

DDR3/DDR4システムデザインでの 効率的なアイダイアグラム・テスト

コンプライアンステストは、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ (DRAM) 信号のタイミング、スループット、電圧レベルなどのパラメータがJEDEC仕様に適合していることを確認する上で不可欠です。システムの検証とデバッグでは、アイダイアグラム測定は、デジタル設計のシグナルインテグリティを効率的に解析するための最も重要なツールです。DDRには固有の性質があるため、DDRデータベースで意味のあるアイダイアグラムを取得するには、強力なリード／ライト分離を備えた専用ソリューションが必要です。



DDR4システムテスト：リード／ライト分離とDQデータアイ

ただし、データベースによってメモリコントローラーとメモリデバイス間の双方向のデータ転送が容易になるため、データアイを構築するには、強力なリード／ライト分離とデータバースト内での連続ビットの重ね合わせが必要です。

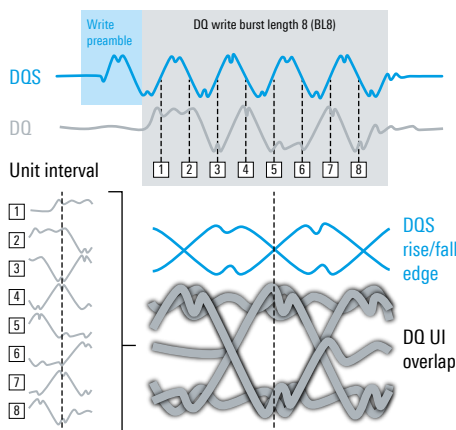
ローデ・シュワルツのソリューション

R&S®RTx-K91 (DDR3、DDR3L、LPDDR3) およびR&S®RTx-K93 (DDR4、LPDDR4) シグナルインテグリティおよびコンプライアンステスト・ソフトウェア・オプションは、リード／ライトバーストを効率的に分離し、DDRのデータアイを測定するための追加機能を含む、包括的で自動化されたDDRおよびLPDDRコンプライアンステストを備えています。

課題

DDRインターフェースで信号品質をテストする場合、システムの潜在的なシグナルインテグリティ問題を明らかにしてトラブルシューティングするには、データ、コマンド／アドレス、制御信号でのアイダイアグラム測定が役立ちます。アイダイアグラム機能を利用すると、DDRインターフェースの性能をすばやく判定できるため、アイダイアグラム機能は多くのSIエンジニアの間で広く利用されています。コンプライアンステストは、DDR信号グループの信号特性をJEDEC仕様に従って検証しますが、シグナルインテグリティ問題を効率的に解析してデバッグするには柔軟性に欠けます。この場合の最適なツールは、アイダイアグラム測定です。単方向性コマンド／アドレスおよび制御信号グループの場合、リード／ライト分離は必要ありません。

DQアイダイアグラムでのバースト長内でのUIの重ね合わせ



DQS信号とDQ信号の位相調整



Read cycle
DQS edge-aligned to DQ



Write cycle
DQS center-aligned to DQ

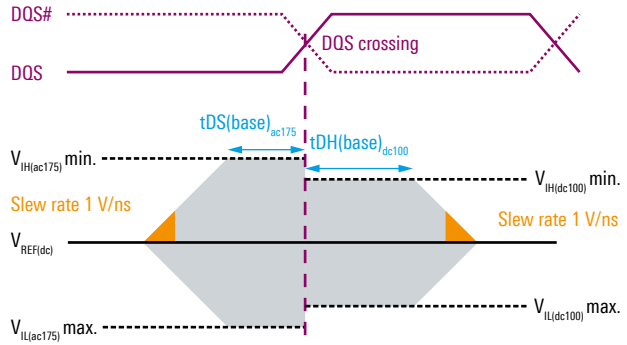
DDRのデータアイ:リード／ライトバーストの分離

R&S®RTx-K91およびR&S®RTx-K93 オプションには、取得した波形内のすべてのリード／ライトサイクルを識別するのに役立つデコード機能が付属しています。

このデコード機能は、リード・データバーストとライト・データバーストを識別して分離し、測定されているデータバス上のDQ信号とDQS信号の位相調整と信号レベルを解析します。DQデータアイをDQSストロブ信号に同期させます。DDR3およびDDR4のリード／ライト・データバーストには、アイダイアグラムから除外する必要があるプリアンプも含まれています。R&S®RTx-K91およびR&S®RTx-K93オプションは、データバーストの前のプリアンプをインテリジェントに検出して除去することで、テストに適したアイダイアグラムを作成します。

