

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

32192/32196 グループ

CAN モジュールの概要

1. 要約

32192/32196 は CAN Specification V2.0B active 準拠の Full CAN モジュールを 2 系統内蔵しています。この資料は 32192/32196 グループの CAN (Controller Area Network) モジュールの概要を掲載しています。

CAN プロトコルの詳細は以下のサイトを参照してください。

Robert Bosch GmbH/Bosch's CAN

CiA: CAN in Automation

2. はじめに

この資料で説明する応用例は次のマイコン、条件での利用に適用されます。

- ・マイコン : 32192 グループ (M32192F8VFP、M32192F8UFP、M32192F8TFP)
32196 グループ (M32196F8VFP、M32196F8UFP、M32196F8TFP)
- ・動作周波数 : 128~160MHz (参考プログラムは 160MHz を想定して作成しています)
- ・動作ボード : 32192 グループ用スタータキット

3. CAN 解説

3.1 CAN ビットタイミング

CAN プロトコルでは、通信フレームの各ビットを 4 つのセグメントで構成しています。

図 3.1.1 にビットのセグメント構成とサンプリングポイントを示します。

これらのセグメントのうち、Propagation Time Segment（以下 PROP）、Phase Buffer Segment 1（以下 PH1）、Phase Buffer Segment 2（以下 PH2）は、サンプリングポイントを指定するもので、これらの値を変えることでサンプリングするタイミングを変えることができます。

このタイミング設定の最小単位を Time Quantum（以下 Tq）といいます。Tq の周期は、CAN モジュールに入力されるクロック周波数とボーレートプリスケアラ分周値で決められます。

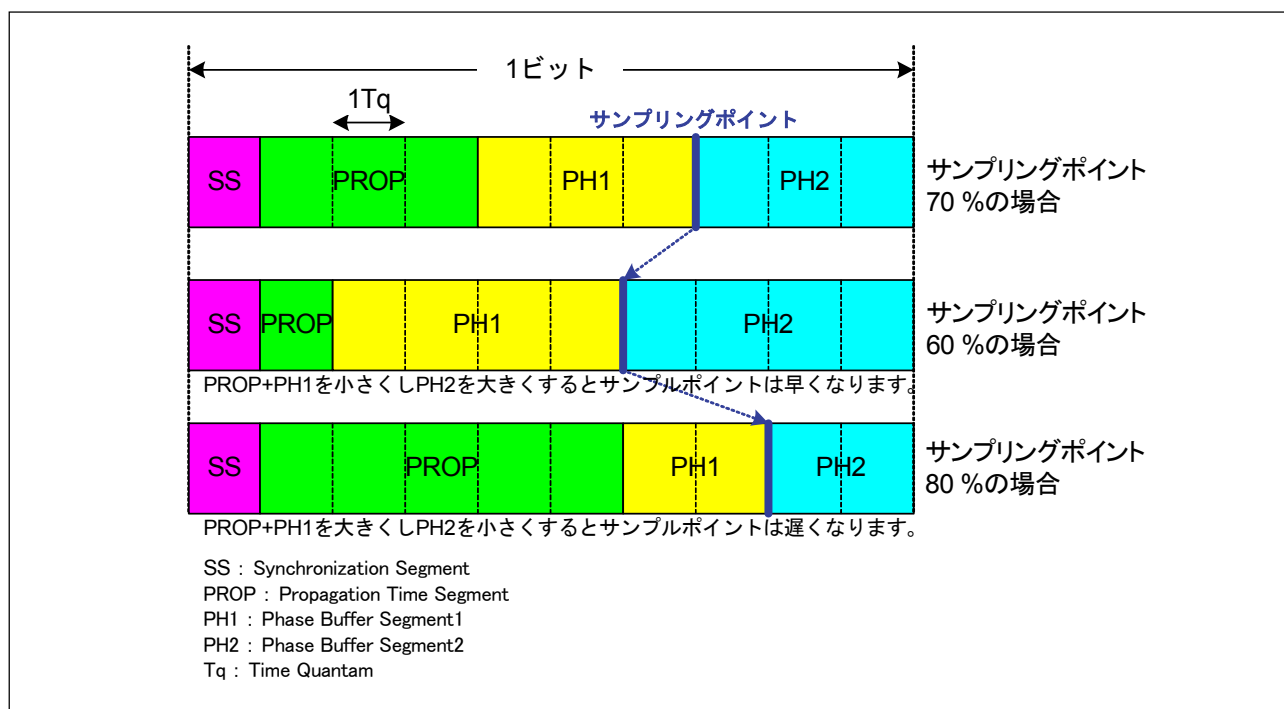


図 3.1.1 ビットのセグメント構成とサンプリングポイント

- (1) SS : Synchronization Segment
インターフレームスペース（注 1）中に、レセシブからドミナントへのエッジをモニタして同期をとるセグメントです。
- (2) PROP : Propagation Time Segment
CAN ネットワーク上の物理的な遅延を吸収するセグメントです。ネットワーク上の物理的な遅延は、バスによる遅延、入力コンパレータによる遅延、出力ドライバ遅延の総和の 2 倍です。
- (3) PH1、PH2 : Phase Buffer Segment 1、Phase Buffer Segment 2
再同期の際におきるフェーズエラー（注 2）を補償するためのセグメントです。
- (4) SJW : reSynchronization Jump Width
フェーズエラーによる同期ずれを補償する最大幅です。

注 1. インターフレームスペース（Interframe Space）

インターミッション（Intermission）、サスペンドトランスミッション（Suspend Transmission）、バスアイドル（Bus Idle）で構成されます。

注 2. フェーズエラー（Phase Error）

発振器周波数のずれなどで生じる同期ずれによるエラーです。

3.2 ビットタイミングの条件

CAN プロトコルにおいて、各セグメントの設定範囲と制限事項は以下のとおりです。

(1) 各セグメントの設定

- ・ SS = 1T_q 固定
- ・ PROP = 1~8 T_q の範囲で設定
- ・ PH1 = 1~8 T_q の範囲で設定
- ・ PH2 = 1~8 T_q の範囲で設定
- ・ SJW = 1~4 T_q の範囲で設定
- ・ SS + PROP + PH1 + PH2 = 8~25 T_q

(2) PH1、PH2、SJW は以下の条件を満たすように設定してください。

- ・ SJW ≤ min (PH1, PH2)
- ・ PH2 = max (PH1, IPT)

min()は最小値を返す関数です。

max()は最大値を返す関数です。

IPT : Information Processing Time (情報処理時間) の略で、サンプリングポイント直後の時間を指します。

(32192/32196 グループ内蔵の CAN モジュールは IPT = 1 となっています)

3.3 同期の取り方

CAN プロトコルの通信方式は NRZ (Non-Return to Zero) 方式です。各ビットの始まりや終わりに同期信号を付加しません。

(1) ハードウェア同期 (メッセージの送受信を行っていない時の同期)

インターフレームスペース中で、レセシブからドミナントへのエッジを検出すると、その時点をもビットの始まり (SS) と認識し同期を取ります。これをハードウェア同期といいます。

