

32 ビット RISC マイクロコントローラー

TXZ+ファミリー

リファレンスマニュアル
CAN コントローラー
(CAN-B)

Revision 1.0

2020-10

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

序章	5
関連するドキュメント	5
表記規約	6
用語・略語	8
1. 概要	9
2. ブロック図	10
3. 機能説明・動作説明	11
3.1. クロック供給	11
3.2. CAN バスへのインターフェース	11
3.3. 機能	12
3.3.1. メールボックス	12
3.3.2. 送信制御レジスター	13
3.3.3. 受信制御レジスター	14
3.3.4. リモートフレーム制御レジスター	15
3.3.5. 受信フィルタリング	16
3.3.6. タイムスタンプ機能	17
3.3.7. 割り込み制御	18
3.4. 動作モード	20
3.4.1. コンフィグレーションモード	20
3.4.2. スリープモード	22
3.4.3. サスペンドモード	22
3.4.4. テストループバックモード	23
3.4.5. テストエラーモード	23
3.5. ビットコンフィグレーション	24
4. レジスター説明	26
4.1. レジスター一覧	26
4.1.1. CAN メールボックス	27
4.2. レジスター詳細	28
4.2.1. [CANxMBnID](メッセージ ID フィールドレジスター)	28
4.2.2. [CANxMBnTSMCF](タイムスタンプおよびメッセージ制御フィールドレジスター)	29
4.2.3. [CANxMBnDL](データフィールドレジスター)	30
4.2.4. [CANxMBnDH](データフィールドレジスター)	30
4.2.5. [CANxMC](メールボックスコンフィグレーションレジスター)	31
4.2.6. [CANxMD](メールボックスディレクションレジスター)	31
4.2.7. [CANxTRS](送信要求セットレジスター)	32
4.2.8. [CANxTRR](送信要求リセットレジスター)	33
4.2.9. [CANxTA](送信アクノリッジレジスター)	34
4.2.10. [CANxAA](アポートアクノリッジレジスター)	34

4.2.11. [CANxRMP](受信メッセージペンディングレジスター)	35
4.2.12. [CANxRML](受信メッセージロストレジスター).....	36
4.2.13. [CANxLAM](ローカルアクセプタンスマスクレジスター)	37
4.2.14. [CANxGAM](グローバルアクセプタンスマスクレジスター).....	38
4.2.15. [CANxMCR](マスター制御レジスター).....	39
4.2.16. [CANxGSR](グローバルステータスレジスター)	40
4.2.17. [CANxBCR1](ビットコンフィグレーションレジスター1).....	41
4.2.18. [CANxBCR2](ビットコンフィグレーションレジスター2).....	41
4.2.19. [CANxGIF](グローバル割り込みフラグレジスター).....	42
4.2.20. [CANxGIM](グローバル割り込みマスクレジスター).....	43
4.2.21. [CANxMBTIF](メールボックス送信割り込みフラグレジスター).....	44
4.2.22. [CANxMBRIF](メールボックス受信割り込みフラグレジスター).....	44
4.2.23. [CANxMBIM](メールボックス割り込みマスクレジスター)	44
4.2.24. [CANxCDR](チェンジデータ要求レジスター).....	45
4.2.25. [CANxRFP](リモートフレームペンディングレジスター).....	45
4.2.26. [CANxCEC](CANx エラーカウンターレジスター)	46
4.2.27. [CANxTSP](タイムスタンプカウンタープリスケラーレジスター).....	47
4.2.28. [CANxTSC](タイムスタンプカウンターレジスター).....	47
5. 使用方法.....	48
5.1. メッセージ受信	48
5.2. メッセージ送信	49
5.3. リモートフレームの処理.....	50
6. 改訂履歴.....	51
製品取り扱い上のお願い.....	52

図目次

図 2.1	CAN コントローラーのブロック図	10
図 3.1	メールボックスの構成	12
図 3.2	受信メッセージロストの発生タイミング	14
図 3.3	受信フィルタリング	16
図 3.4	タイムスタンプカウンター	17
図 3.5	CANx 割り込み信号ブロック図	19
図 3.6	CAN コントローラー初期設定のフローチャート	21
図 3.7	テストループバックモード、テストエラーモード設定のフローチャート	23
図 3.8	CANx ビットタイミング	24
図 5.1	メッセージ受信のフローチャート	48
図 5.2	メッセージ送信のフローチャート	49
図 5.3	自動応答機能を使ったりモートフレーム処理のフローチャート	50

表目次

表 2.1	信号一覧表	10
表 3.1	割り込み要因一覧	18
表 3.2	ボーレート設定時の制限事項	25
表 4.1	メッセージ受信前 / 後の[CANxRMP]、[CANxRML]レジスター変化	36
表 6.1	改訂履歴	51

序章

関連するドキュメント

文書名
クロック制御と動作モード
入出力ポート
製品個別情報

表記規約

- 数値表記は以下の規則に従います。
16 進数表記: 0xABC
10 進数表記: 123 または 0d123 (10 進表記であることを示す必要のある場合だけ使用)
2 進数表記: 0b111 (ビット数が本文中に明記されている場合は「0b」を省略可)
- ローアクティブの信号は信号名の末尾に「_N」で表記します。
- 信号がアクティブレベルに移ることを「アサート (assert)」アクティブでないレベルに移ることを「デアサート (deassert)」と呼びます。
- 複数の信号名は [m:n]とまとめて表記する場合があります。
例: S[3:0] は S3,S2,S1,S0 の 4 つの信号名をまとめて表記しています。
- 本文中 [] で囲まれたものはレジスターを定義しています。
例: [ABCD]
- 同種で複数のレジスター、フィールド、ビット名は「n」で一括表記する場合があります。
例: [XYZ1], [XYZ2], [XYZ3] → [XYZn]
- 「レジスター一覧」中のレジスター名でユニットまたはチャンネルは「x」で一括表記しています。
ユニットの場合、「x」は A,B,C...を表します。
例: [ADACR0], [ADBCR0], [ADCCR0]→[ADxCR0]
チャンネルの場合、「x」は 0,1,2,...を表します。
例: [T32A0RUNA], [T32A1RUNA], [T32A2RUNA]→[T32AxRUNA]
- レジスターのビット範囲は [m:n] と表記します。
例: [3:0] はビット 3 から 0 の範囲を表します。
- レジスターの設定値は 16 進数または 2 進数のどちらかで表記されています。
例: [ABCD]<EFG> = 0x01 (16 進数)、 [XYZn]<VW> = 1 (2 進数)
- ワード、バイトは以下のビット長を表します。
バイト: 8 ビット
ハーフワード: 16 ビット
ワード: 32 ビット
ダブルワード: 64 ビット
- レジスター内の各ビットの属性は以下の表記を使用しています。
R: リードオンリー
W: ライトオンリー
R/W: リード / ライト
- 断りのない限り、レジスターアクセスはワードアクセスだけをサポートします。
- 本文中の予約領域「Reserved」として定義されたレジスターは書き換えを行わないでください。
また、読み出した値を使用しないでください。
- Default 値が「—」となっているビットから読み出した値は不定です。
- 書き込み可能なビットフィールドと、リードオンリー「R」のビットフィールドが共存するレジスターに書き込みを行う場合、リードオンリー「R」のビットフィールドには Default 値を書き込んでください。
Default 値が「—」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- ライトオンリーのレジスターの Reserved ビットフィールドには Default 値を書き込んでください。
Default 値が「—」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- 書き込みと読み出しで異なる定義のレジスターへのリードモディファイライト処理は行わないでください。

本資料に記載されている社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

用語・略語

この仕様書で使用されている用語・略語の一部を記載します。

CAN Controller Area Network

1. 概要

CAN コントローラーは、1 ユニット単位で 1 チャネルの送受信回路として動作します。
以下に、機能の一覧を示します。

機能分類	機能	動作説明または範囲
プロトコル	CAN バージョン 2.0B アクティブ準拠	標準/拡張フォーマット対応
	CAN バスビットレート	最大 1Mbps (fsys=48MHz(Min)時) ボーレートプリスケラー内蔵
	ビットタイミングパラメーター	Intel 82527 同等
メッセージボックス	32 メールボックス	送信/受信兼用 31 個 受信専用 1 個
送信	フレーム対応	データフレーム/リモートフレーム対応
	アービトラージョン	メールボックス番号の小さい順 メールボックス ID の優先度順
受信	フレーム対応	データフレーム/リモートフレーム対応
	マスク機能	プログラマブルグローバル受信マスク (メールボックス No.0 ~ No.30 共用)
		プログラマブルローカル受信マスク (メールボックス No. 31 専用)
ID フォーマット	標準/ 拡張 ID 選択。 受信マスクビット機能	
タイムスタンプ	送信/受信時用	16 ビットタイムスタンプカウンター
動作モード	コンフィグレーションモード	CAN を設定するモード
	スリープモード	低消費電力モード(バススリープモード)
	サスペンドモード	CAN バス上でインアクティブ状態
	テストループバックモード	セルフアクノリッジ
	テストエラーモード	エラーカウンターにライト可能
割り込み機能	CANx 送信完了(INTCANxTXD)	メッセージ送信正常終了要因による割り込み
	CANx 受信完了(INTCANxRXD)	メッセージ受信正常終了要因による割り込み
	CANx グローバル(INTCANxGLB) (8 種類)	ワーニングレベル / エラーパッシブ / バスオフ/ タイムスタンプオーバーフロー / 送信アボート/ 受信メッセージロスト/ ウエイクアップ / リモートフレーム受信要因による割り込み

2. ブロック図

図 2.1 に CAN コントローラーのブロック図を示します。

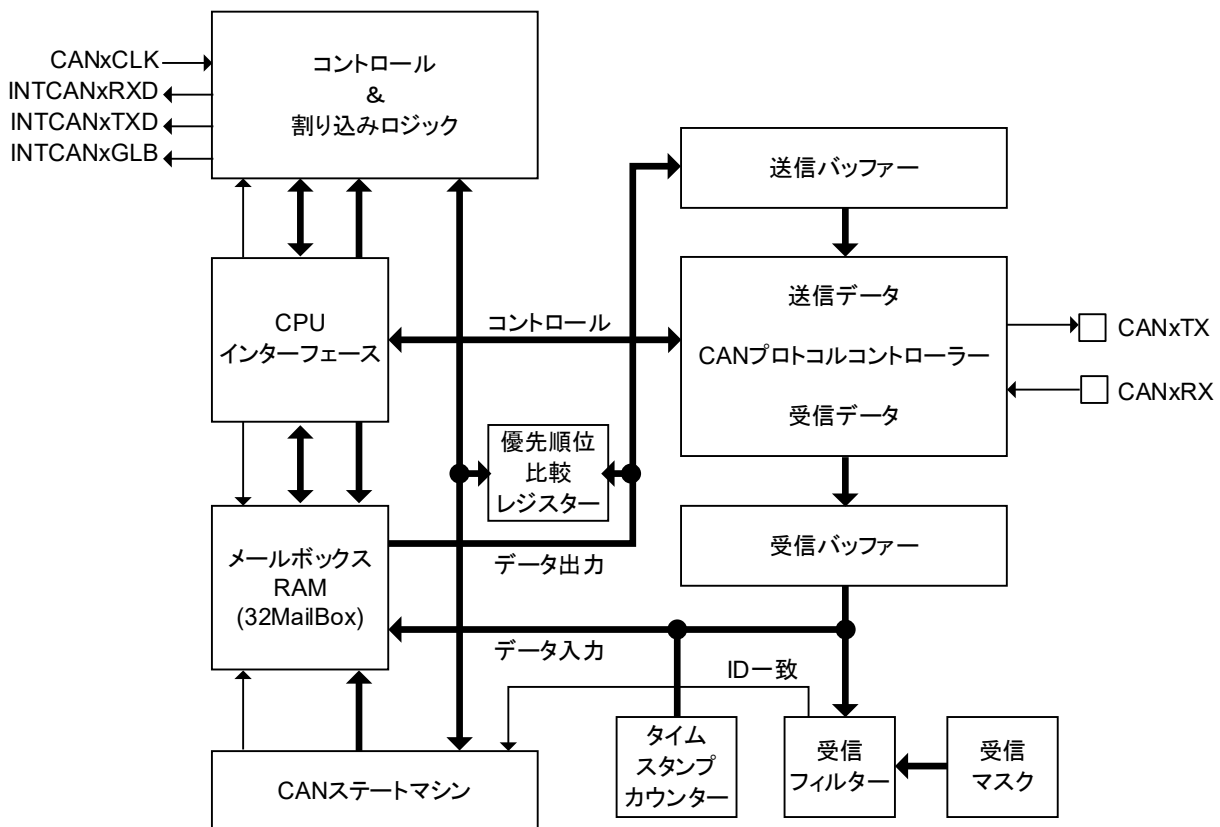


図 2.1 CANコントローラーのブロック図

表 2.1 信号一覧表

No	信号名	信号名称	I/O	参照リファレンスマニュアル
1	INTCANxRXD	CANx 受信完了割り込み	出力	例外
2	INTCANxTXD	CANx 送信完了割り込み	出力	例外
3	INTCANxGLB	CANx グローバル割り込み	出力	例外
4	CANxTX	CANx TX 信号	出力	入出力ポート, 製品個別情報
5	CANxRX	CANx RX 信号	入力	入出力ポート, 製品個別情報
6	CANxCLK	CANx クロック($f_{sys}/4$)	入力	クロック制御と動作モード

3. 機能説明・動作説明

3.1. クロック供給

CAN を使用する場合は、f_{sys} 供給停止レジスタA (*[JCGFSYSENA]*、*[JCGFSYSMENA]*)、f_{sys} 供給停止レジスタB (*[JCGFSYSENB]*、*[JCGFSYSMENB]*)、f_{sys} 供給停止レジスタC (*[JCGFSYSMENC]*)、f_c 供給停止レジスタ (*[JCGFCEN]*) で該当するクロックイネーブルビットを"1" (クロック供給) に設定してください。

該当レジスタ、ビット位置は製品によって異なります。そのため、製品によってレジスタが存在しない場合があります。詳細はリファレンスマニュアルの「クロック制御と動作モード」を参照してください。

クロックの供給を停止する場合、CAN が停止していることを確認してください。また、ストップモードに遷移する際も同様に CAN が停止していることを確認してください。

