

Application Note

DS90LV047-48EVM を使用した DisplayPort AUX チャンネルのキャプチャ

Harry Shin

概要

DisplayPort インターフェイスには、DisplayPort ソースと DisplayPort シンクとの間で双方向通信を行うための補助 (AUX) チャンネルがあります。AUX チャンネルは、チャンネル構成を最適化するために DP リンクトレーニングに使用されます。このアプリケーションノートでは、リンクトレーニング中に DisplayPort AUX チャンネルを監視する方法を紹介します。これにより、ディスクリット AUX トランザクションを抽出することで、DisplayPort シンクとソースの間のリンクトレーニングシーケンスと動作について理解することができます。

目次

1 はじめに.....	2
2 DisplayPort リンクトレーニング シーケンス.....	3
3 AUX トランザクション構文.....	5
3.1 AUX トランザクションの要求コマンドの定義.....	5
3.2 AUX トランザクションの応答コマンドの定義.....	5
4 DS90LV047-48AEVM の概要.....	6
5 DS90LV047-48AEVM およびロジック アナライザを使用した AUX CH の測定構成.....	7
6 まとめ.....	9
7 参考資料.....	10

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

DisplayPort 補助 (AUX) チャンネルは、図 1-1 に示すように、1 つの差動ペアで構成される半二重双方向チャンネルです。このチャンネルは、約 1Mbps、または FAUX として 675Mbps をサポートします。

DisplayPort 上流デバイスは、AUX+ ラインを GND に弱くプルダウンし、AC カップリング コンデンサとデバイス コネクタの間の 10KΩ から 105KΩ までの範囲の抵抗を使用して AUX- ラインを DP_PWR に弱くプルアップします。これにより、接続時に DisplayPort 上流デバイスが下流デバイスを検出できるようになります。両方のデバイスが接続されると、AUX+ ラインの DC 電圧が LOW レベルになります。この信号は、DisplayPort の下流デバイスが接続されていることを、DisplayPort 上流デバイスが検出したことを示します。

