

06:07:12

Защита органических пленочных светодиодов

© Б.А. Чаянов, Г.М. Плешков, П.П. Кисилица,
В.Н. Боченков, Ю.О. Яковлев, В.Ф. Золин

Институт радиотехники и электроники РАН, Москва

Поступило в Редакцию 5 декабря 1996 г.

В работе продемонстрирована возможность многократного увеличения времени жизни органических тонкопленочных электролюминесцентных светодиодов нанесением защитных покрытий в общем цикле изготовления светодиода.

Тонкопленочные многослойные органические светодиоды интенсивно изучаются после выхода пионерской работы по созданию полимерных светодиодов [1]. Нами исследовались двуслойные приборы с прозрачным электродом из смеси оксидов индия и олова (ИО), выполняющим роль анода, и с алюминиевым электродом в качестве катода. Первый слой органического материала служит для транспорта дырок, второй — для транспорта электронов, являясь одновременно слоем, в котором происходит излучательная рекомбинация. Мы пытались решать следующие проблемы:

1. Проблему преодоления склонности органических материалов к окислению и гидролизу.
2. Проблему снижения чувствительности к внешней температуре, связанной с неустойчивостью аморфного состояния слоев.

Стараясь выбрать химически стабильные материалы, мы использовали в качестве материала для катода алюминий, несмотря на то что выбор приводит к заметному повышению барьера при инжекции электронов для большинства известных материалов и к понижению эффективности, поскольку устройство становится "чисто дырочным" [2].

В качестве сравнительно устойчивых материалов для создания слоя, в который инжектируются дырки, кроме олигомеров полиарил-ацетиленового ряда — полифенилацетилена и политолана [3–4], для создания слоя с дырочной проводимостью нами применялись гетероциклические соединения с ограниченной системой сопряженных связей, в том числе различные поливинилкарбазолы и карбораны. Это привело

к некоторому повышению стабильности ячеек и к существенному увеличению напряжения пробоя, но одновременно к повышению барьера при инжекции дырок. Пленки 8-оксихинолинов металлов использовались в качестве слоя с электронной проводимостью, играющего также роль слоя излучательной рекомбинации.

Слои изготавливались испарением в вакууме. Толщина слоев составляла от 40 до 800 нм. Она контролировалась методом кварцевых часов — весов. Качество слоев проверялось поляризационным оптическим или электронным микроскопами. Исследовались электрофизические и оптические свойства изготовленных диодов. Были получены устройства яркостью порядка 500 кд/м^2 , а при использовании кальция в качестве катода — до 1000 кд/м^2 . Такая яркость была получена на двуслойных приборах, состоящих из карбазолсодержащих полимеров или комплексов фталоцианина с оксихинолином алюминия, с ПТО — Al электродами. Временная стабильность созданных светодиодов была невелика: за несколько минут интенсивность свечения падала примерно вдвое.

Некоторые из использованных нами материалов являются фоторезисторами. Оказалось, что один из них, полимер на основе 1(9-карбокситранс-антрацен)-4(фуран)-дивинила, содержащий в боковой цепи радикалы 9-карбокситранс-антрацена [5], успешно работает в качестве слоя с дырочной проводимостью. Кроме того, это вещество, нанесенное поверх алюминиевого электрода, дает эффективную защиту от агрессивных компонент атмосферы: кислорода и паров воды. В результате срок службы устройств без каких-либо дополнительных мер защиты от воздействия атмосферы был увеличен от нескольких минут до десятков часов, а срок хранения с недели до полугода. Нанесение защитного слоя позволяет проводить лабораторные исследования без использования инертной атмосферы.

Герметизация также может решить проблему их химической нестабильности [6]. Предложенный нами метод технологически более прост, но тоже приводит к удовлетворительным результатам.

Работа поддерживалась Лос Аламосской национальной лабораторией (ЛАНЛ) по Соглашению N 8990Q0004-35 с ИРЭ РАН и Российским национальным фондом фундаментальных исследований (РФФИ) по грантам N 94-02-04019-а и № 96-02-17663. Эта работа входит также в программу академика А.М. Прохорова по физике лазеров.

Список литературы

- [1] *Burroughes J.H., Bradley D.D.C., Brown A.R.* et al. // *Nature*. 1990. V. 347. P. 539–541.
- [2] *Parker I.D.* // *J. Appl. Phys.* 1994. V. 75. N 3. P. 1656–1666.
- [3] *Берлин А.А.* и др. // *Изв. АН СССР. Сер. хим.* 1965. № 10. С. 1875–1877.
- [4] *Кисилица П.П.* и др. // *Изв. АН СССР. Сер. хим.* 1967. № 11. С. 2453–2460.
- [5] *Ishii T., Tezuka Y., Kawamoto S.* et al. // *J. Photochem. Photobiol.* 1994. V. A83. N 1. P. 55–62.
- [6] *Burrows P.E., Bulovic V., Forrest S.R.* et al. // *APL*. 1994. V. 65. N 23. P. 2922–2924.