なお CAN 用 f_{sys} が停止すると、CANxCLK も停止します。

3.2. CAN バスへのインターフェース

CAN バスへのインターフェースは、入力ピン CANxRX および出力ピン CANxTX です。これらのピンは CAN バストランシーバー(ISO/DIS 11898 準拠)を介して接続してください。

高速トランシーバーと低速トランシーバーは区別されます。ピンのチップレベルでの電気的特性 (例えば、3.3 V または 5 V) が、トランシーバーの要件を満たすよう注意してください。

3.3. 機能

3.3.1. メールボックス

メールボックスは、シングルポート RAM (内部 CAN コアおよび CPU からアクセス可能) で構成されます。CPU はメールボックスや制御レジスターを変更することによって CAN コントローラーを制御します。メールボックスや制御レジスターの内容は、受信フィルタリング、メッセージ送信、割り込み処理などを実行するために使われます。

送信を開始するには、送信するメールボックスに対応する送信要求ビットをセットします。その後、CPU が関知することなく、送信の全ての手続きとエラー処理(エラー発生の場合)を実行します。メールボックスが受信に設定されている場合、CPU はリード命令を使ってメールボックスのデータをリードします。メッセージの送信または受信が成功するたびに CPU に割り込みをかけるように設定することもできます。

メールボックスは 32 個用意され、各メールボックスは、8 バイトのデータ、29 ビットの ID、および幾つかの制御ビットから構成されます。メールボックス No.31 以外の各メールボックスは、送信または受信のどちらかに設定することができます。メールボックス No.31 は受信専用のメールボックスです。メールボックス No.31 には、メールボックス No.0 ~ No.30 とは別の受信マスクを使って異なるメッセージ ID のグループを受信できるように設計されています。

メールボックスの構成を図 3.1 に示します。

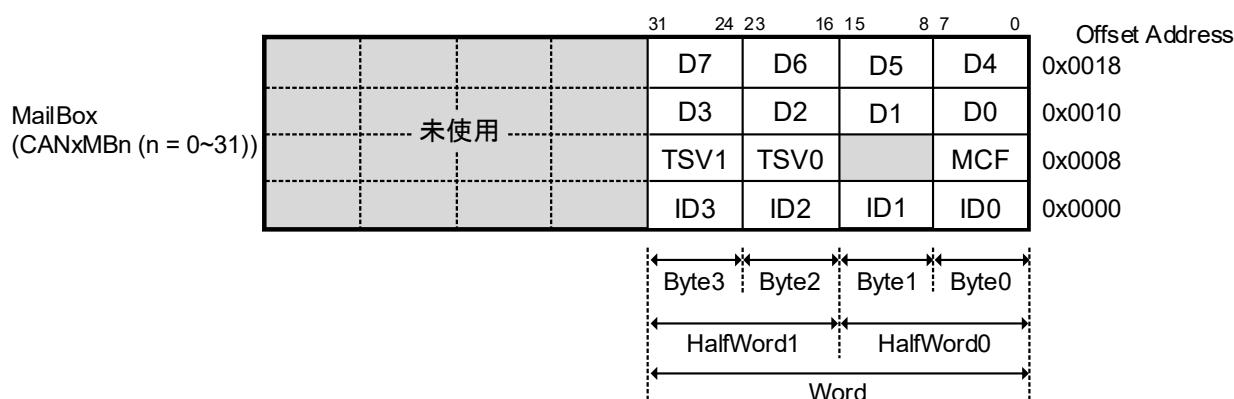


図 3.1 メールボックスの構成

- (1) メッセージ ID フィールド(ID3 ~ ID0)
 - ID 拡張ビット<IDE>
 - グローバル / ローカル受信マスク許可ビット<GAME_LAME>
 - リモートフレーム処理ビット<RFH>
 - 29 ビットのメッセージ ID<ID[28:0]>
- (2) メッセージ制御フィールド(MCF)
 - リモートフレーム送信要求ビット<RTR>
 - 4 ビットのデータ長<DLC[3:0]>
- (3) タイムスタンプ値(TSV1, TSV0)
 - メッセージ送信 / 受信時のタイムスタンプカウンターの値を格納<TSV[15:0]>
- (4) データフィールド(D7 ~ D0)
 - 8 バイトのデータ<D7[7:0]> ~ <D0[7:0]>

3.3.2. 送信制御レジスター

送信制御部は 2 個のレジスターで構成されています。1 つは送信要求セットレジスター [*CANxTRS*]、もう 1 つは送信要求リセットレジスター [*CANxTRR*] です。これによって、ステートマシン内で送信メールボックスを取り扱う際に矛盾を起こすことなく送信要求をクリアできます。この仕組みは、送信がすでに進行中のメールボックスがクリアされることも防止します。

送信メールボックス (*CANxMD*[*MDn*] = 0) として設定されたメールボックス *n* に、データと ID をライトし、メールボックス *n* へのアクセスが許可 (*CANxMC*[*MCn*] = 1) されているときに、*CANxTRS*[*TRSn*] ビットを "1" にセットすると、メールボックス *n* のメッセージを送信します。

送信メールボックスとして構成されたメールボックスが 2 つ以上あり、対応する TRS ビットが 2 つ以上セットされている場合、メッセージは選択された順序で送信されます。送信順序は、マスター制御レジスター [*CANxMCR*] の *MTOS* ビットに依存します。

CANxMCR[*MTOS*] ビットが "0" の場合、メールボックス番号が小さいほど優先度が高くなります。例えば、CANxMB0、CANxMB2 および CANxMB5 が送信メールボックスに設定され、対応する *CANxTRS*[*TRSn*] ビットが "1" にセットされているとき、メッセージは CANxMB0、CANxMB2、CANxMB5 の順で送信されます。CANxMB2 のメッセージを処理中に、新しい送信要求が CANxMB0 に対してセットされた場合、次の内部アービトレーションは次の送信メッセージに CANxMB0 を選択し、CANxMB2 の送信終了後、CANxMB0 の送信を開始します。これは、CANxMB2 のメッセージ送信中にアービトレーションロストが発生した場合も同様です。アービトレーションロストした CANxMB2 に代わり、CANxMB0 のメッセージを送信します。

CANxMCR[*MTOS*] ビットが "1" の場合、送信要求のあるメールボックスの中で、最も優先度の高い ID をもったメールボックスのメッセージが送信されます。アービトレーションロスト発生後の送信の場合も、その時点で送信要求のあるメールボックスの中でもっとも優先度の高い ID をもったメールボックスのメッセージを送信します。

3.3.3. 受信制御レジスター

受信メッセージの ID は、受信として設定されたメールボックスの ID と比較されます。ID の比較は、メールボックス中のグローバル / ローカル受信マスク許可ビット $[CANxMBnID] \langle GAME_LAME \rangle$ の値およびグローバル / ローカルアクセプタンスマスクレジスター $[CANxGAM] / [CANxLAM]$ に保持されるデータに依存します。

一致検出すると、受信メッセージの ID、制御ビットおよびデータバイトは、一致したメールボックスにライトされます。同時に、対応する受信メッセージペンドイングビット $[CANxRMP] \langle RMPn \rangle$ が "1" にセットされ、メールボックス割り込みを許可 ($[CANxMBIM] \langle MBIMn \rangle = 1$) している場合は、CANx 受信完了割り込み (INTCANxRXD) が発生します。一致検出すると、それ以降の ID 比較は行いません。

受信メッセージの ID がメールボックス No.0 から No.30 のいずれとも一致しない場合、受信専用メールボックス No.31 の ID と比較されます。一致検出すると、受信メッセージの内容は、受信専用メールボックス No.31 にライトされます。

一致検出しなかった場合、受信メッセージはメールボックスに格納されず、メールボックスに変化はありません。

$\langle RMPn \rangle$ ビットは、データの読み出し後に CPU がクリアしなければなりません。 $\langle RMPn \rangle$ ビットが "1" にセットされた状態で、このメールボックス n への次のメッセージを受信した場合、対応する受信メッセージロストビット $\langle RMLn \rangle$ が "1" にセットされます。この場合、メールボックス n は新しいメッセージでオーバーライトされます。

受信メッセージロストの発生タイミングを、図 3.2 に示します。

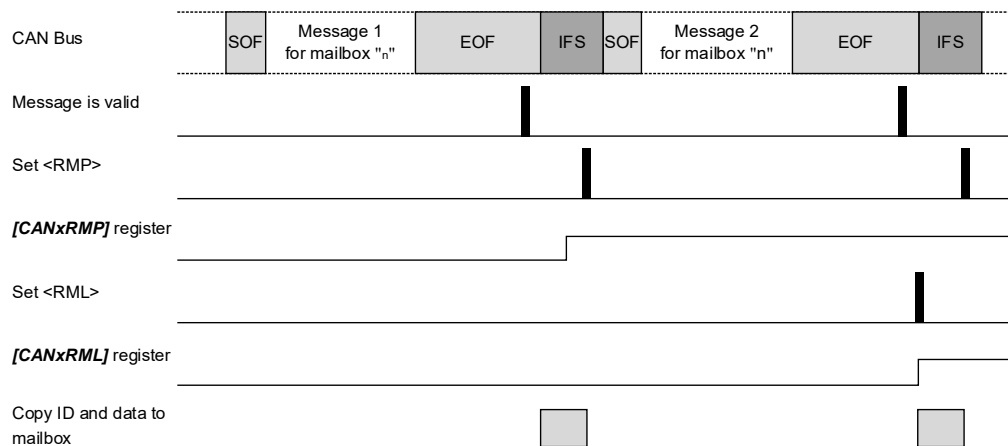


図 3.2 受信メッセージロストの発生タイミング

3.3.4. リモートフレーム制御レジスター

リモートフレームを受信すると、リモートフレームの ID とメールボックスの ID を比較します。

ID の比較は、メールボックス中のグローバル / ローカル受信マスク許可ビット $[CANxMBnID]<GAME_LAME>$ の値およびグローバル / ローカルアクセプタンスマスクレジスター $[CANxGAM]/[CANxLAM]$ に保持されるデータに依存します。

ID の一致検出があると、それ以降の比較は行いません。

リモートフレーム処理ビット $[CANxMBnID]<RFH>$ を "1" にセットしている、送信メールボックス n の ID と一致すると、リモートフレームにตอบสนองしてメッセージを送信するために、 $[CANxTRS]<TRS_n>$ ビットが "1" にセットされます。ID が一致しても、 $[CANxMBnID]<RFH>$ ビットが "0" の送信メールボックスの場合は、リモートフレームにตอบสนองしません。

受信メールボックス n で ID が一致した場合は、この受信メッセージはデータフレームと同様に扱われ、 $[CANxRMP]<RMP_n>$ ビットと、 $[CANxRFP]<RFP_n>$ ビットが "1" にセットされます。

リモートフレームの ID と、 $[CANxMBnID]<RFH>$ ビットとグローバルビットがともに "1" のメールボックス n の ID が一致した場合、メールボックス n の ID はリモートフレームの ID がオーバーライトされ、その ID を付けて自動応答 ($<TRS_n>$ ビットをセットしデータフレームを送信) します。したがって、グローバルアクセプタンスマスクレジスター $[CANxGAM]$ を使用した場合、マスクの値によっては、1つのメールボックス n が複数のリモートフレーム ID に対して応答する可能性があります。

3.3.5. 受信フィルタリング

メールボックスNo.0~No.30の場合、グローバルアクセプタンスマスクレジスター[CANxGAM]は、メールボックス内のグローバルがセットされているときに使用されます。受信メッセージは、IDが一致する最初のメールボックスに格納されます。メールボックス No.0 ~ No.30 に一致する ID がない場合にだけ、受信メッセージは受信専用メールボックス(メールボックス 31)と比較されます。メールボックス No.31 内のローカルビットがセットされている場合、ローカルアクセプタンスマスクレジスター[CANxLAM]が使用されます。

受信フィルタリングを、図 3.3 に示します。

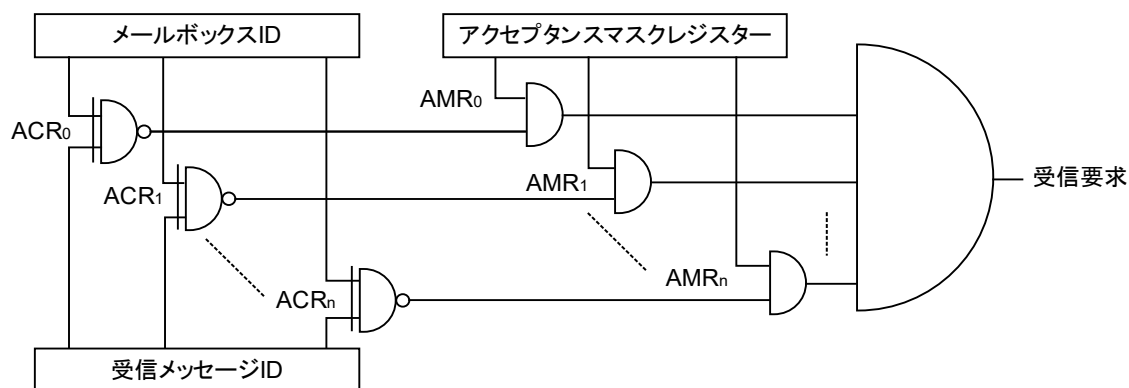


図 3.3 受信フィルタリング

3.3.6. タイムスタンプ機能

メッセージの送受信時を表示するために、CAN コントローラーにはフリーランニング方式の 16 ビットタイムスタンプカウンター[CANxTSC]を実装しています。受信メッセージが格納されたとき、またはメッセージが送信されたときに、対応するメールボックスのタイムスタンプ値 TSV に[CANxTSC]の内容が書き込まれます。

[CANxTSC]は、CAN バスラインのビットクロックからドライブされます。CAN がコンフィグレーションモード、またはスリープモードのとき、[CANxTSC]は停止します。電源投入リセット後、タイムスタンプカウンタープリスケイラーレジスター[CANxTSP]へのライト動作により、[CANxTSC]が"0"にクリアされます。[CANxTSC]は、コンフィグレーションモード時およびノーマルオペレーションモード時も CPU からリード / ライトが可能です。

