

УДК 535.372; 535.376

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОН-ДОНОРНЫХ И ЭЛЕКТРОН-АКЦЕПТОРНЫХ ГРУПП НА ФОТО- И ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПИРАЗИНОВ

Сапожникова Е.В. (Томский государственный университет)

Научный руководитель – к. ф.-м. н., Дегтяренко К.М.

(Томский государственный университет)

В работе были исследованы свойства соединений пиразина с различными донорными и акцепторными фрагментами, изучены спектры фото- и электролюминесценции, а на их основе были созданы OLED-ячейки по технологии послойного напыления транспортных слоев и излучающего вещества. Лучшие характеристики были получены для соединения пиразина с дифениламиновым фрагментом с излучением в зеленой области спектра. При использовании технологии допирования данным веществом мы получили сдвиг электролюминесценции в синюю область спектра.

Введение. В настоящее время область разработки источников излучения на основе люминесценции органических веществ активно развивается. Органические светоизлучающие диоды (OLED) имеют ряд преимуществ перед другими устройствами, такими как лучшая яркость, возможность создания гибких экранов, относительно дешевое массовое производство и т. д. Однако одной из проблем является разработка OLED, которые излучают в синей области спектра. Их сложно получить, а светоизлучающие характеристики уступают светодиодам других цветов. Данная работа посвящена поиску органических соединений, перспективных для создания органических светодиодов синего диапазона спектра.

Основная часть. В данной работе было изучено шесть соединений. В соединениях а1, а2 и а3 в роли электрон-акцепторной группы выступал пиразин, у соединений б1, б2 и б3 – пиразин с цианогруппой. В качестве электрон-донорной группы соединений а1 и б1 выступал трифениламин, у соединений а2 и б2 – метилкарбазол, у а3 и б3 – карбазольный фрагмент. На основе данных соединений были созданы растворы с использованием полярного и неполярного растворителей для определения их сольватохромных свойств. При смене неполярного растворителя на полярный происходит сдвиг в красную область спектра почти на 200 нм, что свидетельствует о существенной зависимости излучательных свойств этих соединений от окружения.

На основе данных соединений были созданы OLED-структуры. Основой данной структуры является стеклянная подложка с анодом, в роли которого выступает окись индия. Нанесение всех слоев OLED происходило в перчаточном боксе в атмосфере сухого азота. Первым был нанесен слой PEDOT методом центрифугирования, и толщина слоя составила 20 нм. Нанесение всех последующих слоев происходило на установке термовакuumного напыления AUTO306. Сначала производится напыление дырочно-проводящего слоя NPD, толщина которого составила 20 нм. Затем наносился слой активного вещества. Его толщина составила от 35 до 40 нм, в зависимости от разных соединений. После был нанесен дырочно-блокирующий слой VSP толщиной 15 нм. Потом напылялся тонкий слой диэлектрика, в роли которого выступает LiF. Толщина данного слоя составляет 1 нм. Затем наносился слой катода, в качестве которого использовался алюминий. Его толщина составила 100 нм для соединений б1, б2 и б3, и 150 нм – для соединений а1, а2 и а3.

В ходе работы были измерены спектры электролюминесценции для полученных OLED-структур. Устройства на основе соединений а1, а2 и а3 излучали в синей области спектра на длинах волн порядка 445-460 нм. Для соединений а1 и а3 наблюдалось сильное уширение спектра в красноволновой области. Это может свидетельствовать об образовании новых излучающих комплексов. Для соединений б1, б2 и б3 кроме электролюминесценции были также измерены спектры фотолюминесценции в пленках. Излучение в пленках происходило в

синей области спектра для веществ б2 и б3, однако спектры электролюминесценции сместились в зеленую область. Для соединения б1 спектры фото- и электролюминесценции оказались в зеленой области. Данный сдвиг может свидетельствовать об образовании эксимеров. Для подтверждения этого было решено создать OLED-структуру с б1, допированным СВР в соотношении 1:10. Поочередно производилось нанесение слоя PEDOT (толщина 20 нм), СВР (10 нм), СВР+б1 (10:1) (30 нм), ВСР (18 нм), LiF (1 нм) и Al (150 нм). Спектр электролюминесценции сместился на 260 нм в синюю область, что подтвердило нашу теорию об образовании эксимеров.

После этого были измерены вольт-амперные и вольт-яркостные характеристики созданных OLED. По эффективности и яркости излучения лучше оказались соединения пиразина с цианогруппой. Наибольшие значения показала OLED-ячейка на основе б1, яркость составила 3017 Кд/м², эффективность – 0,8 Кд/А и ток 22 мА при напряжении 10 В. Наименьшие значения оказались у соединения б2. Яркость составила 527 Кд/м², эффективность – 0,17 Кд/А и ток 19 мА при напряжении 10 В. В случае допирования б1 яркость и эффективность полученных устройств упали примерно в 3 раза, однако излучение происходило в синей области спектра, что всегда приводит к снижению характеристик при прочих равных условиях. Это связано с тем, что при расчете яркости учитывается коэффициент чувствительности глаза, который примерно в 10 раз ниже для синей области, чем для зеленой. С учетом этого фактора характеристики OLED на основе а1, а2 и а3 уступают соединениям б1, б2 и б3 из-за области излучения. Среди этих соединений лучшие значения были получены для а2. Яркость составила 1176 Кд/м², эффективность – 0,14 Кд/А и ток 34 мА при напряжении 14 В. Худшие оказались у а1, яркость составила 170 Кд/м², эффективность – 0,07 Кд/А и ток 10 мА при напряжении 14 В. В сравнении с соединениями, содержащими цианогруппу, можно увидеть большую разницу в значениях тока. У соединений а1, а2 и а3 его значения меньше в несколько раз.

Выводы. В данной работе были изучены фото- и электролюминесцентные свойства арилзамещенных пиразинов, состоящие их электрон-акцепторных и электрон-донорных групп. Было получено, что присоединение цианогруппы к пиразину приводит к увеличению электронной проводимости, о чем свидетельствует увеличение тока. Это также улучшает яркость и эффективность полученных устройств, однако приводит к смещению спектра излучения в зеленую область. Характеристики устройств на основе соединения с карбазольной донорной группой значительно уступают соединениям с трифениламинной в случае акцепторной циановой. Однако в случае пиразина без цианогруппы все происходит ровно наоборот. Это может быть связано с образованием эксиплексов с проводящими слоями, о чем свидетельствует сильное уширение спектра электролюминесценции в красноволновой области. При использовании технологии допирования удается избежать образования комплексов и получить синюю электролюминесценцию. Результаты работы могут быть использованы при создании OLED-устройств синего и зеленого диапазона спектра.

Сапожникова Е.В. (автор)

Подпись

Дегтяренко К.М. (научный руководитель)

Подпись