



プロフィール

学歴

1982年 大阪大学 工学部 電気工学科 卒業
 1987年 大阪大学 大学院 工学研究科
 電子工学専攻 博士課程 修了
 工学博士

受賞歴

1987年 電子情報通信学会論文賞
 1997年 Best Paper Award in 2nd Optoelectronics
 and Communications Conference
 2010年 応用物理学会光・電子集積技術業績賞
 (林巖雄賞)

職歴

1987年 大阪大学 工学部 電子工学科 助手
 1996年 (英)オックスフォード大学
 客員フェロー(6ヵ月)
 2000年 京都工芸繊維大学 工芸学部
 電子情報工学科 助教授
 2004年 京都工芸繊維大学 工芸学部
 電子情報工学科 教授
 2015年 京都工芸繊維大学 電気電子工学系
 教授

京都工芸繊維大学 電気電子工学系
 教授

うら しょうご
 裏 升吾 先生

今回のSamco-Interviewは、京都工芸繊維大学を訪ね、電気電子工学系の裏升吾教授に光集積デバイスのご研究についてお話を伺いました。

▶ 裏先生のご研究についてご紹介ください。

光導波路を使った光回路とそれを用いたデバイスの研究を続けています。光導波路と外部の空間を伝搬する光を結合させる方法や素子にずっと関心を持っており、グレーティングカプラ(Grating Coupler: GC=回折格子結合器)を利用して導波路の光を外部に出す、外部を伝搬してきた光を導波路の中に入れるということをどのようにすれば上手くできるかという研究を行っています。

▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

大学院の修士課程までは物性の研究室で超電導や電気伝導のある高分子などを研究していましたが、その研究室の教授が退官されるということと勧めがあったということで博士課程から光の研究室に移りました。最初、光のことを何も知りませんでしたが、3年間で博士学位を取るためにグレーティングカプラを研究するようご指導いただきました。導波路では屈折率の高い所を光が通り、そこに細かいパターンを描くと光が外に出ます。「こんな面白いことができるんだ」と衝撃を受け、これを何とか世に出したいという思いがずっとモチベーションになっています。

1997年か98年頃だったかと思いますが、電子で演算し光で送信するという光電子融合回路の産官学大型共同研究の模索が始まり、博士課程の指導教官でした西原先生から私にお声がかかりました。セットメーカーが電気配線の限界を感じ始め、プリント配線板に換わる光配線板の可能性を真剣に検討しようとす

るものでした。数年もすれば結論が出ると考えていましたが、さまざまな課題が次々と出てきてなかなか解決せず、現在に至っています。

グレーティングカプラを使いこなすにはいくつかの注意点があります。一つは分布型素子であり、光導波路径に比べて大きいということです。導波路は光の波長サイズで済むため、膜厚も $1\mu\text{m}$ くらい、配線幅も $3\mu\text{m}$ くらいでできます。一方、グレーティングカプラは回折を利用するため、数十 μm から数百 μm の結合長が必要になります。そうすると幅も同程度にしないと利用しにくく、細い $3\mu\text{m}$ とか $10\mu\text{m}$ くらいの導波路に接続するためにはサイズ変換素子が必要になります。もう一つは光の入出力の方向です。応用上、光回路面に垂直に入出力することが望ましいのですが、グレーティングカプラは性質上、高効率での垂直入出力が難しく、通常は垂直から傾斜して伝搬する空間光の利用を余儀なくされます。そこで、これらの二つの問題点を解決するために、グレーティングカプラと共振器を集積した新しい形態を考案しました。高効率垂直結合が実現でき、チャンネル幅と同じくらいの小さな開口で結合できるため、光配線に使えるのではないかと考えました。計算によると80~90%の結合効率が期待できます。

しかし、グレーティングカプラには波長選択性や角度選択性があり、光結合には高精度の位置合わせが常に問題となります。そこで、グレーティングカプラに入射する光を自動的に導波路内へ導くことが可能な構造の検討を始めました。光配線板では送信側に面発光レーザ(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser: VCSEL)アレイを表面に搭載(実装)して、そ

れらの出射光を導波路アレイに結合させる構成も検討されています。その際、光配線板側にレーザミラーを集積しておいて、導波光励振条件でレーザ発振させられないかというものです。グレーティングカプラと集積する共振器を工夫すれば、結合効率を任意に設計できることが判ってきました。結合効率0%のグレーティングカプラは、入射空間光を高効率で反射でき、レーザミラーとして期待することも判ってきました。結合効率100%では、反射せずに全部導波路に入ります。例えば、反射を90%、結合を10%にするというようにレーザミラーと導波光励振を同時に実現する可能性を探っています。0%のグレーティングカプラは、昔から知られている導波モード共鳴(Guided-Mode Resonance: GMR)と類似していることがあとでわかり、今は導波モード共鳴を利用したデバイスも手掛けています。

