

AGENDA

of presentation “SimuLED – engineering tool for LED and laser diode design and optimization”

Dr. Mark Ramm
STR Group, Russia

本議程將介紹 SimuLED 模擬軟體(<http://www.str-soft.com/products/SimuLED/>)，為 III 族氮化物、II 族氧化物 LED 與 LD 的設計和最佳化軟體。這些新的半導體材料擁有特別的性質，例如自發性電極化 (spontaneous electric polarization)、強的壓電效應、p 型雜質 (p-type impurities) 的低活化率等，而限制了利用傳統 III-V 族與 II-VI 族化合物的發展策略。

SimuLED 包含三個模組：SiLENSe、SpeCLED 與 RATRO，可彼此合併使用，或單獨進行模擬分析。

SiLENSe 是一維模擬軟體，提供 LED 或 LD 異質結構的全面性資訊，建立主動區 (active region) 的電子與電洞傳輸、載子注入，與放射與非放射結合現象，重要結合機制如：(i) 電子與電洞放射結合，(ii) 原始模型內線差排 (threading dislocation) 的非放射結合與點狀缺陷，(iii) Auger Recombination 控制藍/綠 LED 的內部量子效率 (IQE)。並預估不同因素與異質結構設計的 IQE，計算發光光譜，提供 SpeCLED 所需資料。軟體並內建材料資料庫，相當適合設備工程師、LED 與 LD 異質結構研究相關人員。

SiLENSe-Laser Edition 軟體提供附加功能：LD 異質結構中的一維波導分析，計算特定的雷射參數與特性，例如 TE/TM 模式的光侷限因子 (optical confinement factor)、臨界電流密度、自由載子損失、光增益等。波導模擬考慮纖維鋅礦 (wurtzite) III 族氮化物、II 族氧化物半導體的雙折射，與波導模式密度分佈的金屬電極效應。

SpeCLED 提供平面式、直立式 LED 晶粒的電流分佈與熱傳耦合三維建模，此二個過程相互影響，皆為晶片設計與最佳化的必須資訊。SpeCLED 產生電極幾何與接觸層參數的作用資訊，例如添加物濃度與厚度、電流分佈與局部主動區的過熱。接觸層的非等向導電性內部模型，能說明 LED 晶粒電流分佈的超晶格效應 (superlattice effect)。

使用者可由 SpeCLED 模擬得到 LED 特性，例如給定順向電壓時二極體的總電流、光功率輸出、外部與發光功率轉換效率、差動電阻等。軟體可使用 SiLENSe 建模特殊 LED 結構的結果；或作為獨立模擬軟體、輸入異質結構特性參數進行分析。內部視覺化工具能顯示電流密度、溫度、發光波長與晶粒效率的計算結果。SpeCLED 特別適合設計可見光與紫外光 LED 晶片的研究人員，並提供 LED 光跡追蹤分析所需資訊。

RATRO 模組提供 3D 光跡追蹤分析，考慮 LED 主動區的非均勻發光強度，與不同形狀基板。RATRO 計算光萃取率，並用於 SpeCLED 計算 LED 光功率輸出與發光效率。RATRO 考慮半導體在不同折射率、吸收指數、基板與環氧材料下的波長，說明異質結構塊的光吸收，金屬層的光干涉，包含多層複雜結構。這些先進的方法用於 textured surface 的光干涉模擬，分析取光效率表面圖案化 (Surface patterning)。軟體能使用偏振光，預測遠場的偏振度。

軟體主要優勢包含：

- 簡易的學習與使用過程：軟體特別適合設備/長晶工程師使用；不需具有數值模擬經驗。
- 快速操作與得到有價值結果：軟體對特定工程問題結果進行最佳化，因此沒有一般通用軟體限制的缺點。
- 重要物理模型的整合：一旦使用者評估並決定重要因子，可由各別軟體建立各別模型進行模擬分析。

議程中將討論多個應用案例，展現 STR 軟體的性能與可預測等級，並與 III 族氮化物 LED 與 LD 的資料作比較。

議程並討論高亮度 LED (HBLED) 領先製造商使用的數個先進方法，並由 SimuLED 軟體進行分析與討論：

- 薄膜式 LED (Thin Film LED operation) 分析
- 使用 ITO 擴散層 (ITO spreading layer) 改進 LED 效能
- USCB 小組推薦的多像素 LED 陣列 (Interdigitated Multi-Pixel LED) 分析

軟體未來的發展方向將會被強調，特別是 STR 發展的新軟體：SimuLAMP™，作為 LED 燈的光學與熱管理工具，將於議程中介紹。