

Сведения о выполненных работах в 2017 году  
по проекту «Создание и исследование функциональных жидких композиций на  
основе органических полупроводниковых материалов  
для получения устройств печатной электроники и фотоники»  
поддержанного Российским научным фондом

Соглашение № 15-12-00034

Руководитель д-р физ.-мат. наук Копылова Татьяна Николаевна

На третьем этапе продолжены работы по созданию и оптимизации жидких композиций для струйной принтерной печати. На их основе созданы органические светоизлучающие диоды, для некоторых из них выполнена оптимизация структуры OLED с целью повышения их токовой эффективности.

Были продолжены разработки чернил полифлуоренов, в которых в качестве растворителя выступал бы спирт. Для этого была выполнена химическая модификация полифлуорена путем введения полярных групп на концах октильных радикалов. На основе исследованных полимеров были созданы чернила и выполнена печать полифлуоренов. Такие спирторастворимые полимеры обладают рядом преимуществ: использование менее агрессивных и менее токсичных растворителей для создания на их основе чернил; возможность повышения вязкости растворов за счет использования смесей растворителей с высокой вязкостью. Стоит отметить, что хорошая растворимость PFPO достигается в спиртах, начиная с пропилового. Нами использовался н-бутиловый спирт. В качестве загустителя чернил на основе н-бутанола использовался глицерин. Наиболее подходящими для печати оказались смеси с соотношением бутанола и глицерина – 7:3, однако содержание полимера PFPO с концентрацией 5 мг/мл дополнительно увеличивало вязкость. Таким образом, оптимальная для струйной принтерной печати вязкость 11 мПа×с достигалась при соотношении спиртов 8:2. Поверхностное натяжение  $\sigma$  при таком соотношении спиртов и растворенного PFPO составило 34.5 мН/м, что также попадает в диапазон оптимальных значений для большинства печатающих головок.

Показано, что OLED устройства на основе только одного излучающего слоя PFPO обладают неплохими характеристиками: 0,64 кд/А против 0,23 кд/А для аналогичной структуры без полярных групп.

Выполнены работы по исследованию протекания физических процессов в одно- и двухслойных органических светоизлучающих диодах.

Были продолжены работы по разработке программы моделирования процесса высыхания капли. За основу взята модель Дигана и ее модификация Ларсоном. Выполненное моделирование для толуольного раствора полифлуорена показало, что при высыхании микролитровой капли на подложке температурой 30 °С (в модели

предполагается, что температура капли и подложки одинаковая) при температуре окружающего воздуха 25 °С на края капли выносятся большая часть полимера. Этот эффект связан с тем, что в условиях залипания края капли, растворитель преимущественно испаряется с краев капли.

Отмечено, что в случаях, когда не удается подобрать систему растворителей, обеспечивающую оптимальный вылет капли в процессе печати можно подобрать форму импульса, а профиль капли регулировать за счет варьирования температуры капли и температуры подложки. В этом случае необходимо знать зависимость скорости звука в жидкости от температуры. Так, было показано, что длительность импульса на пьезоактуаторе в общем случае должна быть обратно пропорциональна скорости звука. Например, в н-бутаноле и анизоле, где скорость звука с ростом температуры уменьшается, суммарная длительность сложного импульса растет. В то же время в воде, для которой характерен аномальный ход зависимости скорости звука от температуры (с ростом температуры скорость звука растет, хотя плотность и вязкость жидкости снижается) суммарная длительность сложного импульса уменьшается.

На третьем этапе были продолжены работы по созданию и исследованию чернил на основе диэлектрических полимерных материалов. В частности, созданы чернила на основе полиметилметакрилата (PMMA) и его сополимера с полиолигомерным силсесквиоксаном (PMMA w 15 % POSS). В качестве растворителя использовался толуол и дихлорбензол. Печать выполнялась методом капиллярной принтерной печати на плоттере GIX Micropotter II (Sonoplot).

Результаты работ доложены на международной конференции XIII International Conference on Organic Electronics посвященной органической электронике, в том числе и печатной (Санкт-Петербург, 4-8 июня) и на международном форуме Nano and Giga Challenges in Microelectronics 2017 (Томск, 18-22 сентября).

Кроме того, результаты исследований представлены на сайте лаборатории органической электроники СФТИ ТГУ по адресам <http://loe.spti.tsu.ru/science/printelectronics.shtml> и [http://loe.spti.tsu.ru/grants/rscf\\_15\\_12\\_00034.shtml](http://loe.spti.tsu.ru/grants/rscf_15_12_00034.shtml).