

Gwałtowny rozwój elektroniki molekularnej wpływa na obniżanie kosztów produkcyjnych układów optoelektronicznych jakimi są matryce OLED. Z drugiej strony, wysoki popyt na cienkowarstwowe, elastyczne matryce OLED wpłynął na wzrost zapotrzebowania na bardzo drogi i rzadki irydu, będący głównym składnikiem typowych emiterów fosforescencyjnych. W celu wyeliminowania pochodnych irydowych, zaczęto szukać innego sposobu zwiększenia wydajności emiterów. Z fizycznego punktu widzenia, proces luminescencji można podzielić na dwa procesy fluorescencyjny i fosforescencyjny, gdzie pierwszy jest szybkim procesem, w którym cząsteczka wzbudzona do stanu singletowego wraca do stanu podstawowego przez emisję energii w postaci fotonów. Fosforescencja jest procesem długotrwałym, związanym z przejściem cząsteczki wzbudzonej ze stanu singletowego do stanu trypletowego. Przejście to jest kwantowo zabronione, przez co sam proces przejścia (ISC) trwa dłużej. Następnie wzbudzona cząsteczka ze stanu trypletowego relaksuje do stanu podstawowego. W urządzeniach organicznych emitujących światło (OLED) po nadaniu potencjału (ładunku), elektrony i dziury w substancji aktywnej mogą się łączyć tworząc różne stany wzbudzone, takie jak stan singletowy ekscytonów i stan trypletowy ekscytonów. Podczas nadania ładunku formowane są ekscytony singletowe i trypletowe, które teoretycznie powinny być produkowane w proporcji jeden do trzech. W przypadku urządzeń bazujących na procesie fluorescencji, emisja jest wywołana tylko przez rozpad ekscytonów singletowych, stan trypletowy ekscytonu jest zabroniony. Wydajność kwantowa dla ekscytonów singletowych jest ograniczona do 25%, co oznacza, że dla ekscytonów trypletowych wynosi 75%. Dotychczas w przemyśle jednym ze sposobów poprawienia wydajności procesu świecenia było wykorzystanie procesu fosforescencji i wytworzenia układów PHOLEDs (Phosphorescence Organic Light-Emitting Diodes), niestety proces ten wykorzystuje bardzo drogie emitory na bazie irydu a wydajność kwantowa rzeczywistych urządzeń jest poniżej 15% i napięcie pracy powyżej 4 V, co powoduje duże straty energii i krótszą żywotność. Nowatorską ideą w celu zwiększenia sprawności urządzeń, jest powiązanie procesu fluorescencji i fosforescencji i uzyskania 100% wydajności przez zastosowanie opóźnionej fluorescencji typu E (E-DF – E Type Delayed Fluorescence) lub inaczej TADF termicznie aktywowana opóźniona fluorescencja (Thermally Activated Delayed Fluorescence). W ogólnym ujęciu polega to na tym, że cząsteczka wzbudzona do stanu trypletowego wraca do stanu wzbudzonego singletowego, a następnie relaksuje do stanu podstawowego emitując fotony. W procesie tym wzbudzony stan singletowy i trypletowy muszą mieć bardzo zbliżone energie. Dzięki temu cząsteczka przy małym wydatku energetycznym (termicznym) jest w stanie przejść ze stanu wzbudzonego trypletowego z powrotem do stanu wzbudzonego singletowego i zrelaksować emitując fale świetlną. Maksymalna wydajność tego procesu wynosi 100%.

W moim projekcie będę starał się wykorzystać proces termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji (TADF) dla różnych mieszanych warstw donorowo-akceptorowych (ekscypleksowych) jako emiterów OLED i badał wpływ morfologii i właściwości termicznych warstw emisyjnych w celu poprawy wydajności do wartości bliskiej 100% (powyżej 15% EQE). Takie stabilne układy pozwolą w przyszłości na wyeliminowanie drogiego irydu w diodach i matrycach OLED.