Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Обзор

Решения для параметрических испытаний

Параметрический анализатор B1500A позволяет более эффективно определять параметры современных технологических процессов и характеристики полупроводниковых устройств. Для тестирования силовых полупроводниковых приборов предназначен анализатор B1505A.

Анализатор B1506A имеет широкие функциональные возможности, включая тестирование в диапазоне напряжений до 3 кВ и силы тока до 1500 А, определение температурных зависимостей параметров от –50°C до +250°C, измерение параметров быстрых импульсов и измерение тока с разрешением в доли наноампер.

Базовые блоки матричных коммутаторов с малыми токами утечки могут расширить возможности измерений анализаторов (B1500A, 4155C и 4156C) и модульных приборов (E5260A, E5262A, E5263A и E5270B) при создании высокоинтегрированных АИС.

Серии приборов, использующих сменные модули источников/ измерителей (SMU) имеют две разные области применения. Серия E5270B создана для прецизионных параметрических измерений; серия E5260 (E5260A, E5262A и E5263A) - для высокоскоростных испытаний продукции.

Прецизионные параметрические анализаторы серии B2900A представляют собой недорогие компактные источники/измерители с высокой производительностью и лучшим в своем классе графическим интерфейсом пользователя.

Анализаторы параметров полупроводников/полупроводниковых приборов

Модель	Мин. разрешение при измерении тока	Мин. разрешение при измерении напряжения	Макс. выходной ток	Макс. выходное напряжение	Макс. число SMU	Основные свойства	Страница
B1500A	0,1 фА	0,5 мкВ	±1 А	±200 В	10	Одноблочное решение для измерения ВАХ и ВФХ, генерации импульсов, быстрых измерений ВАХ и измерений во временной области. Включает интуитивно-понятный интерфейс пользователя и проблемно-ориентированное программное обеспечение (ПО) EasyEXPERT group+.	191-192
B1505A	10 фА	0,2 мкВ	±1500 А	±10 кВ	10	Многоблочное решение для измерения ВАХ и ВФХ и анализа параметров устройств до ±1500 А/±10 кВ. Включает ПО EasyEXPERT group+. Тестирование в широком диапазоне температур (от –50°C до +250°C), измерение ёмкостных характеристик, заряда затвора	193-195
B1506A	10 фА	0,2 мкВ	±1500 А	±3 кВ		Анализатор мощных полупроводниковых приборов для разработки схем. Тестирование в широком диапазоне значений напряжений (до 3 кВ), силы тока (до 1500 А) и температур (от –50°C до +250°C). Измерение параметров, получаемых из ВАХ, измерение ёмкостных характеристик, заряда	196

Серии приборов, использующих различные сменные модули источников/измерителей (SMU)

Модель	Мин. разрешение при измерении тока	Мин. разрешение при измерении напряжения	Макс. выходной ток	Макс. выходное напряжение	Макс. число SMU	Основные свойства	Страница
E5260A	5 пА	100 мкВ	±1 А	±200 В	8	Решение для высокоскоростных параметрических испытаний с использованием расширенной программной памяти. До 8 слотов для сменных модулей. Программно совместим с 4142B. Поддерживается ПО EasyEXPERT group+.	199
E5262A	5 пА	100 мкВ	±200 мА	±100 В	2 (фикс.)	Решение для высокоскоростных параметрических испытаний с использованием расширенной программной памяти. Фиксированная конфигурация с двумя модулями средней мощности (MPSMU). Программно совместим с 4142B. Поддерживается ПО EasyEXPERT group+.	199
E5263A	5 пА	100 мкВ	±1 А	±200 В	2 (фикс.)	Решение для высокоскоростных параметрических испытаний с использованием расширенной программной памяти. Фиксированная конфигурация с одним модулем средней мощности (MPSMU) и одним модулем большой мощности (HPSMU). Программно совместим с 4142B. Поддерживается ПО EasyEXPERT group+.	199
E5270B	0,1 фА	0,5 мкВ	±1 А	±200 В	8	Решение для прецизионных параметрических измерений с опцией установки модуля коммутатора и измерителя аттоамперных токов (ASU). До 8 слотов для установки сменных модулей. Программно совместим с 4142B. Поддерживается ПО EasyEXPERT group+.	199

Серия B2900A компактных прецизионных анализаторов и источников питания/источников сигналов

Модель	Мин. разрешение при измерении тока	Мин. разрешение при измерении напряжения	Макс. выходной ток	Макс. выходное напряжение	Число каналов	Основные свойства	Страница
B2901A/ B2902A	100 фА	100 нВ	±3,03 А ±10,5 А (имп. режим)	±210 В	1/2	Встроенные функции прецизионного 4-квадрантного источника напряжения/ силы тока и измерителя для обеспечения удобства и точности измерений вольт-амперных (IV) характеристик. Поддерживаются ПО EasyEXPERT group+.	185
B2911A/ B2912A	10 фА	100 нВ	±3,03 А ±10,5 А (имп. режим)	±210 В	1/2	Встроенные функции прецизионного 4-квадрантного источника напряжения/ силы тока и измерителя для обеспечения удобства и точности измерений вольт-амперных (IV) характеристик. Поддерживаются ПО EasyEXPERT group+.	185
B2961A/ B2962A	1 пА	10 мкВ	±3,03 А ±10,5 А (имп. режим)	±210 В	1/2	Прецизионный 4-квадрантный источник питания/источник сигналов с разрешением 6,5 разрядов. Лучшие в своём классе характеристики по шумам. Генерация прецизионных сигналов произвольной формы.	186
B2981A/ B2983A	0,1 фА				1	Фемтоамперметры. Питание от аккумуляторной батареи (B2983A)	187
B2985A/ B2987A	0,1 фА	1 мкВ	20 мА	1000 В	1	Петаомметры. Измерение сопротивления до 10 ПОм, напряжения, заряда температуры, влажности, питание от аккумуляторной батареи (B2987A)	187

Матричные коммутаторы с малыми токами утечки

Модель	Эфф. разрешение при измерении тока	Триаксиальные/ коаксиальные входы	Макс. количество выходных портов	Время установ-ления	Полоса пропус-кания	Основные свойства	Страница
B2200A	1 фА	8/6	48	< 50 фА за 2 с (справочная информация)	30 МГц	Поддерживает до 4 триаксиальных входов с полной конфигурацией Кельвина и до 48 триаксиальных выходов. Управляется с использованием программного обеспечения EasyEXPERT (включая функцию компенсации ёмкости при измерении вольт-фарадных (CV) характеристик).	201
B2201A	10 фА	8/6	48	< 300 фА за 2 с (справочная информация)	30 МГц	Поддерживает до 4 триаксиальных входов с полной конфигурацией Кельвина и до 48 триаксиальных выходов. Управляется с использованием программного обеспечения EasyEXPERT (включая функцию компенсации ёмкости при измерении вольт-фарадных (CV) характеристик).	201
E5250A	20 фА	6/3 или 6/4	96 или 48	неприменимо	10 МГц	Поддерживает 2 типа модулей (матричный коммутатор и мультиплексор). Можно соединить вместе до 4 базовых блоков E5250A для поддержки до 384 выходных каналов с использованием модулей мультиплексоров.	200

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Серия B2900A компактных прецизионных параметрических анализаторов

B2901A
B2902A
B2911A
B2912A

- Встроенные функции прецизионного 4-квадрантного источника напряжения/силы тока и измерителя для обеспечения удобства и точности измерений вольт-амперных (IV) характеристик
- Широкое перекрытие по напряжению (до 210 В) и силе тока (3 А в режиме постоянного тока/10,5 А в импульсном режиме)
- Минимальное разрешение измерителя и источника 10 фА/100 нВ (6,5 разрядов)
- 4,3-дюймовый цветной ЖК дисплей поддерживает как графический, так и числовой режим отображения
- Генератор сигналов произвольной формы с высоким разрешением и функции свипирования по списку (минимальный интервал 10 мкс)
- Высокая скорость преобразования в цифровую форму (максимальная частота дискретизации 100000 выб/с)
- Бесплатно предоставляемое прикладное программное обеспечение для облегчения управления прибором от ПК: BenchVue, графический web-интерфейс, Quick I/V Measurement, EasyEXPERT group+
- Драйверы IVI-COM и язык программирования SCPI для поддержки общепринятого набора команд управления SMU с целью обеспечения совместимости на базовом уровне
- Соответствие классу C стандарта LXI
- Интерфейсы: USB 2.0, GPIB, LAN и цифровой ввод-вывод



Серия B2900A прецизионных параметрических анализаторов компании Keysight представляет собой ряд компактных и экономически эффективных настольных устройств источников/измерителей (SMU) с функциями вывода и измерения как напряжения, так и силы тока. Устройство источника/измерителя (SMU) объединяет в одном приборе функции источника тока, источника напряжения, измерителя силы тока и напряжения с возможностью удобного переключения между этими различными функциями.

Устройства источников/измерителей (SMU) серии B2900A компании Keysight обеспечивают наилучшие в своём классе рабочие характеристики при меньшей стоимости. Они обеспечивают широкий диапазон источников напряжения (210 В) и силы тока (3 А в режиме постоянного тока и 10,5 А - в импульсном), превосходные точностные параметры (минимальное разрешение 10 фА/100 нВ для источника и измерителя), а также высокую скорость измерений. Они также поддерживают функцию генерации сигналов произвольной формы. В дополнение к этому, SMU серии B2900A компании Keysight имеют более совершенный графический интерфейс (GUI) с различными режимами отображения, которые значительно увеличивают производительность при испытаниях, отладке и измерении параметров устройств.

Разносторонние интегрированные функции источников и измерителей SMU серии B2900A компании Keysight делают их идеальным выбором при испытаниях полупроводниковых устройств, активных и пассивных компонентов и множества других устройств и материалов. Серия B2900 имеет широкий диапазон применения: от использования при проведении НИОКР и в процессе обучения до разработки, испытаний и производства промышленных изделий. Более того, они могут одинаково хорошо работать как в составе системы, так и при использовании в качестве автономного прибора.

Серия B2900A компании Keysight состоит из четырёх моделей: B2901A, B2902A, B2911A и B2912A, которые отличаются набором доступных функций (число отображаемых разрядов, разрешение при измерении, минимальный интервал запуска, поддерживаемые режимы отображения и т.д.), а также числом каналов источников/измерителей (один или два), которые они содержат. Это позволяет пользователю выбрать именно то соотношение цены и технических характеристик, которое соответствует его потребностям испытаний.

Интуитивно-понятный интерфейс пользователя на базе 4,3-дюймового цветного ЖК-дисплея поддерживает отображение информации в числовом или графическом виде, используя режимы: одно- и двухканальный, графический, прокрутки. Позволяя легко и быстро проводить множество измерений и просматривать их результаты на цветном дисплее, SMU серии B2900A компании Keysight выполняют испытания, отладку и измерение параметров устройств в диалоговом режиме с более высокой скоростью, чем традиционные SMU.

В составе систем SMU серии B2900A обеспечивают превосходную точность и повторяемость измерений и самую высокую в своём классе производительность. Эти устройства выполняют пересылку данных в ПК со скоростью до 12 500 отсчётов/с (максимальная скорость считывания в режиме свипирования по шине GPIB), что в два раза превышает скорость считывания SMU других производителей.

Измерение вольт-амперных характеристик (IV) может оказаться сложным и затруднительным процессом при использовании традиционных автономных измерительных приборов, таких как источники напряжения/силы тока, измерители напряжения/силы тока, переключатели и генераторы сигналов произвольной формы. SMU интегрирует эти функции, а также многие другие, в одном компактном приборе.

Многие SMU компании Keysight, включая и устройства серии B2900A, могут функционировать в качестве 4-квадрантного источника напряжения/силы тока, электронной нагрузки, измерителя напряжения/силы тока, генератора импульсов или генератора сигналов произвольной формы. Такие возможности позволяют этим приборам выполнять большой набор измерений на постоянном токе (а также на переменном токе на низких частотах) без изменения конфигурации подключений и использования дополнительного оборудования.

Основные технические характеристики

	B2901A	B2902A	B2911A	B2912A
Число каналов	1	2	1	2
Источник: макс. напряжение	210 В	210 В	210 В	210 В
Источник: макс. сила тока				
в режиме постоянного тока	3,03 А	3,03 А	3,03 А	3,03 А
в импульсном режиме	10,5 А	10,5 А	10,5 А	10,5 А
Источник: макс. мощность	31,8 Вт	31,8 Вт	31,8 Вт	31,8 Вт
Источник: макс. число разрядов	5,5	5,5	6,5	6,5
Источник: мин. разрешение				
по напряжению	1 мВ	1 мВ	100 нВ	100 нВ
по току	1 пА	1 пА	10 фА	10 фА
Измеритель: макс. число разрядов	6,5	6,5	6,5	6,5
Измеритель: мин. разрешение				
по напряжению	100 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ
по току	100 фА	100 фА	10 фА	10 фА
Мин. программируемый интервал (свипирование по списку/ сигнал произвольной формы	20 мкс	20 мкс	10 мкс	10 мкс
Мин. интервал запуска (макс. частота дискретизации, выб/с)	20 мкс 50000	20 мкс 50000	10 мкс 100000	10 мкс 100000
Режимы отображения				
одноканальный	•	•	•	•
двухканальный		•		•
графический	•	•	•	•
прокрутка			•	•

Информация для заказа

Модель	Описание
B2901A	Прецизионное устройство источника/измерителя, 1 канал, 100 фА, 210 В, 3 А (режим постоянного тока)/10,5 А (импульсный режим)
B2902A	Прецизионное устройство источника/измерителя, 2 канала, 100 фА, 210 В, 3 А (режим постоянного тока)/10,5 А (импульсный режим)
B2911A	Прецизионное устройство источника/измерителя, 1 канал, 10 фА, 210 В, 3 А (режим постоянного тока)/10,5 А (импульсный режим)
B2912A	Прецизионное устройство источника/измерителя, 2 канала, 10 фА, 210 В, 3 А (режим постоянного тока)/10,5 А (импульсный режим)
Принадлежности, входящие в стандартный комплект поставки: сетевой шнур, кабель USB, краткое справочное руководство (Quick Reference Guide), компакт-диск Product Reference CD-ROM (включает руководства в формате PDF, программное обеспечение Keysight B2900A Quick I/V Measurement Software и драйверы), набор библиотек Keysight I/O Libraries Suite	
Опции	
B29xxA-ABA	Печатная копия руководства по эксплуатации на английском языке
B29xxA-1CM	Комплект для монтажа в стойку
B29xxA-A6J	Калибровка в соответствии с требованиями ANSI Z540
B29xxA-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными испытаний
Принадлежности	
16442B	Устройство подключения (тестовое приспособление)
N1295A	Устройство подключения (тестовое приспособление) для испытания устройств и компонентов
N1294A-001/ 002	Переход между однополюсными гнездами для вилок с пружинящими боковыми накладками (Banana) и триаксиальными соединителями для 2/4-проводного (некельвиновского/кельвиновского) соединения
N1294A-011	Кабель блокировки для 16442B (1,5 м)
N1294A-012	Кабель блокировки для 16442B (3,0 м)
Бесплатно предоставляемое программное обеспечение	
BenchVue, графический web-интерфейс, Quick I/V Measurement, EasyEXPERT group+	

Связь в сети Интернет

www.keysight.com/find/b2900a

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

6,5-разрядные источники питания/источники сигналов с низким уровнем шумов

B2961A
B2962A

- Одно- или двухканальный источник питания/источник сигналов с разрешением 6,5 разрядов
- Широкий диапазон выходного биполярного напряжения/тока (от 100 нВ до 210 В/от 10 фА до10,5 А; 31,8 Вт)
- Лучшие в своем классе характеристики по шумам (10 мкВ СКЗ и 1 нВ СКЗ/√Гц) с внешним фильтром
- Функция генерации прецизионных сигналов произвольной формы с поддержкой семи типов стандартных сигналов и сигналов, определяемых пользователем, в диапазоне от 1 мГц до 10 кГц
- Встроенная функция контроля выходного напряжения и тока с разрешением 4,5 разряда (мин. разрешение 10 мкВ/1 пА)
- Функция программируемого выходного сопротивления с возможностью эмуляции выходной вольт-амперной характеристики источника
- Интуитивно-понятный графический интерфейс пользователя с широким 4,3-дюймовым цветным ЖК дисплем, который поддерживает контроль напряжения и тока во временной области
- Совместим со стандартом LXI (основные функции), интерфейсы USB 2.0, GPIB, LAN и цифрового ввода-вывода



6,5-разрядные источники питания с низким уровнем шума B2961A/62A компании Keysight предлагают лучшие в своём классе разрешение, широкий диапазон выходных биполярных сигналов и исключительно низкий уровень шумов. Графический интерфейс пользователя и другие инновационные свойства предоставляют возможности испытаний и эмуляции, которыми традиционные источники питания не обладают. Это позволяет успешно использовать B2961A/62A совместно с другими измерительными приборами, такими как осциллографы, анализаторы цепей, анализаторы спектра, частотомеры, цифровые мультиметры, нановольтметры и другие. B2961A/62A способны обеспечить функции источника питания и источника сигналов, соответствующие сложным задачам измерений, которые решают инженеры, работающие с современными компонентами, схемами и материалами.

