

「物理的手法を用いたナノデバイス等の創製」

平成 13 年度採択研究代表者

大串 秀世

(産業技術総合研究所新炭素系材料開発研究センター 総括研究員)

「高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発」

1. 研究実施の概要

当グループは、シリコン半導体並みの高品質な原子レベルで平坦なダイヤモンド薄膜の合成に世界に先駆けて成功するとともに、この膜においてダイヤモンド特有な高密度 ($10^{18}/\text{cm}^3$ オーダー) の自由励起子による強い紫外線発光の非線形光学効果を見出している。この励起子の高密度状態は、系の体積を一辺がナノスケールオーダーのナノスペースにすると、 $1\sim 10^6$ 個程度の励起子の存在によって実現される。現在、ダイヤモンドの微細加工技術はシリコン並みのレベルになっており、この技術を駆使して、ナノスケールのダイヤモンド pn 接合や pin 構造の素子を製作すれば、上述の非線形効果を利用した低電圧・低電流で動作する紫外線発光素子やセンサー素子が実現できる。平成13年度は、研究実施体制の各研究項目の実施に必要な実験装置の整備に力を注いだ。この中で、既設の超高真空高励起カソードルミネッセンス装置に本プロジェクトで新しく導入した紫外線検出器を付加し、励起子発光の非線形効果が再確認できたのが大きな成果である。平成14年度には、新しく導入した実験装置の立ち上げを含め本格的な研究に入る。特に、実験室レベルで B-doped ダイヤモンド薄膜をベースにした電荷注入法による紫外線発光の確認をとる予定で、2～3年後には pn 接合による非線形効果を利用した基本的な発光素子の製作を行う予定である。

2. 研究実施体制

紫外線発光ナノデバイスグループ

① 大串秀世(産業技術総合研究所新炭素系材料開発研究センター、総括研究員)

② 研究項目

原子レベルで平坦な表面をもつ高品質ダイヤモンド薄膜合成

pn 制御技術

デバイス化のためのナノテクノロジーとその評価

間接遷移型半導体における高密度励起子状態の理解

ダイヤモンド紫外線発光デバイスの製作と評価

紫外線ナノセンサーグループ

① 久米博(独立行政法人国立環境研究所、主任研究員)

② 研究項目

ダイヤモンド紫外線センサーの製作と評価

ナノ構造評価グループ

① 市野瀬英喜(東京大学、教授)

② 研究項目

デバイス化のためのナノテクノロジーとその評価

理論グループ

① 菅野正吉(茨城大学、教授)

② 研究項目

間接遷移型半導体における高密度励起子状態の解明