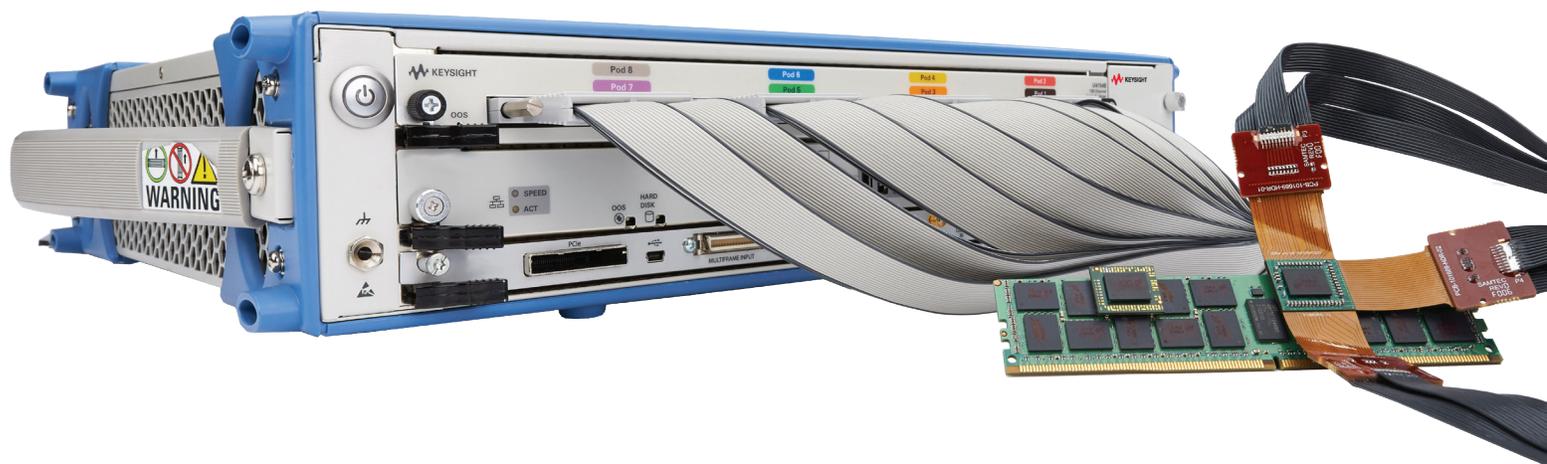


Keysight Technologies

Функциональные и приемочные испытания
микросхем памяти DDR4 и LPDDR4

Рекомендации
по применению



Обзор

DDR4 и DDR4 с низким энергопотреблением (известные как LPDDR4) представляют собой самые последние поколения микросхем памяти SDRAM с удвоенной скоростью передачи данных (DDR). DDR4 и LPDDR4 поддерживают значительно более высокую пропускную способность передачи данных, чем DDR3, и превосходят память предыдущего поколения по скорости, плотности и энергопотреблению.

Разработчики с воодушевлением восприняли появление технологий DDR4 и LPDDR4, которые позволят им повысить скорость передачи данных в системах до уровней свыше 2400 Мбит/с и создавать системы с рекордными скоростями и минимальным энергопотреблением.

Помимо улучшения базовых показателей, в DDR4 и LPDDR4 были добавлены новые функции и архитектурные изменения, предлагающие множество потенциальных преимуществ, особенно в отношении снижения энергопотребления:

- до 30–40 % экономии энергии по сравнению с DDR3 и LPDDR3;
- повышение эффективности и надежности;
- повышенная плотность;
- более надежный контроль ошибок.

Такие усовершенствованные конструкции позволяют использовать в устройствах (оборудовании корпоративного класса, микросерверах и планшетах) микросхемы с меньшей занимаемой площадью, которые потребляют меньше энергии и выделяют меньше тепла. Но у этих преимуществ есть своя цена. Новые возможности также требуют новых, более интеллектуальных контроллеров памяти, новых материнских плат, новых микросхем DRAM, новых корпусов и нового программного обеспечения.

Разработчики сталкиваются со значительными сложностями при работе с сокращающимися границами временной синхронизации на повышенных скоростях передачи данных. Ключевой задачей, стоящей перед разработчиками систем памяти, является необходимость максимального улучшения характеристик за счет применения микросхем памяти DDR четвертого поколения.

Задача: достижение большей скорости при снижении энергопотребления

Спецификации для проверки протоколов создает комитет JEDEC, а проверять соответствие этим спецификациям обязаны сами разработчики. В отсутствие официальных испытательных лабораторий и центров решения о соответствующих процедурах, методах и оборудовании для проведения функциональных испытаний на соответствие требованиям должны принимать индивидуально сами разработчики.

При каждом усовершенствовании технологии DDR растущие скорости передачи данных приносят новые сложности в области проектирования и испытаний. Повышение тактовых частот ведет к увеличению симптомов нарушения целостности сигнала, проявляющихся в виде отражений и перекрестных помех, что вызывает ухудшение сигнала и логические проблемы. Малый период тактовой частоты означает меньший допустимый джиттер, поэтому борьба с джиттером существенно усложняется. В дополнение к этому меньший размах напряжения требует проведения измерений с очень низким уровнем шума.

