Keysight Technologies
IC-CAP WaferPro.
Программная среда для автоматизированных измерений ВАХ, ВФХ и ВЧ характеристик в САПР IC-CAP

Рекомендации по применению

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Введение

Точное статистическое моделирование КМОП полупроводниковых приборов для определения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик (ВАХ, ВФХ), а также ВЧ характеристик, требует сбора значительного количества результатов измерений на различных пластинах при разных температурах. Разработчики моделей постоянного тока и ВЧ моделей должны взять на вооружение технологии моделирования, которые содержат сложные автоматизированные измерения и возможности эффективной обработки данных для выполнения расширенного статистического анализа и моделирования (рис. 1). Программное обеспечение автоматизированных измерений должно сочетать в себе способность управлять зондовыми станциями, матричными коммутаторами и термокамерами в соответствии с заранее определенными картами пластин, с возможностью запуска комплекса измерений ВАХ, ВФХ и ВЧ характеристик с использованием различных приборов – от параметрических тестеров до специализированных устройств. Кроме того, измеренные данные должны быть соответствующим образом обработаны для расчета основных электрических параметров, таких как Vth, Idмакс, или fT

Авторы:

Роберто Тинти (Roberto Tinti)*,
Франсуа Паолини (Francois Paolini) #,
Такаши Эгуши (Takashi Eguchi)*,
Франц Сищка (Franz Sischka)*

*Keysight Technologies, #ST Microelectronics

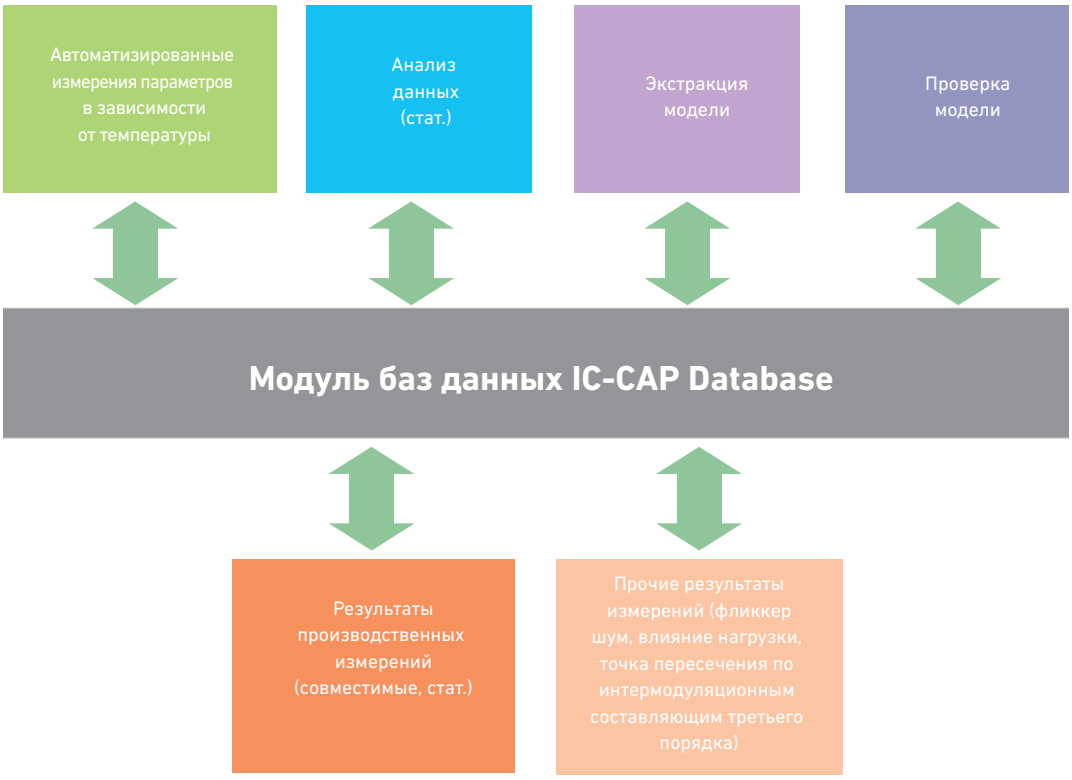


Рис.1. Типовая технология моделирования полупроводниковых приборов

Исходные сведения

Современное программное обеспечение зондовых станций позволяет очень эффективно управлять позиционированием, коррекцией и компенсацией температуры, но ему не хватает гибкости для поддержки пополняемых библиотек пользовательских измерений и комплексной постобработки и анализа данных.

