

ドレスト光子フォノンを用いた Si LED の発光スペクトルの加工条件依存性

The processing condition dependence of EL spectrum of Si LED using dressed-photon-phonon

○金 俊亨¹, 川添 忠², 大津 元一¹ (1.東大院工、2.NPO ナノフォト)

○JunHyong Kim¹, Tadashi Kawazoe², Motoichi Ohtsu¹ (1.Univ. of Tokyo, 2.NPEO)

E-mail: kimjh@nanophotonics.t.u-tokyo.ac.jp

Si は論理素子、受光素子として広く使われ、現社会を支える最も大事な半導体材料である。しかし発光のためにフォノンの介在が必要な間接遷移型半導体であり、発光素子には適さない材料とされて来た。しかし近年 Si と原子量の異なるドープント周りのドレスト光子とフォノンの相互作用に着目することで、上記の限界を克服でき、Si ベースの発光素子が作製可能であることが実証された[1]。

Si と原子量の大きく異なるドープント (n 型: As, Sb, p 型: B 等) はフォノンの閉じ込めのための反射境界として働く。1 次元モデルを用いた計算では、ドープント対が隣接している場合、フォノンの振幅が大幅に大きくなることが示されており、これはドレスト光子との結合確率の上昇を意味する[2]。結晶の 3 次元モデルと合わせて考えると、最隣接ドープント対が逆格子空間において Γ -X 方向に置かれていると、ドレスト光子フォノン(DPP)を介在した発光過程が可能となる。またここで説明した内容は 3 次元アトムプローブ法により実測もされている[3]。

ドープント分布を調整し DPP 準位を介在する発光を実現するために、電流注入とレーザ照射を同時に行う DPP 援用アニールの手法が用いられる。本手法では発光させたい波長のレーザ光を当てながら、電流を流し、この過程で発生する局所的な熱をドープント拡散の駆動力として使用する。拡散途中、外部から照射するレーザ波長に対し誘導

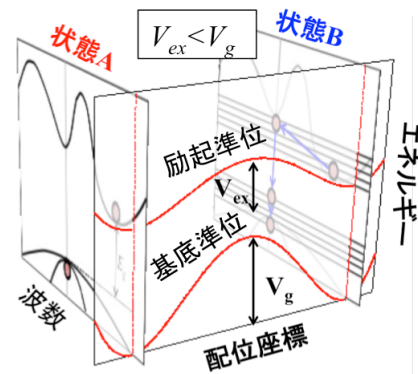


Fig. 1 Two-level two-state model

放出の起こり易いドープント配置になると光としてエネルギーは外部へ散逸され、拡散が停止する。つまり自律的に DPP 準位を介在した発光に適した局所構造に変化して行く。

しかし次の項目に関しては追加的な議論が必要である。DPP 援用アニールの効果を最大にするためにどのような波長のレーザを使用すべきか。そして照射光のパワー密度と電流密度はどのように決めるべきか。我々は GaP を用いた先行研究において図 1 のようなモデルと実験結果をもとに、電流とレーザ光パワーの間に最適な比が存在することを見出した[4,5]。本講演においては Si の場合に同様の実験と考察を行い、Si LED 作製の最適条件を探ると同時に、DPP 援用アニールのメカニズムのさらなる理解を目指す。

[1] T. Kawazoe et al., Appl. Phys. B **104** (4), 747 (2011).

[2] Y. Tanaka et al., Phys. E **40**, 297 (2007).

[3] T. Kawazoe et al., Appl. Phys. A **121**, 1409 (2015)

[4] J. H. Kim et al., Appl. Phys. A **121**, 1395 (2015)

[5] 金他、第 76 回応用物理学会秋季学術講演会、16p-2G-5