Наконец, возможно, самой серьезной проблемой при проектировании микросхем DDR4 и LPDDR4 является зондирование. Даже в хорошо смоделированной и спланированной системе могут быть ошибки. Чтобы оценить реальные рабочие характеристики системы, требуется проверка с реальным трафиком. Испытательное оборудование для зондирования позволяет наглядно продемонстрировать эти характеристики. По мере роста скорости передачи данных и изменения технологии ограничивается размах сигнала и окно достоверных данных (глаз) постепенно сокращается. В результате становится крайне сложно получить достоверную глазковую диаграмму на логическом анализаторе, не потревожив испытываемую систему, что усложняет проверку целостности сигнала памяти DDR4 и LPDDR4. Современные методы измерений и испытаний направлены на решение этих проблем и снижение проектировочных рисков в отношении отладки, проверки и подтверждения функциональной совместимости. С пользовательской точки зрения наиболее удобными местами зондирования являются слоты DIMM/SODIMM. случае интегральных микросхем или вертикального монтажа для доступа к сигналам применяются пробники с шариковыми выводами (BGA) и/или пробники для разъема.

В этих рекомендациях по применению предлагаются примеры решений следующих проблем, возникающих при разработке памяти DDR4 и LPDDR4:

1. Рост скорости передачи данных
2. Новая система ведет себя не так, как задумано
3. Вариация целостности сигналов на разных системах

Требования к измерениям на логическом анализаторе

Первые базовые измерения на логическом анализаторе производятся в режиме без внешнего тактового сигнала, в котором доступны временные соотношения между многими сигналами или запуск измерений по шаблонам высоких и низких логических уровней. Обнаружение высоких и низких уровней осуществляется по пороговым значениям. В режиме состояний логический анализатор производит выборки по системному тактовому генератору, то есть логический анализатор должен подстраиваться при захвате допустимых логических состояний каждого измеряемого сигнала.

Отслеживая поток сигналов микросхем памяти DDR4 и LPDDR4 на логическом анализаторе в режиме состояний, мы можем исследовать реальное поведение системы памяти. Для точного захвата данных на шине время установления/удержания логического анализатора должно входить в пределы окна достоверных данных захватываемого сигнала.

Поскольку расположение окна достоверных данных относительно тактовых сигналов шины отличается для разных типов шин, положение окна установления/удержания логического анализатора должно быть регулируемым (относительно точек выборки и с точным разрешением) в пределах окна достоверных данных.

Чтение глазковых диаграмм

Глазковая диаграмма является основным инструментом анализа сигналов высокоскоростных цифровых шин. Глазковые диаграммы важны для понимания работы систем DDR4 и LPDDR4, где захваченные системой сбора данных глазковые диаграммы меньше, чем диаграммы в точке зондирования, из-за потерь в кабеле, джиттера и входной полосы пропускания логического анализатора. На глазковые диаграммы, полученные в интерпозере, оказывает влияние отражения от точки зондирования на шине. Пробник с шариковыми выводами (BGA) — это не подверженный отражениям пробник, влияние которого на сигнал устранено с помощью ПО осциллографа.

Глазковые диаграммы, полученные с помощью логического анализатора, НЕ используются для проверки глазковых диаграмм DDR4 в DRAM, но их можно использовать для качественных сравнений и понимания целостности сигнала на уровне шины путем сравнения сигналов, сканируемых при одних и тех же условиях. Они используются для установки точных позиций выборок для измерений логического анализатора и в целом экономят время испытаний, поскольку позволяют понять, какие сигналы нуждаются в более подробном изучении с помощью осциллографа.

После проверки отдельных сигналов DDR вам нужно будет убедиться в том, что ваша система отправляет правильные команды DDR, что блоки памяти получают точную информацию об адресах и что отсутствуют нарушения протоколов. Для проверки соответствия характеристикам требованиям вам понадобится измерительный прибор для разделения сигналов чтения и записи данных и отображения их в различных представлениях — от двоичного уровня до уровня протокола.

Преимущества системы анализа логических схем

По мере сужения окон достоверности настройки пороговых значений становятся критическими не только для измерений в режиме состояний, но и для режима синхронизации и измерений с масштабированием времени.

Режим состояний (выборки синхронизированы с системным тактовым генератором)

- Контроль событий в шине
- Возможность следить за потоком сигналов в шине с точки зрения подключенного к шине устройства
- Улучшенный анализ систем на основе списочных декодеров, расширенных функций проверки функционального соответствия и инструментов измерения характеристик
- Применяется для отслеживания функциональных проблем и потока кода
- Крайне полезен для отладки программного обеспечения и аппаратно-программной интеграции

Режим синхронизации (выборки не синхронизированы с системным тактовым генератором)

- Отображение временных соотношений для фронтов сигналов
- Аналогичен осциллографу с 1-разрядным разрешением
- Полезен для отладки оборудования

Масштабирование по времени

- Высокоскоростные синхронизированные трассы с разрешением 80 пс (12,5 ГГц)
- Захват сигналов и шин одновременно с традиционными измерениями в режимах синхронизации или состояний
- Обеспечивает окно видимости для 256 квыб. в окрестностях момента запуска

Решение Keysight для функциональных испытаний микросхем памяти DDR4

В логических анализаторах Keysight сочетаются достоверный захват данных с мощными средствами анализа и проверки, что позволяет быстро и надежно провести приемочные испытания и отладку высокоскоростных цифровых схем, работающих на скоростях до 4 Гбит/с. Они достаточно производительны и функциональны для анализа окон достоверных данных памяти DDR4 и LPDDR4.

