

18a-F12-7

# EL スペクトルの評価によるホモ接合 Si-LED 内の フォノンと電子正孔対との結合制御と評価

## Evaluation and control of the coupling strength of electron-hole pairs and phonons in a homojunction Si-LED by the evaluation of its EL spectrum

東大工, ○和田 直樹, 水島 彩子, 川添 忠, 大津 元一

Univ. of Tokyo, ○Naoki Wada, Ayako Mizushima, Tadashi Kawazoe, Motoichi Ohtsu

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

ドレスト光子技術により間接遷移型半導体である Si バルク結晶の近赤外発光ダイオード (LED) が実現している [1]。その EL スペクトルにはアニール加工時の照射レーザー波長に一致するピークと共に、サイドバンド構造が現れる [1, 2]。本研究の目的はその制御と発現機構の解明であり、今までに、短パルス光の対を照射しコヒーレントフォノン (CP) の生成を操作しつつ LED を作製することで、EL スペクトルが制御されることを見出し、サイドバンドが CP に起因することを示した [2]。今回の報告では、実際に得られた EL スペクトルとシミュレーションとの比較により電子正孔対と CP との結合状態を評価し、CP の関与する発光機構を調査したので、その結果を報告する。

Si の分散関係・状態密度に従うフォノンをランダムに選び電子と結合させ、電子正孔対が波数保存則を満たす場合のみ発光再結合するというモデルにより、EL スペクトルの評価に成功した研究がある [3]。そこで本研究ではこの手法を、短パルス光の対を照射し EL スペクトルを制御した Si-LED に用い、その制御の効果を評価した。図 1 の赤線は振動数 15.6 THz のフォノン (LO や TO フォノンを含む) の奇数次を抑制、偶数次を増強しつつ作製した Si-LED の EL スペクトルである。この実験条件に対応させて、電子と制御したフォノンの偶数個結合時及び奇数個結合時に、電子がフォノンを吸収する/放出する確率を変化させ得られた EL スペクトルが図 1 の青線であり、実験結果をよく説明できることが分かった。またフォノン制御の効果をより明確に調べるため、フォノン制御部位 (パルス対照射部位) と非制御部位 (非照射部位) の EL スペクトル差について、同様に実験結果をフィッティングすると図 2 が得られた。シミュレーション結果は、パルス対照射により制御したフォノンの結合確率や結合状態が変化していることを示しており、このモデルにより、CP の制御による Si-LED の発光機構の変化が定量的に評価できることを示している。これに併せて、物理的な変化も調べるため、アトムプローブ測定による Si-LED の解析を行った結果についても報告する。

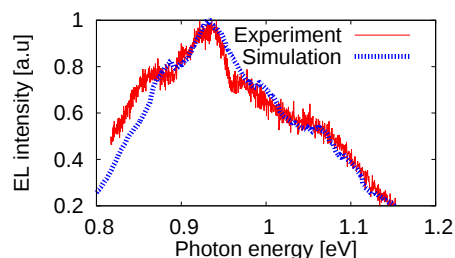


Fig 1: Simulation and experimentally obtained spectra of Si-LED with the sideband control.

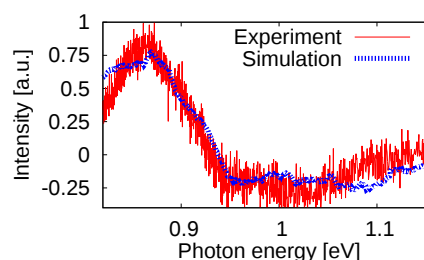


Fig 2: Simulation and experimentally obtained spectra (intensity difference) of Si-LED with the sideband control.

## 参考文献

- [1] T. Kawazoe, M. A. Mueed, and M. Ohtsu, Appl. Phys. B, **104**, 747-754 (2011)
- [2] N. Wada, M. A. Tran, T. Kawazoe, and M. Ohtsu, Appl. Phys. A, DOI: 10.1007/s00339-013-7906-x
- [3] M. Yamaguchi, T. Kawazoe, and M. Ohtsu, Appl. Phys. A, DOI: 10.1007/s00339-013-7904-z