

УДК 621.315.592

В.А. НОВИКОВ¹, А.В. ВОЙЦЕХОВСКИЙ^{1,2}, С.Н. НЕСМЕЛОВ¹, С.М. ДЗЯДУХ¹, Т.Н. КОПЫЛОВА²,
К.М. ДЕГТЯРЕНКО², Е.В. ЧЕРНИКОВ², В.М. КАЛЫГИНА¹

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МДП-СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ПЕНТАЦЕНА С ДИЭЛЕКТРИКОМ SiO₂ *

В широком диапазоне частот и температур экспериментально исследован адмиттанс МДП-структур на основе органических пленок пентацена, сформированных методом термовакuumного напыления на подложках из SiO₂ и SiO₂/Ga₂O₃. Вольт-фарадные характеристики МДП-структур с диэлектриком SiO₂ практически не имеют гистерезиса. Показано, что при температурах 150–300 К в структурах формируется инверсионный слой при больших положительных смещениях. Концентрация дырок в пентацене, определенная из емкостных измерений, превышает 10¹⁸ см⁻³ и практически не зависит от температуры и частоты. Экспериментальные частотные зависимости адмиттанса МДП-структур с диэлектриком SiO₂ хорошо согласуются с результатами расчета при помощи метода эквивалентных схем. Для структур со слоем Ga₂O₃ обнаружена отрицательная дифференциальная проводимость диэлектрика, что требует усложнения эквивалентной схемы. Показана возможность использования низкотемпературных измерений адмиттанса для исследования ловушек в объеме пленки пентацена.

Ключевые слова: органический полупроводник, пентацен, МДП-структура, SiO₂, Ga₂O₃, адмиттанс, эквивалентные схемы, низкотемпературные измерения, инверсионный слой, объемные ловушки.

Введение

В последние годы возрастает интерес к исследованиям электрофизических характеристик пленок органических полупроводников и границ раздела неорганических и органических материалов [1, 2]. Традиционные методики, разработанные для характеристики кремниевых МОП-структур [3], не всегда применимы для исследований МДП-структур на основе органических пленок и требуют адаптации к новому объекту исследований. В настоящее время разработаны, например, методики MIS-CELIV [4], нелинейной спектроскопии импеданса [5], измерения тока смещения [6], нестационарной емкостной спектроскопии глубоких уровней [7].

Измерение адмиттанса органических МДП-структур при различных частотах и напряжениях обеспечивает получение важной информации о свойствах органической пленки и границы раздела диэлектрик – органический полупроводник [8–11]. Подавляющее большинство экспериментальных исследований адмиттанса выполнено при температурах, близких к комнатной. Измерения в более широком температурном диапазоне могут дать новую информацию о физических процессах в исследуемых структурах (что показано, например, при исследованиях адмиттанса МДП-структур на основе неорганических полупроводников [12, 13], импеданса структур металл – органический полупроводник – металл [14], вольт-фарадных характеристик (ВФХ) диодов на основе пентацена [15]). Известны исследования подвижности в транзисторах на основе органических полупроводников при охлаждении до 8–10 К [16], но низкотемпературные измерения емкости или адмиттанса органических структур проводились при более высоких температурах (от 100–150 К).

Выбор органического полупроводника обусловлен тем, что пентацен можно рассматривать в качестве модельного материала, поскольку он относительно хорошо изучен из-за перспектив использования в приборах органической электроники (например, в тонкопленочных транзисторах (OTFT), солнечных элементах, устройствах памяти [17, 18]).

При разработках OTFT часто используют SiO₂ [19], но возрастает интерес к использованию затворных диэлектриков других типов с более высокой диэлектрической проницаемостью [20, 21], что перспективно для снижения управляющих напряжений транзистора. Одной из проблем использования новых диэлектрических слоев является значительный гистерезис рабочих характеристик, вызванный высокой плотностью медленных состояний на границе раздела диэлектрик – пентацен [22]. Известны исследования возможности использования двухслойного диэлектрика SiO₂/Ga₂O₃ в полевых транзисторах на основе GaN [23, 24].

* Технология создания структур для исследований разработана при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров в рамках проекта № 8.1.44.2018. Исследования электрофизических характеристик проведены при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках научного проекта p_a № 18–43–700005.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>