図 3.3.1 にハードウェア同期の仕組みを示します。

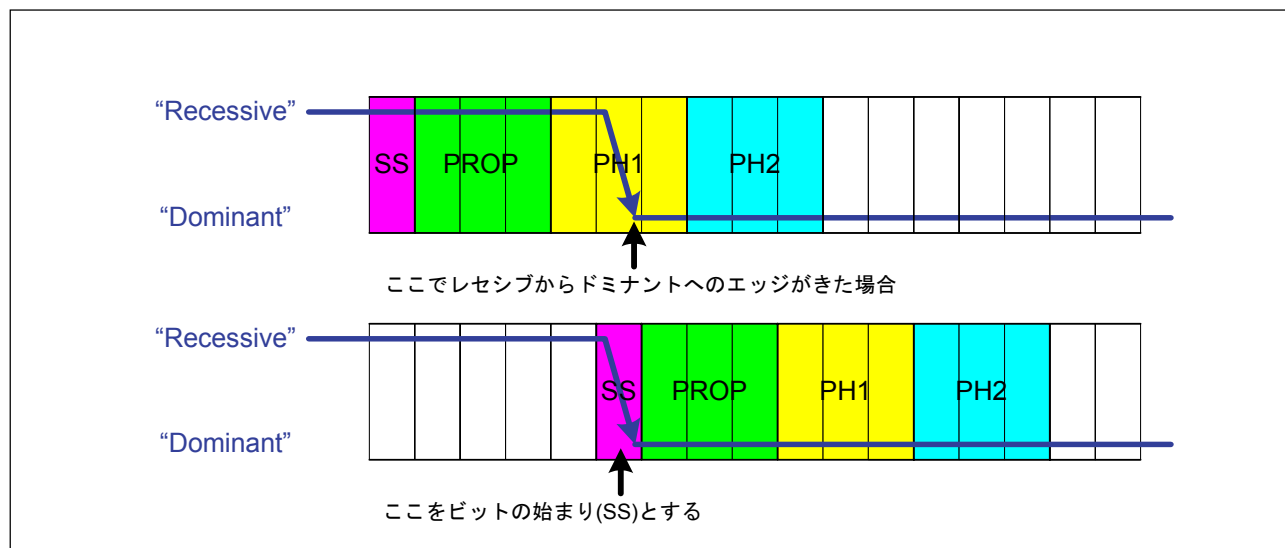


図 3.3.1 ハードウェア同期の仕組み

(2) 再同期 (メッセージ送受信中の同期)

発振器周波数のずれや伝送路の遅延などで、メッセージの送受信中に各ノード間の同期がずれる場合があります。これをフェーズエラーといいます。同期ずれが生じたとき、同期ずれに応じて SJW 以内の値 (SJW 値以上のずれが生じた場合は SJW 値) を PH1 に加えたり PH2 から減らしたりして 1 ビットの長さを動的に補正します。これを再同期といいます。

再同期の場合も、ハードウェア同期と同様にレセシブからドミナントへのエッジに対してのみ同期を取ります。

図 3.3.2 に Recessive から Dominant へのエッジが PROP と PH1 のどちらかの期間にきた場合、図 3.3.3 に Recessive から Dominant へのエッジが PH2 の期間にきた場合の再同期の仕組みを示します。

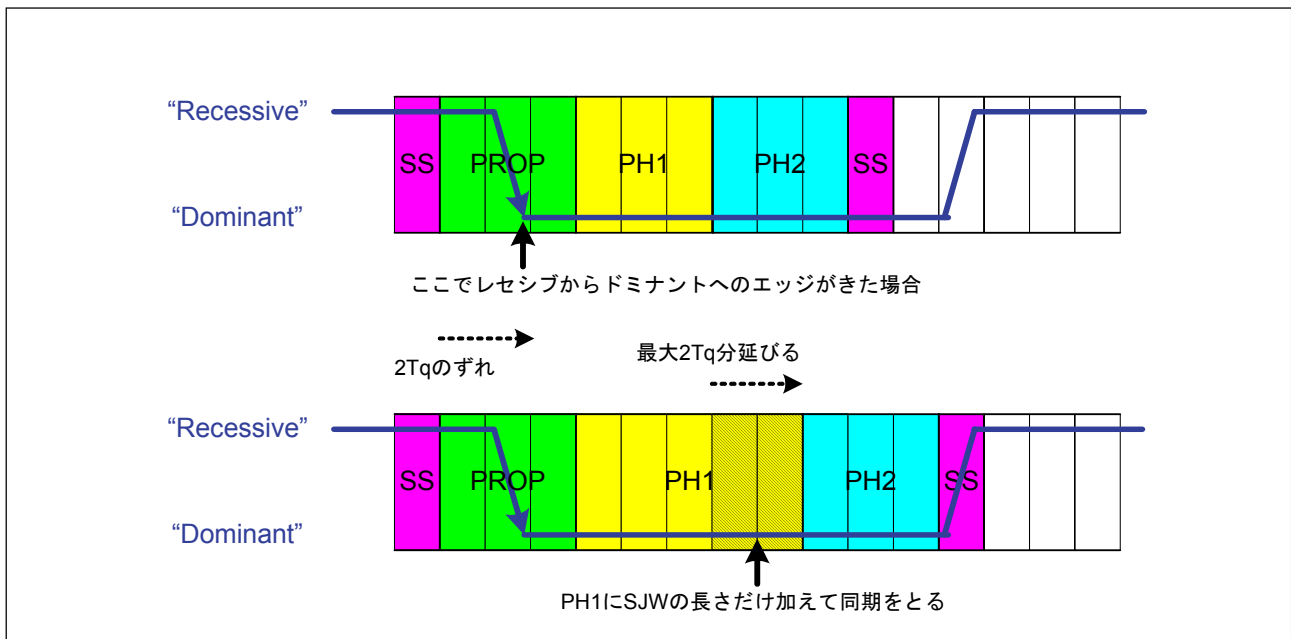


図 3.3.2 再同期の仕組み 1 (SJW = 2 の例)

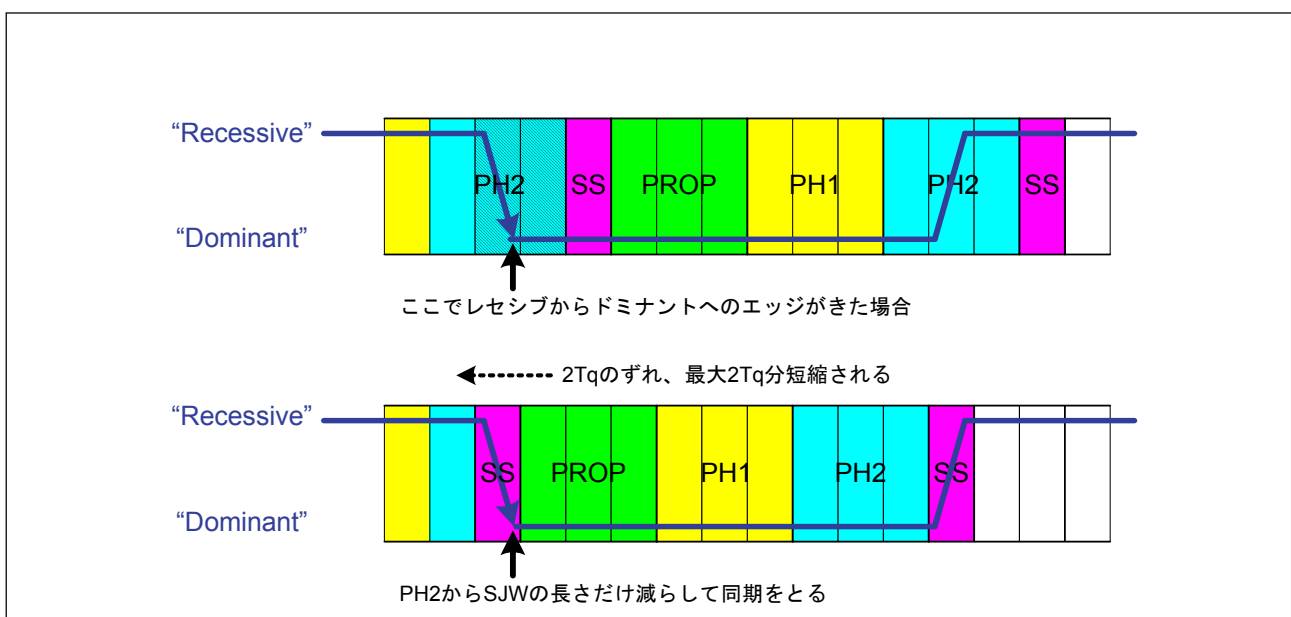


図 3.3.3 再同期の仕組み 2 (SJW = 2 の例)

3.4 転送速度

転送速度は CPU クロック、ボーレートプリスケアラ設定値 (BRP)、および 1 ビット内の Tq 数で決まります。

転送速度は以下の式で算出できます。

$$\begin{aligned} \text{Tq 周期} &= (\text{BRP} + 1) \div \text{CPU クロック} \\ \text{1 ビット内の Tq の数} &= \text{SS} + \text{PROP} + \text{PH1} + \text{PH2} \end{aligned}$$

$$\text{CAN 転送速度 [bps]} = \frac{1}{\text{Tq 周期} \times \text{1 ビット内の Tq の数}}$$

表 3.4.1 に CPU クロック 160MHz 時のビットタイミング設定例、表 3.4.2 に CPU クロック 128MHz 時のビットタイミング設定例を示します。

