けたLOC構造等が、後者には共振面近傍を高バンドギャップ化したウィンド構造がある。これらの努力により実験室レベルでは200mW以上の出力を得ている。最近InGaAlP系で700nmを切るものが報告され短波長化の歩みも着実である。光学ヘッドの素子設計ではビーム等方性は重要な因子である。ガイド層に屈折率分布を設けたBSISレーザーでの収差改善はその一つの解答である。

山本氏はまず各種の合焦用、トラッキング用の検出系を説明し、得られる誤差信号の定式化について述べられた。次いでジョーンズベクトルによる偏光解析手法が光磁気での信号解析に有効であることを示した。それによると磁性媒体での反射による位相差、基板の複屈折は検出信号を直接的に悪化させる。またビームスプリッターでのpおよびs偏光の位相差 δ はこれらの位相ずれを相殺する方向に働くので、この素子の設計は信号特性上重要である。その他、波長板や対物レンズ等の主要光学部品についてもその役割、特性、設計上のポイントを解説された。最後に読取り信号に及ぼす光学系の収差の評価式を導き、とくにタンジェンシャル方向のコマフレアが基本周波数信号の位相シフトを引き起こし、ジッタに直接影響すると強調された。

伊賀氏はこれらの光学系設計の基本となるガウスビーム回折理論を分布屈折率導波路における固有モード展開法を用いてわかりやすく解説された。ガウス波がなぜ形を保ったまま伝播するのかから説き起こし、集光スポットの径や焦点深度の評価式を導き出された。波面係数の変換から導かれる \tilde{F} マトリクス、光学素子の入射点と出射点を結びつける光線マトリクスを用いるマトリクス法の有効性をいくつかの応用例を交えて説明された。収差にも言及され、対物レンズの波面収差の評価はRayleigh法によりMaréchal法が適していると述べられた。

松下の沖野氏が講演された原盤記録技術は別名マスターリングと呼ばれる。最も高い精度が要求され、ディスクの大量安価な供給に欠かせない技術である。現在はレーザーカッティングが主流となっている。NAが0.93の対物レンズを用い0.3 μm までビームを絞込むため焦点深度はきわめて浅い。±0.1 μm のフォーカシングには、ガラス原盤の面ぶれが50 μm として50dBのサーボ利得が要求される。レーザー干渉計を用いた送り機構、2個のA/O変調器を組み合わせた光軸ずれ補正機構も組み込まれている。光源はレジストの感度特性から

短波長が好ましいが、出力、雑音等から 457.9 nm の Ar レーザーがよく用いられる。将来は VHD 原盤記録で用いられる矩形開口でのビーム絞り込みや機械的手法での V 字溝カッティングなどの高密度化への新しい展開が期待される。

記録材料を KDD の今村氏が、基板材料を三菱レイヨンの高橋氏が講演された。追記型では Te 系の TeC, TeO₂, PbTeSe 等信頼度の高い材料がすでにある。有機色素系も安価なため研究が盛んである。可逆メモリでは、まず光磁気はアモルファス材料の希土類・遷移金属系で実用化のめどがついている。カー回転角 θ_k が小さいため C/N に難があるが、Co の添加で 0.4° 以上にできる。この場合 θ_k とキューリ点の間には材料によらない関係がありキューリ点も上昇する。多層膜構成や反射層でも θ_k は増加する。多結晶系の MnPtSb の θ_k が 1° 近くあると注目されている。耐久性では酸化によるピンホールの発生が問題である。Pt, Cr, Ti 等の添加や, AlN などの保護層の採用で実用寿命が達成できる。相変化材料には TeO₂-Te がある。Sn をわずかに添加することで応答性が制御できる。記録には結晶から非晶への転移を利用する。

基板材料には光の透過性、均一性、寸法安定性、複屈折の小ささ等が要請される。ガラス, PMMA, PC が現在よく用いられる。射出成形法が多量安価なプロセスとして望ましいが、現状では改善の余地が多い。PC は吸湿性などで優れるが複屈折、転写性に問題がある。粘度と分子量や温度とのデータから分子量を下げて残留応力を減らしている。ポリマーにとって、粘度の制御、破断強度、微結晶化など過酷な条件がある。ともあれ、射出成形法は、光硬化樹脂による 2P 法と比べ、転写性、成形再現性で遜色のないところまでできている。

OA 用システムを東芝の後藤氏が、民生用をソニーの新谷氏が発表された。大容量と高速検索が OA 用のポイントである。文書ファイルシステムは大学、図書館、官庁等に 2,000 台以上納入され、A4 換算で数万枚の大記憶容量を持つ。ディスク 25 枚のオートチェンジャーで 150 万枚まで管理できる。CD-ROM では読出し時間 0.28 秒で 600 MB の容量を持ち、パソコンと接続して、教育や出版等への応用が期待される。その他、DREXON の光カードではピットは数 μm と大きいのが 2 MB 以上の容量がある。三洋のホログラムカードは再生像位置が一定、偽造が困難という特徴を生かして入室管理システムに应用されている。

民生用で重要なのは CD プレーヤである。ディスクスキュー角 1° でビームのサイドロブの影響からジッタの許容限界を越す。これはドライブには $\pm 0.4^\circ$ の精度が必要であることに相当する。コンパクト化によるピックアップの簡単化、軽量化でディスク並みのサイズまでできている。小西六と共同開発した非球面プラスチックレンズもその一環である。NA は 0.45 である。60°C までの耐熱性、55°C、90% RH での吸湿による可逆的な非点収差の発生という問題はあるが、実用上はさしつかえない。

以上述べたように、光メモリ技術は周辺技術への拡がり非常に大きい。講演内容には一部重複があったが、むしろ互いの技術が不可分、有機的なつながりを持つことの証左であり当然のことと思われる。体系的な勉強をする機会を企画されたことに感謝したい。光メモリが実用化されればそのインパクトは計り知れないものがあり、今後の技術の発展を大いに期待したい。

(1986年6月3日受理)