Источники питания B2961A/62A имеют широкие диапазоны выходного напряжения (до ±210 В) и силы тока (до ±3 А в режиме постоянного тока и до ±10,5 А в импульсном режиме) и разрешение 6,5 разрядов (минимальное разрешение 100 нВ/10 фА). С помощью одного прибора можно подавать на тестируемое устройство (ТУ) напряжение от 100 нВ до 210 В и ток от 10 фА до 3 А (до 10,5 А в импульсном режиме). В отличие от обычных источников питания/источников сигналов, B2961A/62A поддерживают 4-квадрантный режим, который позволяет подавать на ТУ прецизионные значения напряжения и тока в пределах их диапазонов и ограничений по мощности (31,8 Вт), независимо от полярности. B2961A/62A позволяют быстро устанавливать конечное значение выходного параметра с разрешением 6,5 разрядов в пределах всего диапазона выходных значений.

Низкий уровень шумов важен при разработке чувствительных к шуму устройств, таких как генераторы, управляемые напряжением (ГУН), аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП/ЦАП), а также при оценке новых материалов. В отличие от традиционных источников питания и источников сигналов, B2961A/62A с помощью опции внешнего фильтра обеспечивают сверхнизкий уровень шумов в выходном сигнале (до 10 мкВ СКЗ и 1 нВ СКЗ/√Гц на частоте 10 кГц), что раньше было невозможно представить в недорогом настольном источнике сигналов.

B2961A/62A имеют 4,3-дюймовый цветной ЖК дисплей, и все функции приборов доступны с использованием графического интерфейса пользователя передней панели. Графический интерфейс не только упрощает работу оператора, но и позволяет просматривать результаты измерений. Помимо встроенной функции контроля напряжения и тока с разрешением 4,5 разряда, B2961A/62A могут отображать результаты в числовом или графическом формате (зависимость напряжения и тока от времени). Это позволяет быстрее проверять результаты измерений и проводить отладку без использования дополнительного оборудования.

В дополнение к возможностям формирования выходных сигналов постоянного тока, B2961A/62A способны генерировать импульсные сигналы, сигналы со свипированием и сигналы произвольной формы (как тока, так и напряжения) в пределах диапазонов их выходных параметров. Функция генерации сигналов произвольной формы позволяет создавать стандартные сигналы (синусоидальный, пилообразный, прямоугольный и другие), а также сигналы, определяемые пользователем. Все это позволяет использовать B2961A/62A во многих сложных применениях.

Функция программируемого выходного сопротивления позволяет задавать либо выходное сопротивление (положительное или отрицательное), либо определённую вольт-амперную характеристику источника. Эта функция идеально подходит для эмуляции широкого круга устройств (таких как аккумуляторные батареи, фотогальванические элементы, датчики, преобразователи и другие), моделирование которых другими средствами представляет определенную сложность.

Основные технические характеристики

	B2961A/62A	B2961A/62A (опция LN0/LN1)	B2961A/62A (опция LN2)
Число каналов	1 или 2	1 или 2	1 или 2
Выходные параметры			
Вывод сигналов постоянного тока или произвольной формы			
Макс. напряжение	±210 В	±21 В /±42 В	±210 В
Макс. ток	±3,03 А	±500 мА/±105 мА	±3,03 А
Импульсный режим			
Макс. напряжение	±200 В	±21 В /±42 В	±200 В
Макс. ток	±10,5 А	±500 мА/±105 мА	±3,03 А
Макс. мощность	31,8 Вт	10,5 Вт/4,4 Вт	31,8 Вт
Полярность выходного сигнала	Биполярный (4-квадрантный режим работы)		
Источник			
Макс. число разрядов	6,5	6,5	6,5
Мин. разрешение	100 нВ/10 фА	100 нВ/10 пА	100 нВ/10 пА
Функции вывода			
Напряжение и сила пост. тока	Да	Да	Да
Импульсный сигнал	Да	Только по напряжению	
Со свипированием сигналов пост. тока/имп. сигналов/по списку	Да	Только по напряжению	
Сигналы произвольной формы	Да	Только по напряжению	
Уровень шумов			
от 0,1 Гц до 10 Гц (размах)		~ 5 мкВ	
от 10 Гц до 20 МГц (СКЗ)	3 мВ	10 мкВ (1 нВ СКЗ/√Гц на 10 кГц)	350 мкВ
Функции измерения	Встроенный 4,5-разрядный измеритель напряжения/тока		
Пределы источника/измерителя			
Пределы напряжения	200 мВ - 200 В	200 мВ - 20 В/ 200 мВ - 200 В	200 мВ - 200 В
Пределы тока	10 нА - 10 А	10 мА - 1 А/ 10 мкА - 100 мА	10 мкА - 3 А
Программируемое выходное сопротивление			
Постоянное сопротивление	Да	Нет	Нет
Эмуляция ВАХ	Да	Нет	Нет
Режимы просмотра			
Одноканальный	Да	Да	Да
Просмотр сигнала	Да	Да	Да
Двухканальный	Только 2-канальная модель (B2962A)		
Графический	Да (просмотр во временной области сигналов напряжения/тока)		
Макс. ёмкостная нагрузка проводов	0,01 мкФ (норм. режим)	50 мкФ	1 мФ
Интерфейсы	GPIB, USB 2.0, цифровой ввод-вывод, LAN, совместим со стандартом LXI (основные функции)		

Информация для заказа

Модель	Описание
B2961A	6,5-разрядный источник питания с низким уровнем шумов: 32 Вт, 210 В, 3 А, 1 канал
B2962A	6,5-разрядный источник питания с низким уровнем шумов: 32 Вт, 210 В, 3 А, 2 канала
Принадлежности, входящие в стандартный комплект поставки: сетевой шнур, кабель USB, краткое справочное руководство (Quick Reference Guide), Product Reference CD-ROM (включает руководства в формате PDF, ПО Keysight B2900A Quick I/V Measurement Software и драйверы), набор библиотек Keysight I/O Libraries Suite	
Опции	
N1294A-020	Внешний фильтр, обеспечивающий высокий уровень тока и сверхнизкий уровень шумов, 21 В/500 мА, 50 Ом, для B2961A/62A (опция LN0)
N1294A-021	Внешний фильтр, обеспечивающий сверхнизкий уровень шумов, 42 В/105 мА, 50 Ом, для B2961A/62A (опция LN1)
N1294A-022	Внешний фильтр, обеспечивающий низкий уровень шумов, 210 В/3 А, для B2961A/62A (опция LN2)
ABA	Печатная копия руководства по эксплуатации на английском языке
1CM	Комплект для монтажа в стойку
Принадлежности	
N1294A-001	Переход между однополюсными гнездами для вилок с пружинящими боковыми накладками (Banana) и триаксиальными соединителями для 2-проводного (некельвиновского) соединения
N1294A-002	Переход между однополюсными гнездами для вилок с пружинящими боковыми накладками (Banana) и триаксиальными соединителями для 4-проводного (кельвиновского) соединения
N1294A-031	Адаптер сигналов запуска GPIO/BNC

Связь в сети Интернет

www.keysight.com/find/b2900a

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Фемтоамперметры и петаомметры серии B2980A

B2981A
B2983A
B2985A
B2987A

- Минимальное разрешение при измерении силы тока 0,01 фА (10^{-17} А) и пределы измерения от 2 пА до 20 мА с разрешением 6,5 разрядов
- Внутреннее падение напряжения: менее 20 мкВ на самом низком пределе измерения силы тока
- Высокая скорость измерений: до 20 000 отсчетов/с
- Модели с питанием от аккумуляторной батареи для устранения влияния шумов от сети переменного тока (B2983A и B2987A)
- Встроенный источник напряжения ±1000 В (B2985A и B2987A)
- Измерение сопротивлений до 10 ПОм (10^{16} Ом) (B2985A и B2987A)
- Входной импеданс > 200 ТОм для измерения напряжений до 20 В (B2985A и B2987A)
- Независимое измерение силы тока и напряжения (B2985A и B2987A)
- Измерение заряда на пределах до 2 нКл с разрешением 6,5 разрядов (B2985A и B2987A)
- Измерения температуры и влажности (B2985A и B2987A)
- Графические режимы представления результатов измерения: Meter (измеритель), Graph (график), Histogram (гистограмма) и Roll View (просмотр в режиме прокрутки)
- Простая в использовании автоматическая навигация для выбора оптимального предела и апертуры
- Опциональная программа Setup Integrity Checker для изоляции источников шума
- Универсальный набор интерфейсов (USB 2.0, LAN, GPIB, LXI Core)
- Интерфейс USB (передняя панель): запоминание данных, сохранение/вызов установок параметров
- Бесплатное программное обеспечение для управления приборами от ПК



Фемтоамперметры и петаомметры Keysight серии B2980A не только обладают лучшими в своём классе характеристиками, но также обеспечивают широкий спектр инновационных возможностей, позволяющих максимально повысить достоверность измерений. Как фемтоамперметры, так и петаомметры обеспечивают измерение силы тока с лучшим в мире разрешением - от 0,01 фА (0,01 x 10^{-15} А). Кроме того, петаомметры позволяют измерять сопротивление до 10 ПОм (10 x 10^{15} Ом), что также является лучшим в своём классе показателем. Наконец, поскольку при проведении измерений слабых сигналов трудно устранить влияние шумов от сети питания переменного тока, некоторые модели фемтоамперметров и петаомметров серии B2980A могут питаться также от аккумуляторной батареи.

В отличие от традиционных фемтоамперметров и петаомметров, все приборы серии B2980A имеют графический интерфейс пользователя на базе ЖК-экрана с диагональю 4,3 дюйма (10,9 см), который обеспечивает несколько вариантов для просмотра данных измерения. Кроме числового формата, данные могут быть представлены в виде графика, гистограммы и графика тренда. Эти уникальные возможности управления с передней панели облегчают захват характеристик переходного процесса и обеспечивают возможность проведения быстрого статистического анализа без использования внешнего ПК. Возможность отображения гистограммы в режиме реального времени позволяет получить быстрый статистический анализ данных измерений, который ранее был доступен только на внешнем ПК. Поскольку данные на дисплее обновляются в режиме реального времени, пользователи могут быстро проводить отладку измерительного окружения и настройку параметров прибора.

Приборы серии B2980A также обладают свойствами, которые помогают пользователям поддерживать целостность результатов измерений при использовании внешних кабелей и устройств подключения. Опциональная программа Setup Integrity Checker позволяет сравнивать уровни шума для различных конфигураций кабелей и устройств подключения, позволяя идентифицировать и изолировать источники шума в измерительной системе.

В дополнение к этим функциональным возможностям измерений, приборы серии B2980A имеют простые в использовании и удобные функции поддержки измерений, позволяющие пользователям, которые не обладают глубокими инженерными знаниями, легко выполнять сложные операции по определению электрических характеристик тестируемых устройств.

Измерители серии B2980A обеспечивают ряд уникальных, лучших в своём классе функциональных возможностей, которые существенно повышают возможности проведения прецизионных измерений.

Основные технические характеристики

	Фемтоамперметры		Петаомметры	
Модель	**B2981A**	**B2983A**	**B2985A**	**B2987A**
Разрешающая способность	6,5 разрядов			
Измерение силы тока	От 0,01 фА до 20 мА			
Минимальный предел	2 пА			
Измерение сопротивления			До 10 ПОм	
Измерение напряжения			От 1 мкВ до 20 В	
Входное сопротивление			> 200 ТОм	
Измерение заряда			От 1 фКл до 2 мкКл	
Измерение температуры			√	√
Измерение влажности			√	√
Источник напряжения			До ±1000 В	
Миним. разрешение			700 мкВ	
Макс. скорость измерений	20000 отсчётов/с			
Возможность работы от аккумуляторной батареи	√			√
Другие основные свойства	Графические режимы представления результатов измерения: Meter (измеритель), Graph (график), Histogram (гистограмма) и Roll View (просмотр в режиме прокрутки), автоматическая навигация, буфер для запоминания до 100000 отсчётов, интерфейсы (USB, LAN, GPIB, LXI Core), бесплатное ПО для управления приборами от ПК			

Информация для заказа

Модель	Описание
B2981A	Фемтоамперметр, 0,01 фА
B2983A	Фемтоамперметр, 0,01 фА, возможность работы от аккумуляторной батареи
B2985A	Петаомметр, 0,01 фА, 10 ПОм, 1000 В
B2987A	Петаомметр, 0,01 фА, 10 ПОм, 1000 В, возможность работы от аккумуляторной батареи

Стандартный комплект поставки: постер для демонстрации операций быстрого запуска (1 шт.), краткое справочное руководство (Quick Reference Guide) (1 шт.), компакт-диск Product Reference (содержит ПО Quick IV Measurement Software, руководства по эксплуатации и т. д.) (1 шт.), компакт-диск с набором библиотек Keysight I/O Libraries Suite (1 шт.), сетевой шнур (1 шт.), заземляющий проводник (1 шт.), кабель USB (1 шт.), кабель с соединителем типа Banana и наконечником под клеммное соединение (1 шт.), триаксиальный кабель, 200 В, 1,5 м (1 шт.), защитный колпачок для триаксиального соединителя (B2981A/B2983A - 1 шт., B2985A/B2987A - 2 шт.)

Дополнительно для B2985A/B2987A: набор высоковольтных измерительных щупов, 1000 В, 1,2 м (1 шт.), термопара типа K, 3,5 м (1 шт.), головка соединителя кабеля блокировки (1 шт.), головка соединителя пробника влажности (1 шт.).

Опции	
A6J	Калибровка в соответствии с требованиями ANSI Z540
UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными испытаний
B2980A-1CM	Комплект для монтажа в стойку
N1403A-ABA	Печатная копия руководства по эксплуатации на английском языке
Принадлежности (по дополнительному заказу)	
N1411A/B	Кабель блокировки с 4-контактным концевым штекерным соединителем и 6-контактным круглым штекерным соединителем, 1,5 м/3 м
N1413A	Адаптер для подключения принадлежностей при измерении высоких сопротивлений
N1414A	Универсальный адаптер для измерения высоких сопротивлений
N1415A	Кабель с триаксиальным соединителем на одном конце и зажимами “крокодил” - на другом, 200 В, 1,5 м
N1416A	Переходный соединитель для триаксиального кабеля, 200 В
N1417A	Колпачок для триаксиального соединителя
N1418A	Литиево-ионная аккумуляторная батарея для B2983/B2987
N1419A	Настольное зарядное устройство для N1418A
N1423A	Термопара для B2985/B2987
16494A-001/ 002/003/ 004/005	Триаксиальный кабель с низкими токами утечки (1,5 м/3 м/0,8 м/0,4 м/4 м)
N1254A-102/ 104	Переход: триаксиальный соединитель (розетка) - BNC (вилка) для измерений силы тока: тестируемое устройство/образец изолировано/ не изолированно от цепей заземления
N1254A-105	Переход триаксиальный соединитель (розетка) - BNC (вилка): для измерения напряжения
16008B	Ячейка для измерения удельного сопротивления
Средства повышения производительности	
N1410A	Комплект быстрого запуска в эксплуатацию для B2985/B2987
N1420A	Программа Setup Integrity Checker для серии B2980, фиксированная бессрочная лицензия
N1422A	Блок резистора с высоким сопротивлением для N1299A-301
N1299A-301	Оценочный комплект для B2981/83/85/87A

Связь в сети Интернет

www.keysight.com/find/b2980a

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Принадлежности для компактных прецизионных анализаторов серии B2900A

U8201A

U8201A Комбинированный комплект измерительных щупов



Комбинированный комплект измерительных щупов U8201A включает два измерительных провода, измерительные пробники, зажимы “крокодил”, зажимы для подключения к ИС с выводами для монтажа на поверхность, измерительные пробники с тонкими наконечниками и вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”). Измерительные провода и пробники соответствуют CAT III 1000 В, 15 А.