Компания Keysight Technologies предлагает комплексное решение для автоматизированного измерения ВАХ, ВФХ и ВЧ характеристик, которое помогает инженерам, занимающимся моделированием и разработкой полупроводниковых приборов, повысить эффективность измерений на полупроводниковой пластине при различных температурах. Решение IC-CAP Wafer Professional (IC-CAP WaferPro) на базе САПР IC-CAP (Integrated Circuit Characterization and Analysis Program) позволяет эффективно управлять характериографами, анализаторами цепей, зондовыми станциями, матричными коммутаторами, термокамерами, а также мощными параметрическими тестерами Keysight серий 407x и 408x.

ПО IC-CAP WaferPro, интегрированное в САПР IC-CAP, обладает преимуществами ее мощной измерительной базы и программной среды. Это позволяет использовать библиотеку эффективных стандартных процедур измерения (например, адаптивные алгоритмы измерения), помогающую значительно сократить общее время измерений. Поскольку стандартные процедуры измерений работают в среде IC-CAP, то может быть выполнена простая или сложная постобработка результатов измерений (например, расчет по точкам измерений или показателей качества, исключение ВЧ компонентов и прямая экстракция моделей). В данном документе приведен общий обзор возможностей, которые реализованы в САПР IC-CAP 2014.04.

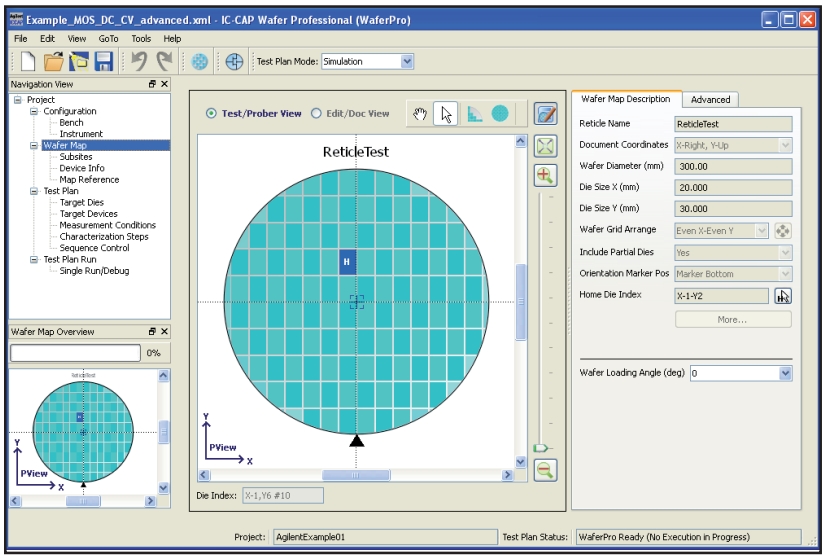


Рис. 2. Окно проекта WaferPro (определение карты пластины)

Задачи измерений для моделирования

Измерения, проводимые для моделирования полупроводниковых приборов, как правило, более точные, более полные и, следовательно, занимающие больше времени, чем обычные производственные измерения. Для измерений, выполняемых при производственном тестировании, достаточно было бы осуществлять управление зондовой станцией и проводить по одному измерению в точке. А для того, чтобы охарактеризовать влияние температуры на модель полупроводникового прибора, необходимо проведение как точечных, так и свипирующих измерений, которые должны быть повторены при нескольких температурах (обычно при трех). Для типового МОП техпроцесса получение данных для всей партии пластин при каждой температуре требует нескольких геометрических измерений, а также измерений емкости и параметров p-n переходов, что может занять несколько часов. Повторная юстировка полупроводниковой пластины и зондовой станции после изменения температуры является особенно сложной задачей из-за теплового расширения пластины во всех направлениях (в том числе по оси z). Для автоматизированной юстировки необходимы сложные алгоритмы с использованием технологии оптического распознавания, в противном случае при выполнении юстировки для каждой температуры потребуются ручные операции.

