

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С

Назначение средства измерений

Измерители параметров полупроводниковых приборов моделей 4155С, 4156С (далее по тексту – измерители) предназначены для измерения и автоматизации контроля электрических параметров полупроводниковых приборов, анализа их функциональных зависимостей, отображения на дисплее вольтамперных характеристик (ВАХ) исследуемого объекта в виде графиков и таблиц, расчета на их основе стандартных параметров исследуемого объекта, формирования и заполнения отчета о полученных результатах.

Описание средства измерений

Конструктивно измерители выполнены в виде моноблоков, управление изменением выходных характеристик обеспечивается с помощью наборных клавиш и валкодера, расположенных на лицевой панели или выносной клавиатуры.

Принцип работы измерителей основан на измерении значений тока (напряжения) на электродах тестируемого полупроводникового прибора при формировании на них последовательности значений напряжения или тока. Формируемая величина рассматривается в качестве аргумента, а измеряемая величина - в качестве функции измеренной ВАХ в координатах напряжение-ток или ток-напряжение. ВАХ служит основой для определения или расчета интересующих параметров тестируемого полупроводникового прибора. Графическое отображение ВАХ формируется путем линейной аппроксимации ее значений в промежутках между измеренными точками.

При наличии у тестируемого полупроводникового прибора управляющего (база, затвор) и/или вспомогательного (подложка) электродов, измеритель обеспечивает измерение семейства ВАХ по значениям одного или двух параметров, каждый из которых может быть задан в виде последовательности значений токов или напряжений формируемых на электродах тестируемого полупроводникового прибора.

Отличие измерителей моделей 4155С, 4156С заключается в различных функциональных возможностях и технических характеристиках.

Внешний вид измерителей с указанием места нанесения знака утверждения типа и места пломбировки от несанкционированного доступа приведен на рисунках 1 и 2.

При оформлении внешнего вида измерителей могут использоваться логотипы компаний «Agilent Technologies» или «Keysight Technologies».

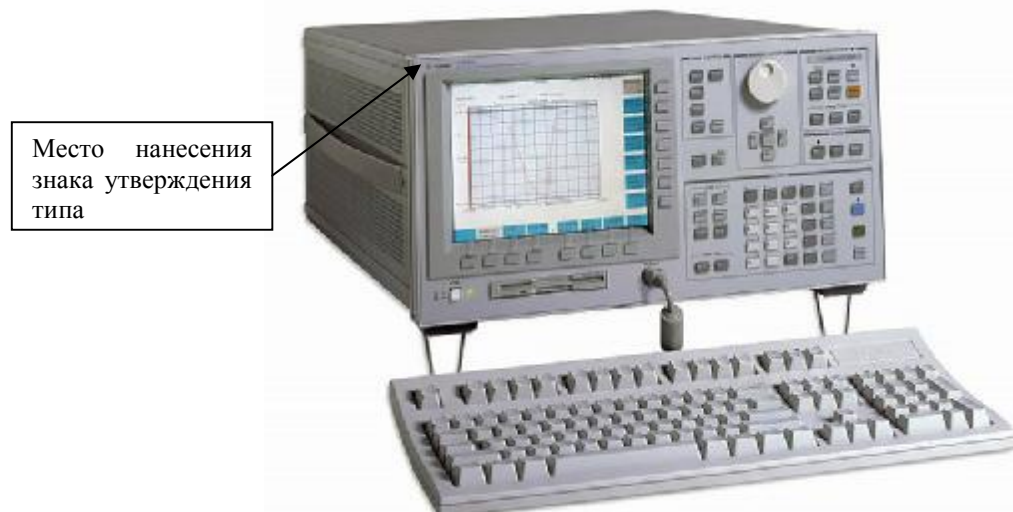


Рисунок 1 - Внешний вид лицевой панели измерителей



Рисунок 2 - Внешний вид задней панели измерителей

Программное обеспечение

Измерители работают под управлением встроенного программного обеспечения (ПО), которое проводит обработку информации, выполняет ряд вычислительных функций и обеспечивает различные варианты отображения результатов измерений.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
ПО для измерителей параметров полупроводниковых приборов моделей 415хС	4155C/56C Firmware HOSTC 03.10/SMUC 04.08	Firmware HOSTC 03.10/SMUC 04.08	-	-

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Конфигурация измерителей приведена в таблице 2.

Таблица 2

Описание встраиваемых модулей	Количество модулей		Диапазон измерения/ воспроизведения
	4155C	4156C	
Модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)	4	-	от 2 мкВ до 100 В от 10 фА до 100 мА
Модуль источника/измерителя с высоким разрешением (HRSMU)	-	4	от 2 мкВ до 100 В от 1 фА до 1 А
Модуль источника напряжения (VSU)	2	2	от 1 мВ до 20 В
Модуль измерителя напряжения (VMU) (HRSMU)	2	2	от 2 мкВ до 20 В

Метрологические характеристики модулей в режиме измерения напряжения постоянного тока приведены в таблице 3.

Таблица 3

Модуль	Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
MPSMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 0,7 \text{ мВ})$
	±20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 2 \text{ мВ})$
	±40 В	40 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 3 \text{ мВ})$
	± 100 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 5 \text{ мВ})$
HRSMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,01 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 0,2 \text{ мВ})$
	±20 В	20 мкВ	$\pm (0,01 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 1 \text{ мВ})$
	±40 В	40 мкВ	$\pm (0,015 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 2 \text{ мВ})$
	± 100 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 5 \text{ мВ})$
VMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 0,2 \text{ мВ})$
	±20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{ИЗМ}} + 1 \text{ мВ})$
Примечание - $U_{\text{ИЗМ}}$ - измеренное значение напряжения постоянного тока			

Метрологические характеристики модулей в режиме источника напряжения постоянного тока приведены в таблице 4.

