

TPCO 単結晶を用いた垂直共振器型面発光レーザ Vertical cavity surface emitting laser using a single crystal TPCO

京工繊大院工芸¹, 奈良先端大物質²○中畑 拓也¹, 早川 昂志¹, 山下 兼一¹, 櫻井 優作¹, 山雄 健史¹, 柳 久雄², 堀田 収¹Kyoto Inst. Technol.¹, NAIST²T.Nakahata¹, T.Hayakawa¹, K.Yamashita¹, Y.Sakurai¹, T.Yamao¹, H.Yanagi², and S.Hotsuta¹

E-mail: m4621029@edu.kit.ac.jp

【はじめに】気相成長した (チオフェン/フェニレン)コオリゴマー (TPCO) 単結晶は強い遷移双極子モーメントをもつ発光材料であり、光励起による端面発光型レーザ発振現象がこれまでに数多く報告されている。本研究では、面内方向に強い分極成分をもつ TPCO 材料である BP1T-CN 単結晶を用いて垂直共振器型の面発光レーザ (VCSEL) を作製し、光励起によるレーザ発振の観測を試みた。

【実験】本実験では厚さ $\sim 3.5 \mu\text{m}$ の結晶を用いた。DBR ミラーは $460 \text{ nm} \sim 560 \text{ nm}$ の波長帯域で $R > 99\%$ を示すものを用いた。今回作製したサンプルは結晶を DBR ミラーと薄く真空蒸着した Al で挟み込んだ DBR-Al VCSEL と、二枚の DBR ミラーで挟み込んで高い光帰還を得る事を狙った両面 DBR ミラー VCSEL の二つである。作製したサンプルに対して光パルス励起を行い、表面からの発光スペクトルを CCD 分光計により測定した。励起光源には 355 nm 高繰り返し高出力 YAG レーザを用いた。

【結果】作製した 2 つのサンプルから得られたスペクトルを Fig.1、Fig.2 に示す。まず DBR-Al VCSEL では励起光強度に対する発光強度の急激な増加が見られる。発光ピークは狭線化した。このことからこの DBR-Al VCSEL では誘導放出による光増幅及びレーザの発振が起こっているものと考えられる。半値幅は 4.7 nm と比較的大きな値であったが、これは Al ミラーによる吸収損失のため、共振器の Q 値が下がってしまったものと考えられる。次に両面 DBR ミラー VCSEL でも、励起光強度に対する非線形性が確認でき、励起光強度 $\sim 4 \text{ mJ/cm}^2$ 付近からさらに急激な出力光強度の増加が見られた。半値幅は 0.9 nm 以下であった。よってこのサンプルでは明らかにレーザ発振を観測出来た。

【まとめ】本研究では BP1T-CN 単結晶と DBR ミラーを用いる手法により、有機半導体単結晶を用いた VCSEL 構造で初めてレーザ発振を達成した。また、十分な厚さをもつ BP1T-CN の単結晶であれば共振器の片側のミラーを取り除き、その代わりに結晶表面反射を利用してもレーザ発振が起こるため、今後の研究でも応用が期待される。

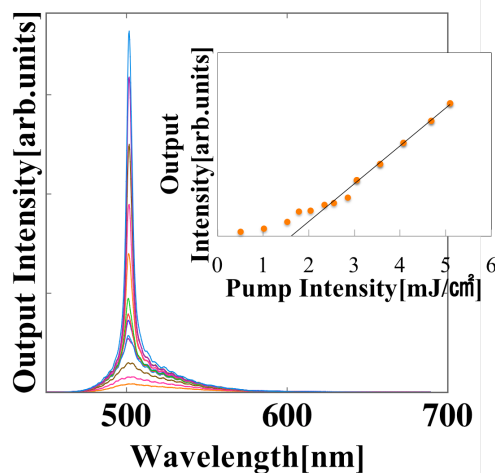


Fig.1 Emission spectra
(DBR-Al VCSEL)

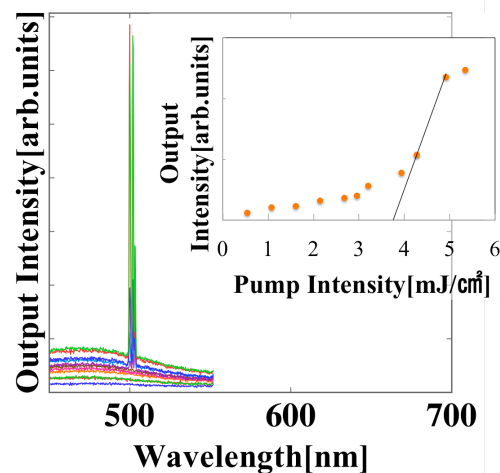


Fig.2 Emission spectra
(Double DBR VCSEL)