

УДК 621.315.592.08

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-ФАРАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК *p-n*-ПЕРЕХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Студ. *Мурадян Э.Э.*, проф. *Датиев К.М.*

Кафедра технологических машин и оборудования.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)

*Предлагаемый прибор предназначен для измерения вольт-фарадных характеристик *p-n*-переходов различных полупроводниковых приборов методом ёмкостно омического делителя. Он имеет цифровую индикацию, высокую точность измерения, прост в обращении. Дополнительные клеммные разъемы для подключения внешних измерительных приборов делают прибор более функциональным и повышают его чувствительность. Вследствие простоты эксплуатации и оперативности проводимых измерений прибор можно использовать в научно-исследовательской практике и учебном процессе при изучении свойств полупроводников и *p-n*-переходов различных полупроводниковых приборов*

Для измерения параметров полупроводниковых материалов в настоящее время используется большое количество разнообразных методов. Одним из них является метод *вольт-фарадных характеристик* [1]. Основной из отличительных черт этого метода является то, что исследуется не монолитный полупроводник, а структура на основе полупроводника, обладающая емкостью: металл–полупроводник, металл–диэлектрик–полупроводник (МДП-структура) или *p-n*-переход. С их помощью проводят измерения концентрации легирующих примесей, глубоких уровней и их характеристик, генерационного времени неравновесных носителей заряда, плотности поверхностных состояний и их распределения по энергиям и другие.

Вольт-фарадные методы измерения параметров полупроводников основаны на определении зависимости емкости структуры, обусловленной наличием объемного заряда в приповерхностной области полупроводника от

приложенного к ней напряжения. Одновременно на структуру могут оказывать влияние другие факторы, которые могут варьироваться при измерениях. К ним относятся воздействие на структуру внешнего фотоактивного излучения и ее нагревание по определенному закону.

Второй отличительной особенностью методов является наличие двух электрических сигналов, подаваемых на структуру. Первый – это постоянное напряжение (напряжение смещения), которое обеспечивает поддержку рабочей точки прибора, и второй – переменное напряжение малой амплитуды (измерительный сигнал), необходимое для измерения собственно емкости структуры [2].

Описание прибора

Предлагаемый прибор позволяет измерять C-V-характеристики *p-n*-переходов различных полупроводниковых приборов. Кроме измерений параметров полупроводников, прибор может быть использован как генератор фиксированных частот, а также как генератор меток для радиотехнических измерительных приборов. Прибор отличается простотой и малой трудоемкостью изготовления. Диапазон частот зондирующего сигнала разбит на пять значений 10 мГц, 5 мГц, 1 мГц, 500 кГц, 100 кГц.

Минимальные значения измеряемой барьерной емкости и точность измерения параметров на пределах до 200 пФ определяет паразитная конструктивная емкость клемм или гнезд для подключения выводов элементов равная 0,9 пФ, которая учитывается при первоначальной калибровке прибора с помощью переменного резистора *R12* «Установка нуля». На поддиапазоне 200 – 2 000 пФ погрешность измерения в основном определяется классом точности цифрового вольтметра. Потребляемый прибором ток не превышает 50 мА.

Принцип работы прибора основан на измерении среднего значения разрядного тока емкости конденсатора

[2]. Электрическая принципиальная схема прибора приведена на рисунке. На элементах *DD1.1* и *DD1.2* выполнен опорный генератор по схеме мультивибратора с кварцевым резонатором в цепи обратной связи. Инверторы *DD1.3* и *DD1.4* формируют импульсы прямоугольной формы, которые поступают на первую контактную пару переключателя *S1* и два десятичных делителя частоты, собранных на микросхемах *DD2* и *DD3* [3]. С выходов делителей сигналы с частотой в 10 и 100 раз меньше поступают на последующие контактные пары переключателя *S1*. Далее сигналы поступают на буферные инверторы, выполненные на *DD1.1 – DD1.4* микросхемы К561ЛН2.

емкости $p-n$ -переходов.

Резистор $R4$ ограничивает значение выходного тока инверторов. Подстройкой сопротивления $R4$ выполняют юстировку прибора. Интегральные стабилизаторы серии LM7805 и LM7809 [3] обеспечивают необходимые значения напряжения для питания микросхем, а также минимизируют влияние различных «бросков» напряжения источника питания. Все номиналы элементов кроме частоты кварца могут отличаться на 20 %. Стабилизаторы серии LM могут быть заменены отечественными из серии Крен. Кнопка $S2$ служит для переключения предела измерения. В положении кнопки $S2$ «отжата» предел измерения составляет 200 – 2 000 пФ.

В качестве источника питания может быть использован, любой лабораторный источник постоянного напряжения 12 – 15 В. Максимальное значение напряжение смещения определяется пределом цифрового вольтметра 20 В. В случае необходимости возможно подключение внешнего вольтметра при отключении встроенного цифрового и проведение измерений при больших значениях запирающего напряжения. В качестве источника напряжения смещения может быть использован любой микромощный DC-DC-преобразователь, по схемотехническому исполнению аналогичный применяемым в различных бытовых приемниках для питания варикапов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа, 1987.
2. Датиев К.М. Основы полупроводниковой электроники. Владикавказ, 1998.
3. Отечественные полупроводниковые приборы и их зарубежные аналоги: Справочник. 4-е изд. // А.В. Нефедов, В.И. Гордеева. М.: КУбк-а, 1996.