Модуль логического анализатора Keysight U4154B (рис. 1) обеспечивает достоверные измерения высокоскоростных цифровых систем, работающих на скоростях до 4 Гбит/с, при раскрыве глаза до 100 пс на 100 мВ. 200 Мвыб. доступной памяти обеспечивают захват достаточно продолжительной системной активности для отладки сложных систем. Измерения с масштабированием по времени на частоте 12,5 ГГц и память объемом 256 квыб. позволяют в высоком разрешении проводить одновременные измерения временных характеристик в интервале 20 мкс. Логический анализатор U4154B обладает уникальными возможностями сканирования глазковых диаграмм, продемонстрированными на рис. 2,

которые позволяют определять и задавать оптимальное положение выборок и пороговое значение для индивидуальных сигналов. Сканер глазковых диаграмм за считанные минуты позволяет получить общее представление о целостности сигналов по всем каналам.

Логический анализатор U4154B позволяет эффективно проводить отладку и проверку характеристик микросхем памяти DDR2/3/4 и LPDDR2/3/4. Анализатор U4154B в паре с интерпозером FS2510AB DDR4 DIMM производства FuturePlus Systems — это первое в мире проверенное решение для одновременной проверки трафика чтения и записи в память DDR4 по всем байтовым трактам, захваченного с модулей DDR4 DIMM на скоростях передачи данных более 3,1 Гбит/с. Система U4154B, оснащенная специализированными зондами Keysight, является единственным в своем роде логическим анализатором, доказавшим свою эффективность при анализе данных LPDDR4 на скорости 3,2 Гбит/с.



Рис. 1. Модульная система логического анализатора U4154B в режиме состояний на скорости 4 Гбит/с в конфигурации с интерпозером FS2510AB DDR4 DIMM, предназначенная для анализа микросхем памяти DDR4 DIMM на скоростях свыше 2,5 Гбит/с и доказавшая свою работоспособность на скоростях выше 3,1 Гбит/с.

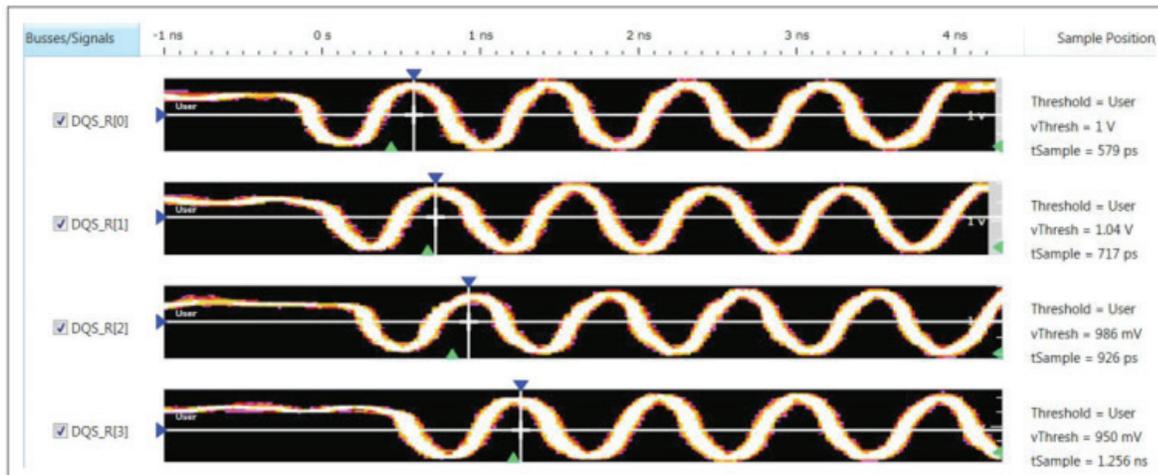


Рис. 2. Сканирование сигнала и формирование глазковой диаграммы, отражающей активность сигналов только в моменты пакетных операций памяти. На снимке экрана выше приведена диаграмма сигнала чтения DQS памяти DDR4 2400 Мбит/с, просканированная в режиме трассировки сигнала без последовательных циклов пакетов (back-to-back).

Решение Keysight для функциональных испытаний микросхем памяти DDR4 (продолжение)

Мастер настройки DDR Setup Assistant упрощает настройку измерений и позволяет быстрее получить первые результаты, в считанные минуты помогая настроить даже сложную конфигурацию DDR.

Мастер настройки DDR Setup Assistant входит в пакет вспомогательных программных инструментов Keysight DDR/LPDDR для работы с памятью и предлагает множество мощных и экономящих время возможностей настройки триггеров, оптимизированных для испытаний модулей памяти DDR. Мастер настройки DDR Setup Assistant упрощает настройку измерений и позволяет быстрее получить первые результаты измерений в режиме состояний. Захват в режиме состояний способен точно срабатывать на определенных пакетах данных и поддерживает мощные программные средства анализа и проверки соответствия протоколам.

Пакетный триггер, одна из возможностей U4154B, упрощает запуск измерений при событиях пакетного чтения или записи в режиме состояний (рис. 3). Пакетный триггер захватывает весь пакет данных системы памяти DDR с одного уровня последовательности в меню запуска. Интуитивные макросы триггеров со схематическим представлением упрощают процесс создания триггеров и позволяют визуально задавать их параметры.

