

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。

M16C/50 シリーズ

CAN アプリケーションノート

1. 要約

この資料は、M16C/50 シリーズを使用して CAN 通信を行う場合の手順例を説明しています。
: 各レジスタの設定に関しては、最新版のハードウェアマニュアルに記載の注意事項をご参照ください。

2. 適用

この資料は、M16C/50 シリーズに適用されます。
M16C/50 シリーズは CAN モジュールを最大 2 チャンネル内蔵しています。

なお、本文中中に記述される変数は下記を示しています。

- i: CAN のチャンネル番号 i=0~1
- j: メールボックス番号 j=0~31
- k: マスクレジスタ番号 k=0~7

1. 要約	1
2. 適用	1
3. 初期設定	3
3.1 CAN ビットタイミング	4
3.1.1 ビットタイミングの条件	5
3.2 転送速度	6
3.3 CAN ビットタイミングと転送速度の設定	9
4. CAN メッセージの送受信	10
4.1 CAN コンフィグレーション	12
4.1.1 ハードウェアリセット後のコンフィグレーション.....	13
4.1.2 CAN リセットモード後のコンフィグレーション.....	14
4.1.3 CAN Halt モード後のコンフィグレーション.....	15
4.2 メッセージ送信.....	16
4.2.1 通常送信要求	17
4.2.2 通常送信完了処理	18
4.2.3 ワンショット送信要求.....	19
4.2.4 ワンショット送信完了処理.....	20
4.2.5 送信アポート	21
4.3 メッセージ受信.....	23
4.3.1 通常受信要求	24
4.3.2 通常受信モードに設定したメールボックスの受信完了(オーバライトモード).....	25
4.3.3 通常受信モードに設定したメールボックスの受信完了(オーバランモード).....	27
4.3.4 ワンショット受信要求.....	28
4.3.5 ワンショット受信モードに設定したメールボックスの受信完了.....	29
4.3.6 受信アポート	30
5. メールボックスモード	31
5.1 通常メールボックスモード	32
5.2 FIFO メールボックスモード.....	33
5.2.1 FIFO メールボックスモードの設定.....	35
5.2.2 FIFO 送信.....	36
5.2.3 FIFO 受信(オーバライトモード).....	37
5.2.4 FIFO 受信(オーバランモード)	38
6. メールボックス検索機能	39
6.1 メールボックス検索機能の使用手法.....	41

6.1.1	受信メールボックス検索モード.....	42
6.1.2	送信メールボックス検索モード.....	43
6.1.3	メッセージロスト検索モード.....	44
6.1.4	チャンネル検索モード.....	45
7.	CAN エラー.....	47
7.1	CAN エラー確認.....	48
8.	バスオフ復帰モード.....	50
9.	アクセプタンスフィルタの使い方.....	52
9.1	標準 ID と拡張 ID.....	52
9.2	アクセプタンスフィルタ.....	53
9.3	受信 FIFO に対するアクセプタンスフィルタ.....	57
9.4	アクセプタンスフィルタサポートユニット.....	58
9.4.1	アクセプタンスフィルタサポートユニットの使用法.....	58
10.	CAN スリープ動作および CAN ウェイクアップ動作.....	62
10.1	CAN のスリープ動作.....	62
10.2	CAN ウェイクアップ動作.....	64
11.	テストモード.....	66
11.1	テストモードの設定.....	66
11.2	リッスンオンリーモード.....	67
11.3	セルフテストモード 0(外部ループバック).....	68
11.4	セルフテストモード 1(内部ループバック).....	69
12.	処理フローに関する注意事項.....	70
12.1	無限ループ.....	70

3. 初期設定

CAN 通信を行う場合、以下の設定が必要です。

- クロックの設定(『3.初期設定』を参照。)
- ビットタイミングの設定(『3.初期設定』を参照。)
- ボーレートの設定(『3.初期設定』を参照。)
- アクセプタンスフィルタの設定(『9.アクセプタンスフィルタの使い方』を参照。)

3.1 CAN ビットタイミング

M16C/50 シリーズの CAN モジュールの CAN ビットタイミング設定では、通信フレームの 1 ビットを 3 つのセグメントで構成しています。

図 1 にビットのセグメント構成とサンプルポイントを示します。

これらのセグメントのうち、Time Segment 1(以下 TSEG1 という)、Time Segment 2(以下 TSEG2 という)は、サンプル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 1 Time Quanta(以下 Tq という)といい、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。

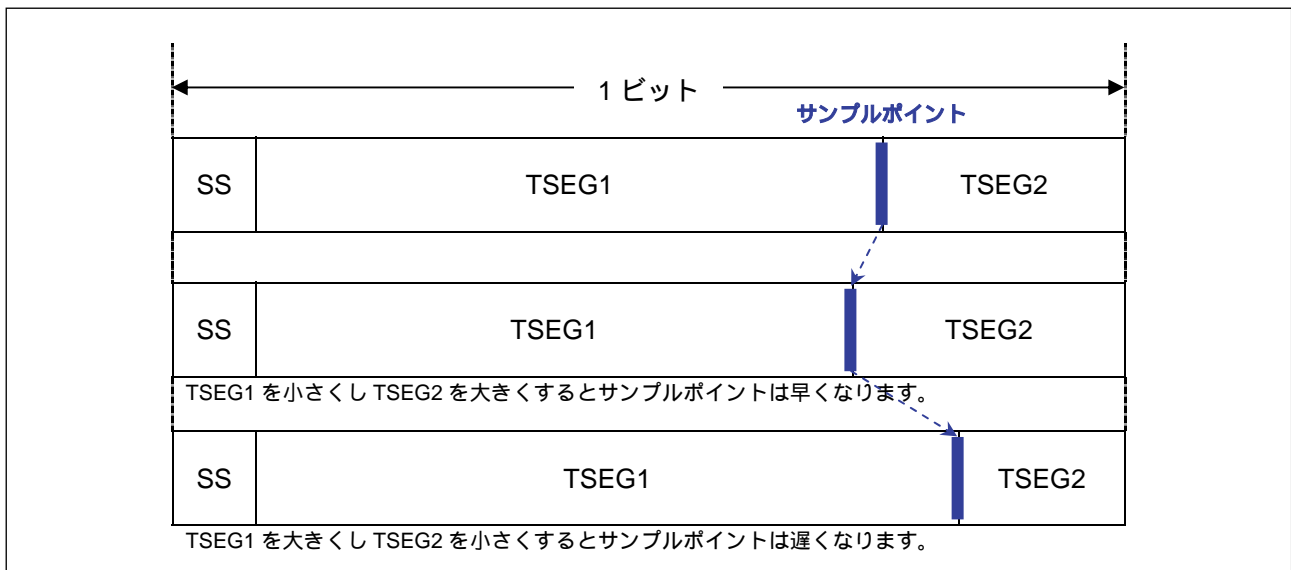


図 1. ビットのセグメント構成とサンプルポイント

- (1) SS : シンクロナイゼーションセグメント
インターフレームスペース^{*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) TSEG1 : タイムセグメント 1
CAN ネットワーク上の物理的な遅延を吸収、および再同期の際におきるフェーズエラー^{*2}を補償するためのセグメントです。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) TSEG2 : タイムセグメント 2
再同期の際におきるフェーズエラー^{*2}を補償するためのセグメントです。
- (4) SJW : リシンクロナイゼーションジャンプ幅
フェーズエラー^{*2}による同期ずれを補償する最大幅です。

*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。バスアイドル中では、全ノードが送信を開始することができます。

*2: フェーズエラー(Phase Error)

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。

3.1.1 ビットタイミングの条件

各セグメントの設定と制限事項は以下のとおりです。

- (1) 各セグメントの設定
 - $SS = 1Tq$ 固定
 - $TSEG1 = 4 \sim 16Tq$ の範囲で設定
 - $TSEG2 = 2 \sim 8Tq$ の範囲で設定
 - $SJW = 1 \sim 4Tq$ の範囲で設定
 - $SS + TSEG1 + TSEG2 = 8 \sim 25Tq$
- (2) TSEG1、TSEG2 の制限
 - $TSEG1 > TSEG2 \geq SJW$
(ただし、 $SJW = 1$ のとき $TSEG2 \geq 2$)

3.2 転送速度

転送速度は、 f_{CAN}^{*1} 、ポーレートプリスケアラ分周値、および1ビットの T_q 数で決まります。

図 2に CAN システムクロックの発生回路ブロック図を示します。

表 1に主な転送速度の算出式と実現例を、表 2にビットタイミングの設定例を示します。

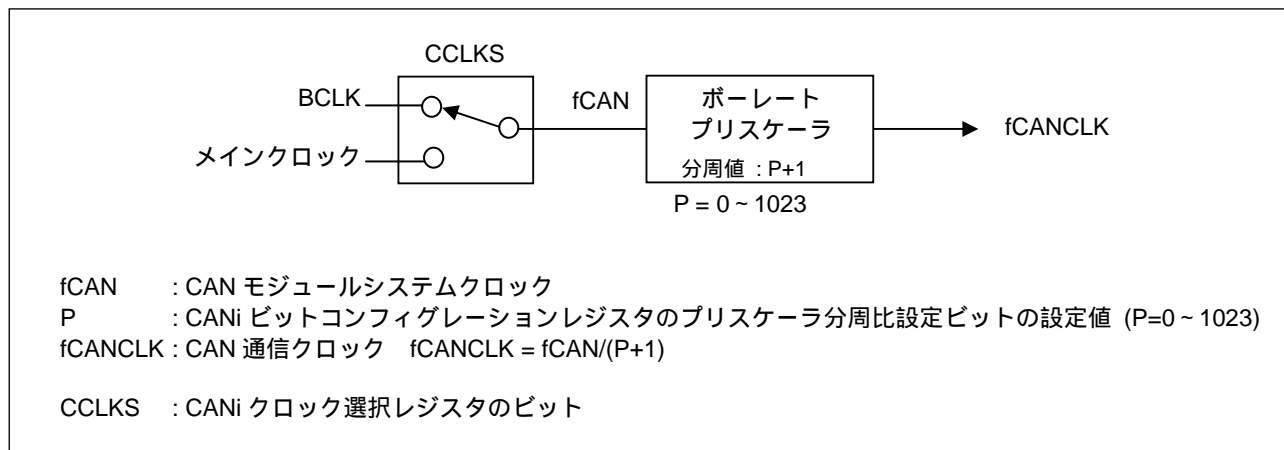


図 2 . CAN システムクロックの発生回路ブロック図

表 1. 転送速度の算出式と実現例

転送速度の算出式	$\frac{f_{CAN}}{\text{ボーレートプリスケアラ分周値}^{*1} \times 1 \text{ ビットタイムの } Tq \text{ 数}} = \frac{f_{CANCLK}}{\text{ビットタイムの } Tq \text{ の数}}$				
fCAN 転送速度	32MHz	24MHz	20MHz	16MHz	8MHz
1Mbps	8Tq(4) 16Tq(2)	8Tq(3)	10Tq(2) 20Tq(1)	8Tq(2) 16Tq(1)	8Tq(1)
500Kps	8Tq(8) 16Tq(4)	8Tq(6) 16Tq(3)	10Tq(4) 20Tq(2)	8Tq(4) 16Tq(2)	8Tq(2) 16Tq(1)
250Kps	8Tq(16) 16Tq(8)	8Tq(12) 16Tq(6)	10Tq(8) 20Tq(4)	8Tq(8) 16Tq(4)	8Tq(4) 16Tq(2)
83.3Kps	8Tq(48) 16Tq(24)	8Tq(36) 16Tq(18)	8Tq(30) 10Tq(24) 16Tq(15) 20Tq(12)	8Tq(24) 16Tq(12)	8Tq(12) 16Tq(6)
33.3Kps	8Tq(120) 10Tq(96) 16Tq(60) 20Tq(48)	8Tq(90) 10Tq(72) 16Tq(45) 20Tq(36)	8Tq(75) 10Tq(60) 20Tq(30)	8Tq(60) 10Tq(48) 16Tq(30) 20Tq(24)	8Tq(30) 10Tq(24) 16Tq(15) 20Tq(12)

*1: ボーレートプリスケアラ分周値=P+1 (P=0 ~ 1023)

P: CANi ビットコンフィグレーションレジスタのプリスケアラ分周比設定ビットの設定値

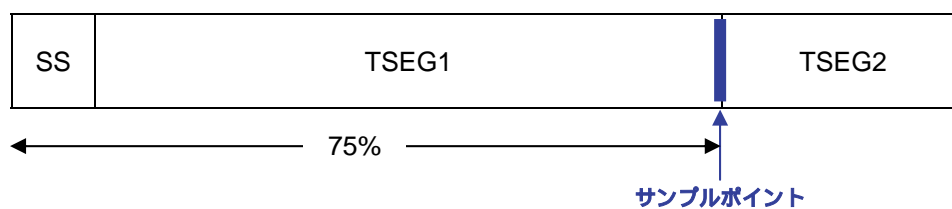
*2: ()内の数字はボーレートプリスケアラ分周値

表 2. ビットタイミングの設定例

1 ビット	設定値(Tq)				サンプルポイント ^{*1} (%)
	SS	TSEG1	TSEG2	SJW	
8Tq	1	4	3	1	62.50
	1	5	2	1	75.00
10Tq	1	6	3	1	70.00
	1	7	2	1	80.00
12Tq	1	8	3	1	75.00
	1	9	2	1	83.33
15Tq	1	10	4	1	73.33
	1	11	3	1	80.00
16Tq	1	10	5	1	68.75
	1	11	4	1	75.00
20Tq	1	12	7	1	65.00
	1	13	6	1	70.00
24Tq	1	15	8	1	66.66

*1: 1 ビットのレベルを判定する位置

サンプルポイントが 75%の場合



3.3 CAN ビットタイミングと転送速度の設定

図 3に CAN ビットタイミングと転送速度の設定手順を示します。
これらの設定は CAN のコンフィグレーション中に行ってください。
CAN コンフィグレーションの手順は4.1項を参照ください。

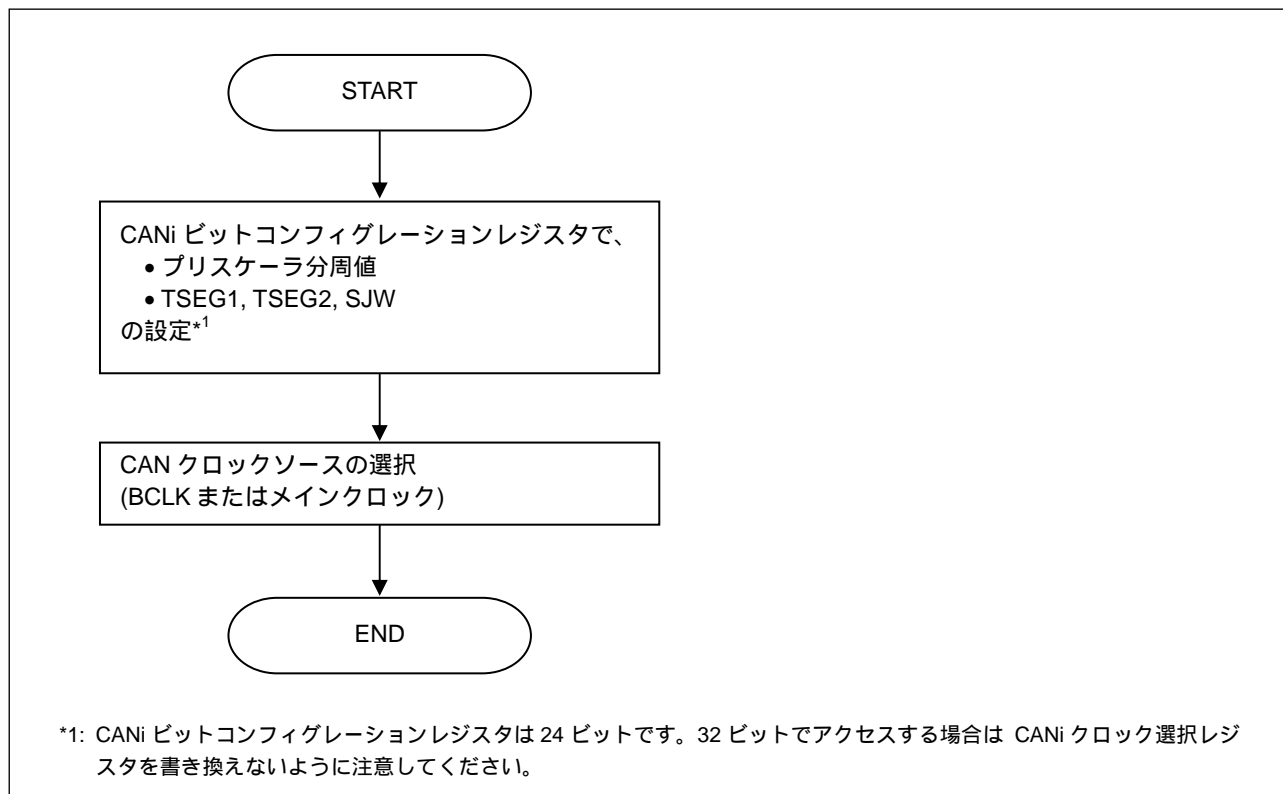


図 3 . CAN ビットタイミングと転送速度の設定手順

4. CAN メッセージの送受信

CAN メッセージの送受信は次の 3 つの手順で行われます。

以下の手順は通常メールボックスモード(CAN メールボックスモード選択ビット(MBM)=“0”)の場合です。FIFO メールボックスモード(CAN メールボックスモード選択ビット(MBM)=“1”)の場合は、5項もあわせて参照ください。