タイムスタンプカウンターの構成を、図 3.4 に示します。

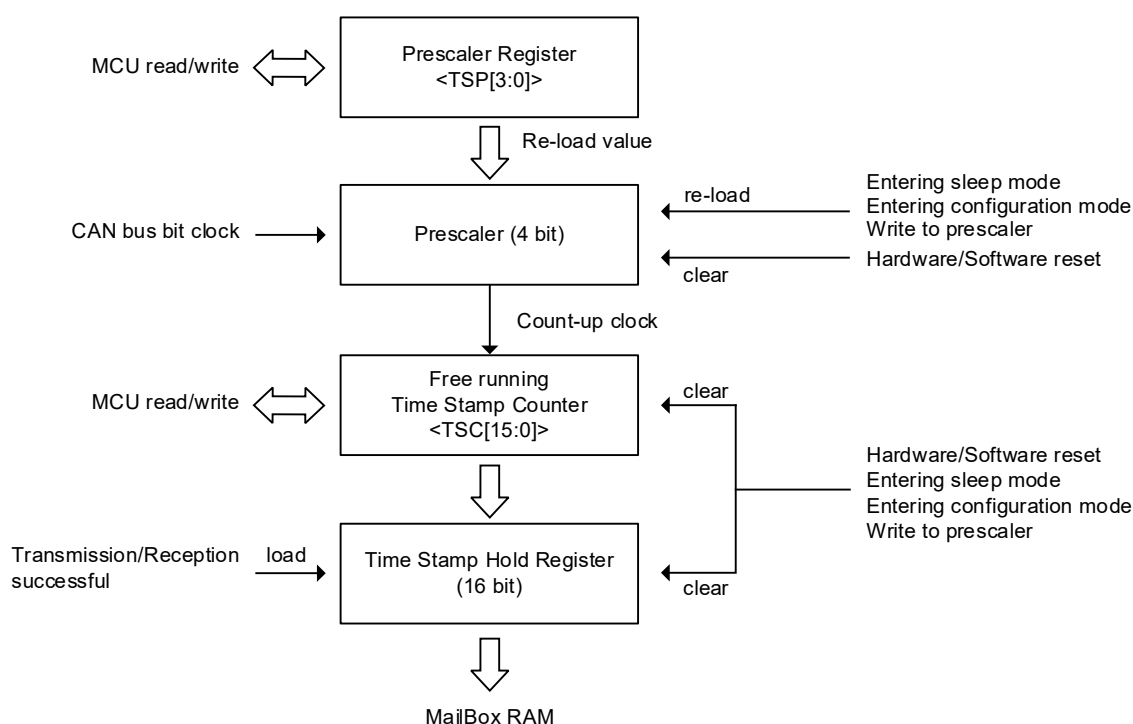


図 3.4 タイムスタンプカウンター

フリーランニング方式のタイムスタンプカウンターおよびタイムスタンプ保持レジスターは、以下のケースでクリアされます。

- リセット(電源投入リセットまたはソフトウェアリセット)後
- コンフィグレーションモードになったとき
- スリープモードになったとき
- [CANxTSP]レジスターにライトアクセスしたとき

3.3.7. 割り込み制御

CAN コントローラーには以下の割り込み要因があります。また、これらの割り込み要因は3グループに分けられ、各割り込みグループに1本ずつ割り込み出力信号があります。

- CANx 送信完了割り込み(INTCANxTXD)
送信完了で発生
- CANx 受信完了割り込み(INTCANxRXD)
受信完了で発生
- CANx グローバル割り込み(INTCANxGLB)
送信/受信完了以外の8要因で発生

表 3.1 割り込み要因一覧

要因		分類
送信割り込み	メッセージの送信が正常に終了	INTCANxTXD
受信割り込み	メッセージの受信が正常に終了	INTCANxRXD
ワーニングレベル割り込み	エラーカウンターのうち少なくとも1つが97以上	INTCANxGLB
エラーパッシブ割り込み	CANx がエラーパッシブモードになる	
バスオフ割り込み	CANx がバスオフモードになる	
タイムスタンプオーバーフロー割り込み	-	
送信アボート割り込み	-	
受信メッセージロスト割り込み	-	
ウエイクアップ割り込み	スリープモードからのウエイクアップ後に発生	
リモートフレーム受信割り込み	-	

メールボックス割り込みのために、グローバル割り込みとは別の割り込みを2本出力します。これは、メールボックスの設定に依存する、メールボックス受信完了割り込み(INTCANxRXD)とメールボックス送信完了割り込み(INTCANxTXD)です。

割り込みフラグレジスターが2つ、割り込みマスクレジスターが1つ用意されています。割り込みフラグレジスターの1つはメールボックス受信割り込みフラグレジスター[CANxMBRIF]、もう1つはメールボックス送信割り込みフラグレジスター[CANxMBTIF]です。また、各メールボックス割り込みを許可するか禁止するかを設定する、メールボックス割り込みマスクレジスター[CANxMBIM]があります。[CANxMBIM]レジスターは送信メールボックスと受信メールボックスの両方に使用されます。

CAN 割り込み信号ブロック図を、図 3.5 に示します。

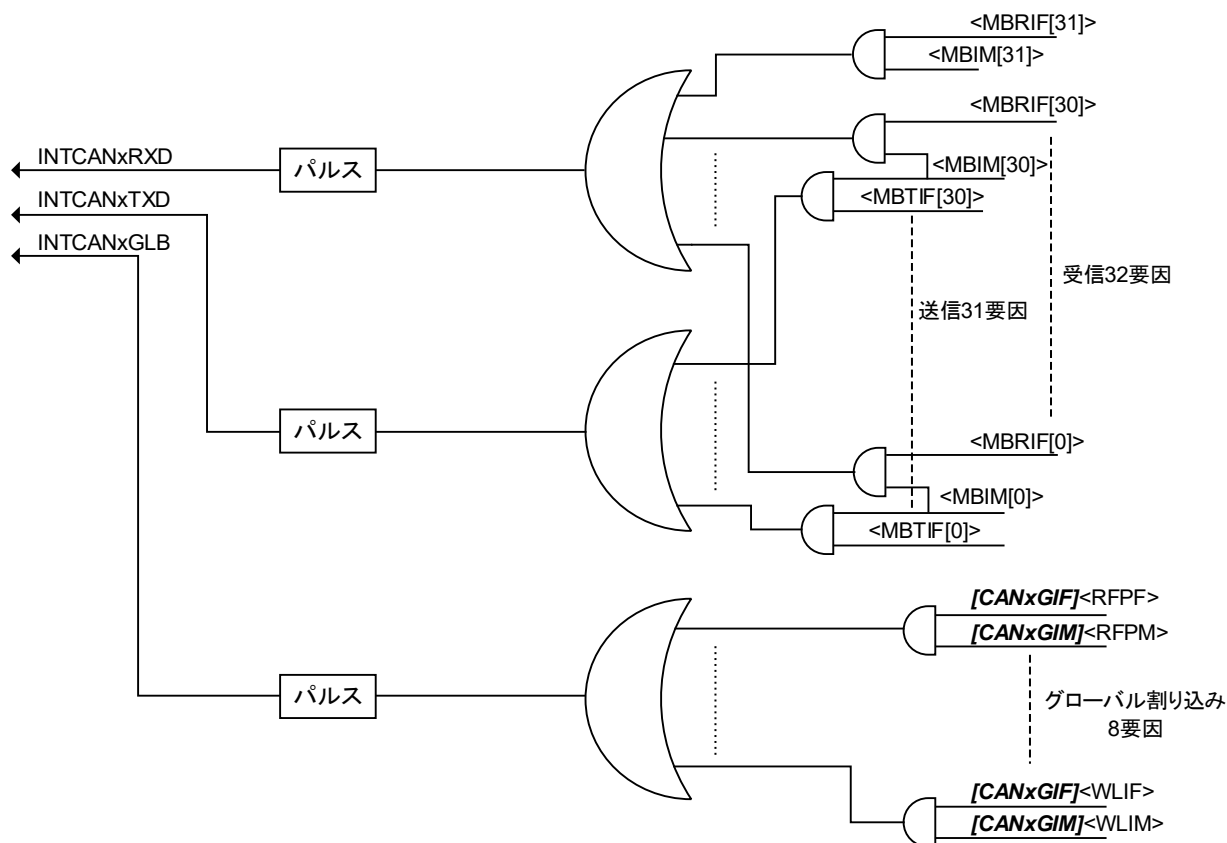


図 3.5 CANx割り込み信号ブロック図

メールボックス受信割り込みフラグレジスタ $[CANxMBRIF]$ の 32 要因と、メールボックス割り込みマスクレジスタ $[CANxMBIM]$ の各ビットを AND した信号の OR をとった信号が、CANx 受信完了割り込み信号 INTCANxRXD です。

メールボックス送信割り込みフラグレジスタ $[CANxMBTIF]$ の 31 要因と、メールボックス割り込みマスクレジスタ $[CANxMBIM]$ の各ビットを AND した信号の OR をとった信号が、CANx 送信完了割り込み信号 INTCANxTXD です。

グローバル割り込みフラグレジスタ $[CANxGIF]$ の 8 要因と、グローバル割り込みマスクレジスタ $[CANxGIM]$ の各ビットを AND した信号の OR をとった信号が、CAN グローバル割り込み信号 INTCANxGLB です。

3.4. 動作モード

3.4.1. コンフィグレーションモード

CAN コントローラーは動作開始前に初期設定(ビットコンフィグレーションレジスター[*CANxBCR1*]、[*CANxBCR2*]の設定)が必要です。[*CANxBCR1*]、[*CANxBCR2*]レジスターへのライトは、CAN コントローラーのモードがコンフィグレーションモードのときのみ可能です。

リセット後、[*CANxMCR*]<CCR>および[*CANxGSR*]<CCE>は"1"にセットされ、コンフィグレーションモードとなります。CAN コントローラーは、[*CANxMCR*]<CCR>に"0"をライトすることによってノーマルオペレーションモードになります。コンフィグレーションモードを抜けると、[*CANxGSR*]<CCE>は"0"にクリアされ、パワーアップシーケンスを開始します。パワーアップシーケンスは、CANバスライン上で11個の連続する劣性ビットを検出します。検出後、CAN コントローラーはバスオン状態となり、動作の準備が完了します。

[*CANxMCR*]<CCR>に"1"をライトすると、CAN コントローラーはノーマルオペレーションモードからコンフィグレーションモードに移行します。コンフィグレーションモードになると、[*CANxGSR*]<CCE>が"1"にセットされます。

CAN コントローラー初期設定のフローチャートを、図 3.6 に示します。

コンフィグレーションモードのときは、エラーカウンタ[*CANxCEC*]、タイムスタンプカウンタ[*CANxTSC*]およびタイムスタンプ保持レジスターがクリアされます。

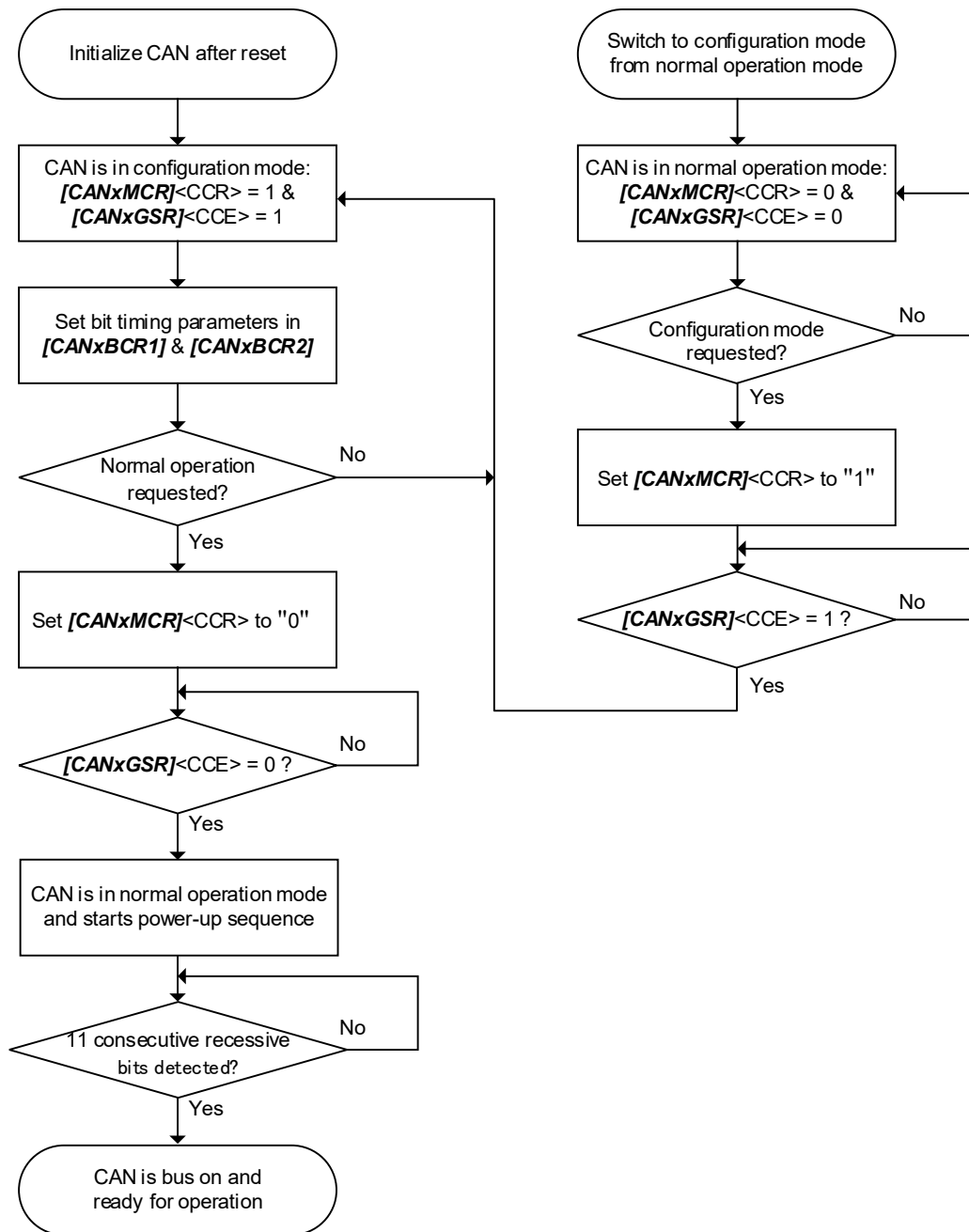


図 3.6 CANコントローラー初期設定のフローチャート

3.4.2. スリープモード

$[CANxMCR]<SMR>$ に"1"をライトすることで、スリープモードを要求します。スリープモードになると、 $[CANxGSR]<SMA>$ が"1"にセットされます。

