

Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО

Дмитрий Лисовский, Михаил Рагозин (Москва)

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».

Современную электронику невозможно представить без полупроводниковых приборов. Область применения и номенклатура полупроводниковых приборов неуклонно расширяются. Совершенствование технологических процессов производства позволяет создавать приборы с принципиально новыми характеристиками. В этих условиях постоянно растут требования к возможностям оборудования для измерения характеристик полупроводниковых приборов.

Измеритель параметров 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, которые способны обеспечить любые виды измерений. Однако стоимость брендов существенно ограничивает их широкое применение.

Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО, который представ-

ляет компания «ТЕСТПРИБОР», предназначен для визуального наблюдения статических вольтамперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых приборов (ППП), измерения напряжений на их электродах и токов в их цепях.

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

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

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

- при производстве полупроводниковых приборов:
 - для контроля параметров тестовых структур при отработке технологического процесса;
 - для межоперационного контроля ППП в процессе производства;
 - для анализа причин производственного брака;
 - для приёмо-сдаточных испытаний ППП при выпуске с предприятия-изготовителя;
- при конструировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА):



Рис. 1. Внешний вид Л2-100 ТЕКО

- для получения дополнительной информации о параметрах и характеристиках ППП;
- при производстве РЭА:
 - для осуществления входного контроля и выявления контрафактных ППП;
 - для подбора пар ППП с близкими параметрами при параллельном и последовательном включении, а также при формировании сборок и модулей;
 - для выявления отказавших ППП и анализа причин отказов аппаратуры;
- при ремонте и восстановлении РЭА.

Принцип действия

На рисунке 2 представлена упрощённая функциональная схема характериографа. Основными узлами прибора являются: 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 $R_{огр}$ подаётся напряжение от источника питания коллекторной цепи. От генератора ступеней на управляющий электрод транзистора подаётся 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