U8202A Комплект измерительных щупов



Комплект измерительных щупов U8202A включает два измерительных провода и пробники, зажимы “крокодил”, зажимы для подключения к ИС с выводами для монтажа на поверхность, измерительных пробники с тонкими наконечниками. Измерительные провода и пробники соответствуют CAT III 1000 В, 15 А.

7

11059A Комплект кельвиновского пробника



Комплект кельвиновского пробника 11059A состоит из двух плоских зажимов, четырёх вилок с пружинящими боковыми накладками и одного заземляющего защитного соединителя. Он поддерживает максимальное напряжение 42 В.

U2941A-107 Кабель с соединителем BNC на одном конце и двумя проводами с зачищенными концами на другом



Этот кабель поддерживает незаземлённые BNC-соединения. Один конец перехода - соединитель BNC (вилка), а другой конец перехода состоит из двух неизолированных проводов.

N1295-61701 Кабель со штыревыми контактами на обоих концах



Кабель со штыревыми контактами на обоих концах для устройства подключения N1295A.

N1295-61702 Кабель со штыревым контактом и зажимом-клипсой



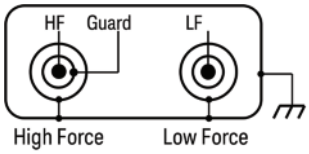
Кабель со штыревым контактом и зажимом-клипсой для устройства подключения N1295A.

N1294-001 Переход между однополюсными гнездами и триаксиальными соединителями для 2-проводного (некельвиновского) соединения



Переход преобразует 6 выходов с однополюсными гнёздами для вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”) в 2 выхода с триаксиальными соединителями. Он доступен для B2901A/02A/11A/12A и B2961A/62A.

Схема соединения

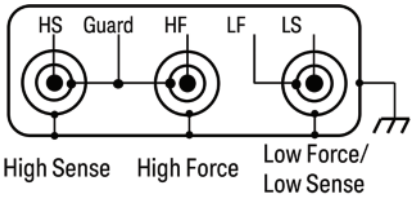


N1294-002 Переход между однополюсными гнездами и триаксиальными соединителями для 4-проводного (кельвиновского) соединения



Переход преобразует 6 выходов с однополюсными гнёздами для вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”) в 3 выхода с триаксиальными соединителями. Он доступен для B2901A/02A/11A/12A и B2961A/62A.

Схема соединения

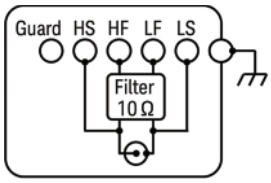


N1294-020 Фильтр, обеспечивающий большой ток, сверхнизкий уровень шумов, 21 В/500 мА, 10 Ом (для B2961/62A



Переход с функцией фильтра, обеспечивающим сверхнизкий уровень шумов, преобразует 6 выходов с однополюсными гнёздами для вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”) в 1 выход с соединителем BNC. Он может использоваться с B2961A/62A.

Схема соединения

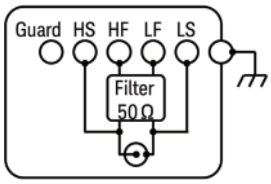


N1294-021 Фильтр, обеспечивающий сверхнизкий уровень шумов, 42 В/105 мА, 50 Ом (для B2961/62A



Переход с функцией фильтра, обеспечивающим сверхнизкий уровень шумов, преобразует 6 выходов с однополюсными гнёздами для вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”) в 1 выход с соединителем BNC. Он может использоваться с B2961A/62A.

Схема соединения

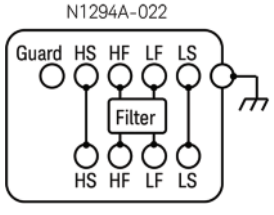


N1294-022 Фильтр, обеспечивающий низкий уровень шумов, 210 В/3 А (для B2961/62A



Переход с функцией фильтра, обеспечивающим низкий уровень шумов, преобразует 6 выходов с однополюсными гнёздами в 4 выхода с однополюсными гнёздами для вилки с пружинящими боковыми накладками (типа “банан”). Он может использоваться с B2961A/62A.

Схема соединения

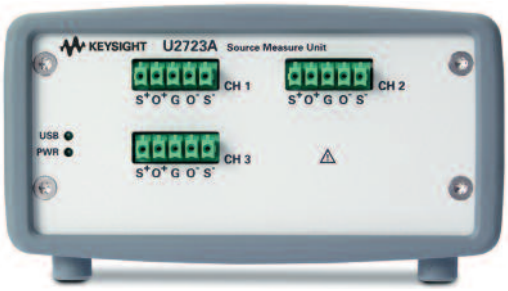


Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Устройство источника/измерителя с шиной USB

U2722A
U2723A

- 3-канальное устройство источника/измерителя
- Четырехквадрантный режим работы (±20 В)
- Макс. выходной ток до 120 мА на канал
- Встроенные сценарии испытаний (поддержка трех каналов с когерентным источником и возможностями измерений) (U2723A)
- Поддержка прикладного приложения IV Curve в программном обеспечении Keysight Measurement Manager (U2723A)
- Более быстрое время нарастания/спада (U2723A)
- Чувствительность измерения до 100 пА с разрешением 16 бит
- Базовая погрешность 0,1%
- Возможность измерения токов низкого уровня в наноамперном диапазоне
- Возможность программирования/считывания напряжения и тока
- Совместимость со стандартами USBTMC 488.2 и USB 2.0
- Функция регистратора команд
- Совместимость с широким набором сред разработки приложений (ADE)
- Возможность использования в качестве автономных устройств или модулей
- Поддержка SCPI и IVI-COM



Устройство источника/измерителя с шиной USB U2722A/U2723A

Устройство источника/измерителя с шиной USB представляет собой больше, чем только источник питания. Он имеет быстрое время реакции, обеспечивает программирование выходных значений тока и напряжения, а также их считывание с высокой точностью. U2722A и его расширенная версия U2723A способны работать в четырёхквадрантном режиме, действуя в качестве источника тока, а также в качестве нагрузки по току при обеих полярностях выходного напряжения. U2723A обладает дополнительными возможностями, такими как встроенные сценарии, упрощающие проведение автоматизированных испытаний, и более быстрое время нарастания, позволяющее увеличить производительность испытаний полупроводниковых компонентов при массовом производстве.

Запоминание списков команд и результатов (только для U2723A)

Устройство источника/измерителя с шиной USB обеспечивает встроенные сценарии испытаний, позволяющие предварительно определять конфигурации испытаний или просто повторять испытания, не тратя при этом слишком много времени на программирование. Каждый канал выделяет память для двух списков, каждый из которых способен содержать до 200 команд и результатов по отдельности. Таким образом, команды, запомненные в активной памяти, будут исполняться, а полученные результаты измерений автоматически запоминаться в буфере результатов.

Четырёхквадрантный режим с высокой чувствительностью и точностью измерений (U2722A/U2723A)

Модуль источника/измерителя (SMU) является универсальным устройством, которое позволяет выполнять свипирование и измерение из различных рабочих областей с помощью только одного устройства без дополнительных подключений. Четырёхквадрантный режим (±20 В) делает модуль хорошо приспособленным для широкого диапазона прикладных задач испытаний, включая измерение токов утечки, параметров фоточувствительных элементов, прямого/обратного напряжения, использование в качестве характериографа и многое другое. Помимо универсальности, модуль обладает высокой чувствительностью измерений с разрешением 16 бит и точностью.

Технические характеристики

Общие характеристики			
Модель	**U2722A/U2723A**		
Число выходов	3		
Выходные номинальные значения (от 0 до 50 °C)			
Напряжение	от –20 В до 20 В		
Ток	–120 мА до 120 мА		
	Предел	**Погрешность**[1]	**Разрешение**
Программирование напряжения			
1 год (25 °C ± 3 °C), ±(% от вых. значения + смещение)	±2 В	0,075% + 1,5 мВ	0,1 мВ
	±20 В	0,05% + 10 мВ	1 мВ

Предел	**Погрешность**[1]		**Разрешение**
Программирование тока			
1 год (25 °C ± 3 °C), ±(% от вых. значения + смещение)	±1 мкА	0,085% + 0,85 нА	100 пА
	±10 мкА	0,085% + 8,5 нА	1 нА
	±100 мкА	0,075% + 75 нА	10 нА
	±1 мА	0,075% + 750 нА	100 нА
	±10 мА	0,075% + 7,5 мкА	1 мкА
	±120 мА	0,1% + 100 мкА	20 мкА
Считывание напряжения			
1 год (считывание по шине USB действительного значения на выходе, 25 °C ± 3 °C), ±(% от вых. значения + смещение)	±2 В	0,075% + 1,5 мВ	0,1 мВ
	±20 В	0,05% + 10 мВ	1 мВ
Считывание тока			
1 год (считывание по шине USB действительного значения на выходе, 25 °C ± 3 °C), ±(% от вых. значения + смещение)	±1 мкА	0,085% + 0,85 нА	100 пА
	±10 мкА	0,085% + 8,5 нА	1 нА
	±100 мкА	0,075% + 75 нА	10 нА
	±1 мА	0,075% + 750 нА	100 нА
	±10 мА	0,075% + 7,5 мкА	1 мкА
	±120 мА	0,1% + 100 мкА	20 мкА

[1] Время интегрирования (NPLC) = 10

Время нарастания/спада (мс) [1]		**U2722A**	**U2723A**
Для резистивной нагрузки [1]	±1 мкА	170,0	15,0
	±10 мкА	18,0	5,0
	±100 мкА	6,0	1,0
	±1 мА	1,0	1,0
	±10 мА	1,0	1,0
	±120 мА	1,0	1,0

Рабочий диапазон дистанционного считывания	гарантирует, что макс. напряжение между клеммами OUTPUT+ и SENSE+, OUTPUT– и SENSE– не превышает 3 В.
Температурный коэффициент	макс. изменение в выводимом/считываемом значении на 1 °C после времени установления рабочего режима 30 минут равно 0,15.
Защитное вых. сопротивление	0,2 кОм
Уровень шума в диапазоне от 10 Гц до 20 МГц (размах)	50 мВ (тип. значение) на резистивной нагрузке (без заземления)
Выброс напряжения на выходе, ±(% от вых. значения + смещ.) [2]	во время включения или выключения вых. напряжение + выброс < 0,1% + 10 мВ
Язык программирования	SCPI
Межповерочный интервал	один год

ПРИМЕЧАНИЯ:
- Все каналы изолированы от земли и друг от друга. Напряжение изоляции равно +60 В постоянного тока, категория 1.
- Все технические характеристики гарантируются через три часа после включения прибора.
- Значение погрешности измерения равно x (1 + a * y), где
  x = значение погрешности при комнатной температуре
  a = температурный коэффициент
  y = изменение температуры от комнатной температуры в °C .

[1] Выходное напряжение 1 В или 10 В при резистивной нагрузке. Время нарастания измеряется от10% до 90% программного изменения напряжения при максимальном значении тока. Время спада измеряется от 90% до 10% программного изменения напряжения при максимальном значении тока.

Интерфейс	Hi-Speed USB 2.0, устройство класса USBTMC 488.2
Потребляемая мощность	+12 В постоянного тока, 3 А макс.
Рабочие условия эксплуатации	
Рабочая температура	от 0 до +50 °C
Относительная влажность	от 20 до 85% (без конденсации влаги)
Высота над уровнем	2000 м
Степень загрязнения	Для использования внутри помещения, степень 2
Условия хранения	
Температура хранения	От –20 до +70 °C
Габаритные размеры (Ш x Г x В)	117,00 x 180,00 x 66,00 мм (с амортизаторами) 105,00 x 175,00 x 50,00 мм (без амортизаторов)
Масса	700 г (с амортизаторами), 650 г (без амортизаторов)
Гарантия	Один год

Информация для заказа

Модель	**Описание**
U2722A	Устройство источника/измерителя с шиной USB
U2723A	Устройство источника/измерителя с шиной USB

Принадлежности, входящие в комплект поставки

- Адаптер переменного/постоянного тока 12 В, 3 А
- Сетевой шнур
- Кожух для съёмных соединителей и кабелей
- Интерфейсный кабель USB с соединителями Standard A и Mini-B
- Комплект для монтажа в шасси
- Краткое руководство по вводу в эксплуатацию Quick Start Guide
- Краткая справочная карта по модульным устройствам с шиной USB
- Компакт-диск Keysight USB Modular Products Reference CD-ROM
- Компакт-диск Keysight Automation-Ready (содержит набор библиотек Keysight IO Libraries Suite)
- Сертификат калибровки

Принадлежности, поставляемые по дополнительному заказу

- Защищённый кабель USB длиной 2 м, U2921A-101

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Устройство подключения для параметрических испытаний

U2941A

- Закрытая крышка минимизирует риск воздействия электростатических разрядов на чувствительные схемы и компоненты
- Поддержка до 3 каналов источника/измерителя
- Наличие различных макетных модулей, соответствующих широкому кругу конфигураций выводов испытуемых компонентов
- Монтажная тефлоновая плата для измерения токов низкого уровня
- Программа Parametric Measurement Manager, поставляемая в стандартной комплектации, упрощает настройку параметров, проведение испытаний и регистрацию данных



Устройство подключения U2941A

Устройство подключения для параметрических испытаний U2941A компании Keysight расширяет возможности источника/измерителя U2722A с шиной USB при испытаниях полупроводниковых компонентов, включая интегральные микросхемы в корпусах с двухрядным расположением выводов (DIP), либо в корпусах, предназначенных для монтажа на поверхность.

Устройство подключения для параметрических испытаний U2941A имеет три входных канала с общей “землей” и поставляется с 5 типами макетных модулей для испытуемых устройств с различными конфигурациями выводов.

Тип модуля	Описание
U2941A-201	Монтажная тефлоновая плата Изоляционная плата с минимальным током утечки: подходит для измерения токов крайне низкого уровня
U2941A-202	Модуль с 28-контактной розеткой с двухрядным расположением выводов (для микросхем в корпусах DIP) Розетка с нулевым усилием сочленения и принудительным обжатием с помощью рычага
U2941A-203	Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,1 дюйма (2,54 мм) Шаг 0,1 дюйма: подходит практически для любых устройств, таких как компоненты, микросхемы в корпусах с двухрядным расположением выводов (DIP) или малогабаритные схемы
U2941A-204	Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,075 дюйма (1,91 мм) Шаг 0,075 дюйма: подходит практически для любых устройств, таких как компоненты, микросхемы в корпусах с двухрядным расположением выводов (DIP) или малогабаритные схемы
U2941A-205	Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,05 дюйма (1,27 мм) Шаг 0,05 дюйма: подходит практически для любых устройств, таких как компоненты, микросхемы в корпусах с двухрядным расположением выводов (DIP) или малогабаритные схемы

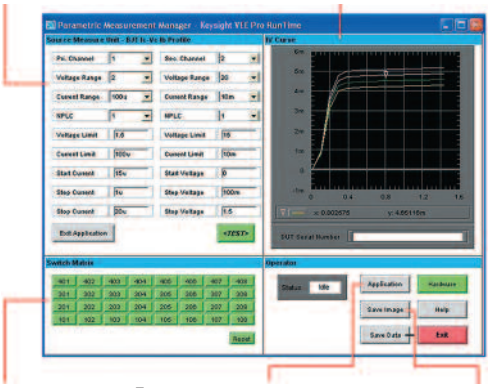
Устройство подключения для параметрических испытаний

Поставляется с программой Parametric Measurement Manager, что позволяет ускорить настройку параметров, проведение испытаний и регистрацию данных за счёт следующих свойств.

