

## ВСТУП

Актуальною проблемою в оптоелектроніці є пошук та розроблення нових енергоощадних джерел оптичного випромінювання для освітлення та пристроїв відображення інформації. Науково-дослідні центри світу ведуть інтенсивний пошук нових матеріалів та структур, які могли б конкурувати зі світловипромінювальними джерелами на основі люмінесценції в газових середовищах або в неорганічних напівпровідникових гетероструктурах, які характеризуються високою оптичною потужністю. Однак таким джерелам світла притаманні вузький спектр випромінювання, необхідність використання люмінофорів, складність виготовлення та потреба значних матеріальних затрат, використання токсичних матеріалів (ртуть, селен) тощо. Одним з можливих способів подолання вказаних недоліків є розроблення органічних електролюмінесцентних структур та органічних світловипромінювальних приладів на їх основі (Organic Light-Emitting Device OLED) [1, 2], в яких теоретично показано можливість досягнення оптичного випромінювання з внутрішньою квантовою ефективністю 100 %. OLED вже практично застосовуються та входять до нового покоління пристроїв відображення інформації, освітлення, індикації. На їх основі можливо також створити принципово нові електронні пристрої – оптично прозорі світловипромінювальні панелі та гнучкі електролюмінесцентні дисплеї [3, 4]. У майбутньому сподіваються впровадити в повсякденне життя абсолютно нове покоління світловипромінювальних пристроїв низької вартості з високими показниками світловипромінювання, які замінять пристрої на основі традиційних неорганічних напівпровідникових матеріалів [5].

Основою OLED є органічна світловипромінювальна структура (OCBC), що містить два електроди – анод і катод (один чи два з яких оптично прозорі), один органічний електролюмінесцентний та додаткові органічні чи неорганічні шари, які забезпечують покращання світловипромінювальних параметрів за рахунок підвищення інжекції та встановлення балансу носіїв заряду в органічному електролюмінесцентному шарі, зниження бар'єрів між електродами тощо. Введення додаткових шарів на основі хімічно модифікованих органічних низькомолекулярних матеріалів дає змогу підвищити ефективність світловипромінювання (струмову ефективність ( $\eta_c$ , кд/А), світлову віддачу ( $\eta_p$ , лм/Вт) чи внутрішню або зовнішню квантову ефективність ( $\eta_Q$ , %)) та наблизитись до теоретичного значення квантової ефективності 100 %. У наш

час триває пошук та розроблення нових матеріалів, що можуть слугувати світловипромінювальними шарами, щоб забезпечити високе значення квантової ефективності електролюмінесценції, та додатковими шарами, щоб знизити напруги увімкнення та відповідно зменшити потужність споживання ОСВС. Вибираючи такі матеріали, беруть до уваги квантовий вихід фотолюмінесценції ( $\eta_{\text{фл}}$ , %), температуру склування ( $T_g$ , °C), рухливість носіїв заряду ( $\mu$ ,  $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ), значення найвищої зайнятої та найнижчої вільної молекулярних орбіталей (англ. Highest Occupied Molecular Orbital (HOMO) та Lowest Unoccupied Molecular Orbital (LUMO)). Крім цього, враховують молекулярну будову органічної молекули, наприклад, жорсткість та просторову розгалуженість молекулярної будови, наявність груп, які відповідають за діркову чи електронну електропровідність, люмінесцентних центрів тощо. Серед органічних матеріалів виділимо карбазол, індол, піразол, триазол, трифенілін, оксидіалол, бензинімідазол, фосфід та похідні на їх основі, які використовуються як у флуоресцентних, так і в фосфоресцентних OLEDax [6]. Наприклад, у разі використання похідних карбазолу як «господарів» для фосфоресцентного «гостя» світловипромінювальним пігментом вибирають розроблені фосфоресцентні OLED зі значеннями струмової ефективності, світлової віддачі та зовнішнього квантового виходу відповідно 46,3 кд/А, 36,5 лм/Вт, 27,2 % синього [7], 224 кд/А, 27 % зеленого [8], 29,9 кд/А, 25,4 лм/Вт, 24,6 % червоного [9] та 80 лм/Вт, 60 % білого [10] спектрів світлення.

Для оптично прозорих анодів ОСВС найчастіше використовують суміш оксидів індію  $\text{In}_2\text{O}_3$  та олова  $\text{SnO}_2$  (Indium Tin Oxide (ITO)). Однак існує проблема забезпечення високої провідності та прозорості у високоенергетичній ділянці спектра, рівномірної товщини плівок ITO на підкладках великої площі або на рельєфній поверхні. Крім цього, методи їх формування вимагають температурної обробки. Також ITO містять індій, який є рідкісним та порівняно дорогим елементом. Тому ведуть пошук нових матеріалів, наприклад, на основі оксидів металів чи електропровідних полімерів, та модифікують наявні, щоб використовувати їх як оптично прозорі електроди.

У монографії відображено результати наших досліджень останніх років у напрямі розроблення та дослідження ОСВС для OLED [I–XXX]. Проаналізовано сучасний стан розвитку ОСВС, теорію та фізику струмопроходження та електролюмінесценції органічних низькомолекулярних матеріалів і принцип роботи базових ОСВС. Висвітлено підходи до вибору та дослідження матеріалів для ОСВС [I, II, IV, X]. Показано перспективність використання плівок

нелегованого оксиду цинку як електродів, які можна сформувати на будь-якій поверхні на основі методу пошарового атомного нанесення [III, XII–XV]. Подано результати розроблення та дослідження флуоресцентних та фосфоресцентних ОСВС для широкого спектра оптичного випромінювання на основі нових нанорозмірних плівок органічних низькомолекулярних та неорганічних напівпровідників [I]. Показано можливість створення двошарових ОСВС білого кольору свічення за рахунок змішування екситонного та ексимерного свічення на основі зіркоподібних похідних карбазолу та трихінолілату алюмінію [IV]. Описано комплексні дослідження нових органічних матеріалів та нанорозмірних плівок на їх основі для створення ефективних органічних світловипромінювальних структур.

Автори висловлюють подяку всім співавторам наукових публікацій, покладеним в основу монографії, а також Державному агентству з питань науки, інновацій та інформатизації України та Фонду фундаментальних досліджень України.