表 3.4.1 CPU クロック 160MHz 時のビットタイミング設定例 (注 1)

転送速度	BRP 設定値	Tq 周期 (ns)	1 ビット内の Tq 数	PROP+PH1	PH2	サンプリングポイント	
1 M bps	1	50	20	16	3	85% (注 2)	
				15	4	80% (注 2)	
				14	5	75% (注 2)	
	3	100	10	7	2	80%	
				6	3	70%	
				5	4	60%	
	4	125	8	6	1	88%	
				5	2	75%	
				4	3	63%	
	500 K bps	3	100	20	16	3	85% (注 2)
					15	4	80% (注 2)
					14	5	75% (注 2)
4		125	16	13	2	88% (注 2)	
				12	3	81% (注 2)	
				11	4	75%	
7		200	10	8	1	90%	
				7	2	80%	
				6	3	70%	
9		250	8	6	1	88%	
				5	2	75%	
				4	3	63%	

注 1. CAN モジュールクロックは、CAN クロック選択レジスタで CPUCLK/4 を選択してください。

注 2. CAN プロトコル規定である PH2 = max (PH1, IPT) を満たすことはできません。

注. ・上記設定転送速度での通信を保証するものではありません。十分な評価・検証の上、ご使用ください。

表 3.4.2 CPU クロック 128MHz 時のビットタイミング設定例 (注 1)

転送速度	BRP 設定値	Tq 周期 (ns)	1 ビット内の Tq 数	PROP+PH1	PH2	サンプリングポイント
1 M bps	1	62.5	16	13	2	88% (注 2)
				12	3	81% (注 2)
				11	4	75%
	3	125	8	6	1	88%
				5	2	75%
				4	3	63%
500 K bps	3	125	16	12	3	81% (注 2)
				11	4	75%
				10	5	69%
	7	250	8	6	1	88%
				5	2	75%
				4	3	63%

注 1. CAN モジュールクロックは、CAN クロック選択レジスタで CPUCLK/4 を選択してください。

注 2. CAN プロトコル規定である PH2 = max (PH1, IPT) を満たすことはできません。

注. ・上記設定転送速度での通信を保証するものではありません。十分な評価・検証の上、ご使用ください。

4. CAN メッセージの送受信

32192/32196 グループは CAN モジュール 1 チャンネルにつき 32 個のスロットがあり、各スロットごとに送信モードまたは受信モードに設定することができます。送受信モードの設定は CAN メッセージスロットコントロールレジスタで行います。

表 4.1.1 に CAN メッセージスロットコントロールレジスタに書き込む値と動作の関係を示します。

表 4.1.1 CAN メッセージスロットコントロールレジスタに書き込む値と動作

書き込む値	動作
H'00	メッセージスロットコントロールレジスタのすべてのフラグをクリアし、対応するメッセージスロットの送受信動作を停止します。 データフレーム、リモートフレーム送受信前には、必ず H'00 を書き込み送受信ステータスビットのクリアを確認する必要があります。
H'0F	対応するメッセージスロットに要求したデータフレーム、リモートフレーム送信要求を取り消します。
H'80	対応するメッセージスロットにデータフレーム送信要求を発生します。
H'40	対応するメッセージスロットにデータフレーム受信要求を発生します。
H'A0	対応するメッセージスロットにリモートフレーム送信要求を発生します。
H'60	対応するメッセージスロットにリモートフレーム受信要求を発生します。 リモートフレーム受信後、自動的にデータフレームを送信します。
H'70	対応するメッセージスロットにリモートフレーム受信要求を発生します。 リモートフレーム受信後、送信動作を停止します。
H'4E	データフレーム受信設定時に、送受信完了ビットをクリアします。 メッセージロスビットはクリアされません。
H'AE	リモートフレーム送信設定時に、送受信完了ビットをクリアします。 メッセージロスビットはクリアされません。

注. ・送信要求ビットと受信要求ビットを両方とも"1"に設定した場合、動作は不定になります。

4.1 メッセージ送信

送信メッセージは送信に設定したスロットのうち常に番号の小さいスロットから送信されます。送信モードには、以下の 2 つのモードがあります。

(1) データフレーム送信モード

スロットをデータフレーム送信モードに設定すると、スロットに設定しているデータフレームを送信できます。

(2) リモートフレーム送信後データフレーム受信モード

スロットをリモートフレーム送信後データフレーム受信モードに設定すると、スロットに設定している ID、DLC のリモートフレームを送信後、自動的に同じ ID のデータフレームを受信できます。

4.2 メッセージ受信

受信メッセージはアクセプタンスフィルタを使用しない場合、受信に設定したスロットのうち常に番号の一番小さいスロットに格納されます。アクセプタンスフィルタを使用すると受信するメッセージを選択できます。

受信モードには、以下の 2 つのモードがあります。

(1) データフレーム受信モード

スロットをデータフレーム受信モードに設定すると、スロットに設定している ID のデータフレームを受信できます。

(2) リモートフレーム受信後データフレーム送信モード

スロットをリモートフレーム受信後データフレーム送信モードに設定すると、スロットは設定している ID のリモートフレームを受信後、自動的に同じスロットに設定しているデータフレームを送信できます。この時、送信するデータのバイト数は、受信したリモートフレームの DLC 値で決まります。

4.3 CAN 通信エラーとメッセージロスト

(1) CAN 通信エラー

32192/32196 グループでは、CANn エラー要因レジスタで通信エラー発生時のエラー情報を得る事ができます。得る事ができるエラー情報は、以下の通りです。

- 1) 送信エラー
送信ノード時に通信エラーを検出した場合。
- 2) 受信エラー
受信ノード時に通信エラーを検出した場合。
- 3) "0"送信中ビットエラー
CTX から"0"を送信中に出力レベルとバス上のレベルが異なる場合。
- 4) "1"送信中ビットエラー
CTX から"1"を送信中に出力レベルとバス上のレベルが異なる場合。
- 5) スタッエラー
ビットスタックが行われるフィールドで同一レベルを 6 ビット連続して検出した場合。
- 6) フォームエラー
固定フォーマットに違反したフォーマットを検出した場合。
- 7) CRC エラー
受信したデータから計算した CRC 演算の結果と、送信ユニットから送信された CRC 値が異なる場合。
- 8) ACK エラー
送信ユニットが ACK スロットでレセシブを受信した場合。

注. ・エラー状態によっては複数の情報が同時にセットされる場合があります。

(2) メッセージロスト

連続してメッセージを受信する場合、スロットの内容は次の受信メッセージで上書きされます。受信スロット時、CAN メッセージスロットコントロールレジスタの送受信完了ビットをプログラムで"0"クリアする前に次のメッセージを受信した場合、CAN メッセージスロットコントロールレジスタのメッセージロストビットが"1"になります。そして、新しく受信されたメッセージがそのスロットに格納されます。

受信データ読み出し中にメッセージロストが発生した場合、読み出しデータに不定値が含まれている可能性があります。その場合は再受信等を行う、もしくは受信データを破棄するようにしてください。

(3) CAN コントローラのエラー状態

CAN コントローラは送信エラーカウンタと受信エラーカウンタの値により次の三つのエラー状態をとります。

- 1) エラーアクティブ状態
 - ・エラーがほとんど発生していない状態
 - ・エラー検出時にアクティブエラーフラグを送信
 - ・初期設定直後の CAN コントローラの状態
- 2) エラーパッシブ状態
 - ・エラーが多数発生している状態
 - ・エラー検出時にパッシブエラーフラグを送信
- 3) バスオフ状態
 - ・エラーが非常に多数発生している状態
 - ・エラーアクティブ状態に戻るまで他のノードとの CAN 通信が不可能

スロットがエラーを検知すると、送受信の状態によって送信エラーカウンタ値、または受信エラーカウンタ値が増加します。送信エラーカウンタ値、または受信エラーカウンタ値が 128 以上になった時、CAN ステータスはエラーパッシブ状態になります。送信エラーカウンタ値が 256 以上になった時、バスオフ状態になります。