- Стандартные возможности конфигурирования приборов для облегчения настройки параметров
- Дружественный интерфейс пользователя
- Отображение графиков кривых вольт-амперных характеристик (BAX)с использованием различных графических средств, включая автонастройку, масштабирование и маркеры
- Запоминание данных кривой BAX в виде файла формата TXT
- Запоминание графика кривой BAX в виде файла формата JPEG
- Распечатка графиков

Отображение параметров настройки испытаний U2722A

Отображение графика кривой вольт-амперной характеристики (BAX)



Функции коммутации реле для одного или нескольких каналов матрицы U2751A

Быстрая установка специальных прикладных тестов из библиотеки (измерение BAX и сопротивления диодов в прямом и обратном направлении)

Запоминание изображения графика BAX и данных в виде файлов JPEG и TXT, соответственно

Технические характеристики

Электрические характеристики	
Макс. допустимое напряжение	60 В постоянного тока
Макс. допустимая сила тока	1 А
Рабочие условия	
Температура	от 0 до 50 °C
Относительная влажность	от 20 до 85% (без конденсации влаги)
Условия хранения	
Температура	от минус 20 °C до 70 °C
Относительная влажность	от 5 до 90% (без конденсации влаги)
Высота над уровнем моря	до 2000 м
Габаритные размеры	250 мм (Ш) x 200 мм (Г) x 120 мм (В)
Масса	1,33 кг

Информация для заказа

Модель	Описание
U2941A	Устройство подключения для параметрических испытаний

Принадлежности, входящие в комплект поставки

- Монтажная тефлоновая плата
- Макетный модуль с 28-контактной розеткой с двухрядным расположением выводов (для микросхем в корпусах DIP)
- Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,1 дюйма (2,54 мм)
- Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,075 дюйма (1,91 мм)
- Универсальный макетный модуль с контактными гнёздами, расположенными с шагом 0,05 дюйма (1,27 мм)
- Кабель со штыревыми контактами на обоих концах, чёрный (4 шт.)
- Кабель со штыревыми контактами на обоих концах, красный (4 шт.)
- Кабель со штыревыми контактами на обоих концах, синий (4 шт.)
- Кабель со штыревым контактом на одном конце и миниатюрным зажимом-клипсой на другом конце, чёрный (4 шт.)
- Кабель со штыревым контактом на одном конце и миниатюрным зажимом-клипсой на другом конце, красный (4 шт.)
- Кабель со штыревым контактом на одном конце и миниатюрным зажимом-клипсой на другом конце, синий (4 шт.)
- Сквозные штыревые контакты печатной платы для перемычек
- Кабель с соединителем BNC на одном конце и двумя проводами с зачищенными концами на другом, длина 1 м (3 шт.)
- Компакт-диск Keysight Parametric Measurement Manager (включает руководства по установке и эксплуатации)

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор полупроводниковых приборов B1500A

B1500A
B1510A
B1511B
B1517A
E5288A
B1520A
B1525A
B1530A
B1542A
N1301A
16442B

- Превосходные технические характеристики при измерении вольт-амперных характеристик (IV): разрешение 0,1 фА/0,5 мкВ
- Одноблочное решение для измерения вольт-амперных (IV) и вольт-фарадных (CV) характеристик, генерации испульсов, быстрых измерений IV и измерений во временной области
- Десять слотов для модулей источников/измерителей (SMU) и других типов модулей (MFCMU, HV-SPGU и WGFMU)
- Безопасное и точное измерение параметров полупроводниковых устройств (как на пластине, так и в корпусе)
- Технические решения, реализующие с помощью с манипулятора переключение между измерениями CV-IV и обеспечивающие разрешение 0,5 мкВ при измерении напряжения и 10 фА, 1 фА или 0,1 фА при измерении силы тока
- Автономный режим анализа данных и разработка программ испытаний с помощью программного обеспечения (ПО) EasyEXPERT group+
- Доступное техническое решение по измерению импульсных вольт-амперных (IV) характеристик с длительностью импульса 10 нс для высокоизолирующих диэлектриков К-затвора и транзисторов на КНД-структурах
- Доступен классический режим испытаний для сохранения внешнего вида, ощущения и терминологии интерфейса 4155/4156 с расширением возможностей взаимодействия за счёт полного использования преимуществ интерфейса пользователя Microsoft Windows



B1500A



Устройство подключения 16442B

Анализатор полупроводниковых приборов B1500A компании Keysight имеет 10 слотов для установки модулей и поддерживает измерения вольт-амперных (IV) и вольт-фарадных (CV) характеристик, быстрые измерения высоковольтных и импульсных характеристик. Используя знакомый интерфейс пользователя Microsoft Windows, ПО EasyEXPERT group+ компании Keysight реализует интуитивно понятный, проблемно-ориентированный подход для измерения параметров устройств. Благодаря возможностям измерения силы тока и напряжения малого уровня, а также интегрированным возможностям измерения ёмкости B1500A можно использовать для решения широкого круга задач по определению параметров полупроводниковых устройств. Кроме того, САПР IC-CAP поддерживает B1500A при моделировании устройств. B1500A является превосходным техническим решением для определения параметров ячеек энергонезависимой памяти, включая новейшие измерения нестабильности, вызванной отрицательным смещением и температурой (NBTI), и произвольного телеграфного шума (RTN).

ПО EasyEXPERT group+ компании Keysight обеспечивает мощные возможности параметрических измерений. ПО EasyEXPERT group+ включает более 240 прикладных программ испытаний, удобно организованных по типу устройства и функции измерения. Эта обширная библиотека позволяет немедленно начать выполнять широкий круг измерений для множества типов устройств, не затрачивая времени на изучение аппаратных средств прибора.

Модульная конструкция B1500A минимизирует затраты и защищает капиталовложения пользователя. Десять гнёзд и широкий выбор модулей источников/измерителей (SMU), а также других передовых типов модулей позволяет создать именно ту конфигурацию B1500A, которая требуется. При этом имеется достаточно места для расширения при изменении потребностей измерений. С появлением новых модулей можно легко добавлять новые возможности испытаний к B1500A. Способность удовлетворять как известным, так и непредвиденным требованиям испытаний гарантирует хорошую защиту инвестиций пользователя в оборудование для параметрических испытаний в будущем.

Технические характеристики

Характеристики базового блока	
Число доступных слотов	10
Ток стока модуля заземления	4,2 А
Порты USB	2 на передней панели и 2 на задней панели
Интерфейс управления прибором	GPIB
Интерфейс локальной сети (LAN)	порт 100 BASE-TX/10 BASE-T
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска

Руководство по выбору модулей источников/измерителей (SMU)

Модуль	HPSMU (B1510A)	MPSMU (B1511B)	HRSMU (B1517A)	ASU (E5288A)
Требуемое число слотов	2	1	1	неприменимо
Макс. напряжение источника	±200 В	±100 В	±100 В	±100 В
Макс. сила тока источника	±1 А	±100 мА	±100 мА	±100 мА
Разрешение при измерении напряжения	2 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ
Разрешение при измерении силы тока	10 фА	10 фА	1 фА	0,1 фА

Руководство по выбору модулей CMU/SPGU/WGFMU

Модуль	Требуемое число слотов	Основные характеристики
MFCMU (B1520A)	1	От 1 кГц до 5 МГц, смещение до 100 В постоянного тока с модулями SMU
HV-SPGU (B1525A)	1	мин. длительность импульса 12,5 нс, длительность перепада 10 нс; до 40 В с 3-уровневым импульсом
WGFMU (B1530A)	1	мин. длительность импульса 100 нс, вых. напряжение 10 В (размах), частота взятия выборок при измерении тока или напряжения 5 нс

Сокращения:
HPSMU - модуль источника/измерителя большой мощности
MPSMU - модуль источника/измерителя средней мощности
HRSMU - модуль источника/измерителя с высоким разрешением
ASU - модуль коммутатора и измерителя аттоамперных токов
MFCMU - модуль измерения ёмкости
HV-SPGU - модуль высоковольтного генератора импульсов для полупроводников
WGFMU - модуль генерации сигналов/быстрых измерений

Информация для заказа

Модель	Описание
B1500A	Базовый блок анализатора полупроводниковых приборов
B1500A-015	Длина кабелей 1,5 м (длина кабелей устанавливается равной 1,5 м для стандартных и дополнительных комплектов)
B1500A-030	Длина кабелей 3,0 м (длина кабелей устанавливается равной 3,0 м для стандартных и дополнительных комплектов)
B1500A-A6J	Калибровка, соответствующая стандарту ANSI Z540
B1500A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными испытаний
Опции	
B1500A-A00	Пустой комплект для специализированных решений
B1500A-A01	Стандартный комплект: MPSMU (4 шт.) и кабели
B1500A-A02	Комплект высокого разрешения: HRSMU (4 шт.) и кабели
B1500A-A03	Комплект высокой мощности: HPSMU (2 шт.), MPSMU (2 шт.) и кабели
B1500A-A04	Базовый комплект для измерения параметров ячеек энергонезависимой памяти: MPSMU (2 шт), HRSMU (2 шт), HV-SPGU (1 шт.), принадлежности
B1500A-A10	Дополнительный комплект: HPSMU (1 шт.) и кабели
B1500A-A11	Дополнительный комплект: MPSMU (1 шт.) и кабели
B1500A-A17	Дополнительный комплект: HRSMU (1 шт.) и кабели
B1500A-A20	Дополнительный комплект: MFCMU (1 шт.) и кабели
B1500A-A25	Дополнительный комплект: HV-SPGU (1 шт.) и кабели
B1500A-A28	Дополнительный комплект: ASU (1 шт.) и кабели
B1500A-A30	Дополнительный комплект: WGFMU (1 шт.), RSU (2 шт.) и кабели
B1500A-A31	Дополнительный комплект: WGFMU (1 шт.), RSU (2 шт.), кабели и адаптер соединителя
B1500A-A3P	Комплект кабелей пробников для WGFMU: 8 кабелей пробников (WGFMU не включен)
B1500A-A5F	Устройство подключения для измерения устройств в корпусе: 16442B (1 шт.)
N1301A	Принадлежности CMU для B1500
N1301A-100	Устройство объединения SMU и CMU (SCUU)
N1301A-102	Кабель для SCUU, 3 м
N1301A-110	Магнитное основание для SCUU
N1301A-200	Модуль безопасного переключения (GSWU)
N1301A-201	Кабель для модуля безопасного переключения, 1 м
N1301A-202	Кабель для модуля безопасного переключения, 3 м
B1500A-SWS	Программное обеспечение EasyEXPERT group+
B1542A	Комплект импульсных измерений вольт-амперных характеристик для B1500/EasyEXPERT

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор полупроводниковых приборов B1500A (продолжение)

B1500A
B1510A
B1511B
B1517A
E5288A
B1520A
B1525A
B1530A
B1542A
N1301A
16442B

Измерение импульсных IV-характеристик при длительности импульса затвора 10 нс

Переход к элементам с размерами 45 нм сопровождается использованием высокоизолирующих диэлектриков К-затвора (high k gate dielectric) и транзисторов на структурах “кремний на диэлектрике” (КНД-структурах). Анализатор B1500A хорошо зарекомендовал себя как основной прибор для снятия характеристик таких устройств в лабораторных условиях. Обладая превосходными рабочими характеристиками измерения на постоянном токе, анализатор B1500A с программным обеспечением EasyEXPERT group+ теперь поддерживает техническое решение по измерению импульсных IV-характеристик с помощью генератора импульсов 81110A и осциллографа серии DSO90000A. Это решение может использоваться для снятия характеристик МОП-транзисторов с беспрецедентной длительностью импульса на затворе, равной 10 нс.

Длительность импульса на затворе, равная 10 нс

Данное техническое решение обеспечивает длительность импульса на затворе, равную 10 нс, с длительностями фронта и среза 2 нс. Формируется чистый прямоугольный сигнал с минимальными значениями выбросов на фронте и отрицательных выбросов перед фронтом импульса.

Разрешение при измерении тока, равное 1 мкА

Данное техническое решение обеспечивает разрешение 1 мкА при измерении тока и длительности импульса 10 нс, позволяя более точно определить характеристики высокоизолирующих диэлектриков К-затвора и транзисторов на КНД-структурах.

Петля обратной связи обеспечивает точные измерения ID-VD и ID-VG

Данное решение контролирует действительное напряжение стока МОП-транзистора и автоматически корректирует приложенное напряжение стока, чтобы действительное напряжение стока (в точке соединения нагрузочного резистора с транзистором) было правильным в каждой точке измерения. Это поддерживается как при снятии характеристик ID-VD (зависимость тока стока от напряжения на стоке), так и ID-VG (зависимость тока стока от напряжения на затворе).

Простое переключение между измерениями на постоянном токе и импульсными измерениями

Имеется опция, позволяющая осуществлять переключение между измерениями на постоянном токе и импульсными измерениями IV без изменения кабельных соединений. Это упрощает соотношение результатов измерений на постоянном токе и импульсных измерений, а также позволяет автоматизировать этот процесс.

Взаимосвязь с производственными системами

Программное обеспечение EasyEXPERT group+, поставляемое с B1500A, доступно также в версии для настольного ПК. Оно позволяет даже неопытным пользователям выполнять измерения импульсных IV-характеристик. После выбора данного вида измерения окно установки условий испытания отображает полную схему оборудования, которая облегчает правильное соединение компонентов. Выполнив простую процедуру заполнения полей, пользователь может щелкнуть по клавише “Measure” (измерение), чтобы начать измерение импульсных IV-характеристик. График и список данных генерируются автоматически, после чего пользователь может экспортировать данные в различные программы анализа данных, такие как Microsoft Excel.

Технические характеристики (тип. значения)

- Длительность импульса на затворе: от 10 нс до 1 мкс
- Амплитуда импульса на затворе: от минус 4,5 В до 4,5 В
- Изм. значение амплитуды импульса тока на стоке: 80 мА (макс.)
- Разрешение при измерении амплитуды импульса тока на стоке: 0,1 мкА
- Диапазон напряжений на стоке: от минус 10 В до 10 В

Для транзисторов на КНД-структурах низкий коэффициент заполнения импульсов снижает эффекты от самопрогрева, которые влияют на результаты измерения. Для высокоизолирующих диэлектриков К-затвора низкий коэффициент заполнения уменьшает сферу действия захвата электронов, искажающего результаты измерения.

Измерение IV-CV с использованием модулей MFCMU и SCUU анализатора B1500A

Для определения параметров полупроводниковых приборов необходимы измерения как вольт-амперных (IV), так и вольт-фарадных (CV) характеристик. Для современных технологических процессов требуется, чтобы точные измерения IV-CV устройств на полупроводниковых пластинах выполнялись за один проход. Анализатор полупроводниковых приборов Keysight B1500A обеспечивает измерение IV-CV за один проход в одном базовом блоке за счет использования MFCMU (модуль многочастотного измерителя емкости) и двух SMU (модуль источника/измерителя). Измерение IV-CV с помощью одного щупа представляет собой довольно сложную задачу. При измерениях IV с использованием SMU используются триаксиальные соединители, а для измерений CV с использованием CMU (модуль измерителя ёмкости) применяются соединители BNC. Переключение между этими двумя режимами измерений является довольно сложным и трудоемким процессом и часто приводит к погрешностям при измерении.

В качестве примера может служить ручное переключение измерительных кабелей с одновременным удержанием щупа на полупроводниковой пластине. В этом случае электрический заряд, возникающий в результате трения при переключении кабелей, может повредить устройство. Кроме решения проблем, связанных с переключением кабелей, для получения точных результатов также необходимо правильно установить параметр компенсации погрешности, относящийся к измерениям емкости.

Устройство объединения SMU и CMU анализатора B1500A (SCUU) решает эти проблемы. SCUU обеспечивает точное и простое переключение между измерениями IV-CV без трудностей и затрат, типичных для внешней коммутационной матрицы.

