

О возможностях измерений характеристик мощных СВЧ транзисторов на пластине

Рассмотрены проблемы сильноточных измерений приборов на пластине. Разработана автоматизированная установка и управляющая программа для измерения и отбраковки мощных СВЧ транзисторов. Для решения проблем паразитного самовозбуждения и улучшения точности измерения транзисторов разработана оригинальная методика измерения ВАХ и изготовлены специальные сильноточные зонды.

Ключевые слова: СВЧ транзистор, измерение вольт-амперных характеристик

I. Введение

В последние годы мощные СВЧ транзисторы стали одним из наиболее востребованных полупроводниковых СВЧ приборов. Они широко используются в системах связи, передающих каналах РЛС, АФАР, аппаратуре радиопротиводействия и др. При их массовом выпуске необходимо проверять, отбраковывать и сортировать транзисторы по литерам с близкими параметрами. Желательно измерять не только ток насыщения и напряжения пробоя и запирающего, но и полную ВАХ. Такие задачи могут быть решены только с помощью автоматизированной установки с измерениями на пластине. Первые эксперименты с помощью традиционных игольчатых зондов не дали положительных результатов и выявили ряд проблем:

- мощные транзисторы с высокой крутизной легко самовозбуждались (Рис. 1а)
- при больших токах (~1 А) неконтролируемое сопротивление контакта зонда вносит достаточно большую погрешность в измерение ВАХ, в частности в определение сопротивления канала
- в моменты замыкания и размыкания цепи возникает разряд и происходит подгорание площадок и зонда
- при измерениях вблизи пробивного напряжения защита источников питания не успевала срабатывать при наступлении пробоя и транзисторы нередко выходили из строя

Для решения указанных проблем создана специализированная установка.

II. Измерительная установка

Измерительная установка реализована на базе полуавтоматической зондовой станции Cascade Microtech Summit 12000 и управляемых источников питания Hewlett-Packard 4142B, управляемых специальной программой через шину GPIB.

Были разработаны специализированные многоконтактные зонды в виде «гребенок» - истоковой и стоковой. Гребенки изготавливались с помощью прецизионной установки лазерной резки.

Чтобы устранить влияние сопротивления контактов, для контактирования к площадкам истока и стока использована схема Кельвина (4-х зондовый метод).

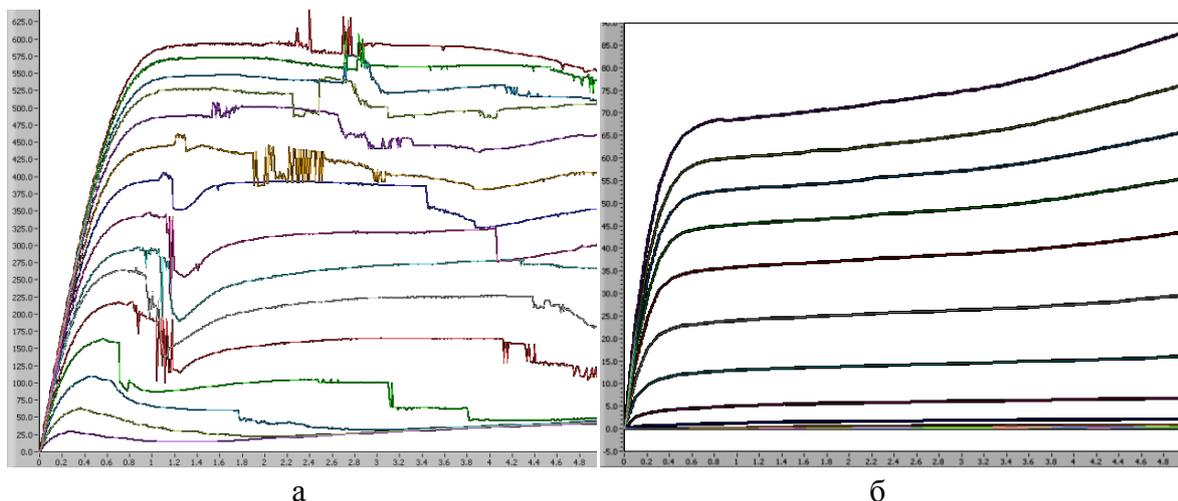


Рис. 1. Измеренные ВАХ транзистора: а – обычными зондами, б – вновь разработанными.