Для процесса измерения, занимающего несколько часов или даже дней, важна эффективность без ущерба для точности измерения. Программное обеспечение, управляющее автоматизированными измерениями при различных температурах, должно работать совместно с собственным программным обеспечением зондовой станции и также с каждым используемым измерительным прибором. Для достижения максимальной эффективности и для исключения из процесса измерения бракованных приборов или кристаллов, программное обеспечение также должно быть в состоянии контролировать исправность полупроводникового прибора и целостность кристаллов ИС, а затем на основе результатов испытаний решить, продолжать измерения, обойдя текущий прибор или кристалл, или полностью прекратить измерения. Кроме того, важно иметь возможность отслеживать результаты в ходе процедуры тестирования для того, чтобы зафиксировать любые условия отказа, о которых сообщается.

Так как этот обширный набор данных затем анализируется, чтобы статистически определить типовой набор приборов, которые будут использоваться для экстракции модели, необходимо эффективно управлять большими объемами данных и анализировать их.

Преимущества САПР IC-CAP WaferPro

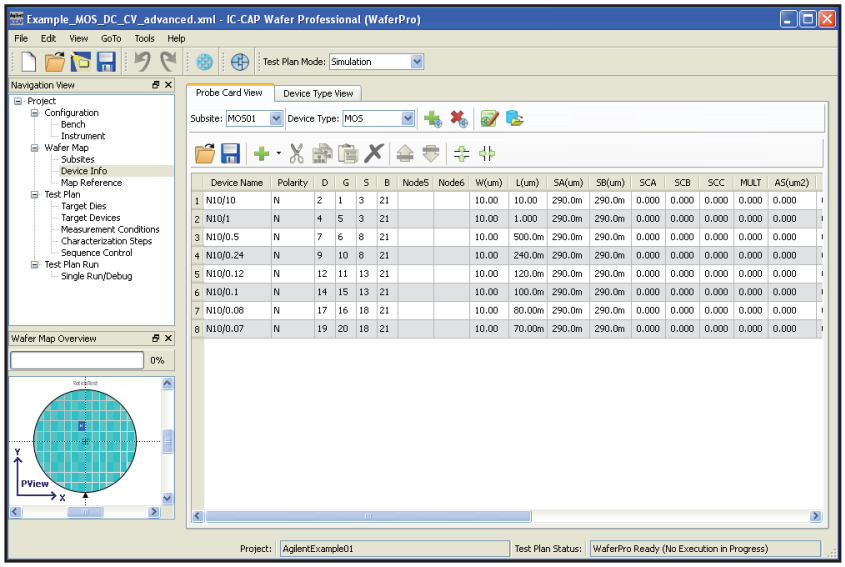
Программное обеспечение W8510 IC-CAP WaferPro представляет собой решение, отвечающее актуальным требованиям к измерению характеристик. Оно было разработано совместно с группой моделирования полупроводниковых приборов компании ST Microelectronics. WaferPro работает на платформе САПР IC-CAP в качестве дополнительного приложения. Окно проекта WaferPro, приведенное на рис. 2, позволяет пользователям настраивать план тестирования, содержащий карту пластин и информацию о полупроводниковом приборе. ПО WaferPro взаимодействует с ядром САПР IC-CAP и использует его встроенные измерительные драйверы, а также возможности моделирования, программирования и графики.

ПО IC-CAP WaferPro позволяет проводить полностью автоматизированные измерения с помощью полуавтоматических и полностью автоматизированных зондовых станций и содержит драйверы различных популярных установок.

