

課題名 (タイトル) :

紫外線 LED の光取出し効率のシミュレーション解析

利用者氏名 : ○鹿嶋 行雄*, 松浦 恵里子*, 小田島 渉**, 巨智部 陽一**

所属 : 平山量子光素子研究室*, 富士通株式会社**

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

これまで高効率深紫外 LED 開発の共同研究において、光取出し効率の向上を目的として小さな計算モデル(x/y/z=10um/10um/5um)で FDTD によるシミュレーション解析を行ってきた。

今回は、実際の LED 構造に相似形で、より大きなモデル(x/y/z=30um/30um/20um)を用いてスーパーコンピュータによる大規模計算を行い下記の成果を目標とした。

- ① 複数の TE/TM 光源とフォトニック結晶の形状の違いによる光取出し効率の効果と法則性
- ② サファイア基板厚さと光取出し効率の相関性
- ③ 異なる波長における前記①の法則性成立可能性

2. 具体的な利用内容、計算方法

ハードウェアリソース : 多目的 PC クラスタ /GPGPU

コア数 (ノード数) : 192 コア (24 ノード)

総演算時間 : 90,000 コア時間

計算方法 : 計算モデル (添付図 1) による FDTD 解析

3. 結果 (添付図 2)

縦軸は LEE 増減率、横軸は側壁に対する正面の面積比で、側壁、正面、合計をそれぞれ示す。側壁における LEE 増減率は、Pillar A(approx. 0%)が PSS(approx. 12%)に対し明らかに小さく、Pillar A で結合ピラーを形成する事は、TM 偏光による側壁光の増加を抑制する効果がある。正面においては、PhC(approx. 50-70%)は PSS(approx. 20-30%)に対して LEE 増加に効果がある。また、合計値の結果から、複数箇所に PhC や PSS のパターンを形成する事、基板の厚さを薄くすることは LEE 増加に効果がある。

(注)

Pillar A : フォトニック結晶 (PhC) をサファイア基板と AlN バッファ層の界面に形成。

Pillar B : フォトニック結晶 (PhC) をサファイア基板裏面に形成。

Hole : フォトニック結晶 (PhC) をサファイア基板裏面に形成。

PSS (Patterned sapphire substrate) : サファイア基板表面に形成。

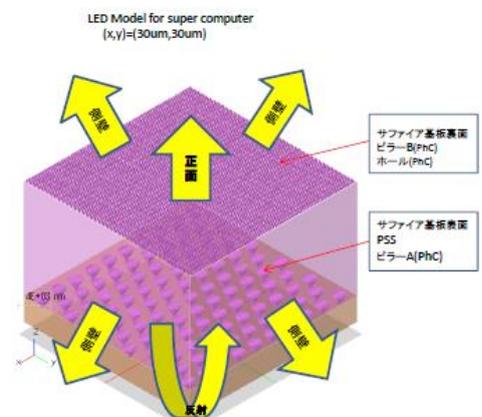
4. まとめ

RICC は LED における光取出し効率に重点を置いたデバイス設計・開発に有効である。

5. 今後の計画・展望

シミュレーションを継続して LED におけるフォトニック結晶の物性を解明し、より効果的な光取出し効率を得られるフォトニック結晶の設計方法と LED デバイス設計に活用できるシミュレーション技術を開発する。

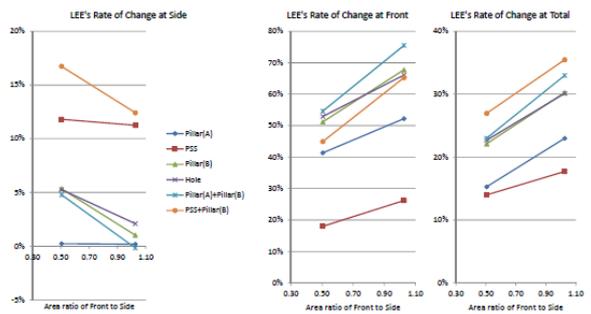
図1. Computational Model For RICC



UV light is emitted to the air from the front and the side of LEDs as above. Both of UV-LED's layer's structure is described from the top to the bottom as below.
 1.Sapphire substrate(9um) 2.AlN buffer layer(4um) 3.n-AlGaIn buffer layer(1.4um)
 4.Barrier(10nm) 5.Quantum Well (5nm) 6.Barrier(10nm) 7.MQB(20nm)
 8.p-AlGaIn layer(20nm) 9.p-AlGaIn contact layer (300nm)10.Al reflective electrode(150nm)

平成 25 年度 RICC 利用報告書

図2. 正面/側壁面積比とLEE増減率



平成 25 年度 RICC 利用研究成果リスト

【平成 26 年 3 月 7 日 日本学術振興会 第 162 委員会 第 88 回研究会 講演予稿集】

【口頭発表】

平成 26 年 3 月 7 日発表予定

会議名：日本学術振興会 第 162 委員会 第 88 回研究会

場所：東京都千代田区六番町 15 番地 主婦会館プラザエフ

発表者：理化学研究所 平山量子光素子研究室 鹿嶋行雄

講演題名：ナノインプリントとドライエッチングによるフォトニック結晶・PSS 加工制御