

Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО

Дмитрий ЛISOVСКИЙ
Михаил РАГОЗИН
tp@test-expert.ru

В статье описывается новый цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО, который может служить современной заменой легендарного измерителя Л2-56 и обладает превосходным соотношением «цена — возможности».

Введение

Современную электронику невозможно представить без полупроводниковых приборов, область применения и номенклатура которых неуклонно расширяется. Совершенствование технологических процессов производства позволяет создавать устройства с принципиально новыми характеристиками. В этих условиях постоянно растут требования к возможностям оборудования для измерения параметров полупроводниковых приборов.

Измеритель полупроводниковых приборов Л2-56, который когда-то выпускался отечественной промышленностью, снискал заслуженное признание специалистов благодаря своей функциональности, удобству и простоте использования.

В настоящее время на рынке контрольно-измерительных приборов имеется большое количество оборудования, в том числе известных зарубежных брендов, и эта аппаратура способна обеспечить любые виды измерений. Однако стоимость брендов существенно ограничивает их широкое распространение.

Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов

Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО, представленный компанией «ТЕСТПРИБОР», предназначен для визуального наблюдения статических вольт-амперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых приборов (ППП),

измерения напряжений на их электродах и токов в их цепях.

Характериограф позволяет исследовать ВАХ полупроводниковых диодов, стабилитронов и стабилиторов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, симисторов и других ППП, а также оптоэлектронных и пассивных компонентов.

Характериограф Л2-100 ТЕКО (рис. 1) может применяться:

- При производстве полупроводниковых приборов для:
 - контроля параметров тестовых структур при отработке технологического процесса;
 - межоперационного контроля ППП в процессе производства;
 - анализа причин производственного брака;
 - приемосдаточных испытаний ППП при выпуске с предприятия-изготовителя.
- При конструировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) для получения дополнительной информации о параметрах и характеристиках ППП.
- При производстве РЭА для:
 - осуществления входного контроля и выявления контрафактных ППП;
 - подбора пар ППП с близкими параметрами при параллельном и последовательном включении, а также при формировании сборок и модулей;
 - выявления отказавших ППП и анализа причин отказов аппаратуры.
- При ремонте и восстановлении РЭА.

На рис. 2 представлена упрощенная функциональная схема характериографа. Основные узлы прибора: источник питания коллекторной цепи, генератор ступеней напряжения (тока), усилитель индикаторный по вертикали (УИВ), усилитель индикаторный по горизонтали (УИГ).

Для получения на экране характериографа семейства ВАХ исследуемого транзистора в коллекторную цепь транзистора через ограничительный резистор $R_{огр}$ подается напря-



Рис. 1. Внешний вид Л2-100 ТЕКО

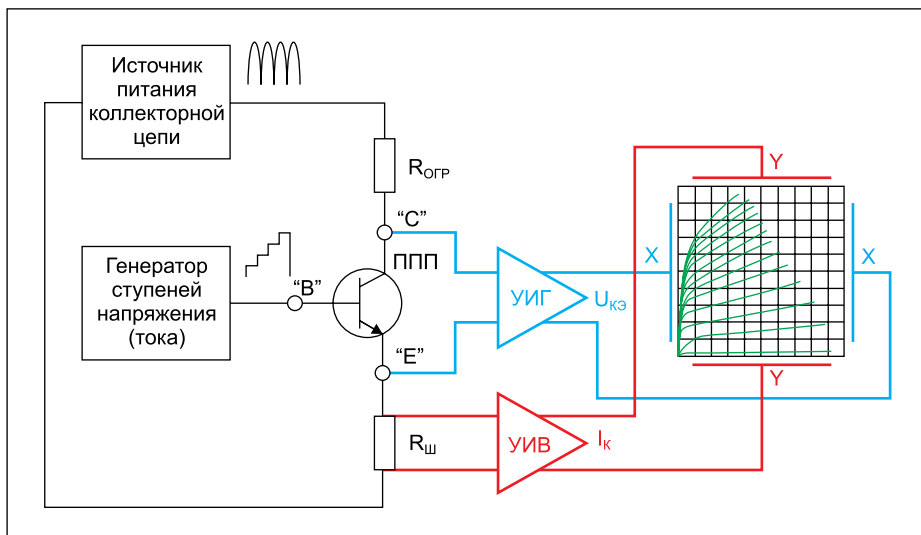


Рис. 2. Функциональная схема Л2-100 ТЕКО

Характериограф обеспечивает автоматическое измерение и отображение в специальной области экрана численных значений напряжения, тока, коэффициента усиления и крутизны передаточной характеристики транзистора.