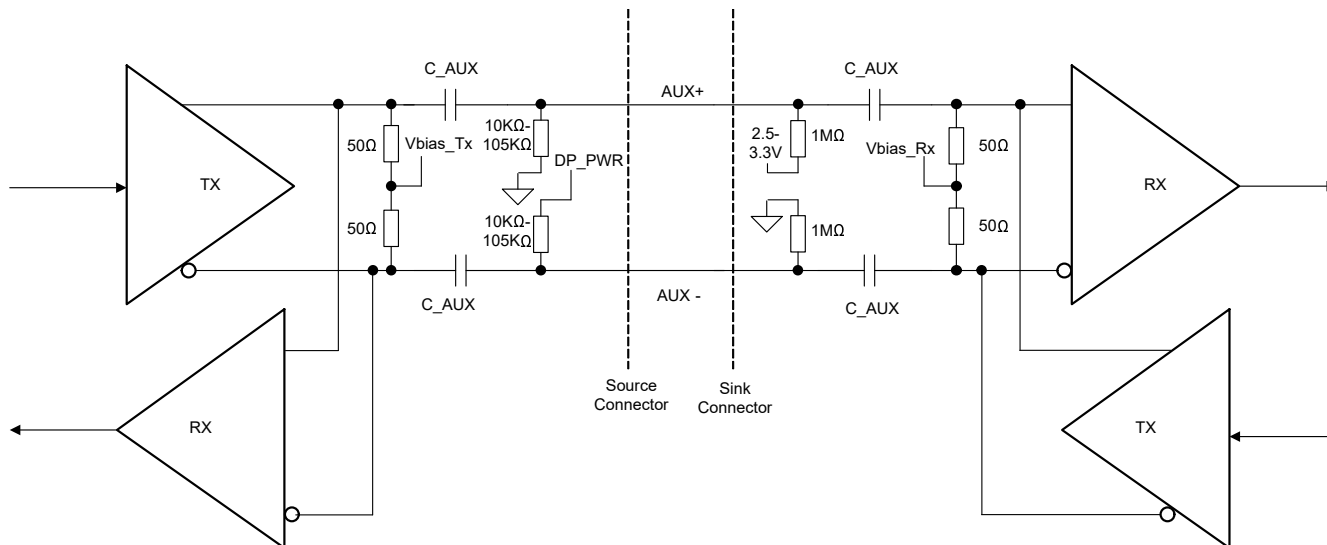


図 1-1. AUX チャンネル差動ペア

AUX チャンネルの仕様は、1Mbps でのマンチェスター II コードトランザクションをサポートしています。図 1-2 は、マンチェスターコード化の一例です。

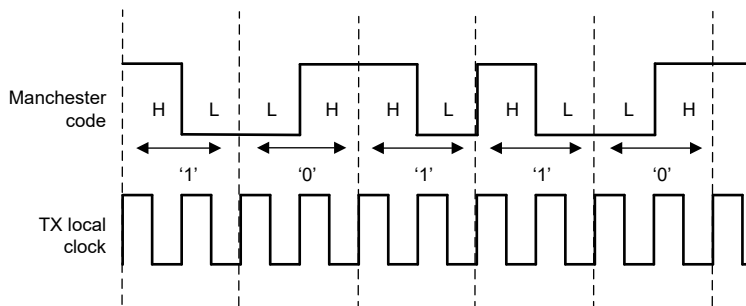


図 1-2. マンチェスター II コード化

2 DisplayPort リンクトレーニング シーケンス

DP リンクトレーニング シーケンスは、クロック リカバリ、チャネル イコライゼーション、シンボル ロック段で構成されます。これらのシーケンスのステータスは、表 2-1 に示すように、シンク デバイスの DPCD (Display Port Configuration Data) (アドレス 0x00202h/0x00203h) で通知されます。

表 2-1. リンクトレーニング シーケンスの DPCD アドレス

	0x00202	0x00203
bit7	予約済み、0 を読み出す。	予約済み、0 を読み出す。
bit6	LANE1_SYMBOL_LOCKED	LANE3_SYMBOL_LOCKED
bit5	LANE1_CHANNEL_EQ_DONE	LANE3_CHANNEL_EQ_DONE
bit4	LANE1_CR_DONE	LANE3_CR_DONE
bit3	予約済み、0 を読み出す。	予約済み、0 を読み出す。
bit2	LANE0_SYMBOL_LOCKED	LANE2_SYMBOL_LOCKED
bit1	LANE0_CHANNEL_EQ_DONE	LANE2_CHANNEL_EQ_DONE
bit0	LANE0_CR_DONE	LANE2_CR_DONE

リンクトレーニング プロセスの一部として、ソース デバイスはシンク デバイスの DPCD (Display Port Configuration Data) にアクセスして、DP バージョン、サポートされる最大リンクレート、レーン数など、シンク デバイスの能力に関する情報を取得します。全体として、上流デバイスと下流デバイス間のリンクトレーニング ステータスまたは設定は、DisplayPort AUX チャネルによって実行されます。これは、DisplayPort の仕様によって異なる場合があることに注意してください。

