

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин
М.п. «10» декабря 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Установка для измерения поверхностного сопротивления
четырёхзондовым методом модель 233DC

Методика поверки

МП 2202-0073-2018

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

 Ю.П. Семенов

Зам. руководителя лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

 М.В. Шемет

Санкт-Петербург
2018

Содержание

1	Операции и средства поверки.....	3
2	Требования безопасности.....	4
3	Условия поверки	4
4	Подготовка к поверке	4
5	Проведение поверки	4
6	Оформление результатов поверки.....	6
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Форма протокола поверки.....	7

Настоящая методика поверки распространяется на установки для измерения поверхностного сопротивления четырехзондовым методом модель 233DC, предназначенная для измерений поверхностного электрического сопротивления полупроводниковых пластин.

Настоящая методика устанавливает методы и средства периодической поверки установки для измерения поверхностного сопротивления четырехзондовым методом модель 233DC (далее – установка).

Интервал между поверками – 2 года.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Основные операции и средства поверки

Наименование операции	Средства поверки и их нормативно технические характеристики	Номер пункта методики
Внешний осмотр	-	5.1
Опробование	Резисторы калибровочного набора из состава установки, $\delta R = \pm(0,04 - 0,3) \%$	5.2
Подтверждение соответствия ПО	-	5.3
Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току	<ul style="list-style-type: none"> - Нановольтметр/микроомметр 34420А, диапазон измерений электрического сопротивления 1 мкОм – 1 МОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрического сопротивления $\pm(0,006 - 0,007) \%$, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 47886-11; - измеритель малых токов В2987А, диапазон измерений электрического сопротивления 10 Ом – 10 ПОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрического сопротивления в необходимом диапазоне измерений $\pm(0,135 - 0,285) \%$, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 68608-17; - катушка электрического сопротивления Р4030, 1000 МОм, класс точности 0,01, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 2825-72. 	5.4

Таблица 2 – Вспомогательные средства измерений и устройства

Наименование	Обозначение	Диапазон измерений	Погрешность
Прибор комбинированный температура, °С влажность, %	Testo 622	минус 10 - +60 10 – 95	$\pm 0,4$ ± 3

1.2 При поверке установки могут применяться другие средства измерений (далее – СИ) с метрологическими характеристиками не хуже метрологических характеристик средств измерений, приведенных в таблицах 1 и 2.

1.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия обеспечения безопасности:

- перед использованием прибора следует убедиться, что изоляция проводов не повреждена, и проводящие части нигде не оголены;
- провода и насадки должны быть в рабочем состоянии, чистые и без поврежденной изоляции.

3 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 22±2
- относительная влажность, % 50±10

4 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- поверяемая установка должна быть подготовлена к работе в соответствии с рекомендациями, изложенными в руководстве по эксплуатации;
- применяемые СИ должны быть подготовлены в соответствии с их технической документацией.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить комплектность, наличие маркировки и обозначения, отсутствие дефектов покрытий, пломб, составных частей, корпуса, дисплея.

5.2 Опробование

5.2.1 Включают питание установки (переключают главный тумблер в положение «ON», нажимают зеленую кнопку «RESET», переключают тумблер POWER в положение «ON»).

5.2.2 К зондovому разъему установки подключают любой резистор калибровочного набора (CAL-1 - CAL9), входящего в состав установки. Выбирают метод измерения «1PT» нажатием соответствующей кнопки. Устанавливают низкий коэффициент усиления предварительного усилителя («LOW GAIN») нажатием кнопки выбора размера пластины 150 мм («WAFER SIZE — 150 MM») — загорится красный индикатор «LOW GAIN SPECIAL FUNCTION». Нажимают кнопки «PAUSE», «RESET» и снова «PAUSE». Проводят измерение сопротивления калибровочного резистора нажатием кнопки «START». Измерения электрического сопротивления проводят при двух режимах измерения TYPE — P и N, указывающего на тип поверхностного слоя полупроводниковой пластины.

Результаты опробования считаются положительными, если на экране отображается 0,905E*, 0,906E* или 0,907E*, где «*» соответствует порядку измеряемой величины.

5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО)

Подтверждение соответствия ПО осуществляется путем определения его идентификационных данных.

Для подтверждения соответствия встроенного ПО проверяют наименование на лицевой панели установки («4D Model 233DC»).

