Talbot 効果を用いた位相同期面発光レーザアレイにおけるアレイ内スーパーモードの影響解析

Numerical analysis of supermode in array of the phase locked VCSEL array using Talbot effect

東工大未来研 (M2)小森 雄貴，○宮本 智之
FIRST, Tokyo Tech., Yuki Komori and ○Tomoyuki Miyamoto
E-mail: komori.y.ab@m.titech.ac.jp

【背景】光無線給電等の応用に向けて，2 次元アレイによる高出力化が容易な面発光レーザ(VCSEL)アレイが注目されている．VCSEL アレイから高品質ビームを得るには位相同期動作が必要であり，Talbot 効果による位相同期構造(Talbot-VCSEL)[1]の実現が期待される．我々は，Talbot-VCSEL の位相同期動作に向けて，動作条件の理論解析を進めており，以前の報告で，アレイ内の波長離調の影響により，狭アレイピッチが Talbot 効果の発現に有効であること[2]や，横マルチモードの検討から，開口径大でも基本モード Talbot-VCSEL 動作の可能性があること[3]を報告した．一方で，レーザアレイの発振では，アレイ内でスーパーモードが形成される可能性があるが，Talbot-VCSEL では実用上同位相のモードが望ましいと考えている．そこで今回，Talbot 効果におけるアレイ内スーパーモードの影響について解析を行った．

【解析】波長 0.98 μm の条件で，有限アレイのフレネル・キルヒホッフ積分により，観測距離（反射鏡により戻る光源位置）での光強度分布を算出し，観測距離の強度分布と光源の強度分布の比を結合比として解析を行った．

Fig.1 に設定したスーパーモード（同位相，逆位相）の，光源の電界分布の例を示す．Fig.2 に結合比の観測距離依存性の解析結果を，同位相，逆位相に対して示す．このグラフから，Talbot 距離 Zt に対して，観測距離が Zt+α 又は Zt/4 の場合に同位相で高い結合比を達成できることがわかる．

上記の解析結果を考慮して検討した，モノリシック集積 Talbot-VCSEL の提案構造を Fig.3 に示す．基板裏面を反射鏡とする構造だが，この場合，Talbot 距離（アレイピッチに依存）と基板厚の下限により，アレイピッチに依存して，最適な Talbot-VCSEL の構成が決まる．アレイピッチ 30 μm～40 μm 程度で製作する場合は，Talbot 共振器長を往復で Zt+α とし，40μm~で製作する場合は往復 Zt/4 に設定することで，各アレイピッチの Talbot-VCSEL で同位相の選択を行うことができると考えられる．また，それに加えて，裏面反射鏡のパターニングを行うことにより，モードの選択性をより高めることが可能になると考えている．

【まとめ】Talbot-VCSEL における Talbot 効果の数値解析を行い，同位相のスーパーモードの発振条件を明らかにした．また，これに適したアレイ構造を提案した．

参考文献

[1] E. Ho, F. Koyama, and K. Iga, Appl. Opt. 29 (1990) 5080.
[2]小森,宮本 2016 年春季応用物理学会 20a-S321-5
[3]小森,宮本 2016 年秋季応用物理学会 16p-A35-4

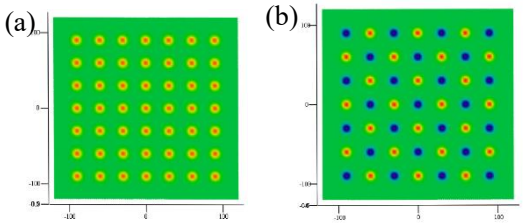


Fig. 1 Phase distribution of (a)in-phase and (b)out-of-phase array (N=7x7, 7μmΦ, 30μm pitch, Δλ=0)

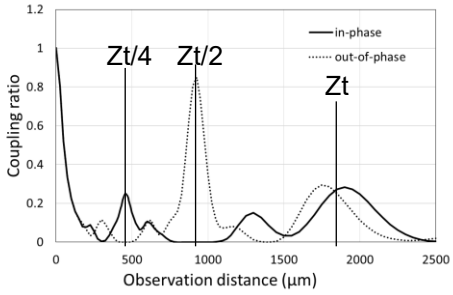
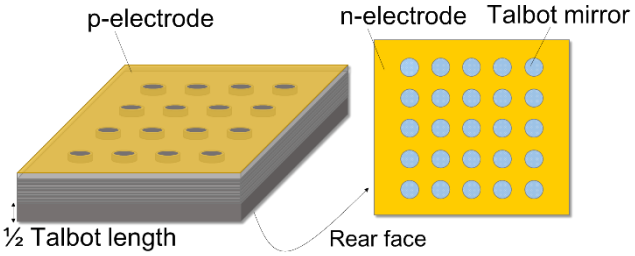


Fig. 2 Coupling ratio dependence on observation distance. (N=7x7, 7μmΦ, 30μm pitch, Δλ=0)

Fig. 3 Schematic of monolithic integrated Talbot-VCSEL (30μm pitch)



© 2017年 応用物理学会