(1) CAN コンフィグレーション手順

CAN コンフィグレーション時に、CAN の転送速度、各種制御モード、アクセプタンスフィルタ、割り込みの設定を行います。

(2) メールボックスコンフィグレーション手順

送受信の各モードは、各メールボックスに対応した CAN_i メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) で設定します。

表 3に CAN_i メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) の設定と送信・受信モードの関係を示します。

(3) データ処理手順

メッセージ送信または受信正常終了時のメッセージ処理を行います。

表 3 . CANi メッセージ制御レジスタ j 設定と送信・受信モードの関係

TRMREQ ^{*1}	RECREQ ^{*1}	ONESHOT ^{*1}	メールボックスの送信・受信モード設定内容
0	0	0	メールボックス使用不可、または送信アポート中
0	0	1	ワンショットモードでプログラムされたメールボックスからの送信か受信がアポートされた場合、設定可能
0	1	0	データフレームまたはリモートフレームの受信メールボックスとして設定
0	1	1	データフレームまたはリモートフレームのワンショット受信メールボックスとして設定
1	0	0	データフレームまたはリモートフレームの送信メールボックスとして設定
1	0	1	データフレームまたはリモートフレームのワンショット送信メールボックスとして設定
1	1	0	設定しないでください
1	1	1	設定しないでください

*1: CANi メッセージ制御レジスタ j のビット

メールボックスを受信メールボックスまたはワンショット受信メールボックスとして設定するときは、次の点に注意してください。

- (1) メールボックスを受信メールボックスまたはワンショット受信メールボックスとして設定する前に、CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) を “00h” にしてください。
- (2) 受信メッセージは、受信のモード設定とアクセプタンスフィルタ処理の結果に従って、条件に一致した最初のメールボックスに格納されます。受信されたメッセージを格納するメールボックスは、メールボックスの番号の小さいほうが、優先順位が高くなります。
- (3) CAN オペレーションモードで、受信メッセージに設定したメールボックスの ID/マスクセットに一致するメッセージを送信した場合、CAN モジュールは送信データを受信しません。しかしセルフテストモードでは、CAN モジュールは送信データを受信します。この場合、CAN モジュールは ACK を返します。

メールボックスを送信メールボックスまたはワンショット送信メールボックスとして設定するときは、次の点に注意してください。

- (1) メールボックスを送信メールボックスまたはワンショット送信メールボックスとして設定する前に、CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) を “00h” にして、さらに、アポート処理中でないことを確認してください。

4.1 CAN コンフィグレーション

CAN コンフィグレーションには、次の 3 つのコンフィグレーションがあります。

- (1) ハードウェアリセット後のコンフィグレーション
ハードウェアリセット後に行うコンフィグレーションです。
- (2) CAN リセットモード後のコンフィグレーション
CAN リセットモードへ移行したときに行うコンフィグレーションです。
CAN モジュールはリセットされますので、再設定が必要となります。
転送速度を変更する必要があるときに、このモードのコンフィグレーションを行う必要があります。
- (3) CAN Halt モード後のコンフィグレーション
CAN Halt モードへ移行したときに行うコンフィグレーションです。
CAN モジュールはリセットされませんので、再設定は必ずしも必要ありません。
通信を一時的に停止する必要があるときに、このモードのコンフィグレーションを行う必要があります。

4.1.1 ハードウェアリセット後のコンフィグレーション

図 4にハードウェアリセット後に行う CAN コンフィグレーション手順を示します。

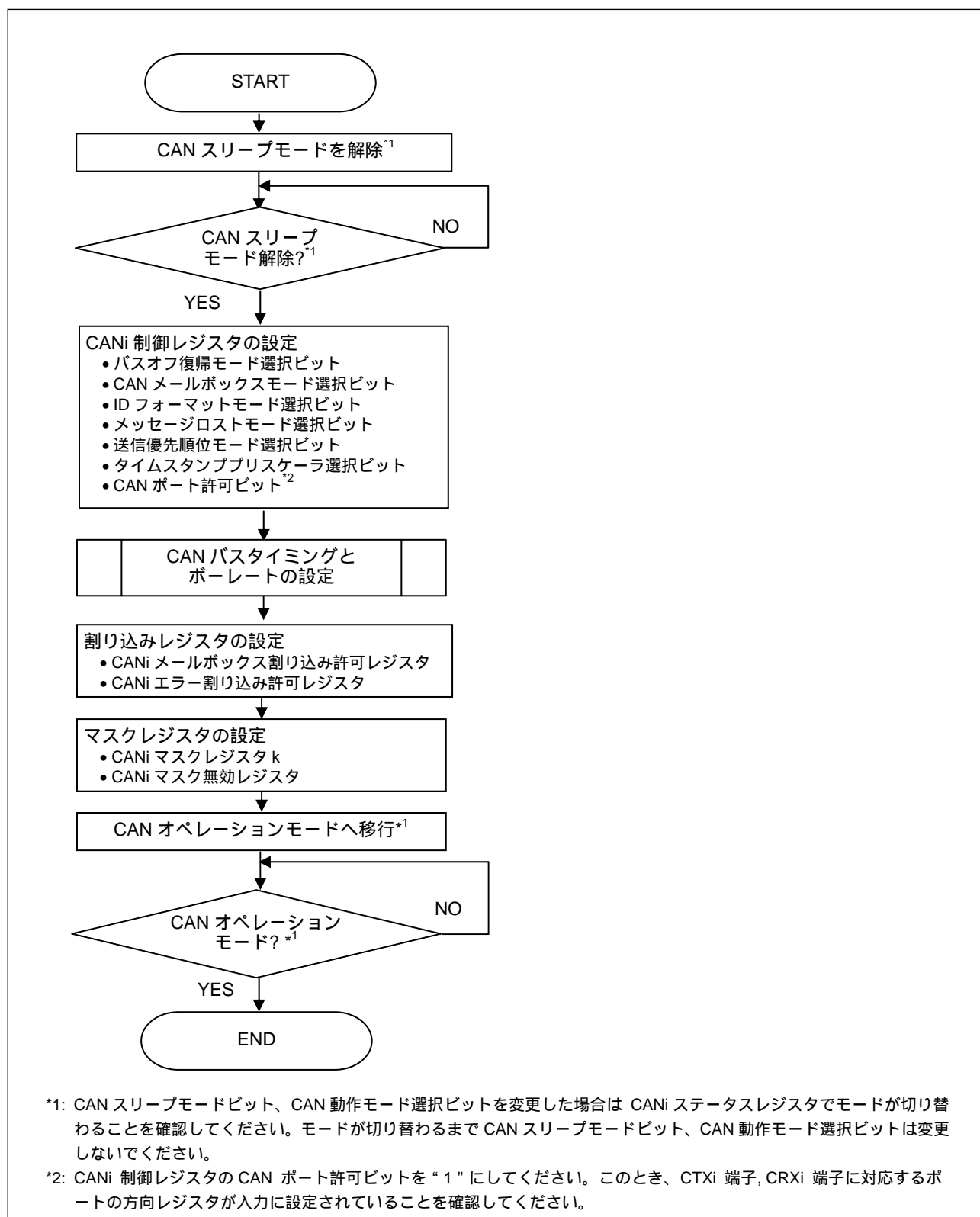


図 4 . ハードウェアリセット後に行う CAN コンフィグレーション手順

4.1.2 CAN リセットモード後のコンフィグレーション

図 5に CAN リセットモードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順を示します。

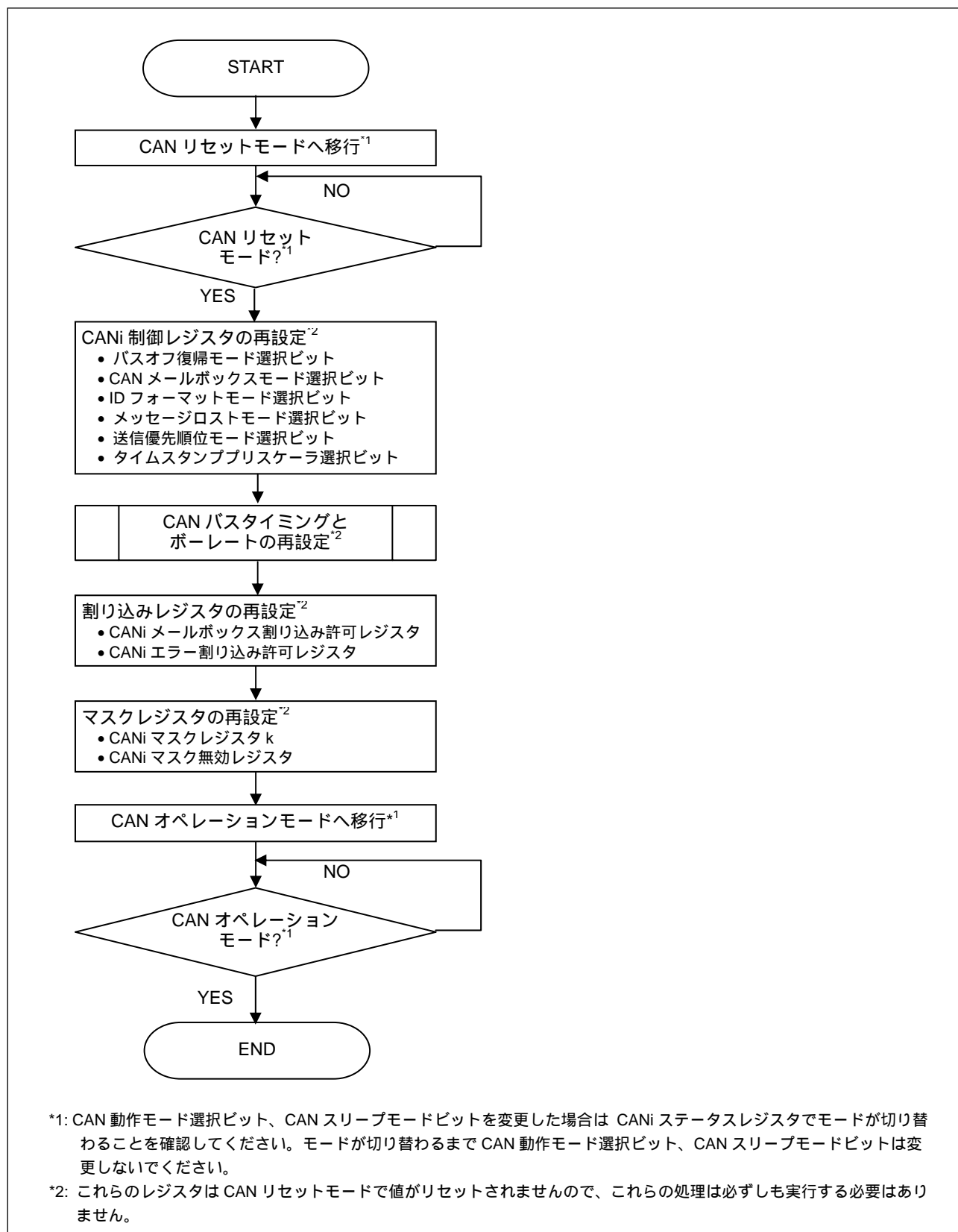


図 5 . CAN リセットモードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

4.1.3 CAN Halt モード後のコンフィグレーション

図 6に CAN Halt モードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順を示します。

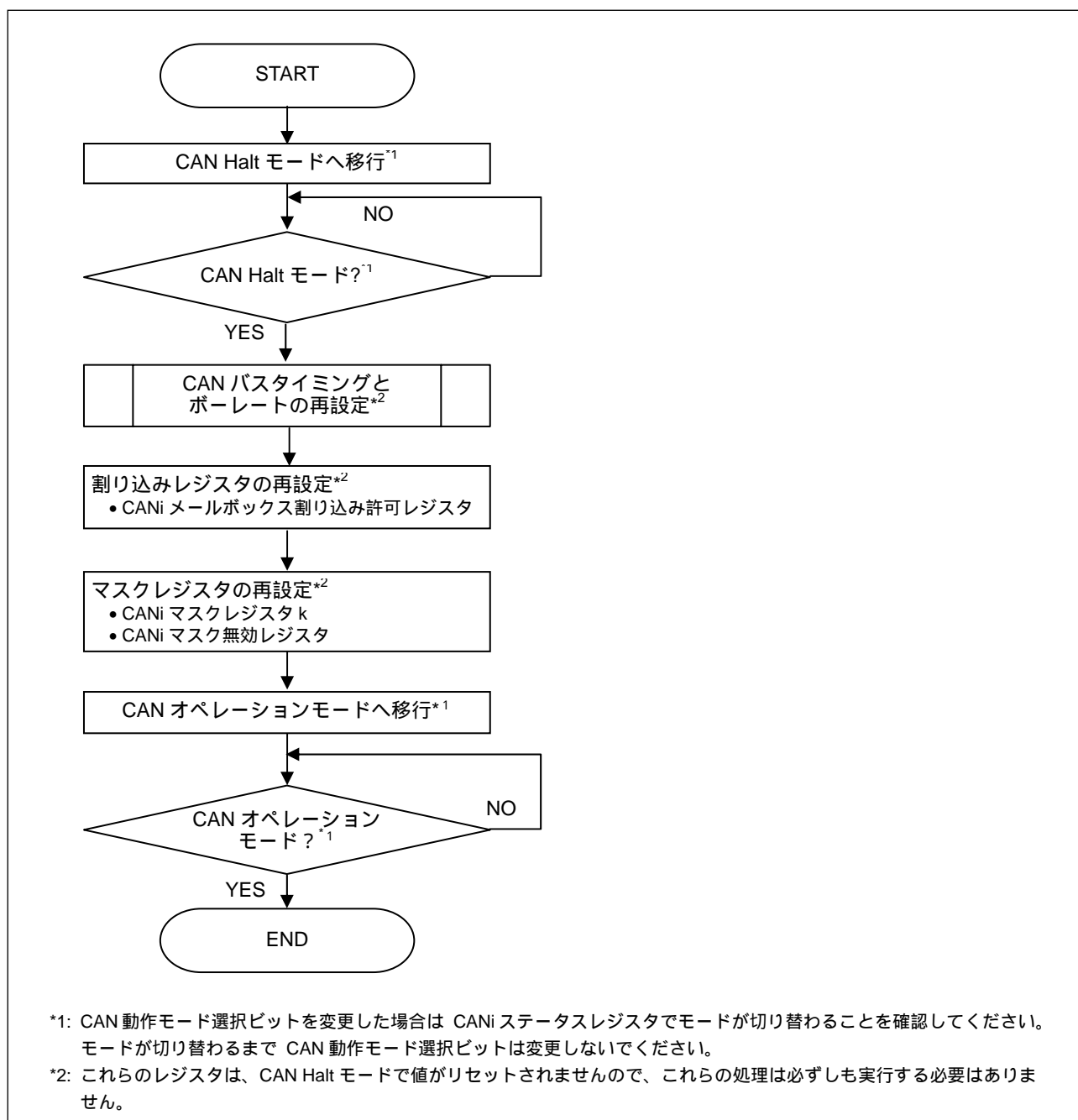


図 6 . CAN Halt モードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

4.2 メッセージ送信

CAN モジュールには、CAN の 1 チャンネルにつき 32 個のメールボックスがあります。

送信には、以下の 2 つの送信モードがあり、どちらの送信モードでも、32 個のメールボックスすべてを送信で使用できます。

- 通常送信モード
- ワンショット送信モード

(1) 通常送信モード

メールボックスを通常送信モードに設定すると、そのメールボックスに設定しているデータフレームまたはリモートフレームを送信できます。

通常送信が完了したかどうかは、対応するメールボックスの送信完了フラグ(SENTDATA)で確認することができます。送信完了フラグ(SENTDATA)は、通常送信が正常完了したときにセット("1")されます。対応するメールボックスの送信中に、アービトレーションに負けた場合やエラーが発生した場合には、メッセージは保持されます(メッセージの再送信を行います)。

