

## 平成 19 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名：日産自動車株式会社

研究リーダー所属機関名：(独)産業技術総合研究所

課題名：自動車動力系利用のための高温動作光素子開発

### 1. 顕在化ステージの目的

地球温暖化防止・環境対策のため、自動車動力系での紫外線半導体光素子の利用を目指している。研究グループでは、高密度励起子状態を利用した新しい原理のダイヤモンド深紫外線(波長 235 nm)発光ダイオード(LED)を既に実現している。これは燃料を直接励起できる波長を初めて半導体光素子で実現したものであり、さらに高温動作と時間変調動作を実現できれば、光素子の動力系利用という大きなイノベーションの可能性が広がる。本課題はダイヤモンド深紫外線発光デバイスの成功をシーズ候補として、高温動作・時間変調動作を実現することにより自動車動力系利用光素子のシーズとして顕在化させるものである。

### 2. 成果の概要 ※研究実施者の完了報告書より抜粋

#### ○大学の研究成果

本研究では、他の半導体材料では動作し得ない 510°C という高温でもダイヤモンド pn 接合ダイオードが深紫外線発光し(励起子による、波長約 235 nm)、さらには室温に比べて強度が増大することが示された。一方、周期的電流注入環境下では 250 Hz でも強度を下げることなく深紫外線発光し、タイミング制御が確実に出来ることが明らかになった。深紫外線発光自体は YAG レーザやエキシマレーザでも可能だが、LED 以外では小型化が難しく、自動車エンジン付近への配置は不可能に近い。ダイヤモンド LED の高温動作、及び 100 Hz を超える周波数での周期的変調動作を確認したことは、深紫外線発光素子の自動車エンジン応用に向けた大きな一歩になる。

#### ○企業の研究成果

ダイヤモンドデバイスを高温(500°C超)で試験すると電極等の周辺材の劣化が起こり、ダイヤモンド固有の真性劣化現象が隠蔽される事態が懸念される。

本課題の目的は、周辺材を備えた現行ダイヤモンド深紫外発光ダイオードが、pn 接合の純粋な劣化を正當に評価できるレベル(500°C、100 時間)まで耐えられるか実験的に評価し、現行周辺材に上記問題がある場合はその寿命を向上させる指針を提示することである。

検討の結果以下の成果が得られた。

- 1) 100 時間のレンジでダイヤモンド pn 接合の高温真性劣化過程を観察する方法を開発した。
- 2) 500°C、100 時間のレンジではダイヤモンド pn 接合は安定で、劣化は起きないことが判明した。
- 3) さらに長時間レンジでは Ti/Pt/Au 電極の劣化が起こり、駆動電流が減少する。
- 4) この問題を解決するための指針を明らかにするとともに、同指針の妥当性を実験的に検証した。

### 3. 総合所見

概ね期待通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。ダイヤモンド発光 LED の高温発光動作は確認され、ほぼ目標を達成し本研究に基づく特許も出願されている。周辺部材に関しては、評価による劣化モードの解析により対策指針が立てられ、その初期的対策のための開発がなされているので、今後、実用化を目指し、周辺部材の解決を含めた具体的計画立案による研究が期待される。