

(1件は浜松ホトニクス の発表, 他の1件は MIT, Lincoln Lab. の GaAs CCD 空間光変調器) だったのはさみしい限りであった。

Naval Reseach Lab. の Dr. Fisher の講演にもあったように, 最近20年ほどの間に, 数多くの空間光変調器が開発され, 発表されているにもかかわらず, まだあまり利用されていないのが現状である。その原因としては, 「価格が高い」「性能が悪い」ことが考えられ, 高性

能なデバイスを開発していくことはもちろん必要であるが, 現状のデバイスであっても, それを利用することのできるシステムも存在するはずであり, それらを積極的に利用してその情報をフィードバックしてもらいたいものである。

以上, デバイスを開発している者の立場からミーティング報告をさせていただきます。

(1985年5月1日受理)

微小光学特別セミナー出席報告

船 戸 広 義

(株) リコー技術本部 〒143 東京都大田区中馬込 1-3-6

微小光学特別セミナーが5月14~15日の2日間にわたり, 東京港区の石垣記念ホールで開催された。ことしのセミナーは「新しい展開を迎えた光集積回路の基礎と応用」と題して光集積回路の基礎, 材料および応用の3分野にわたり合計12の講演がおこなわれた。参加者は約150名弱でありホールはほぼ満席であった。以下各講演の概要を私見をまじえながら報告する。

第1日は光集積回路の基礎とその材料ということで講演された。第1講は庄野裕夫氏(東芝)による「基礎理論」で Maxwell の方程式による電磁波の記述のおさらいから始まった。Maxwell の方程式による解析のポイントはいかに解けるようなモデルにするかということである。次に Maxwell の方程式より反射, 屈折の法則が導かれ, 話が全反射へとすすむ。本講演では全反射時の位相シフト(Goos-Haenchen シフト)について詳述されたのが特徴である。Goos-Haenchen シフトの解析についての歴史的経過が述べられ, 現在でもこの現象の厳密な記述はされていないということであった。Goos-Haenchen シフトが古くて新しい問題であることを再確認した。このあと誘電体導波路について Maxwell の方程式の解が示されモード方程式, モードの物理的説明, 導波路内の等価屈折率, 位相速度および群速度など導波路特性の基本的事項が説明された。以上とかく難解で単調になりがちな基礎理論を物理的意味を示しながらわかりやすく講演された。

第2講は古屋一仁氏(東工大)による「光集積回路の基礎」と題して光導波路における結合について講演された。内容は二つの基本的結合方法(方向性結合と突合せ結合)について述べられた。方向性結合に関しては並行

導波路の結合論が示され, 初めにその物理的意味をプランコなどを例にしてわかりやすく説明された。次に導波路間結合の定量的解析がモード結合理論により明解に示された。また突合せ結合については結合の効率を透過率であらわしモードプロファイルの整合が重要であることが結論づけられた。全体として導波路における結合を明解に説明されすっきりと理解できた気がする。

第3講は秋葉重幸氏(KDD)による「半導体レーザーにおける導波理論」と題して DBR, DFB レーザーの理論について述べられた。まず導波路中に周期構造のあるブラッグ導波路の特性がモード結合方程式より導かれ, DBR および DFB レーザーの発振特性が示された。後半では秋葉氏らが検討している位相シフト型ブラッグ導波路による DFB レーザーについて触れ, 二波長で発振してしまう従来の欠点が改良されることを示した。モード結合理論を出発点に DBR, DFB レーザーの理論が詳細に述べられた。内容はかなり難解であったが DFB レーザーの基礎理論がかなりまとまった形で紹介されたと思う。

第4講は松村宏善氏(日立中研)による「GaAs 光導波路の低損失化」の講演がおこなわれた。最初に GaAs を他材料(ガラス, Si, LN)と比較し, EO, AO による光制御と回路, 光源, 検知器などとの一体化が両立でき夢のある材料であることが強調された。GaAs 材料の問題として伝送損失が大きいことがあるがこれに対して最近 MOCVD 法による導波路作成により低損失化が可能であることが示された。またキャリア注入により大きな屈折率変化が生じ光スイッチなどへの応用が有望ということも示された。GaAs は将来を考えると導波路材料

としてとても楽しみな材料であると感じた。

第5講は阪口光人氏（日本電気）による「光導波路の材料と製法：誘電体材料」の講演がおこなわれた。まず材料的観点から光導波路デバイスの歴史、それに続いて誘電体材料を用いたデバイスの機能について紹介があった。次に誘電体材料の種類と Ti 拡散 LiNbO_3 を例にした作製方法について触れ、これの展開として日電でおこなわれている 2重 Ti 膜拡散法の紹介があった。 LiNbO_3 を中心とした誘電体材料はいろいろな機能デバイスとして実現しており導波路用材料としては最右翼であろうが光損傷、DC ドリフトなどの安定性において一歩という印象を受けた。