(2) ワンショット送信モード

メールボックスをワンショット送信モードに設定すると、そのメールボックスに設定しているデータフレームまたはリモートフレームを送信できます。ワンショット許可ビット(ONESHOT)がセット("1")されていると、メールボックスは 1 回のみメッセージを送信します(CAN バスエラーまたは CAN バスアービトレーション負けの場合でも、メッセージの再送信は行いません)。

ワンショット送信が完了したかどうかは、対応するメールボックスの送信完了フラグ(SENTDATA)または送信アボート完了フラグ(TRMABT)で確認することができます。送信完了フラグ(SENTDATA)は、ワンショット送信が正常完了したときにセット("1")されます。送信アボート完了フラグ(TRMABT)は、対応するメールボックスの送信中に、アービトレーションに負けたとき、またはエラーが発生したときにセット("1")されます。

4.2.1 通常送信要求

図 7に通常送信要求の手順を示します。

この処理は、対応するメールボックスに送信/受信要求がない(CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) =“00h” かつ アボート処理中でない)ときに行ってください。

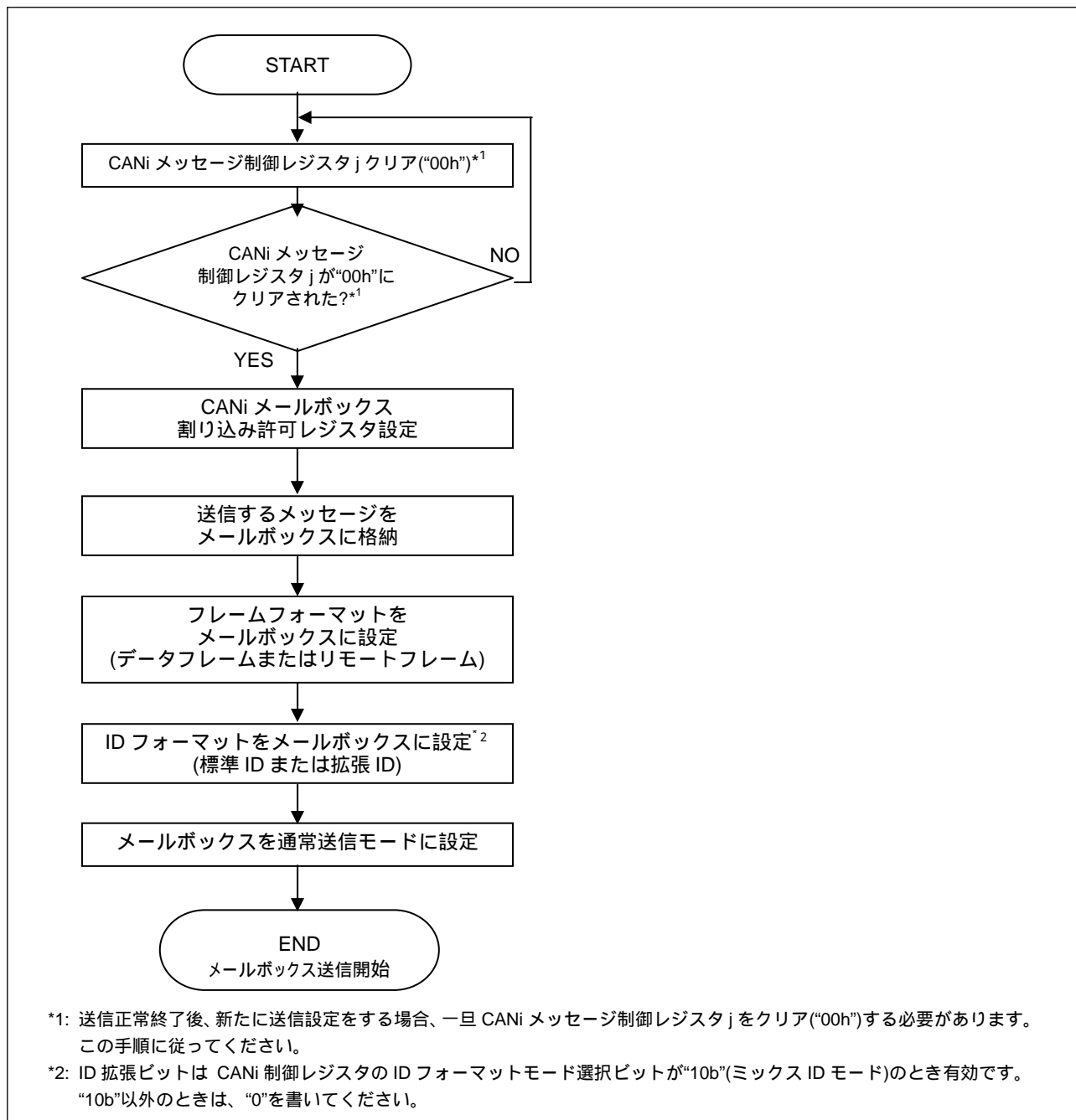


図 7. 通常送信要求手順

4.2.2 通常送信完了処理

図 8に通常送信完了後に必要な手順を示します。割り込みを使用する場合、ポーリングを使用する場合ともに、同じ処理が必要となります。引き続き通常送信要求を行うときは、4.2.1項を参照ください。

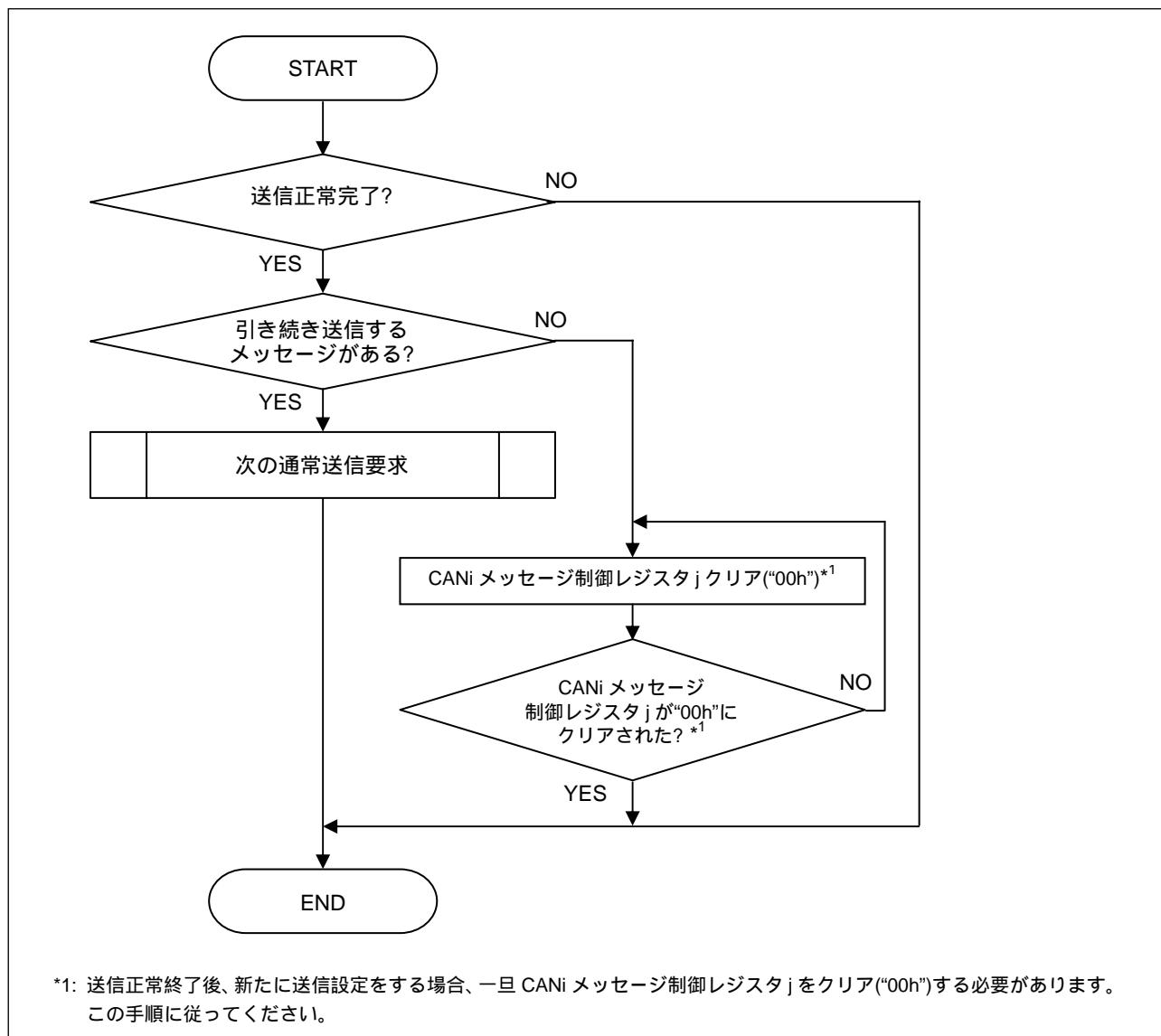


図 8 . 通常送信完了手順

4.2.3 ワンショット送信要求

送信モードのときワンショット許可ビット(ONESHOT)がセット("1")されると、CAN モジュールは対応するメールボックスからの送信を 1 回行います。

図 9にワンショット送信要求の手順を示します。

この処理は、対応するメールボックスに送信/受信要求がない(CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj)="00h" かつ アボート処理中でない)ときに行ってください。

ワンショット送信が完了したかどうかは、対応するメールボックスの送信完了フラグ(SENTDATA)または送信アボート完了フラグ(TRMABT)で確認することができます。送信完了フラグ(SENTDATA)は、ワンショット送信が正常完了したときにセット("1")されます。送信アボート完了フラグ(TRMABT)は、対応するメールボックスの送信中に、アービトレーションに負けたとき、またはエラーが発生したときにセット("1")されます。

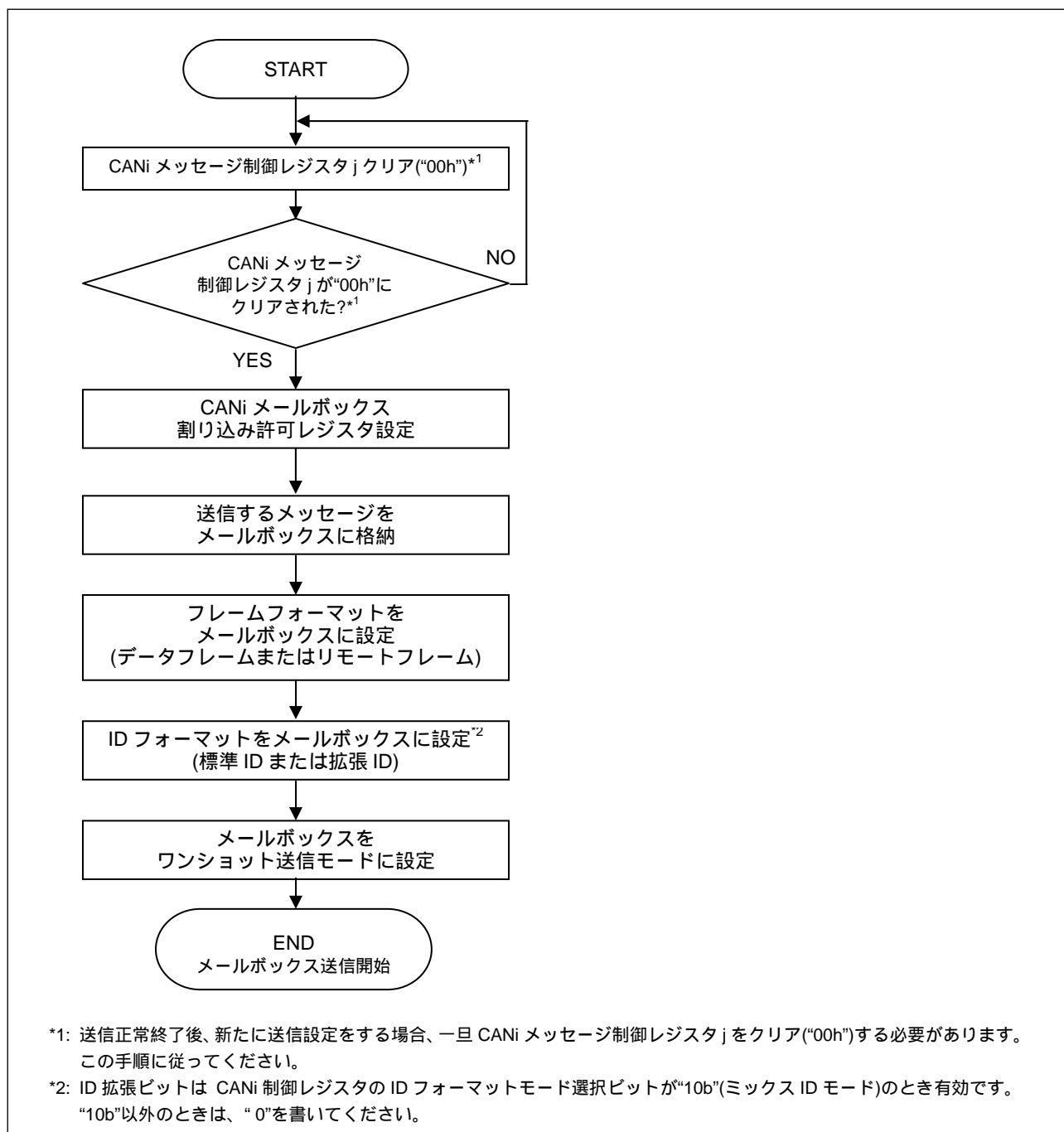


図 9. ワンショット送信要求手順

4.2.4 ワンショット送信完了処理

図 10にワンショット送信完了後に必要な手順を示します。この処理はポーリングで行う必要があります。割り込みで行うと、アービトレーション負けやエラーにより送信が中断した場合、CANi 送信完了割り込みが発生しません。ワンショット送信モードに設定したメールアドレスから引き続きワンショット送信要求を行うときは、4.2.3項を参照ください。

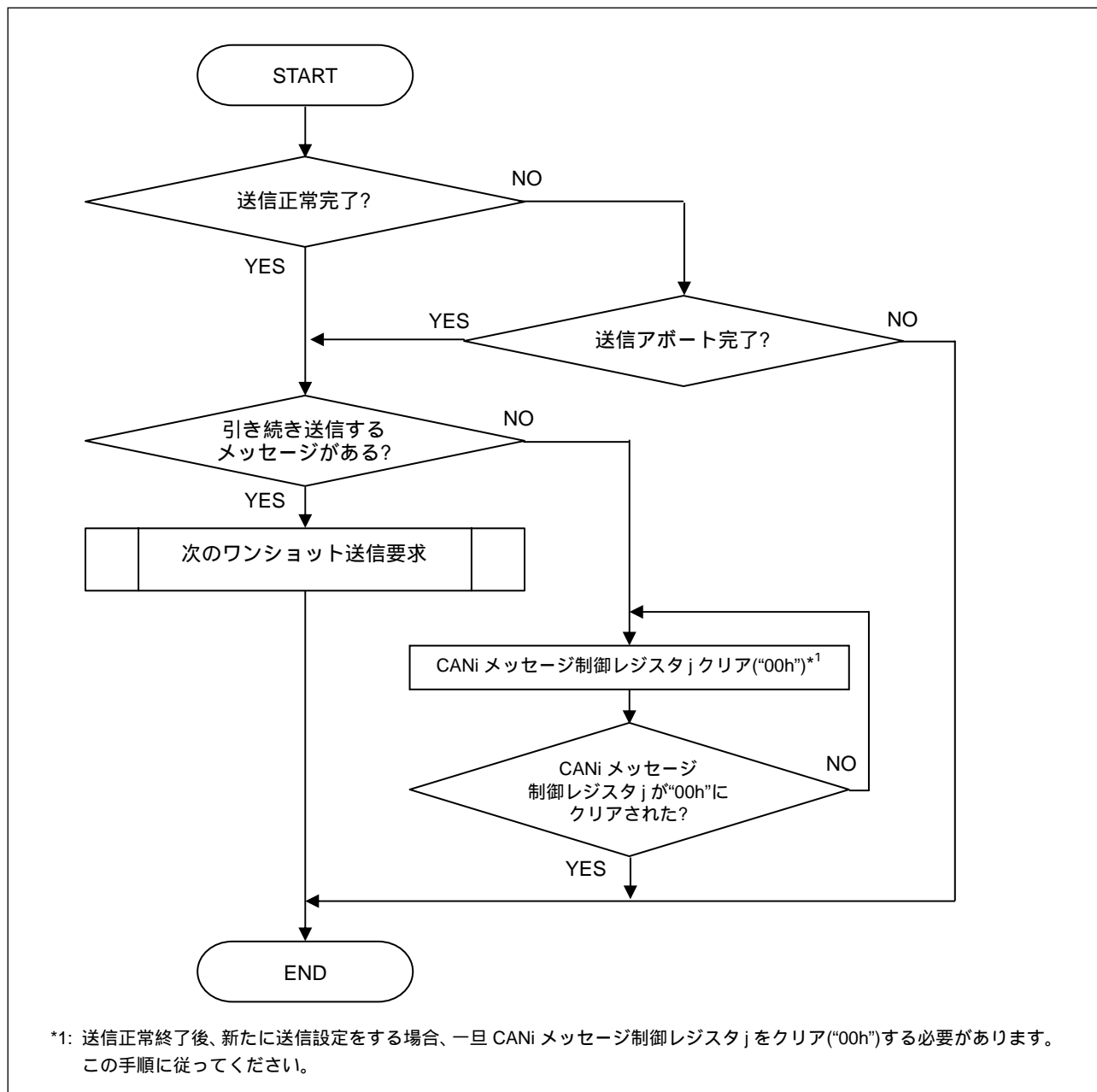


図 10 . ワンショット送信完了手順

4.2.5 送信アボート

2つ以上のノードが同時に送信を始めた場合、CAN ID の優先度が低いメッセージのノードはアービトレーション負けとなります(ワンショット送信の場合にはメッセージはアボートされ、通常送信の場合にはメッセージは保持(再送信)されます)。アービトレーションに勝つか CAN バスがアイドル状態のときに送信しない限り、メッセージの送信が正常に終了しません。

