2次元ビーム走査のための変調フォトニック結晶レーザの動作特性

Characteristic of modulated photonic-crystal laser for two-dimensional beam scanning 京大院工¹, 京大白眉², ^O安田 大貴¹, 北村 恭子^{1,2}, 李 潤植¹, 野田 進¹

Kyoto Univ., Daiki Yasuda, Kyoko Kitamura, Yoonsik Lee, Susumu Noda E-mail: yasuda.daiki@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

フォトニック結晶レーザは、2次元フォトニック結晶のバンド端における群速度零効果によっ て、面内で定在波共振状態を形成し、その一部を面上方へ回折させることで出力を得るレーザで ある. 我々はこれまでに、レーザ共振器となるフォトニック結晶格子点の位置に周期的な変調を 与え、上方への回折効果を導入する手法により、2次元ビーム出射方向制御が可能であることを 示した[1]. さらに、この変調フォトニック結晶構造を空間的に連続に変化させ、アレイ状に複数 個配置した電極を選択駆動することで、単一デバイスでビーム出射方向が電子的に制御可能であ ることを示した[2]. ディスプレイやセンサ等のレーザスキャンデバイスへ応用するためには、よ り高精度かつ広範囲でのビーム走査が重要である. 今回、2次元ビーム走査用多電極構造を設け たフォトニック結晶レーザのビーム出射角度や角度振り幅等の動作特性について、さらに詳細な 検討を行ったので報告する.

変調フォトニック結晶は,正方格子フォトニック結晶の格子点位置が,所望の方向への回折効 果を付与するために図1右上のように周期的に変調されている.具体的な格子点位置の変調の大 きさ Δx, Δy は以下の式で与えられる.

$(\Delta x, \Delta y) = (d \cdot \cos(\mathbf{G}' \cdot \mathbf{r}), d \cdot \sin(\mathbf{G}' \cdot \mathbf{r}))$ (1)

ここで、rは正方格子の格子点の位置,G'は出射方向を決める回折ベクトルである.ある方向ヘビ ームを出射させたいとき,G'は一意に決定される.一方,2次元ビーム走査を行う場合には,空 間位置によってG'を連続的に変化させる必要がある.そこで,式(1)のG'をG'(r)として設計した. このとき,図1左下に示すような電極を駆動させると同図右下の遠視野像が得られた.出射角度 を正確に測定したところ,このレーザビームの出射角度は設計よりも大きくなることを確認した. これは,出射角度を固定としたレーザとは異なり,回折ベクトルが変化しているものと思われる. そこで,変調によって付加される回折ベクトルを,フォトニック結晶に与える変調の空間分布を フーリエ変換することで求めた.解析した回折ベクトルから出射方向を求めた結果を図2の赤三 角点に示す.G'として離散的に設計した角度(黒丸点)からずれていることがわかった.これは,青 四角点で示した実験結果と類似している.この設計との角度ずれは,式(1)のG'をG'(r)として設 計した場合での変調の空間分布は,位置rにおける波数がG'(r)とはならず,∇(G'(r)·r)となるこ とによるものであると考えられる.設計方法やこのような角度ずれに関しての改善方法など詳細 は当日報告する.なお,本研究の一部はJST ACCEL および文科相光拠点の支援を受けた.



図1. 変調フォトニック結晶レーザ構造. 左下は, 裏面電極構造で, (1)および(2)の位置での変調フォトニック結晶構造の SEM 写真を右上に, (1)(2)を駆動したときのビーム出射の様子(遠視野像)を右下に示す.

【文献】[1]沖野他,2013 年春季応物,28p-C1-17. [2]沖野他,2014 年春季応物,18a-E16-2. **G**(による設計



出射角度 θ (deg) 図 2. 図1 左下図の桃色で示した各電極部分を 駆動した場合のビーム出射方向.(図には,特 に(1)および(2)の電極部分について,その対応 を示している.)