エラー状態遷移図を図 4.3.1 に、エラーカウンタ値の変動条件を表 4.3.1 に示します。

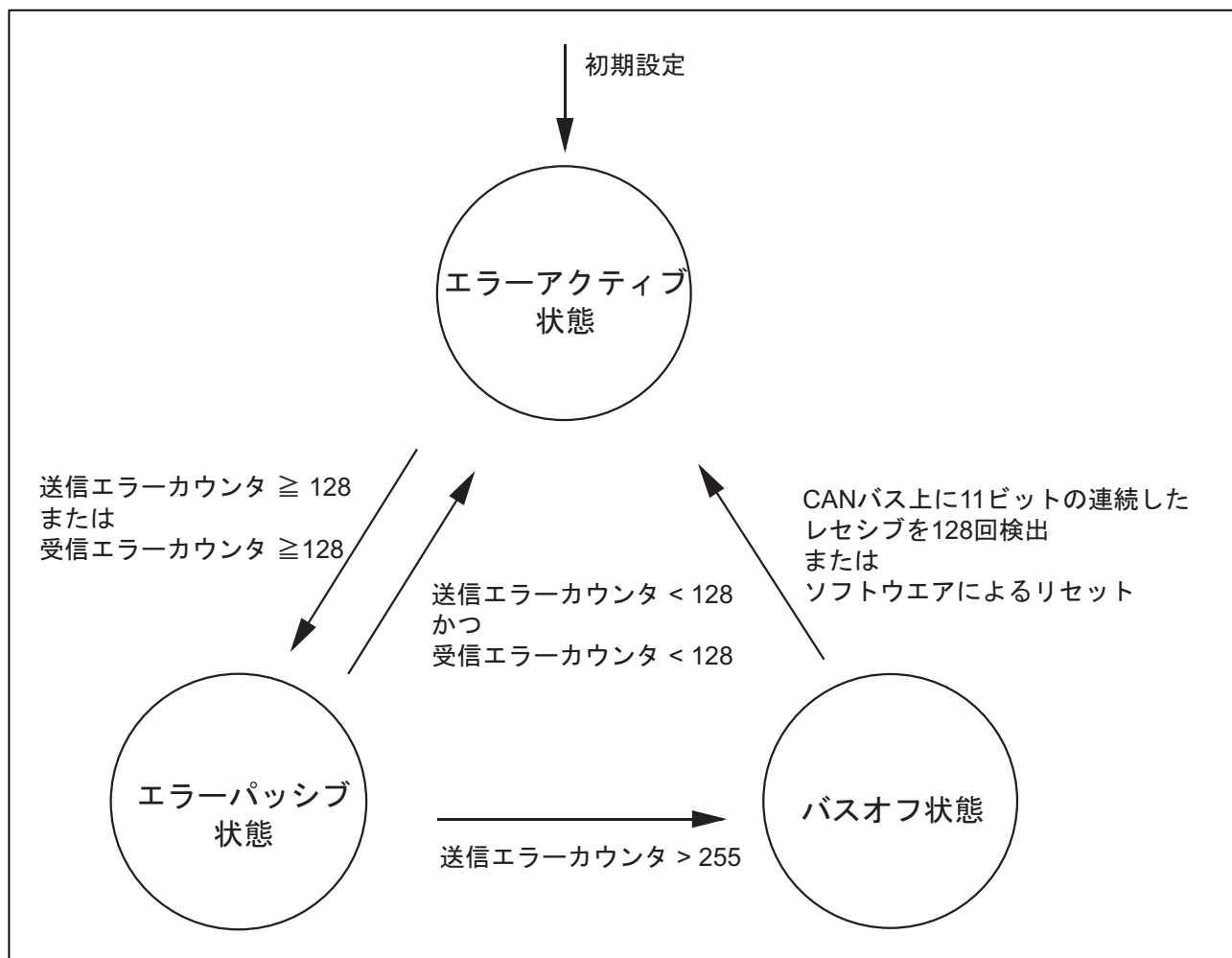


図 4.3.1 エラー状態遷移

表 4.3.1 エラーカウンタ値の変動条件

	送受信エラーカウンタの変動条件	送信エラーカウンタ (TEC)	受信エラーカウンタ (REC)
1	受信ユニットが、エラーを検出したとき。 ただし、受信ユニットがエラーフラグまたはオーバーロードフラグを送信中にビットエラーを検出した場合は、受信エラーカウンタは増加しません。	—	+1
2	受信ユニットがエラーフラグを送信した後のビットでドミナントビットを検出したとき。	—	+8
3	送信ユニットがエラーフラグを出力したとき。	+8	—
4	送信ユニットがアクティブエラーフラグまたはオーバーロードフラグを送信中にビットエラーを検出したとき。	+8	—
5	受信ユニットがアクティブエラーフラグまたはオーバーロードフラグを送信中にビットエラーを検出したとき。	—	+8
6	各ユニットがアクティブエラーフラグ、オーバーロードフラグの最初から 14 ビットの連続したドミナントを検出したとき。 その後、8 ビット連続のドミナントを検出するたび。	送信したとき +8	受信したとき +8
7	各ユニットがパッシブエラーフラグの後に追加の 8 ビット連続のドミナントを検出したとき。	送信したとき +8	受信したとき +8
8	送信ユニットがデータを正常送信したとき (ACK が返り EOF の完了までエラーを検出しなかったとき)。	-1 TEC=0 のとき±0	—
9	受信ユニットがデータを正常に受信した (CRC フィールドまでエラーを検出せず、ACK を正常に返すことができた) とき。	—	1 ≤ REC ≤ 127 のとき-1 REC=0 のとき±0 REC > 127 のとき REC=127 をセット
10	バスオフユニットが連続した 11 ビットのレセシブビットを 128 回検出したとき。	TEC=0 にクリア	REC=0 にクリア
例外 1	送信ユニットがエラーパッシブ状態で、ACK エラーを検出し、その後パッシブエラーフラグを送出中にドミナントビットを検出しないとき。	—	—
例外 2	送信ユニットがアービトレーション期間中に起きたスタッフエラーに基づいてエラーフラグを送出し、このスタッフビットが、レセシブであるべきであり、送信ユニットはレセシブを送信したがドミナントを検出したとき。	—	—

4.4 CAN 割り込み

CAN の通信結果として割り込み要求を発生させることができます。
 割り込み要求の発生は、正常に通信できた場合と異常終了した場合に発生させることができます。

(1) 正常終了した場合

CAN スロット割り込み要求ステータスレジスタで割り込み要求の発生を確認できます。

割り込み使用時は CAN スロット割り込み要求マスクレジスタの対応するスロットのビットを”1”

(割り込み要求許可) に設定します。CAN スロット割り込み要求ステータスレジスタは CAN 送信完了割り込みと CAN 受信完了割り込みと兼用で、スロットの設定が送信の時は送信完了割り込み要求、受信の時は受信完了割り込み要求の発生でスロットに対応するビットが”1”になります。

CAN スロット割り込み要求ステータスレジスタの各ビットはプログラムで”0”を書き込むことでクリアできます。クリア操作する場合はクリアしたいビットに”0”を、その他のビットには”1”を書き込んでください。”1”を書き込んだ場合は書き込み前の値が保持されます。

- 注.
- ・ リモートフレーム受信スロットで自動応答機能を有効にしている場合は、リモートフレーム受信完了後、およびデータフレーム送信完了後ともに要求ステータスがセットされます。
 - ・ リモートフレーム送信スロットでは、リモートフレーム送信完了後、およびデータフレーム受信完了後ともに要求ステータスがセットされます。
 - ・ 割り込み要求による要求ステータスのセットとプログラムによる要求ステータスのクリアが同時に起こった場合は、割り込み要求による要求ステータスのセットが優先されます。

(2) 異常終了した場合

CAN エラー割り込み要求ステータスレジスタで通信エラー（バスエラー、エラーパッシブ状態へ遷移、バスオフ状態へ遷移）が発生したことを確認できます。

また、シングルショットモードの場合には、アービトレーションロストの検出、あるいは送信エラーによって送信が失敗した場合も確認できます。

CAN エラー割り込みを使用する場合は、CAN エラー割り込み要求マスクレジスタの対応するビットを”1”（割り込み要求許可）に設定します。

- ・ CAN バスエラー割り込み要求許可ビットが”1”の場合
 バスエラーを検知するごとに CAN バスエラー割り込み要求が発生します。
- ・ CAN エラーパッシブ割り込み要求許可ビットが”1”の場合
 エラーパッシブ状態となった時に CAN エラーパッシブ割り込み要求が発生します。
- ・ CAN バスオフ割り込み要求許可ビットが”1”の場合
 バスオフ状態になった時に、CAN バスオフ割り込み要求が発生します。