Для выявления и фиксации нарушений протоколов DDR2/3/4 или LPDDR2/3/4 доступен набор инструментов Keysight B4622B для проверки соответствия стандартам, позволяющий проводить анализ как в реальном времени, так и в режиме постобработки. Мониторинг шины DDR в реальном времени означает, что логический анализатор осуществит запуск, если нарушение произойдет во временном интервале, указанном в программном инструменте. В рамках одного набора инструментов B4622B предлагаются четыре программных средства для следующих целей:

- автоматическая фиксация нарушений стандартов в реальном времени;
- обнаружение нарушений стандартов в процессе постобработки единичной или периодической трассировки сигнала;
- расчет коэффициента сбоев на основе информации о нарушениях;
- измерения рабочих характеристик;
- создание триггеров по физическому адресу.

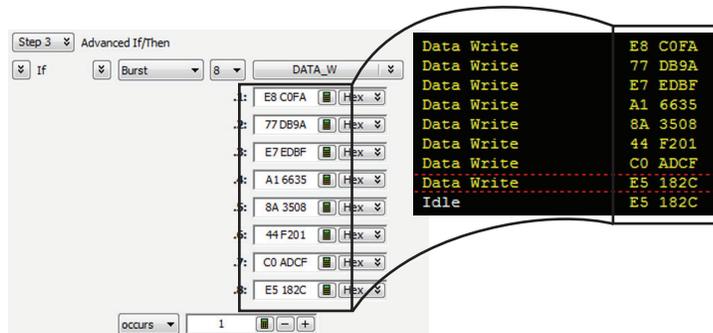


Рис. 3. Триггер распознавания пакетов упрощает включение измерений при событиях пакетного чтения или записи.

Эти четыре инструмента помогают быстро идентифицировать проблемные области по части соблюдения протоколов и получить общее представление о производительности системы. Функция сканирования глазковой диаграммы Keysight позволяет разместить точку выборки по времени и по напряжению в пределах глаза на каждом индивидуальном канале, обеспечивая оптимальную достоверность выборки и помогая точно позиционировать точки выборки для захвата данных чтения и записи. Данная функция оценивает сканируемые команды чтения и записи, в то время как ваша система проводит испытания памяти, пропускает случайный трафик чтения и записи или выполняет программу стимулирования. Затем после сканирования программа покажет окно достоверных данных для чтения и записи (рис. 4).

Сканирование глаза DDR упрощает определение оптимальной точки выборки без применения осциллографа. Результаты могут быть представлены как для индивидуальных сигналов, так и в составном виде для множества сигналов или шин. Технология сканирования глаза в U4154B позволяет получить уникальное представление о сигнале, которое не может быть получено с помощью каких-либо других методов измерения.

Конфигурации логического анализатора обеспечивают группировку сигналов, позволяя быстро вычислить проблемы с целостностью сигналов в байтовых трактах. Оценка результатов сканирования может производиться по критериям триггера состояний, что позволяет проводить уникальные измерения. Например, результаты сканирования при чтении и записи разделены в целях более глубокого анализа.

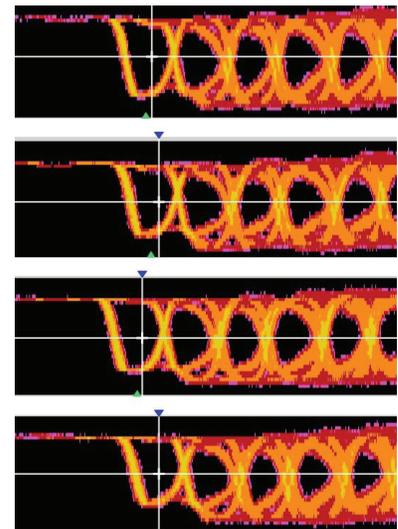


Рис. 4. ПО Keysight для сканирования глазковых диаграмм предлагает широкие возможности визуализации сигналов DDR.

Решение Keysight для функциональных испытаний микросхем памяти DDR4 (продолжение)

Средства зондирования Keysight

Зондирование схем памяти DDR4 и LPDDR4 сопряжено со значительными сложностями. Вместе с ростом скорости передачи данных и сокращением размаха сигнала уменьшается и окно достоверных данных, что усложняет зондирование местоположения без влияния на систему или внесения побочной нагрузки. Современные методы измерений и испытаний направлены на решение этих проблем и снижение рисков при разработке.

Компания Keysight Technologies предлагает надежные, механически и электрически малозаметные зонды, которые легко подключаются к логическим анализаторам Keysight и испытываемой системе. Зондирование является ключом к эффективному применению логических анализаторов для визуализации максимально качественного сигнала.

В рамках полных функциональных испытаний необходимо одновременно измерить на шине сигналы данных, команд, управления и адресации.

Одним из решений этой проблемы служат зонды Soft Touch компании Keysight для логических анализаторов (показаны на рис. 5). Благодаря уникальной конструкции они надежно контактируют с дорожками и не требуют соединителей. За счет свободного протекания сигнала возможны замеры на скоростях до 4 Гбит/с. Размещение контактной площадки Soft Touch рядом с микросхемой DRAM, как правило, обеспечивает лучшее качество глазковых диаграмм, чем размещение посреди шины.

Другое решение для зондирования основывается на интерпозерах DDR DIMM или SODIMM. Их неинтрузивный дизайн дает возможность полностью измерять на шине сигналы данных, команд, управления и адресации при подключении напрямую к стандартному соединителю DDR DIMM или SODIMM (рис. 6 и 7).

