

高耐久性有機蛍光体の研究・開発と広色域液晶ディスプレイ用波長変換シートへの展開

(東レ¹) ○市橋 泰宜¹・境野 裕健¹

Research and development of highly stable organic phosphors, and their application to color conversion sheets for wide color gamut liquid crystal displays

(¹Toray Industries, Inc.) ○Yasunori Ichihashi,¹ Hirotoshi Sakaino¹

Organic phosphors are superior in terms of design flexibility and luminescence properties, and they are considered as a favorable candidate for application in various advanced fields. However, their inferior photo-stability compared to inorganic phosphors is still a major issue and a barrier to practical application in many fields. In this study, organic phosphors of high color purity comparable to quantum dots (QDs), high fluorescence quantum yield of over 90%, and high stability that resists degradation even in the air were achieved by elucidating detailed degradation mechanisms for existing organic phosphors and applying effective molecular design to inhibit degradation (Fig. 1, Fig. 2).

Besides, by using those organic phosphors, novel color conversion sheets for liquid crystal displays of wide color gamut without toxic elements were achieved. Those sheets can achieve an ultra-wide color gamut that covers more than 99% of both DCI-P3 and Adobe RGB standards and more than 90% of BT.2020 standards, and they can be a promising alternative to QD sheets with cadmium (Fig. 3a). In addition, those sheets do not require a barrier film and do not show edge degradation, which is an issue with QD sheets (Fig. 3b).

The organic phosphors and the knowledge on improving stability achieved in this study can be applied to photoluminescence-based applications and the color conversion sheets achieved in this study can contribute to the development of environmentally friendly and energy-saving displays.

Keywords : *Organic Phosphor; High Stability; Liquid Crystal Displays; Color Conversion; Wide Color Gamut*

設計自由度や発光特性の点で優れる有機蛍光体は、電子情報分野やエネルギー分野などの様々な先端分野で適用が検討されているものの、無機蛍光体と比較して耐光性の点で劣ることが依然として大きな課題であり、多くの用途で実用化の壁になっている。本研究では、高色純度・高効率を示す既存材料に対し、詳細な劣化機構の解明を行い、劣化抑制に必要な化学構造・電子状態の考察結果を分子設計に反映することで、量子ドット (QD) に匹敵する高色純度と 90%以上の蛍光量子収率、大気中でも劣化しにくい高耐久性を兼ね揃えた有機蛍光体の開発に成功した (Fig. 1、Fig. 2)。

また、ディスプレイの色表現範囲を拡大 (広色域化) する技術として QD シートが実用化されているが、カドミウム (Cd) 等の毒性元素の含有と Cd を他元素で置換し



Fig. 1 Photograph of highly stable organic phosphors.

た際の色純度および効率の低下が課題であった。そこで本研究では、前述の色純度・高効率・高耐久性を兼ね揃えた有機蛍光体を用い、広色域と毒性元素フリーの条件を満足した波長変換シートを開発した。開発したシートは、毒性元素フリーでありながら、DCI-P3 規格と Adobe RGB 規格の両方を 99%以上カバーし、BT.2020 規格を 90%以上カバーする超広色域を実現できる (Fig. 3a)。また、本研究で得られた有機蛍光体は空気中でも劣化しにくいいため、開発したシートはバリアフィルムを必要とせず、QDシートで課題となる端部劣化を生じないという特長を示した (Fig. 3b)。

本研究で開発された有機蛍光体および耐久性向上に関する知見は、既存の有機材料では困難であったフォトルミネッセンス用途全般において活かすことができる。例えば、高解像度顕微鏡のレーザー光源による標識色素の退色課題の解決や、長期信頼性が必要な蛍光インク開発などの一助になることが期待できる。また、本研究で開発された広色域波長変換シートは、毒性元素を含まないことに加え、高い発光効率を示す。今後、カラーフィルターの高透過率化など、環境調和・省エネルギー型のディスプレイ開発への貢献が期待される。

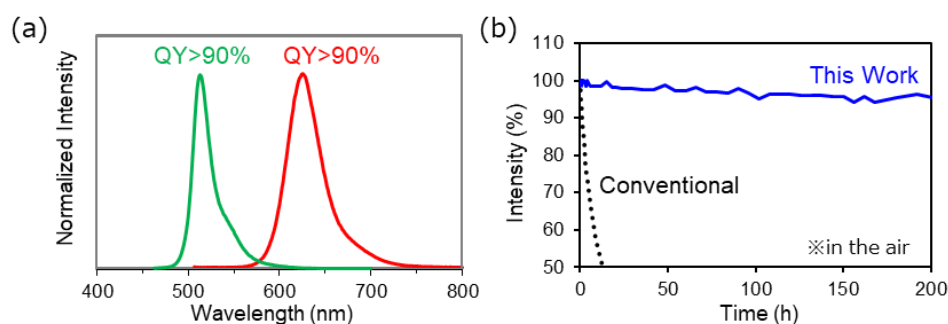


Fig. 2 (a) Emission spectra and (b) Photo-stability in the air of the organic phosphors.

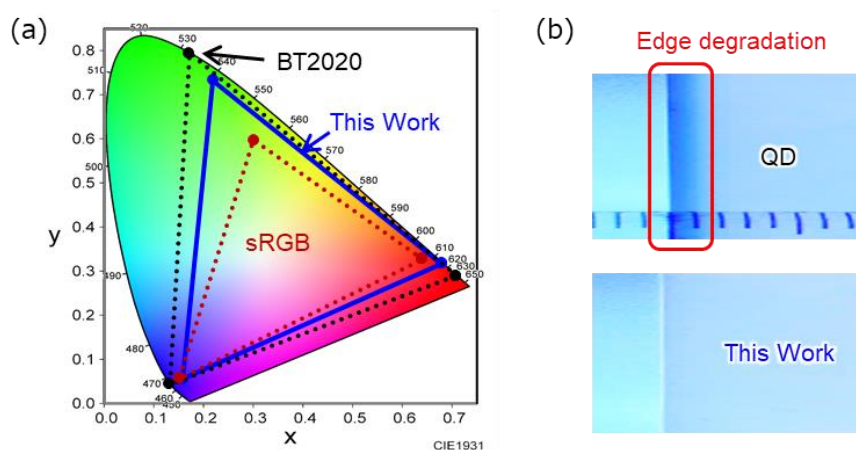


Fig. 3 (a) Color gamut of a LCD module with an organic phosphor film in this work. (b) Edge degradation of a QD film and an organic phosphor film in this work.