

車載向け CXPI トランシーバ BD41000AFJ-C/BD41001FJ-C/BD41003FJ-C

Frequently Asked Question(よくあるご質問)

このアプリケーションノートでは、CXPI トランシーバ(BD41000AFJ-C/BD41001FJ-C/BD41003FJ-C)を ECU に組み込む際に、よくあるご質問について説明します。記載している内容はあくまで一般的な説明内容になります。このアプリケーションノートを参考に CXPI トランシーバを ECU に組み込まれた後、ECU が要求事項を十分満足していることをしっかりとご確認ください。このアプリケーションノートでは主に外付け部品に求められる仕様と、マイクロコントローラ側のソフトウェアに求められる仕様について説明しています。ご使用に際しては、別途 BD41000AFJ-C/BD41001FJ-C/BD41003FJ-C の最新の Datasheet も必ずご確認ください。以後、BD41000AFJ-C/BD41001FJ-C/BD41003FJ-C で共通する内容に関しては、BD41000AFJ-C で記載します。

Q1. BUS 端子の推奨外付け回路、品番は？

OEM から指定がある外付け部品については、その指定に従ってください。指定が無い場合は、一般的には EMC 性能を考慮する必要があります。Figure 1 に回路構成例を示します。

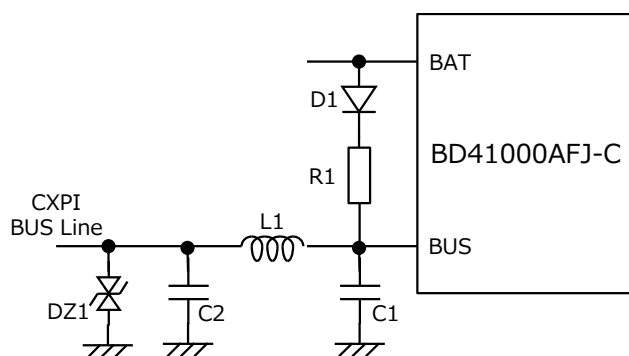


Figure 1. BUS 端子の外付け回路例

D1、R1 はマスタ使用時のみ必要です。C1、C2 は EMC 性能を満足できるのであれば、どちらか一方のみでも問題ありません。各部品の目的と、CXPI 規格や、BD41000AFJ-C の特性から各部品に求められる最低限の特性値と、品番(参考)を Table 1 に示します。

Table 1. 各部品の用途、最低限の特性値、品番(参考)

部品	目的	最低限の要求特性	品番(参考)
D1	逆流防止	$V_Z = 0.4V \sim 1.0V$	RR268MM-600TF (ローム製)
R1	Pullup 抵抗	$0.9k\Omega \sim 1.1k\Omega$	-
C1, C2	EMI 対策、 EMS 対策	～合計 250pF (スレーブ使用時のみの制約)	-
L1	EMI 対策	-	BLM21AG601S (村田製作所製)
DZ1	ESD 対策	$V_Z = \pm 18V \sim \pm 24V$	UDZVFH18B(ローム製)

DZ1 のクランプ電圧が低い場合に、EMS 性能が悪くなる場合がありますので、ご注意ください。C1、C2 については CXPI システム全体としての容量制約もありますので、OEM にもご確認のうえ、定数をご決定ください。

Q2. MS 端子の外付け抵抗値の制約は？

MS 端子は Figure 2 のようにマスタ使用時は "H" に、スレーブ使用時は "L" に設定する必要があります。MS 端子の閾値電圧は Datasheet に記載しているとおりです。

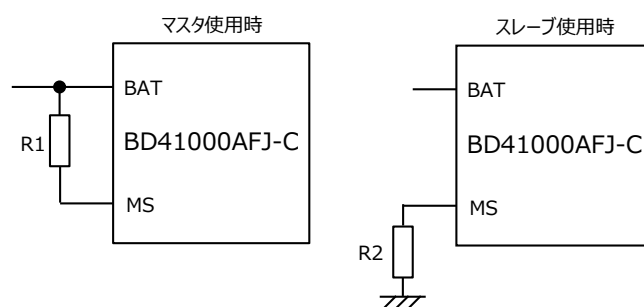


Figure 2. MS 端子の外付け回路例

MS 端子に R1、R2 を挿入する目的は次の 2 つです。

1. 隣接ショート(BAT、MS ショート)時のフェールセーフ対策
(スレーブ使用時に隣接ショートに対するリスクが発生します)

2. EMS 対策

上記 1、2 に対して問題が無い抵抗値であれば、特に R1、R2 の抵抗値に制約はありません。ECU 評価で問題ない定数をご選択ください。

バッテリー寿命に影響を与えるパワーオフモード時回路電流(暗電流)は、R1、R2 の値に依らず、スレーブ使用時にも Datasheet に記載している値($3\mu A$ (typ.))になります。

