平成　26 年度研究ステーション研究成果報告書

１．研究ステーション名　　新世代集積システム

研究代表者名（所属部局・職・氏名）先進理工学専攻　教授　一色　秀夫

２．研究組織(今年度関わった全ての構成員を記してください。)

＜学内構成員＞

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 先進理工学専攻 教授 一色秀夫

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 先進理工学専攻 教授 上野芳康

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 先進理工学専攻 教授 山口浩一

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報･ 通信工学専攻 准教授 安藤芳晃

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 先進理工学専攻 教授 奥野剛史

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 先進理工学専攻 教授 中村淳

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報･ 通信工学専攻 教授 和田光司

３．平成　26 年度の研究の特筆すべき成果

本研究ステーションはLSI 技術を基盤としたSi 基板をプラットフォームとする異種機能の集積・融合を目的としている。本研究では信号処理機能を併せ持つ次世代インテリジェント・パワーデバイスの開発に向けSi基板を用いたダイヤモンド・パワーデバイス集積化プロセスの開発を進めている。パワーデバイスの開発では、高耐圧・低消費電力化を目的としてSi(Eg=1.12eV)に比べバンドギャップの大きなSiCの適用が進められ、現在実用段階に入っている。SiC結晶は多様体であり，パワーデバイス用途としては４H-SiC　(Eg=3.26eV)が最有力候補となっている。しかし六方晶のためｃ軸方向の成長に対し転移が生じやすく高い結晶性を保つことに苦慮している。経産省のロードマップによれば，SiCパワーデバイスの後継候補として，究極のパワーデバイス材料であるダイヤモンド・パワーデバイス(Eg=5.47eV)の開発・実現が期待されている。我々は、これまでに培ってきたマイクロ波プラズマCVDによるSi基板上の高配向ダイヤモンド核形成および，Si基板上のダイヤモンド選択ヘテロエピタキシャル成長技術を融合し，パワーデバイス活性領域となる単結晶ダイヤモンドをSi基板上に選択形成に成功した。さらにダイヤモンド配向核の選択性を高めデバイスサイズ程度まで大型化できることを証明した。これらの技術を応用し、パワーデバイスおよび信号処理回路をSi基板上に形成しIPM(インテリジェント･パワー･モジュール)に向けたシステムLSIチップ(IPMチップ）を提案した。以上の成果をもとに特許出願を行った。

４．平成　26 年度の研究成果の公表実績

なし

５．外部資金の獲得状況

なし

６．今後の研究発展

スマートグリッド実現に向けダイヤモンド・デバイスのSi基板上集積化技術を進展させ、ダイヤモンドIPMチップの実現に向け、デバイスの実証を目指す。Si基板上のダイヤモンド単結晶の電気特性評価を進め、ショットキーバリア・ダイオード(SBD)、金属-半導体接合(MES)電界効果トランジスタ（FET）の試作・実証へと進めていく。

現在、コンピュータシステム内の高速化を原動力として，シリコンフォトニクスを利用した光インターコネクトの開発・実用化研究が産総研を中心に産学官連携で進められている。本研究ステーションでは本学の特色を生かし，異なるアプローチから異種分野の融合を目指すべきと考える。現在電通大の１つの特徴である“光科学”の観点から量子光学系のオンチップ集積の検討を行っている。”Heterogeneous Integration”の命題の下に電通大独自の具体的なアプローチとして“シリコンフォトニクスと量子光学との融合”等をいち早く明示できれば、大型の外部資金獲得も可能と考えている。

本研究ステーションに参加されているメンバーは、半導体デバイス・物性分野だけでなく情報通信や情報処理、量子光学と分野的に多岐にわたり、不定期に討論会(ブレインストーミング)を行っている。本学では改組等の多忙の中，各教員は個々に優れた成果を挙げられているが，ステーション活動を通じて“融合”といった形での、具体的な成果に至っていないことは残念である。“知のボーダレス”から踏み込んだ異種分野の融合実現は一朝一夕には成し得ないことを痛感している。しかし、電通大は異分野が程好い規模で集積されている点が強みであり，本研究ステーションが学内における異文化交流の場として機能するよう活動を進めていきたい。

７．発表論文等（各項目ごとに記載してください。）

「招待論文」：

1) H. Isshiki, F. Jing, T. Sato, T. Nakajima, and T. Kimura, “Rare earth silicates as gain media for silicon photonics”, Photon. Res. (査読有), Vol.2 (2014) A45.

「学会発表」：

Hideo Isshiki et al., “Sharp and intense emission of Si-vacancy luminescent center in diamond film grown on Si (100) substrate”, International Conference on Group Four Photonics (GFP2014), August 27-29, 2014, Paris, France.

「招待講演発表」：

一色　秀夫、小宮　一輝、小島　隆平、相馬　勇治、重枝徹哉・Si 基板上ヘテロエピタキシャルダイヤモンドからの Si-V センター発光・第 21 回シリコンフォトニクス研究会・2014 年 7 月 29 日・東工大

Tadamasa Kimura and Hideo Isshiki, “Er Silicate Waveguides for Compact Optical Amplifiers on Silicon Platform”, 2014 Optical Society of Korea Summer Annual Meeting, August 25-27, 2014, Jeju, Korea.

「特許出願」：

単結晶ダイヤモンドの製造方法、単結晶ダイヤモンド及び半導体デバイス・一色　秀夫、相馬　勇治、小宮　一輝、小島　隆平・特願 2014-175926・2014 年 8 月 29 日・国内