Устройство SCUU анализатора B1500A может переключаться между измерениями IV и CV без ущерба для точности измерений. Подключать SCUU к установке зондового контроля можно при помощи кабеля длиной 1,5 или 3 м. Измерительные кабели от SCUU к манипулятору установки зондового контроля можно удлинять при помощи двух триаксиальных кабелей или двух пар (источника и измерителя) триаксиальных кабелей Кельвина, которые удовлетворяют требованиям как измерений IV, так и CV. Для обоих видов измерений необходимо подключить центральный сигнальный проводник триаксиального кабеля к центральному проводу измерительного зонда (иглы), а проводящий экран триаксиального кабеля – к внешнему экрану измерительного зонда. Подключение внешнего экрана к экрану измерительного зонда обеспечивает защиту от внешних наводок.

Устройство безопасного переключения (GSWU) анализатора B1500A используется для замыкания экрана измерительного кабеля при проведении измерений CV. Во время измерения IV выключатель GSWU размыкается автоматически, что предотвращает потенциальную возможность повреждения SMU, так как в противном случае экраны двух SMU (которые, предположительно, обладают разницей потенциалов) были бы закорочены между собой.

Программное обеспечение EasyEXPERT group+ управляет всеми переключениями режимов IV-CV и компенсацией погрешностей, а также вопросами пути возврата сигнала при измерении емкости (за счет управления устройством GWSU). Программное обеспечение EasyEXPERT group+ предоставляет возможность проведения более 100 прикладных тестов IV и CV характеристик. Для этого нужно просто выбрать алгоритм CV и нажать клавишу для начала выполнения точных измерений CV. При использовании SCUU можно увеличить постоянное напряжение смещения при измерениях CV до ±100 В, что намного больше, чем стандартный для MFCMU диапазон, равный ±25 В. При использовании SCUU напряжение смещения в диапазоне ±100 В обеспечивается автоматически модулями SMU, подключенными к SCUU.

Подробнее см. “IV and CV Measurement Using the Keysight B1500A MFCMU and SCUU. Application Note B1500-3”, 5989-3608EN.

Более полную информацию можно найти на сайте компании:
www.keysight.com/find/b1500a

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор мощных устройств/характериограф B1505A

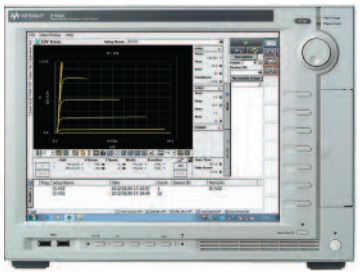
B1505A
B1510A
B1511B
B1512A
B1513B/C
B1514A
B1520A
N1259A
N1265A
N1266A
N1268A

Широкий диапазон значений выходного тока и напряжения в сочетании с возможностями точного измерения малых величин
- Функционально законченное решение для определения параметров силовых устройств до 1500 А и 10 кВ
- Измерение средних значений тока при высоковольтных смещениях (например, 500 мА при смещении 1200 В)
- Возможность измерения сопротивлений в микроомном диапазоне
- Точное измерение величин силы тока в субпикоамперном диапазоне при высоковольтном смещении

Широкие возможности определения параметров устройств
- Измерение ёмкости при смещении до ±3000 В постоянного тока
- Измерение импульсов высокой мощности длительностью ≥ 10 мкс
- Возможность измерения температуры
- Опция быстрого переключения между измерениями высоких значений тока и напряжения для анализа коллапса тока в приборах на основе нитрида галлия (GaN)

Улучшенная эффективность измерений
- Автоматическое переключение между измерениями высоких значений напряжения и тока без переподключения кабелей
- Стандартные устройства подключения с механизмом защитной блокировки для тестирования мощных устройств в корпусе
- Возможность тестирования силовых устройств током до 200 А непосредственно на пластине
- Программное обеспечение (ПО) EasyEXPERT group+ на базе MS Windows упрощает обработку и анализ данных

Модернизируемая и масштабируемая архитектура аппаратных средств
- 10 слотов для установки модулей
- Поддержка мощных устройств, имеющих до 6 выводов



B1505A



Устройство подключения N1259A

Анализатор мощных устройств/характериограф B1505A является единственным доступным одноблочным техническим решением, позволяющим определять параметры мощных устройств от субпикоамперных диапазона до 10 кВ и 1500 А. Такие возможности позволяют оценивать характеристики современных силовых устройств, таких как биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT), а также новых материалов, включая нитрид галлия (GaN) и карбид кремния (SiC). B1505A поддерживает ряд модулей источников/измерителей (SMU), в том модуль источника/измерителя больших значений напряжения (HVSMU), модуль источника/измерителя больших значений силы тока (HCSMU), устройство сверхбольших значений силы тока (UHCU) и устройство сверхбольших значений напряжения (UHVU), а также устройство больших значений напряжения и средних значений силы тока (HVMCU). Кроме того, анализатор B1505A поддерживает модули источников/ измерителей большой мощности (HPSMU: 1 А/200 В), средней мощности (MPSMU: 100 мА/100 В), модуль источника/измерителя средних значений силы тока (MCSMU: 1 А/30 В в импульсном режиме или 100 мА/30 В в режиме постоянного тока), а также модуль многочастотного измерителя ёмкости (MFCMU: от 10 кГц до 5 МГц). Модульная конструкция прибора, включающая 10 слотов для установки модулей, позволяет создавать такую конфигурацию B1505A, которая соответствует измерительным потребностям пользователя.

Программное обеспечение B1505A построено на операционной системе Microsoft® Windows® 7 и позволяет проверять параметры устройств и определять неисправности с помощью удобных функций характериографа. Как и в обычном характериографе, B1505A поддерживает управление независимо изменяющейся переменной с помощью вращающейся ручки для наглядной оценки в реальном времени таких параметров, как, например, напряжение пробоя. Также поддерживается представление в формате осциллографа, которое визуально помогает оператору оптимизировать прикладываемые к испытуемому устройству значения силы тока и напряжения. Информация о настройках и результаты измерений автоматически сохраняются во встроенном накопителе на жёстких магнитных дисках (НЖМД) B1505A. Кроме того, они могут быть скопированы в USB накопитель или любое другое портативное запоминающее устройство. Результаты измерений можно легко вставить в технический отчет с итогами тестирования устройства.

Крайне важно наличие надёжного решения по подключению тестируемых устройств к прибору как с точки зрения безопасности оператора (из-за высоких генерируемых значений напряжений и токов), так и для поддержки широкого круга типов корпусов силовых устройств. Предыдущее поколение характериографов не могло измерить параметры некоторых типов мощных устройств из-за их размера, либо для этого требовалось изготавливать адаптер из подручных средств. Устройство подключения анализатора B1505A может работать с широким кругом устройств: мощными полевыми транзисторами с МОП-структурой, диодами и биполярными транзисторами с изолированным затвором, независимо от их размера и формы. Это стало возможным за счёт использования большого адаптера устройства подключения с настраиваемой модульной архитектурой. Встроенный механизм блокировки устройства подключения гарантирует безопасность подачи высоких значений напряжения и тока на испытуемое устройство.

Анализатор B1505A также поддерживает испытания мощных устройств непосредственно на пластине, не требуется помещать сначала эти устройства в корпус. За счёт этого существенно сокращается время между началом работы и получением конечных результатов при тестировании устройств в лаборатории.

Стандартные решения улучшают эффективность и сокращают стоимость

Безопасное тестирование мощных устройств в корпусах

Подключение к широкому кругу типов корпусов мощных устройств всегда было сложной проблемой при проведении измерений больших значений напряжения и силы тока. Многие пользователи тратили значительные ресурсы на создание своих собственных устройств подключения для того, чтобы тестировать только свои устройства. Даже если результат был достигнут, часто возникала проблема безопасности этих решений. B1505A поддерживает два стандартизированных устройства подключения (**N1259A** и **N1265A**). Оба устройства подключения имеют модульную конфигурацию, которая поддерживает широкий набор различных типов корпусов, включая универсальный переходный адаптер, который может использоваться для создания решений по подключению специализированных типов корпусов. Кроме того, доступен модуль со слотом для тестового адаптера, разработанного для подключения характериографа 370B или 371B компании Tektronix. Оба устройства подключения также имеют защитную блокировку, которая не позволяет проводить измерения при опасных уровнях напряжения, если крышка устройства подключения не закрыта. Кроме того, для использования с устройством подключения доступны защитные адаптеры и резисторные блоки, которые гарантируют, что модули SMU средней мощности (MPSMU) не будут по неосторожности повреждены.

Определение зависимости характеристик от температуры

Расширитель для сверхбольших значений тока/устройство подключения N1265A поддерживает измерение температуры с помощью термопарных датчиков. Используя ПО EasyEXPERT group+, теперь легко анализировать зависимость характеристик испытуемого устройства от температуры. Теперь легко проводить и автоматизированное тестирование, запускаемое при определённой температуре, используя режим Quick Test (быстрое тестирование) ПО EasyEXPERT group+.

Программное обеспечение для проектирования и моделирования сокращает время разработки устройств

Многие популярные программные среды моделирования устройств поддерживают B1505A (включая IC-CAP компании Keysight). Высокие характеристики точности и разрешающей способности B1505A в сочетании с мощным программным пакетом 85194QL IC-CAP HiSIM_HV Model Extraction Package в составе IC-CAP образуют полностью готовое к эксплуатации техническое решение, которое позволяет предельно точно получать моделируемые параметры мощных устройств. Это сокращает время разработки устройств и ускоряет их выход на рынок.

Измерения сверхбольших значений напряжения и силы тока, метрологически прослеживаемые к международным стандартам

Чтобы быть абсолютно уверенным в результатах измерений, необходимо знать, что используемое оборудование обладает прослеживаемостью к международным стандартам при проведении измерений. Однако, до последнего времени было невозможно приобрести такое оборудование. B1505A устанавливает новый стандарт для измерения параметров мощных устройств с прослеживаемостью к международным стандартам для уровней напряжения и силы тока до 10 кВ и 1500 А.

Технические характеристики

Характеристики базового блока	
Число доступных слотов	10
Ток стока модуля заземления	4,2 А
Порты USB	2 на передней панели и 2 на задней панели
Интерфейс управления прибором	GPIB
Интерфейс локальной сети (LAN)	порт 100 BASE-TX/10 BASE-T
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор мощных устройств/характериограф B1505A (продолжение)

Поддерживаемые сменные модули/устройства подключения

B1505A имеет десять слотов для установки сменных модулей.

Обозначение	Описание	Число занимаемых слотов/макс. число модулей в B1505A	Рабочий диапазон	Разрешающая способность измерения
B1510A (HPSMU)	Модуль источника/измерителя большой мощности	2/4	от —200 В до +200 В; от —1 А до 1 А	2 мкВ, 10 фА
B1511B (MPSMU)	Модуль источника/измерителя средней мощности	1/10	от —100 В до +100 В; от —100 мА до 100 мА	0,5 мкВ, 10 фА
B1512A (HCSMU)	Модуль источника/измерителя больших значений силы тока	2/2	от —40 В до 40 В; от —1 А до 1 А; от —20 В до 20 В, от —20 А до 20 А (только в импульсном режиме); диапазон можно расширить до значений ±20 В/±40 А в импульсном режиме или ±40 В/±2 А по постоянному току при использовании двух модулей HCSMU с адаптером на два модуля HCSMU	200 нВ, 10 пА
B1513B/C (HVSMU)	Модуль источника/измерителя больших значений напряжения	2/1	от —3000 В до 3000 В; от —4 мА до 4 мА; от —1500 В до 1500 В, от —8 мА до 8 мА	200 мкВ, 10 фА
B1514A (MCSMU)	Модуль источника/измерителя средних значений силы тока	1/6	от —30 В до 30 В; от —100 мА до 100 мА; от —30 В до 30 В; от —1 А до 1 А (только в импульсном режиме)	200 нВ, 10 пА
B1520A (MFCMU)	Модуль многочастотного измерителя емкости	1/1	от 1 кГц до 5 МГц; максимальное напряжение смещения по постоянному току: ±25 В (при использовании внутреннего смещения модуля MFCMU; ±3000 В (при использовании модуля HVSMU и тройника смещения высокого напряжения N1259A-020 или N1260A); поддерживаемые измерения: Cp-G, Cp-D, Cp-Q, Cp-Rp, Cs-Rs, Cs-D, Cs-Q, Lp-G, Lp-D, Lp-Q, Lp-Rp, Ls-Rs, Ls-D, Ls-Q, R-X, G-B, Z-θ, Y-θ	0,035 фФ СКЗ
HVMCU	Устройство больших значений напряжения и средних значений силы тока	4-6	Включает в себя: расширитель для больших значений силы тока HVSMU **N1266A**, модуль B1513B/C (HVSMU) и два модуля B1514A (MCSMU)/B1512A (HCSMU). ±1500 В/2,5 А (в импульсном режиме); ±2200 В/1,1 А (в импульсном режиме)	3 мВ, 200 пА
UHCU	Устройство сверхбольших значений силы тока	2-4	Включает в себя: расширитель для сверхбольших значений тока/устройство подключения **N1265A** и два модуля B1514A (MCSMU)/B1512A (HCSMU) ±1500 А/60 А (в импульсном режиме), 22,5 кВт (пик.); ±500 А/60 А (в импульсном режиме), 7,5 кВт (пик.)	100 мкВ, 1 мА (500 А), 4 мА (1500 А)
UHVU	Устройство сверхбольших значений напряжения	2-3	Включает в себя: расширитель для сверхбольших значений напряжения **N1268A** и два модуля B1514A (MCSMU) или комбинацию из модулей B1512A (HCSMU) и B1514A (MCSMU). ±10 кВ/10 мА постоянного тока; ±10 кВ/20 мА (в импульсном режиме)	10 мВ

Три ресурса для измерения характеристик силовых устройств

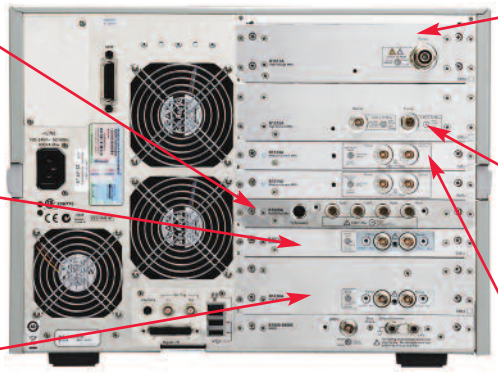
Устройство сверхбольших значений силы тока (UHCU)
Расширитель для сверхбольших значений тока/устройство подключения N1265A и два модуля B1514A (MCSMU)/B1512A (HCSMU)
До 1500 А/500 А

Устройство сверхбольших значений напряжения (UHVU)
Расширитель для сверхбольших значений напряжения N1268A и два модуля B1514A (MCSMU)/B1512A (HCSMU) или комбинация из модулей B1512A (HCSMU) и B1514A (MCSMU)
До 10 кВ



Устройство больших значений напряжения и средних значений силы тока (UHCU)
Расширитель для больших значений силы тока HVSMU N1266A и два модуля B1514A (MCSMU)/B1512A (HCSMU)
±1500 В/2,5 А
±2200 В/1,1 А

Модуль многочастотного измерителя ёмкости B1520A (MFCMU)
Вольт-фарадные характеристики при напряжении смещения до 3000 В



Модуль источника/измерителя больших значений напряжения B1513B/C (HVSMU)
До 3000 В

Модуль источника/измерителя средней мощности B1511B (MPSMU)
До 100 В, 100 мА, разрешение 10 фА

Модуль источника/измерителя больших значений силы тока B1512A (HCSMU)
До 20 А (в импульсном режиме)

Модуль источника/измерителя большой мощности B1510A (HPSMU)
До 200 В, 100 мА, разрешение 10 фА

Модуль источника/измерителя средних значений силы тока B1514A (MCSMU)
До 1 А (в импульсном режиме)

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор мощных устройств/характериограф B1505A (продолжение)

B1510A
B1511B
B1512A
B1513B/C
B1514A
B1520A
N1259A
N1265A
N1266A
N1268A

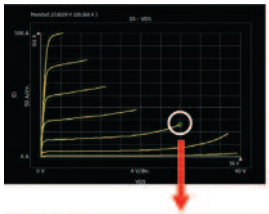
Измерения на пластине и средства автоматизации

Возможность измерения непосредственно на пластине значений силы тока более чем 200 А и напряжения до 10 кВ

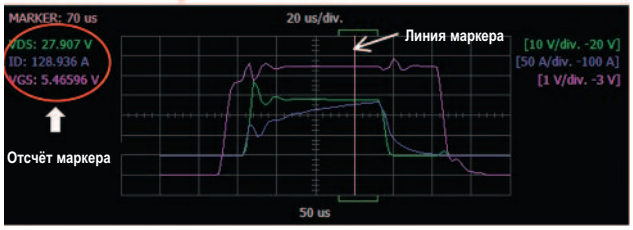
Эффективнее проводить измерение мощных устройств на пластине, чем уже в корпусе. Однако, такие измерения были всегда проблематичными из-за больших величин напряжения и тока. B1505A предоставляет кабели с низким остаточным сопротивлением с соединителями и переходами, которые сопрягаются со всеми основными установками зондового контроля мощных устройств. Теперь B1505A можно использовать для измерений больших значений силы тока до 200 А и напряжения до 10 кВ прямо на пластине. Кроме того, B1505A поддерживает множество вариантов схем блокировки, применяемых в установках зондового контроля для безопасного тестирования устройств на пластине. Такие возможности позволяют собрать ценную информацию о процессе изготовления мощных устройств до их монтажа в корпус, что позволяет значительно экономить время и средства.