Для подавления самовозбуждения в конструкцию зонда интегрированы безвыводные блокировочные конденсаторы, которые соединяются с транзистором проводниками минимальной длины и дополнительным зондом (Рис. 2).

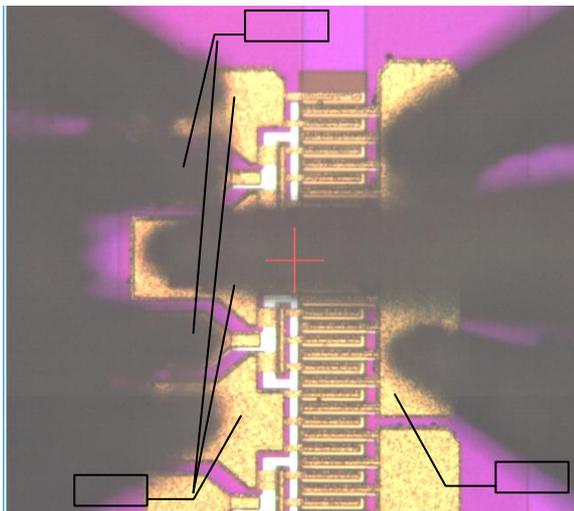


Рис. 2. Расположение новых зондов на контактных площадках транзистора.

У транзистора имеются две площадки затвора, зонды подключаются к обеим площадкам для увеличения надежности контакта. Таким образом, к одному транзистору контактирование выполняется семью (!) зондами (Рис. 2).

Использование новых зондов позволило значительно подавить самовозбуждение (Рис. 1б).

С помощью управляемых источников питания измеряются ВАХ и документируются ток насыщения, пробивное напряжение сток-исток, крутизна, сопротивление открытого транзистора, напряжение затвора, необходимое для получения данного тока стока. Отбраковка транзисторов проводится по току насыщения, пробивному напряжению сток-исток. Длительность измерения ВАХ одного транзистора составляет около 5 секунд. В режиме измерения только отдельных критических точек ВАХ время измерений сокращается до 1 сек.

В моменты замыкания-размыкания цепи зонды обесточиваются, что предотвращает возникновение дуги. При измерениях вблизи пробивного напряжения в цепь включается защитный резистор, ограничивающий ток прибора при пробое.

В специально разработанной управляющей программе собирается статистика измеренных параметров по пластине, строятся гистограммы (Рис. 3), карта годных транзисторов на пластине, по заданным критериям производится отбраковка и распределение по литерам. На конечном этапе программа производит разметку транзисторов маркером, помечая специальными метками негодные и различные литеры годных.

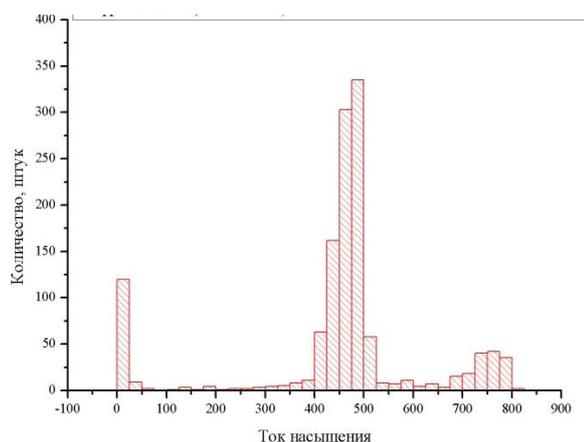


Рис. 3. Гистограмма распределения токов насыщения транзисторов на пластине

Было проведено моделирование температурного распределения во время измерительного процесса, которое показало, что при толщине пластины 0.5 мм и длительности измерительных импульсов 1-3 мс в наиболее напряженных точках ВАХ максимальная температура кристалла транзистора должна выходить за рамки допустимых значений температуры для GaAs. Тем не менее, измерения выполнялись успешно и транзисторы из строя не выходили. По-видимому, это объясняется улучшением теплового контакта с основанием при прижатии зондов.

Планируется расширение возможностей измерительной установки за счет реализации импульсных измерений параметров мощных транзисторов на пластине, а также автоматизированного отбора транзисторов по внешнему виду.

III. Выводы

Разработанный автоматизированный измерительный комплекс позволил измерять ВАХ, сортировать и отбраковывать мощные СВЧ транзисторы. При этом можно реализовывать сложные алгоритмы измерений и отбраковки. Производительность комплекса позволяет использовать его в серийном производстве.