

食料増産システムを指向した金属ランタノイドによる LED(CP-OLEDs)の開発

Development of LEDs (CP-OLEDs) with Metal Lanthanides oriented to
Food Production Increase System

H31助自7

代表研究者 今井喜胤 近畿大学 理工学部 准教授
Yoshitane Imai Associate Professor, Faculty of Science and Engineering, Kindai University
共同研究者 西川浩之 茨城大学 理工学研究科 教授
Hiroyuki Nishikawa Professor, Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

In this study, we created new optically active organic luminescent materials, organic-inorganic hybrid luminescent materials, and inorganic luminescent materials, and investigated their circular polarization luminescence (CPL) properties and magnetic circular polarization luminescence (MCPL) properties when a magnetic field is applied to them.

The following five main results were obtained.

1. New binaphthyl-pyrene organic luminescent material that can tune its CPL properties in response to the external environment was successfully developed.
2. We succeeded in developing a peptide-pyrene organic luminescent material with enhanced water solubility by introducing a water-soluble amino acid, arginine unit, into the peptide main chain. The new peptide-pyrene organic luminescent material exhibits an excimer CPL derived from the pyrene unit in water, and the direction of rotation of the CPL can be tuned by adjusting the distance between the pyrene units.
3. The MPLs were successfully generated in the solid powder and PMMA film states by applying an external magnetic field to achiral CdS/ZnS QD luminescent materials.
4. By applying an external magnetic field to an achiral inorganic luminescent material doped with $\text{Eu}^{\text{II}}/\text{Eu}^{\text{III}}/\text{Mn}^{\text{II}}$ ions, MCPLs were successfully generated in the ground and excited 3d, 4f, and 5d spin states due to the loss of degeneracy in these states.
5. MCPLs were successfully emitted by applying an external magnetic field to an achiral platinum (Pt) luminescent material. When the magnetic field was reversed, the direction of rotation of the MCPL light was successfully reversed.

研究目的

光には右回転と左回転の2種類の円偏光が存在する。円偏光は立体視が可能な3Dディスプレイの研究や、光通信やバイオセンサー、高度セキュリティ印刷などへの利用が期待されてい

るが、円偏光の取り出しは、円偏光フィルターを用いて、右回転-左回転の光を等量含んでいるラセミ光から、一方を遮断し、他方を利用する手法が用いられている。そこで、発光そのものが円偏光を帯びる円偏光発光 (CPL) を利用できれば、円偏光フィルターを用いて半分

を捨ててしまう現在の手法に比較して、理論上、その効率を2倍にすることが可能である。

本研究はCPLを深部から理解し、生物走光特性・植物成長促進特性を備えた自発光によりCPLを発するLED (CP-OLEDs) の開発を指向し、CP-OLEDsに実装する発光体の開発を目指す。

社会への還元として、食の安全と安定供給を目指した魚の養殖・水耕栽培に大きな興味をもたれているが、最大の欠点は、餌代、照明代などのコストがかかりすぎることである。そこで、CP-OLEDsを用いてエビなどの餌となる魚の集光特性・植物成長促進特性を試みれば、同じ電気コストに対し、より高い生産性が期待される。

概 要

現在、発光体はEL素材やオプトエレクトロニクスデバイスなど多方面で利用されている。なかでも、分子設計により、高い発光効率かつ特異的な機能を付加できる有機発光体、有機-無機発光体の開発研究、高い耐久性を備えた無機発光体の開発研究は盛んに行われている。しかしながら、円偏光発光 (CPL) 特性を有する機能性発光体の開発は、途についたばかりである。

本研究では、新しい光学活性有機発光体、光学活性有機-無機ハイブリッド発光体および無機発光体の創製を行い、CPL 特性並びに磁場を印加することによる磁気円偏光発光 (MCPL) 特性について検討した。

その結果、主として以下の5つの研究成果を得ることができた。

1. 外部環境に応答してCPL特性をチューニングできる新しいピナフチル-ピレン有機発光体の開発に成功した。
2. ペプチド主鎖に水溶性アミノ酸であるアル

ギニンユニットを導入することにより、水溶性を向上させたペプチド-ピレン有機発光体の開発に成功した。この新しいペプチド-ピレン有機発光体は水中でピレンユニット由来のエキシマーCPLが観測され、そのCPLの回転方向は、ピレンユニット間の距離を調節することにより、チューニングが可能であることを見出した。

3. アキラルCdS/ZnS QD発光体に外部磁場を印加することにより、固体粉末状態およびPMMAフィルム状態において、MCPLを発生させることに成功した。
4. $\text{Eu}^{\text{II}}/\text{Eu}^{\text{III}}/\text{Mn}^{\text{II}}$ イオンをドープしたアキラルな無機発光体に、外部磁場を印加することにより、基底状態および励起状態の3d、4f、5dスピン状態の縮退が失われることにより、MCPLを発生させることに成功した。
5. キラリティを持たない白金 (Pt) 発光体に対して、外部磁場を印加することにより、MCPLの発光に成功した。磁場を反転させたところ、MCPLの光の回転方向を反転させることに成功した。

－ 以下割愛 －