Как упоминалось ранее, такие параметрические тестеры как Keysight серии 407x в сочетании с автоматическим юстировочным устройством зондовой станции, которые поддерживаются основными поставщиками зондовых станций, имеют ключевое значение при проведении эффективных автоматизированных измерений при различных температурах. ПО IC-CAP WaferPro обеспечивает максимальную гибкость, поддерживая непосредственное управление параметрическими тестерами Keysight, а также упрощает схему измерения вплоть до одноприборного решения (например, B1500A + B2200A). В отличие от других приложений, которые могут быть ограничены определенными измерительными приборами или типами зондовых станций, при однажды созданном плане тестирования или файле проекта, ПО IC-CAP WaferPro сможет управлять различными системами тестирования, использующими различные измерительные приборы. Это позволяет инженерам оптимизировать использование лабораторного оборудования.

IC-CAP WaferPro представляет собой решение «под ключ», которое включает ряд встроенных в среду САПР IC-CAP стандартных процедур измерения ВАХ, ВФХ и ВЧ характеристик. Мощная открытая платформа проектирования IC-CAP позволяет легко добавлять специальные пользовательские процедуры или задаваемые пользователем алгоритмы расчета показателей качества, (например, V_{th} для МОП ИС на постоянном токе, или f_T для ВЧ измерений).

ПО IC-CAP WaferPro позволяет сохранять результаты расчетов или измерений по точкам в файлах форматов CSV наряду с информацией о полупроводниковом приборе (рис. 3). Данные измерений, полученные в результате свипирования, такие как ВАХ, ВФХ или кривые S-параметров, сохраняются в файлах IC-CAP MDM. ПО WaferPro может быть использовано для контроля текущих измерений, причем анализ и проверка полученных на данный момент результатов осуществляются одновременно с последующими измерениями. Результаты измерений можно загрузить обратно в среду WaferPro для дальнейшей обработки (например, для калибровки емкости и т. п.).



ПО WaferPro может работать с модулем баз данных IC-CAP Database. Интерфейс доступа к модулю IC-CAP Database позволяет сохранять результаты измерений непосредственно в указанные реляционные базы данных SQL. Это решение представляет собой мощное и универсальное средство дальнейшей обработки и статистического анализа, так как оно позволяет осуществлять эффективные выборки данных, необходимые для анализа и проведения других видов моделирования (например, целевого моделирования).

Рис. 3. Информационная таблица полупроводникового прибора в WaferPro (представление проб карты)

Как работает IC-CAP WaferPro

Измерительная среда содержит два файла моделей IC-CAP (Процедура и Драйвер) и менеджер планирования тестов WaferPro (рис. 4). В состав модели Процедуры входит библиотека измерений; каждая процедура представлена одним исследуемым прибором и его измерительными схемами. Файл модели Драйвера содержит драйверы поддерживаемых зондовых станций, матричных коммутаторов и термокамер.

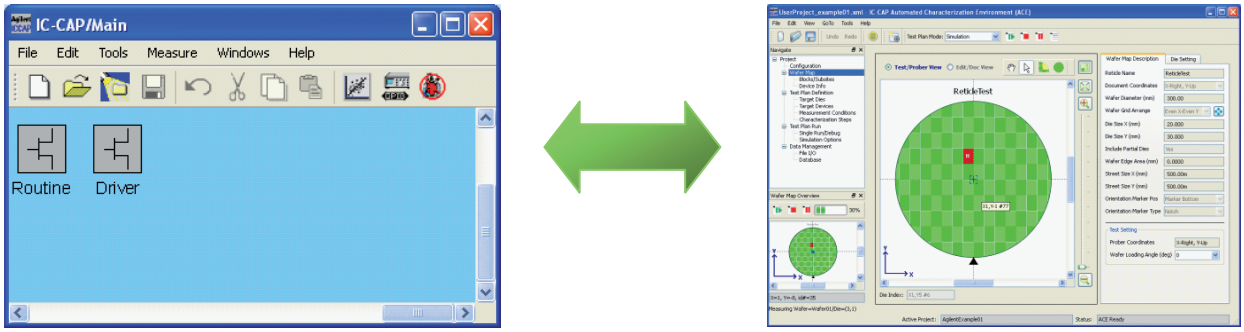


Рис. 4. ПО WaferPro имеет встроенный интерфейс для обмена данными с САПР IC-CAP

Второй частью решения WaferPro является окно проекта WaferPro. Это окно предоставляет доступ к параметрам карты пластин (рис. 2), таблицам приборов (рис. 3), а также к исходным и контрольным данным плана тестирования (рис. 5).