Q3. RXD 端子の外付け抵抗値の制約は？

RXD 端子はオープンドレイン出力なので、Figure 3 のように MCU インタフェース電源に Pullup する必要があります。

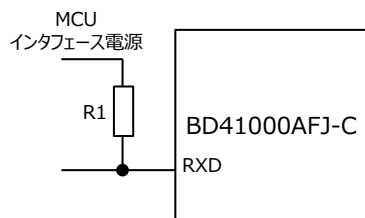


Figure 3. RXD 端子の外付け回路例

R1 抵抗値については、次の 1、2 を考慮して定数をご選択ください。

1. EM(エレクトロマイグレーション)許容電流を超えないように、下記式で求まる抵抗値以上に設定してください。

$$R1 \text{ 抵抗値}(\Omega) > \text{MCU インタフェース電源}(V) / 4(\text{mA})$$

2. 基板容量、ピン容量などを考慮し、通信ボーレートに対して十分マージンをもった立ち上がりスルーレートとなるような抵抗値以下に設定してください。

Q4. BAT 端子の外付け容量値の制約は？

EMC 性能に問題が無ければ、特に制約はありませんが、100nF 以上の容量を付けてご使用されることを強く推奨致します。

Q5. 調停機能でマイコン側に求められる処理は？

調停機能は、マイコン側とトランシーバ側で次のような機能分担により実現します。

マイコン側：UART フレーム間でのバイト単位の調停

トランシーバ側：UART フレーム内でのビット単位の調停

BD41000AFJ-C の Datasheet に記載しているとおり、トランシーバでは送受信遅延が発生します。調停機能を正しく実装するために、マイコン側では次の 2 つの機能を必ず実装してください。

1. 送信前に UART 受信中かどうか確認する。
2. 送信後に受信データとの一致性を確認する。

フレーム送信時のマイコン側での基本的なフローチャート例を Figure 4 に示します。

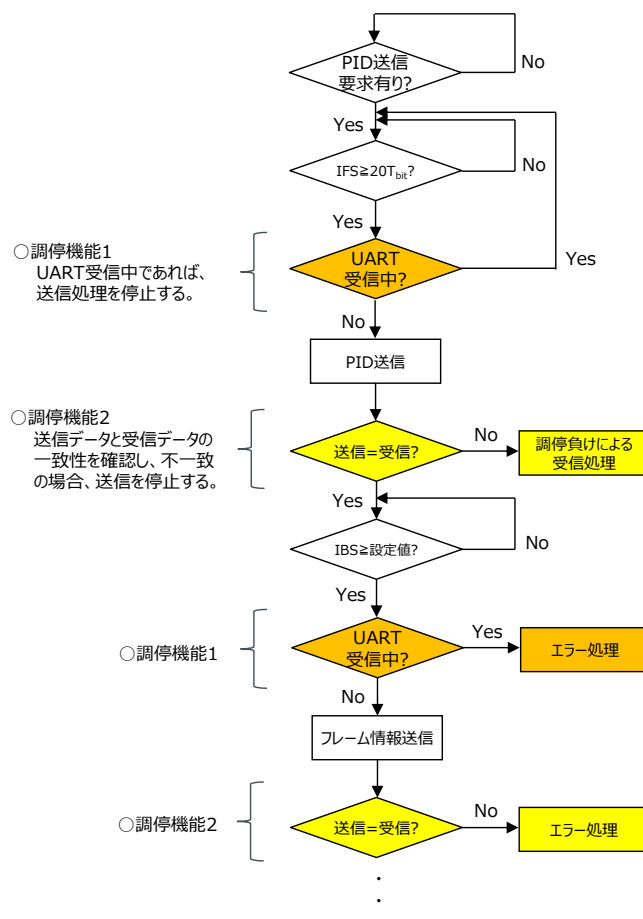


Figure 4. フレーム送信時のマイコン側のフローチャート例

UART 受信中かどうかを確認する方法は次の 2 通りが考えられます。

1. マイコンの UART ペリフェラルのステータス機能を使用する。
2. マイコンの汎用 IO 割り込み機能を使用する。

ご使用になるマイコンに合わせて、どちらの方法を選択されるかご検討ください。2 の方法を使用される場合は、ノイズへの懸念も考慮して、ECU が要求事項を十分満足していることをご確認ください。

Q6. Wakeup 検出機能でマイコン側に

求められる処理は？

Wakeup 検出機能は、マイコン側とトランシーバ側で次のような機能分担により実現します。

- マスタ使用時

マイコン側：無し。

トランシーバ側：Wakeup パルス検出を判定する。

○ スレープ使用時

マイコン側：2 回目のドミナントを判定する。

1 回目のドミナントが無効になったことを判定する。

トランシーバ側：1 回目のドミナントを判定する。

2 回目以降のドミナント検出を通知する。

BD41000AFJ-C の Datasheet に記載しているとおり、トランシーバは Wakeup パルスとして有効な幅のドミナントレベルを検出すると、ドミナントからレセプティブへ変化する立ち上がり時に、RXD 出力信号をトグルさせます。スレープ使用時に、Wakeup 検出機能を正しく実装するための基本的なフローチャート例を Figure 5 に、BUS 波形、RXD 出力信号に対するマイコン側の状態遷移例を Figure 6、Figure 7 に示します。

