

Методика измерения квантовой эффективности и темнового тока фоточувствительных элементов матричных ФПУ

А.В. Никонов<sup>1,2</sup>, А.И. Патрашин<sup>1,2</sup>, В.П. Пономаренко<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>ГНЦ РФ АО «НПО «Орион»

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>3</sup>АО «Швабе-Фотоприбор»

Данный метод относится к способу измерения параметров инфракрасных матричных фотоприемных устройств (ИК МФПУ), работающих в режиме накопления. Эти устройства являются сложными высокотехнологичными приборами [1]. Они работают в диапазонах 1-2.8 мкм, 3-5 мкм, 8-12 мкм и далее вплоть до 100-150 мкм, включают матрицу фоточувствительных элементов (ФЧЭ), содержащую от более, чем 1 000 (формат 4x288) фотодиодов, до более, чем 1 000 000 (формат 1280x1024) фотодиодов, состыкованных с таким же количеством ячеек интегрального кремниевого мультиплексора. Мультиплексор выполняет накопление фототоков ФЧЭ в ячейках, поэлементное считывание накопленных зарядов, преобразование их в напряжение, предварительное усиление и вывод сигналов, как правило, на несколько выходов с заданной частотой кадров. Кроме этого, современные мультиплексоры-процессоры преобразуют выходной сигнал из аналоговой формы в цифровую форму и осуществляют предварительную цифровую обработку сигналов. При этом, рабочая температура матрицы и мультиплексора, как правило, является достаточно низкой, что достигается расположением их в вакуумированном корпусе на холодном пальце микрокриогенной системы, также представляющей собой сложнейшее газoeлектро-механическое устройство [2].

При изготовлении ИК МФПУ необходимо контролировать параметры всех его составных частей. Особенно это касается характеристик, от которых зависят параметры будущего устройства. Этими характеристиками являются квантовая эффективность и темновой ток фоточувствительных элементов (ФЧЭ), составляющих матрицу ИК МФПУ. Они являются важнейшими и определяющими фотоэлектрические параметры ИК МФПУ, такие, как пороговая облученность (NEI), пороговая мощность (NEP), удельная обнаружительная способность ( $D^*$ ), пороговая разность температур (NETD), динамический диапазон, токовая и вольтовая чувствительности, однородность характеристик по площади МФЧЭ, заданное возможное количество дефектных ФЧЭ.

Для нормальной работы МФПУ чрезвычайно важно, чтобы однородность измеряемых параметров по всем ФЧЭ была бы не хуже заданной величины. Кроме этого,

необходимо, чтобы величина темнового тока  $I_T$  не превышала некоторое граничное значение  $I_0$ , а величина квантовой эффективности  $\eta$  была бы не ниже граничного значения  $\eta_0$ . Все ФЧЭ, не удовлетворяющие подобным требованиям, считаются дефектными. Для современных МФПУ количество дефектных элементов не должно превышать величину от 0.1 до 1 %. По этим причинам необходим надежный, автоматизированный и корректный способ контроля величины квантовой эффективности и темнового тока каждого ФЧЭ ИК МФПУ с целью определения количества дефектных элементов в матрице.

В измерении с помощью зонда величина темнового тока каждого ФЧЭ рассчитывалась из ВАХ, смещенной вдоль оси токов из-за наличия паразитного комнатного облучения. Кроме этого, чтобы вручную измерить темновые токи всех ФЧЭ, например, в одной матрице формата 320x256, понадобится минимум месяц кропотливой работы из-за ручной установки зонда на каждый ФЧЭ. Сама МФЧЭ после этого вряд ли будет пригодна для стыковки с мультиплексором, т.к. индиевые столбики на ней с большой вероятностью будут повреждены.

Заявленный способ свободен от этих недостатков. Настоящий способ компьютеризирован и позволяет провести измерения без ущерба для МФЧЭ, максимум за один час. По этой причине ручной способ прямого измерения темновых токов не используется в качестве прототипа. Технический результат достигается тем, что регистрируют величины фоновых сигналов всех ФЧЭ, по крайней мере, при двух заданных температурах фона, и по ним рассчитывают величины квантовых эффективностей и темновых токов ФЧЭ.

В результате, зная параметры всех ФЧЭ, можно автоматически получить все параметры МФПУ.

#### Литература

1. Бурлаков И.Д., Дирочка А.И., Корнеева М.Д., Пономаренко В.П., Филачев А.М. Твердотельная фотоэлектроника. Современное состояние и прогноз развития. – Успехи прикладной физики. – 2014. – Т. 2. – № 5. – С. 509-519.
2. Патрашин А.И. Метод расчета параметров ИК матричного фотоприемного устройства. – Прикладная физика. – 2010. – № 2. – С. 103.