CAN エラー割り込み要求ステータスレジスタの各ビットはプログラムで”0”を書き込むことでクリアできます。クリア操作する場合はクリアしたいビットに”0”を、その他のビットには”1”を書き込んでください。”1”を書き込んだ場合は書き込み前の値が保持されます。

シングルショット割り込みを使用する場合は、CAN シングルショット割り込み要求マスクレジスタの対応するビットを”1”（割り込み要求許可）に設定します。

- ・ アービトレーションロストの検出、あるいは送信エラーによって送信が失敗した場合は CAN シングルショット割り込み要求ステータスレジスタのスロットに対応したビットに”1”がセットされます。

CAN シングルショット割り込み要求ステータスレジスタの各ビットはプログラムで”0”を書き込むことでクリアできます。クリア操作する場合はクリアしたいビットに”0”を、その他のビットには”1”を書き込んでください。”1”を書き込んだ場合は書き込み前の値が保持されます。

5. CAN モジュールの機能説明

5.1 送信アボート機能

CAN バス上の 2 つ以上のノードが同時に送信を始めた場合、メッセージの優先度が低いノードはアービトレーションに負けて送信を中止します（アービトレーションに勝ったメッセージの送信終了後に再送信を行います）。アービトレーションに勝たない限りメッセージの送信が正常に終了しないため、再送信を永久に繰り返し新たなメッセージを送信できない状態になります。このような時に、再送信中のメッセージを破棄するための送信アボート機能があります。

送信アボート機能は 1 つのメッセージ送信に制限時間を設けたい時や、緊急な優先順位の高いメッセージを送信する時などに有効です。図 5.1.1 に送信アボート機能の応用例を示します。

送信アボートは、CAN メッセージスロットコントロールレジスタに H'0F を書き込むことで実行します。

(1) 送信アボート要求が有効となる条件

- データフレームまたはリモートフレームを送信していた場合
CAN メッセージスロットコントロールレジスタの送信要求ビットが”1”の時
- リモートフレーム受信後のデータフレームを送信していた場合
CAN メッセージスロットコントロールレジスタの受信要求ビットが”1”の時

(2) 送信アボートが実行される条件

- メッセージが送信待ち状態の場合
- メッセージがアービトレーションに負けた場合(図 5.1.2、図 5.1.3)
- メッセージ送信中にエラーが発生した場合(図 5.1.2、図 5.1.3)

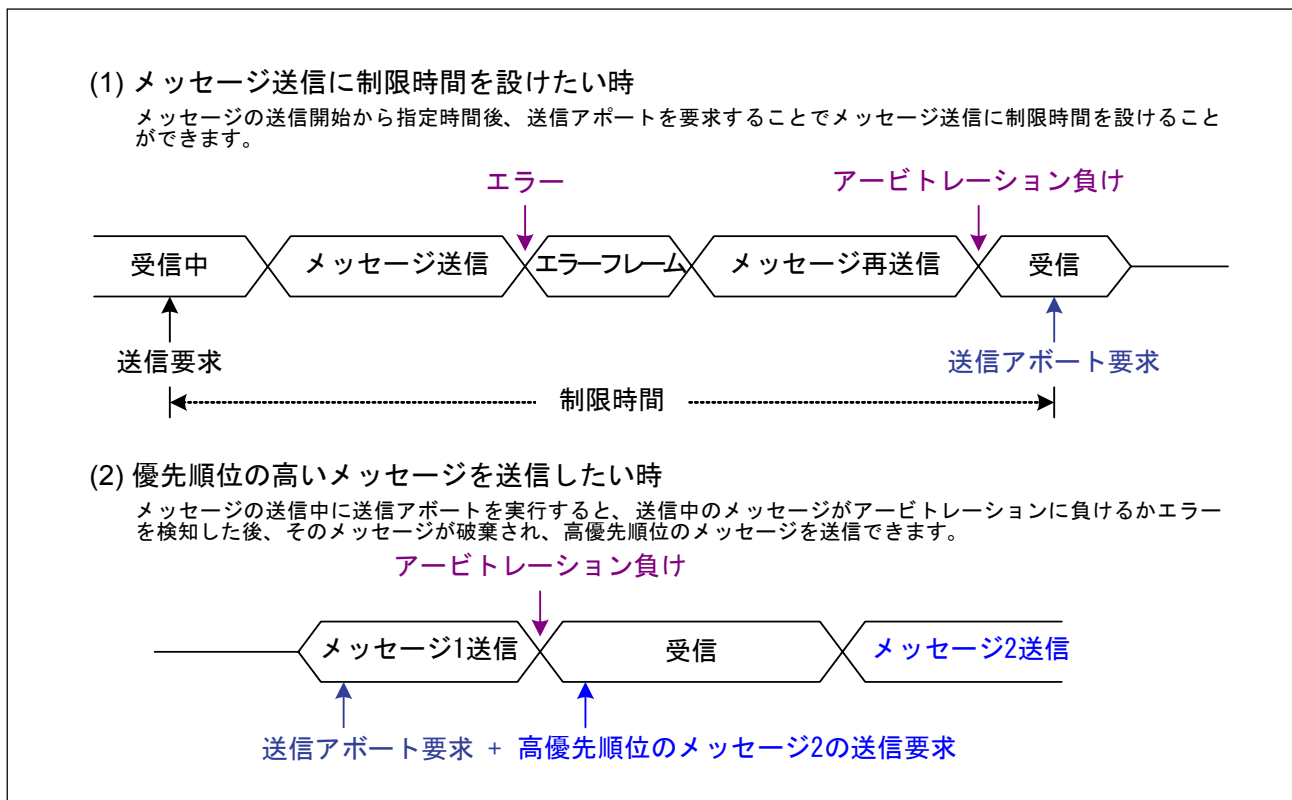
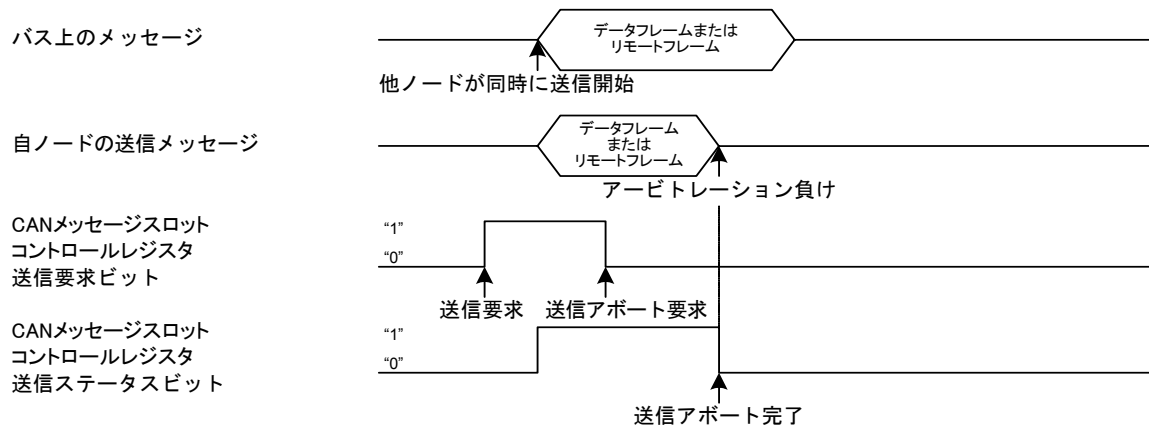
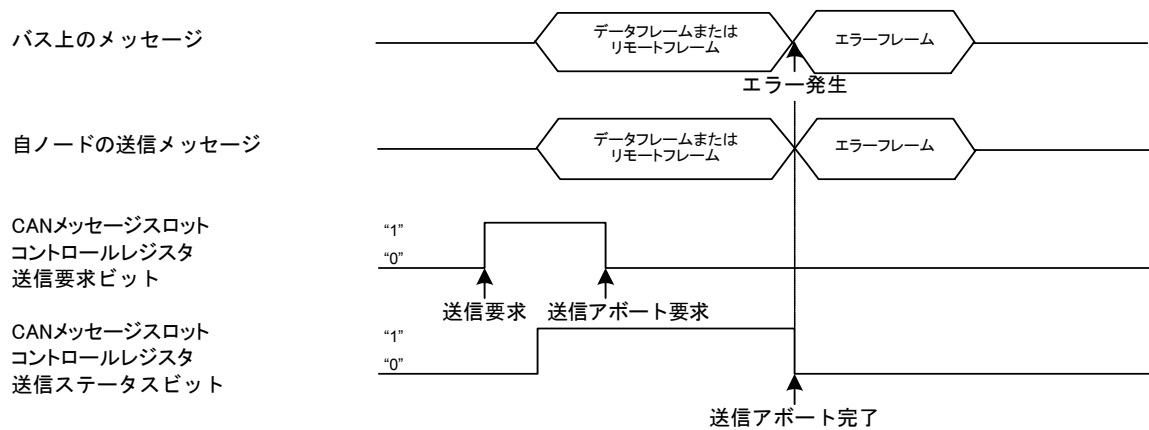