リード／ライトバーストの分離とデコードが、追加の制御信号を調べることなく、DQとDQSの位相の関係性としきい値ヒステリシスのみに基づいて行われます。ユーザーは持続時間の長いDQバーストを捕捉し、テスト用にライトのみ／リードのみのアイダイアグラムを作成できます。アイダイアグラムの作成が済んだら、マスクテスト、ヒストグラム、自動アイ測定などの解析ツールを利用することができます。

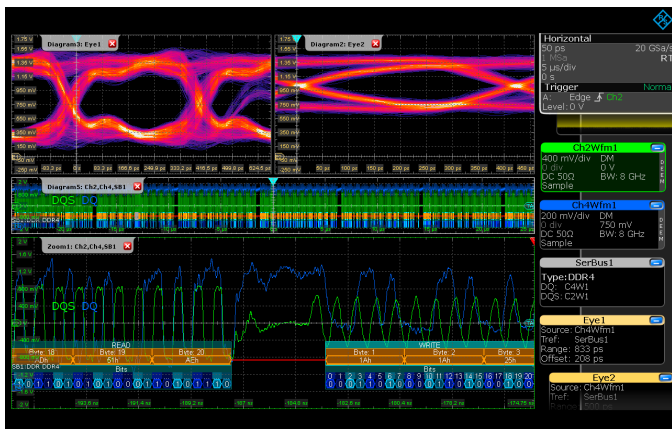
DDR3でのアイマスクの定義の例



DDR3およびDDR4でのアイマスク

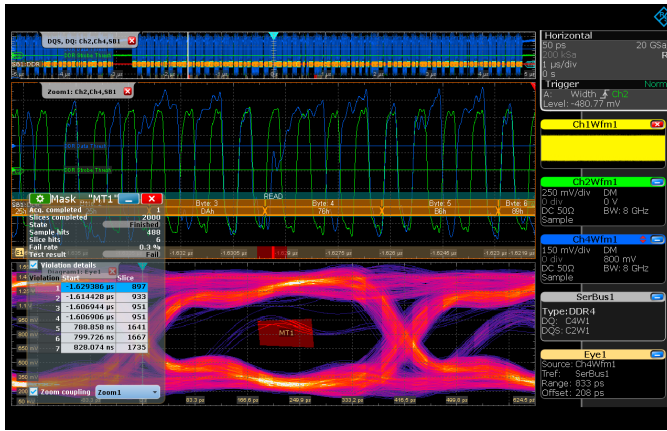
アイダイアグラムは、すべてのDDR仕様に含まれているわけではありませんが、DDR3およびDDR4システムデザインでのインタフェースの検証とデバッグに最適なツールです。DDR4ではDQデータ信号に対応したアイマスクのパラメータが規定されていますが、DDR3ではDQデータアイ用のマスクが指定されていません。ただし、DDR3のアイマスクは、データセットアップ(tDS)とホールドタイム(tDH)を使用して目の幅を定義する、JEDEC仕様から導出できます。垂直方向のアイの開きは、スルーレートと電圧レベル(V_{IH} と V_{IL})によって定義されます。このマスク構築手法は、DDR3システムデザインでも、データバス上のシグナルインテグリティをテストする際に効率的に使用できます。DDR3仕様では、信号のタイミング要件とレベル要件は、実際の信号のスルーレートと選択した基準レベルとデータレートに依存します。したがって、ユーザーは、デバイスの特性に応じてデータマスクを構成する必要があります。

R&S®RTP-K93: リードおよびライト・データバーストの分離とデコード

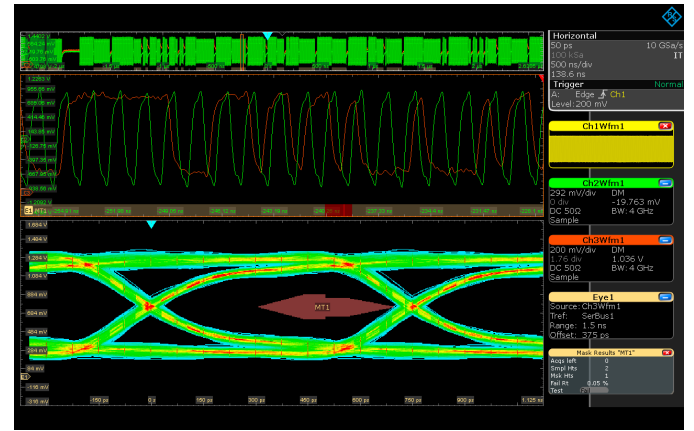


R&S®RTP-K93: チップセレクト信号 (CS) のDDR4アイダイアグラム





R&S®RTP-K93:DDR4 DQデータアイおよびマスクテスト、違反領域の表示機能付き(リードサイクルの例)



