

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		強い光閉じ込め効果を有するオリゴマー単結晶を活用した 電流注入型有機レーザーの開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of current-injected organic lasers utilizing oligomer single crystals showing effective optical confinement			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)イナダ	名)ユヒ	研究期間 B	2016～ 2018年
	漢字 CB	稲田	雄飛	報告年度 YR	2018年
	ローマ字 CZ	Inada	Yuhi	研究機関名	京都工芸繊維大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		京都工芸繊維大学・材料化学系・助教			
概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)					
<p>有機発光素子への電流注入によるレーザー発振は、有機光エレクトロニクスにおけるチャレンジングな研究課題であり、多くの研究者の長年の努力によって実現されつつある。本研究では、(i)レーザー媒質として重要な強い光閉じ込め効果を有するオリゴマーの単結晶を用い、(ii)光共振器の作製法として、光または電子線リソグラフィ法を採用することで、電流注入型有機レーザーの実現を目指した。光励起によるレーザー発振は、電流励起によるレーザー発振を実現するための必要条件であり、先に前者を達成する必要がある。</p> <p>酸化膜付きシリコン基板に貼り付けたオリゴマー単結晶上にレジストを塗布し、リソグラフィ法によって光共振器(ここでは一次元回折格子)を作製した。フォトリソグラフィを実施する際は、結晶へのダメージを低減するため、露光・現像後にエッチング処理を施さなかった。この試料を紫外パルスレーザーで光励起し、照射強度を増大させながら発光スペクトルを測定した。ある照射強度から急激に発光ピーク強度が増大し始め、波長 568 nm に非常に鋭い(半値全幅:0.16 nm)発光ピークを観測した。この結果は、レーザー発振を強く示唆する。</p> <p>また、フォトレジストで作製した回折格子では、溝が結晶表面まで達しておらず、結晶表面が絶縁性のレジスト膜で覆われていることが分かった。結晶に電極を付けるためには、この溝をさらに深く掘り抜くか、レジストの上から結晶を切断して結晶端面を露出させる必要がある。上記と同様の手順で作製した試料の両端をステンレス板を使って切断し、ソース電極として金を、ドレイン電極としてマグネシウム銀合金を蒸着して有機発光トランジスタ素子を完成した。基板のシリコン部分をゲート電極として用い、この素子の電流-電圧特性を測定したところ、ソース/ゲート電極間の導通が観測された。これは、結晶の切断時にゲート絶縁膜が破れたためであると考えられる。</p> <p>一方、電子線リソグラフィを実施する際はレジストが全て削れるまでエッチング処理を施し、結晶表面を露出させた。紫外パルスレーザーで光励起すると波長 573 nm に自然放射増幅光が観測され、レーザー発振は観測されなかった。エッチング処理による結晶膜厚の変化を考慮に入れて回折格子の周期を最適化する必要があると考えられる。</p> <p>以上のように、本研究では上記の(i)(ii)を組み合わせることで、光共振器を備えたオリゴマー単結晶の光励起によるレーザー発振を達成した。さらに電流注入によるレーザー発振を目指すためには、電極の取付方法や回折格子周期を最適化する必要がある。</p>					
キーワード FA	有機レーザー	単結晶	有機半導体		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Direct fabrication of diffraction grating onto organic single crystals							
	著者名 ^{GA}	Y. Kawata, K. Aoki, Y. Inada, T. Yamao, S. Hotta	雑誌名 ^{GC}	Japanese Journal of Applied Physics					
	ページ ^{GF}	03EH11-1~8	発行年 ^{GE}	2	0	1	8	巻号 ^{GD}	Vol. 57, No. 3S2
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

In this study, for achieving current-injected organic laser we utilized (i) oligomer single crystals showing effective optical confinement, which is one of the important properties for laser media, and (ii) photolithography or electron beam (EB) lithography for fabrication of optical resonators.

We formed EB resist film over oligomer single crystals put on silicon substrates covered by silicon dioxide and fabricated optical resonators (one-dimensional diffraction gratings) by lithography techniques. In the case of photolithography, we skipped etching process after exposure and development process to suppress damage to the crystals. This sample was photoexcited using an ultraviolet (UV) pulsed laser and the emission spectra was measured with increase in the irradiation intensity. The emission peak intensity abruptly increased at a certain irradiation intensity to show the very sharp (full-width half maximum: 0.16 nm) emission peak at around 568 nm in wavelength. This result strongly suggests laser oscillation.

In the diffraction grating made of photoresist, it was found that the grating grooves did not reach the crystal surface and the surface was covered by an insulating resist film. We cut both ends of the crystal in the sample prepared by the above-mentioned manner using a stainless plate to expose the crystal edge surface. Gold and magnesium-silver alloy were evaporated onto the sample for a source contact and a drain contact, respectively, to complete the organic light-emitting transistor devices. We measured current-voltage characteristics of the devices to give short circuit between the source-gate contacts, which suggests that the insulating film was broken in cutting the crystal. On the other hand, in the case of EB lithography, we etched the whole resist film to expose the crystal surface. The sample was photoexcited by UV pulsed laser to observe not lasing but amplified spontaneous emission at around 573 nm in wavelength.

Thus, we achieved the photoexcited lasing from oligomer single crystals equipped with optical resonators by combining the above-mentioned (i) and (ii). It is desired to optimize the grating period and how to attach the electrodes onto the crystals.