В начале составления плана тестирования описывают пластину, кристаллы и подложку. На втором шаге создают список «целевых приборов», выбирая приборы, измерения которых могут быть выполнены по одинаковому алгоритму (например, устройства постоянного тока, емкостные структуры и т. д.)

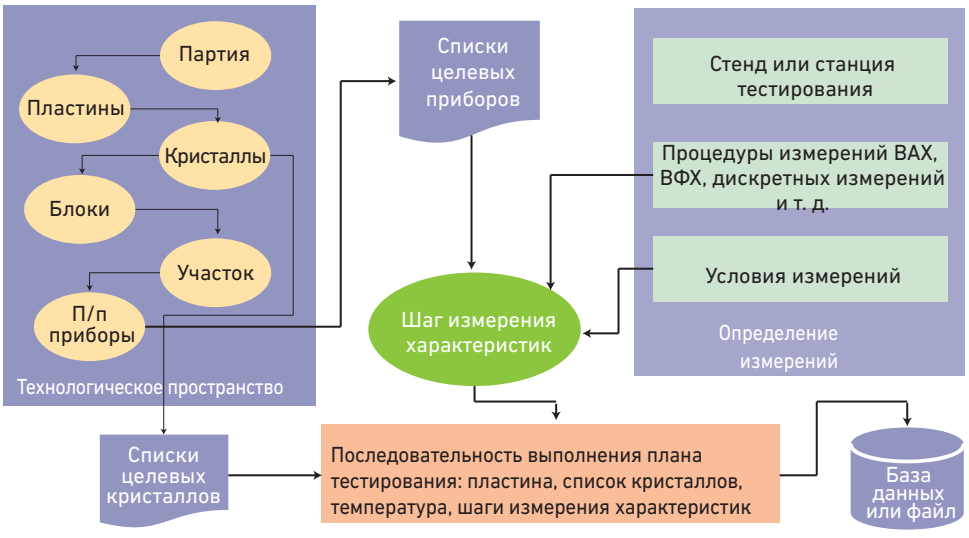


Рис. 5. Структура данных карты пластин и плана тестирования WaferPro

Следующим этапом будет создание «шагов измерения характеристик», связывающих процедуру и условия измерений (например, информация о смещении, время интегрирования и т. д.) для каждого списка целевых приборов. На последнем этапе в плане тестирования определяется последовательность шагов измерения характеристик применительно к указанным пластинам, спискам кристаллов и температуре.

При выполнении плана тестирования запускается второй процесс САПР IC-CAP для выполнения плана тестирования в качестве фоновой задачи. В любой момент в процессе выполнения плана пользователь может посмотреть всеобъемлющий журнал, в котором отражено текущее состояние выполнения плана тестирования и результаты каждого отдельно взятого теста, включая любые отказы или предупреждения с соответствующими комментариями (рис. 6). Доступен также просмотр результатов конкретного теста путем его выбора и открытия соответствующего окна с графиками.