第6講は宮下忠氏（茨城通研）による「光導波路の材料と製法：非晶質」でガラス系材料についての講演があった。最初に非晶質導波路の特徴について触れ、機能としては受動デバイスであるが、加工性、安定性、経済性に優れファイバとの接続性もよいことを挙げていた。次に製法として火炎直接堆積法による導波路の作製例が紹介された。多モードのリッジ型導波路でシャープなリッジを形成させていた。非晶質系は量産性がよいことが強調され、III-V 族半導体などとのハイブリッド化により能動化もおこなっていく必要があることなどの展望が示された。

第2日目は光集積回路の応用と展望についての講演がおこなわれ、まず中島啓幾氏（富士通研）による「光マトリックススイッチおよび変調器」の講演がおこなわれた。最初に導波路デバイスがスイッチ、光変調器などで今後の光通信の発展の鍵を握っていると述べ、この分野において Ti 拡散 LiNbO_3 が実用レベルに最も近いことが挙げられた。続いて光スイッチおよび変調器の諸形態、原理が紹介された。最後に今後の課題としてクロストークの低減、信頼性の確保、システム研究の必要性があげられた。この種のデバイスの実用化はそう遠くないことを感じた。

第8講は宮崎保光氏（豊橋技科大）による「光アイソレータ」についておこなわれ、まず磁気光学効果による光アイソレータの原理、導波型アイソレータの諸形式について説明され、つづいて磁気光学材料および作成方法が Bi: YIG, Bi: GdIG 薄膜について紹介された。今後の課題としては損失の低減、可視域への拡張などがあげられた。磁気光学結晶を用いているので他素子とのモノリシック化も一つの課題とおもわれた。

第9講は梅垣真祐氏（東大工）による「非線形光導波路」について二次の非線形光学効果を用いた周波数変換

素子の話があった。光導波路を非線形光学素子として用いる場合エネルギー密度、位相整合などの点からバルク結晶より利点をもっていることが述べられ、光導波路の SHG 理論、種々の位相整合法など導波路化する場合の諸問題が解説された。また非線形光学材料として有機材料が有望であることが指摘され、梅垣氏らの実験結果も紹介された。将来は半導体レーザーの波長変換も夢ではないことが述べられた。

第10講は金澤守氏（東芝総研）による「スペクトルアナライザ」の講演がおこなわれ、RF 信号のスペクトル分析に表面弾性波を用いた導波形光 RF スペアナが有力であり光集積回路実用化の最先端にあることが紹介された。次に金澤氏らの開発している LiNbO_3 を基板とする光 RF スペアナを中心に詳細な説明がおこなわれた。とくにキーとなる SAW トランスジューサ、導波路レンズなどにおける工夫が紹介され、帯域 400 MHz、分解能 4 MHz の試作例が示された。

第11講は山本昇氏（キャノン）による「導波形光偏向器」の講演で、表面弾性波を用いた導波型光ビーム走査器について述べられた。導波路材料、SAW トランスジューサの広帯域化、光入出力法について概観されたあと山本氏らの検討している Ti 拡散 LiNbO_3 を用いた端面出射型光偏向器についての紹介があった。今後の課題としては高出射パワーを可能とさせるための高い光利用効率と耐光学損傷、デバイスの集積化による小型軽量化、SAW 励振の低電力化の3点をあげていた。

最後の講演は石原聡氏（電総研）による「情報処理用光集積回路」の講演があり情報処理への応用について豊富な実例をもとに解説された。論理演算、AD、DA 変換、周波数解析、相関演算、剰余演算などを導波型デバイスを用いて提案された例が紹介された。また導波型とすることで並列処理性が薄れるのを補うために石原氏らの提案された光-光制御素子を用いたアレイ演算の紹介もおこなわれた。

以上、2日間にわたり光集積回路の基礎、材料、応用の広い分野の講演がおこなわれた。各分野とも適切な講師により講演され、内容は豊富で充実していた。ただ欲をいえば内容に対して時間が若干少なく質疑応答などが制限された場合も出てきたのが残念であった。セミナーの最後に光学懇話会の大頭幹事長が光集積回路はアイデアが出揃ってよいよ技術の領域に入ってきた。実用化に向けてさらに新しいアイデアを出して行って欲しいと結ばれていた。このような機会をもとに光集積回路の開発がさらに活発化し一日も早く実用化されることを期待したい。