Таблица 4

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения
MPSMU	± 2 В	100 мкВ	$\pm (0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 0,9 \text{ мВ})$
	±20 В	1 мВ	$\pm (0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мВ})$
	±40 В	2 мВ	$\pm (0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 7 \text{ мВ})$
	± 100 В	5 мВ	$\pm (0,04 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 15 \text{ мВ})$
HRSMU	± 2 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ мВ})$
	±20 В	1 мВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 3 \text{ мВ})$
	±40 В	2 мВ	$\pm (0,025 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 6 \text{ мВ})$
	± 100 В	5 мВ	$\pm (0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 15 \text{ мВ})$
VMU	±20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр.}} + 1 \text{ мВ})$
Примечание - $U_{\text{воспр.}}$ - воспроизведенное значение напряжения постоянного тока			

Метрологические характеристики модулей в режиме измерения силы постоянного тока приведены в таблице 5.

Таблица 5

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 3 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 5 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 30 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 3 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 20 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,3 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 2 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 30 \text{ мкА})$
HRSMU	± 10 пА	0,001 пА	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,02 \text{ пА})$
	± 100 пА	0,001 пА	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,04 \text{ пА})$
	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 2 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 20 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 2 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 20 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 2 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм.}} + 20 \text{ мкА})$
Примечание - $I_{\text{изм.}}$ – измеренное значение силы постоянного тока			

Метрологические характеристики модулей в режиме воспроизведения силы постоянного тока приведены в таблице 6.

Таблица 6

Модуль	Предел воспроизведения	Разрешение	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 3 \text{ пА})$
	± 10 нА	1 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 7 \text{ пА})$
	± 100 нА	10 пА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 50 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,1 нА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ нА})$
	± 10 мкА	1 нА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 5 \text{ нА})$
	± 100 мкА	10 нА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,1 мкА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,5 \text{ мкА})$

Модуль	Предел воспроизведения	Разрешение	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения
	±10 мА	1 мкА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мкА})$
	± 100 мА	10 мкА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 50 \text{ мкА})$
HRSMU	± 10 пА	0,001 пА	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 100 пА	0,001 пА	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,7 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,07 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,07 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,06 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,06 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ мкА})$

Примечание - $I_{\text{воспр.}}$ – воспроизведенное значение силы постоянного тока

Технические характеристики измерителей приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение характеристики
Температура эксплуатации, °С	от 10 до 40
Относительная влажность, %	от 20 до 80
Температура хранения, °С	от минус 22 до 60
Относительная влажность, %	от 5 до 90
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Напряжение сети питания, В	от 90 до 264
Частота сети питания, Гц	от 47 до 63
Потребляемая мощность, В А, не более	450
Габаритные размеры (длина × высота × ширина), мм, не более	235x426x600
Масса, кг, не более	21

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и на корпус измерителей методом трафаретной печати.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки измерителей приведен в таблице 8.

Таблица 8

Наименование	Количество, шт.
1 Измеритель параметров полупроводниковых приборов 4155С или измеритель параметров полупроводниковых приборов 4156С (по заказу)	1
2 Комплект запасных частей и принадлежностей	1
3 Руководство по эксплуатации	1
4 Методика поверки	1
5 Паспорт	1

Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП-051/447-2008 «ГСИ. Измерители параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУ «РОСТЕСТ-МОСКВА» в ноябре 2008 г.

Основные средства поверки:

- мультиметр 3458А (рег. № 25900-03), пределы измерений напряжения постоянного тока 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В; пределы допускаемой основной погрешности измерений напряжения постоянного тока: для предела измерений 100 мВ $\pm (2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{и} + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$, где $U_{и}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока, $U_{пп}$ – значение предела измерений напряжения постоянного тока; для предела измерений 1 В $\pm (1,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{и} + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$; для предела измерений 10 В $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{и} + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$; для предела измерений 100 В $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{и} + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$, диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току от 10 до $1 \cdot 10^9$ Ом, пределы измерений силы постоянного тока 100 нА, 1 мкА, 10 мкА, 100 мкА; пределы допускаемой основной погрешности измерений силы постоянного тока: для 100 нА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{и} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$, где $I_{и}$ – измеренное значение силы постоянного тока, $I_{пп}$ – значение предела измерений силы постоянного тока; для 1 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{и} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$; для 10 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{и} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$; для 100 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{и} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$; пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току $\pm (2,00 \% \cdot R_{и} + 0,010 \% \cdot R_{пп})$, где $R_{и}$ – измеренное значение электрического сопротивления постоянному току, $R_{пп}$ – значение поддиапазона измерений электрического сопротивления постоянному току постоянного тока.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям параметров полупроводниковых приборов моделей 4155С, 4156С

1 ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

2 ГОСТ 8.022-91 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А.

3 Техническая документация изготовителя.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов, установленным законодательством РФ обязательным требованиям.

Изготовитель

Компания «Keysight Technologies International Japan, Ltd.», Япония
1-3-2 Murotani, Nishi-Ku, Kobe-Shi, Hyogo, 651-2241 Japan
9-1 Takakura-cho, Nachioji
Tokyo-To 192-8510
Japan

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «РОСТЕСТ-МОСКВА» (ГЦИ СИ ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»).

Юридический (почтовый) адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 31.

Тел. (499) 129-19-11, факс (499) 124-99-96

E-mail: info@rostest.ru

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии

М.п.

Ф.В. Булыгин
«___» _____ 2014 г.