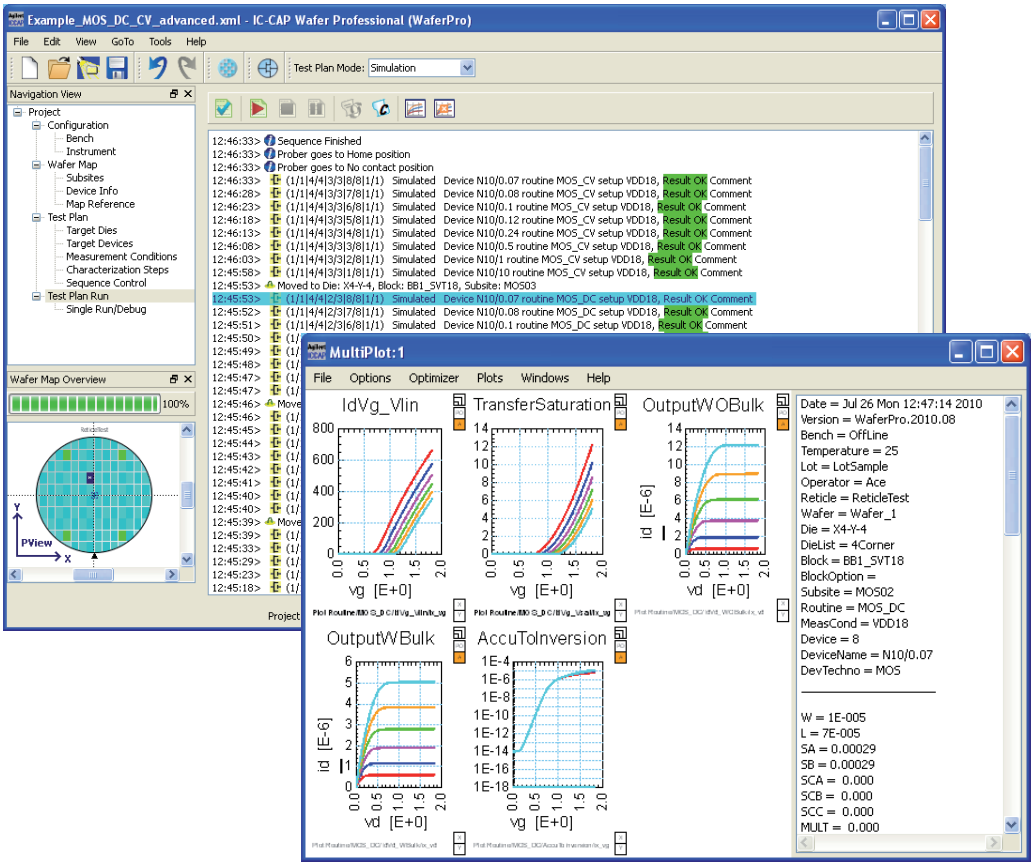


Рис. 6. Страница выполнения плана тестирования и содержание журнала с возможностями дисплея. На дисплей также выведена информация о тестируемом устройстве и всех результатах вычислений (или данные отдельных измерений), включенная в эту процедуру.

Заключение

ПО IC-CAP WaferPro представляет собой самое мощное средство тестирования, специально разработанное для измерений ВАХ, ВФХ и ВЧ измерений при моделировании полупроводниковых приборов.

- Это готовое к применению программное обеспечение работает с различными испытательными комплексами, зондовыми станциями и измерительными приборами, в том числе с параметрическими тестерами Keysight.
- В ПО входит ряд встроенных измерительных процедур и оно является достаточно гибким, позволяя пользователям создавать собственные процедуры измерений и расчетов при последующей обработке данных.
- ПО совместимо с модулем баз данных IC-CAP Database, что обеспечивает основу для расширенного статистического анализа и моделирования.

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight
Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.

Трехлетняя гарантия
www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty
Сочетание надежности приборов Keysight с трехлетней гарантией поможет вам в достижении ваших целей: повысит уверенность в безотказной работе, сократит эксплуатационные расходы и предоставит дополнительные удобства.

Планы технической поддержки Keysight
www.keysight.com/find/AssurancePlans
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений

Торговые партнеры компании Keysight
www.keysight.com/find/channelpartners
Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/eesof-waferpro
www.keysight.com/find/eesof-iccap

Российское отделение

Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954
8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902
e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России
115054, Москва, Космодамианская наб, 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930
Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com

(BP-07-10-14)

Информация в данном документе может быть изменена без предварительного уведомления
© Keysight Technologies, 2010-2014
Published in USA, July 31, 2014
5990-6494RURU
www.keysight.com