$[CANxGSR]$ レジスターのリード値は"0x0001F040"です。これは、送信バッファにメッセージがない状態で $<SMA>$ ビットが"1"で、スリープモードがアクティブであることを表しています。これ以外の全てのレジスターに対するリード値は"0"です。 $[CANxMCR]$ レジスター以外の全てのレジスターに対するライトアクセスは拒否されます。

$[CANxMCR]$ レジスターへのライトアクセスか、 $[CANxMCR]<WUBA>$ が"1"のときに CAN バス上のバスアクティブ状態を検出すると、CAN コントローラーはスリープモードを解除（ウェイクアップ）し、パワーアップシーケンスを開始します。CANxRX 入力端子上で、連続する 11 ビットの劣性ビットを検出するまで待って、バスアクティブ状態に移行します。ウェイクアップメッセージは無効です。

スリープモード中は、CAN エラーカウンターと全ての送信要求セット $[CANxTRS]<TRS_n>$ と送信要求リセット $[CANxTRR]<TRR_n>$ はクリアされます。 $[CANxMCR]<SMR>$ および $[CANxGSR]<SMA>$ は、スリープモードを抜けた後にクリアされます。

CAN コントローラーがメッセージを送信中にスリープモードが要求された ($[CANxMCR]<SMR> = 1$) 場合、下記のいずれかの後にスリープモードに移行します。

- 送信の正常終了
- アービトレーションロスト後、送信の正常終了
- アービトレーションロスト後、受信の正常終了

3.4.3. サスペンドモード

サスペンドモードは、 $[CANxMCR]<SUR>$ に"1"をライトすると要求されます。CAN バスラインがアイドルでない場合、メッセージの現在の送受信が完了してから、サスペンドモードがアクティブになります。CAN コントローラーがサスペンドモードになると、 $[CANxGSR]<SUA>$ が"1"にセットされます。

サスペンドモード中は、CAN コントローラーは CAN バスライン上ではアクティブではありません。つまり、エラーフレームもアクノリッジも送信しません。エラーカウンターや $[CANxGSR]<EP>$ もクリアされません。

バスオフリカバリーシーケンス実行中にサスペンドモードが要求された場合、CAN コントローラーは、バスオフリカバリーシーケンス終了後にサスペンドモードに移行します。

CAN コントローラーをリスタートさせるには、 $[CANxMCR]<SUR>$ をプログラムで"0"にしなければなりません。バスオフ状態またはインアクティブ状態を抜けた後、CAN コントローラーはバスオフリカバリーシーケンスをリスタートします。

CAN コントローラーは、 $[CANxMCR]<SUR>$ に"0"をライトすることによってサスペンドモードを解除します。

3.4.4. テストループバックモード

テストループバックモードでは、CAN コントローラーが自身からの送信メッセージを受信でき、アクノリッジビットを発生します。この動作には、他の CAN ノードは不要です。

テストループバックモードは、CAN コントローラーがサスペンドモードのときだけ、有効または無効の切り替えが可能です。テストループバックモードでは、CAN コントローラーはメッセージをあるメールボックスから送信して、別のメールボックスで受信できます。メールボックスの設定は、ノーマルオペレーションモードと同じです。

3.4.5. テストエラーモード

テストエラーモードでは、CAN エラーカウンターレジスター[CANxCEC]へのライトが可能になります。下位 8 ビットの値が、送信エラーカウンター(TEC)と受信エラーカウンター(REC)の両方に同時にライトされます。ライトできる最大値は 255 です。CAN コントローラーがバスオフになるカウント値 256 はライトできません。

テストエラーモードは、CAN コントローラーがサスペンドモードのときだけ、有効または無効の切り替えが可能です。

テストループバックモード、テストエラーモード設定のフローチャートを、図 3.7 に示します。

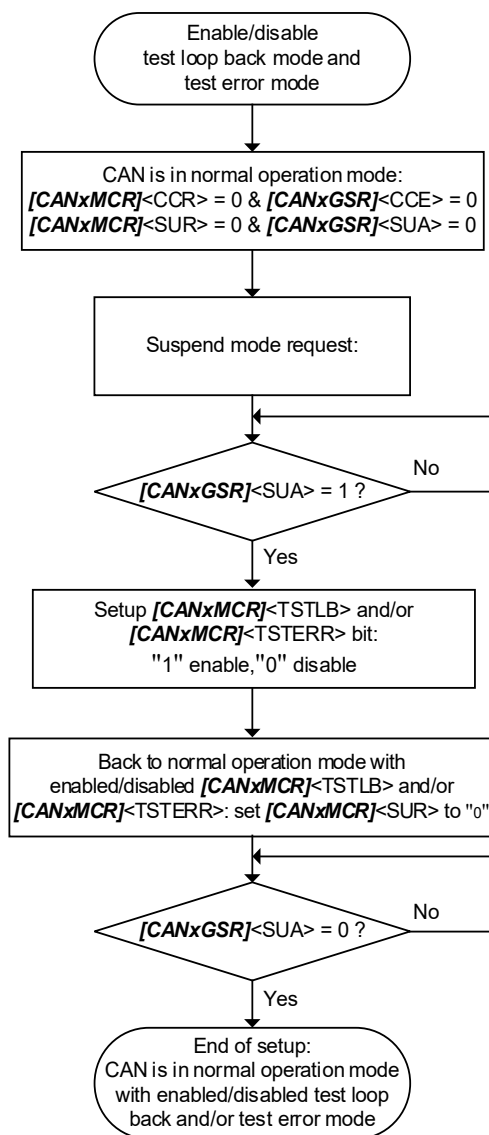


図 3.7 テストループバックモード、テストエラーモード設定のフローチャート

3.5. ビットコンフィグレーション

ビット長は、パラメーター $[CANxBCR2]<TSEG1>$ 、 $[CANxBCR2]<TSEG2>$ および $[CANxBCR1]<BRP>$ によって決まります。CANバス上の全てのコントローラーのボーレートおよびビット長は同一でなければなりません。個々のコントローラーのクロック周波数が異なる場合は、ボーレートを上記のパラメーターで調整しなければなりません。ビットタイミングロジックでは、要求されるビットタイミングへのパラメーター変換が実施されます。コンフィグレーションレジスター $[CANxBCR1]$ 、 $[CANxBCR2]$ にはビットタイミングに関するデータがあります。その定義は CAN Specification 2 (Intel 82527 同等) に対応します。

CAN ビットタイミングを、図 3.8 CANx ビットタイミングに示します。

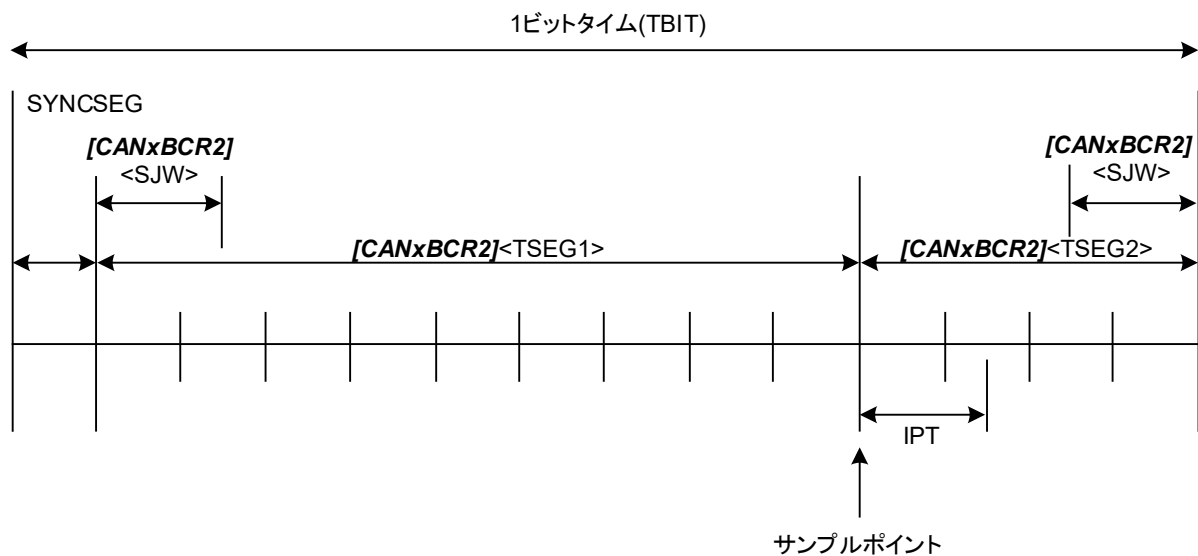


図 3.8 CANxビットタイミング

T_{SCL} (CAN システムクロック)は以下のように定義されます。

$$T_{SCL} = \frac{[CANxBCR1]<BRP[9:0]>+1}{f_{CANOSC}}$$

$1 \times T_{SCL} = 1 \times T_Q$ (T_Q : タイムクアンタム)

f_{CANOSC} はCAN ボーレート生成用クロックです。システムクロック f_{sys} を4分周したクロックが、CAN ボーレート生成用クロックとして供給されます。 $f_{sys} = 40 \text{ MHz}$ のとき、 $f_{CANOSC} = 10 \text{ MHz}$ です

同期セグメント SYNCSEG の長さは常にタイムクアンタム(T_Q)1 個分です。

ボーレートは以下のように定義されます。

$$BR = \frac{1}{([CANxBCR2]<TSEG1[3:0]>+1) + ([CANxBCR2]<TSEG2[2:0]>+1) \times T_{SCL}}$$

注: T_Q 単位値ではありません。

情報処理時間(IPT)とは、サンプルされたビットレベルの処理用に予約されたサンプルポイントで始まる時間の一区切りです。この情報処理時間は、CAN システムクロックの3 サイクル分です。

$[CANxBCR2]<SJW[1:0]>$ は、再同期時にビット長をどれだけのタイムクアンタム(T_Q)値、延長または短縮を許可するかを示します。この値の調整可能範囲は"1"($[CANxBCR2]<SJW[1:0]> = 00$)から"4"($[CANxBCR2]<SJW[1:0]> = 11$)です。1ビットグリッド以内のバス信号の立ち下がりエッジごとにバスラインがサンプルされ、同期が取られます。

$[CANxBCR2]<SJW[1:0]>$ は $[CANxBCR2]<TSEG2[2:0]>$ 以下の値を設定します。

$[CANxBCR2]<SAM>$ ビットをセットすると、バスラインのマルチサンプリングが可能になります。3回のサンプリング値の多数決でレベルを決定します。サンプルポイントと、その前2回のCAN システムクロックのポイントでサンプリングします。 $[CANxBCR1]<BRP[9:0]> < 4$ のときは、 $[CANxBCR2]<SAM>$ ビットの設定値にかかわらず、常に1回のサンプリングになります。

ボーレート設定時の制限事項を、表 3.2 に示します。

表 3.2 ボーレート設定時の制限事項

$[CANxBCR1]<BRP[9:0]>$	T_Q 長 (CAN クロックサイクル数)	IPT 長 (CAN クロックサイクル数)	最小 $[CANxBCR2]<TSEG2>$ 長 (T_Q 単位)
0	1	3	3
1	2	3	2
> 1	$<BRP[9:0]>+1$	3	2

- $[CANxBCR2]<TSEG1>$ の制限事項
 $[CANxBCR2]<TSEG1> \geq [CANxBCR2]<TSEG2>$: $<TSEG1>$ 長は $<TSEG2>$ 長以上でなければなりません。
- $[CANxBCR2]<SJW>$ の制限事項
 $[CANxBCR2]<SJW> \leq [CANxBCR2]<TSEG2>$: 同期ジャンプ幅は $<TSEG2>$ 以下の値を設定します。
- $[CANxBCR2]<SAM>$ の制限事項
3回サンプリングは $[CANxBCR1]<BRP[9:0]> < 4$ には許可されません。 $[CANxBCR1]<BRP[9:0]> < 4$ に対しては、 $<SAM>$ の値にかかわらず、1回サンプリングとなります。

例:500 kbps の場合

1ビットは $2\mu s$ の長さです。クロック周波数 f_{CANOSC} が12 MHzの場合、ボーレートプリスケイラーを"1"にセットします。すなわち、この送信速度での1ビットは $12T_Q$ の長さでプログラミングしなければなりません。上述の数式によって、プログラミングすべき値は計算値より常に1だけ少なくなります。

$[CANxBCR1]<BRP[9:0]> = 000000001$
 $[CANxBCR2]<TSEG1[3:0]> = 0110 (7T_Q)$
 $[CANxBCR2]<TSEG2[2:0]> = 011 (4T_Q)$

この設定では、サンプルポイントは $8/12 = 66\%$ です。

他の $[CANxBCR2]<TSEG1>$ 、 $<TSEG2>$ の組み合わせも可能です。 $<TSEG2> = 011$ は $[CANxBCR2]<SJW>$ の最大値です。

$<SJW>$ は常にできるだけ高い値にセットしてください。 $<SJW>$ を $<TSEG2>$ より大きくすることは許可されません。

バスの3回サンプリングは $[CANxBCR1]<BRP[9:0]> < 4$ のため設定できません。従って $<SAM> = 0$ と設定します。

4. レジスタ—説明

4.1. レジスタ—一覧

制御レジスタ—とアドレスは以下のとおりです。

周辺機能		チャネル/ユニット	ベースアドレス
			TYPE 1
CAN コントローラー	CAN	unit A	0x40005000
		unit B	0x40006000