Измерение множества параметров в процессе исполнения одной последовательности тестов

Режим Quick Test (быстрое тестирование) ПО EasyEXPERT group+ позволяет автоматизировать процедуру тестирования кристаллов по всей пластине. Требуется только определить последовательность исполнения нужных тестов с помощью графического интерфейса пользователя режима Quick Test и выбрать соответствующий драйвер (предоставляемый компанией Keysight) для используемой установки зондового контроля. Данные, полученные в результате исполнения тестов, автоматически сохраняются в устройстве запоминания данных. В дополнение к этому, способность устройства выбора модулей переключаться по мере необходимости между ресурсами для измерения больших значений напряжения (HVSMU или HVMCU), больших значений силы тока (HCSMU или UHCU) и стандартными ресурсами (MPSMU или HPSMU) позволяет в одной последовательности тестов измерить такие разнообразные параметры, как ток утечки, сопротивление в открытом состоянии и напряжение пробоя.



- ВАХ и временные диаграммы импульсов отображаются одновременно
- Временные диаграммы импульсов при измерении можно контролировать в любой точке
- Значения напряжения и силы тока можно считать, используя линию маркера
- Условия импульсных измерений можно изменить во время измерения, и полученные в результате сигналы можно проверить, не останавливаясь



Гибкая и расширяемая архитектура

Масштабируемая и модернизируемая платформа

Модульная конструкция B1505A и широкий набор модулей образуют масштабируемую платформу, которую можно использовать для измерения широкого круга устройств. Например, модули HCSMU, HVSMU и HVMCU достаточны для измерения параметров высоковольтных МОП-структур, а UHCU и UHVU можно добавить для измерения биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Большинство мощных устройств развиваются в направлении увеличения выдерживаемого напряжения и уменьшения сопротивления в открытом состоянии. Это значит, что значения напряжения и силы тока при тестировании необходимо всё время повышать. Архитектура B1505A является в этом случае идеальным выбором. Например, B1505A с модулями HCSMU и возможностью измерения силы тока до 20 А может быть легко модернизирована для поддержки возможности измерения до 500 А или 1500 А добавлением устройства UHCU.

Гибкие конфигурации для тестирования сложных мощных устройств

В базовый блок B1505A, имеющий 10 слотов, можно установить множество как однослотовых (MCSMU, MPSMU и MFCMU), так и двухслотовых (HCSMU, HVSMU и HPSMU) модулей. Это обеспечивает большую гибкость и возможности расширения решений для тестирования мощных устройств. Например, однослотовые модули MCSMU могут использоваться автономно, но могут также работать в качестве управляющего интерфейса для внешних устройств UHCU, UHVU и HVMCU. Кроме того, применение модуля MPSMU для тестирования выводов устройств, где измеряется низкий уровень мощности, гарантирует, что ограничение по числу доступных слотов B1505A не будет превышено. Это позволит тестировать мощные устройства, имеющие пять или шесть выводов. Например, биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) обычно имеют sense-эмиттер и диод для измерения температуры, помимо общепринятых выводов затвора, коллектора и эмиттера. Используя модули B1505A, можно легко создать конфигурацию для измерения параметров таких устройств.

Информация для заказа

Модель	Описание
B1505A	Анализатор мощных устройств/характериограф

Комплект поставки: кабель блокировки (16493J), кабель для GNDU (16493L), клавиатура с интерфейсом USB (16444A-001), мышь с интерфейсом USB (16444A-002), стилус (16444A-003), CD-ROM с электронными файлами руководств, брошюр и примеров программирования, CD-ROM с ПО EasyEXPERT group+, лицензия для использования ПО EasyEXPERT group+, набор дисков для обновления встроенного программного обеспечения 4155B/4155C/4156B/4156C, сетевой шнур

Анализатор B1505A является модульным измерительным прибором, который имеет 10 слотов для установки модулей и поддерживает модули различных типов. Все требуемые модули должны быть заказаны во время первоначальной закупки. Необходимые измерительные кабели для каждого модуля включаются в комплект поставки автоматически.

Модель	Описание
B1510A	Модуль источника/измерителя большой мощности (HPSMU)
B1511B	Модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)
B1512A	Модуль источника/измерителя больших значений силы тока (HCSMU)
B1513B/C	Модуль источника/измерителя больших значений напряжения (HVSMU)
B1514A	Модуль источника/измерителя средних значений силы тока (MCSMU)
N1265A	Расширитель сверхбольших значений тока/устройство подключения (UHCU)
N1254-014	Переходная панель для измерения заряда области затвора
N1266A	Расширитель больших значений силы тока (HVSMU)
N1268A	Расширитель сверхбольших значений напряжения (UHVU)
B1520A	Модуль многочастотного измерителя ёмкости (MFCMU)
B1505A-015	Длина кабелей1,5 м (длина кабелей устанавливается равной 1,5 м для стандартных и дополнительных комплектов)
B1505A-030	Длина кабелей 3,0 м (длина кабелей устанавливается равной 3,0 м для стандартных и дополнительных комплектов)
B1505A-A6J	Калибровка, соответствующая стандарту ANSI Z540
B1505A-ABA	Комплект документации
B1505A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными испытаний
B1505A-1CM	Комплект для монтажа B1505A в стойку
Устройства подключения и принадлежности для B1505A	
N1259A	Устройство подключения для мощных устройств
N1259A-014	Переходная панель для измерения заряда области затвора
N1267A	Быстрый переключатель между модулями HVSMU и HCSMU
N1269A	Адаптер, обеспечивающий подключение UHVU к установке зондового контроля
N1271A	Защитный кожух для температурных испытаний
N1271A-001	Защитный кожух для температурных испытаний, совместимый с устройством Thermal Plate компании inTEST
N1271A-002	Защитный кожух для температурных испытаний, совместимый с системой Thermostream компании inTEST
N1271A-005	Защитный кожух для испытаний на воздействие температуры, совместимый с системой Thermostream компании inTEST, для N1265A
N1272A	Селектор для переключения между измерениями ВАХ и ВФХ
N1273A	Устройство подключения для измерения ёмкости
N1274A	Адаптер/селектор для измерения заряда области затвора на пластине, используя HCSMU (20 А, макс.) и HVSMU (3 кВ, макс.)
N1275A	Адаптер для измерения заряда области затвора на пластине для N1265A

Комплексные технические решения

Предварительно сконфигурированный анализатор мощных устройств/характериограф B1505AP представляет собой готовое к использованию решение, удовлетворяющее самым разнообразным потребностям по определению параметров мощных устройств. Каждая опция включает все необходимые для тестирования конкретных видов мощных устройств аппаратные и программные средства, в том числе, базовый блок, кабели, устройства подключения и др. В опциях B1505AP используются тот же базовый блок и те же модули, что и в анализаторе мощных устройств/характериографе B1505A, что позволяет расширять их возможности аналогичным образом.
Нужная опция B1505AP выбирается из восьми различных готовых конфигураций в зависимости от требуемого диапазона тока/напряжения и необходимости измерения вольт-фарадных характеристик (ВФХ).

Модель	Описание
B1505AP	Предварительно сконфигурированный анализатор мощных устройств/характериограф (B1505A с модулями и устройством подключения)
B1505AP-H20	3 кВ/20А/устройство подключения
B1505AP-H21	3 кВ/20А/измерение ВФХ/устройство подключения
B1505AP-H50	3 кВ/500А/устройство подключения
B1505AP-H51	3 кВ/500А/измерение ВФХ/устройство подключения
B1505AP-H70	3 кВ/1500А/устройство подключения
B1505AP-H71	3 кВ/1500А/измерение ВФХ/устройство подключения
B1505AP-U50	10 кВ/500А/устройство подключения
B1505AP-U70	10 кВ/1500А/устройство подключения

Программное обеспечение

Модель	Описание
B1505A-SWS	Программное обеспечение EasyEXPERT group+

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Анализатор мощных полупроводниковых приборов для разработки схем

B1506A

- Измерение всех параметров, получаемых из ВАХ (сопротивление в открытом состоянии Ron, напряжение пробоя BV, ток утечки, пороговое напряжение Vth, напряжение насыщения Vsat и др.)
- Измерение входной, выходной и проходной ёмкостей транзистора, а также ёмкостей между электродами транзистора в различных сочетаниях (Ciss, Coss, Crss, Cies, Coes, Cres) при высоких напряжениях смещения
- Измерение сопротивления затвора Rg
- Измерение характеристик заряда области затвора Qg
- Измерение потерь мощности (потери проводимости, потери в цепях управления, потери на переключение)
- Удобство использования, полностью автоматизированные измерения
- Режим определения технических данных обеспечивает быстрое и удобное определение параметров, входящих в перечень технических характеристик
- Тестирование в широком диапазоне значений напряжений и силы тока (до 3 кВ и до 1500 А) и температуры (от –50°C до +250°C)
- Режим осциллографа для обеспечения визуального контроля импульсных сигналов тока и напряжения, подаваемых на тестируемое устройство



B1506A имеет в своём составе базовый блок (слева), тестовое устройство подключения (справа), соединительные кабели и управляющее программное обеспечение

Анализатор мощных полупроводниковых приборов B1506A для разработки схем представляет собой законченное техническое решение для разработчиков схем силовой электроники. Анализатор позволяет определять все параметры силовых устройств в широком диапазоне рабочих условий, в том числе параметры, получаемые из вольт-амперных храктеристик (ВАХ), такие как напряжение пробоя, сопротивление в открытом состоянии, а также характеристики ёмкостей между электродами полевого транзистора, заряда области затвора и потерь мощности.

Анализатор B1506A имеет широкий диапазон функциональных возможностей, которые помогают идентифицировать устройства, не соответствующие техническим требованиям, при их тестировании в реальных рабочих условиях, включающих широкий диапазон значений напряжения и силы тока (до 3 кВ и до 1500 А), широкий температурный диапазон измерения (от –50 до +250°C), возможность измерения в импульсных режимах и возможность измерения токов низкого уровня, составляющих доли наноампер. Уникальный программный интерфейс прибора представляет пользователю результаты измерений в привычном формате технических данных, что упрощает определение характеристик тестируемых устройств без прохождения предварительного обучения. Схема коммутации, встроенная в тестовое устройство подключения, поддерживает полностью автоматизированные испытания с возможностью автоматического переключения между тестированием с использованием высоких значений напряжения или силы тока, а также между измерениями вольт-амперных (ВАХ) или вольт-фарадных (ВФХ) характеристик. Кроме того, уникальная конструкция, предусматривающая установку тестируемого устройства в сменный модуль, который вставляется непосредственно в гнёзда тестового устройства подключения, исключает кабельные соединения, что позволяет избежать ошибок оператора. Анализатор B1506A также обеспечивает полную автоматизацию определения параметров тестируемого устройства в заданном диапазоне температур. Это достигается за счёт поддержки систем управления температурой компании inTEST. Устройство Thermal Plate, обеспечивающее диапазон температур до +250°C, устанавливается внутри тестового устройства подключения. B1506A работает также с системой Thermostream, обеспечивающей диапазон температур от –50 до +220°C. Так как тестируемое устройство находится в непосредственной близости от измерительных портов B1506A, паразитные составляющие, вносимые длинными кабелями, которые используются для подключения к камере тепла и холода, отсутствуют. Благодаря этому обеспечивается возможность определения параметров тестируемого устройства при очень больших значениях силы тока (вплоть до 1500 А) без паразитных колебаний как при низких, так и высоких температурах.

Широкие возможности анализатора B1506A позволяют коренным образом изменить процесс разработки устройств силовой электроники, помогая максимально повысить ценность конечных продуктов и ускорить циклы их разработки.

Основные технические характеристики

	B1506A-H20/H21	B1506A-H50/H51	B1506A-H70/H71
Канал коллектора/стока			
Макс. выходные параметры источника			
Напряжение	±3000 В	±3000 В	±3000 В
Сила тока			
В режиме постоянного тока	±1 А	±100 мА	±100 мА
В импульсном режиме	±20 А	±500 А	±1500 А
Минимальное разрешение			
Напряжение	200 нВ	25 мкВ	25 мкВ
Сила тока	100 фА	100 фА	100 фА
Измеритель			
Минимальное разрешение			
Напряжение	0,5 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ
Сила тока	10 фА	10 фА	10 фА
Канал затвора			
Макс. выходные параметры источника			
Напряжение	±100 В	±100 В	±100 В
Сила тока			
В режиме постоянного тока	±100 мА	±100 мА	±100 мА
В импульсном режиме	±1 А	±1 А	±1 А
Минимальное разрешение			
Напряжение	25 мкВ	25 мкВ	25 мкВ
Сила тока	50 фА	50 фА	50 фА
Измеритель			
Минимальное разрешение			
Напряжение	0,5 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ
Сила тока	10 фА	10 фА	10 фА
Измерение ёмкостных характеристик (только H21/H51/H71)			
Макс. смещение			
Затвор	±100 В	±100 В	±100 В
Коллектор/сток	±3000 В	±3000 В	±3000 В
Диапазон частот		От 1 кГц до 1 МГц	
Диапазон значений ёмкости		От 100 фФ до 1 мкФ	

Измеряемые параметры

Характеристики	Категория	Параметры
Статические характеристики	Пороговое напряжение	V(th), Vge(th)
	Передаточные характеристики	Id-Vgs, Ic-Vge, gfs
	Сопротивление в откр. состоянии	Rds-on, Vce(sat)
	Ток утечки затвора	Igss, Iges
	Выходной ток утечки	Idss, Ices
	Выходные характеристики	Id-Vds, Ic-Vce
	Напряжение пробоя	BVds, BVces
Характеристики заряда области затвора	Заряд области затвора	Qg, Qg(th), Qgs, Qgd, Qsw, Qsync,Qoss
Ёмкостные характеристики	Сопротивление затвора	Rg
	Ёмкости устройства	Ciss, Coss, Crss, Cgs, Cgd, Cies, Coes, Cres
Потери мощности		Потери в цепях управления/потери на переключение [1]
		Потери проводимости при заданном коэффициенте заполнения [2]

1. Потери в цепях управления и потери на переключение вычисляются путём измерения характеристик Qg, Vth и Rg на заданной частоте.
2. Потери проводимости вычисляются по результатам измерений Rds-on и пикового тока.