このようなときに、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。送信アボートが完了したかどうかは、対応するメールボックスの送信完了フラグ(SENTDATA)または送信アボート完了フラグ(TRMABT)で確認することができます。

送信完了フラグ(SENTDATA)は、送信が正常完了したときにセット("1")されます。

送信アボート完了フラグ(TRMABT)は、次の場合、"1"になります。

- 送信アボート要求に続いて、送信を開始する前に送信アボートが完了する場合
- 送信アボート要求に続いて、CAN モジュールが CAN バスアービトレーション負けまたは CAN バスエラーを検出した場合
- ワンショット送信モード(RECREQ ビットが"0"、TRMREQ ビットが"1"、ONESHOT ビットが"1")で、CAN モジュールが CAN バスアービトレーション負け、または CAN バスエラーを検出した場合データ送信が完了すると"1"にはなりません。データ送信が完了した場合は SENTDATA ビットが"1"になります。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ときや、緊急な優先順位の高いメッセージを送信するときなどに有効です。

図 11に送信アボート機能の応用例を、図 12に送信アボート手順を示します。

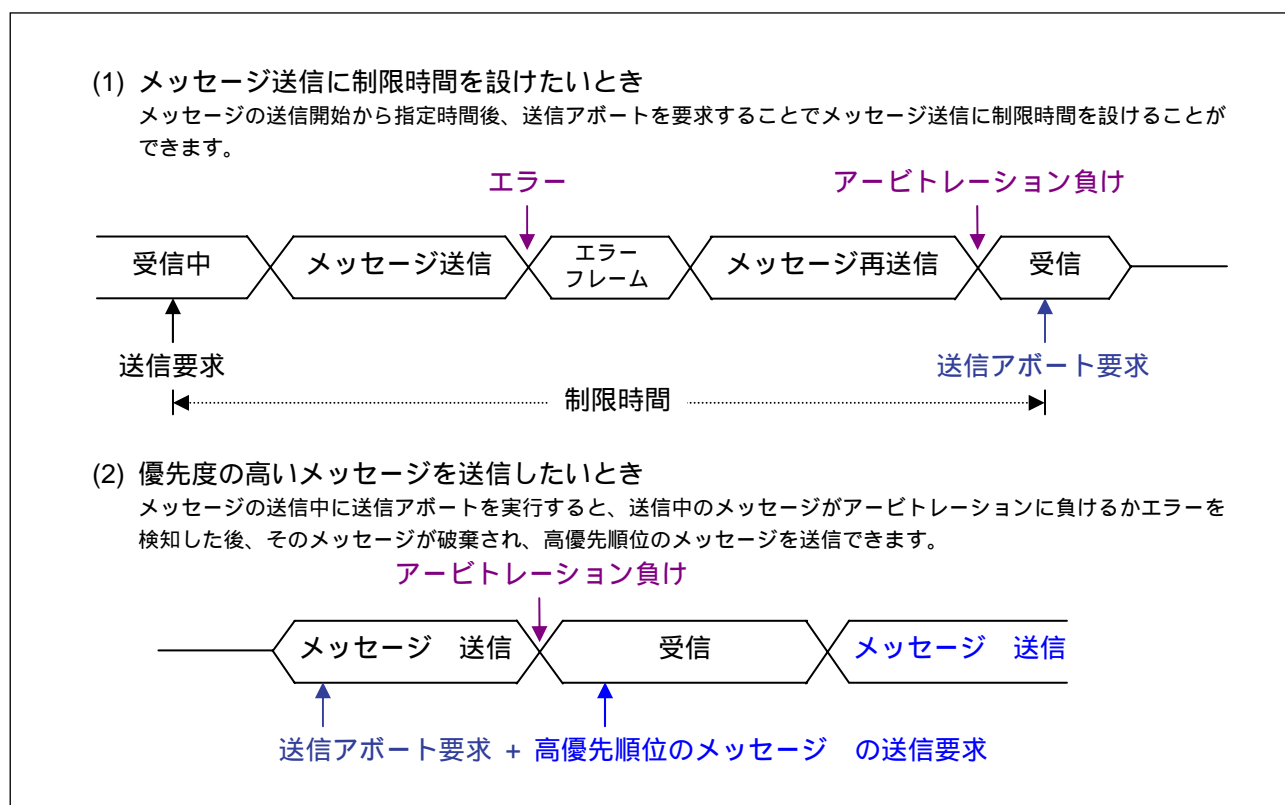


図 11 . 送信アボート機能の応用例

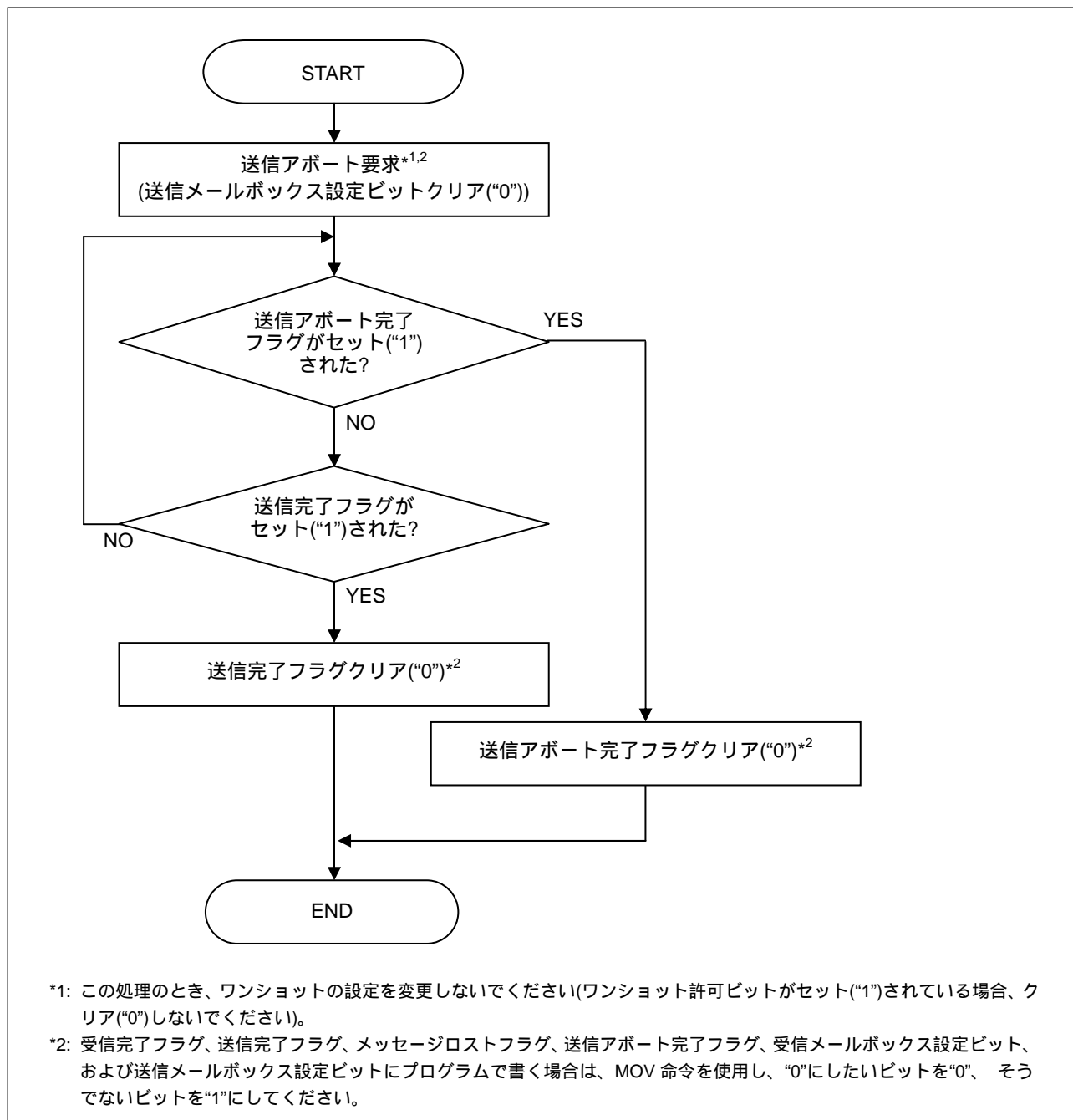


図 12 . 送信アボート手順

4.3 メッセージ受信

CAN モジュールには、CAN の 1 チャンネルにつき 32 個のメールボックスがあります。受信メッセージは、適合する ID を設定したメールボックスのうち、常に番号の一番小さいメールボックスに格納されます。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。アクセプタンスフィルタについては9項を参照ください。

受信には、以下の 2 つの受信モードがあり、どちらの受信モードでも 32 個のメールボックスすべてを受信で使用できます。

- 通常受信モード
- ワンショット受信モード

(1) 通常受信モード

メールボックスを通常受信モードに設定すると、そのメールボックスに設定した ID(対応するアクセプタンスフィルタを組み合わせた結果)と同じ ID のデータフレームまたはリモートフレームを受信できます。もし同じ ID で通常受信モードに設定したメールボックスが 2 つ以上ある場合、受信メッセージは、適合する ID を設定したメールボックスのうち、番号の一番小さいメールボックスに格納されます。そのため、オーバーライトまたはオーバーランが発生する可能性があります(オーバーライト/オーバーランのどちらが発生するかは、メッセージロストモード選択ビット(MLM)の設定によります)。

(2) ワンショット受信モード

メールボックスをワンショット受信モードに設定すると、そのメールボックスに設定した ID(対応するアクセプタンスフィルタを組み合わせた結果)と同じ ID のデータフレームまたはリモートフレームを受信できます。ワンショット許可ビット(ONESHOT)がセット("1")されると、メールボックスはメッセージを 1 回受信し、ソフトウェアで処理されるまで、それ以上のメッセージを受信しません。もし同じ ID でワンショット受信モードに設定したメールボックスが 2 つ以上ある場合、受信メッセージは、メールボックス番号の小さい順に格納されます。すなわち、最初に受信したメッセージは番号の一番小さいメールボックスに格納され、そのメッセージが処理されないまましていると、次のメッセージは 2 番目に小さい番号のメールボックスに格納されます。

4.3.1 通常受信要求

図 13に通常受信要求の手順を示します。

この処理は、対応するメールボックスに送信/受信要求がない(CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj)="00h"かつ アボート処理中でない)ときに行ってください。

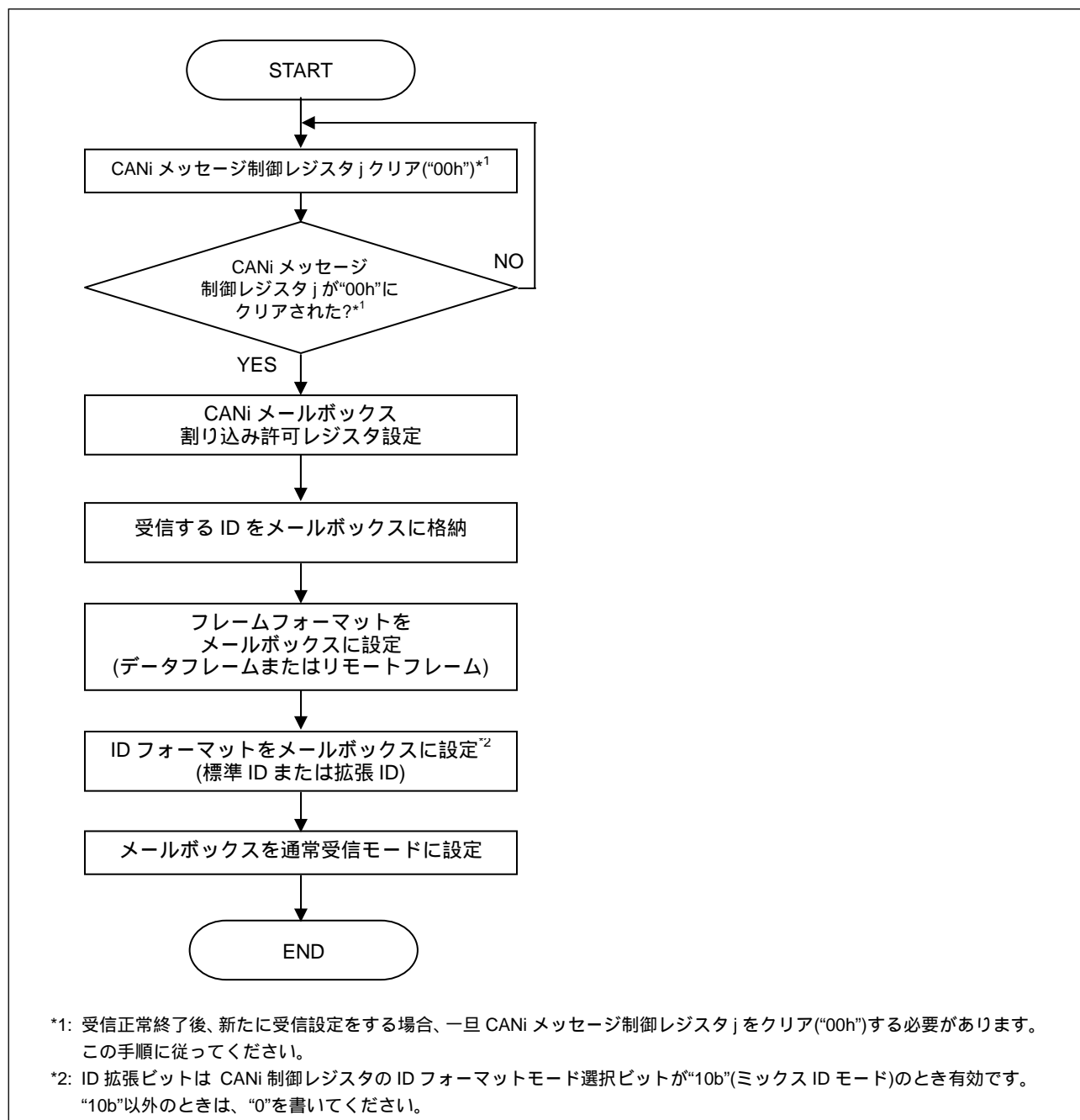


図 13 . 通常受信要求手順

4.3.2 通常受信モードに設定したメールボックスの受信完了(オーバライトモード)

図 14に、オーバライトモード(メッセージロストモード選択ビット(MLM)=“0”)かつ通常受信モードに設定したときの、受信完了したメールボックスに対するメッセージの処理手順を示します。

ソフトウェアがすでに受信したメッセージを処理し終わる前にそのメールボックスが新しいメッセージを受信した場合、メールボックスはその新しいメッセージで上書きされます。そのため、ソフトウェアがメールボックスから受信したメッセージを読み出したあとで、読み出し処理中にそのメールボックスが上書きされなかったことを確認する必要があります。上書きされた場合、対応するメールボックスの受信完了フラグ(NEWDATA)がセット(“1”)されます。すでに受信完了フラグ(NEWDATA)が“1”の状態、メッセージが上書きされた場合、メッセージロストフラグ(MSGLOST)がセット(“1”)されます。