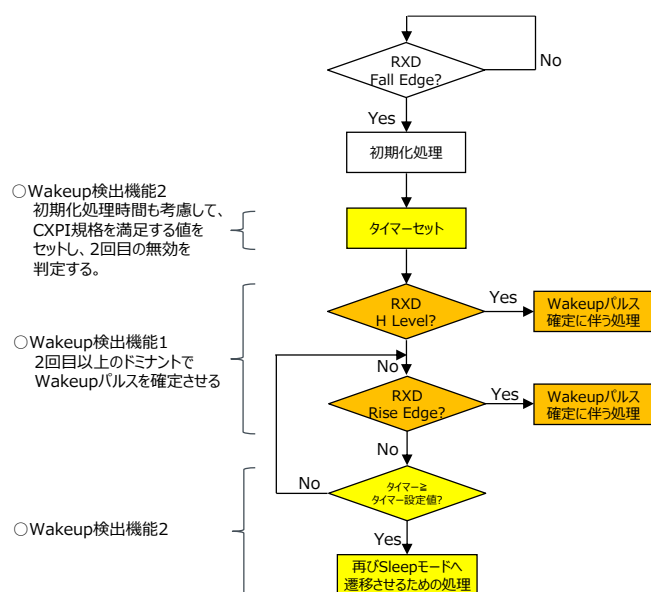


Figure 5. スレープ使用時のマイコン側の Wakeup 検出
フローチャート例

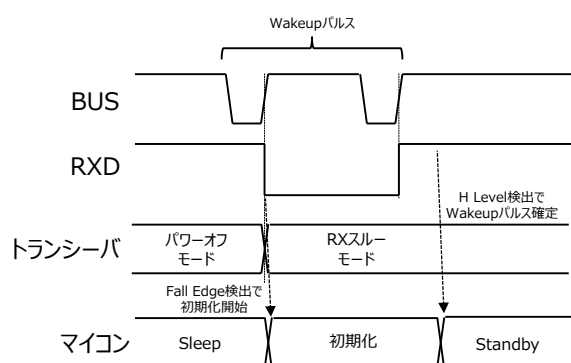


Figure 6. 初期化完了が 2 回目のドミナント後になる場合の
状態遷移例

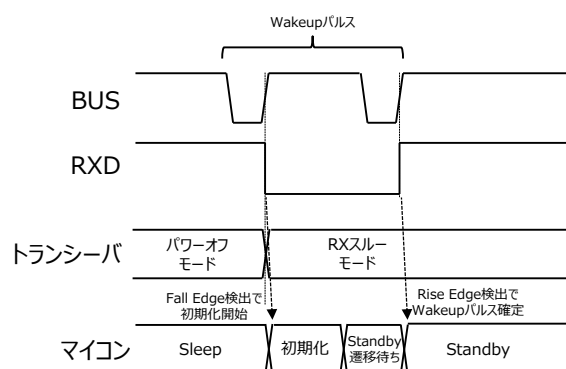


Figure 7. 初期化完了が 2 回目のドミナント前になる場合の
状態遷移例

マスタからの BUS クロックを起因に Wakeup する場合は、マイコンの初期化時間によっては、Wakeup 確定タイミグを超えて、3 回目以降のドミナントを検出したタイミングで Wakeup することになります。この場合、奇数回目のドミナント受信直後にマイコンの初期化が完了した場合は、RXD が「L」であるため Wakeup 可能と判断できません。しかし、次の偶数回目のドミナントによる RXD の Rise Edge を検出することで、Wakeup 可能と判断できることになります。

また、何らかの要因で 1 回目のドミナントしか発生しなかった場合に、1 回目のドミナント検出を無効にするためのマイコン側の状態遷移例を Figure 8 に示します。NSLP 端子を制御する時間については Q7 を参照してください。