Информация для заказа

Модель	Описание
B1506A	Анализатор мощных устройств для разработки схем
Опции	
B1506A-H20	20 А/3 кВ/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-H21	20 А/3 кВ/ВФХ/заряд области затвора/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-H50	500 А/3 кВ/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-H51	500 А/3 кВ/ВФХ/заряд области затвора/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-H70	1500 А/3 кВ/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-H71	1500 А/3 кВ/ВФХ/заряд области затвора/комплект тестового устройства подключения для температурных испытаний
B1506A-T01	Защитный кожух для испытаний на воздействие температуры (совместим с системой Thermostream)
B1506A-050/060	Частота сети питания 50 Гц/60 Гц
Опции апгрейда	
B1506A-005	Повышение максимального значения силы тока с 20 до 500 А
B1506A-015	Повышение максимального значения силы тока с 500 до 1500 А
Принадлежности	
B1506A-F02	Пустая кремниевая пластина
B1506A-F10	Сменный модуль для тестируемых устройств с 3 выводами, расположенными в один ряд
B1506A-F14	Сменный модуль для измерения заряда области затвора

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов

PD1000A

- Простое создание надёжных моделей любого WBG-устройства с помощью реальных измерений прямо на рабочем столе
- Управляющее программное обеспечение (ПО), обеспечивающее доступ к расширенным функциям измерения для сбора параметров моделирования от трёх систем: характериографа, системы измерения S-параметров и системы измерения сдвоенных импульсов
- Эксклюзивные методы моделирования WBG-устройств, позволяющие точно учесть влияние ЭМП, пусковых токов, выбросов напряжения, времени переключения и так далее
- Выявление причин возникновения ЭМ-помех в процессе моделирования до завершения цикла проектирования
- Готовое решение от одного поставщика оборудования, ПО, консультационных услуг и поддержки в мировом масштабе



Для повышения КПД и получения большей удельной мощности при меньшем тепловыделении многие производители гибридных автомобилей и электромобилей начинают использовать в своих силовых преобразователях полупроводниковые приборы с широкой запрещённой зоной (WBG), например, на основе карбида кремния (SiC). Однако им необходимо обеспечивать надёжность и безопасность этих устройств.

Традиционные средства измерений непригодны для работы с полупроводниковыми приборами с широкой запрещённой зоной

Использование традиционных средств измерений для анализа параметров полупроводниковых приборов во временной области и простых моделей с сосредоточенными параметрами не обеспечивает надёжных и достоверных результатов для WBG-устройств. Частоты коммутации WBG-устройств могут составлять сотни килогерц, а граничные частоты как минимум в пять раз выше, чем у приборов, изготовленных на основе кремния, что приводит к возникновению частотных составляющих в сотни мегагерц. Традиционные модели полупроводниковых приборов не содержат паразитных параметров, реагирующих на эти высокие частоты, то есть, с их помощью невозможно предсказать, какие условия будут влиять на безопасность и надёжность схемы. Примерами таких условий являются пусковые токи, выбросы, “звон” и время переключения. Без соответствующего моделирования этих условий можно неверно оценить мощность, не заметить некоторые проблемы ЭМС, проблемы надёжности, связанные с выходом параметров за допустимые пределы, и даже получить неработающие прототипы. Всё это приводит к увеличению времени разработки, стоимости и потенциальным убыткам.

Решение компании Keysight

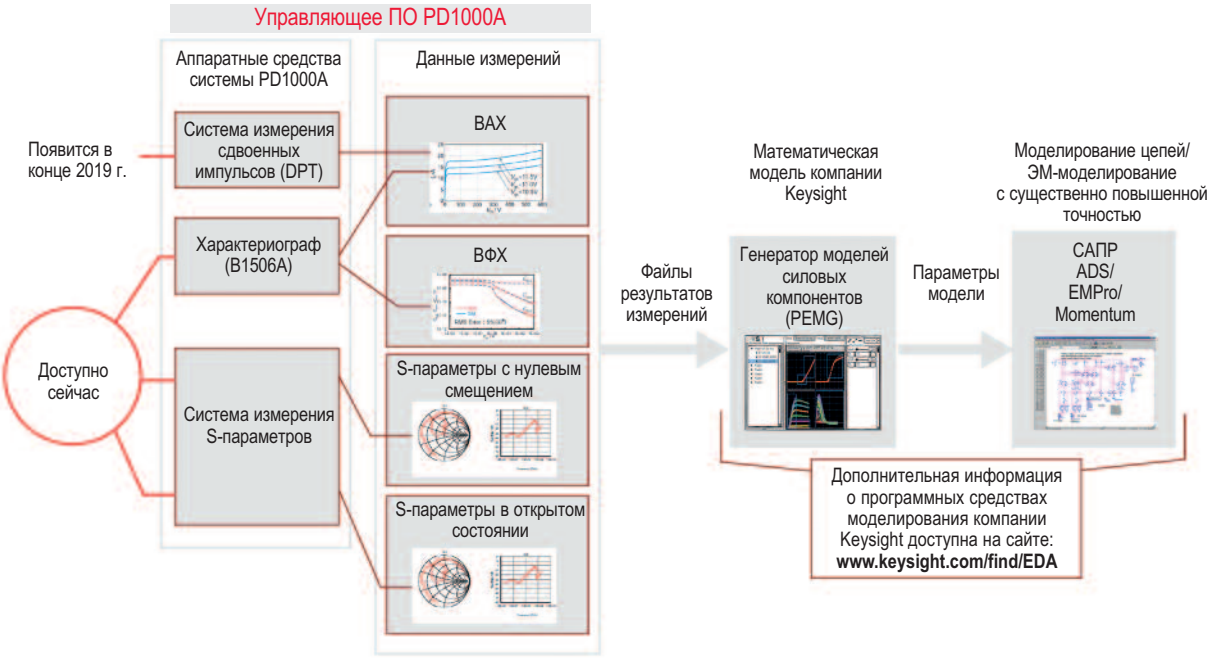
Компания Keysight тесно сотрудничает с ведущими производителями силовых преобразователей мощности, используемых в гибридных автомобилях и электромобилях, и помогает им переходить на WBG-устройства в их разработках. В результате этого сотрудничества компания Keysight разработала уникальный набор инструментов для моделирования цепей питания, который позволяет разработчикам WBG-устройств легко создавать модели, о которых раньше нельзя было и мечтать. Испытательный комплекс, в состав которого входит анализатор мощных полупроводниковых приборов, системы измерения S-параметров и параметров сдвоенных импульсов, выполняет измерения параметров реальных WBG-устройств, а также использует программные средства моделирования для создания достоверных моделей WBG-устройств. Эти модели можно использовать в САПР компании Keysight для моделирования и анализа влияния ВЧ-компонентов на надёжность и электромагнитные помехи. Изменения в конструкцию можно вносить ещё до изготовления первого прототипа, что экономит время и деньги, исключая необходимость дорогостоящих переработок.

Основные возможности измерительной системы для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A

Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A включает три подсистемы, которые работают под управлением системного управляющего ПО PD1000A.

- Характериограф (анализатор мощных полупроводниковых приборов на базе B1506A с принадлежностями)
  - Анализатор мощных полупроводниковых приборов выполняет измерения ВАХ и ВФХ разрабатываемого устройства. По этим характеристикам модель “обучается”, как устройство будет реагировать при конкретных значениях силы тока и напряжения.
- Система измерения S-параметров (на базе анализатора цепей E5080A серии ENA, источника/измерителя серии B2902A и принадлежностей)
  - Система измерения S-параметров измеряет частотную характеристику устройства при нулевом смещении (в закрытом состоянии) и при наличии смещения (в открытом состоянии). Это позволяет “обучить” модель, как разрабатываемое устройство будет реагировать в частотной области.
- Система измерения сдвоенных импульсов (подробная информация появится в конце 2019 г.)
  - Система измерения сдвоенных импульсов выполняет измерения ВАХ с расширенным диапазоном. Это позволяет точно моделировать поведение WBG-устройств в рабочих точках с более высокими значениями напряжения и силы тока.

Управляющее ПО автоматизирует практически весь процесс измерения и создаёт файлы, которые можно загрузить в программный генератор моделей силовых компонентов (PEMG) W8598BP/BT компании Keysight. После загрузки в PEMG пользователь может выбирать одну из четырёх различных моделей WBG-устройств. PEMG создаёт модели, используя результаты измерений и выбранную формулу моделирования. Затем модель можно использовать в САПР Advanced Design System, EMPro и Momentum компании Keysight для точной имитации реальных условий. Дополнительная информация о системах автоматизированного проектирования компании Keysight приведена на сайте по ссылке: **www.keysight.com/find/EDA**.



Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов (продолжение)

PD1000A

Обзор технических характеристик

Анализатор мощных полупроводниковых приборов

Описание анализатора мощных полупроводниковых приборов B1506A приведено на странице 196 данного каталога. Полный перечень технических характеристик приведён в брошюре 5991-4441RURU. (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-4441RURU.pdf)

Система измерения S-параметров

Векторный анализатор цепей E5080A

Описание векторного анализатора цепей E5080A серии ENA компании Keysight, который используется в системе для измерения S-параметров, приведено на странице 158 данного каталога. Полный перечень технических характеристик приведён в брошюре 5992-0291EN. (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-0291EN.pdf)

Прецизионное устройство источника/измерителя серии B2900A

Описание прецизионного устройства источника/измерителя серии B2900A компании Keysight, который используется в системе для измерения S-параметров, приведено на странице 185 данного каталога. Полный перечень технических характеристик приведён в брошюре 5990-7009EN. (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-7009EN.pdf)

Тройник смещения

Параметр	Типовое значение
Импеданс	50 Ом
Максимальное напряжение	±42 В
Максимальный ток	5 А
Сопротивление (вход смещения для РЧ-порта)	70 мОм
Диапазон частот	От 50 кГц до 3 ГГц (тип.)
Время нарастания	100 пс (тип.)
Температура окружающей среды	+23 °C ±5 °C с отклонением от температуры калибровки не более 1 °C
Ёмкость (между РЧ-портами 1 и 2)	0,15 мкФ
Индуктивность	185 мкГн
РЧ-соединители	SMA (розетка) для анализатор цепей серии ENA; SMA (вилка) для тестовой оснастки
Соединители постоянного тока	Гнездо 4 мм (однополюсное гнездо для вилки с пружинящими боковыми накладками)

Принадлежности PD1000A

Анализатор мощных полупроводниковых приборов

- Автоматическая высокотемпературная платформа inTEST HP289-PM – нагревательный столик для анализатора B1506A компании Keysight
  - Техническое описание: http://www.intestthermal.com/pdfs/Thermal_ds/Hot_Plate_Power_Device_Analyzer.pdf
  - Высокотемпературная платформа HP289-PM предназначена для интеграции с анализатором мощных полупроводниковых приборов B1506A компании Keysight. Платформа автоматически контролирует температуру столика в диапазоне от температуры окружающей среды до +250°C, что позволяет измерять параметры силовых компонентов, таких как IGBT- и МОП-транзисторы.
- Опция GTW – шлюз LAN/GPIB/USB
  - Необходима для управления нагревательным столиком inTEST по локальной сети
- Опция GP0-GP8 – кабели GPIB (подробное описание приведено в разделе "Информация для заказа")
  - Необходима для подключения шлюза LAN/GPIB/USB к нагревательному столику

Система измерения S-параметров

- Опция SPK – комплект принадлежностей для измерения S-параметров
  - Комплект включает:
    - Два тройника смещения (левый и правый)
    - Три тестовые оснастки:
      - для силовых элементов в корпусе TO-247
      - для силовых элементов в корпусе TO-220
      - для устройств с монтажом на поверхность
    - Кабели: коаксиальные и с вилками с пружинящими боковыми накладками (типа "банан")
    - Динамометрический ключ
    - Футляр для переноски
- Лицензия PD1010A-1FP на управляющее ПО PD1000A; бессрочная, привязанная к узлу
  - После окончания 30-дневного ознакомительного периода для выполнения измерений S-параметров с помощью встроенного управляющего ПО PD1010A необходимо приобрести лицензию

Информация для заказа

Информация для заказа измерительной системы для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A

Анализатор мощных полупроводниковых приборов

Для заказа полнофункционального анализатора мощных полупроводниковых приборов закажите одну из опций 101-106, одну тепловую платформу inTEST (нагревательный столик), одну опцию GTW и одну из опций GP0-GP8.

Опции анализатора мощных полупроводниковых приборов

Опция	Описание
101	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 20 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц
102	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 20 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 60 Гц
103	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 500 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц
104	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 500 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 60 Гц
105	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 1500 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц
106	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 1500 А/3 кВ/ВФХ/ заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 60 Гц

Опции нагревательного столика

Опция	Описание
inTEST модель # HP289-PM	***СЛЕДУЕТ ЗАКАЗЫВАТЬ НЕПОСРЕДСТВЕННО в компании inTEST; обращайтесь по адресу **sales@intestthermal.com*** Платформа с контролируемой температурой предназначена для интеграции с анализаторами мощных полупроводниковых приборов B1505A и B1506A компании Keysight (управление по шине GPIB)
GTW	Шлюз LAN/GPIB/USB (для управления нагревательным столиком inTEST через адаптер LAN-GPIB)
GP0	Кабель GPIB, 0,5 метра
GP1	Кабель GPIB, 1 метр
GP2	Кабель GPIB, 2 метра
GP4	Кабель GPIB, 4 метра
GP6	Кабель GPIB, 6 метра
GP8	Кабель GPIB, 8 метра

Система измерений S-параметров мощных полупроводниковых приборов

Для получения полнофункциональной системы измерения S-параметров закажите одну опцию 201, одну опцию 301, одну опцию SPK и одну опцию PD1010A-1FP.

Опции анализатора цепей

Опция	Описание
201	Векторный анализатор цепей серии ENA; 2-портовый измерительный блок, диапазон частот от 9 кГц до 4,5 ГГц с тройниками смещения с опциями 245, 019 и UNQ

Опции подачи смещения

Опция	Описание
301	Прецизионный источник/измеритель, 2 канала, разрешение 100 фА, 210 В, 3 А (в режиме постоянного тока)/10,5 А (в импульсном режиме)

Принадлежности для системы измерений S-параметров

Опция	Описание
PD1010A-1FP	Лицензия на управляющее ПО PD1000A; бессрочная лицензия, привязанная к узлу
SRK	Набор принадлежностей для системы измерений S-параметров мощных полупроводниковых приборов

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Модульные источники/измерители

E5260A
E5290A
E5291A
E5262A
E5263A
E5270B
E5280B
E5281B
E5287A
E5288A

- Серия E5260A: высокоскоростные параметрические измерения, серия E5270B: прецизионные параметрические измерения
- Восемь слотов для установки модулей (E5260A и E5270B): гибкость и возможность модернизации в будущем
- Две фиксированные конфигурации (E5262A, E5263A): экономичные технические решения, которые обеспечивают точное соответствие потребностям измерений
- Поддерживаются программным обеспечением (ПО) EasyEXPERT group+ (для ПК)

E5260A



E5262A



E5263A





E5270B

Серия E5260A для высокоскоростных измерений

Серия E5260 включает два типа базовых блоков: 8-слотовый и 2-слотовый. Если требуется более двух модулей SMU, либо если нужно предусмотреть возможность расширения, то оптимальным вариантом будет 8-слотовый базовый блок для параметрических измерений E5260B, конфигурируемый пользователем.

Оба базовых блока E5262A и E5263A с двумя модулями источника/измерителя (SMU) являются экономичными техническими решениями для простых параметрических измерений. Многие измерения компонентов, такие как определение параметров лазерных диодов и фотодиодов, требует только одного или двух модулей источника/измерителя (SMU). Идеальными вариантами для таких случаев являются E5262A и E5263A, которые предоставляют вполне достаточные возможности для испытаний.

