# 有機半導体結晶を用いた分布帰還型構造の実効屈折率

## Effective refractive indices of distributed feedback structures using organic semiconductor crystals

京工繊大 °山雄 健史，東原 翔平，稲田 雄飛，山下 兼一，裏 升吾，堀田 収

Kyoto Inst. Technol., °Takeshi Yamao, Shohei Higashihara, Yuhi Inada, Kenichi Yamashita, Shogo Ura, and Shu Hotta

E-mail: yamao@kit.ac.jp

【はじめに】有機半導体結晶を光増幅媒体として用い、回折格子と組み合わせて分布帰還 (DFB) 型のレーザー素子を実現する場合、発振波長はブラッグ条件で決まる。このとき結晶中の光の伝搬方向の実効屈折率が必要である。しかし有機半導体結晶の実効屈折率は、誘電率の異方性や結晶厚に依存するため、その決定は難しい。

我々は、誘電率の異方性と結晶厚を考慮し、基板上の有機半導体結晶中を特定方向に導波する電磁波を計算することで実効屈折率を計算した [1]。その値を回折格子が掘削された基板上に貼った有機半導体結晶の発光特性を解析して求めた結果と比較した。

【方　法】有機半導体材料には P6T (Fig. 1) を選んだ。P6T 結晶の位相屈折率の分散 [2] と結晶中の P6T 分子の原子配置を用いた量子化学計算で得た結晶の誘電率の異方性を、Fig. 2 に示す三層構造に適用し、結晶厚と伝搬方向をパラメーターとして、実効屈折率を計算した。

一方、回折格子を加工した基板上に気相成長した P6T 単結晶を貼り付け、紫外線励起下で結晶面に平行方向に出射する発光を観測した。回折格子の溝に垂直な方向を基準 (0°) に、結晶の法線を軸に試料を回転させながら発光スペクトルを観測した。観測された発光ピーク波長、回転角度、回折格子の周期から実効屈折率を求めた。

【結　果】Fig. 3 は、周期 408 nm の回折格子（溝本数 400 本）をもつ基板に貼り付けた厚さ 537 nm の結晶の発光スペクトルの観測角度依存性である。Fig. 4 の各点（△、○、◇）は実験から求めた実効屈折率、各実線は厚さと導波方向を実験と等しいと仮定した計算結果である。両者は比較的良く一致している。有機半導体結晶を用いた DFB レーザーの設計に本手法は有用である。

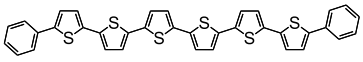


Fig. 1. Structural formula of P6T.

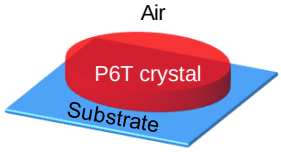


Fig. 2. Schematic structure of the three-layered structure of a P6T crystal.

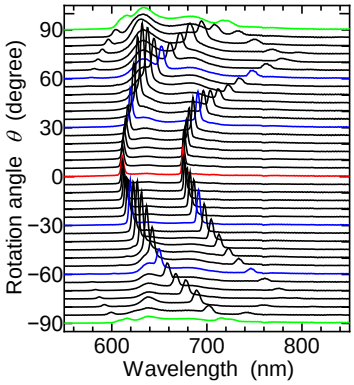


Fig. 3. Rotation angle dependence of emission spectra of the P6T DFB structure.

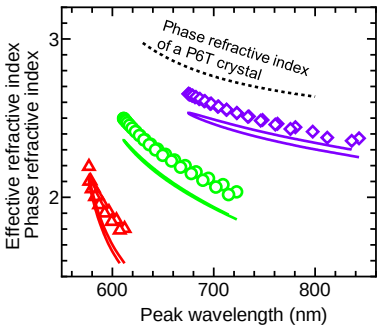


Fig. 4. Effective refractive index dispersions of the P6T DFB structure.

1) T. Yamao, et al., J. Appl. Phys. **123**, 235501 (2018).
2) Y. Sakurai, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 02BB01 (2014).

© 2019年 応用物理学会