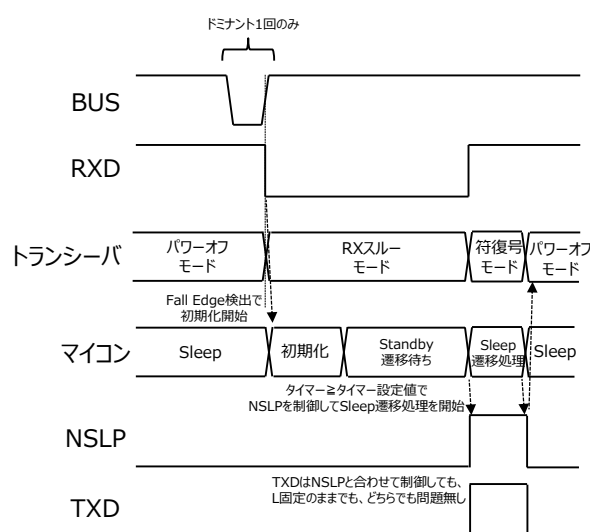


Figure 8. 1 回目のドミナントしか発生しなかった場合の
状態遷移例

CXPI 規格では、1 回目のドミナントが無効になったと判定する時間は BUS の立ち上がりから Max 60msec と規定されています。規格で規定されている最大ドミナント幅 2.5msec と、マイコンの初期化処理を含めた Figure 5 の処理が 60msec 以内になるように適切なタイマーを設定して下さい。60msec 以内に初期化が完了しないマイコンと、BD41000AFJ-C の組み合わせでは、CXPI 規格の Wakeup 仕様を満足することはできませんのでご注意ください。マイコン初期化時間に対するタイマー設定例を下記に示します。

(例 1)初期化が 40～50msec の場合：

タイマー設定値 < 7.5msec

(例 2)初期化が 5～10msec の場合：

10msec < タイマー設定値 < 47.5msec

Q9. スレーブ使用時に、CLK 端子からのクロック

出力をマイコン側でどのように使うのか？

必ずしもマイコン側でクロック出力を使う必要は無く、マイコンのタイマーを使うことで、CXPI 規格の CSMA/CR を実現することも可能です。例えば次のようなシステムを構成したい場合にご使用ください。

1. 正確にマスタのボーレート周期で動かしたいアプリがあるとき。
2. マイコンの発振子の代わりに、CLK 端子からのボーレートクロックが使用できるとき。

CLK 端子を使用しない場合は、BD41000AFJ-C の Datasheet に記載しているように、端子をオープンに処理して頂いても問題ありません。

Q7. NSLP 端子を制御して状態を遷移させる時

に必要な状態遷移待ち時間は？

NSLP 端子には、ノイズ除去を目的としたローパスフィルタ(時定数 5μsec (Max))機能があります。また、内部回路の状態遷移安定待ちに 15μsec (Max)必要です。

よって、確実に状態を遷移させるためには、少なくとも 20μsec 以上の時間は NSLP 端子に入力する論理レベルを固定してください。

Q8. NSLP 端子を”H”にした後に、TXD 端子を

”H” にした場合はどうなる？

符復号モード時は、TXD 端子の”Fall Edge”を検出して BUS への送信を行います。よって、NSLP 端子を”H”にした後、TXD 端子を”H”にしても”Fall Edge”は発生しませんので、BUS 端子に異常信号を出力することはありません。

ただし、NSLP 端子を”H”にする 30μsec 以上前に、TXD 端子を”H”にした場合は、予期せずスルーモードへ遷移する可能性があるためご注意ください。

Q10. スレーブノードトリガでの Wakeup パルスを受信するスレーブノードの動きは？

他のスレーブノードから Wakeup パルスが出力されたことにより Wakeup するスレーブノードの動きを Figure9、Figure10 に示します。

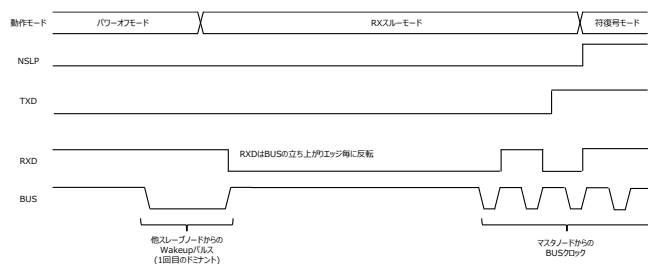


Figure 9. 他スレーブノードからの 1 回目のドミナント出力後、マスタノードから BUS クロックが出力された場合の遷移例

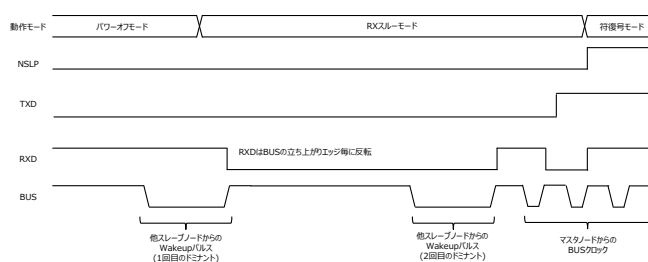


Figure 10. 他スレーブノードから 2 回のドミナントが出力された場合の遷移例

他のスレーブノードから Wakeup パルスを受信して起動するスレーブノードは、Q6 に示しているような制御により、マイコン側の状態で状態遷移を行ってください。

Q11. フェールセーフ処理としてマイコン側のソフトウェアに求められる処理は？

何らかの異常により、CXPI トランシーバが異常状態に陥っている場合を想定して、マイコン側で次のような異常状態を検知した場合は、OEM の要求仕様に違反しない範囲で、CXPI トランシーバをリセットしてください。