Подбор пар ППП

При параллельном или последовательном соединении транзисторов, а также при формировании сборок и модулей возникает необходимость подбора пар транзисторов с близкими значениями параметров.

В характериографе Л2-100 ТЕКО реализована удобная функция визуального подбора пар. Образцовая ВАХ сохраняется и отображается на экране одновременно с исследуемой (рис. 3). Также возможно наложение характеристик друг на друга для удобства сравнения.

Разработка ППП

При проведении приемо-сдаточных испытаний ППП на предприятии-изготовителе, а также при выполнении входного контроля приборов потребителем возникает задача выявления и отсеивания приборов, чьи параметры не соответствуют заданным техническим требованиям (разработки).

В характериографе Л2-100 ТЕКО реализованы четыре режима разработки ППП: по току, по напряжению, по коэффициенту усиления и по крутизне передаточной характеристики транзистора. Верхнее и нижнее предельные значения перечисленных параметров могут быть заданы пользователем. В случае выхода параметра исследуемого ППП за установленные пределы характериограф издает звуковой сигнал и выводит сообщение на экран. В режиме разработки характериограф также выводит сообщение при отсутствии ППП в контактном устройстве.

жение от источника питания коллекторной цепи. От генератора ступеней на управляющий электрод транзистора подается ступенчато изменяющийся ток или напряжение. При этом в коллекторной цепи транзистора возникают импульсы тока, создающие пропорциональное падение напряжения на измерительном шунте $R_{Ш}$. Напряжение между коллектором и эмиттером транзистора и напряжение на измерительном шунте поступают через соответствующие усилители в каналы горизонтальной и вертикальной развертки характериографа, которые, в свою очередь, формируют изображение семейства ВАХ на экране (рис. 2).

Характериограф также оснащен высоковольтным источником (на схеме не показан), позволяющим исследовать ВАХ ППП при напряжениях до 5 кВ.

Основные возможности характериографа Л2-100 ТЕКО:

- Максимальный ток: 50 А.
- Максимальное напряжение: 5000 В.
- Яркий цветной TFT ЖК-дисплей: 5,7", 640×480 точек.
- Цифровая обработка и отображение ВАХ.
- Возможность сохранения до 10 ВАХ в памяти прибора.
- Возможность сохранения и восстановления настроек прибора.
- Возможность сравнения исследуемой ВАХ с образцовой.
- Подключение к персональному компьютеру через высокоскоростной USB-порт.
- Возможность синхронного отображения исследуемой ВАХ на экране компьютера.
- Возможность сохранения неограниченного количества ВАХ в формате JPG, PNG, BMP, GIF, TIFF, CSV, XLS при подключении к компьютеру.
- Поддержка табличных форматов CSV и XLS предоставляет возможность дальнейшей обработки ВАХ в таких редакторах, как Microsoft Excel и ORIGIN.

- Габаритные размеры (Д×Ш×В) — 400×320×210 мм.
- Вес — 20 кг.

Характериограф Л2-100 ТЕКО имеет ряд полезных функций, которые существенно облегчают задачи исследования ППП.

Виды исследований ППП с помощью характериографа Л2-100 ТЕКО

Курсорные измерения

Для получения численных значений напряжений и токов предусмотрена функция курсорных измерений. Вместе с исследуемой ВАХ на экране характериографа отображается два курсора (X и Y), представляющих собой ортогональные линии. Для получения отсчета необходимо лишь переместить курсоры в интересующую точку ВАХ.