この処理は、受信メールボックス検索機能を使用する場合は未処理の受信があるメールボックスの番号を調べたあとで行ってください。受信メールボックス検索機能については、6.1.1項を参照ください。

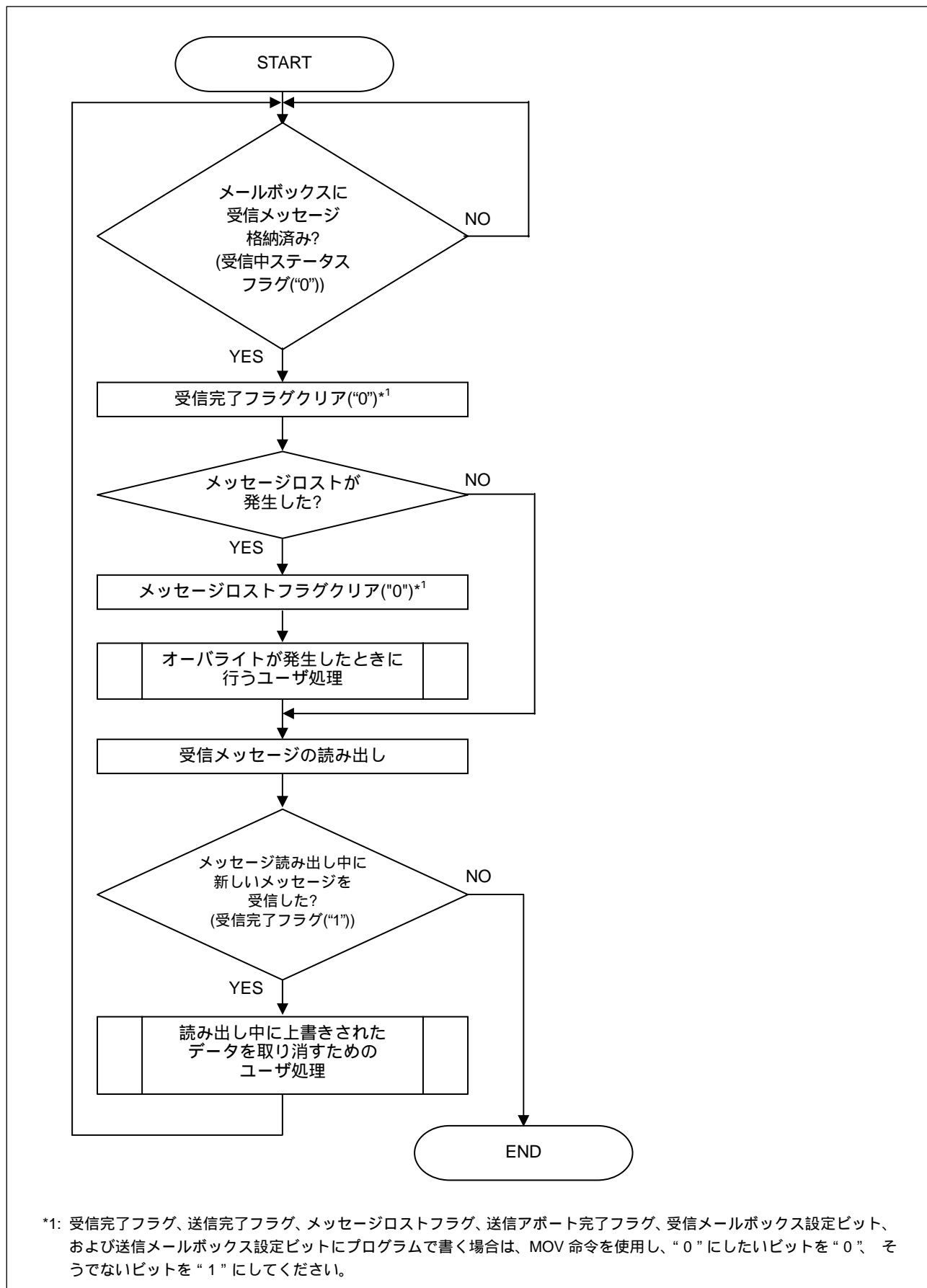


図 14. 通常受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順(オーバーライトモード)

4.3.3 通常受信モードに設定したメールボックスの受信完了(オーバーランモード)

図 15に、オーバーランモード(メッセージロストモード選択ビット(MLM)=“1”)かつ通常受信モードに設定したときの、受信完了したメールボックスに対するメッセージの処理手順を示します。

ソフトウェアがすでに受信したメッセージを処理し終わる前にそのメールボックスが新しいメッセージを受信した場合、その新しいメッセージは破棄されます(メールボックスに格納されません)。この場合、対応するメールボックスのメッセージロストフラグ(MSGLOST)がセット(“1”)され、オーバーラン割り込みが発生します(オーバーラン割り込みを許可している場合)。

この処理は、受信メールボックス検索機能を使用する場合には、未処理の受信があるメールボックスの番号を調べたあとで行ってください。受信メールボックス検索機能については、6.1.1項を参照ください。

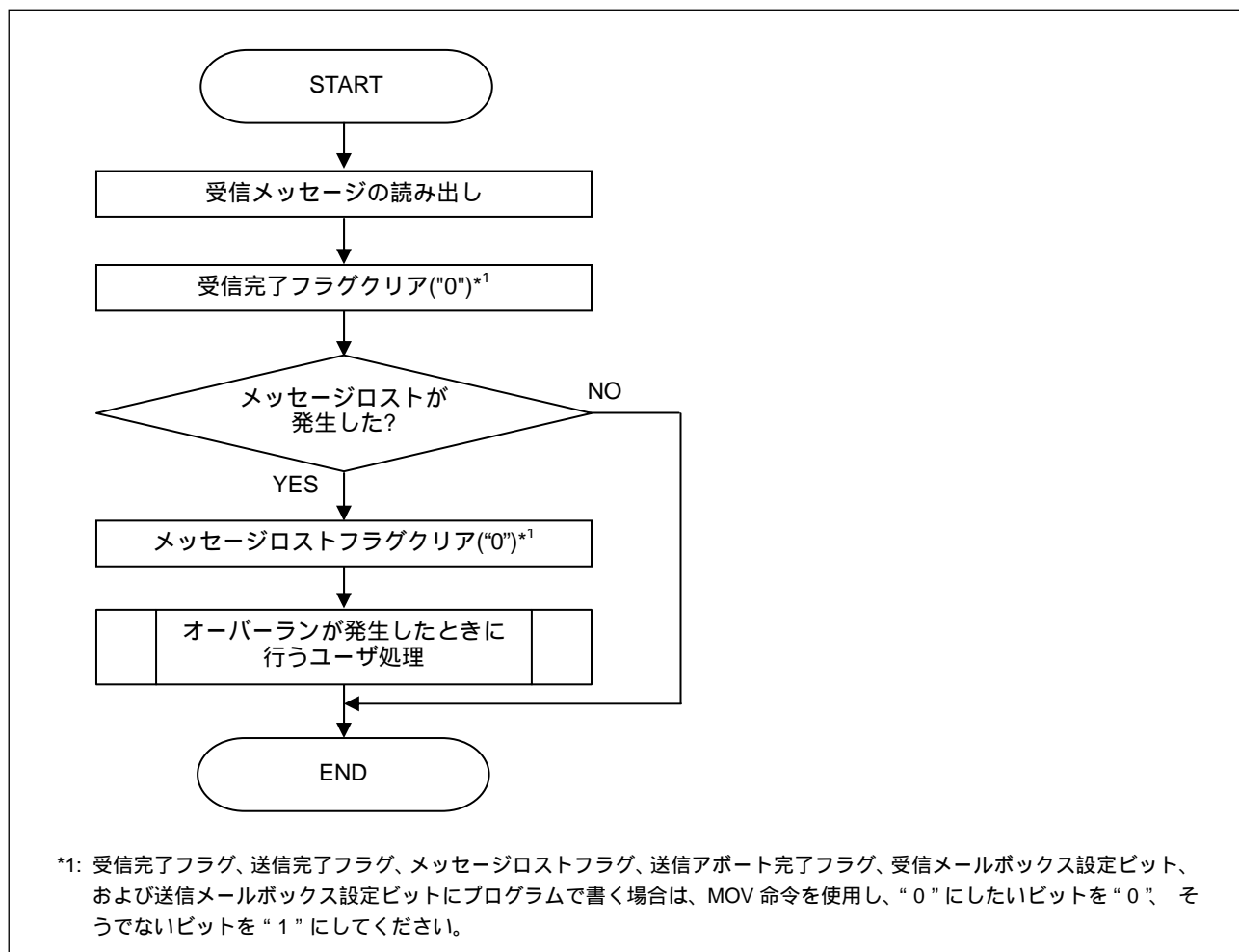


図 15 . 通常受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順(オーバーランモード)

4.3.4 ワンショット受信要求

図 16に通常受信要求の手順を示します。
この処理は、対応するメールボックスに送信/受信要求がない(CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj) = "00h" かつ アボート処理中でない)ときに行ってください。

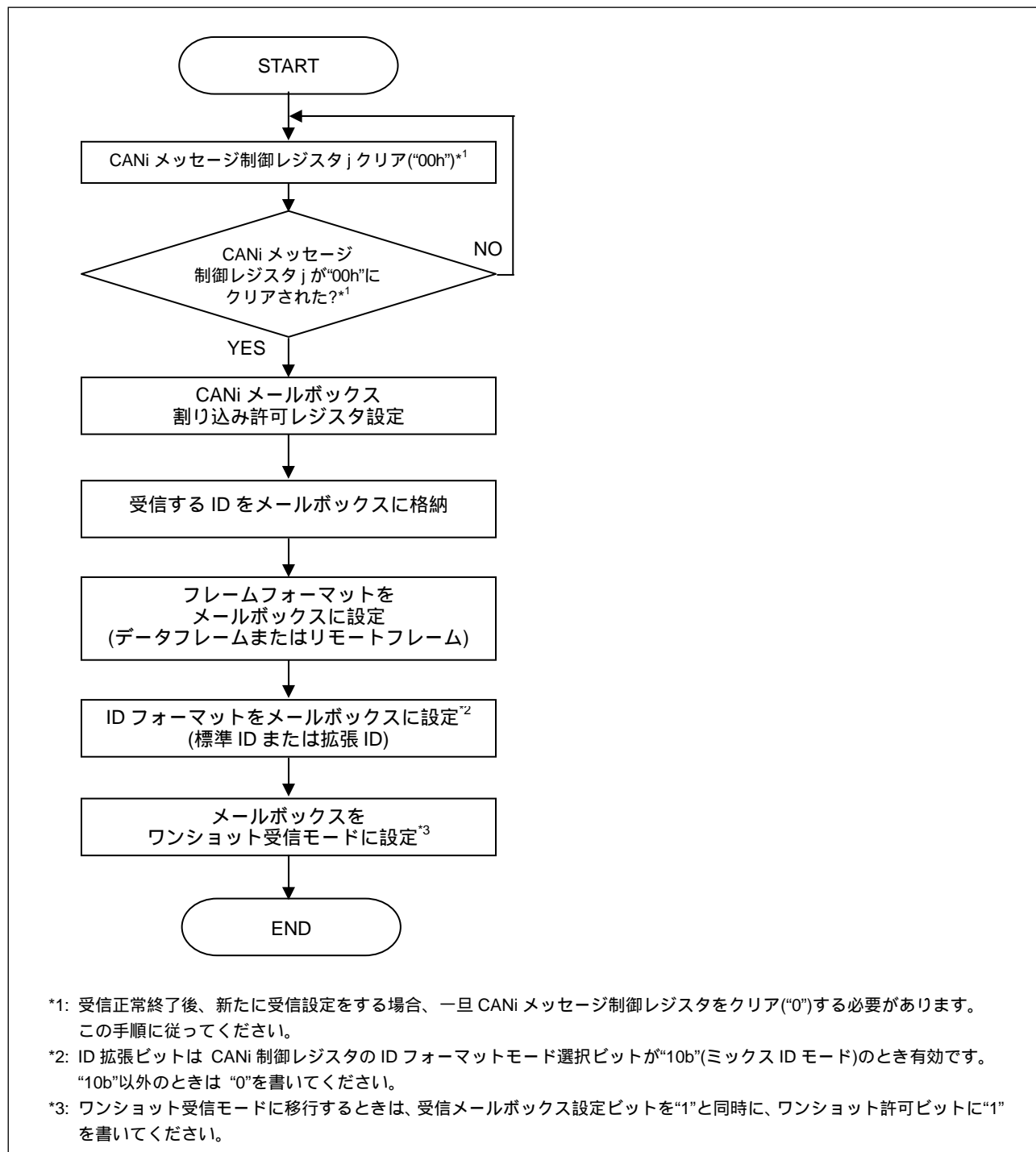


図 16 . ワンショット受信要求手順

4.3.5 ワンショット受信モードに設定したメールボックスの受信完了

図 17に、受信完了したメールボックスに対するメッセージの処理手順を示します。

ワンショット受信モードではメッセージロストモード選択ビット(MLM)の設定は関係なく、受信完了フラグ(NEWDATA)をクリア("0")するまで、メッセージを受信したメールボックスが再び受信することがないため、メッセージの上書きは発生しません。

受信メールボックス検索機能を使用する場合は、この処理を未処理の受信があるメールボックスの番号を調べたあとで行ってください。受信メールボックス検索機能については、6.1.1項を参照ください。

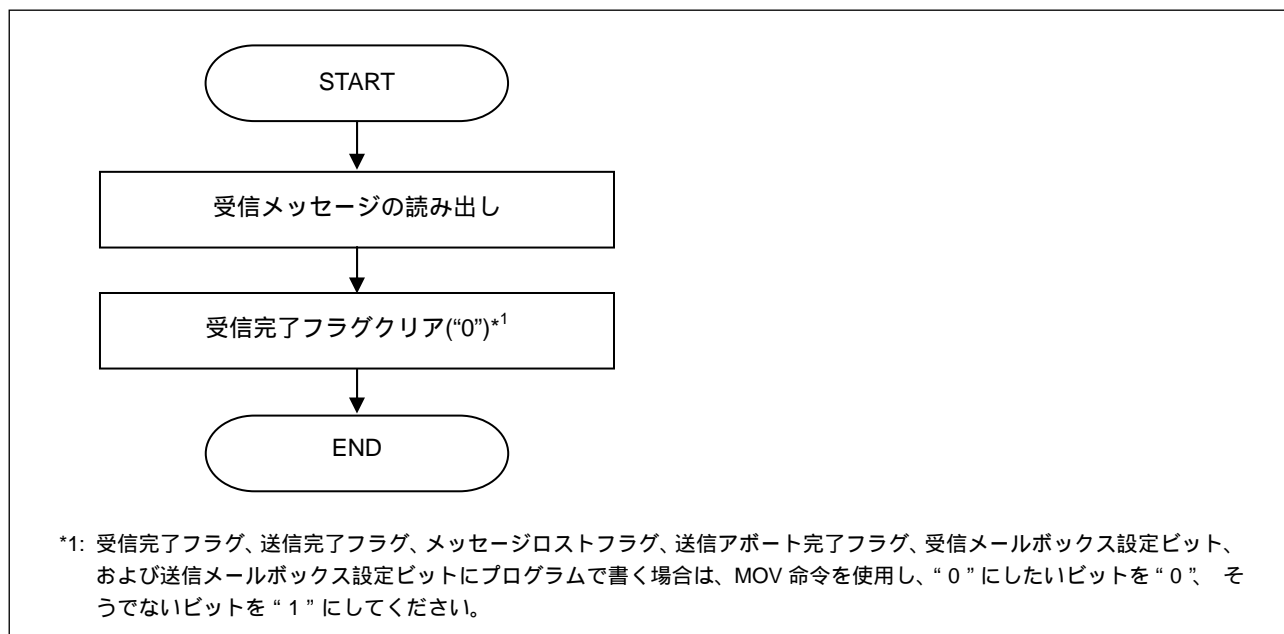


図 17. ワンショット受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順

4.3.6 受信アボート

受信アボートは、CANi メッセージ制御レジスタ j(CiMCTLj)の受信メールボックス設定ビット (RECREQ)、受信完了フラグ(NEWDATA)、メッセージロストフラグ(MSGLOST)を同時にクリア("0")することで実行します(ワンショット受信を許可している場合は、ワンショット許可ビット(ONESHOT)のクリア("0")をアボートが完了してから行ってください)。

