Об определении длины диффузии неосновных носителей заряда в материале абсорбера фотодиодных матричных фотоприемников методом сканирования пятна засветки при малых уровнях диодных фототоков

В.А. Стучинский, А.В. Вишняков

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

тел: +7 (383) 333-2276, факс +7 (383) 333-2276, эл. почта: stuchin@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-150

Ранее нами был предложен новый способ определения объемной длины диффузии фотогенерированных носителей заряда (ФНЗ) l_d в материале абсорбера фотодиодных матричных фотоприёмных устройств (ФПУ) на основе материала КРТ [1,2]. Метод основан на измерении пространственных распределений фотоответа $S(x)$ выбранного фотодиода матрицы, которым осуществляется сканирование узкого линейного (в форме полоски) пятна засветки фотоприемника в условиях пониженных уровней отбора ФНЗ из фоточувствительной пленки (ФП) устройства. Варьирование уровня фотодиодных токов j в ФПУ достигается изменением затворного напряжения входных транзисторов фотоэлектрических ячеек приемника. Из каждого измеренного профиля $S(x)$ по максимальному градиенту на полулогарифмическом графике фотоответа диода можно определить (зависящую от уровня j) эффективную длину диффузии ФНЗ $l_{d\text{ eff}}$. Последовательность полученных значений $l_{d\text{ eff}}$ при $j \rightarrow 0$ даёт искомое значение объемной длины диффузии ФНЗ l_d в материале абсорбера.

В настоящей работе исследуется следующее прежде неучтенное обстоятельство метода. Именно, измеряемый в указанных условиях малый макроскопический фототок диода возникает как разность значительного микроскопического потока ФНЗ, стекающих в n -область фотодиода, и потока

носителей, движущихся им навстречу. При малом отбираемом из фотоячеек фототоке последний поток составляет значительную долю первого тока; мы будем называть соответствующий фототок “отраженным” фототоком. В контексте анализа профилей $S(x)$ существенно то обстоятельство, что стекающий в n -область диода и “отраженный” фототоки имеют разную координатную зависимость. В то время как носители заряда, переносящие первый ток, имеют пространственное распределение, соответствующее решению диффузионной задачи для ФНЗ в ФП устройства, “отраженный” фототок эмитируется в пленку однородно по площади p -перехода. В результате вдоль пленки по направлению от пятна засветки возникает дополнительный (прежде неучтенный) перенос ФНЗ, осуществляющийся с участием диодов матрицы. Указанный перенос должен приводить к завышенным значениям l_d , извлекаемых из данных экспериментов, проведенных при низких фототоках диодов.

С целью оценки вносимой эффектом погрешности нами было проведено Монте-Карло моделирование процесса диффузии ФНЗ по пленке ФПУ при пониженных уровнях фототоков диодов. В работе мы приводим результаты такого моделирования (см. рисунок), показывающие, что погрешности в определении l_d , обусловленные вышеописанным эффектом “отраженного” тока, для ФПУ с актуальными параметрами являются не слишком большими. Именно, характерная погрешность в определении объемной длины диффузии ФНЗ в материале абсорбера, связанная с латеральным “переносом” ФНЗ при их “скользящем отражении” от диодов, для актуальных случаев составляет ~20-25%.

Литература

[1] A.V. Vishnyakov *et al.* // Appl. Phys. Lett. 2014. V.104. P.092112.
[2] A.V. Vishnyakov *et al.* // J. Appl. Phys. 2015. V.118. P.124508.