OEM から指定があるフェールセーフ処理については、その指定に従ってください。

○ マイコン側で検知する異常検知例

1. フィジカルバスエラー(規定時間以上、PTYPE、PID 受信が無い)
2. 送信エラー1(送信エラーカウンタが規定値以上になる)
3. 送信エラー2(規定時間以上、送信できない)
4. タイムアウトエラー(規定時間以上、特定の PID を受信しない)

CXPI トランシーバをリセットするときは、Q7 に示しているように NSLP 端子を少なくとも 20μsec 以上の時間、“L”に固定してください。

Q12. 電源(BAT)投入後の POR 解除時間は？

POR の解除時間は、内部電源が起動する条件(NSLP=H or BUS 端子 Wakeup パルス検知 or TXD 端子 Wakeup 検知)が成立したタイミングを起点として、15μsec(Max)となります。

パワーオフモード時は内部電源を遮断しているため、POR 回路は動作しませんので、電源(BAT)投入を起点として POR 回路は動作しません。

Q13. 急峻に電源(BAT)が立ち上がった場合に、

RXD 出力が "L" に固着することがある

のはなぜ？

BUS 負荷(時定数)が大きい場合、電源(BAT)の立ち上がりに対して BUS 電位の立ち上がりが遅れます。

スレープ使用時は、Wakeup パルス検出 LO 時間が $0.5\mu\text{s}\sim 5\mu\text{s}$ と短いため、BUS 電位の遅れが Wakeup パルスと認識され、電源(BAT)立ち上げ時に RX スループモードに移行する場合があります。

Figure11 に状態遷移例を示します。

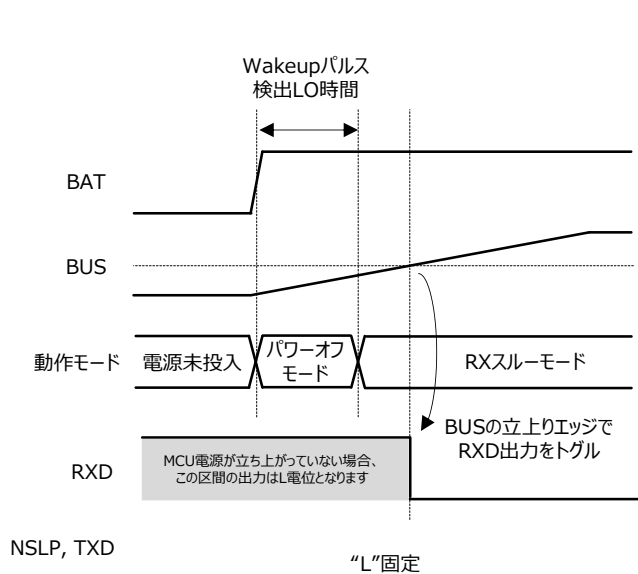


Figure 11. BUS 負荷(時定数)が大きい場合に、電源(BAT)が急峻に立ち上がったときの状態遷移例

電源(BAT)投入後、RXD 出力が "L" の場合は、上記のように RX スループモードに移行している可能性があるため、NSLP 端子を制御して適切なモードに移行させてください。NSLP 端子を制御する時間については Q7 を参照してください。

Q14. 調停負け発生後の TXD 送信間隔に関する注意点は？

Datasheet には、調停負けが発生した場合は、TXD 送信間隔を 1Tbit(BUS のポーレート周期)以上空ける必要があると記載しています。

Figure12 に示すように、自ノードが送信する PID に対して、自ノードがレスポンスを送信する場合は、CXPI トランシーバに遅延があり、マイコン側でも調停判定を実施するため、TXD 送信間隔について特に注意することはありません。

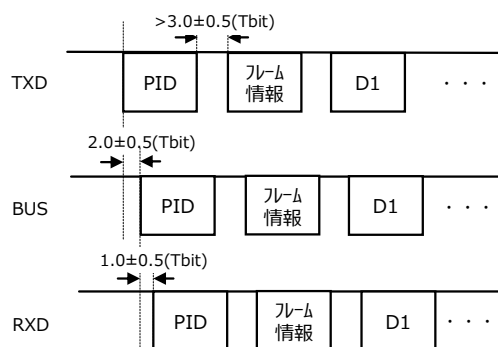


Figure 12. 自ノードが PID、レスポンスを送信する時

一方、Figure13 に示すように、自ノード宛の PID に対して、自ノードがレスポンスを送信する場合は、調停負けが発生することを考慮して、TXD 送信間隔を十分注意して設定する必要があります。