レジスタ—名		アドレス(+Base)
CAN メールボックス	"4.1.1"参照	0x0000 ~ 0x03E0
メールボックスコンフィグレーションレジスタ—	[CANxMC]	0x0400
メールボックスディレクションレジスタ—	[CANxMD]	0x0408
送信要求セットレジスタ—	[CANxTRS]	0x0410
送信要求リセットレジスタ—	[CANxTRR]	0x0418
送信アクノリッジレジスタ—	[CANxTA]	0x0420
アポートアクノリッジレジスタ—	[CANxAA]	0x0428
受信メッセージペンディングレジスタ—	[CANxRMP]	0x0430
受信メッセージロストレジスタ—	[CANxRML]	0x0438
ローカルアクセプタンスマスクレジスタ—	[CANxLAM]	0x0440
グローバルアクセプタンスマスクレジスタ—	[CANxGAM]	0x0448
マスター制御レジスタ—	[CANxMCR]	0x0450
グローバルステータスレジスタ—	[CANxGSR]	0x0458
ビットコンフィグレーションレジスタ—1	[CANxBCR1]	0x0460
ビットコンフィグレーションレジスタ—2	[CANxBCR2]	0x0468
グローバル割り込みフラグレジスタ—	[CANxGIF]	0x0470
グローバル割り込みマスクレジスタ—	[CANxGIM]	0x0478
メールボックス送信割り込みフラグレジスタ—	[CANxMBTIF]	0x0480
メールボックス受信割り込みフラグレジスタ—	[CANxMBRIF]	0x0488
メールボックス割り込みマスクレジスタ—	[CANxMBIM]	0x0490
チェンジデータ要求レジスタ—	[CANxCDR]	0x0498
リモートフレームペンディングレジスタ—	[CANxRFP]	0x04A0
CAN エラーカウンターレジスタ—	[CANxCEC]	0x04A8
タイムスタンプカウンタープリスケラーレジスタ—	[CANxTSP]	0x04B0
タイムスタンプカウンターレジスタ—	[CANxTSC]	0x04B8

4.1.1. CAN メールボックス

各メールボックスのアドレスは、下記のとおりです。

機能名	メールボックス番号	アドレス(+Base)
CAN メールボックス	No.0	0x0000
	No.1	0x0020
	No.2	0x0040
	No.3	0x0060
	No.4	0x0080
	No.5	0x00A0
	No.6	0x00C0
	No.7	0x00E0
	No.8	0x0100
	No.9	0x0120
	No.10	0x0140
	No.11	0x0160
	No.12	0x0180
	No.13	0x01A0
	No.14	0x01C0
	No.15	0x01E0
	No.16	0x0200
	No.17	0x0220
	No.18	0x0240
	No.19	0x0260
	No.20	0x0280
	No.21	0x02A0
	No.22	0x02C0
	No.23	0x02E0
	No.24	0x0300
	No.25	0x0320
	No.26	0x0340
	No.27	0x0360
	No.28	0x0380
	No.29	0x03A0
	No.30	0x03C0
	No.31	0x03E0

32 個のメールボックスは、それぞれ下記のようなフィールドレジスターで構成されています。

レジスター名 (メールボックス番号 n = 0 ~ 31)	Offset Address
メッセージ ID フィールドレジスター	[CANxMBnID] 0x0000
タイムスタンプおよびメッセージ制御フィールドレジスター	[CANxMBnTSMCF] 0x0008
データフィールドレジスター	[CANxMBnDL] 0x0010
データフィールドレジスター	[CANxMBnDH] 0x0018

4.2. レジスター詳細

4.2.1. [CANxMBnID](メッセージ ID フィールドレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	IDE	-	R/W	<p>ID 拡張ビット</p> <p>0: 標準フォーマット(11 ビット ID)<ID28>から<ID18>を使用 1: 拡張フォーマット(29 ビット ID)<ID28>から<ID0>を使用</p> <p>メールボックスが拡張フォーマット(<IDE> = 1)または標準フォーマット(<IDE> = 0)のどちらを送受信するかを設定します。</p>
30	GAME_LAME	-	R/W	<p>グローバル(GAME) / ローカル(LAME)受信マスク許可ビット</p> <p>0: 受信フィルタリングに受信マスクを使用しない 1: 受信フィルタリングに受信マスクを使用</p> <p>グローバル(GAME) / ローカル(LAME)共通の受信マスク許可ビットで、メールボックス No.0 ~ No.30 共用のグローバル受信マスク GAM および、メールボックス No.31 専用のローカル受信マスク LAM に対する許可/禁止を設定します。</p> <p><GAME_LAME> = 0 の場合、受信メッセージ ID がメールボックスの ID と同一の場合だけ、受信メッセージがメールボックスに格納されます。</p> <p>送信メールボックスの場合、受信マスク機能は適用されません。この場合、グローバルは常に"0"にセットしてください。</p>
29	RFH	-	R/W	<p>リモートフレーム処理ビット(送信メールボックスのみ)</p> <p>0: 送信メールボックスはリモートフレームに回答しない ソフトウェアでリモート応答処理をします。 1: 送信メールボックスはリモートフレームに回答(<TRS>ビットがセット)</p> <p><RFH>は、送信メールボックスとして設定されたメールボックスがリモートフレーム受信に対する自動応答を行うかどうかを決めます。</p> <p>受信したリモートフレームの ID が、<RFH> = 1 かつ<GAME_LAME> = 1 の送信メールボックスの ID と一致した場合、このメールボックスの ID はリモートフレームの ID で上書きされ、上書きされた ID で自動応答します。</p> <p>受信メールボックスの場合はデータフレームとして処理します。(<RMP>ビットと<RFP>ビットがセット)</p>
28:0	ID[28:0]	-	R/W	<p>メッセージ ID</p> <p>標準フォーマット(11 ビット ID)<ID28>から<ID18>を使用 拡張フォーマット(29 ビット ID)<ID28>から<ID0>を使用</p> <p>メッセージ ID の優先度は、ID の最上位ビット(<ID28>ビット)から"0"が連続するほど高くなります。</p>

メールボックスの ID は初期設定時に登録してください。メールボックスを許可した後に、メールボックスのメッセージ ID フィールドを変更する場合は、メールボックスに対応する[CANxMC]レジスターの<MCn>ビットを"0"にクリアして、CAN コントローラーに対してメールボックスを禁止してから新しいIDをライトしてください。

4.2.2. [CANxMBnTSVMCF](タイムスタンプおよびメッセージ制御フィールドレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能																														
31:16	TSV[15:0]	-	R/W	タイムスタンプカウンタ値 メッセージの送信成功または受信成功時の 16ビットタイムスタンプカウンタの値が格納されます。メッセージの送信失敗または受信失敗のときは格納されません。 タイムスタンプカウンタ機能全体の説明は、「3.3.6.タイムスタンプ機能」を参照してください。																														
15:5	-	-	R	不定値がリードされます																														
4	RTR	-	R/W	リモートフレーム送信要求ビット 0: データフレーム 1: リモートフレーム																														
3:0	DLC[3:0]	-	R/W	データ長コード:メッセージのデータ長(バイト数)を設定 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th><DLC[3:0]></th> <th>バイト数</th> <th>対応データ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0000</td> <td>0 バイト</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>0001</td> <td>1 バイト</td> <td>D0</td> </tr> <tr> <td>0010</td> <td>2 バイト</td> <td>D0,D1</td> </tr> <tr> <td>0011</td> <td>3 バイト</td> <td>D0,D1,D2</td> </tr> <tr> <td>0100</td> <td>4 バイト</td> <td>D0,D1,D2,D3</td> </tr> <tr> <td>0101</td> <td>5 バイト</td> <td>D0,D1,D2,D3,D4</td> </tr> <tr> <td>0110</td> <td>6 バイト</td> <td>D0,D1,D2,D3,D4,D5</td> </tr> <tr> <td>0111</td> <td>7 バイト</td> <td>D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>8 バイト</td> <td>D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7</td> </tr> </tbody> </table> <DLC[3:0]> = 1001 以上を設定した場合は、8 バイトとして処理します。	<DLC[3:0]>	バイト数	対応データ	0000	0 バイト	なし	0001	1 バイト	D0	0010	2 バイト	D0,D1	0011	3 バイト	D0,D1,D2	0100	4 バイト	D0,D1,D2,D3	0101	5 バイト	D0,D1,D2,D3,D4	0110	6 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5	0111	7 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6	1000	8 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7
<DLC[3:0]>	バイト数	対応データ																																
0000	0 バイト	なし																																
0001	1 バイト	D0																																
0010	2 バイト	D0,D1																																
0011	3 バイト	D0,D1,D2																																
0100	4 バイト	D0,D1,D2,D3																																
0101	5 バイト	D0,D1,D2,D3,D4																																
0110	6 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5																																
0111	7 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6																																
1000	8 バイト	D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7																																

タイムスタンプ値は初期設定の必要はありません。

メッセージ制御フィールドは、受信メールボックスの場合、初期設定の必要はありません。受信メッセージをメールボックスに格納するときに、<RTR>も、<DLC[3:0]>も一緒にメッセージ制御フィールドに格納されます。送信メールボックスの場合は、初期設定が必要です。

メールボックスを許可した後に、[CANxMBnID]<RFH> = 1 の送信メールボックスのメッセージ制御フィールドを変更する場合は、[CANxMC]<MCn>ビットを"0"にクリアして、CAN コントローラーに対してメールボックスを禁止してから新しい<RTR>と<DLC[3:0]>をライトしてください。<RFH> = 0 の送信メールボックスのメッセージ制御フィールドは、[CANxMC]<MCn>ビットの設定にかかわらず変更することができますが、[CANxTRS]<TRSn>ビットが"0"であることを確認してから新しい<RTR>と<DLC[3:0]>をライトする必要があります。

4.2.3. [CANxMBnDL](データフィールドレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:24	D3[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
23:16	D2[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
15:8	D1[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
7:0	D0[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納

送信の場合は、メールボックスの[CANxMBnTSMCF]<DLC[3:0]>で設定したデータバイト数だけ送信します。

受信の場合は、受信メッセージ中のデータ長コードがメールボックスの[CANxMBnTSMCF]<DLC[3:0]>にコピーされ、コピーされた<DLC[3:0]>によるデータバイト数だけが有効になります。

メールボックスはリード / ライト可能ですが、受信メールボックスの場合、データフィールドへのライトはしないでください。ライトした場合、受信データに不整合が生じるおそれがあります。

[CANxMBnID]<RFH> = 1 の送信メールボックスのデータフィールドを更新する場合は、[CANxCDRn]<CDRn>に"1"を設定し、送信要求を一時保留してから新しいデータをライトしてください。

[CANxMBnID]<RFH> = 0 の送信メールボックスのデータフィールドを更新する場合は、[CANxTRS]<TRSn>ビットが"0"であることを確認してから新しいデータをライトしてください。

4.2.4. [CANxMBnDH](データフィールドレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:24	D7[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
23:16	D6[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
15:8	D5[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納
7:0	D4[7:0]	-	R/W	送信 / 受信データ格納

4.2.5. [CANxMC](メールボックスコンフィグレーションレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能				
31:0	MC[31:0]	0	R/W	メールボックスへのアクセス設定(各ビットはメールボックス No.31 ~ No.0 に対応) 0: 対応するメールボックス MBn は CAN コントローラーに対して禁止 1: 対応するメールボックス MBn は CAN コントローラーに対して許可				
				CPU からのライトアクセス				
					ID フィールド	<RFH>=1 の送信メールボックス	データフィールド	制御フィールド
				<MCn>=0	許可	許可	許可	許可
<MCn>=1	禁止	禁止	許可	許可				

注) 動作中の[CANxMC]への再設定には以下の注意が必要です。

受信: 受信メールボックスに関して、メールボックスへの受信が進行中のときメールボックスを禁止にしないことを確実にしなければなりません。メッセージ受信中にメールボックスを禁止にしたり、再コンフィグレーションしていたとしても、受信中のメッセージは受信されることがあります。

送信: メッセージ送信中([CANxTRS]<TRSn> = 1)の場合は、送信が完了([CANxTRS]<TRSn> = 0)してから、<MCn> = 0 にしてください。

4.2.6. [CANxMD](メールボックスディレクションレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	MD31	1	R	メールボックスディレクション設定(メールボックス No.31 に対応) メールボックス No.31 は受信専用です。このビットは常に 1 で、変更できません。
30:0	MD[30:0]	0	R/W	メールボックスディレクション設定(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) 0: 送信メールボックスに設定 1: 受信メールボックスに設定 各メールボックスは、送信メールボックスまたは受信メールボックスとして設定できます。

[CANxMD]レジスターの設定は、初期設定時に行ってください。メールボックスの方向は、動作中に変更できません。[CANxMD]レジスターの設定を変更する場合は、対応する[CANxMC]<MCn>ビットを"0"にしてから実行してください。

4.2.7. [CANxTRS](送信要求セットレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	TRS[30:0]	0	R/W	送信要求セット(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) <TRS _n >をセットすると、対応するメールボックス n のメッセージ送信が要求されます。 複数のメールボックスの送信要求がある場合、送信順番は[CANxMCR]<MTOS>に対応した優先順位に従って送信されます。 送信メールボックスに設定されているメールボックスに対して、CPU から"1"をライトすることでセットできます。CPU からの"0"のライトは無効です。

注) メールボックス No.31 は受信専用です。

送信に設定されているメールボックスの [CANxTRS]<TRS_n>ビットにのみ CPU からの"1"のライトでセットできます。受信に設定されているメールボックスの [CANxTRS]<TRS_n>ビットはセットできません。

[CANxTRS]<TRS_n>ビットは、送信が成功したとき、または、[CANxTRR]<TRR_n>ビットを"1"にセットして送信要求をリセットしたとき、"0"にクリアされます。

送信を失敗したときは、送信が成功するまで、または、[CANxTRR]<TRR_n>ビットを"1"にセットして送信要求をリセットするまで、送信を繰り返します。

[CANxTRS]<TRS_n>ビットが"1"のときは、メールボックス n にライトしないでください。

4.2.8. [CANxTRR](送信要求リセットレジスタ)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	TRR[30:0]	0	R/W	送信要求リセット(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) <TRRn>をセットすると、対応するメールボックス n のメッセージ送信がキャンセルされます。 送信メールボックスに設定されているメールボックス n に対して、CPU から"1"をライトすることでセットできます。CPU からの"0"ライトは無効です。

注) メールボックス No.31 は受信専用です。

送信に設定されているメールボックスの[CANxTRR]<TRRn>にのみ CPU からの"1"のライトでセットできます。受信に設定されているメールボックスの[CANxTRR]<TRRn>はセットできません。

[CANxTRR]<TRRn>は、送信が成功したとき、または、送信アボートしたとき内部ロジックで"0"にクリアされます。CPU からの"0"ライトは無効です。

[CANxTRR]<TRRn> = 1 のときは、メールボックス n にライトしないでください。

[CANxTRR]<TRRn>をセットすると、[CANxTRS]<TRSn>のセットによるメールボックス n メッセージ送信がキャンセルされますが、以下の 3 通りの場合に分かれます。

- (a) メッセージの送信要求がまだ送信されていない。

メッセージの送信要求は、直ちにクリアされます。

([CANxTRS]<TRSn> = 0、[CANxTRR]<TRRn> = 0、[CANxAA]<AAAn> = 1)