図 5.1.1 送信アボート機能の応用例

(1) アービトレーションに負けた場合



(2) エラーが発生した場合



(3) 送信アボートが無効になる場合(正常に送信が完了した場合)

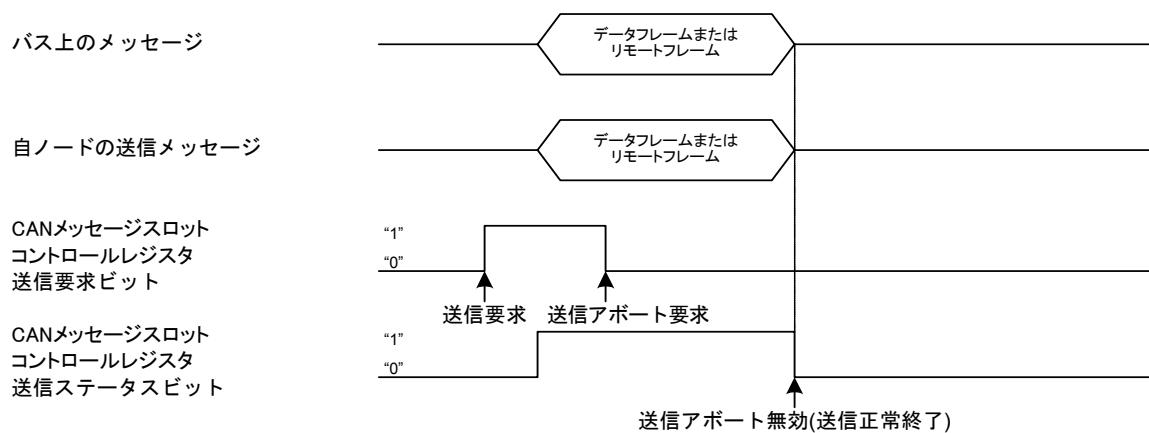


図 5.1.2 データフレームまたはリモートフレーム送信中での送信アボート

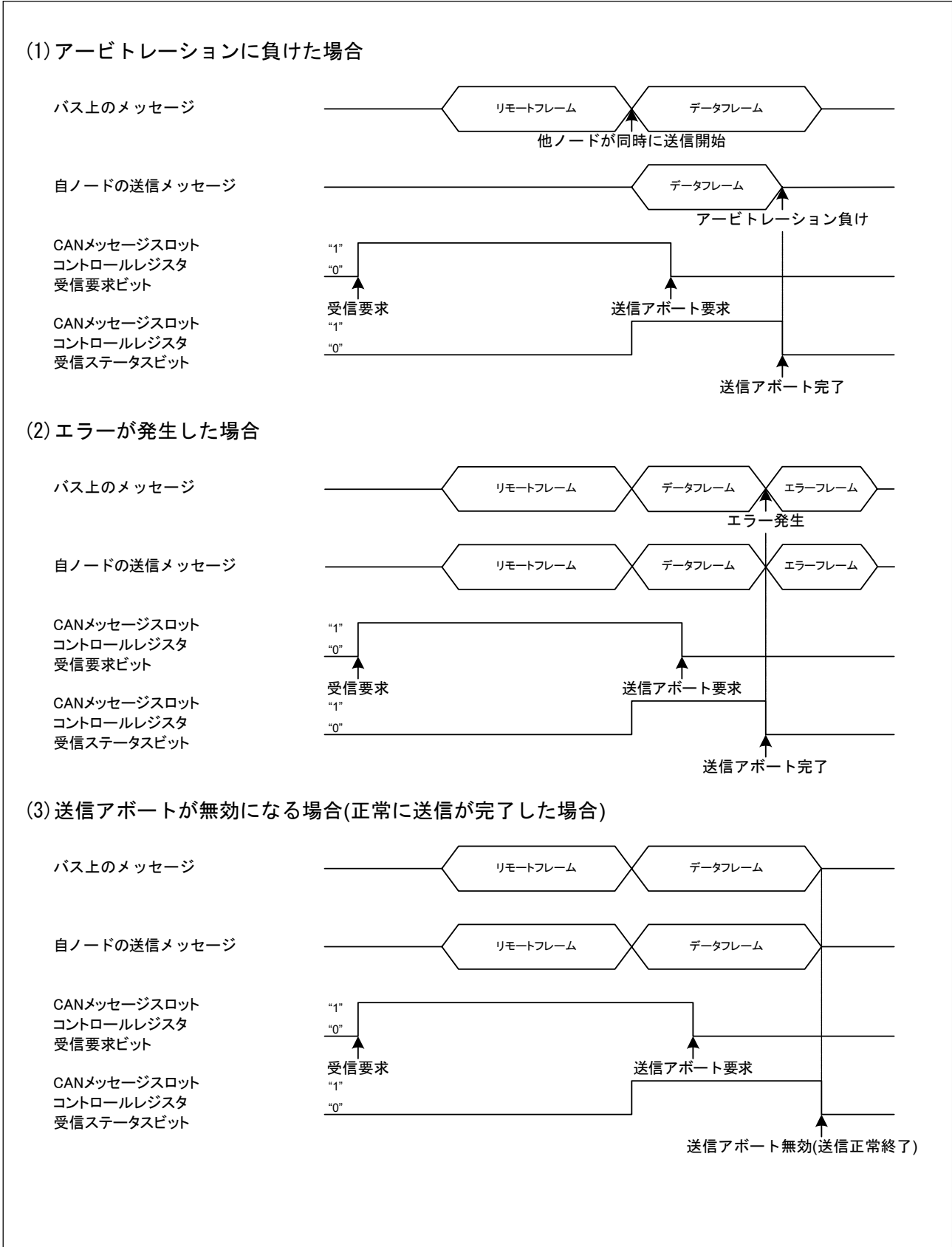


図 5.1.3 リモートフレーム受信後、データフレーム送信中での送信アボート

5.2 Basic CAN モード

CAN モジュール 1 チャンネルにつき 32 個のスロットがあり、各スロットごとに送信または受信スロットの設定ができます。これを通常動作モードといいます。

Basic CAN モードは、スロット 30、31 が受信スロットで、スロット 0 からスロット 29 が通常動作モードとして動作するモードです。このとき、受信メッセージはスロット 30 からスロット 31 と交互に格納されます。

2 つのスロットの ID とマスクレジスタの設定を同じにすることによって、多数の ID を持ったフレームを受信する場合などで、メッセージロス発生の可能性を低くすることができます。

通常動作モードでは、CAN メッセージスロットコントロールレジスタの設定によって、各スロットはデータフレームかリモートフレームどちらか一方のフレームタイプしか扱うことができません。しかし、Basic CAN モードでは、スロット 30、31 は両方のフレームタイプを同時に受信することができます。どちらのタイプを受信したかは、CAN メッセージスロットコントロールレジスタのリモートアクティブビットで判別でき、データフレームを受信したとき"0"に、リモートフレームを受信したとき"1"になります。