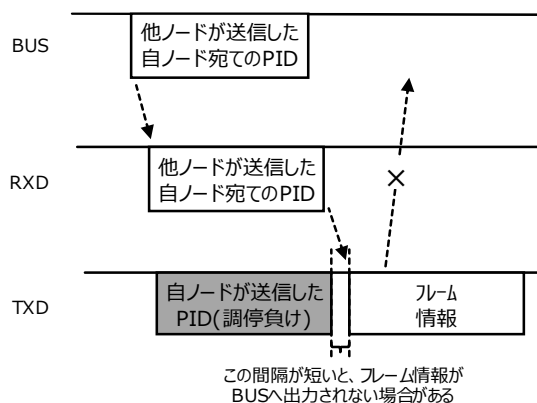


Figure 13. 自ノード宛の PID に対して、レスポンスを送信する時

Figure13 のように、マイコンが自ノード宛の PID を受信する直前に、PID を送信した場合、調停負けが発生します。その後、自ノード宛の PID に対して、レスポンスを送信した場合、TXD の送信間隔が短すぎて、トランシーバから BUS へフレーム情報が出力されない場合があります。

Figure13 のようなエラーを発生させないためには、マイコン側から調停負けする PID が送信開始される可能性がある時間(ハードで発生する遅延、マイコン内部で発生する遅延なども含む)、マイコン側のボーレート周波数偏差、ジッタ、BUS 側のボーレート周波数偏差、ジッタ、トランシーバ内部へ信号を取り込む際の偏差(0.005Tbit)などを考慮して、TXD 送信間隔の WAIT 時間をソフトウェアで設定する必要があります。

WAIT 時間を検討するにあたり、大きな WAIT 時間の設定が必要と考えられる 2 項目を以下に示します。

○調停負けする PID が送信開始される可能性がある時間

Figure14 のように、マイコンの種類によっては、ソフトウェアから UART 送信処理を行っても、すぐにマイコンの TXD 端子にデータが出力されない場合があります。ソフトウェアで UART の受信中を確認して、PID の送信可否を判断している場合は、下記のような条件で調停負けする PID を送信する可能性がありますので、その遅延時間分も考慮して WAIT 時間を設定する必要があります。

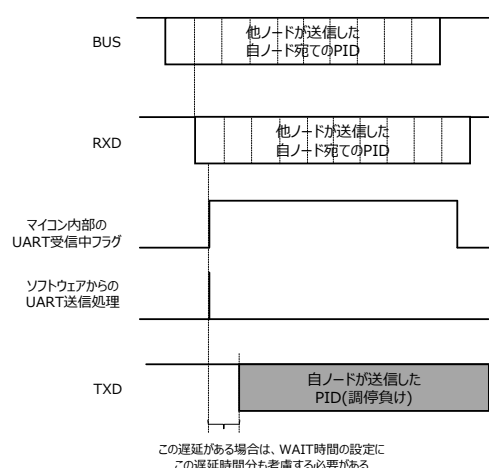


Figure 14. UART 送信処理から TXD 出力までの遅延時間例

○マイコン側のボーレートと BUS 側のボーレート偏差

Figure15、16 に、ボーレート周波数偏差を踏まえて考慮する必要がある WAIT 時間の計算例を示します。なお、Figure15 は RXD の Stopbit 基準で WAIT 時間を算出する場合の例を、Figure16 は TXD の Stopbit 基準で WAIT 時間を算出する場合の例を示しています。Figure15、16 の TXD は、RXD、BUS と同タイミングで記載していますが、上記の調停負けする PID が送信開始される可能性がある時間を踏まえ、WAIT 時間を計算する必要があります。ソフトウェア仕様で、調停負けする TXD の送信が最も遅れる可能性がある位置で、Figure15、16 で記載しているような計算を行い、WAIT 時間の設計を行ってください。

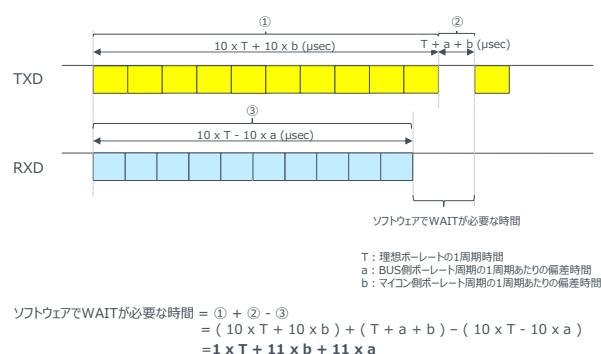


Figure 15. ボーレート偏差を考慮した WAIT 時間の計算例
(RXD の Stopbit 基準で WAIT する場合)