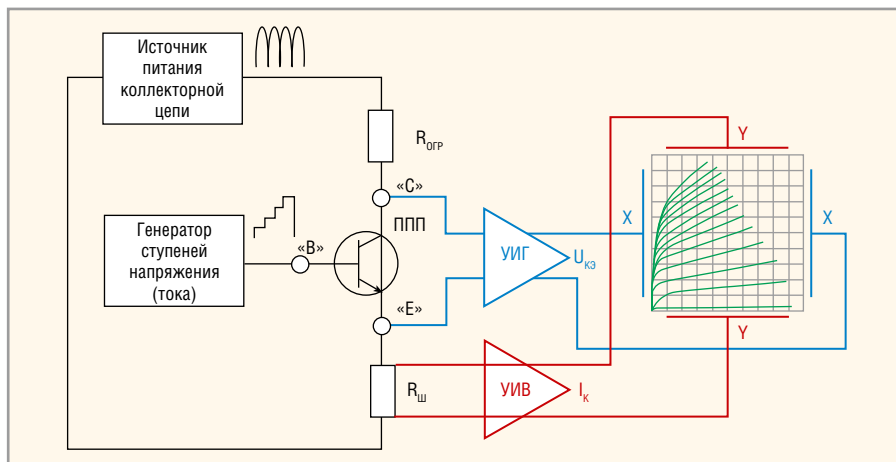


Рис. 2. Функциональная схема Л2-100 ТЕКО

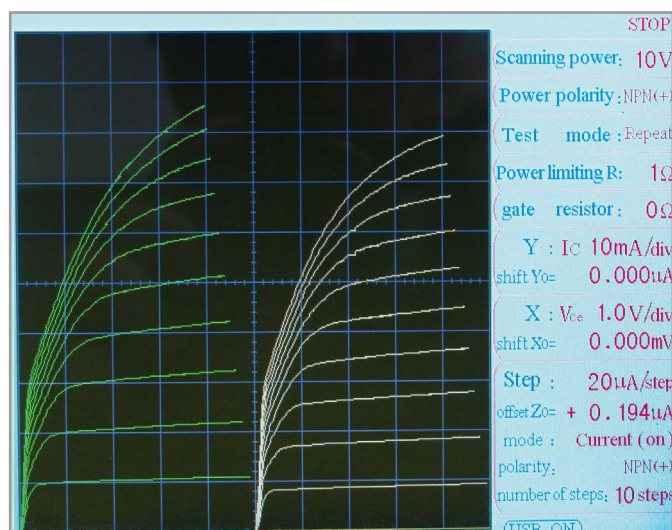


Рис. 3. Подбор пар ППП

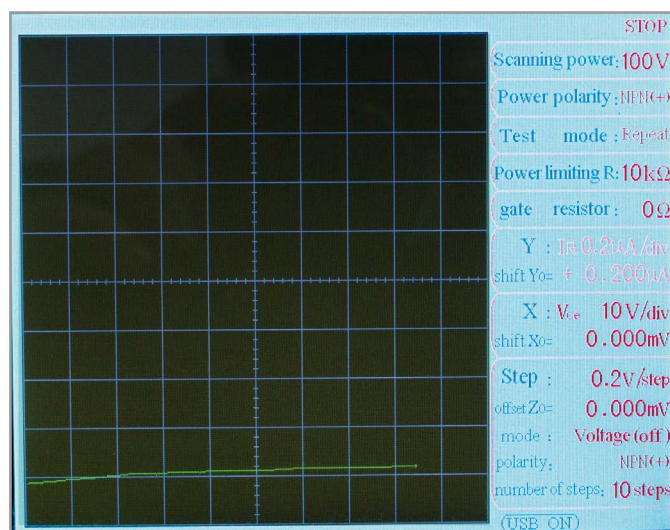


Рис. 4. Цифровой фильтр тока утечки

усилители в каналы горизонтальной и вертикальной развёртки характеристики, которые, в свою очередь, формируют изображение семейства ВАХ на экране (см. рис. 2).

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

Возможности

Основные возможности характерографа L2-100 ТЕКО:

- максимальный ток – 50 А;
- максимальное напряжение – 5000 В;
- яркий цветной TFT ЖК-дисплей (5,7 дюйма, 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 даёт возможность дальнейшей обработки ВАХ в таких редакторах, как Microsoft Excel и ORIGIN.

Характериограф L2-100 ТЕКО имеет ряд полезных функций, которые существенно облегчают задачи исследования ППП.

Курсорные измерения

Для получения численных значений напряжений и токов предусмотрена функция курсорных измерений. Вместе с исследуемой ВАХ на экране характерографа отображаются два курсора (X и Y), представляющих собой ортогональные линии. Для получения отсчёта необходимо лишь переместить курсоры в интересующую точку ВАХ. 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 характерографе L2-100 ТЕКО реализована удобная функция визуального подбора пар. Образцовая ВАХ сохраняется и отображается на экране одновременно с исследуемой (см. рис. 3). Также возможно наложение характеристик друг на друга для удобства сравнения.

Разбраковка ППП

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

В характерографе L2-100 ТЕКО реализованы четыре режима разбраковки 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 характерограф издаёт звуковой сигнал и выводит сообщение на экран. В режиме разбраковки характерограф также выводит сообщение при отсутствии ППП в контактном устройстве.

Цифровые фильтры

Характериограф L2-100 ТЕКО имеет три независимых цифровых фильтра ВАХ: фильтр напряжения, фильтр тока и фильтр тока утечки (см. рис. 4).

Цифровая фильтрация напряжения и тока позволяет снизить искажения ВАХ, обусловленные влиянием помех. При использовании стандартных контактных устройств в лабораторных условиях, эффект от цифровой фильтрации практически незаметен. 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 приходится довольствоваться точкой, соответствующей текущему напряжению и току. Решить эту проблему позволяет использование цифрового фильтра.