Basic CAN モード使用時は、CAN コントロールレジスタの Basic CAN モードビットを"1"に設定します。

Basic CAN モードを使用するときは、以下の手順で行います。

- ・スロット 30、31 の ID、およびローカルマスクレジスタ A、B を設定する。（同一値設定を推奨）
- ・スロット 30、31 で扱うフレームのタイプ（標準/拡張）を CAN 拡張 ID レジスタへ設定する。
（同一タイプを推奨）
- ・スロット 30、31 のメッセージスロットコントロールレジスタをデータフレーム受信に設定する。
- ・Basic CAN モードビットを"1"にセットする。

Basic CAN モードを使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・CAN 動作中（CAN ステータスレジスタの CAN リセットステータスビットが"0"）は、Basic CAN モードビットの設定を変更しないでください。
- ・スロット 30、31 ではリモートフレームを受信しても自動応答機能は使用できません。
- ・メッセージを受信した状態で同じスロットがさらにメッセージを受信すると、新しいメッセージでオーバーライトされます。
- ・Basic CAN モードでもスロット 0～スロット 29 は通常動作時と同様に使用できます。

5.3 ループバック機能

通常、CAN では自分が送信したフレームを受信することはできません。ループバック機能を有効にすると、自分が送信したフレームと ID マッチする受信スロットがあった場合に、そのフレームを受信することが出来ます。

ループバックモード使用時は、CAN コントロールレジスタのループバックモードビットを"1"に設定します。

ループバック機能を使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・送信フレームに対する ACK は返しません。
- ・CAN 動作中（CAN ステータスレジスタの CAN リセットステータスビットが"0"）は、ループバックモードビットの設定を変更しないでください。

5.4 シングルショットモード

通常、CAN ではアービトレーションロスや送信エラーによって送信に失敗した場合、送信が成功するまで送信動作を実行しつづけます。その再送信動作を行うかどうかを CAN シングルショットモード制御レジスタでスロット毎に制御することができます。

スロットをシングルショットモードに設定して送信に失敗した場合、再送信動作を行いません。

シングルショットモードを使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・CAN シングルショットモード制御レジスタの設定変更は、変更を加えるビットに対応したスロットの CAN メッセージスロットコントロールレジスタの値が H'00 の状態で行ってください。

5.5 タイムスタンプ機能

CAN モジュールは 16 ビットのアップカウントレジスタを内蔵しています。カウント周期は CAN コントロールレジスタのタイムスタンププリスケールビットで CAN バスビットクロックの 1 分周、2 分周、3 分周、4 分周のいずれかを選択します。

送信/受信完了時、カウントレジスタ値をキャプチャし、その値をメッセージスロットに格納します。

カウンタは、CAN コントロールレジスタの CAN リセットビットを"0"クリアすることによってカウント動作を開始します。

タイムスタンプ機能を使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・ CAN 動作中 (CAN ステータスレジスタの CAN リセットステータスビットが"0") は、タイムスタンププリスケールビットの設定変更を行わないでください。
- ・ CAN コントロールレジスタの CAN リセットビットを"1"にセットすることによって、プロトコル制御部がリセットされ H'0000 へ初期化することが出来ます。また、タイムスタンプカウンタリセットビットを"1"にセットすることによって、CAN モジュールを動作させたまま H'0000 へ初期化することが出来ます。
- ・ ループバックモード時、ID マッチするスロットが存在する場合には、受信完了時に対応したスロットへタイムスタンプ値が格納されます (送信完了時にはタイムスタンプ値は格納されません)。
- ・ CAN タイムスタンプカウントレジスタのカウント周期は CAN 再同期機能により変化します。

5.6 リターンバスオフ機能

CAN モジュールのステータスがバスオフ状態になると送受信を行うことができません。送受信を行うためには、バス上に 11 ビット連続のレセシブビットを 128 回検出し、エラーアクティブ状態になる必要があります。しかし、緊急にメッセージを送信したいときなどでは、即座にエラーアクティブ状態にした場合があります。そこで上記の期間を待つことなく即座にエラーアクティブ状態にすることができる、リターンバスオフ機能があります。

リターンバスオフ機能は、CAN コントロールレジスタのリターンバスオフビットを"1" (CAN エラーカウンタのクリアを要求) にすると、CAN 受信エラーカウントレジスタと CAN 送信エラーカウントレジスタを H'0000 にクリアし、CAN モジュールの状態を強制的にエラーアクティブにすることができます。リターンバスオフビットは、エラーアクティブ状態に遷移した後に自動的にクリアされます。

リターンバスオフ機能を使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・ エラーカウンタクリア後は、CAN バス上に 11 ビットの連続したレセシブビットを検出した後に通信可能となります。

5.7 自己診断機能

CAN モジュール内部で、CTX と CRX を接続します。ループバック機能と組み合わせることによって CAN 単体で通信を行うことができます。自己診断モード時は、送信中も CTX 端子出力が”H”固定となります。

自己診断モードの設定は CAN モードレジスタの CAN 動作モード選択ビットでおこないます。

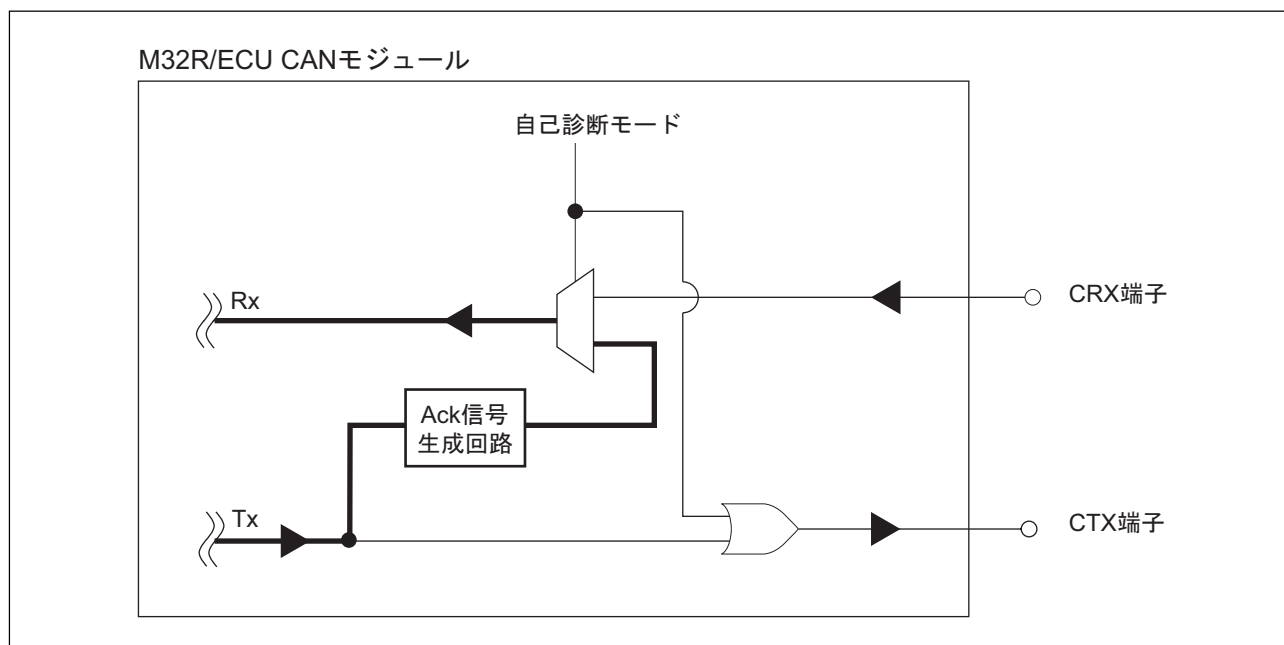


図 5.7.1 自己診断モード (イメージ図)

5.8 バスモニタモード

受信動作のみを行うモードです。バスモニタモードでは CTX 端子出力は”H”固定となり、ACK を返すこともエラーフレームを返すこともできません。

バスモニタモードの設定は CAN モードレジスタの CAN 動作モード選択ビットでおこないます。

バスモニタモードを使用するときは、以下の点に注意してください。

- ・バスモニタモード時は、送信要求を出すことは禁止です。
- ・バスモニタモード時は、ACK ビットは”Don't care”として扱われます。

5.9 DMA 転送機能

CAN0 は DAM0、DMA6、DMA2、DMA7、CAN1 は DMA5、DMA8、DMA7、DMA9 の DMA 転送要求を発生させることができます。

設定は CAN0DMA 転送要求選択レジスタと CAN1DMA 転送要求選択レジスタの CANDMA0 転送要求要因選択ビット (CDMSEL0) と CANDMA1 転送要求要因選択ビット (CDMSEL1) でおこないます。