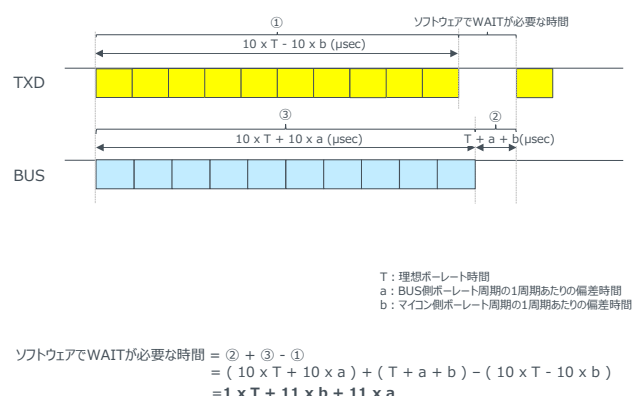


Figure 16. ボーレート偏差を考慮した WAIT 時間の計算例
(TXD の Stopbit 基準で WAIT する場合)

Figure14、15、16 で示している WAIT 時間以外にも、ジッタやハードウェア遅延時間なども考慮し、マージンのある WAIT 時間を設定し、BUS 高負荷試験(調停負けが発生しやすい試験)などで問題が発生しないか十分ご確認ください。

また、Figure17 のように、PID 受信後、レスポンス送信までの間に、長いアプリケーションソフト処理時間が必要になった場合は、IBS ≤ 9Tbit という CXPI 規格を満足できない可能性も考えられますので、マイコン、ソフトウェア仕様を十分ご確認ください。

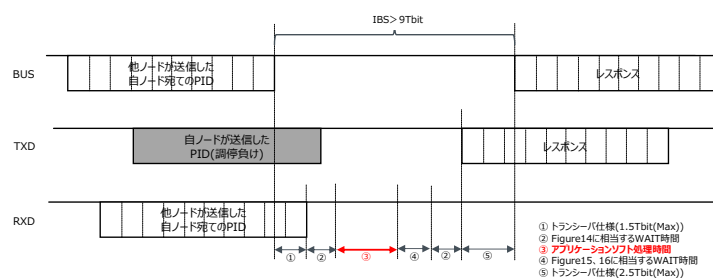


Figure 17. IBS ≤ 9Tbit の CXPI 規格を満足できなくなる例

Q15. BD41001FJ-CとBD41003FJ-Cの

違いは？

BD41001FJ-CとBD41003FJ-Cでは、パワーオフモードからBUS端子やTXD端子で起動される際の挙動が一部異なります。

(Q15で記載する内容についてはBD41001FJ-CとBD41000AFJ-Cでは同じ挙動となります)

通常のWakeupパルスがBUS端子に印加された場合の挙動の違いをFigure18,19に示します。

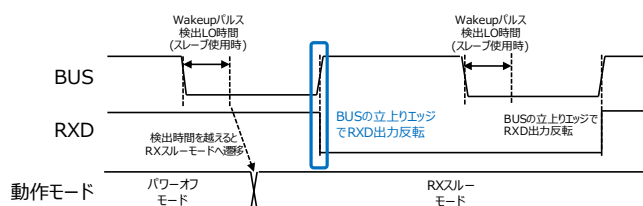


Figure 18. 通常のWakeupパルス印加時の挙動
(BD41001FJ-Cの動作)

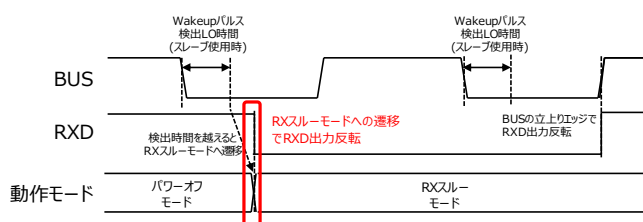


Figure 19. 通常のWakeupパルス印加時の挙動
(BD41003FJ-Cの動作)

次にノイズなどの特異信号(短い Dominant 信号(1.2μs~3.5μs(typ)))がBUS端子に印加された場合の挙動の違いをFigure20,21に示します。

特異信号が入力された場合、BD41001FJ-Cの動作ではRXD出力が反転せずにRXスルーモードへ遷移する場合がありますので、マイコン側でノイズ対策用に定期的にNSLP端子を制御頂くなどのフェールセーフソフト処理が必要になります。

BD41003FJ-Cの動作では、RXスルーモード遷移時に必ず一度RXD出力が反転しますので、その信号をもとにノイズ対策用のフェールセーフソフト処理を実装することが可能です。

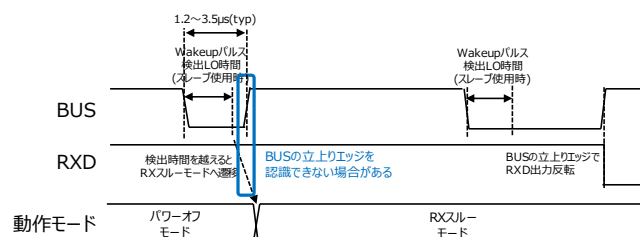


Figure 20. ノイズなどの特異信号印加時の挙動
(BD41001FJ-Cの動作)

