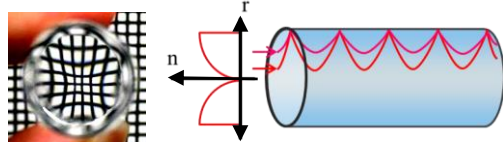


負屈折率分布型ポリマー光ファイバーの応用

プロジェクトリーダー・二瓶栄輔 (eisuke@appi.keio.ac.jp)

負屈折分布型ポリマー光ファイバー (Negative Graded Index Polymer Optical Fiber: N-GI-POF)

屈折率分布型(GI型)光ファイバーとは屈折率が材料中で変化する光ファイバーであり、内部の屈折率分布によって光線を制御することが可能。中でも負屈折率分布型の場合は、光線がコア・クラッド界面で全反射を繰り返しながら進行する。



- ✓ 一般的な屈折率分布型ポリマー光ファイバー (GI-POF) と同程度に広帯域 (理論値:13.6 THz^[1], 実験値:870 MHz^[2]) で高速通信が可能
- ✓ シングルモード光ファイバーと異なり、大口径で接続コストが少ない

ポリマー光ファイバー増幅器

(Polymer Optical Fiber Amplifier: POFA)

エバネッセント波光増幅器

POF用の信号増幅器は現在まだ実用化されたものがない。EWOAは、信号光が全反射する際わずかに増幅媒質溶液中に染み出したエバネッセント波を利用した光増幅器である。エバネッセント波をトリガーとして、励起された増幅媒質が光を誘導放出する。

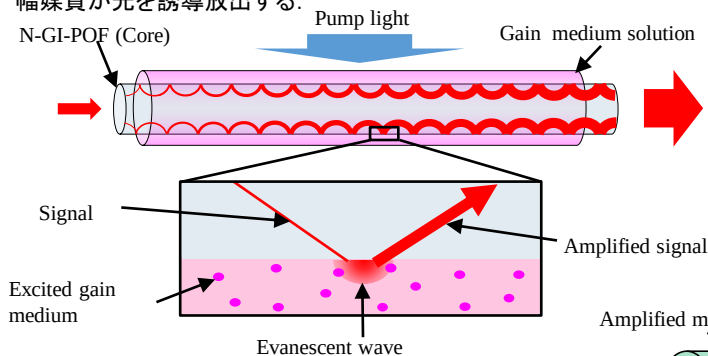


Fig. 1 Principle of evanescent wave optical amplifier.

色素コア添加型光増幅器

無機蛍光体や量子ドットといった先行研究で使用されていなかった色素を増幅媒質として信号光の光増幅を試みる。有機色素と比較して熱耐久性や光耐久性が高く長期間にわたる増幅が期待できる。

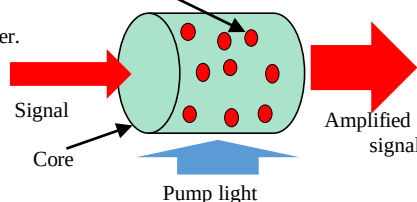
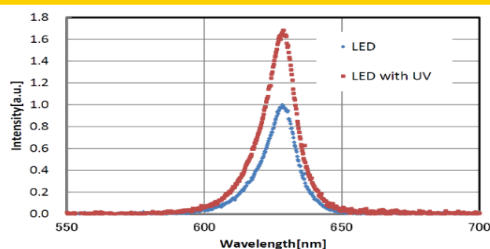


Fig. 3 Principle of fluorescent substance doped optical amplifier.

- ✓ 増幅媒質をコアに添加した増幅器と異なり増幅媒質溶液を循環させることが可能であるため、媒質の劣化を防ぎ連続的な増幅が可能
- ✓ コア添加型と異なり作製・加工が容易
- ✓ 現在最大70%の信号の増幅が実現

Fig. 2 Spectra of signal and amplified signal^[3].