- (b) メッセージの送信要求が現在送信されており、アービトレーションロストエラーが発生するか、CAN バスでエラーが検出された。

メッセージの送信要求はクリアされ、送信を中止します。

([CANxTRS]<TRSn> = 0、[CANxTRR]<TRRn> = 0、[CANxAA]<AAAn> = 1)

- (c) メッセージの送信要求が現在送信されており、アービトレーションロストエラーは発生せず、CAN バスでエラーが検出されなかった。

メッセージの送信要求はクリアされずに、送信を完了します。

([CANxTRS]<TRSn> = 0、[CANxTRR]<TRRn> = 0、[CANxTA]<TAn> = 1)

4.2.9. [CANxTA](送信アクノリッジレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	TA[30:0]	0	R/W	送信アクノリッジ(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) メールボックス n のメッセージ送信が正常終了した場合、<TAn>ビットが"1"にセットされます。 <TAn>ビットは、CPU から<TAn>ビットまたは[CANxTRS]<TRSn>ビットに"1"をライトするとクリアできます。

注) メールボックス No.31 は受信専用です。

メールボックス n のメッセージ送信が正常終了した場合、[CANxTA]<TAn>ビットが"1"にセットされます。また、メールボックス割り込みマスクレジスター[CANxMBIM]の対応する<MBIMn>ビットを"1"にセットしてメールボックス割り込みを許可している場合、メールボックス送信割り込みフラグレジスター[CANxMBTIF]<MBTIFn>ビットが"1"にセットされ、CANx 送信完了割り込み INTCANxTXD が発生します。

CPU から<TAn>ビットまたは[CANxTRS]<TRSn>ビットに"1"をライトすると<TAn>ビットがクリアできます。CPU から<TAn>ビットまたは[CANxTRS]<TRSn>ビットへの"0"のライトは無効です。

4.2.10. [CANxAA](アポートアクノリッジレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	AA[30:0]	0	R/W	アポートアクノリッジ(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) メールボックス n のメッセージ送信が異常終了した場合、<AAAn>は"1"にセットされます。 <AAAn>は、CPU から<AAAn>または[CANxTRS]<TRSn>に"1"をライトするとクリアされます。

注) メールボックス No.31 は受信専用です。

メールボックス n のメッセージ送信が異常終了した場合、[CANxAA]<AAAn>が"1"にセットされます。また、グローバル割り込みフラグレジスター[CANxGIF]<TRMABF>も"1"にセットされ、グローバル割り込みマスクレジスター[CANxGIM]<TRMABM>を"1"にセットして送信アポート割り込みを許可している場合、CAN グローバル割り込み(INTCANxGLB)が発生します。

CPU から<AAAn>または[CANxTRS]<TRSn>に"1"をライトすると<AAAn>がクリアできます。CPU から<AAAn>または[CANxTRS]<TRSn>への"0"のライトは無効です。

4.2.11. [CANxRMP](受信メッセージペンディングレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:0	RMP[31:0]	0	R/W	<p>受信メッセージペンディング(各ビットはメールボックス No.31 ~ No.0 に対応)メッセージを受信し、メールボックス n に受信メッセージの内容がライトされると、<RMPn>が"1"にセットされます。</p> <p>受信データをリードした後、<RMPn>に"1"をライトすることで<RMPn>をクリアできます。</p>

注) このレジスターは、リードモディファイライトできません。

メールボックス n のメッセージ受信が正常終了した場合、[CANxRMP]<RMPn>が"1"にセットされます。また、メールボックス割り込みマスクレジスター[CANxMBIM]の対応する<MBIMn>ビットを"1"にセットしてメールボックス割り込みを許可している場合、メールボックス受信割り込みフラグレジスター[CANxMBRIF]の<MBRIFn>が"1"にセットされ、CANx 受信完了割り込みINTCANxRXD が発生します。

[CANxRMP]<RMPn>は、CPU から[CANxRMP]<RMPn>に"1"をライトするとクリアできます。CPU から[CANxRMP]<RMPn>への"0"のライトは無効です。

4.2.12. [CANxRML](受信メッセージロストレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:0	RML[31:0]	0	R/W	受信メッセージロスト(各ビットはメールボックス No.31 ~ No.0 に対応) <RMPn>ビットが"1"にセットしているメールボックス n が次のメッセージを受信すると、メールボックス n は受信メッセージの内容がオーバーライトされ、<RMLn>ビットが"1"にセットされます。 <RMPn>ビットに"1"をライトすることで、<RMLn>ビットをクリアできます。

[CANxRML]<RMLn>は、内部ロジックがセットし、CPUから[CANxRMP]<RMPn>ビットへの"1"のライトでクリアできます。<RMPn>ビットも同時にクリアされます。CPUから<RMLn>ビットへの"1"または"0"のライトは無効です。

[CANxRMP]<RMPn>ビットが"1"にセットされた状態で、メールボックス n が次のメッセージを受信すると、受信メッセージロストレジスター[CANxRML]の対応する<RMLn>ビットが"1"にセットされます。この場合、メールボックス n は、新しく受信したデータでオーバーライトされます。

また、グローバル割り込みフラグレジスター[CANxGIF]の<TRMABF>ビットも"1"にセットされ、グローバル割り込みマスクレジスター[CANxGIM]の<TRMABM>ビットを"1"にセットして送信アポート割り込みを許可している場合、CAN グローバル割り込み INTCANxGLB が発生します。

また、グローバル割り込みマスクレジスター[CANxGIM]の<RMLIM>ビットを"1"にセットして受信メッセージロスト割り込みを許可している場合は、CAN グローバル割り込み INTCANxGLB が発生します。

メッセージ受信前/後の[CANxRMP]、[CANxRML]レジスター変化を、表 4.1 に示します。

表 4.1 メッセージ受信前 / 後の[CANxRMP]、[CANxRML]レジスター変化

ID	受信前		受信後		動作
	<RMPn>	<RMLn>	<RMPn>	<RMLn>	
不一致	Don't care	Don't care	Don't care	Don't care	受信メッセージは、どのメールボックスにも格納されません。
一致	0	0	1	0	受信メッセージは、ID の一致したメールボックス n に格納されます。
	1	0	1	1	受信メッセージは、ID の一致したメールボックス n にオーバーライトされ、前のメッセージがロストしたことを示します。
	1	1	1	1	

4.2.13. [CANxLAM](ローカルアクセプタンスマスクレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	LAMI	0	R/W	ID 拡張ビット<IDE>のマスクビット(メールボックス No.31) 0: マスクしない 1: マスクする <LAMI> = 0 の場合、メールボックス No.31 の ID 拡張ビット<IDE>に従って、標準または拡張フォーマットのメッセージを受信します。 <LAMI> = 1 の場合、メールボックス No.31 の ID 拡張ビット<IDE>の値にかかわらず、標準および拡張フォーマットのメッセージを受信します。
30:29	-	0	R	"0"がリードされます
28:0	LAM[28:0]	0	R/W	受信メッセージ ID のマスクビット 0: マスクしない 受信メッセージ ID の対応するビットが、メールボックス ID と一致したときのみ受信します。 1: マスクする 受信メッセージ ID の対応するビットの値にかかわらず受信します。

ローカルアクセプタンスマスクレジスター(**[CANxLAM]**)は、メールボックス No.31 への受信メッセージ ID のフィルタリングにのみ使用されます。この機能によって、メールボックス No.31 への受信メッセージの任意の ID ビットをローカルにマスクできます。

拡張フォーマットの場合、**[CANxMBnID]<ID[28:0]>**と**<LAM[28:0]>**がフィルタリングに使用されます。

標準フォーマットの場合、**[CANxMBnID]<ID[28:18]>**と**<LAM[28:18]>**がフィルタリングに使用されます。

標準フォーマットのメッセージを受信した場合、ID の拡張部分(<ID[17:0]>)は不定値になります。従って、標準および拡張フォーマットを交互に同じメールボックスで受信することは推奨できません。

[CANxLAM]の設定は、初期設定時(コンフィグレーションモード時)に行い、動作中には設定を変更しないでください。受信中に設定を変更した場合、設定変更途中の**[CANxLAM]**値で、受信メッセージ ID のフィルタリングを実行します。

4.2.14. [CANxGAM](グローバルアクセプタンスマスクレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	GAMI	0	R/W	ID 拡張ビット<IDE>のマスクビット(メールボックス No.0 ~ No.31) 0: マスクしない 1: マスクする <GAMI> = 0 の場合、メールボックス No.0 ~ No.30 の ID 拡張ビット<IDE>に従って、標準または拡張フォーマットのメッセージを受信します。 <GAMI> = 1 の場合、メールボックス No.0 ~ No.30 の ID 拡張ビット<IDE>の値にかかわらず、標準および拡張フォーマットのメッセージを受信します。
30:29	-	0	R	"0"がリードされます
28:0	GAM[28:0]	0	R/W	受信メッセージ ID のマスクビット 0: マスクしない 受信メッセージ ID の対応するビットが、メールボックス ID と一致したときのみ受信します。 1: マスクする 受信メッセージ ID の対応するビットの値にかかわらず受信します。

グローバルアクセプタンスマスクレジスター[CANxGAM]は、メールボックス No.0 ~ No.30 への受信メッセージ ID のフィルタリングに使用されます。この機能によって、メールボックス No.0 ~ No.30 への受信メッセージの任意の ID ビットをグローバルにマスクできます。

拡張フォーマットの場合、[CANxMBnID]<ID[28:0]>と<GAM[28:0]>がフィルタリングに使用されます。

標準フォーマットの場合、[CANxMBnID]<ID[28:18]>と<GAM[28:18]>がフィルタリングに使用されます。

標準フォーマットのメッセージを受信した場合、ID の拡張部分(<ID17:0>)は不定値になります。従って、標準および拡張フォーマットを交互に同じメールボックスで受信することは推奨できません。

[CANxGAM]の設定は、初期設定時（コンフィグレーションモード時）に行い、動作中には設定を変更しないでください。受信中に設定を変更した場合、設定変更途中の[CANxGAM]値で、受信メッセージ ID のフィルタリングを実行します。

4.2.15. [CANxMCR](マスター制御レジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:12	-	0	R	"0"がリードされます
11	SUR	0	R/W	サスペンドモードリクエスト 0: サスペンドモードを解除(ノーマルオペレーション) 1: サスペンドモードを要求
10	-	0	R	"0"がリードされます
9	TSTLB	0	R/W	テストループバック 0: テストループバックモードを解除(ノーマルオペレーション) 1: テストループバックモードを要求(スタンダロン動作をサポート)
8	TSTERR	0	R/W	テストエラー 0: テストエラーモードを解除(ノーマルオペレーション) 1: テストエラーモードを要求(エラーカウンターレジスター[CANxCEC]へのライトが可能)
7	CCR	1	R/W	チェンジコンフィグレーションリクエスト 0: コンフィグレーションモードを解除(ノーマルオペレーション) 1: コンフィグレーションモードを要求(ビットコンフィグレーションレジスター[CANxBCR1]、[CANxBCR2]へのライトが可能)
6	SMR	0	R/W	スリープモードリクエスト(注 3) 0: スリープモードを解除(ノーマルオペレーション) 1: スリープモードを要求(CAN コントローラーのクロックが停止し、エラーカウンターと送信要求がリセットされます。)
5	-	0	R	"0"がリードされます
4	WUBA	0	R/W	ウエイクアップオンバスアクティビティ 0: [CANxMCR]レジスターへのライトアクセスでのみウエイクアップ 1: バスアクティブ状態の検出、または[CANxMCR]レジスターへのライトアクセスでウエイクアップ
3	MTOS	0	R/W	メールボックス送信順選択 0: メールボックス番号の小さい順番に送信 1: メッセージ ID の優先度の高いメールボックスから順番に送信
2	-	0	R	"0"がリードされます
1	TSCC	0	W	タイムスタンプカウンタークリア 0: 無効 1: タイムスタンプカウンターを"0"にクリア(注 1)
			R	リード時は常に"0"がリードされます
0	SRES	0	W	ソフトウェアリセット(注 2) 0: 無効 1: CAN コントローラーをソフトウェアリセット
			R	リード時は常に"0"がリードされます

注1) タイムスタンプカウンターは、[CANxTSP]レジスターへのライト、および[CANxTSC]レジスターへの"0"のライトでもクリアされます。

注2) ソフトウェアリセット実行後に全てのCANのレジスターへのアクセスは、
(1) CANバスでの通信が行われていない場合は 16 fsys Clock 以上
(2) CANバスでの通信が行われている場合は 88 fsys Clock 以上
待ってから実行してください。

