

有機色素共ドーピングポリマー薄膜におけるエキサイプレックス発光の利得特性

Optical gain characteristics of exciplex emission in organic dye co-doped polymer thin films

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科¹、産業技術総合研究所²

○原優也¹、東瀬陽太郎¹、田口巴里絵¹、山下兼一¹、佐々木史雄²

Kyoto Institute of Technology¹, AIST²

○Y. Hara¹, Y. Higase¹, M. Taguchi¹, K. Yamashita¹, and F. Sasaki²

E-mail:m9621044@edu.kit.ac.jp

【はじめに】環境化学、医療、光通信など様々な分野で波長可変レーザは用いられており、その小型化は、装置の集積化のために重要である。小型素子の開発には固体状態の利得媒質を用いることが有望であり、その材料の選択はレーザ性能に大きく関係する。中でも、発光スペクトルと吸収スペクトルの重なりが小さい材料を用いることで、フェルスターエネルギー移動や自己吸収が抑制され、その性能は向上する。本研究では、特定の二種類の有機発光材料を混合した時に、分子間での電荷移動を伴って形成される励起錯体状態（エキサイプレックス）に着目した。エキサイプレックスが形成される二種類の有機低分子をポリマー材料に共ドーピングし、光増幅利得の測定を行った。その結果、この通常とは異なる発光プロセスからも利得が得られることが分かった。

【実験・結果】本研究では、m-MTDATA と t-Bu-PBD という有機低分子を熱硬化性樹脂 PDMS にドーピングし、石英基板上にスピコートして薄膜を作製した。この薄膜の吸収、発光スペクトルを Fig.1 に示す。共ドーピング薄膜の吸収スペクトルは元の色素それぞれがもつスペクトルを線形的に結合したものとおよそ一致する。また、励起状態ではエキサイプレックスが形成されて、元の色素より長波長帯で発光している。これにより、ストークスシフトが大きくなり、自己吸収の抑制が期待される。

次に光学利得を VSL (Variable Stripe Length Method) 法を用いて測定した。サンプルは発光が薄膜中で導波する必要があるので、屈折率を考慮してノンドープの PDMS 基板上に分子ドーピング PDMS 薄膜を作製した。励起光には Nd:YLF レーザの第三高調波 (355 nm) を用い、ストライプ状に成型し、その長さ L を様々に変えて、サンプルに入射させた。Fig.2 に示すように、端面発光の強度 $I(L)$ から、 $I(L) = \frac{E}{\gamma} \{\exp(L) - 1\}$ の関係式を用いて、光学利得 γ の算出をした。その結果、 $\gamma \leq 4 \text{ cm}^{-1}$ という結果が得られた。これにより、電荷移動を伴う特殊な発光過程のエキサイプレックス発光においても光利得が得られることが分かった。電荷移動速度がさらに高い材料系を実現することにより、エキサイプレックス状態での反転分布の形成をさらに高められると考えられる。

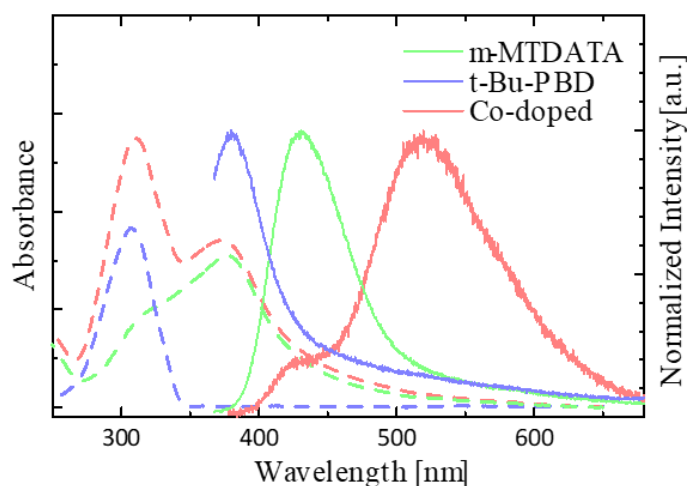


Fig.1 Absorbance and PL spectra.

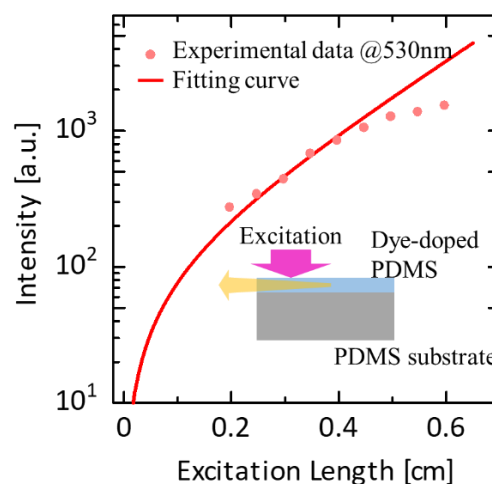


Fig.2 Result of VSL measurement.