В случае с системами на основе интегральных микросхем все сигналы DDR перехватываются непосредственно с шариковых выводов (BGA). Как вариант, возможно размещение тонкой зажимной пластинки между микросхемой DRAM и платой для получения доступа ко всем сигналам DDR. Компания Keysight предлагает интерпозеры DDR4 BGA для стандартных посадочных мест, предусмотренных Комитетом JEDEC (рис. 8). Зондирование LPDDR3 и LPDDR4 реализуется посредством специализированного процесса Keysight (рис. 9).



Рис. 5. Зонды Keysight Soft Touch для логического анализатора.



Рис. 6. Интерпозер DDR4 DIMM.

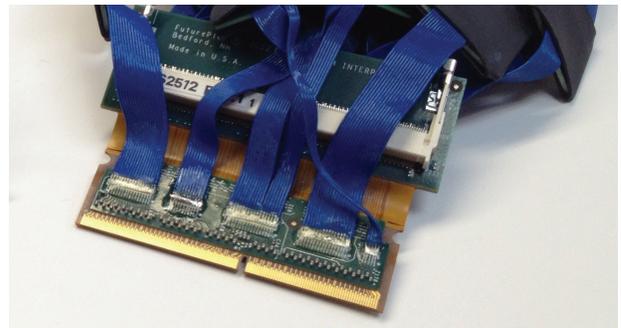


Рис. 7. Интерпозер DDR4 SODIMM компании FuturePlus Systems можно заказать в Keysight.

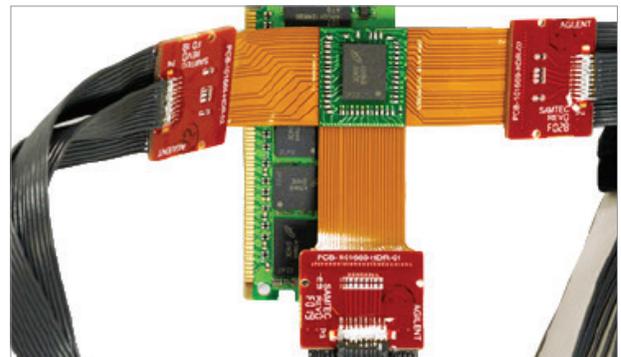


Рис. 8. Интерпозер DDR4x/x8 BGA.



Рис. 9. Специализированные зонды Keysight.

Индивидуальный заказ интерпозера

Если вам требуется интерпозер, не соответствующий ни одному из наших готовых решений, наша команда разработчиков может по вашим требованиям предложить индивидуальное решение. Свяжитесь с местным представителем Keysight, чтобы оформить индивидуальный заказ, или посетите веб-страницу www.keysight.com/find/contactus.

Примеры применения решений Keysight: чтение глазковых диаграмм

В следующих трех примерах описываются пути решения проблем, с которыми сопряжены измерения сигналов памяти DDR4 и LPDDR4, с применением продуктов Keysight, включая логический анализатор U4154B.

1. Проблема: рост скорости передачи данных

Анализ глазковой диаграммы:

- первый бит в пакетном сигнале имеет меньший размах, чем остальные биты в пакете;
- вероятная причина — межсимвольная интерференция (ISI).

На рис. 10 показаны результаты сканирования DQ, полученные в режиме трассировки сигнала без последовательных циклов пакетов. На них четко видно начало глазков пакетного считывания и все восемь сигнальных переходов данных в пакете. В памяти DDR4 применяется оконечная схема на основе псевдооткрытого стока (ODT), в которой уровень сигнала распознается как высокий, если только он не был прямо задан низким. ПО для сканирования глазковых диаграмм позволяет увидеть на экране соотношения между всеми 64 битами данных. Обратите внимание, что в выделенной области первый бит в каждом пакете для каждого DQ имеет меньший размах, чем остальные биты в пакете. Это признак того, что ODT не срабатывает вовремя или что присутствует межсимвольная интерференция (ISI). В этом примере сигналы DQ выглядят так, словно им не хватает уровня, чтобы полностью перейти в нижнее положение. Только после двух низкоуровневых тактов в последовательности DQ удастся полностью перейти в нижнее положение. Закрытие глазка частично связано с межсимвольной интерференцией, где либо уровень сигнала, либо оконечная схема DDR4 DRAM не позволяют вовремя понизить сигналы в момент выборки. Чтобы узнать точно и проверить наличие ISI, мы синхронизировали замер с осциллографом. См. рис. 11.

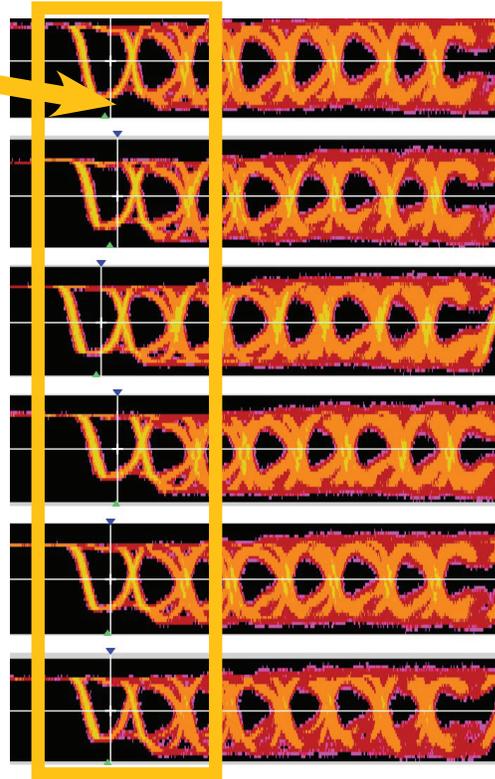


Рис. 10. Захват сигнала DDR4 на скорости более 3,1 Гбит/с через ПО для сканирования глазковых диаграмм в режиме трассировки сигнала. Логический анализатор настроен на сканирование в моменты отсутствия последовательных циклов пакетов.