▶ ご研究が私たちの身近な生活へどう関わってくるのかについてお聞かせください。

グレーティングカプラの研究の動機の一つは光電子融合回路への応用であり、今も変わっていません。光電子融合回路は高性能のコンピュータ、情報処理システムですので、超小型に集積してシステムを作るということは世の中のあらゆるところで役立つといっても過言ではありません。スーパーコンピュータを掌サイズにしたり、現在のコンピュータをワンチップにしたり、ロボットを作るときやAIを実現する、AIといっても学習だけではなく自分で考えて判断できるような、いわゆる次世代、次々世代の膨大な演算処理が必要な

ところに使えるのではないかと考えています。

もっと身近な生活への関わりでは、グレーティングカプラを使ったライダー (Light Detection and Ranging: LiDAR=光検出と測距) システムがあります。最近ではホットトピックスになっており、世界中で研究されています。ライダーシステムではレーザー光を走査(ステアリング)する素子が用いられます。スーパーマーケットなどで使われているバーコードリーダにもレーザー素子が用いられています。これはガルバノミラー (Galvanometer Mirror=検流計の回転機構を応用した走査ミラー) を機械的に回転させてレーザー光を走査するものです。その機械的動作をなくし、mmくらいまで小さくしようとして、光集積回路デバイスが検討されており、その光入出力素子としてグレーティングカプラが主役となる可能性があります。グレーティングカプラによる超小型のビームステアリング素子を実現しますと、車やドローンの自動運転のほか、例えば、AR(拡張現実)やMR(混合現実)用アイウェアに応用されるなどさまざまな用途に使うことができます。ビームステアリングを使った超小型のディスプレイは既に世の中に出ています。今あるものよりもさらに小さくできます。そういった研究も2~3年前から始めています。

▶ 日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか？

いくつかありますが、一つは人がやっていることをやらないということです。研究目的は同じでも異なるアプローチを採用し、スペック競争を避けるようにしています。もう一つは騙されないということです。研究では、設計、試作、評価、検証するスタイルをずっと続けています。設計するには計算予測は必須ですが、計算結果に騙されないためには実験すればよいことになります。また、実験結果に騙されないことも重要です。理論予測と同じような特性が得られた場合でも、本当に理論予測を裏付ける結果か、別の現象を捉えている可能性はないかを多角的に検証することを心がけています。もう一つは学生さんに騙されないということです。学生さんは経験の少なさから騙される可能性は高くなります。計算でも実験でも、報告を受けるときは鵜呑みにせず、計算なら自分で追試をしますし、実験なら条件等を詳細に聞き取ります。初めての実験方法を試す場合は必ず立ち会い、本当に信頼できるデータを取っているか見極めます。ルーチンワークは他人に任せても、肝心なところは必ず自分の目で確かめるようにしています。

▶ 阪大や産総研でも弊社の装置をご使用いただきましたが、ご感想をお聞かせください。

特に思い出に残っていることは、阪大では一台の装置でCVDとエッチングに使える装置を工夫して提供していただいたことです。もう一つは、こちらに納入していただいたリアクティブイオンエッチング装置『RIE-10NR』ですが、電極に窓を開けてもらってレーザーで膜厚を測れるようにしていただきました。こちらの要求に親身になってご協力いただき、ユーザーフレンドリーという印象が特にあります。

阪大の装置はシリコン窒化膜 (SiN) の堆積とエッチングに使いました。RIE-10NRはシリコン (Si) やシリコン酸化膜 (SiO₂) 系のエッチングに使っています。

▶ 座右の銘をお教えてください。

アメリカ第3代大統領のトーマス ジェファソンの “I'm a great believer in luck, and I find the harder I work, the more I have of it.” という名言があります。どれだけ頑張ったかによってたくさんの運をつかむことができるということで、座右の銘というほどではありませんが、私の信条に一番合っています。一生懸命研究したからといって必ず報われるということもありませんが、落ち込んででも仕方がありません。腐らずに頑張れば運が向いてくるだろうということです。Never give upということが心の拠り所というところですね。

▶ 休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

暇なし状態が多いのですが、時間があると庭の雑草抜きをしたり、ウェブやユーチューブを見たりしています。テレビはほとんど見ませんが、日曜囲碁対局はよく見えています。昔は体を動かすことも好きで、自転車は年間2,000kmほど乗っていましたし、テニスや水泳、キャッチボールも好きでした。ジョギングも好きで万博公園の外周をよく回っていました。頭のスポーツとして囲碁や将棋、麻雀もよくしました。残念ながら、今はほとんどできていません。

▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

先ほども申しましたが、サムコさんの印象はユーザーにすごく近く、何か困ったことがあれば相談に乗ってくださるというものです。ノウハウを開示しない会社もあると思いますが、サムコさんはエッチングやCVDのレシピを親切に教えてくださいました。一言というよりもお願いですが、この社風を今後も大事にいただき、そういう形で成長をしていただきたいと思っています。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。