注3) スリープモードを解除する場合には[CANxGSR]<SMA>=1を確認してから、[CANxMCR]<SMR>=0を設定してください。

4.2.16. [CANxGSR](グローバルステータスレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:17	-	0	R	"0"がリードされます
16:12	MIS[4:0]	11111	R	メッセージインスロット 送信バッファにあるメッセージのメールボックス番号 00000: メールボックス No. 0 01011: メールボックス No.11 10110: メールボックス No.22 00001: メールボックス No. 1 01100: メールボックス No.12 10111: メールボックス No.23 00010: メールボックス No. 2 01101: メールボックス No.13 11000: メールボックス No.24 00011: メールボックス No. 3 01110: メールボックス No.14 11001: メールボックス No.25 00100: メールボックス No. 4 01111: メールボックス No.15 11010: メールボックス No.26 00101: メールボックス No. 5 10000: メールボックス No.16 11011: メールボックス No.27 00110: メールボックス No. 6 10001: メールボックス No.17 11100: メールボックス No.28 00111: メールボックス No. 7 10010: メールボックス No.18 11101: メールボックス No.29 01000: メールボックス No. 8 10011: メールボックス No.19 11110: メールボックス No.30 01001: メールボックス No. 9 10100: メールボックス No.20 11111: 送信バッファにメッセージなし 01010: メールボックス No.10 10101: メールボックス No.21
11	RM	0	R	受信モード 0: CAN コントローラーはメッセージを受信中ではない 1: CAN コントローラーはメッセージを受信中
10	TM	0	R	送信モード 0: CAN コントローラーはメッセージを送信中ではない 1: CAN コントローラーはメッセージを送信中
9	-	0	R	"0"がリードされます
8	SUA	0	R	サスペンドモードアクノリッジ 0: CAN コントローラーはサスペンドモードではない 1: CAN コントローラーはサスペンドモード
7	CCE	1	R	チェンジコンフィグレーションイネーブル 0: CAN コントローラーはコンフィグレーションモードではない 1: CAN コントローラーはコンフィグレーションモード このモードはビットコンフィグレーションレジスター[CANxBCCR1]、[CANxBCCR2]へのライトが可能になります。
6	SMA	0	R	スリープモードアクノリッジ 0: CAN コントローラーはスリープモードではない 1: CAN コントローラーはスリープモード このモードに入ると、CAN コントローラーのクロックが停止し、エラーカウンターと送信要求がリセットされます。
5:4	-	0	R	"0"がリードされます
3	TSO	0	R	タイムスタンプオーバーフローフラグ 0: タイムスタンプカウンターはオーバーフローしていない 1: このビットが"0"にクリアされてから、少なくとも1回はオーバーフローしています。このビットをクリアするには、[CANxGIF]レジスターの<TSOIF>ビットを"0"にクリアします。
2	BO	0	R	バスオフステータス 0: バスオン状態(ノーマルオペレーション) 1: バスオフ状態 CANバス上のエラーが異常な頻度で発生し、送信エラーカウンター<TEC>が限界の256に達すると、バスオフ状態になります。メッセージの送信 / 受信はできません。エラーカウンターは未定義です。バスオフリカバリーシーケンスの後、CAN コントローラーは自動的にバスオン状態になります。
1	EP	0	R	エラーパッシブステータス 0: CAN コントローラーはエラーパッシブモードではない 1: CAN コントローラーはエラーパッシブモード
0	EW	0	R	ワーニングステータス 0: <TEC>と<REC>の両方の値とも96以下 1: <TEC>と<REC>の少なくとも1つが96より大きくなり、ワーニングレベルに達したことを示します。

4.2.17. [CANxBCR1](ビットコンフィグレーションレジスター1)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:10	-	0	R	"0"がリードされません
9:0	BRP[9:0]	0	R/W	ポーレートプリスケラーの値を設定 設定値: 0 ~ 1023

4.2.18. [CANxBCR2](ビットコンフィグレーションレジスター2)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:10	-	0	R	"0"がリードされません
9:8	SJW[1:0]	0	R/W	再同期ジャンプ幅 00: $1 \times T_Q$ 01: $2 \times T_Q$ 10: $3 \times T_Q$ 11: $4 \times T_Q$
7	SAM	0	R/W	サンプリング回数設定 0: シングルサンプリング 1: トリプルサンプリング
6:4	TSEG2[2:0]	0	R/W	サンプルポイント以降のビットタイム設定 000: 設定禁止 100: $5 \times T_Q$ 001: $2 \times T_Q$ 101: $6 \times T_Q$ 010: $3 \times T_Q$ 110: $7 \times T_Q$ 011: $4 \times T_Q$ 111: $8 \times T_Q$
3:0	TSEG1[3:0]	0	R/W	サンプルポイント以前のビットタイム設定(SYNCSEG 除く) 0000: 設定禁止 1000: $9 \times T_Q$ 0001: $2 \times T_Q$ 1001: $10 \times T_Q$ 0010: $3 \times T_Q$ 1010: $11 \times T_Q$ 0011: $4 \times T_Q$ 1011: $12 \times T_Q$ 0100: $5 \times T_Q$ 1100: $13 \times T_Q$ 0101: $6 \times T_Q$ 1101: $14 \times T_Q$ 0110: $7 \times T_Q$ 1110: $15 \times T_Q$ 0111: $8 \times T_Q$ 1111: $16 \times T_Q$

詳細は、"3.5. ビットコンフィグレーション"を参照してください。

4.2.19. [CANxGIF](グローバル割り込みフラグレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:8	-	0	R	"0"がリードされます
7	RFPF	0	R/W	リモートフレームペンディングフラグ 0: リモートフレームは受信されていない 1: リモートフレームを(受信メールボックスに)受信 このビットは、<RFH>ビットが"1"の送信メールボックスと一致した場合、セットされません。
6	WUIF	0	R/W	ウェイクアップ割り込みフラグ 0: スリープモードまたはノーマルオペレーションモード 1: スリープモード解除
5	RMLIF	0	R/W	受信メッセージロスト割り込みフラグ 0: 受信メッセージロストは発生していない 1: 受信に設定されたメールボックスの少なくとも1つで受信メッセージロストが発生
4	TRMABF	0	R/W	送信アボートフラグ 0: 送信アボートは発生していない 1: 送信アボートが発生([CANxAA]レジスター内のビットの少なくとも1つがセットされている状態)
3	TSOIF	0	R/W	タイムスタンプカウンターオーバーフロー割り込みフラグ 0: このビットがクリアされた後タイムスタンプカウンターのオーバーフローは1度も発生していない 1: このビットがクリアされた後少なくとも1回タイムスタンプカウンターのオーバーフローが発生
2	BOIF	0	R/W	バスオフ割り込みフラグ 0: CAN はバスオンモード 1: CAN はバスオフモード
1	EPIF	0	R/W	エラーパッシブ割り込みフラグ 0: CAN はエラーアクティブモード 1: CAN はエラーパッシブモード
0	WLIF	0	R/W	ワーニングレベル割り込みフラグ 0: エラーカウンターのどれもワーニングレベルに達していない 1: エラーカウンターの少なくとも1つがワーニングレベルに達している

グローバル割り込みフラグレジスター([CANxGIF])の各割り込みフラグは、対応するグローバル割り込み条件が成立すると"1"にセットされます。あるグローバル割り込みフラグが"1"にセットされたとき、グローバル割り込みマスクレジスター([CANxGIM])の対応するビットが"1"(割り込み許可)のとき、CAN グローバル割り込み(INTCANxGLB)が"High"になります。

[CANxGIF]レジスター(下位8ビット)は、[CANxGIF]レジスターの対応するビットに"1"をライトするとクリアできます。

"0"のライトは無効です。

4.2.20. [CANxGIM](グローバル割り込みマスクレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:8	-	0	R	"0"がリードされます
7	RFPM	0	R/W	リモートフレームペンディング割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
6	WUIM	0	R/W	ウェイクアップ割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
5	RMLIM	0	R/W	受信メッセージロスト割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
4	TRMABF	0	R/W	送信アボート割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
3	TSOIM	0	R/W	タイムスタンプカウンタオーバーフロー割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
2	BOIM	0	R/W	バスオフ割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
1	EPIM	0	R/W	エラーパッシブ割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可
0	WLIM	0	R/W	ワーニングレベル割り込みマスク 0: 割り込み禁止 1: 割り込み許可

グローバル割り込みマスクレジスター[CANxGIM]は、[CANxGIF]レジスターの各割り込み条件に対応して、グローバル割り込みを許可するか禁止するかを制御します。[CANxGIF]レジスターのビットが"0"のとき、対応する割り込み発生条件によるグローバル割り込みを禁止し、"1"のとき許可します。

リセットで[CANxGIM]レジスターは全ビット"0"にクリアされ、グローバル割り込みを禁止します。

4.2.21. [CANxMBTIF](メールボックス送信割り込みフラグレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	MBTIF[30:0]	0	R/W	メールボックス送信割り込みフラグ(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) メールボックス n のメッセージ送信が正常終了し、[CANxMBIM]レジスターの割り込みマスクが許可(<MBIMn> = 1 の場合、<MBTIFn>が"1"にセットされ、送信完了割り込み INTCANxTXD が"High"レベルになります。 [CANxMBIM]<MBIMn>が"0"の場合、<MBTIFn>はセットされず、INTCANxTXD は"Low"レベルのままです。送信完了は [CANxTA]レジスターをリードして確認します。 [CANxMBTIF]レジスター内の 1 ビットでも"1"であれば、INTCANxTXD は"High"レベルです。 <MBTIFn>は、CPU から<MBTIFn>に"1"をライトでクリアされます。"0"のライトは無効です。

メールボックスが受信に設定されている場合、[CANxMBTIF]レジスターの対応ビットは"0"がリードされます。メールボックスが送信に設定されている場合、[CANxMBRIF]レジスターの対応ビットは"0"がリードされます。

4.2.22. [CANxMBRIF](メールボックス受信割り込みフラグレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:0	MBRIF[31:0]	0	R/W	メールボックス受信割り込みフラグ(各ビットはメールボックス No.31 ~ No.0 に対応) メールボックス n のメッセージ受信が正常終了し、[CANxMBIM]レジスターの割り込みマスクが許可(<MBIMn>=1)されます。 [CANxMBIM]<MBIMn>が"0"の場合、<MBRIFn>はセットされず、INTCANxRXD は"Low"レベルのままです。受信完了は[CANxRMP]レジスターをリードして確認します。 [CANxMBRIF]レジスター内の 1 ビットでも"1"であれば、INTCANxRXD は"High"レベルです。 <MBRIFn>は、CPU から<MBRIFn>に"1"をライトでクリアされます。 "0"のライトは無効です。

4.2.23. [CANxMBIM](メールボックス割り込みマスクレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:0	MBIM[31:0]	0	R/W	メールボックス割り込みマスク 0: 対応するメールボックスの割り込み禁止 1: 対応するメールボックスの割り込み許可

割り込み発生をどのメールボックスに許可するか、または禁止するかは、[CANxMBIM]内の設定で決まります。[CANxMBIM]内のあるビットが"0"なら、対応するメールボックスの割り込み発生が禁止され、"1"なら、許可されます。[CANxMBIM]のリセット値は"0"です。

4.2.24. [CANxCDR](チェンジデータ要求レジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	"0"がリードされます
30:0	CDR[30:0]	0	R/W	チェンジデータ要求(各ビットはメールボックス No.30 ~ No.0 に対応) 送信メールボックス n の<CDRn>が"1"にセットされている場合このメールボックス n の送信要求は無視されます。 つまり、[CANxTRS]<TRSn>および<CDRn>がセットされているメールボックス n は、送信開始してなければ、内部アービトレーションの対象からはずされ、送信されません。メールボックス n は、<CDRn>が"0"にクリアされると、再び、内部アービトレーションの対象となります。

注) メールボックス No.31 は受信専用です。

[CANxCDR]レジスターは、リモートフレームの自動応答を許可([CANxMBnID]<RFH>= 1)している送信メールボックス n のデータフィールドを更新する場合に有効です。自動応答を許可しているメールボックス n は、リモートフレーム受信で自動的にメッセージの送信を開始するため、送信中にデータフィールドを更新してしまう可能性があります。(この場合、送信の途中から更新後のデータが出力されます。) <CDRn>を"1"に設定し、データ送信を一時保留することで、送信中のデータフィールド更新を避けることが可能です。

4.2.25. [CANxRFP](リモートフレームペンディングレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:0	RFP[31:0]	0	R/W	リモートフレームペンディング(各ビットはメールボックス No.31 ~ No.0 に対応) 受信に設定されたメールボックス n がリモートフレームを受信すると、<RFPn>と[CANxRMP]<RMPn>が"1"にセットされます。 <RFPn>は、[CANxRMP]<RMn>への"1"をライトでクリアできます。

[CANxRFP]<RFPn>は、内部ロジックがセットし、CPU から[CANxRMP]<RMPn>への"1"のライトでクリアできます。[CANxRMP]<RMPn>も同時にクリアされます。CPU から[CANxRMP]<RMPn>への"0"のライトおよび[CANxRFP]<RFPn>への"1"または"0"のライトは無効です。

[CANxRFP]<RFPn>= 1 のメールボックス n が、データフレーム受信によってオーバーライトされた場合でも、[CANxRFP]<RFPn>はクリアされます。

また、グローバル割り込みマスクレジスター[CANxGIM]の<RFPM>を"1"にセットしてリモートフレームペンディング割り込みを許可している場合は、CAN グローバル割り込み(INTCANxGLB)が発生します。

4.2.26. [CANxCEC](CANx エラーカウンターレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:16	-	0	R	"0"がリードされます
15:8	TEC[7:0]	0	R	8ビットの送信エラーカウンター(リセット解除後)
		-	W	8ビットの送信エラーカウンター([CANxMCR]<TSTERR> = 1の時)
7:0	REC[7:0]	0	R	8ビットの受信エラーカウンター(リセット解除後)
		-	W	8ビットの受信エラーカウンター([CANxMCR]<TSTERR> = 1の時)

CAN コントローラーには、受信エラーカウンター(<REC[7:0]>)と送信エラーカウンター(<TEC[7:0]>)の2つのエラーカウンターがあります。両カウンターの値は、CPU からリードできます。エラーカウンターへのアクセスは、テストエラーモード([CANxMCR]レジスターの<TSTERR>ビットが"1")のときだけライト可能です。[CANxCEC]レジスターにライトする場合、下位8ビット<REC>へのライトデータが、上位8ビット<TEC[7:0]>にもライトされます。

CAN エラーカウンターは、CAN Specification バージョン 2.0B に従ってカウントアップまたはカウントダウンされます。

[CANxCEC]<REC[7:0]>は、エラーパッシブ制限(128)を超えると、カウントアップしなくなります。[CANxCEC]<REC[7:0]> = 128 のとき、メッセージの正常受信後、[CANxCEC]<REC[7:0]>は 119 ~ 127 の間の値にセットされます。バスオフ状態に達した後は、エラーカウンターは不定です。

バスオフに達すると、受信エラーカウンターは、バス上の連続 11 個の劣性ビット後にカウントアップされます。カウント値が 128 になると、モジュールは自動的にエラーアクティブの状態になります。全ての内部フラグはリセットされ、エラーカウンターは"0"にクリアされます。コンフィグレーションレジスターはプログラミングされた値を保持します。エラーカウンターの値は、バスオフ状態では不定です。

CAN がコンフィグレーションモードになると、エラーカウンターはクリアされます。

4.2.27. [CANxTSP](タイムスタンプカウンタプリスケラーレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:4	-	0	R	"0"がリードされます
3:0	TSP[3:0]	0	R/W	タイムスタンプカウンタプリスケラー 4ビットの TSC 用プリスケラーにロードする値を設定

メールボックスへの書き込みサイクル時に、[CANxTSC]レジスターの値が変化しないように、ホールドレジスターが用意されています。メッセージが正常に受信または送信されると、[CANxTSC]の値はホールドレジスターにコピーされ、そこからメールボックスにライトされます。エンドオブフレームの最後の1ビットを除いてエラーがない場合、レシーバーでの受信が成功します。エンドオブフレームの最終ビットまでエラーがない場合、トランスミッターでの送信が成功します。(CAN Specification 2.0Bを参照してください)