В этом сканировании было накоплено более 5000 достоверных пакетов считывания на каждый пиксель, который соответствует разрешению 20 пс на 20 мВ. Данное представление логического анализатора очень похоже на экран стробоскопического осциллографа, на который выводится глазковая диаграмма на основе множества достоверных событий. Также на логическом анализаторе Keysight U4154B могут быть сделаны замеры с разрешением 5 пс на 5 мВ с регулировкой числа достоверных событий.

Инструмент ViewScope помогает решать сложные инженерные проблемы, объединяя мощные средства настройки триггеров и анализа протоколов на логическом анализаторе с данными о целостности сигналов, полученными с осциллографа. ViewScope компании Keysight позволяет легко производить согласованные по времени измерения на логических анализаторах и осциллографах Keysight. Захваченные на логическом анализаторе и осциллографе формы сигнала согласуются по времени и объединяются в одном представлении логического анализатора, облегчая просмотр и анализ.

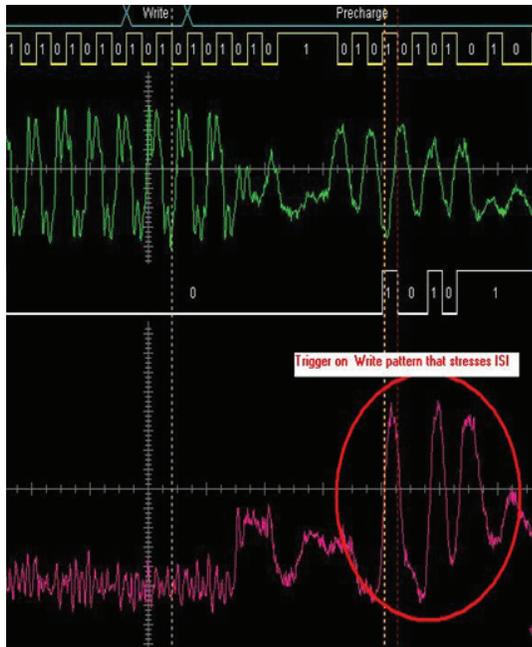


Рис. 11. Через приложение ViewScope мы настроили логический анализатор, чтобы он начинал измерения при появлении определенной последовательности бит, провоцирующей ISI (последовательность — 00101), и захватывал сигналы DQS и DQ через осциллограф.

Примеры применения решений Keysight: чтение глазковых диаграмм (продолжение)

2. Проблема: новая система ведет себя не так, как задумано

Анализ глазковой диаграммы:

- проанализируйте, что делает система, чтобы понять, что не так;
- неправильный сигнальный переход группы блоков 1 памяти DDR4.

Благодаря целостному представлению всех сигналов относительно друг друга в ПО для сканирования глазковых диаграмм, вы можете сразу же определить, есть ли проблемы с сигнальными переходами. На рис. 12 приведена глазковая диаграмма, отсканированная инструментом Eyefinder, на которой видно, что второй переход в глазе происходит в неправильный момент времени относительно СКО (на 0) или других командных сигналов и групп блоков (BG). У него должен быть такой же раскрыв глаза относительно фронта тактового импульса, как у BG 0 и сигнала RAS ниже. Однако каждый раз, когда BG 1 переводится на высокий уровень, посередине глаза происходит его падение, в результате чего мы видим глаз меньше ожидаемого. Также это свидетельствует о том, что память DRAM могла захватить неправильное значение для BG 1, то есть данные могли быть записаны и/или считаны неправильно.

В зависимости от точного места, где DRAM пытается произвести операцию с BG 1, микросхема DRAM может получить неправильное значение для BG 1. Это, в конечном счете, вызывает проблемы с хранением данных. В данной ситуации мы рекомендуем не пользоваться этим банком памяти, а использовать программный метод. Долгосрочное решение подразумевает аппаратное исправление, затрагивающее все адресное пространство.

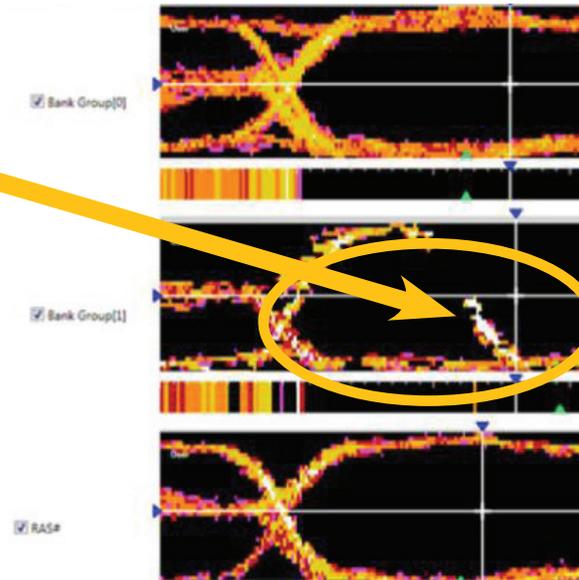


Рис. 12. Сигнальный переход первой группы блоков происходит в неправильный момент относительно фронта тактового импульса, что приводит к записи и считыванию данных из неправильного местоположения на шине. Первым симптомом проблемы стало повреждение данных.