図 18に受信アボート手順を示します。

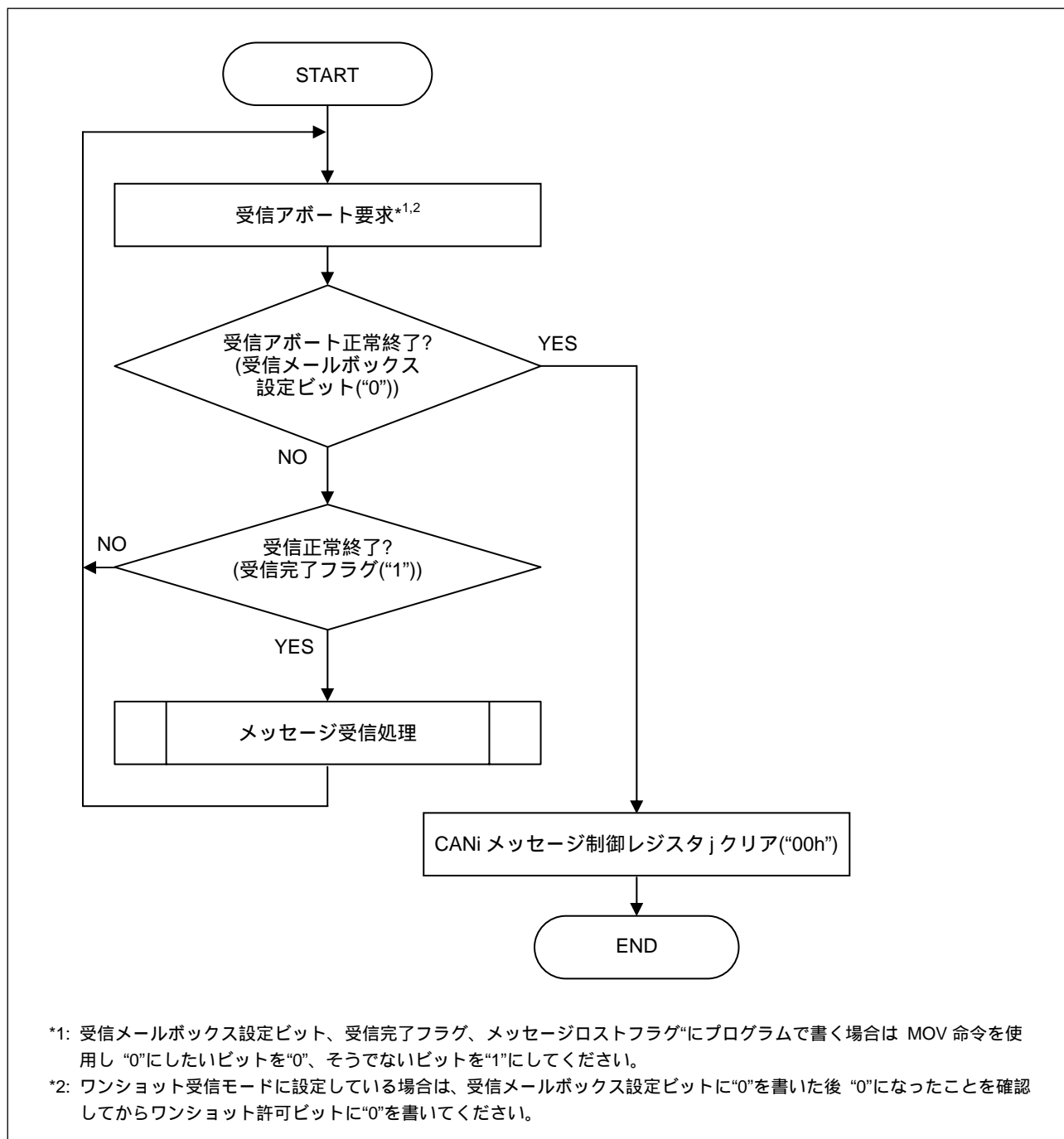


図 18 . 受信アボート手順

5. メールボックスモード

CAN コンフィグレーション中に、CANi 制御レジスタ(CiCTLR)の CAN メールボックスモード選択ビット(MBM)で以下の 2 つのメールボックスモードを選択することができます。

- 通常メールボックスモード
- FIFO メールボックスモード

(1) 通常メールボックスモード

全てのメールボックスが通常の送信または受信メールボックスに設定されます。

(2) FIFO メールボックスモード

メールボックス[0]～[23]は通常の送信または受信メールボックスに設定され、メールボックス[24]～[27]は送信 FIFO に設定され、メールボックス[28]～[31]は受信 FIFO に設定されます。

5.1 通常メールボックスモード

全てのメールボックスが通常の送信または受信メールボックスに設定されます。

図 19に通常メールボックスモードのメールボックス構造を示します。

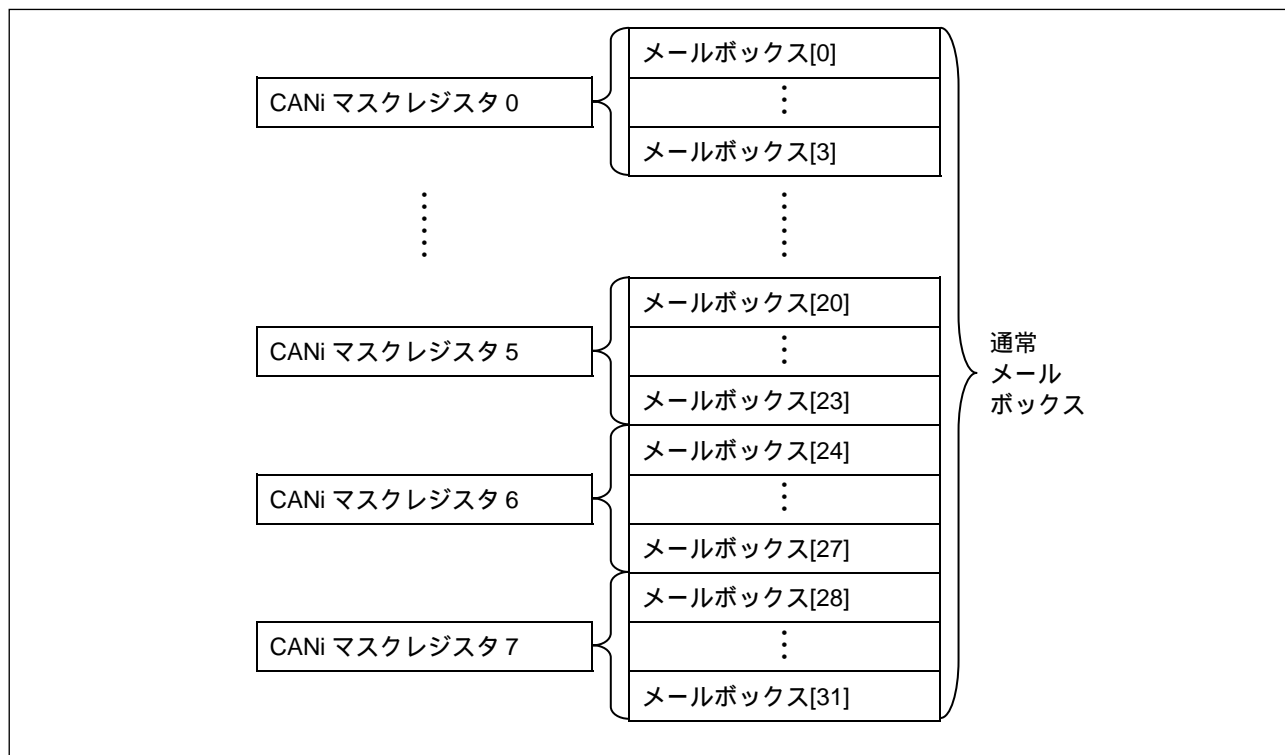


図 19 . 通常メールボックスモードのメールボックス構造

5.2 FIFO メールボックスモード

図 20に FIFO メールボックスモードのメールボックス構造を示します。

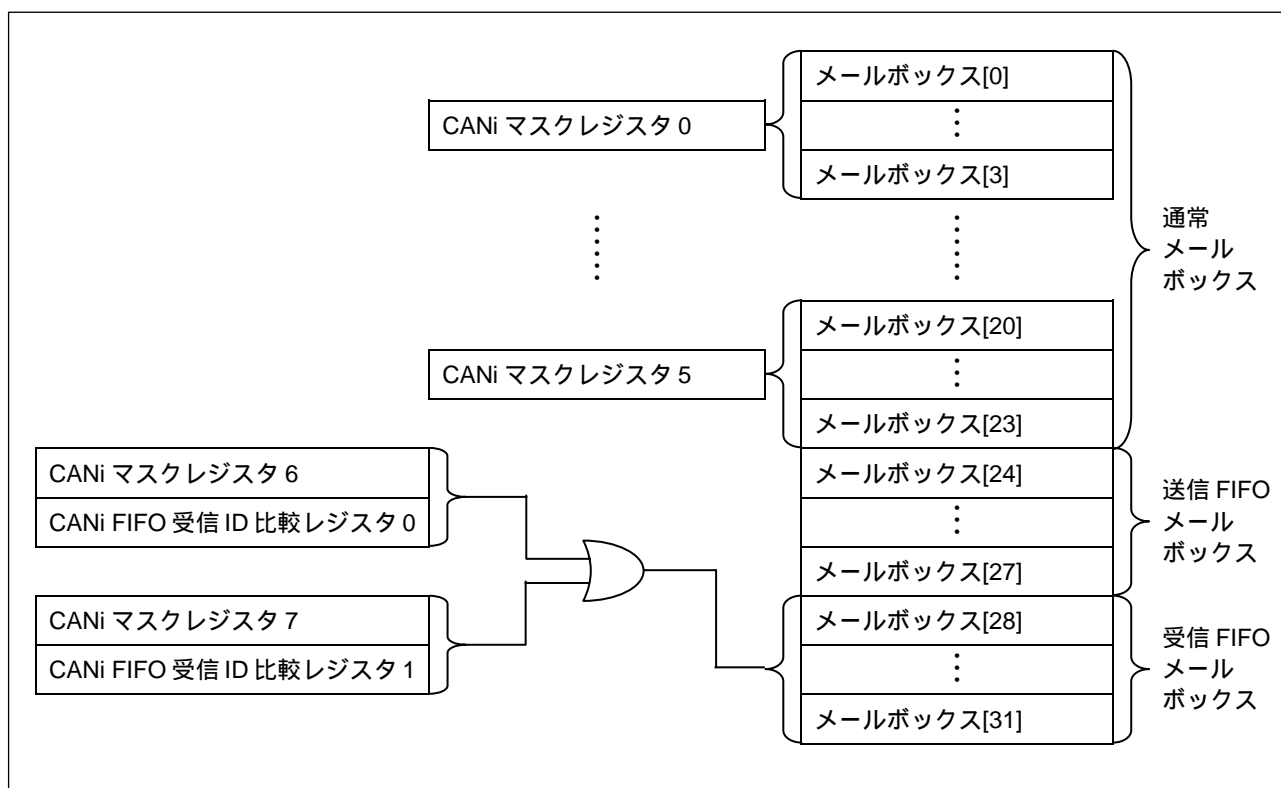


図 20 . FIFO メールボックスモードのメールボックス構造

メールボックス[24]～[27]は送信 FIFO に設定され、メールボックス[28]～[31]は受信 FIFO に設定されます。FIFO メールボックスでは、送信 FIFO に対してはメールボックス[24]、受信 FIFO に対してはメールボックス[28]をアクセスしてください。送信/受信 FIFO ポインタの更新は、CANi 送信/受信 FIFO ポインタ制御レジスタ(CiTFPCR および CiRFPCR)に“FFh”を書くことで行えます。メールボックス[0]～[23]は通常の送信または受信メールボックスに設定されます。

CANi メールボックス割り込み許可レジスタ(CiMIER)の対応するビットを設定することで以下の選択が行えます。

- 送信 FIFO と受信 FIFO の割り込み禁止/許可
- 送信 FIFO と受信 FIFO の割り込み発生要因

各ビットの割り当ては下記になります。

- b24: 送信 FIFO 割り込み許可ビット(0:禁止/1:許可)
- b25: 送信 FIFO 割り込み発生タイミング制御ビット
(0:毎回の送信完了後発生/1:送信完了によって送信 FIFO が空になったとき発生)
- b28: 受信 FIFO 割り込み許可ビット(0:禁止/1:許可)
- b29: 受信 FIFO 割り込み発生タイミング制御ビット
(0:毎回の受信完了後発生/1:受信完了によって受信 FIFO がバッファワーニングになったとき発生*)

*1: 受信 FIFO がフルからバッファワーニングとなった場合、割り込み要求は発生しません。

FIFO メールボックスモードでは、メールボックス[24]～[31]の対応する CANi メッセージ制御レジスタ j (CiMCTLj)は使用せず、代わりに CANi 送信 FIFO 制御レジスタ(CiTFCR)と CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)を使用してください。

CANi 送信 FIFO 制御レジスタ(CiTFCR)の送信 FIFO 許可ビット(TFE)を“1”にすると、メールボックス[24]～[27]は送信 FIFO として機能します。送信 FIFO 許可ビット(TFE)を“0”にすると、メールボックス[24]～[27]は送信 FIFO として機能しません(送信 FIFO は停止状態になります)。

送信 FIFO から送信が行われている間に、送信 FIFO 許可ビット(TFE)をクリア(“0”)した場合、送信完了、エラー発生、アービトレーション負け、または CAN Halt モードへの遷移に続いて送信 FIFO が空になり、送信 FIFO からの未送信メッセージは失われます。

送信 FIFO メールボックスは 4 段あります。送信 FIFO 内にメッセージが 1 つもないとき、CANi 送信 FIFO 制御レジスタ(CiTFCR)の送信 FIFO 空ステータスビット(TFEST)がセット(“1”)されます。送信 FIFO 内の 4 つのメールボックス全てにメッセージがある(すなわち、4 つの未送信メッセージがある)場合、CANi 送信 FIFO 制御レジスタ(CiTFCR)の送信 FIFO フルスステータスビット(TFFST)がセット(“1”)されます。

CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)の受信 FIFO 許可ビット(RFE)を“1”にすると、メールボックス[28]～[31]は受信 FIFO として機能します。受信 FIFO 許可ビット(RFE)を“0”にすると、メールボックス[28]～[31]は受信 FIFO として機能しません(受信 FIFO は停止状態になります)。

受信 FIFO メールボックスは 4 段あります。受信 FIFO 内にメッセージが 1 つもないとき、CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)の受信 FIFO 空ステータスビット(RFEST)がセット(“1”)されます。受信 FIFO 内の 4 つのメールボックスのうち 3 つにメッセージが受信された場合、CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)の受信 FIFO バッファワーニングステータスフラグ(RFWST)がセット(“1”)されます。受信 FIFO 内の 4 つのメールボックス全てにメッセージが受信された場合、CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)の受信 FIFO フルスステータスフラグ(RFFST)がセット(“1”)されます。さらに、受信 FIFO がフルのときに新しいメッセージを受信すると、CANi 受信 FIFO 制御レジスタ(CiRFCR)の受信 FIFO メッセージロストフラグ(RFMLF)がセット(“1”)されます。このとき、CANi 制御レジスタ(CiRFCR)のメッセージロストモード選択ビット(MLM)がオーバーランモードに設定されていると、新しいメッセージは破棄されます(メールボックスに格納されません)。オーバーライトモードに設定されていると、受信 FIFO で受信した最初のメッセージが新しいメッセージで上書きされます(このとき、受信 FIFO ポインタは自動的にインクリメントされません)。

FIFO メールボックスモードでは、2 つのマスクレジスタ CiMKR6 と CiMKR7 と 2 つの FIFO 受信 ID 比較レジスタ CiFIDCR0 と CiFIDCR1 を使用します。2 つのうちどちらかのマスクレジスタと FIFO 受信 ID 比較レジスタを組み合わせた結果に一致した ID のメッセージが受信 FIFO に格納されます。

5.2.1 FIFO メールボックスモードの設定

FIFO メールボックスモードの設定は、CAN コンフィグレーションと CAN オペレーションモードで行います。

図 21 に CAN コンフィグレーション(ハードウェアリセット後、CAN リセットモード後)で実行する手順を、図 22 に CAN オペレーションモードで実行する手順を示します。