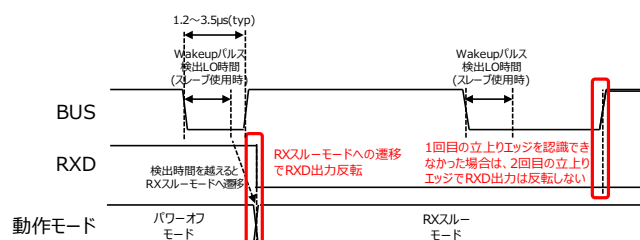


Figure 21. ノイズなどの特異信号印加時の挙動
(BD41003FJ-Cの動作)

また、通常は発生し得ないノイズ信号だと推測されますが、TXD端子に特異信号(90μs~90.2μs(typ)のHパルス信号)が印加された場合の差異をFigure22,23に示します。

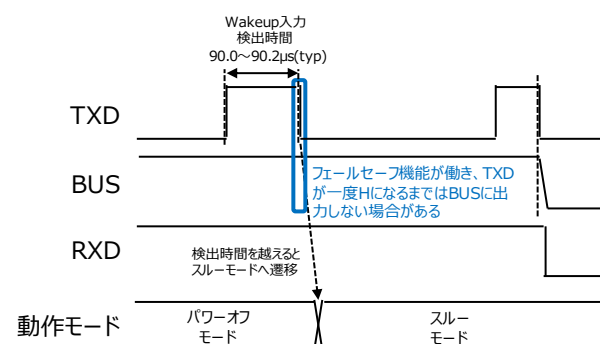


Figure 22. ノイズなどの特異信号印加時の挙動
(BD41001FJ-Cの動作)

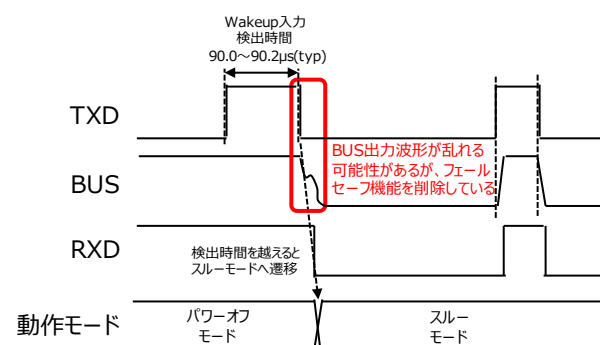


Figure 23. ノイズなどの特異信号印加時の挙動
(BD41003FJ-Cの動作)

各 QA に対する Datasheet 参照先一覧

QA No.	Datasheet 章題
1	基本アプリケーション回路、応用回路例
2	基本アプリケーション回路、応用回路例
3	基本アプリケーション回路、応用回路例
4	基本アプリケーション回路、応用回路例
5	調停機能
6	シーケンス図
7	シーケンス図
8	シーケンス図
9	シーケンス図
10	シーケンス図
11	シーケンス図
12	フェールセーフ機能
13	シーケンス図
14	調停機能
15	状態遷移図

改訂履歴

日付	版	変更内容
2017.8	初版	新規作成
2017.9	002	Q12 を追記
2017.11	003	Q5 ・「調停機能は、基本的には・・・」の「基本的には」を削除 Q6 ・「Wakeup 検出機能は、基本的には・・・」の「基本的には」を削除 ・Figure5 Wakeup 検出機能 2 の範囲記載「{ }」の範囲を修正 ・Figure5 「タイマー≧規定値？」を「タイマー≧タイマー設定値？」に修正 ・Figure6、7 トランシーバ状態を追記 ・Figure6、7 「wakeup パルス」を「wake up パルス」に修正 ・Figure8 を追記 ・Figure7 の直後の文章を全面的に修正 Q10 ・Figure9、10 の符復号モードへの遷移タイミングを、wake up パルス後の 1 回目のクロック受信後に修正 Q11 ・異常検知例の名称を修正 全体 ・Dominant をドミナントに統一
2018.6	004	Q12 「POR 解除時間は・・・以内に解除されます」を「POR 解除時間は・・・となります」に修正 Q13 を追記
2019.3	005	BD41001FJ-C を併記 Q1 ・Table1 の体裁を修正 Q7 ・「簡易なフィルタ」を「ローパスフィルタ」に修正 Q10 ・「Figure8、Figure9 に示します。」を「Figure9、Figure10 に示します。」に誤記修正 Q14 を追記 各 QA に関連する Datasheet 記載内容一覧を追記
2021.9	006	BD41003FJ-C を追記 Q15 を追記

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上でご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>