

# フォトンブリーディング効果による Si-LED の偏光制御

Polarization control of a Si light emitting diode by photon breeding effect

東大工 ○西岡 克紘、川添忠、大津元一

Univ. of Tokyo, ○Katsuhiko Nishioka, Tadashi Kawazoe, and Motoichi Ohtsu

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

LED には主に直接遷移型半導体が用いられている。間接遷移型半導体は発光再結合の確率が低いとされ、発光効率が低いとされてきたが、我々のグループでは、ドレスト光子フォノン援用アニールと呼ばれる手法により Si や SiC の発光に成功し [1][2]、さらにはレーザー発振も実現している [3]。ドレスト光子フォノン援用アニールでは、pn 接合に順方向電流を流しながらレーザー光を照射する。作製された LED から発する光子は、アニール時に照射したレーザーの光子の性質を受け継ぐ。これはフォトンブリーディング効果 [4] と呼ばれている。これはさらに偏光の性質についてもあてはまり、偏光を有する SiC の LED が実現されている [4]。

構造異方性を利用して特定の角度において偏光依存性を持った LED が報告されている [5] が、法線方向の発光に対しては一般に LED は無偏光である。

本研究では、等方的な結晶構造を持つ Si を用いて、偏光に関するフォトンブリーディング効果に着目し、ドレスト光子フォノン援用アニールを用いることにより、偏光発光する LED を作製し、偏光発光機構に関する知見を得ることを目的とする。

Si のバルク結晶を用い、図 1 に示す素子を作製した。これに、電流密度  $1.67\text{A}/\text{cm}^2$  で電流を流しながら、波長  $1342\text{ nm}$  ( $0.924\text{ eV}$ )、パワー  $1.2\text{ W}$  のレーザー光を照射した。このとき、偏光板を用いて特定の直線偏光が素子に照射した。スペクトルの測定時には、アニールに用いた偏光方向に平行な方向と、垂直な方向の成分のスペクトルをそれぞれ測定した。

図 2、図 3 にアニール後の各偏光成分 (アニール時に用いたレーザーの偏光方向と平行 ( $//$ ) 成分と垂直 ( $\perp$ ) 成分) のスペクトルとこれから算出した偏光度、またその時間依存性を示す。Si のバンド端発光をピークとしたスペクトルが得られ、偏光度はアニールに用いた光の波長において  $0.05$  であった。さらに、偏光度はアニール波長付近で、アニール波長を中心に点対称な構造をしており、これは、SiC でのアニール結果と似た傾向を示し

ている [4]。また、偏光度はアニール時間の増加とともに、増加する傾向が見られた。偏光度が生じる理由としては、ドレスト光子フォノン発生に関するドーパント分布の方位依存性が考えられるので、3D アトムプローブ法での解析結果も紹介する予定である。

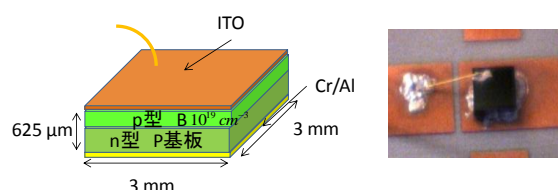


図 1. 素子構造とその写真

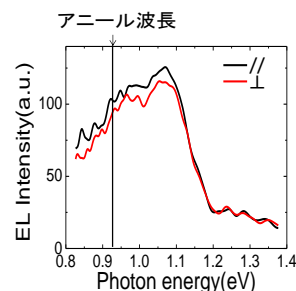


図 2. アニール後のスペクトル

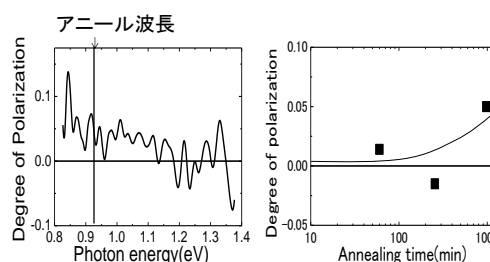


図 3. 偏光度とその時間依存性

## 参考文献

- [1] T. Kawazoe, M. A. Mueed, M. Ohtsu, Appl. Phys. B, 104, 747 (2011)
- [2] T. Kawazoe, M. Ohtsu, Appl. Phys. A, 115, 127 (2014)
- [3] T. Kawazoe et al. Appl. Phys. B, 107, 659 (2012)
- [4] 川添忠, 西岡克紘, 大津元一, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-C1-2 (2014)
- [5] Martin F. Schubert et al. Appl. Phys. Lett. 91, 051117 (2007)