Технические характеристики базовых блоков

E5260A 8-слотовый базовый блок для высокоскоростных измерений	
Число доступных слотов	8
Ток стока модуля заземления	4,0 A
Интерфейс управления прибором	GPIB
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска
E5262A 2-канальный SMU (MPSMU + MPSMU)	
Число слотов	2-канальная фиксированная конфигурация (2 x MPSMU)
Ток стока модуля заземления	2,2 A
Интерфейс управления прибором	GPIB
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска
E5263A 2-канальный SMU (HPSMU + MPSMU)	
Число слотов	2-канальная фиксированная конфигурация (HPSMU и MPSMU)
Ток стока модуля заземления	2,2 A
Интерфейс управления прибором	GPIB
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска

Руководство по выбору модулей источников/измерителей (SMU)

Модуль	Высокоскоростной HPSMU (E5290A)	Высокоскоростной MPSMU (E5291A)
Требуемое число слотов	2	1
Макс. напряжение источника	±200 В	±100 В
Макс. сила тока источника	±1 A	±100 мА
Разрешение при измерении напряжения	100 мкВ	100 мкВ
Разрешение при измерении силы тока	5 пА	5 пА

Серия E5270B для прецизионных измерений

Анализатор E5270B предлагает гибкое, расширяемое и модернизируемое техническое решение для определения параметров полупроводниковых устройств, обеспечивая разрешение при измерении напряжения 0,5 мкВ, а при измерении силы тока - 0,1 фА. Доступны три типа модулей источников/ измерителей (SMU) для решения различных задач: измерений средней мощности (MPSMU), большой мощности (HPSMU) и с высоким разрешением (HRSMU). Дополнительный модуль коммутатора и измерителя аттоамперных токов (ASU) при совместном использовании с модулем HRSMU обеспечивает разрешение при измерении силы тока 100 аА. Модуль ASU позволяет переключаться между измерениями измерениями вольт-амперных (IV) и вольт-фарадных характеристик (CV) без каких-либо изменений соединений кабелей. Программное обеспечение EasyEXPERT group+ создаёт единую среду для параметрических испытаний с удобным интерфейсом пользователя и может управлять E5270B, используя примеры прикладных программ испытаний. Компания Keysight предоставляет также стандартный VXIplug&play драйвер для создания собственных программ испытаний.

Технические характеристики базового блока

E5270B 8-слотовый базовый блок для прецизионных измерений	
Число доступных слотов	8
Ток стока модуля заземления	4,0 A
Интерфейс управления прибором	GPIB
Внешние входы/выходы запуска	1 вход запуска (BNC); 1 выход запуска (BNC); 8 программируемых входов/выходов запуска

Руководство по выбору модулей источников/измерителей (SMU)

Модуль	HPSMU (E5280B)	MPSMU (E5281B)	HRSMU (E5287A)	ASU (E5288A)
Требуемое число слотов	2	1	1	неприменимо
Макс. напряжение источника	±200 В	±100 В	±100 В	±100 В
Макс. сила тока источника	±1 A	±100 мА	±100 мА	±100 мА
Разрешение при измерении напряжения	2 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ	0,5 мкВ
Разрешение при измерении силы тока	10 фА	10 фА	1 фА	0,1 фА

Информация для заказа

Модель	Описание
E5260A	8-слотовый базовый блок для высокоскоростных измерений
E5290A	Высокоскоростной модуль источника/измерителя большой мощности (HPSMU)
E5291A	Высокоскоростной модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)
E5262A	2-канальный SMU (MPSMU + MPSMU)
E5263A	2-канальный SMU (HPSMU + MPSMU)
E5270B	8-слотовый базовый блок для прецизионных измерений
E5280B	Прецизионный модуль источника/измерителя большой мощности (HPSMU)
E5281B	Прецизионный модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)
E5287A	Модуль источника/измерителя с высоким разрешением (HRSMU)
E5288A	Модуль коммутатора и измерителя аттоамперных токов (ASU)
E526xA-SWS	Лицензия на ПО EasyEXPERT group+, предоставляемая с E5260A/E5262A/E5263A
E5270B-SWS	Лицензия на ПО EasyEXPERT group+, предоставляемая с E5270B

E5260A и E5270A не имеют базовой конфигурации. Все требуемые модули, принадлежности и кабели должны быть заказаны во время первоначальной закупки. Примечание: поскольку E5260A и E5270A являются модульными изделиями, можно добавлять новые модули и после первоначальной закупки до тех пор, пока имеется достаточное количество свободных слотов.

E5262A и E5263A являются изделиями с фиксированной конфигурацией; они не имеют опций или требуемых принадлежностей.

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки

E5250A
E5252A
E5255A

- Поддерживаются два типа модулей: модули матричного коммутатора E5252A и модули мультиплексора E5255A
- Модули матричного коммутатора E5252A поддерживают экономичные технические решения по коммутации сигналов, не использующие схему подключения Кельвина
- Модули мультиплексора E5255A поддерживают долговременные испытания на надёжность рассредоточенных систем
- Программное обеспечение EasyEXPERT компании Keysight позволяет управлять модулями и автоматизировать установку переключателей, используя прикладные программы испытаний
- Обеспечивается разрешение при измерении силы тока 20 фА через переключатели при использовании модулей источников/ измерителей с высоким разрешением (HRSMU) анализаторов B1500A или E5270B, либо при использовании 4156C
- Полоса пропускания 10 МГц (–3 дБ) при использовании модулей E5252A

E5250A



Базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки E5250A поддерживает измерения, не использующие схему подключения Кельвина, на четырёх источниках/измерителях (SMU) с шестью дополнительными входами мультиплексора для других потребностей. Помимо поддержки традиционных функций матричного коммутатора (модули E5252A), E5250A также поддерживает долговременные испытания на надёжность в предельных режимах (модули E5255A). Базовый блок E5250A может быть сконфигурирован с использованием от 1 до 4 модулей обоих типов. Для обеспечения разработки прикладных программ испытаний E5250A также поддерживает драйвер VXIplug&play.

Базовый блок E5250A и модули коммутации E5252A могут совместно использоваться для создания базового технического решения матричного коммутатора, не использующего схему подключения Кельвина.

Модуль коммутации E5252A имеет 6 триаксиальных входов, 4 входа с соединителями BNC и 6 внутренних трактов. Входы к внутренним рядам 5 и 6 состоят из мультиплексоров 3:1. Такая конфигурация обеспечивает экономичность технического решения без ухудшения основных характеристик измерения вольт-амперных (IV) и вольт-фарадных (CV) характеристик. Свойства матричного коммутатора 10 x 12 для параметрических измерений общего назначения:

- Последовательное измерение множества испытуемых устройств
- Десять входов и 48 выходов обеспечивают гибкость и точность
- Два входа с малыми токами утечки и четыре стандартных входа для проведения измерений зависимости тока от напряжения (I-V)
- Два тракта измерения зависимости емкости от напряжения (C-V) с точной компенсацией емкости
- Два дополнительных входа для импульсных, дифференциальных и других видов измерений

Базовый блок E5250A поддерживает модули мультиплексоров E5255A для долговременных испытаний на надёжность в предельных режимах. Модуль мультиплексора имеет 24 выхода, организованных в группы по 8 выходов. Каждый модуль имеет вход многоуровневого смещения по постоянному току для каждой группы из 8 каналов, позволяя использовать для регулярных испытаний недорогие источники питания. Базовый блок E5250A поддерживает четыре таких модуля, обеспечивающих в итоге 96 выходов. Каждый канал может также иметь предохранительный резистор, выбираемый пользователем, для ограничения выброса тока после выхода устройства из строя или пробоя. Можно также объединять вместе до 4 базовых блоков E5250A и, используя модули E5255A, создавать системы, имеющие до 384 каналов. Используются кабели, устойчивые к воздействию широкого диапазона температур, пригодные для испытаний в камере.

Базовый блок E5250A поддерживает модули мультиплексоров E5255A для долговременных испытаний на надёжность в предельных режимах. Модуль мультиплексора имеет 24 выхода, организованных в группы по 8 выходов. Каждый модуль имеет вход многоуровневого смещения по постоянному току для каждой группы из 8 каналов, позволяя использовать для регулярных испытаний недорогие источники питания. Базовый блок E5250A поддерживает четыре таких модуля, обеспечивающих в итоге 96 выходов. Каждый канал может также иметь предохранительный резистор, выбираемый пользователем, для ограничения выброса тока после выхода устройства из строя или пробоя. Можно также объединять вместе до 4 базовых блоков E5250A и, используя модули E5255A, создавать системы, имеющие до 384 каналов. Используются кабели, устойчивые к воздействию широкого диапазона температур, пригодные для испытаний в камере.

Технические характеристики

Характеристики матричного коммутатора (при использовании с базовым блоком)	
Макс. допустимое значение силы тока	
Порт	1,0 A
Макс. допустимое значение напряжения	
Между каналом и заземлением	~ 200 В
Между каналами	~ 300 В
Остаточное сопротивление замкнутого канала	
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) с малыми токами утечки	~ 0,6 Ом
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) общего назначения	~ 1,0 Ом
Развязка между каналами	
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) с малыми токами утечки	~ 10^{13} Ом
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) общего назначения	~ 10^{12} Ом
Порт измерения вольт-фарадных характеристик (C-V), ВЧ-порт	~ 10^{9} Ом
Характеристики 24-канального мультиплексора (при использовании с базовым блоком)	
Макс. допустимое значение силы тока	
Порт	1,0 A
Макс. допустимое значение напряжения	
Между каналом и заземлением	~ 200 V
Между каналами	~ 300 В
Остаточное сопротивление замкнутого канала	
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) с малыми токами утечки	~ 0,6 Ом
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) общего назначения	~ 1,0 Ом
Развязка между каналами	
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) с малыми токами утечки	~ 10^{13} Ом
Порт измерения вольт-амперных характеристик (I-V) общего назначения	~ 10^{12} Ом
Порт измерения вольт-фарадных характеристик (C-V), ВЧ-порт	~ 10^{9} Ом
Измерительные характеристики (справочные характеристики)	
Разрешение при измерении силы тока через переключателипри использовании модулей источников/ измерителей с высоким разрешением (HRSMU) анализаторов 4156C, B1500A и E5270B	20 фА
Время установления значения силы тока (при шаге изменения входного напряжения 10 В)	< 3,5 с при 400 фА
Полоса пропускания (на уровне –3 дБ, при использовании модулей E5252A)	10 МГц

Информация для заказа

Модуль	Описание
E5250A	Базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки
E5252A	Модуль коммутации 10 x 12
E5255A	24-канальный модуль мультиплексора

Базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки E5250A не включает модули. Необходимо заказать требуемые модули коммутации E5252A или мультиплексора E5255A. В базовый блок можно установить до 4 модулей. В базовом блоке могут одновременно существовать оба типа модулей.

Анализаторы параметров полупроводниковых приборов

Матричные коммутаторы

B2200A
B2201A
B2210A
B2211A

- Матричные коммутаторы не ухудшают характеристик анализатора параметров полупроводников
- Поддержка полной конфигурации Кельвина
- 14 внутренних измерительных трактов
- Функция компенсации при измерении емкости
- Светодиодный дисплей, клавиатура или световое перо (по заказу), доступные при управлении с передней панели
- Полоса пропускания 30 МГц

B2200A



Базовый блок матричных коммутаторов с фемтоамперными токами утечки B2200A и 14-канальный базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки B2201A позволяют снизить стоимость параметрических испытаний за счет автоматизации без снижения (B2200A) или с незначительным снижением (B2201A) измерительных характеристик анализаторов параметров полупроводниковых приборов. Оба базовых блока поддерживают полную конфигурацию Кельвина, включающую 4 модуля источника/измерителя (SMU), и измеритель емкости, имея при этом достаточно места для будущих расширений. Они имеют 14 входов, каждому из которых соответствует свой уникальный внутренний измерительный тракт. Для двух из этих входов может быть использована специальная функция компенсации при измерении емкости. Оба базовых блока обеспечивают управление с передней панели с помощью клавиатуры или светового пера, поставляемого по дополнительному заказу, и поддерживают приборы, такие как генераторы импульсов.

Проблемы производственных испытаний

Проведение всех параметрических измерений, необходимых для многочисленных тестовых структур на полупроводниковой пластине, может оказаться затратным по времени и очень дорогостоящим процессом. Учитывая, что стоимость устройств для конечных пользователей продолжает падать, даже лабораторные системы определения параметров должны снизить стоимость испытаний. Использование матричных коммутаторов с полуавтоматическими или полностью автоматическими установками зондового контроля полупроводниковых пластин позволяет автоматизировать параметрические испытания и исключить необходимость ручной перестановки пробников каждый раз, когда требуется протестировать новый модуль. За счет этого снижается как время испытаний, так и их стоимость.

Матричные коммутаторы могут иметь ограничения. Например, многие матричные коммутаторы ухудшают характеристики анализаторов параметров полупроводников при измерении токов низкого уровня и становятся самым слабым звеном в цепочке измерения. Матричный коммутатор с недостаточным числом внутренних измерительных трактов не сможет поддерживать ни полную конфигурацию Кельвина (4-проводную схему измерения), ни измеритель емкости. При использовании такого коммутатора необходимо вручную изменять соединения кабелей каждый раз при изменении вида измерения с IV (измерение зависимости тока от напряжения) на CV (измерение зависимости емкости от напряжения) и наоборот. Наконец, если матричный коммутатор при измерении емкости не сможет компенсировать погрешности, связанные с длиной пути, то результат будет неточен.

Характеристики матричных коммутаторов

Оба базовых блока матричных коммутаторов B2200A и B2201A характеризуются исключительно малыми токами утечки и обеспечивают измерение емкости без ограничений, навязываемых альтернативными техническими решениями. Способность поддерживать измерения токов уровня 1 фА (B2200A) или 10 фА (B2201A) означает, что эти матричные коммутаторы не ухудшают высоких рабочих характеристик анализатора параметров полупроводников. Входы поддерживают полную конфигурацию Кельвина, включающую 4 модуля источника/измерителя (SMU). Все 14 входов имеют свой уникальный внутренний измерительный тракт, поэтому могут использоваться одновременно. В отличие от других технических решений, результат измерения емкости не искажается из-за отличий в длине пути измерительного тракта каждого канала. Более того, система обеспечивает параметры и алгоритмы, необходимые для компенсации таких отличий. Гибкость обеспечивается модульной структурой, которая поддерживает конфигурации с 12, 24, 36 или 48 выходами. Полоса пропускания 30 МГц поддерживает использование измерительных приборов, таких как генераторы импульсов. Ручное управление с передней панели реализуется с помощью дополнительного светодиодного дисплея, клавиатуры и светового пера, поставляемого по заказу.

Модуль коммутации B2210A поддерживается только базовым блоком B2200A, а модуль коммутации B2211A - только базовым блоком B2201A.

Базовые блоки матричных коммутаторов B2200A и B2201A

	B2200A	B2201A
Число входных триаксиальных портов I-V (с защитой)	8	8
Число входных вспомогательных (AUX) BNC портов	6 (2 порта C-V)	6 (2 порта C-V)
Число выходных триаксиальных портов (с защитой)	12, 24, 36 или 48	12, 24, 36 или 48
Число слотов для модулей коммутации высотой 48 мм	4	4
Максимальный ток		
Порт I-V	1,0 A (B2210A)	1,0 A (B2211A)
Порт AUX	0,5 A (B2210A)	0,5 A (B2211A)
Макс. напряжение		
Порт I-V (относительно другого канала)	200 В (B2210A)	200 В (B2211A)
Порт I-V (относительно корпуса)	300 В (B2210A)	300 В (B2211A)
Порт AUX (относительно другого канала)	100 В (B2210A)	100 В (B2211A)
Порт AUX (относительно корпуса)	100 В (B2210A)	100 В (B2211A)
Развязка между каналами		
Порт I-V	5 x 10^{14} Ом (B2210A)	5 x 10^{13} Ом (B2211A)
Порт AUX	1 x 10^{9} Ом (B2210A)	1 x 10^{9} Ом (B2211A)

Информация для заказа

Модель	Описание
B2200A	Базовый блок матричных коммутаторов с фемтоамперными токами утечки
B2210A	Модуль коммутации с фемтоамперными токами утечки
B2201A	14-канальный базовый блок матричных коммутаторов с малыми токами утечки
B2211A	14-канальный модуль коммутации с малыми токами утечки
Базовый блок B2200A не включает модули коммутации. При заказе нужно указать требуемое количество модулей коммутации B2210A (от 1 до 4). Дополнительные модули коммутации B2210A можно заказать позднее.	
Базовый блок B2201A не включает модули коммутации. При заказе нужно указать требуемое количество модулей коммутации B2211A (от 1 до 4). Дополнительные модули коммутации B2211A можно заказать позднее.	