Примеры применения решений Keysight: чтение глазковых диаграмм (продолжение)

3. Проблема: вариация целостности сигналов на разных системах

Анализ глазковой диаграммы:

Сигналы DQS2 имеют меньший размах, чем другие сигналы DQS.

Рассмотрим сигнал DDR4 на скорости выше 3,1 Гбит/с, включающий на этот раз селекторные импульсы. Ранее с данной микросхемой памяти DRAM возникали проблемы со стабильностью работы, и в рассматриваемой системе такая нестабильность может повлечь за собой системный сбой. Сравнив ее с другими моделями DIMM, мы заметили, что сигналы DQS2 на плате DIMM, вызывающей сбой системы на скоростях выше 3 Гбит/с, имеют меньший размах, чем у микросхем DRAM на других платах DIMM (рис. 13). Таким образом, мы получили доказательства того, что в этой плате DIMM присутствуют слабые микросхемы DRAM во втором байтовом тракте. Чтобы понять, как заставить плату DIMM работать на большей скорости, нам необходимо проанализировать схемы управления, окончания и маршрутизации сигналов DQS2.

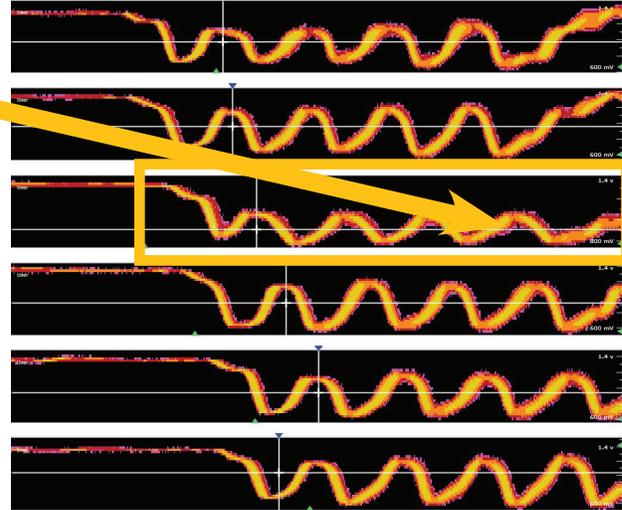


Рис. 13. Сигнал DDR4 на скорости более 3,1 Гбит/с с селекторными импульсами, захваченный логическим анализатором U4154B в режиме трассировки сигнала с ПО для сканирования глазковых диаграмм.

Выбор решения для измерений и приемочных испытаний

Зачастую для адекватной диагностики проблемы в схемном решении требуется как логический анализатор, так и осциллограф. В следующей таблице перечислены преимущества осциллографов и логических анализаторов, которые помогут вам остановиться на оптимальном решении.

Табл. 1. Взаимодополняющие решения: логический анализатор и осциллограф смешанных сигналов

Функции	Логический анализатор	Осциллограф смешанных сигналов
Одновременное отображение цифровых и аналоговых сигналов	<ul style="list-style-type: none"> – Требуется внешний осциллограф, до 4 аналоговых осциллографов через приложение ViewScope 	<ul style="list-style-type: none"> – Комплексное решение с точной корреляцией и синхронизированными замерами – 16 цифровых сигналов ADD/CMD – 4 аналоговых сигнала DQS/DQ
Функциональные испытания	Полная видимость всех сигналов ADD/CMD/DQ/DQS <ul style="list-style-type: none"> – Функциональные испытания на соответствие требованиям стандартов – Проверка соответствия сигналов данных, команд, управления и адресации 	Частичная видимость <ul style="list-style-type: none"> – 16 команд и адресов (в зависимости от числа подключенных цифровых каналов) – Не поддерживаются функциональные испытания на соответствие требованиям
Отображение глазковой диаграммы	<ul style="list-style-type: none"> – Качественный анализ целостности сигналов на уровне шины – Одновременный синхронизированный вывод глазковых диаграмм всех сигналов – Нет измерений по глазковой диаграмме – Нет параметрических измерений на соответствие требованиям 	<ul style="list-style-type: none"> – Количественные измерения – Параметрические испытания на соответствие требованиям – Измерения высоты и ширины глаза

Заключение

Специалисты, разрабатывающие схемы памяти DDR, постоянно озабочены повышением скорости, снижением энергопотребления и габаритов устройств. Выявляя проблемы на начальных стадиях процесса разработки, вы можете быстро вносить необходимые поправки и достигать целей по качеству, функциональной совместимости и времени выхода продукта на рынок. Успех решения зависит от эффективности схемных решений и способности сократить число циклов проектирования, что позволяет контролировать расходы. К счастью, в настоящее время доступно множество инструментов и приборов, которые помогут в достижении намеченных целей.