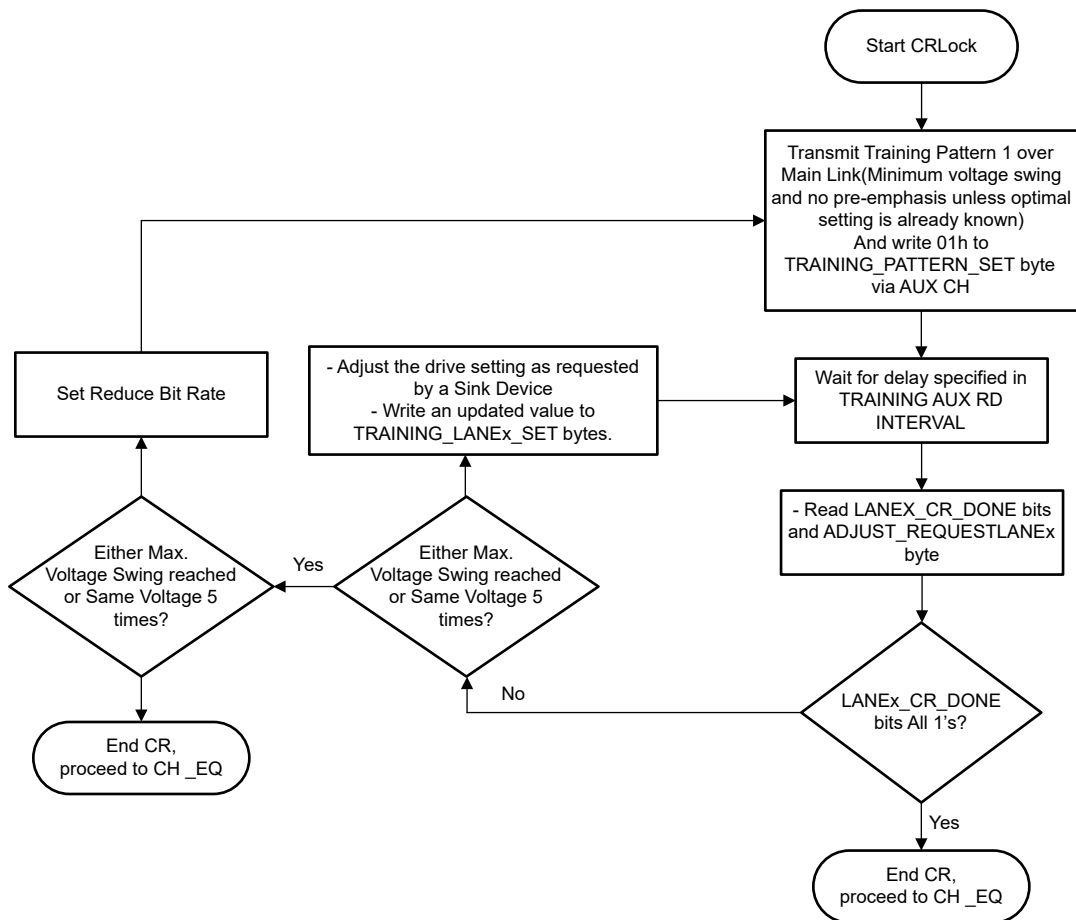


図 2-1. リンクトレーニングのクロック リカバリ シーケンス

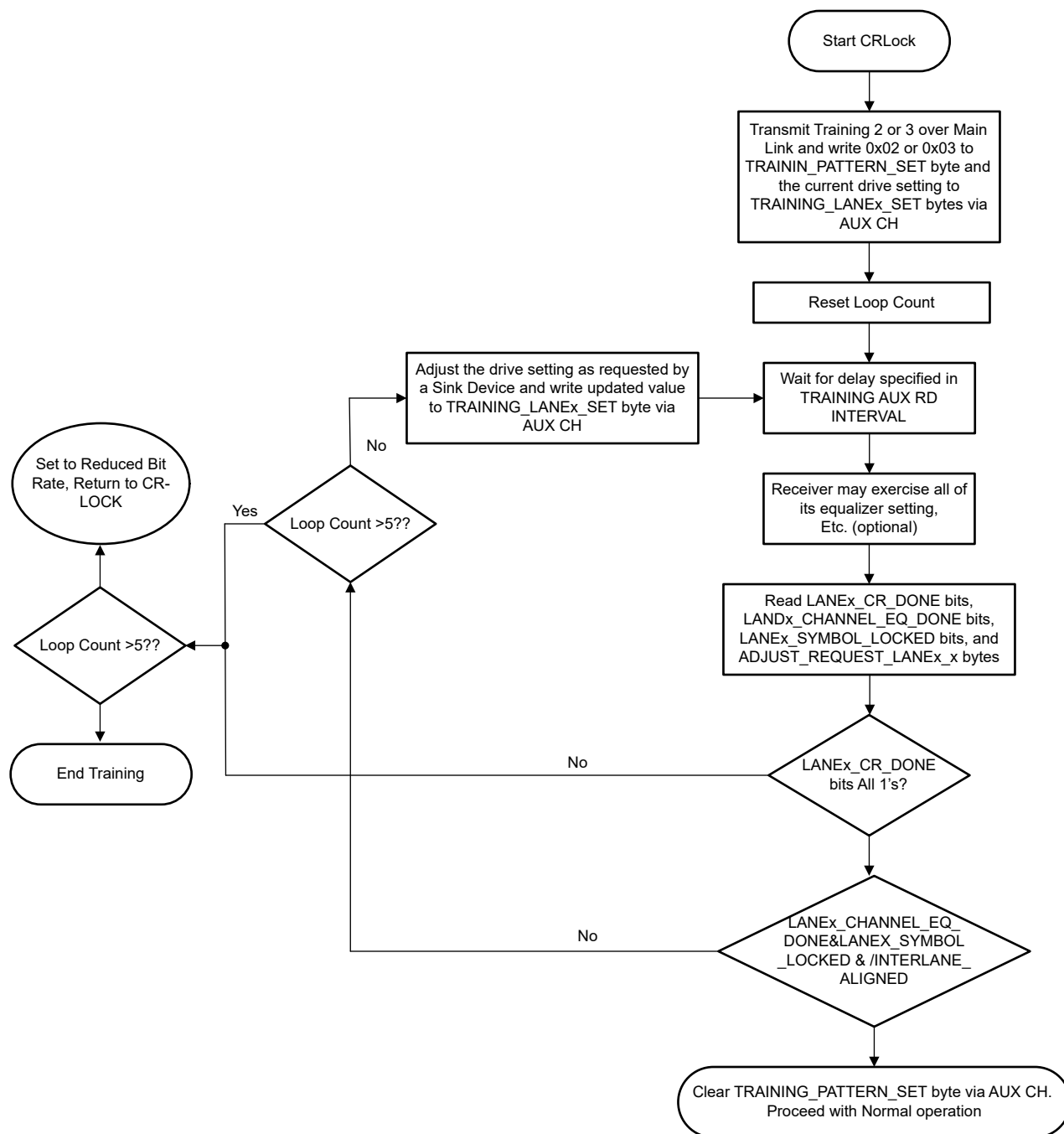


図 2-2. リンクトレーニングのチャネル イコライゼーション シーケンス

3 AUX トランザクション構文

マンチェスター形式の AUX トランザクションの構文では、1Mbps のレートが使用されます。トランザクションには、次の 2 種類があります。

1. ネイティブ AUX トランザクション。
2. AUX トランザクション経由の I2C。

AUX トランザクションは、要求者と返答者を同期するためのプリアンブル **SYNC** で開始する必要があり、**STOP** 状態で終了する必要があります。AUX トランザクションは、コマンド、アドレス、データで構成されます。

3.1 AUX トランザクションの要求コマンドの定義

ビット 3 = ネイティブ AUX、または I2C オーバー AUX。

1b'1 = DisplayPort トランザクション。

1b'0 = I2C トランザクション。

- ビット 3 = 1 (ネイティブ AUX トランザクション) の場合。
- ビット 2:0 = 要求タイプ。
 - 000 = 書き込み
 - 001 = 読み取り
- ビット 3 = 0 (I2C オーバー AUX トランザクション) の場合。
- ビット 2 = MOT (トランザクションの中間) ビット。
- ビット [1:0] ダミー = I2C_Command。
- 00 = 書き込み。
- 01 = 読み取り。
- 10 = Write_Status_Update_Request。
- 11 = 予約済み。