光耐久性

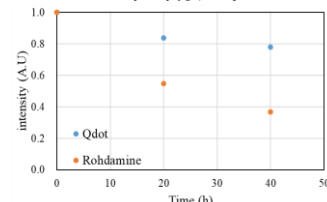
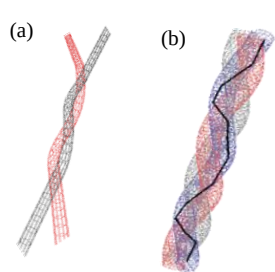
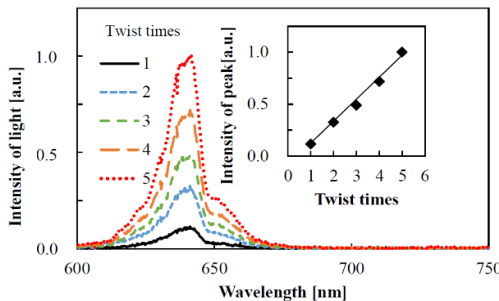
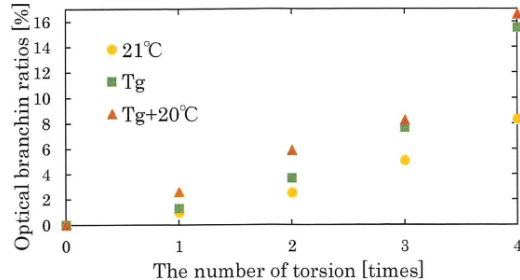


Fig. 4 Transition of fluorescent intensity from two different samples [(a) Qdot (b) Rhodamine 6G].

光分岐・合波素子

N-GI-POFのコア同士を接触させることで、一方のファイバに入射した信号を他方のファイバに分岐させたり、複数のファイバに入力された信号を合波する。

- ✓ 他のカプラと異なり、作製が容易で低コストかつTgが低く柔軟性の高いN-GI-POFを用いることで分岐率・合波率が向上
- ✓ N-GI-POFを通信に用いる場合、分岐・合波のためにPOFを切断する必要がなく、接続損失の問題がない
- ✓ 接触させたり離したりすることで分岐・合波のスイッチングが可能

Fig. 5 Schematic representations of optical branching device (a) double helix type and (b) triple helix type^[1].Fig. 6 Output spectra and peak intensities of branched output light^[1].Fig. 7 Comparison of the optical branching ratios among different contact treatment temperatures^[4].

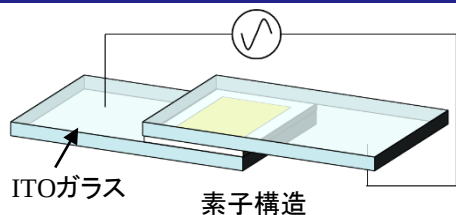
参考文献

- [1] 塚田賢治, “負屈折率分布型ポリマー光ファイバーの作製と特性解析”, 慶應義塾大学博士論文, (2016).
- [2] K. Tsukada, et al., “Proposal and Fabrication of Negative-Type Refractive Index Distribution Polymer Optical Fiber”, *IJNTR*, Vol. 2, pp. 45-50, (2016).
- [3] 高見澤賢吾, “水溶性色素を用いたエバネッセント波光増幅”, 慶應義塾大学修士論文, (2013).
- [4] 植木俊太, “低Tgを有する負屈折率分布型プラスチック光ファイバー”, 慶應義塾大学修士論文, (2017).

有機ECL素子の実用化へ向けて

プロジェクトリーダー・二瓶栄輔 (eisuke@appi.keio.ac.jp)

有機ECL素子



有機ECL発光素子は交流電圧駆動が可能であるため、長時間発光が期待されている。さらにこの素子は発光溶液と2枚の電極のみで構成される単純な構造を有しており、製造が容易である。長寿命化、フルカラー化を目指す。

特徴

液体系自発光素子
低コスト・製造が容易

課題

長寿命化・高輝度化
フルカラー化

印加電圧のデューティー比による発光色制御

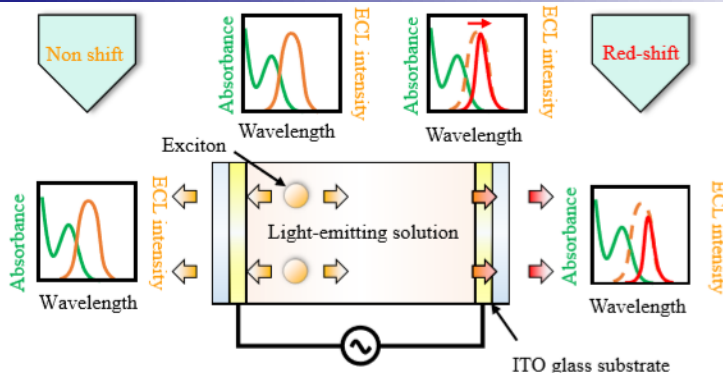
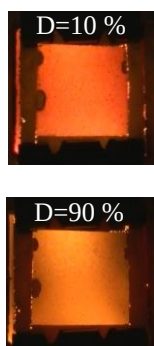
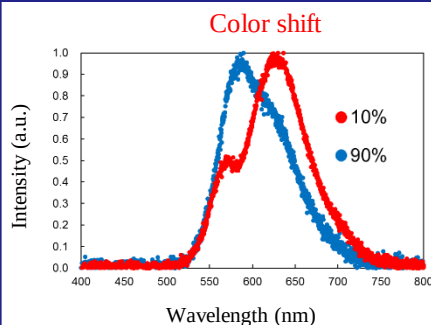


Fig. 1 デューティー比(D)に基づく電気化学発光色の制御^[1].

