

多重横モード面発光レーザーにおける特異点ダイナミクス

Phase singularity dynamics in multi-transverse mode vertical cavity surface emitting laser

北大院工¹, JST CREST², NICT³ ○由利洋樹¹, 重松恭平¹, 西坂拓馬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 ○H.Yuri¹, K.Shigematsu¹, T.Nishizaka¹, K. Yamane^{1,2},
R. Morita^{1,2}, Y. Awaji³, Y. Toda^{1,2}

E-mail:h-yuri@eng.hokudai.ac.jp

渦ダイナミクスは、宇宙物理学におけるブラックホールや超伝導現象における磁束渦など幅広いスケールで現れる物理現象である。渦ダイナミクスは、渦中心に現れる特異点のダイナミクスとして特徴付けることが可能であり、これを明らかにすることは様々な物理現象の普遍的な性質の解明に結びつく。光学分野における渦現象として、特異点周りの位相勾配により形成される光渦が挙げられる。特にレーザー発振において観測される光渦は、媒質との非線型相互作用にもとづく特徴的なダイナミクスを示すことが知られている。本研究では、光渦発振が可能かつ注入電流値によって発振横モードを制御できる面発光レーザー (VCSEL) からの出射光の空間位相を測定することにより、位相特異点ダイナミクスを明らかにすることを目的とする。

光源には、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。出射光の空間位相については、参照光 (平面波) との干渉によって得られる干渉像に二次元フーリエ変換を施すことにより電場再生 (空間電場再生) し、解析を行った [1]。

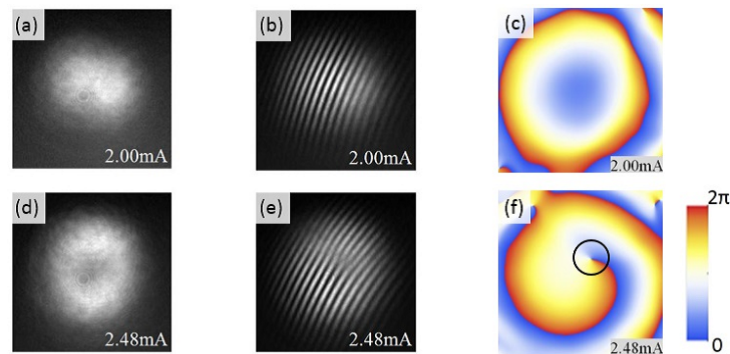


Fig. 1: Beam patterns, interference fringes and phase profiles respectively for (a)-(c) injection current $I = 2.00 \text{ mA}$, (d)-(f) $I = 2.48 \text{ mA}$.

注入電流 2.00 mA と 2.48 mA において得られたビームパターン (左)、参照光との干渉像 (中央)、および空間電場再生によって得られた空間位相分布 (右) を Fig. 1 に示す。注入電流 2.00 mA において、線形の干渉縞が形成されていることがわかる (Fig. 1(b))。この干渉縞のフーリエ解析電場再生によって得られた空間位相分布 (Fig. 1(c)) から、出射光は図中心に対する方位角方向に一定の位相を持つことが確認できる。これに対して、注入電流 2.48 mA の場合、Fig. 1(e) の干渉縞は中心にフォーク構造を示している。空間電場再生の結果、出射光の位相は方位角方向に勾配を持ち、ビーム中心に位相特異点が生じていることが確認された (Fig. 1(f))。この位相特異点は Fig. 1(d) のビームパターンにおける暗点としても観測されている。この結果は、注入電流の増加により活性層内のキャリア分布に相転移が誘起されることを示唆している。

[1] Keisaku Yamane, et al., New J. Phys. **16**, 053020 (2014).