3.2 AUX トランザクションの応答コマンドの定義

ビット 1:0 = ネイティブ AUX 応答フィールド。

- 00 = AUX_ACK。
- 01 = AUX_NACK。
- 10 = AUX_DEFER。
- 11 = 予約済み。

ビット 3:2 = I2C オーバー AUX 応答フィールド。

- 00 = I2C_ACK。
- 01 = I2C_NACK。
- 10 = I2C_DEFER。

11 = 予約済み

4 DS90LV047-48AEVM の概要

DS90LV048 デバイスは、最大 200MHz 帯域幅をサポートする差動ライン レシーバです。このデバイスは、AUX 差動信号をシングル エンド信号に変換して、トランザクションを簡単にキャプチャできるようにするのに役立ちます。図 4-1 に、DS90LV047-48AEVM を示します。

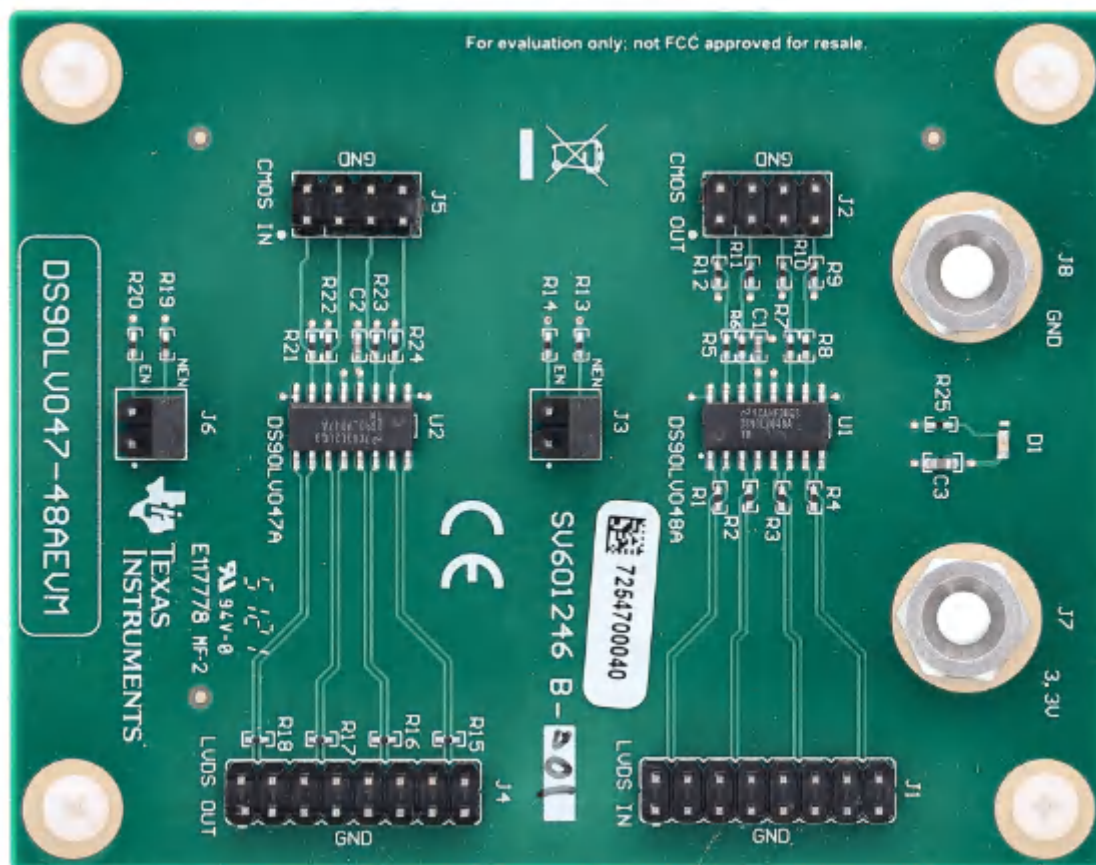


図 4-1. DS90LV047-48AEVM

5 DS90LV047-48AEVM およびロジックアナライザを使用した AUX CH の測定構成

図 5-1 に、AUX トランザクションを測定するためのハードウェア構成を示します。この構成には、DS90LV048A-EVM と、波形をキャプチャするためのロジックアナライザが含まれています。