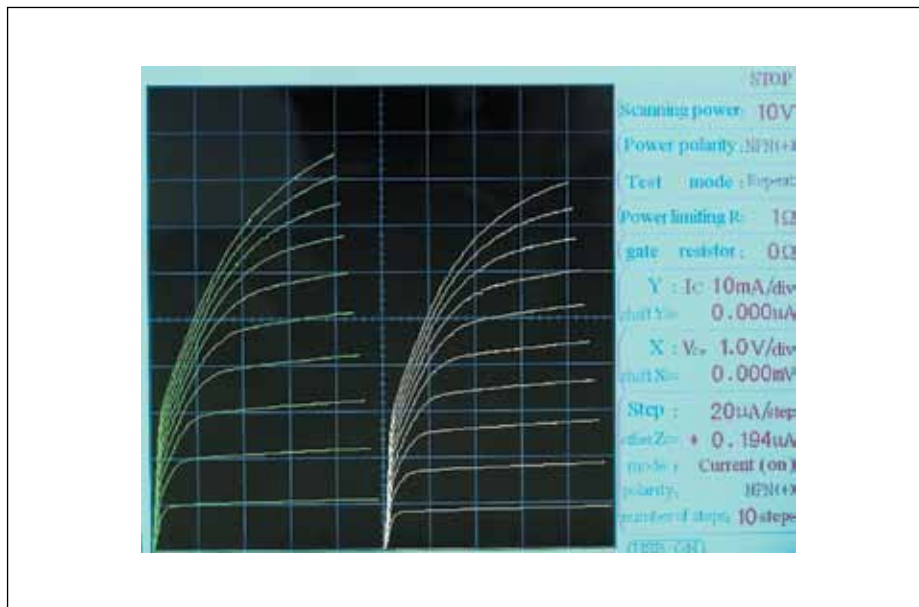


Рис. 3. Подбор пар ППП

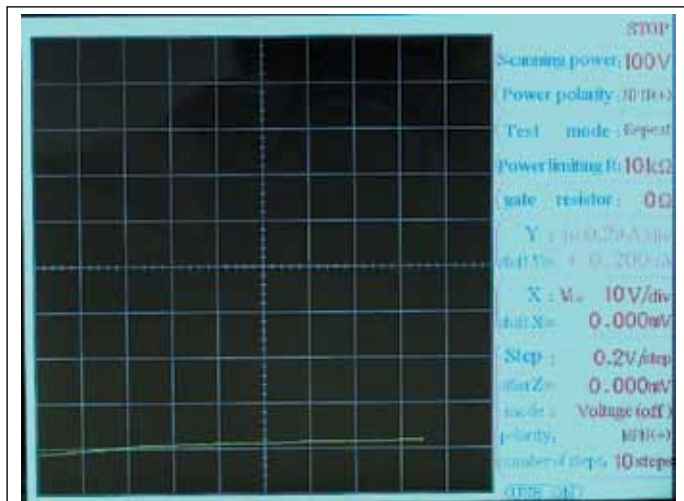


Рис. 4. Цифровой фильтр тока утечки

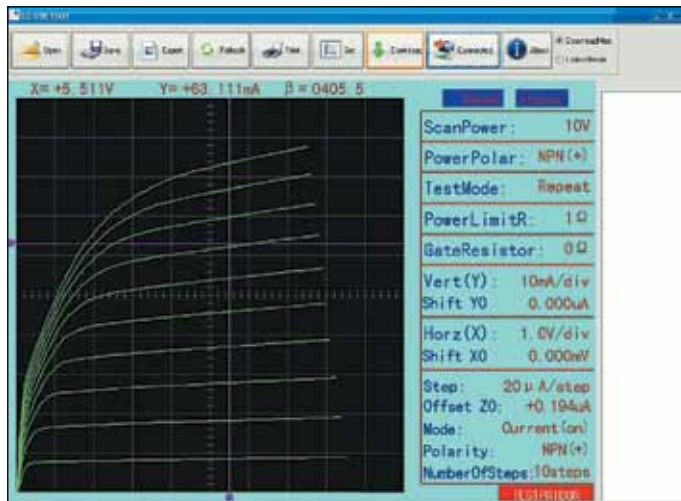


Рис. 6. Программное обеспечение характеристики Л2-100 ТЕКО

Цифровые фильтры

Характериограф Л2-100 ТЕКО имеет три независимых цифровых фильтра ВАХ: фильтр напряжения, фильтр тока и фильтр тока утечки (рис. 4).