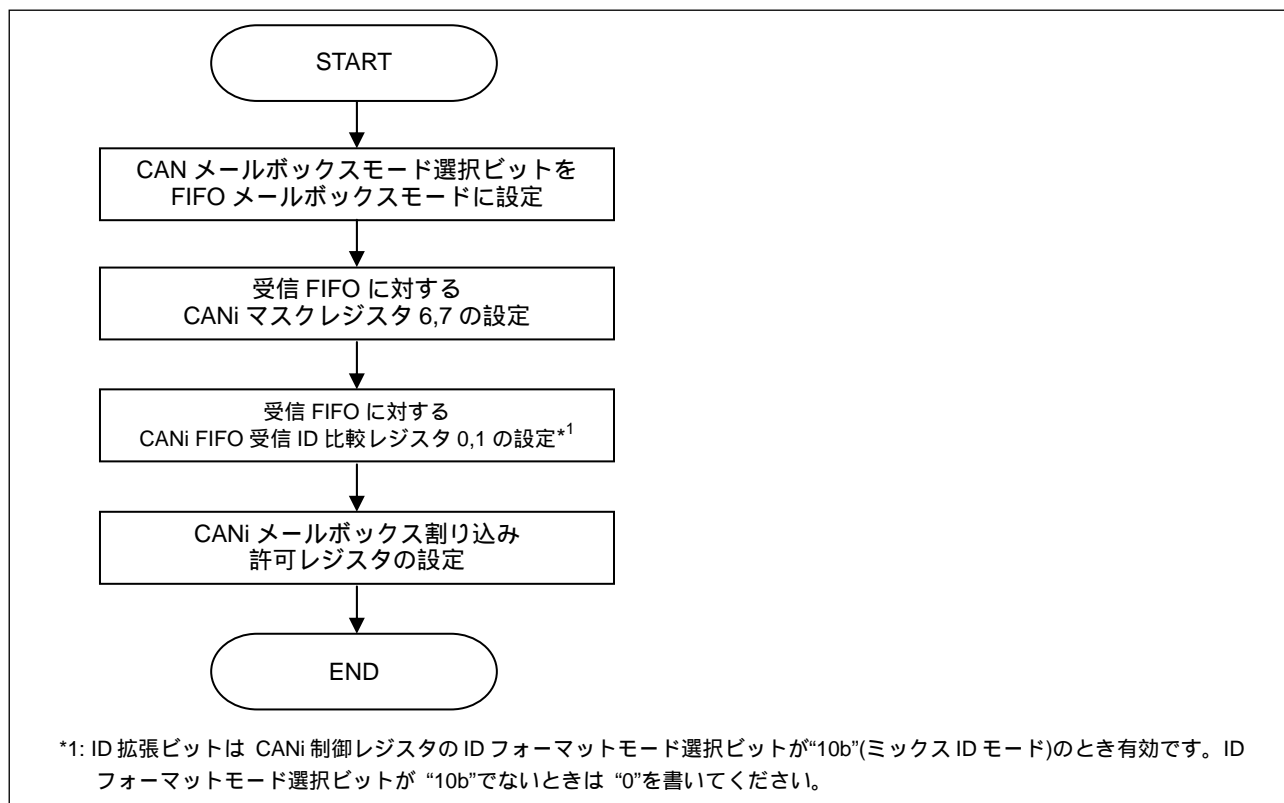


図 21 . CAN コンフィグレーションの FIFO メールボックスモード設定手順

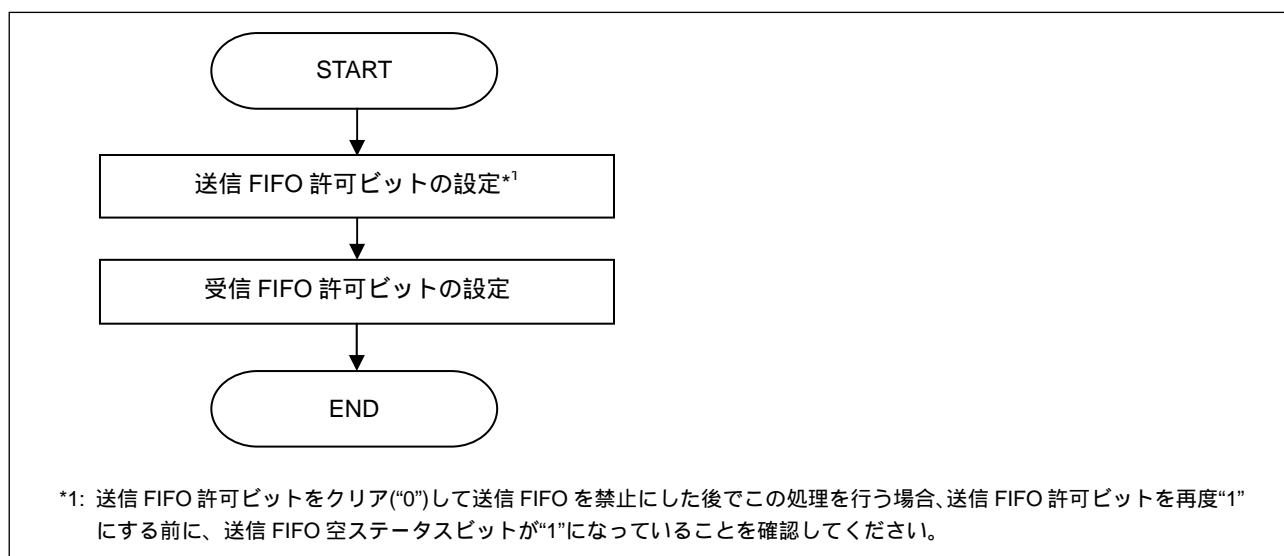


図 22 . CAN オペレーションモードの FIFO メールボックスモード設定手順

5.2.2 FIFO 送信

図 23に FIFO からメッセージを送信するための処理手順を示します。

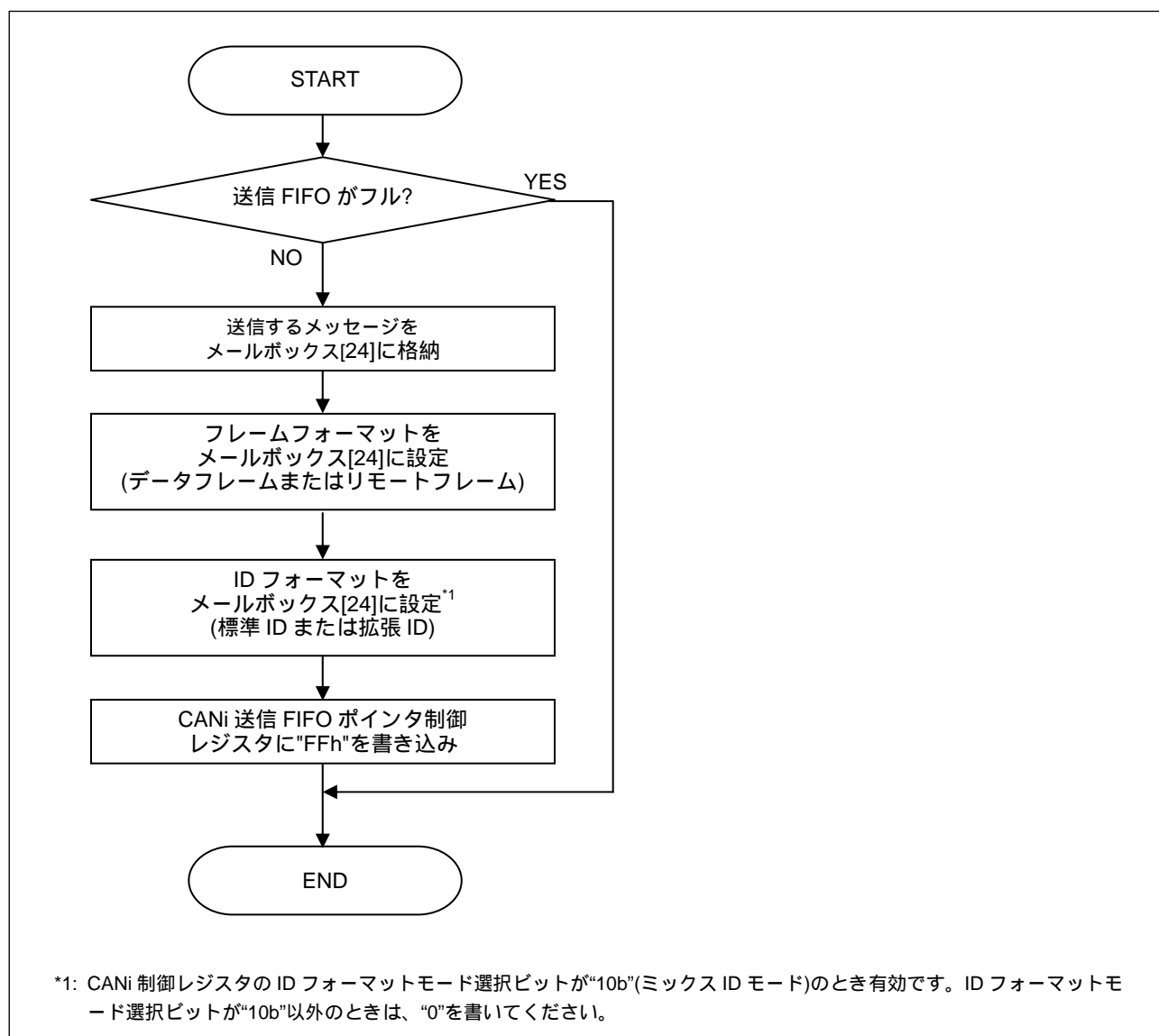


図 23 . FIFO メールボックスモードでの送信処理手順

FIFO からの送信をアボートする手順は、4.2.5項で記述した通常メールボックスからの送信をアボートする手順と同様です。この場合、送信をアボートするには送信メールボックス設定ビット(TRMREQ)の代わりに送信 FIFO 許可ビット(TFE)をクリア(“0”)する必要があります。また、送信アボート完了フラグ(TRMABT)の代わりに送信 FIFO 空ステータスビット(TFEST)がセット(“1”)されます。

5.2.3 FIFO 受信(オーバーライトモード)

図 24にオーバーライトモードを使用しているときのFIFOで受信したメッセージの処理手順を示します。オーバーライトモードでは、受信メッセージの読み出し時に新しい受信メッセージが上書きされることを考慮する必要があります。メッセージを読み出している間に上書きが発生すると、そのメッセージは正常なメッセージとして使用することができません。

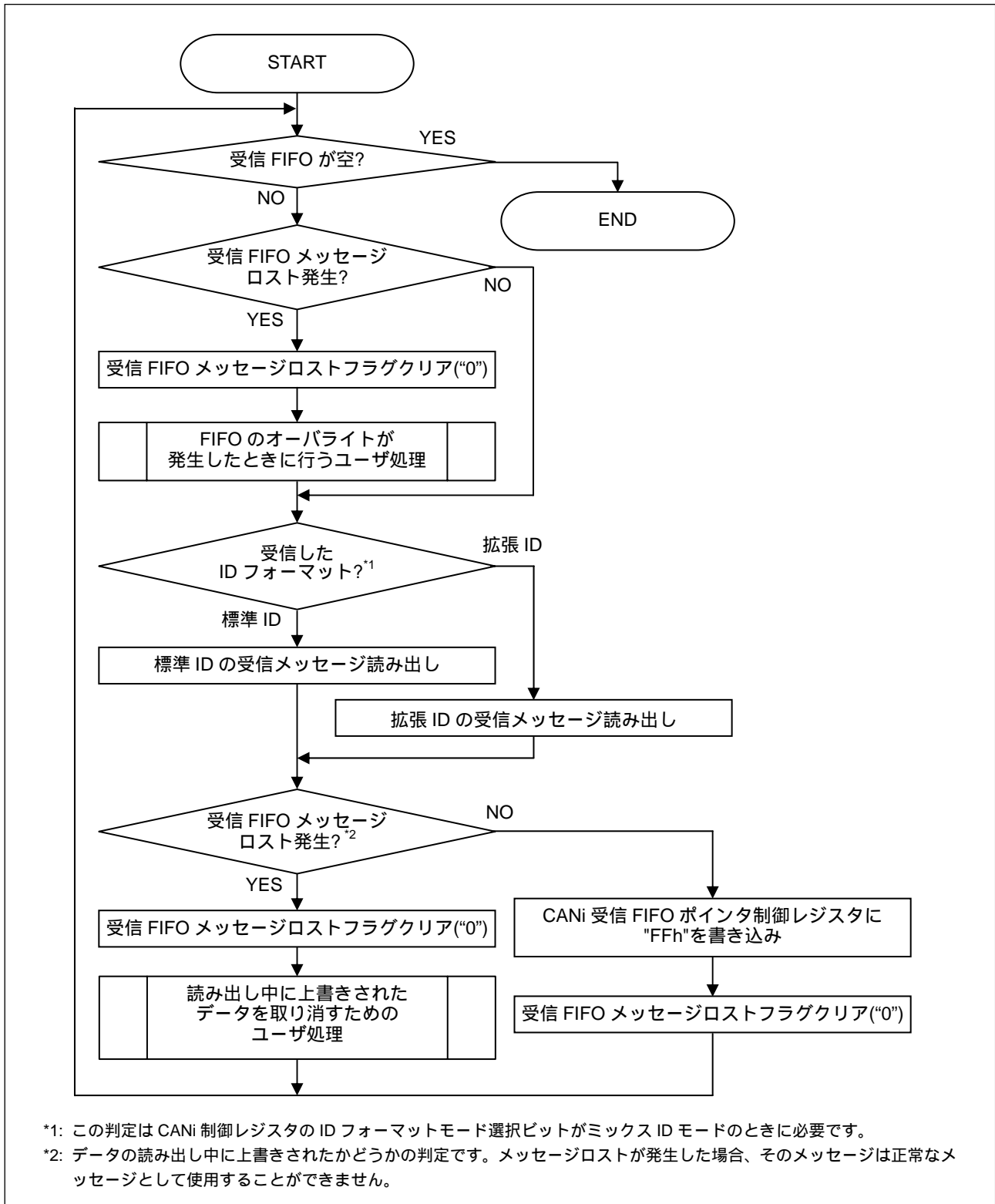


図 24 . FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバーライトモード)

5.2.4 FIFO 受信(オーバランモード)

図 25にオーバランモードを使用しているときのFIFOで受信したメッセージの処理手順を示します。オーバランモードでは、受信メッセージの読み出し時に新しい受信メッセージが上書きされることを考慮する必要はありません。オーバランが発生したとしても、読み出した値は上書きされていないメッセージです。

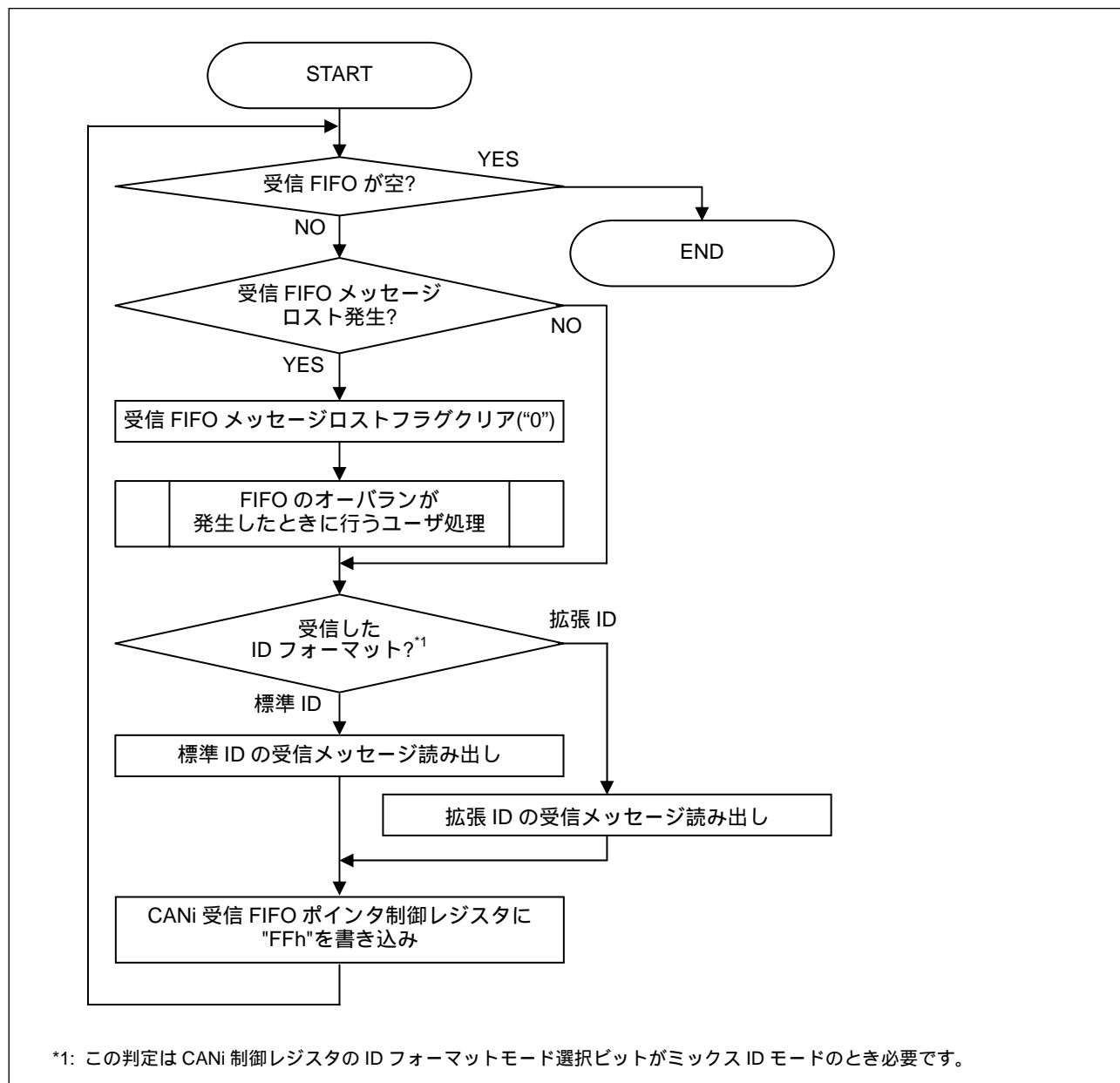


図 25 . FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバランモード)