(1) CDMSEL1 ビット

CAN0 は DMA2 と DMA7 に、CAN1 は DMA7 と DMA9 に DMA 転送要求を発生させることができます。

転送要求要因として、次の 2 つから選択します。

- ・スロット 1 送信失敗 (アービトレーションロストか送信エラーによる失敗)
- ・スロット 30 送受信完了

注. ・スロット 30 をリモートフレーム送信設定にした場合、リモートフレーム送信完了/データフレーム受信完了のそれぞれの事象に対して DMA 転送要求を発生します。

- ・スロット 30 をリモートフレーム受信 (自動応答) 設定にした場合、リモートフレーム受信完了/データフレーム送信完了のそれぞれの事象に対して DMA 転送要求を発生します。

(2) CDMSEL0 ビット

CAN0 は DMA0 と DMA6 に、CAN1 は DMA5 と DMA8 に DMA 転送要求を発生させることができます。

転送要求要因として、次の 2 つから選択します。

- ・スロット 0 送信失敗 (アービトレーションロストか送信エラーによる失敗)
- ・スロット 31 送受信完了

注. ・スロット 31 をリモートフレーム送信設定にした場合、リモートフレーム送信完了/データフレーム受信完了のそれぞれの事象に対して DMA 転送要求を発生します。

- ・スロット 31 をリモートフレーム受信 (自動応答) 設定にした場合、リモートフレーム受信完了/データフレーム送信完了のそれぞれの事象に対して DMA 転送要求を発生します。

5.10 アクセプタンスフィルタ

ハードウェアで受信メッセージの ID フィルタリングをおこない、指定範囲の ID のみのメッセージを受信する機能

5.10.1 アクセプタンスフィルタの動作

アクセプタンスフィルタは、グローバルマスクレジスタ A (スロット 0 ~ 15 用)、グローバルマスクレジスタ B (スロット 16 ~ 29 用)、ローカルマスクレジスタ A (スロット 30 用)、ローカルマスクレジスタ B (スロット 31 用) を使用してフィルタリングを行います。

注. ・マスクレジスタの変更は、スロットに受信要求をセットしていない状態で行ってください。

アクセプタンスフィルタ動作説明を図 5.10.1 に示します。

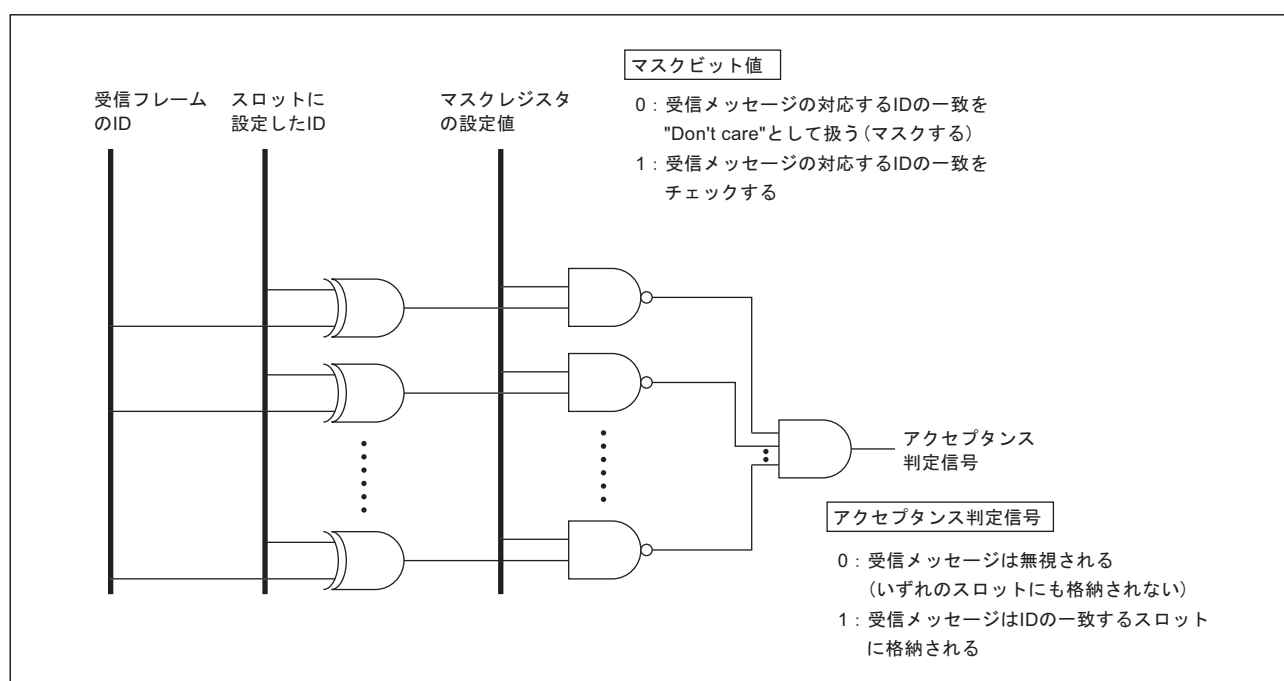


図 5.10.1 アクセプタンスフィルタ動作説明

5.10.2 アクセプタンスフィルタの使用例

(1) 使用例 1

CAN0 スロット 0 が ID H'123 の標準データフレーム、または標準リモートフレームを受信する場合の各マスクレジスタ設定を表 5.10.1 に示します。

表 5.10.1 アクセプタンスフィルタの使用例 1

マスクレジスタ	COGMSKAS0 SID0-4	COGMSKAS1 SID5-10	COGMSKAE0 EID0-3	COGMSKAE1 EID4-11	COGMSKAE2 EID12-17
マスクレジスタ設定値	11111	111111	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX
スロット 0 ID 設定値	00100	100011	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX
受信メッセージ	ID H'123	00100	100011	—	—

注. ・X は "Don't care" として扱います。

(2) 使用例 2

CAN0 スロット 0 が ID H'122 と ID H'123 の 2 個の標準データフレーム、または標準リモートフレームを受信する場合の各マスクレジスタ設定を表 5.10.2 に示します。

表 5.10.2 アクセプタンスフィルタの使用例 2

マスクレジスタ	COGMSKAS0 SID0-4	COGMSKAS1 SID5-10	COGMSKAE0 EID0-3	COGMSKAE1 EID4-11	COGMSKAE2 EID12-17
マスクレジスタ設定値	11111	111110	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX
スロット 0 ID 設定値	00100	10001X	XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX
受信メッセージ	ID H'122	00100	100010	—	—
	ID H'123	00100	100011	—	—

(3) 使用例 3

CAN0 スロット 0 が ID H'12345678 の拡張データフレーム、または拡張リモートフレームを受信する場合の各マスクレジスタ設定を表 5.10.3 に示します。

表 5.10.3 アクセプタンスフィルタの使用例 3

マスクレジスタ	COGMSKAS0 SID0-4	COGMSKAS1 SID5-10	COGMSKAE0 EID0-3	COGMSKAE1 EID4-11	COGMSKAE2 EID12-17
マスクレジスタ設定値	11111	111111	1111	11111111	111111
スロット 0 ID 設定値	10010	001101	0001	01011001	111000
受信メッセージ	ID H'12345678	10010	001101	0001	01011001

6. 参考ドキュメント

- 32192 グループ データシート Rev.1.01
- 32196 グループ データシート Rev.1.00
- 32192/32196 グループ ハードウェアマニュアル Rev.1.00
- CAN 入門書 Rev.4.00
- 初めての CAN Rev.1.01
(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください。)
- Robert Bosch GmbH/Bosch's CAN : <http://www.can.bosch.com/>
- CiA: CAN in Automation : <http://www.can-cia.de/>

7. ホームページとサポート窓口

ルネサス テクノロジホームページ
<http://www.renesas.com/>

ルネサス製品全般に関するお問合せと M32R ファミリに関する技術的なお問合せ先
カスタマサポートセンタ : csc@renesas.com

改訂記録	32192/32196 グループ CAN モジュールの概要
------	----------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2005.07.19	-	初版発行

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。