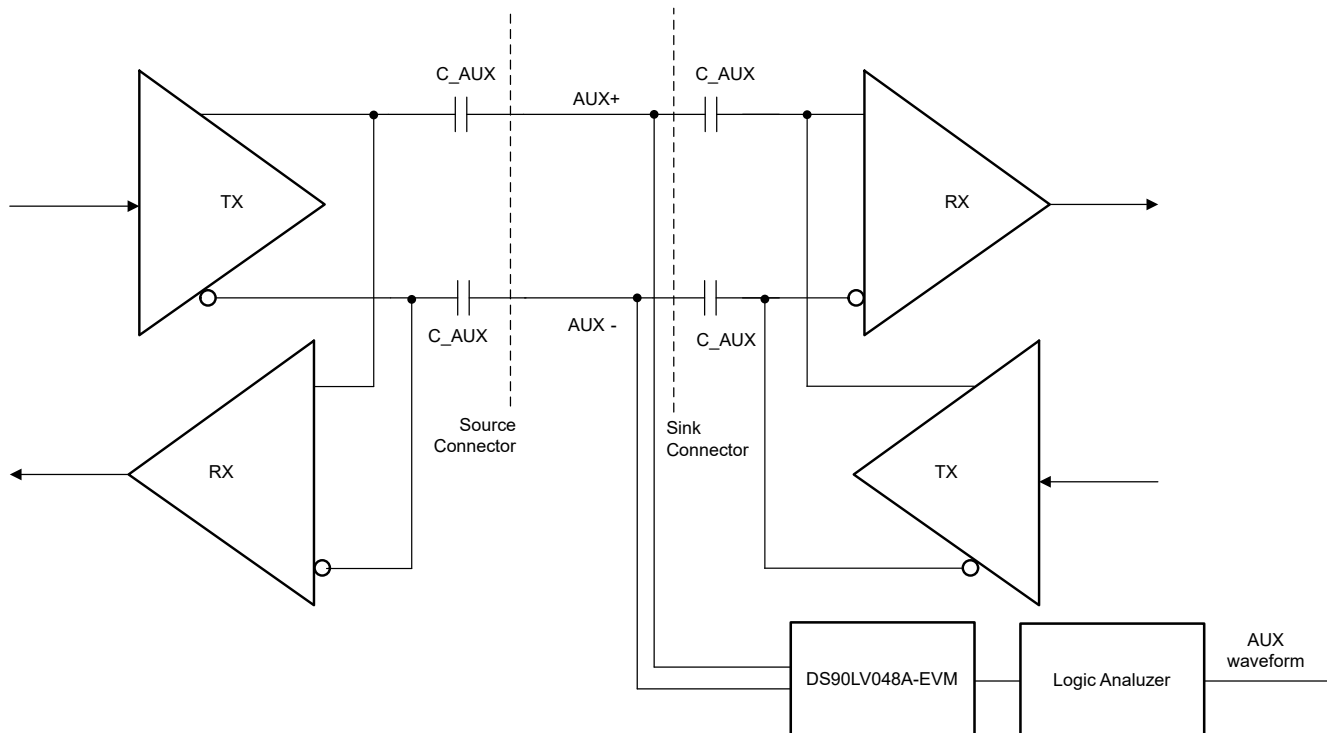


図 5-1. DS90LV048A-EVM を使用した AUX トランザクションの測定図

オシロスコープを使用して測定した波形を、図 5-2 に示します。オシロスコープは長時間の測定ができず、波形を正確にキャプチャすることも困難です。

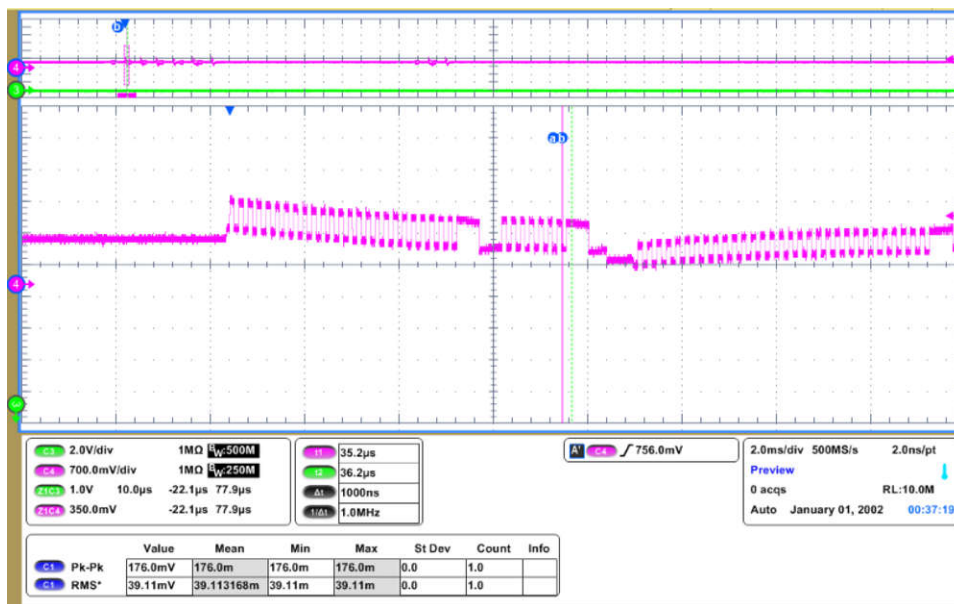


図 5-2. オシロスコープによる AUX 波形

Timing diagram showing a 100 ns simulation window. The signal starts at 0V, transitions to 1V at 60 ns, and returns to 0V at 90 ns. A 'Preamble' label with a double-headed arrow spans from 60 ns to 90 ns. Below the signal, a binary sequence '1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0' is shown, aligned with the signal's high state.

図 5-4 に、波形上で AUX トランザクションを解釈して表示するためのプラグイン拡張機能を備えたロジックアナライザ キャプチャを示します。これは、DisplayPort ソースおよびシンクの動作と AUX トランザクション、特にリンクトレーニングの期間について迅速に理解するのに役立ちます。