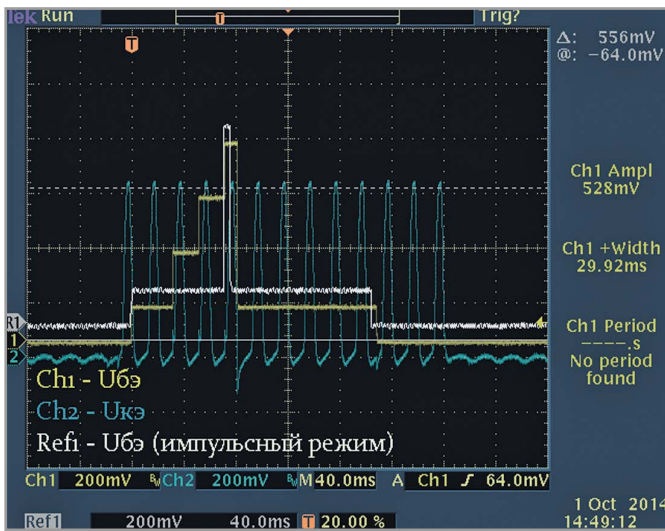


Рис. 5. Импульсный режим

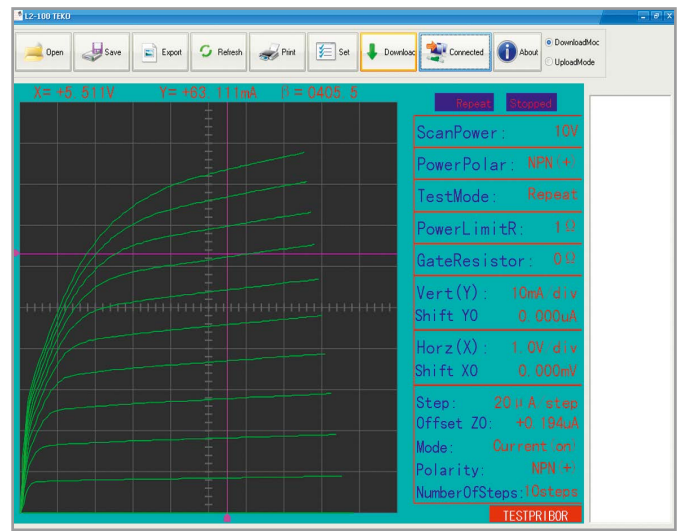


Рис. 6. Программное обеспечение характериографа Л2-100 ТЕКО

КОМПЕНСАЦИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА

Характериограф Л2-100 ТЕКО имеет встроенную схему компенсации переходного сопротивления контактных устройств. Сопротивление может быть измерено и задано в настройках схемы компенсации. Это позволяет снизить ошибку измерений на больших токах и учесть падение напряжения на соединительных проводах при использовании нестандартной оснастки.

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ

Воздействие больших токов и напряжений в течение продолжительного времени при исследовании мощных ППП приводит к разогреву прибора. Повышение температуры ППП во время исследования вызывает, в свою очередь, искажения ВАХ и может даже привести к отказу 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 удаётся предотвратить даже при использовании однократного запуска генератора ступеней.

Для решения этой проблемы в характериографе Л2-100 ТЕКО предусмотрен импульсный режим (см. рис. 5). В нём 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 при этом никак не сказывается на точности и качестве воспроизведения ВАХ на экране характериографа.

ЗАЩИТА

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

Высоковольтный источник дополнительно снабжён индивидуальной кнопкой запуска и индикатором наличия высокого напряжения на выходе

для повышения безопасности работы с характериографом.

Также в характериографе 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 (см. 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 разнообразные графических, а также табличных форматах, понятных таким редакторам, как Microsoft Excel и ORIGIN, что позволяет производить их дальнейшую обработку.



Новости мира News of the World Новости мира

США отказались от размещения станций ГЛОНАСС на своей территории

США приняли решение не продолжать переговоры с Россией о размещении станций спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС на своей территории, сообщил вице-премьер РФ Дмитрий Rogozin.

«В настоящее время по этой теме никаких переговоров нет. Мы же заявление сделали ещё весной. Я предложил инициировать переговоры с США по размещению инфраструктуры ГЛОНАСС на их территории, а до тех пор, пока переговоры идут, подвесить существование инфраструктуры станций GPS на территории РФ», – заявил Д. Rogozin.



По его словам, в ответ на это российские специалисты технически исключили возможность использовать станции GPS на территории РФ в военных целях.

<http://vestnik-glonass.ru/>