R&S®RTP-K91:DDR3 DQデータアイおよびマスクテスト、違反領域の表示機能付き(ライトサイクルの例)

R&S®RTPおよびR&S®RTO オシロスコープの標準的なマスクテスト機能は、R&S®RTx-K91およびR&S®RTx-K93のDDRデータ・アイダイアグラム・ツールと連携して動作します。ユーザーは必要なマスクプロファイルを定義し保存して、後でテストを行う際に使用することができます。マスクの違反は波形上に表示され(アイストライプ機能)、UIシーケンスに基づいて表形式にすることができます。ユーザーは個々のマスク違反をズームし、シグナルインテグリティの問題を詳細に解析してデバッグできます。

DDRのその他のアイダイアグラム

双方向データバスとは対照的に、コマンド／アドレスおよび制御信号は単方向であり、リード／ライト分離を必要としません。これらの信号は、クロック信号CKに同期されています。アイマスクとマスクテストは、データバスの場合と同じ方法で構成できます。

まとめ

DDR3およびDDR4メモリ・インタフェーステストでは、コンプライアンステストでJEDEC規格に対する相互運用性を評価することができます。SI問題をデバッグする場合、解析作業を容易にするために、リード／ライト検出、アイダイアグラム、マスクテストなどの機能とツールが必要です。R&S®RTx-K91およびR&S®RTx-K93オプションは、コンプライアンステストと、DDR3およびDDR4システムデザインを検証／デバッグ用に、強力なツールボックスを提供します。

代表的な構成

品名	型番	オーダー番号	数量
R&S®RTP向け構成 (DDR3/DDR4)			
高性能オシロスコープ、8 GHz、4チャンネル	R&S®RTP084	1320.5007.08	1
DDR3/DDR3L/LPDDR3 シグナルインテグリティ・デバッグおよびコンプライアンステスト・ソフトウェア	R&S®RTP-K91	1337.8840.02	1
DDR4/LPDDR4 シグナルインテグリティ・デバッグおよびコンプライアンステスト・ソフトウェア	R&S®RTP-K93	1801.3671.02	1
9 GHzモジュラープローブ、マルチモード (差動、シングルエンド、コモンモード)	R&S®RT-ZM90	1419.3205.02	4
16 GHzフレックスコネクはんだ付けプローブチップ・モジュール	R&S®RT-ZMA14	1338.1010.02	4
R&S®RTO向け構成 (DDR3)			
オシロスコープ、4 GHz、4チャンネル	R&S®RTO2044	1329.7002.44	1
DDR3/DDR3L/LPDDR3 シグナルインテグリティ・デバッグおよびコンプライアンステスト・ソフトウェア	R&S®RTO-K91	1337.8891.02	1
6 GHzモジュラープローブ、マルチモード (差動、シングルエンド、コモンモード)	R&S®RT-ZM60	1419.3105.02	4
16 GHzフレックスコネクはんだ付けプローブチップ・モジュール	R&S®RT-ZMA14	1338.1010.02	4

高付加価値のサービス

- ▶ 世界に広がるサービス網
- ▶ 各地域に即した独自性
- ▶ 個別の要望に応える柔軟性
- ▶ 妥協のない品質
- ▶ 長期信頼性

ローデ・シュワルツ

Rohde & Schwarz グループは、次の各ビジネス・フィールドにおいて革新的なソリューションを提供し続けています：電子計測器、放送機器、セキュリティ通信、サイバーセキュリティ、そしてモニタリング & ネットワーク・テスト。創業80年を超えるドイツ・ミュンヘンに本社を構えるプライベート・カンパニーで、世界70カ国以上に拠点をもち、大規模な販売・サービスネットワークを展開している会社です。

永続性のある製品設計

- ▶ 環境適合性と環境負荷の低減
- ▶ 高エネルギー効率と低排出ガス
- ▶ 長寿命かつ所有コストの最適化

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
www.rohde-schwarz.com/jp

お客様窓口：

- ▶ ご購入に関するお問い合わせ
TEL : ☎ 0120-190-721 | FAX : 03-5925-1285
E-mail : sales.japan@rohde-schwarz.com
- ▶ 技術ホットライン
TEL : ☎ 0120-190-722
E-mail : TAC.rsjp@rohde-schwarz.com
- ▶ 修理・校正・サービスに関するお問い合わせ
TEL : ☎ 0120-138-065
E-mail : service.rsjp@rohde-schwarz.com

電話受付時間 9:00 ~ 18:00
(土・日・祝・弊社休業日を除く)

R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。
PD 3608.6590.96 | Version 01.00 | 10月 2020 (ch)
DDR3/DDR4システムデザインでの効率的なアイダイアグラム・テスト
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。
おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。
あらかじめご了承ください。
© 2020 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany