

平成 28 年 10 月 10 日
 所属:豊橋技術科学大学大学院
 工学研究科電気・電子情報工学専攻
 氏名 土山 和晃



平成28年度 助成 海外調査研究終了報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

渡航目的	European Materials Research Society: E-MRSは、Si上の高機能デバイス集積に関するセッションが設けられており、50カ国以上から1000名近く出席する非常に大規模な国際会議である。渡航の目的は、申請者が開発したSi集積回路とGaN系発光素子のモノリシック集積技術という複数の学術領域に跨る研究成果の発表と研究動向・情報の収集である。
渡航日程と海外での成果 (発表・調査など)	修士課程学生(他発表者)の引率に加えトランジットでミスすると発表を逃す可能性があるなどの理由から、少し余裕をもってポーランドに到着するようにしました。レジストレーションが始まる9/18日の前日17日23時に無事ホテルに到着し、22日までの会議期間フルに参加することが出来ました。会議終了日の翌日23日にポーランドを出国し、24日朝に日本に帰国しました。 EMRS Fall Meeting 2016はポーランドの首都ワルシャワにあるワルシャワ工科大学で行われました。開催規模は、参加国数約50カ国で参加人数が約1000人でした。また、26個のシンポジウムに大別されており、私はシンポジウムI. Integration of novel materials and devices on silicon for future technologiesで講演しました。後日談ですが、ドイツ・シュツットガルト大学のショルツ教授とEMRS FALL meetingのお話になったときに、EMRSは非常にユニークで科学者として刺激を受ける機会の多い会議であると同いました。私のセッションIIは他のシンポジウムに比べると参加規模・会場共に大きかったですが、基本的には26のシンポジウムに大別されているため、他の専門的な国際会議に比べてまとまった議論ができることや、異分野の研究者が質問しやすい雰囲気があるなどこれまではあまり経験したことのないユニークな国際会議だと私自身も感じました。質問時間とコーヒブレイクでは、主にポーランドとドイツの博士課程学生とディスカッションや自分の研究に関する詳細説明しました。特に、自分で全工程を実験出来るといった点や、異種材料融合に関する様々なアウトプットがあった点はかなり欧州の博士課程学生にとって印象的であったようです。今後も引き続き成果を生み出し、日本発の技術として定着させていきたいと考えております。発表を行ったシンポジウムI. Integration of novel materials and devices on silicon for future technologiesでは、基本的にSi上のIV-IV族半導体やIII-V族半導体の結晶成長やデバイスに関する発表が多くを占めておりました。例えば、Siフォトリソ用レーザー構造成長用のGaAs系やGeSn(Si)系緩衝層の作製、宇宙等の特殊環境用太陽電池の実現に向けた多様な材料系の結晶成長、GaAs系の超高速スイッチングデバイスやSiGe系のフォトディテクターの作製、MoS2やSiナノワイヤを用いた低次元デバイスの基礎物理等です。シンポジウムを通して、GaNを代表とするIII-族窒化物半導体の個別素子としての報告はありましたが、光電子集積に関する我々の研究は非常に独自性が高いと感じました。また、CMOS互換が他の材料系ではやはりハードルが高いというのが研究者の実感のようなので、今回の発表を機に改めて研究を強く推進し、世界初のCMOS集積を実現したい。
研究内容の概要	本研究では、ワンチップで超並列光入出力演算を可能とする新規デバイスの実現に向けて、GaN系微小発光素子(μLED)とトランジスタ(Si-MOSFET)からなる高密度・微細な単位回路を同一基板内に自在に集積するためのプロセスを開発した。 一般的な画像処理システムでは、画素データが一時的にシリアルデータに変換されCPU等で処理される。一方、網膜系のような並列処理による輪郭検出・接近検知等の機能をワンチップ化できれば、高性能な並列型画像処理が可能となる。これは、医療・家庭用ロボットの視覚機能や車載用あるいは防犯用に利用される画像処理システムの高速化・小型化・低消費電力化に繋がる。本研究では、本技術の開発により以下の点を達成した。 ☑個別素子の特性と比較しても遜色の無いMOSFETおよびLEDのモノリシック集積 ☑10MHz以上のパルス駆動(文献[1]の10^4倍) 先行研究として、Si/GaN/Si構造によるLEDとMOSFETのモノリシック集積が報告されている[1]。しかし、低発光効率や高いリーク電流の発生、1kHz程度での動作遅延が見られている。そこで申請者は、高い耐熱性・耐薬品性・量子効率を誇るGaN系材料を発光層に採用したSi/SiO₂/GaN-LED構造を新たに提案し、最適なプロセス設計を行うことにより問題の解決を実現した。本成果は、個別素子を貼り合わせるハイブリッド型では達成しえない高密度の光電子集積を可能とするものであり、異種材料集積における相互汚染や熱耐性の問題を克服し、新規的・現実的な光電子集積の形を示したという点で学術的に意義が深い。また、本助成申請時から更に層構造の検討を進めていく中で、CMOS技術と互換するモノリシック集積プロセスが設計可能であることを見出した。今回の海外助成の内容に関連して、Semiconductor todayという電子ジャーナルで我々の研究が取り上げられましたので、結びにご報告いたします。 http://www.semiconductor-today.com/news_items/2016/oct/tut_121016.shtml [1] K. Yamane et al., Appl. Phys. Express 3, 074201 (2010).

提出期限: 帰国後すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。