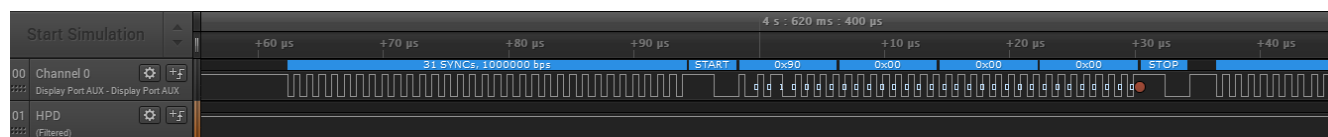


図 5-4. 拡張機能付きのロジックアナライザによる AUX 波形

6 まとめ

DisplayPort の補助チャネルは、OLDI や HDMI など、他のディスプレイ インターフェイスとは区別されます。それは、DisplayPort ソースデバイスとシンク デバイス間の双方向通信をサポートしているからです。これは、最適化されたリンク レート、電圧スイングまたはプリエンファシス レベルでの DP リンクトレーニング条件に多くの利点をもたらします。ただし、不適切なマッチングまたは実装時に、システムの TX と RX 全体で AUX チャネルに問題が発生する可能性もあります。このアプリケーション ノートでは、デバッグの目的で DisplayPort リンクトレーニング AUX トランザクションを検証するためのアプローチを紹介します。

7 参考資料

- VESA [DisplayPort](#) について - VESA -- ディスプレイ業界向けインターフェース規格。
- テキサス インストルメンツ、[DS90LV047-48AEVM](#) 評価ボードユーザー ガイド。
- Saleae ロジック アナライザ [Saleae](#) ロジック アナライザ。
- GitHub、[GitHub - Alex-the-Smart/DPAUXAnalyzer:Saleae Logic 用ディスプレイ ポート AUX アナライザ](#)。
- Tektronix、[DPO7000](#)、オシロスコープ。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月