Для определения версии автономного ПО включают питание установки и ПК с установленным ПО. После загрузки операционной системы Windows запускают ПО через ярлык «233DC Main Menu» на рабочем столе Windows. В открывшемся окне программы проверяют (визуально) версию ПО, отображаемую в графе «Software Version». Результаты считаются положительными, если версия автономного ПО не ниже 5.51.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение действительных значений электрического сопротивления постоянному току и относительных отклонений от номинальных значений резисторов калибровочного набора (CAL-1 – CAL9) проводят методом прямых измерений и методом замещения с помощью нановольтметра/микроомметра 34420А, измерителя малых токов В2987А и катушки электрического сопротивления Р4030.

Подключение резисторов к приборам осуществляется по четырех- или двухзажимной схеме с помощью переходного устройства.

Действительные значения электрического сопротивления резисторов калибровочного набора не должны превышать пределы допускаемых относительных отклонений от номинальных значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 — Пределы допускаемых относительных отклонений действительных значений электрического сопротивления резисторов калибровочного набора от их номинальных значений

Наименование калибровочного резистора	Номинальное значение электрического сопротивления	Допускаемое относительное отклонение электрического сопротивления, %, не более
CAL -1	20 мОм	±0,3
CAL 0	0,2 Ом	±0,2
CAL 1	2 Ом	±0,04
CAL 2	20 Ом	±0,04
CAL 3	0,2 кОм	±0,04
CAL 4	2 кОм	±0,04
CAL 5	20 кОм	±0,04
CAL 6	0,2 МОм	±0,1
CAL 7	2 МОм	±0,3
CAL 8	20 МОм	±0,3
CAL 9	0,2 ГОм	±0,3

Результаты измерений заносятся в Таблицу 1 протокола измерений (Приложение А).

Если действительное значение электрического сопротивления любого из резисторов калибровочного набора превышает пределы допускаемых относительных отклонений от номинальных значений, поверка прекращается, резистор бракуется и направляется в ремонт.

5.4.2 Определение погрешности измерений поверхностного электрического сопротивления постоянному току установки в рабочем диапазоне измерений проводят с помощью резисторов калибровочного набора (CAL-1 – CAL9). Резисторы поочередно подключают к зондовому разъему установки. Измерения электрического сопротивления каждого резистора проводят при двух режимах измерения TYPE — P и N. Последовательность действий, необходимая для запуска процесса измерения калибровочного резистора, описана в п. 5.2.

Относительная погрешность измерений электрического сопротивления постоянному току не должна превышать предельных допусковых значений $\pm 1,0\%$.

Относительную погрешность измерений электрического сопротивления постоянному току, в процентах, определяют по формуле:

$$\delta = \frac{R \cdot K_{\Pi} - R_{H}}{R_{H}} \cdot 100, \quad (1)$$

где R_{H} – номинальное значение электрического сопротивления резистора, R — измеренное значение электрического сопротивления резистора, $K_{\Pi} = 0,2208$ — коэффициент преобразования измерительной цепи.

Результаты измерений заносятся в Таблицу 2 протокола измерений (Приложение А).

5.5 Результаты поверки считаются положительными, если результаты всех операций по пп. 5.1 - 5.4 положительные.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки установки для измерения поверхностного сопротивления четырехзондовым методом модель 233DC оформляются свидетельством.

При проведении поверки оформляется протокол измерений по форме, указанной в приложении А.

6.2 В случае не удовлетворения требований настоящей методики поверки установка к применению не допускается. Выдается извещение о непригодности установленной формы.

6.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на лицевую стенку установки.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Форма протокола поверки
(рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____ от _____ г.

Организация, проводившая поверку	
Дата поверки	
Наименование прибора, тип	
Год выпуска	
Заводской номер	
Заказчик	
Дата предыдущей поверки	

Поверка осуществляется по методике поверки МП 2202-0073-2018
Средства поверки _____

Условия поверки _____

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр _____

2 Опробование _____

3 Подтверждение соответствия ПО _____

4 Результаты измерений

Таблица 1 — Результаты определения действительных значений электрического сопротивления постоянному току и относительных отклонений от номинальных значений резисторов калибровочного набора

Наименование калибровочного резистора	Номинальное значение электрического сопротивления	Действительное значение электрического сопротивления	Относительное отклонение электрического сопротивления, %	
			Фактическое	Допускаемое
CAL -1	20 мОм			±0,3
CAL 0	0,2 Ом			±0,2
CAL 1	2 Ом			±0,04
CAL 2	20 Ом			±0,04
CAL 3	0,2 кОм			±0,04
CAL 4	2 кОм			±0,04
CAL 5	20 кОм			±0,04
CAL 6	0,2 МОм			±0,1
CAL 7	2 МОм			±0,3
CAL 8	20 МОм			±0,3
CAL 9	0,2 ГОм			±0,3