Цифровая фильтрация напряжения и тока позволяет снизить искажения ВАХ, обусловленные влиянием помех. Эффект от цифровой фильтрации практически незаметен при использовании стандартных контактных устройств в лабораторных условиях. Однако она становится незаменимым помощником при работе в сложных производственных условиях с использованием нестандартной оснастки.

Цифровой фильтр тока утечки полезен при исследовании обратных характеристик ППП при постоянном напряжении на коллекторе.

Постоянное напряжение не позволяет развернуть на экране ВАХ исследуемого ППП. Вместо этого мы вынуждены довольствоваться точкой, соответствующей текущему напряжению и току. Применение цифрового фильтра позволяет решить эту проблему.

Компенсация сопротивления контактного устройства

Характериограф Л2-100 ТЕКО имеет встроенную схему компенсации переход-

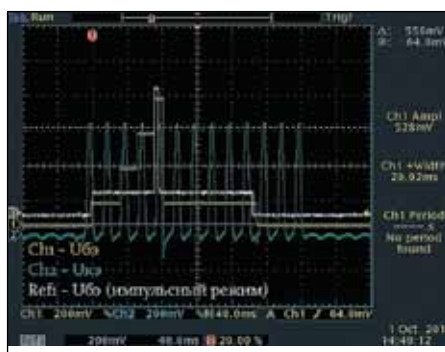


Рис. 5. Импульсный режим

ного сопротивления контактных устройств. Сопротивление может быть измерено и задано в настройках схемы компенсации, которая позволяет снизить ошибку измерений на больших токах и учесть падение напряжения на соединительных проводах при использовании нестандартной оснастки.

Импульсный режим

При исследовании мощных ППП воздействие больших токов и напряжений в течение продолжительного времени вызывает разогрев прибора. Повышение температуры ППП во время исследования приводит, в свою очередь, к искажению ВАХ и даже может вызвать отказ прибора. Это особенно актуально при исследовании мощных МОП-транзисторов и БТИЗ, собранных в компактных корпусах и спроектированных для работы в импульсных режимах. Разогрев таких транзисторов не удается предотвратить даже при использовании однократного запуска генератора ступеней.

Для решения этой проблемы в характериографе Л2-100 ТЕКО предусмотрен импульсный режим (рис. 5).

В этом режиме время воздействия импульса тока на исследуемый ППП ограничено лишь длительностью фронта импульса коллекторного напряжения (около 5 мс), достаточного

для получения изображения требуемой ветви ВАХ исследуемого ППП. Это позволяет существенно снизить нагрев ППП, но никак не сказывается на точности и качестве воспроизведения ВАХ на экране характериографа.

Защита

Запуск и остановка исследования ВАХ ППП производится по нажатию кнопки RUN/STOP. В режиме остановки характериограф автоматически снимает напряжение со всех электродов ППП. Это позволяет защитить ППП от повреждения, а также при смене ППП обезопасить оператора от прикосновения к частям, находящимся под высоким напряжением.

Высоковольтный источник дополнительно снабжен индивидуальной кнопкой запуска и индикатором наличия высокого напряжения на выходе для повышения безопасности работы с характериографом.

Кроме того, в Л2-100 ТЕКО реализована защита от перегрузки по току и напряжению, которая автоматически останавливает исследование при превышении предельных значений.

Программное обеспечение

Для работы характериографа с компьютером разработано специальное программное обеспечение (рис. 6), которое позволяет выполнять следующие функции:

- осуществлять синхронное отображение ВАХ на экране персонального компьютера;
- сохранять ВАХ вместе с настройками прибора и результатами курсорных измерений с возможностью их последующей загрузки в характериограф;
- распечатывать ВАХ на принтере;
- экспортировать ВАХ в разнообразных графических форматах, а также в табличных форматах, понятных таким редакторам, как EXCEL и ORIGIN, что позволяет производить их дальнейшую обработку.