Fig. 2 発光色が変化する理由^[1].

デューティー比を変化させた場合、両電極近傍において得られる発光量が異なることが予想される。デューティー比を50%以上とした場合には、例えばFig. 2の左側の電極が陽極となる時間が長くなり、左側の電極近傍における発光量が多くなると考えられる。そのため、左側の基板を透過して得られる光は発光材料がもつPLスペクトルに近くなると考えられる。逆に、デューティー比を50%以下とすると、右側の電極が陽極となる時間が長くなるため、その電極近傍における発光量が多くなると考えられる。このとき、左側の基板を透過して得られる光は、**右側の電極近傍で発光し、発光溶液の吸収を受けた光の割合が多くなるため、ピーク波長が赤方偏移したものが得られると考えられる。**

perylene添加による素子の長寿命化

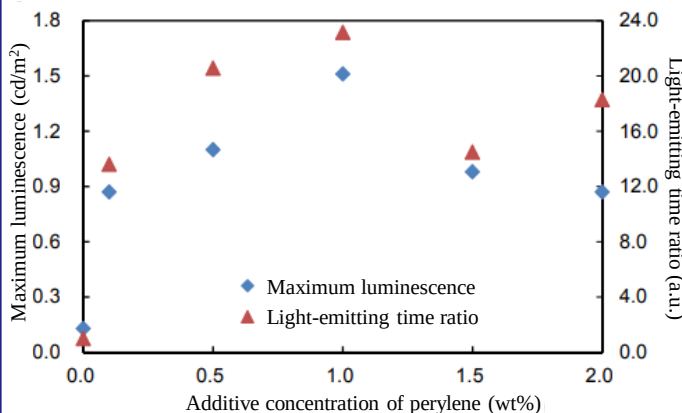


Fig. 3 peryleneの添加量による最大輝度と発光寿命^[2].

1 wt%のperylene添加で輝度12倍、発光時間23倍

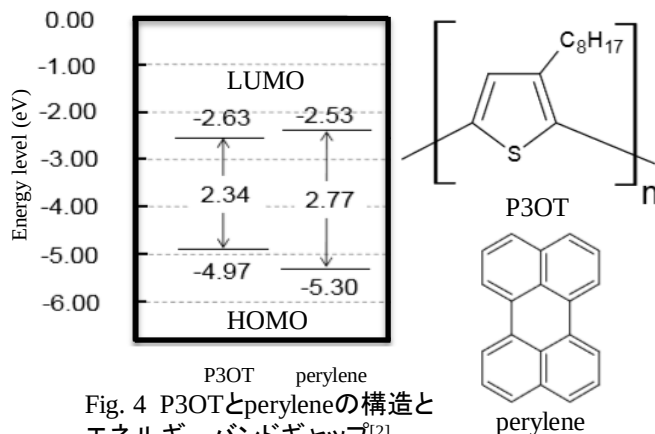


Fig. 4 P3OTとperyleneの構造とエネルギーバンドギャップ^[2].

peryleneがP3OTのBGを挟み込む構造

一般に溶液内における高分子の移動度は低い、低分子であるperyleneは溶液内における**移動度が高い**ので、溶液内を移動しながらpoly(3-octylthiophene-2,5-diyl) (P3OT)と電子授受を行ったことでP3OTのラジカルイオンが**電極付近に加え溶液中央付近**でも生成し、発光特性の向上につながったと考えられる。

また発光補助の効果をj得るためには、Fig. 3に示すようにperyleneのような**HOMO、LUMO準位ともにP3OTのものに近い物質を用いる**ことが重要だと考えられる。さらにHOMO、LUMO準位の近さに加え、**電気化学的な安定性を有している**ことも発光補助として添加する物質には重要な特性だと考えられる。

参考文献 [1] 西村亮一, “デューティー比に基づく電気化学発光色の制御”, 慶應義塾大学修士論文, (2016).

[2] T. Daimon and E. Nihei, “Fabrication of a Poly(3-octylthiophene-2,5-diyl) Electrochemiluminescence Device Assisted by Perylene”, *Materials*, 6, 1704-1717, (2013).