Разработчикам, стремящимся быстрее освоить навыки измерений и испытаний протоколов нового поколения, настоятельно рекомендуется работать с поставщиками измерительных приборов, которые ведут активную деятельность в комитете JEDEC по стандартизации. Компания Keysight участвует в работе сообщества JEDEC и написании стандартов памяти DDR и LPDDR. Благодаря тесному сотрудничеству и обмену знаниями с Keysight разработчики памяти DDR получают доступ к самым современным и совершенным решениям для испытаний на соответствие требованиям. Это особенно важно для разработчиков, работающих с недавно появившимися технологиями, такими как DDR4 и LPDDR4, спецификации и методики измерений которых все еще не закреплены комитетом JEDEC по стандартизации. Хотя сейчас не проводится никаких официальных мероприятий по DDR, компания Keysight предлагает ряд инструментов, помогающих убедиться, что ваши схемные решения соответствуют требованиям стандартов.

Огромный опыт и знания специалистов Keysight помогает компании разрабатывать передовые решения, которые позволяют проводить качественные цифровые измерения и гарантировать высокую целостность сигнала. Мы понимаем, что разработчики цифровых систем на основе высокоскоростных стандартов сталкиваются с рядом проблем, в числе которых отражения, вносимые потери, обратные потери, допустимый джиттер, временные интервалы и соответствие требованиям стандартов. Компания Keysight, активный член JEDEC, принимающая участие в разработке спецификаций, является единственной компанией-производителем контрольно-измерительного оборудования, которая предлагает программные и аппаратные решения для всех этапов разработки микросхем DDR — от моделирования до отладки, от приемочных испытаний до испытаний на соответствие требованиям стандартов.

Развитие технологий и рост скорости передачи данных привели к сокращению окна достоверных данных, что на порядок усложнило анализ систем. Логический анализатор Keysight U4154B и средства зондирования помогают справиться со сложностями и рисками при разработке благодаря новейшим методикам испытаний и инструментам для высокоскоростных измерений, представленным как в коммерчески доступных, так и в индивидуальных конфигурациях. Логические анализаторы Keysight — это самые высокоскоростные и эффективные приборы из представленных на рынке, предназначенные для проверки схемных решений DDR4 и LPDDR4.

DOWNLOAD YOUR NEXT ↓INSIGHT

Программное обеспечение компании Keysight является воплощением профессионального опыта и знаний ее сотрудников. Мы готовы обеспечить вас инструментами, которые помогут сократить сроки сбора первичных данных и принятия решений на всех этапах — от предварительного моделирования изделия до отгрузки готового продукта заказчику.

- Системы автоматизированного проектирования (САПР)
- радиоэлектронных устройств
- Прикладные программы
- Среды программирования
- Служебные программы

Узнайте больше на странице
www.keysight.com/find/software

Бесплатная 30-дневная ознакомительная лицензия, не ограниченная по функциональности:
www.keysight.com/find/free_trials

Преимущества и поддержка Keysight

Решения Keysight для цифровой техники создаются и поддерживаются нашими экспертами, участвующими в различных международных комитетах по стандартизации. Все они входят в программу Keysight по стандартам цифровых испытаний. Наши эксперты вносят вклад в такие организации, как Joint Electronic Devices Engineering Council (JEDEC), PCI Special Interest Group (PCI-SIG), Video Electronics Standards Association (VESA), Serial ATA International Organization (SATA-IO), USB-Implementers Forum (USB-IF), Mobile Industry Processor Interface (MIPI) Alliance и многие другие. Благодаря работе Keysight с этими группами по стандартизации и участие в их практикумах, семинарах и мероприятиях PlugFest, мы способны выводить на рынок востребованные решения, на которые рассчитывают наши заказчики.

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированная подборка только нужной вам информации.

Трехлетняя гарантия

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.

Планы технической поддержки Keysight

<http://www.keysight.com/find/AssurancePlans>

ЦСМ Keysight предлагает разнообразные планы технической поддержки, которые гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

www.keysight.com/go/quality

Keysight Technologies, Inc.

Сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2015

Система управления качеством

Торговые партнёры Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите лучшее из двух миров: глубокие профессиональные знания в области измерений и широкий ассортимент решений компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.

Сопутствующие решения Keysight

- Модуль логического анализатора Keysight U4154B
www.keysight.com/find/U4154B

Подробнее

Hardware+Software+People = DDR Insights

www.keysight.com/find/ddr

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте www.keysight.com/find/contactus

Северная и Южная Америка

Канада	(877) 894 4414
Бразилия	55 11 3351 7010
Мексика	001 800 254 2440
США	(800) 829 4444

Страны Азиатско-Тихоокеанского региона

Австралия	1 800 629 485
Китай	800 810 0189
Гонконг	800 938 693
Индия	1 800 11 2626
Япония	0120 (421) 345
Корея	080 769 0800
Малайзия	1 800 888 848
Сингапур	1 800 375 8100
Тайвань	0800 047 866
Другие страны Азиатско-Тихоокеанского региона	(65) 6375 8100

Европа и Ближний Восток

Австрия	0800 001122
Бельгия	0800 58580
Финляндия	0800 523252
Франция	0805 980333
Германия	0800 6270999
Ирландия	1800 832700
Израиль	1 809 343051
Италия	800 599100
Люксембург	+32 800 58580
Нидерланды	0800 0233200
Россия	8800 5009286
Испания	800 000154
Швеция	0200 882255
Швейцария	0800 805353
	доб. 1 (Германия)
	доб. 2 (Франция)
	доб. 3 (Италия)
Великобритания	0800 0260637

Контактная информация для стран, не вошедших в список, приведена на странице www.keysight.com/find/contactus (BP-09-23-14)