

空間変調光帰還による面発光レーザーの高次横モード制御

Spatially-modulated optical-feedback control of high-order spatial mode
in vertical surface emitting laser北大院工¹, JST CREST², NICT³ ○ 西坂拓馬¹, 重松恭平¹, 由利洋樹¹, 山根啓作^{1,2},
森田隆二^{1,2}, 淡路祥成³, 戸田泰則^{1,2}Hokkaido Univ.¹, JST CREST², NICT³ ○ T. Nishizaka¹, K. Shigematu¹, H. Yuri¹, K. Yamane^{1,2},
R. Morita^{1,2}, Y. Awaji³, Y. Toda^{1,2}

E-mail: nishizaka@eng.hokudai.ac.jp

ラゲルガウスモードは円筒座標系で定義される光の固有横モードであり、方位角 ϕ に依存した空間位相 $\exp[-il\phi]$ (l : 任意の整数) によって特徴付けられる。この理論上無限の自由度に対応する横モード次数 (トポロジカルチャージ) l を利用した空間モード多重化により、光通信の通信容量増大が期待されている。しかし空間モード多重通信の実現には、光通信の光源となる半導体レーザーの高次横モード制御が必要となる。そこで本研究ではマルチ横モード発振が可能な面発光レーザー (VCSEL) に着目し、高次横モード制御を試みる。外部光帰還を用いて空間変調を施した戻り光により、活性層の空間モード利得に変調を与えることで、空間変調光帰還による VCSEL の高次横モード制御を行う。空間モードの制御対象には AlGaAs を活性層とした円形開口 (直径 15 μm) の VCSEL ($\lambda \approx 780 \text{ nm}$, $I_{\text{th}} = 1.8 \text{ mA}$) を用いた。外部光帰還における戻り光の空間変調は、 ℓ_f モードに対応するホログラムパターンを空間位相変調器 (SLM) 上に描画することで実現した。また、光帰還後の出力光の横モード評価は SLM に描画されたホログラムパターンと空間フィルターとから構成される横モード弁別器および光検出器により行った。

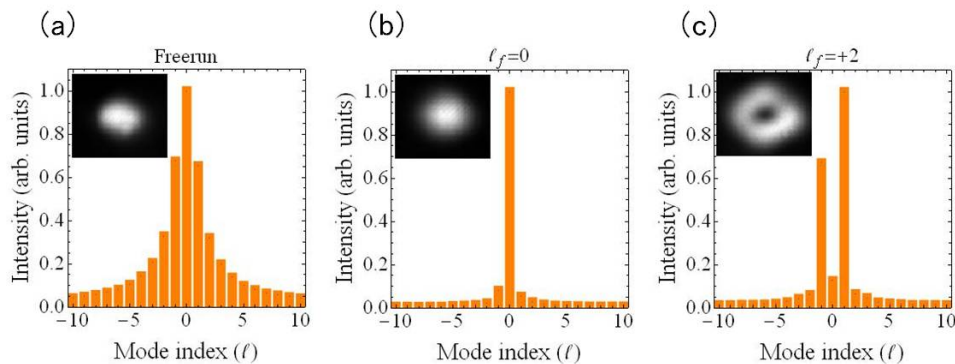


Fig. 1: Transverse mode spectra and their intensity distributions (insets) for
(a) freerun, (b) feedback with $\ell_f = 0$ and (c) feedback with $\ell_f = +2$.

注入電流 1.8 mA における光帰還がない場合 (freerun) と光帰還がある場合 (feedback) の強度分布 (内挿図) および次数 ℓ で分解された横モードスペクトルを Fig. 1 に示す。Fig. 1(a) の横モードスペクトルには広がりが存在しており、このことから試料はマルチ横モードで発振していることが分かる。これに対して Fig. 1(b) の $\ell_f = 0$ の光帰還のスペクトルは単一ピークとなり、これは光帰還によって単一基本横モード ($\ell = 0$) 発振が実現されていることを示している。さらに Fig. 1(c) の $\ell_f = +2$ の光帰還では、高次横モード ($\ell = \pm 1$) の 2 モード発振となることが確認された。これは、強度分布が高次横モードに対応するドーナツ分布を示していることから確認できる。これらの結果は空間変調光帰還による高次横モード制御が可能であることを示している。