

mgr Marian Chapran
Politechnika Łódzka
Wydział Chemiczny
Katedra Fizyki Molekularnej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

Streszczenie rozprawy doktorskiej **“Badanie i zastosowanie nowych emiterów ekscypleksowych w organicznych diodach emitujących światło”**

Organiczne diody elektroluminescencyjne (OLED – z ang. organic light emitting diodes) stanowią obecnie najważniejszy i najszybciej rozwijający się obszar elektroniki organicznej. W diodach OLED kluczową rolę odgrywa warstwa emitująca światło, w której wstrzykiwane nośniki ładunku obydwu znaków tworzą ekscytony a te z kolei są przekształcane w fotony światła. Przeprowadzone w ramach pracy badania miały na celu wytworzenie i zbadanie nowych, wydajnych emiterów ekscypleksowych i wykorzystanie ich jako warstw emitujących światło w OLEDach. Ważną częścią tych prac były badania fotofizyczne mechanizmów termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji (TADF – z ang. thermally activated delayed fluorescence) w dwucząsteczkowych układach z przeniesieniem ładunku (ekscypleksach).

Istotnym elementem nowości pracy doktorskiej było zbadanie właściwości pięciu nowych akceptorów zawierających jednostki ftalimidowe, charakteryzujących się wysoko leżącymi poziomami stanów trypletowych. Stwierdzono, że badane związki akceptorowe po zmieszaniu z donorami zawierającymi grupy karbazolowe tworzą ekscypleksy emitujące światło o różnej barwie. Określono wpływ struktury cząsteczkowej badanych akceptorów na właściwości tworzonych ekscypleksów. Stwierdzono, że ekscypleks utworzony przez parastawiony benzofenon ftalimidu (4-BpPht) pełniący rolę akceptora i 1,3-di (9H-karbazol-9-yl) benzen (mCP) pełniący rolę donora wykazuje efekt TADF dzięki małemu rozszczepieniu poziomów energetycznych singlet-triplet (0,06 eV). Mieszanina mCP:4-BpPht została zastosowana w OLEDach, które emitowały światło o barwie niebieskiej i dzięki wykorzystywaniu zarówno singletowych, jak i trypletowych ekscytonów wykazały luminancję 2500 cd/m² oraz maksymalną zewnętrzną wydajność kwantową 2,9 %. Jednak znacznie lepsze wyniki osiągnięto przy wykorzystaniu innego akceptora, 2,4,6-tris[3-(difenylfosfynyl)fenyl]-1,3,5-triazyny (PO-T2T), w mieszaninach z różnymi komercyjnie dostępnymi donorami. Wytworzono osiem ekscypleksów, które emitują światło od barwy niebieskiej, przez zieloną do czerwonej. Dokładne badania tych ekscypleksów wykazały udział zjawiska TADF w obserwowanej emisji. Na podstawie przeprowadzonych badań zaproponowano trzy główne mechanizmy zjawiska TADF możliwe w ekscypleksach. Diody oparte na tych emiterach wykazały wyjątkowo wysokie parametry pracy, szczególnie OLEDy z ekscypleksem emitującym światło zielone, których wydajność prądowa wynosiła 60 cd/A, wydajność mocy 71 lm/W a zewnętrzna wydajność kwantowa 20 %. Wykazano również, że dla wytworzenia wydajnych OLEDów istotny jest nie tylko dobór odpowiednich materiałów emisyjnych, ale również staranne zaprojektowanie architektury urządzenia. Opracowano nową koncepcję polegającą na umieszczeniu ultra-cienkiej warstwy ambipolarnej w obszarze tworzenia ekscypleksu (między warstwami donora i akceptora). Tak wytworzone diody wykazały wysoką wydajność dzięki wykorzystaniu zarówno emisji ekscypleksowej jak i ekscytonowej, czego efektem była emisja światła białego ze współrzędnymi koloru CIE 1931 (0,39, 0,35). Urządzenia te wykazały stabilną wydajność prądową w szerokim zakresie gęstości prądu.

29/07/2019

Marian Chapran