

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 自己組織化グラファイトシート上エレクトロニクスの開発

2. 研究代表者： 藤岡 洋(東京大学 生産技術研究所 教授)

3. 研究概要

本研究は、高い熱伝導性・電気伝導性、原子レベルでの平坦性などの優れた特徴を持つ安価で柔軟な大面積フィルム状の自己組織化グラファイトシート基板に、InGaN を用いた青色 LED、太陽電池を作製し、その動作を実証することを目的とする。このためにパルススパッタ堆積法と呼ばれる結晶成長法、デバイス作製技術、さらにはグラファイトシート上の半導体の評価技術の開発を行う。また理論グループはグラファイト基板上の窒化物成長に関する第一原理計算を実行し、2 次元物質上の 3 次元物質の成長に関する基礎データを取得する。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

これまでにグラファイトシート上に InGaN の LED を試作、窒素の組成を変えることで、青、緑、赤のフルカラーの発光を実証した。これは安価で大面積、放熱性の良いグラファイト基板に赤色を含む 3 原色の発光が得られている点で驚くべき結果であり、産業上のインパクトも大きい。また InGaN を用いて太陽電池を試作、まだ変換効率は小さいもののその動作を確認している。窒素の組成を変えることで、InGaN のバンドギャップを変調、原理的には太陽光スペクトルの全てをカバーできる可能性を有しており、今後の進展に期待したい。またサファイア基板上であるが、独自のパルススパッタ堆積法で AlGaIn/GaN ヘテロ接合電界効果トランジスタを試作、動作させることで、2 次元電子ガスの形成を確認している。将来的にはグラファイトシート上にも同素子の実現できるはずであり、光デバイス、電子デバイス双方で大きなインパクトをもたらすと予想される。また当研究領域内の寒川研究代表者との共同研究で、半導体への低損傷エッチングにも成功しており、今後、素子特性がさらに向上することを期待したい。

4-2. 今後の研究に向けて

大面積、高放熱、安価なグラファイト基板上の LED、パワー FET、太陽電池と次世代の光、電子素子として期待が大きい。今後、グラファイト上でのヘテロ接合電界効果トランジスタの動作、LED、太陽電池の高効率化等、未着手の課題に手をつけることで、本技術の有用性を次々と実証していくことを期待する。

これまでの成果から産業的応用が期待されるが、そのためには大きな開発資金の投入、産業化に長けた企業の人材の関与が必要である。複数の企業が参加する研究組合、NEDO や JST の産学連携型プログラムなど、実用化に向けてはいろいろな仕組が用意されているので、将来的にはそのような場で開発が本格化することを期待する。そのためにも、本 CREST 研究の後半では、通常のサファイア基板上 CVD 成長に対する優位性を説得力ある形で一つ一つ示していくことが重要になる。基礎技術としても、良質なグラファイト界面の実現等、押さえておかねばならぬ課題も多く、これらについても怠りなく進めていって欲しい。同時に基礎フェーズでの知財の確保が極めて重要になる。これまで特許出願がないというのは大変問題であり、大学の知財部門などとも相談のうえ、積極的に出願に取り組んでいって欲しい。

4-3. 総合的評価

CVD では実現できない In リッチの InGaIn 結晶の成長で赤色の発光を実現、さらにはサファイア基板上であるがパルススパッタ堆積法で、AlGaIn/GaN ヘテロ接合トランジスタの動作実証等、予想外の結果も含め、研究は順調に進展している。産業応用分野も明確であり、実用化につながれば大きな社会的インパクトになると期待される。産業界との連携を進め、ディスプレイなど応用に近いところは企業に任せ、まだ課題が残る基礎的な部分に研究を集中させるべきと考える。そのためにも知財の確保は絶対的に重要である。