4.2.28. [CANxTSC](タイムスタンプカウンタレジスター)

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:16	-	0	R	"0"がリードされます
15:0	TSC[15:0]	0	R	タイムスタンプカウンタ フリーランニング方式の16ビットカウンタ

[CANxTSC]のオーバーフローは、グローバル割り込みフラグレジスター([CANxGIF])のタイムスタンプカウンタオーバーフロー割り込みフラグ(<TSOIF>)およびグローバルステータスレジスター([CANxGSR])のタイムスタンプカウンタオーバーフローフラグ(<TSO>)によって検出できます。両フラグは、[CANxGIF]レジスターの<TSOIF>に"1"を書き込むことによってクリアできます。

[CANxTSC]用に4ビットのプリスケラーがあります。電源投入後、タイムスタンプカウンタはビットクロックから直接ドライブされます([CANxTSP]<TSP[3:0]>=0)。タイムスタンプカウンタ用の周期 T_{TSC} は以下の式で計算できます。

$$T_{TSC} = T_{BIT} \times ([CANxTSP]\langle TSP[3:0] \rangle + 1)$$

5. 使用方法

5.1. メッセージ受信

CANx 受信完了割り込み(INTCANxRXD)を使用したメッセージ受信のフローチャートの一例を、図 5.1 に示します。

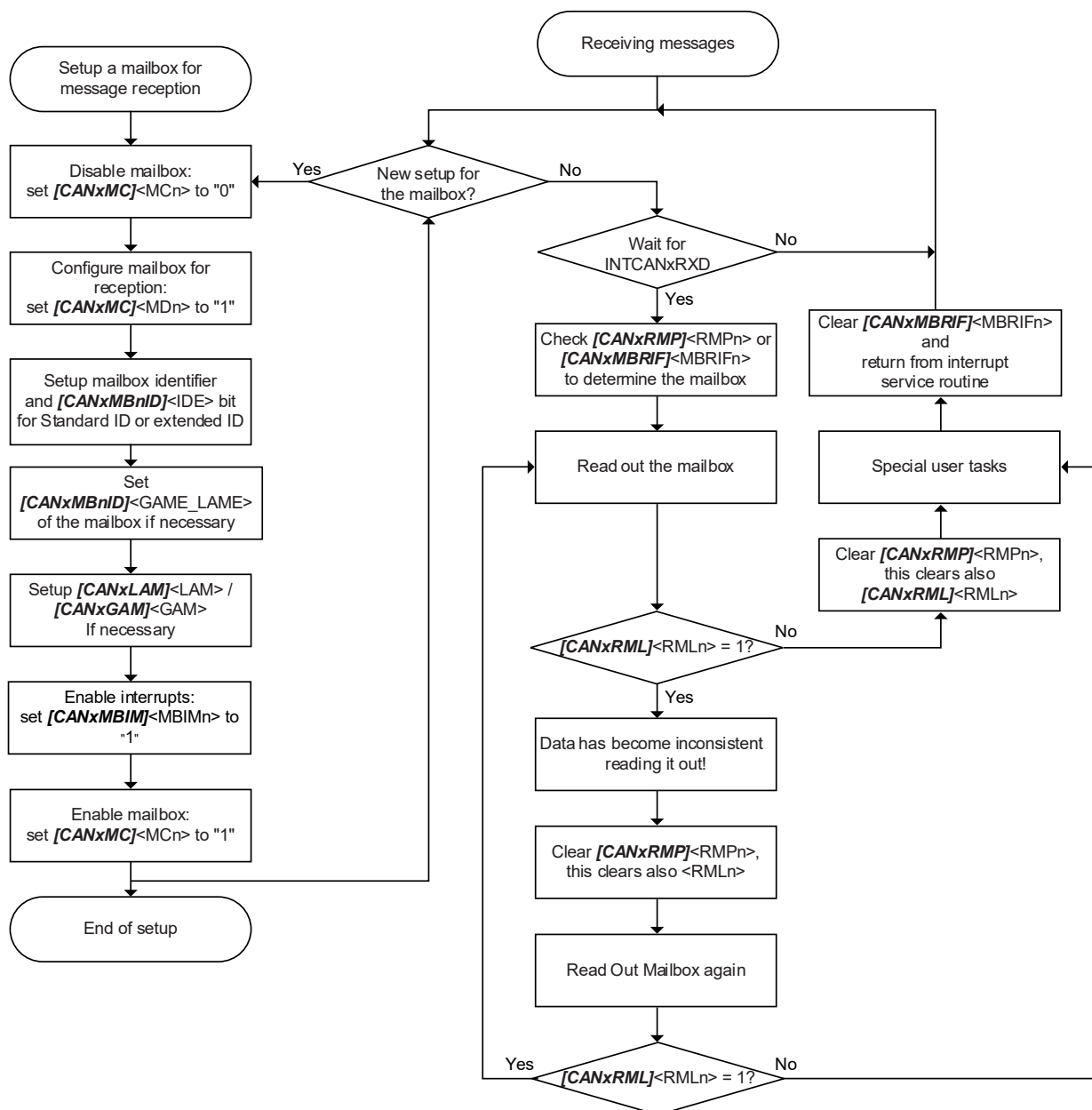


図 5.1 メッセージ受信のフローチャート

受信割り込みの代わりに、ポーリングを使用することも可能です。この場合、上のフローチャートで "wait for INTCANxRXD" を [CANxRMP] のポーリングで置き換える必要があります。さらに、割り込みの許可と [CANxMBRIF] のクリアをフローから削除する必要があります。

5.2. メッセージ送信

CANx 送信完了割り込み(INTCANxTXD)を使用した、メッセージ送信のフローチャートの一例を、図 5.2 に示します。

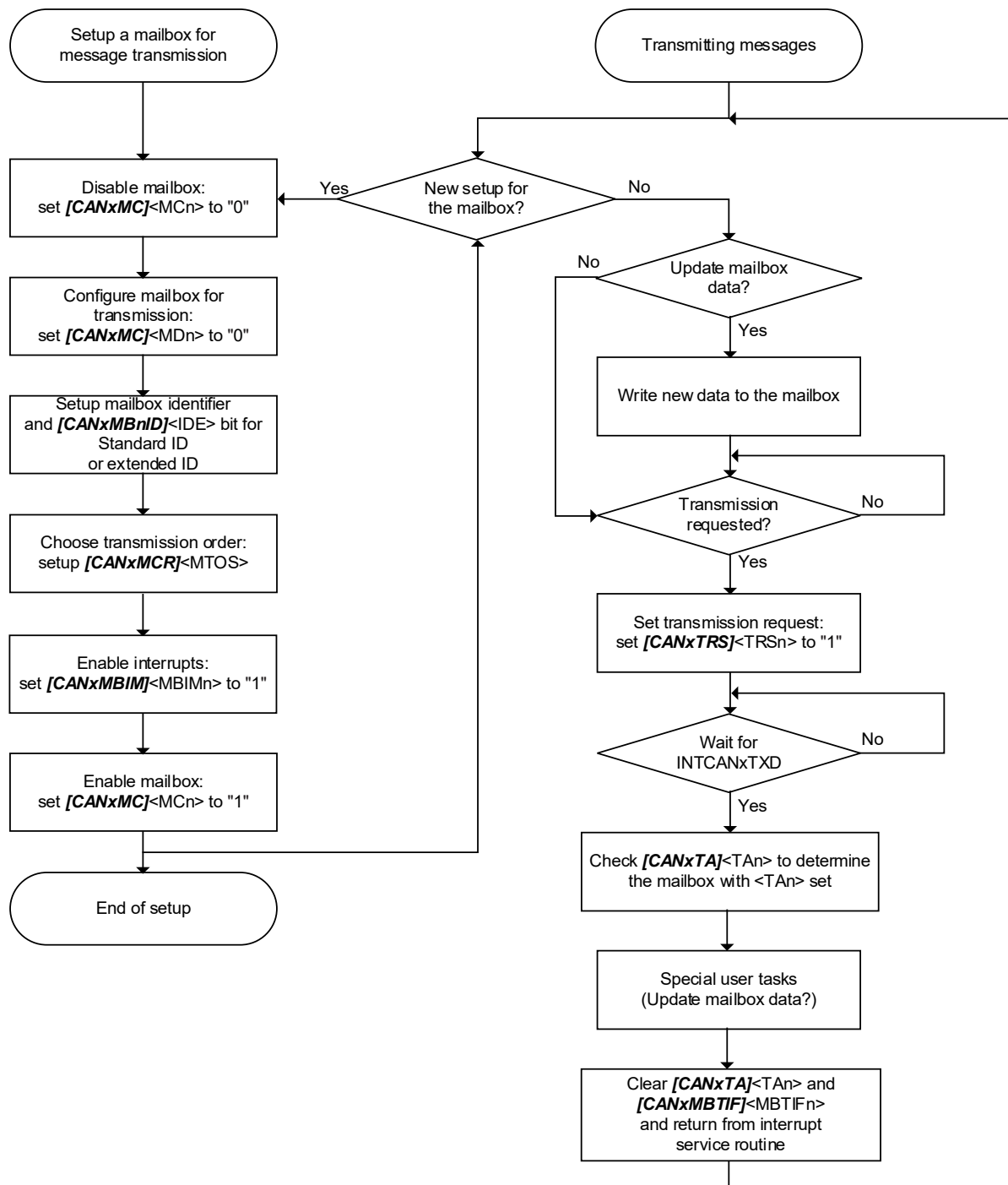


図 5.2 メッセージ送信のフローチャート

送信割り込みの代わりに、ポーリングを使用することも可能です。この場合、上のフローチャートで "wait for INTCANxTXD" を [CANxTA] のポーリングで置き換える必要があります。さらに、割り込みの許可と [CANxMBTIF] のクリアをフローから削除する必要があります。

5.3. リモートフレームの処理

自動応答機能を使ったリモートフレーム処理のフローチャートの一例を、図 5.3 に示します。この機能は送信メールボックスの $[CANxMBnID]<RFH>$ ビットが "1" にセットされているときに有効です。メールボックスのデータ更新時のデータ不一致を避けるために、 $[CANxCDR]$ レジスターによる送信制御を行い、メールボックスのデータを更新します。

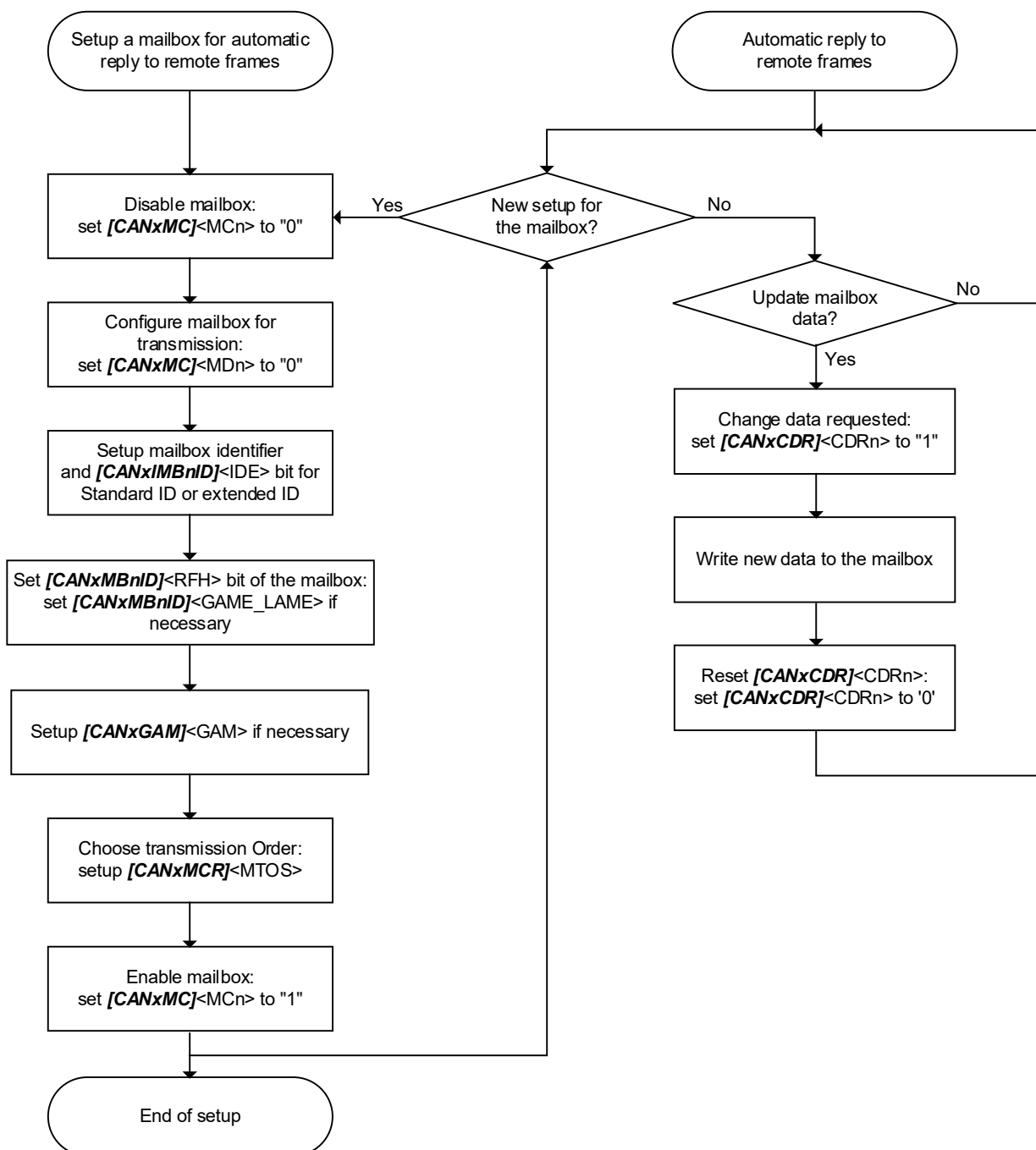


図 5.3 自動応答機能を使ったリモートフレーム処理のフローチャート

6. 改訂履歴

表 6.1 改訂履歴

Revision	Date	Description
1.0	2020-10-01	新規

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独および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。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍사용途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、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い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、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て、当社は一切の責任を負いかねます。