6. メールボックス検索機能

通常、2つ以上の送信/受信メールボックスが設定されていると、送信/受信が完了するごとにそのメールボックス番号を検索する必要があります。メールボックスの数が増えるにつれて、ソフトウェアの負荷が増えることになります。

メールボックス検索機能を使用すると、ソフトウェアの負荷を軽減できます。

メールボックス検索モードを使用すると、受信/送信完了したメッセージのあるメールボックス番号を容易に検索できます。

メールボックス検索には、以下の4つの検索モードがあります。

- 受信メールボックス検索モード
- 送信メールボックス検索モード
- メッセージロスト検索モード
- チャネル検索モード

これらのモードは通常メールボックスモード、FIFO メールボックスモードのどちらでも使用することができます。

ポーリング処理の場合は、メールボックス検索機能を使用する前に CANi ステータスレジスタ(CiSTR)の確認を推奨します。

図 26に CANi ステータスレジスタ確認例(ポーリング時)例を示します。

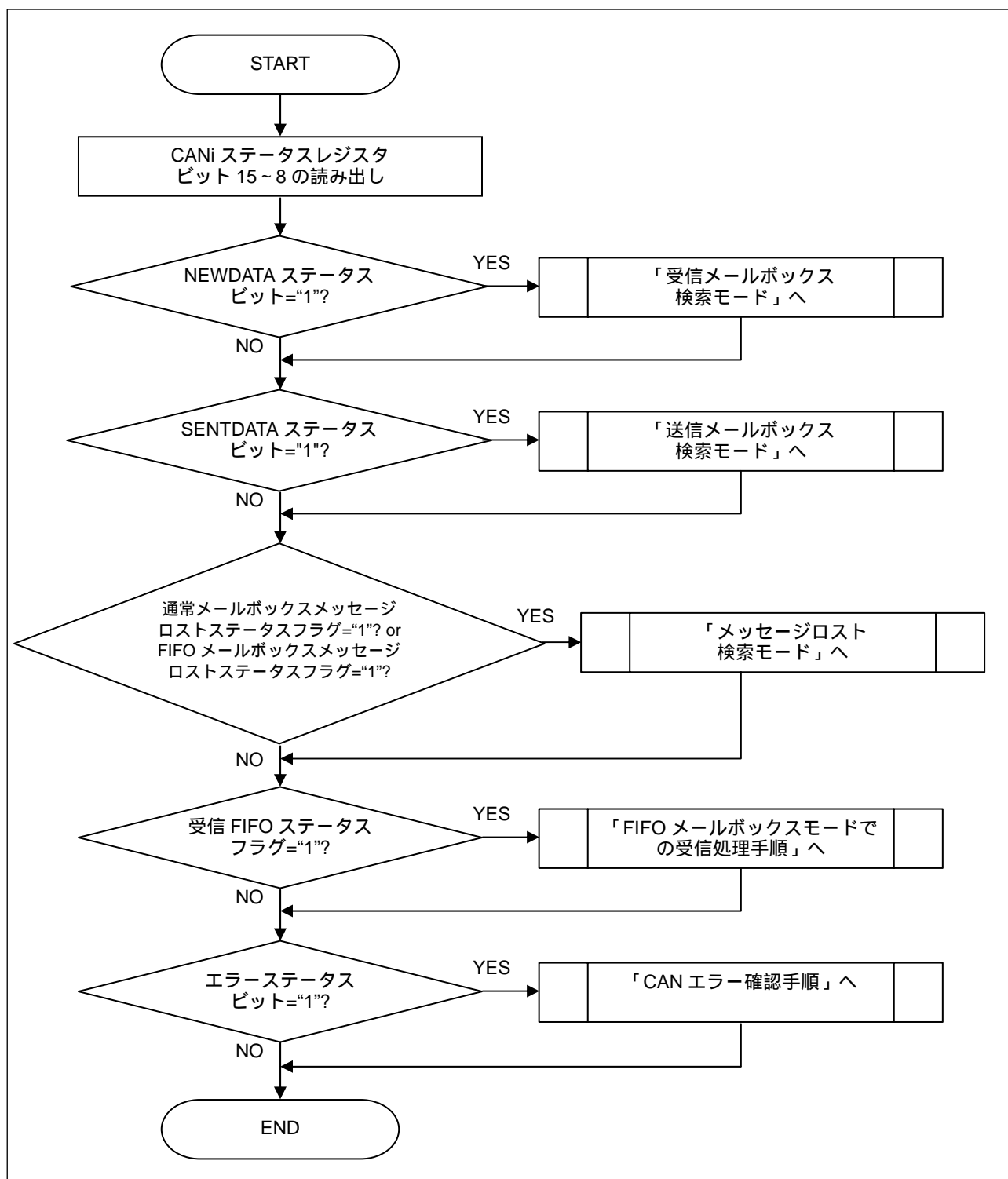


図 26 . CANi ステータスレジスタ確認例(ポーリング時)

6.1 メールボックス検索機能の使用方法

表 4にメールボックス検索モードビット(MBSM)の設定値を示します。

表 4. メールボックス検索モードビットの設定値

CAN メールボックスサーチモードレジスタ (CiMSMR)		検索モード
b1	b0	
0	0	受信メールボックス検索モード (受信完了フラグの検索)
0	1	送信メールボックス検索モード (送信完了フラグの検索)
1	0	メッセージロスト検索モード (メッセージロストフラグの検索)
1	1	チャンネル検索モード

* i は CAN のチャンネル

6.1.1 受信メールボックス検索モード

このモードでは、受信完了した最小のメールボックス番号を検索できます。

このモードを使用するには、メールボックス検索モードビット(MBSM)を“00b”に設定してください。受信完了したメールボックスの番号を CANi メールボックスサーチステータスレジスタ(CiMSSR)から読み出すことができます。受信完了したメールボックスが2つ以上ある(すなわち、2つ以上のメールボックスに対して受信完了フラグ(NEWDATA)がセット(“1”)されている)ときは、最小のメールボックス番号を読み出せません。

受信完了フラグ(NEWDATA)は受信完了処理に従ってソフトウェアによりクリア(“0”)されます。その後、他に受信完了したメールボックスがある場合は、再度メールボックス検索機能を使用することで次のメールボックス番号を読み出すことができます。他に受信完了したメールボックスがない場合は、検索結果ステータスビット(SEST)がセット(“1”)されます。

FIFO メールボックスモードでは、受信 FIFO 空ステータスフラグ(RFEST)が“0”(受信 FIFO メールボックスにメッセージあり)のとき、受信 FIFO メールボックスに対してはメールボックス番号 28 を読み出せません。

図 27 に受信メールボックス検索の使用手順を示します。

受信完了処理については、4.3.2、4.3.3、4.3.5、5.2.3または5.2.4項を参照ください。

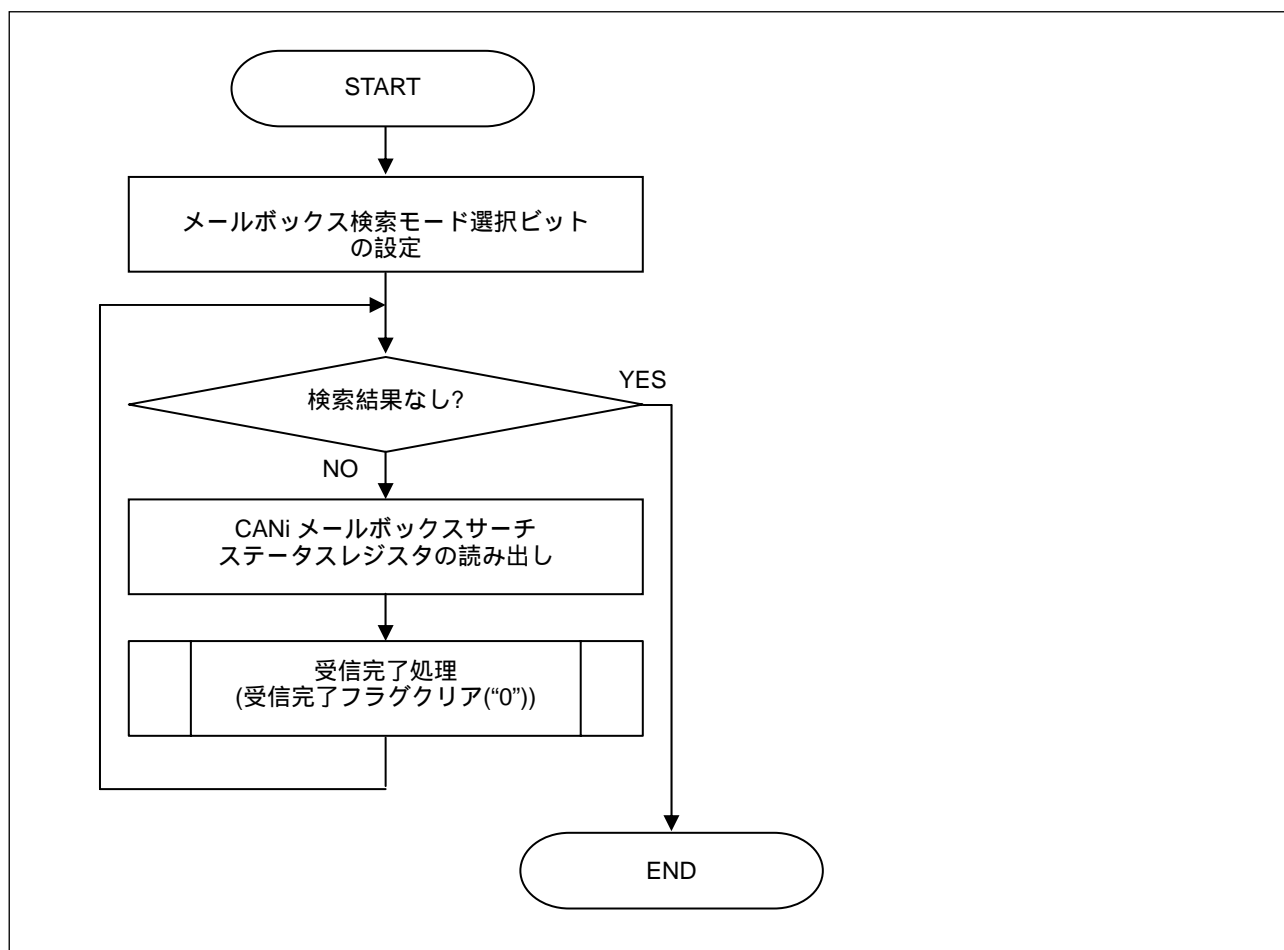


図 27 . 受信メールボックス検索手順

6.1.2 送信メールボックス検索モード

このモードでは、送信が正常完了したメールボックス番号を検索できます。

このモードを使用するには、メールボックス検索モードビット(MBSM)を“01b”に設定してください。検索結果を CANi メールボックスサーチステータスレジスタ(CiMSSR)から読み出すことができます。メッセージを正常に送信完了したメールボックスが2つ以上ある(すなわち、2つ以上のメールボックスに対して送信完了フラグ(SENTDATA)がセット(“1”)されている)ときは、最小のメールボックス番号を読み出せます。

送信完了フラグ(SENTDATA)は送信完了処理に従ってソフトウェアによりクリア(“0”)されます。その後、他に正常に送信完了したメールボックスがある場合は、再度メールボックス検索機能を使用することで次のメールボックス番号を読み出すことができます。他に送信完了したメールボックスがない場合は、検索結果ステータスビット(SEST)がセット(“1”)されます。

FIFO メールボックスモードでは、送信 FIFO メールボックスはメールボックス検索の対象に含まれません。

図 28に送信メールボックス検索の使用手順を示します。

通常メールボックスモードで引き続き通常送信要求を行うときは、4.2.1項を参照ください。

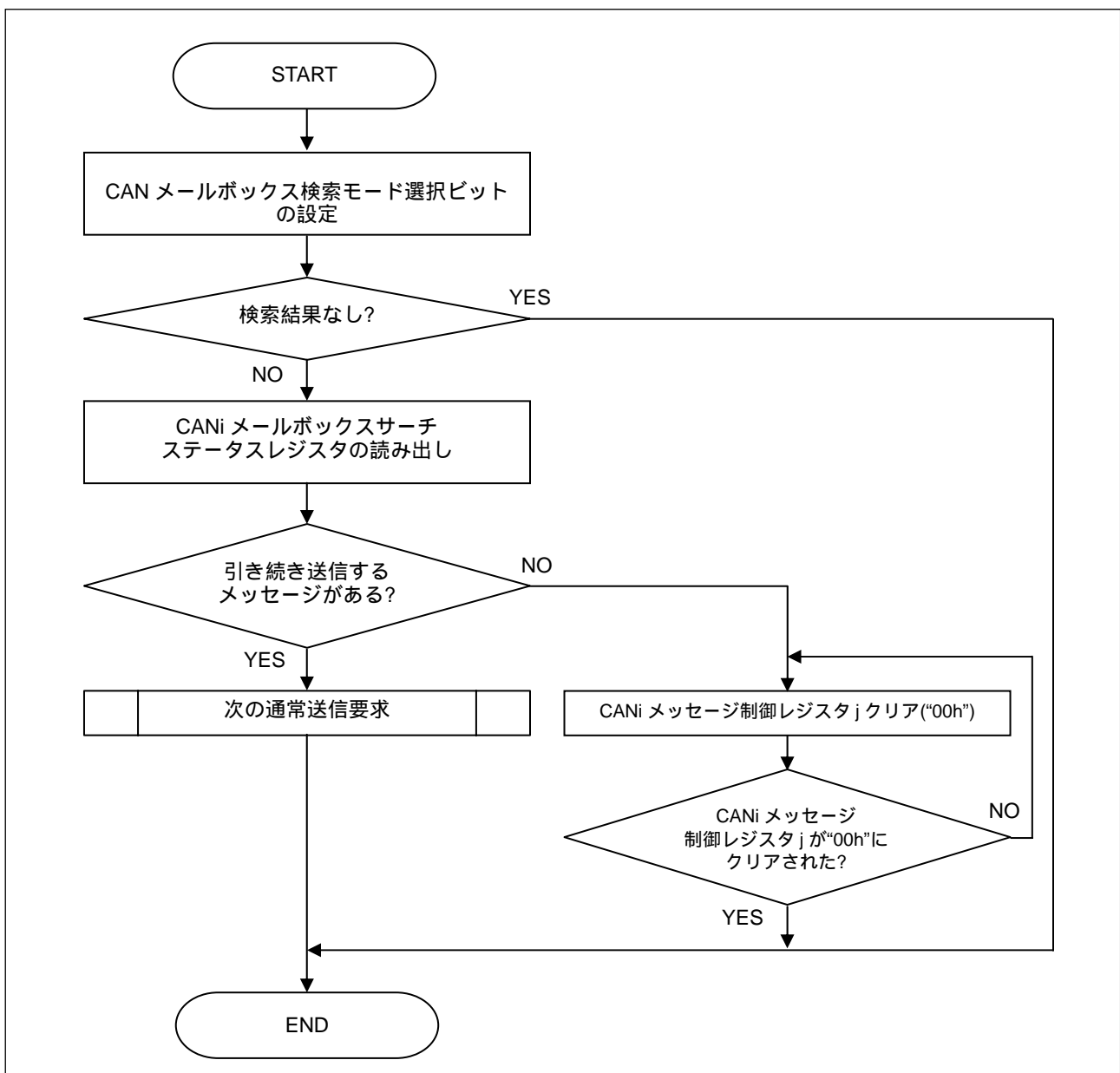


図 28 . 送信メールボックス検索手順

6.1.3 メッセージロスト検索モード

このモードでは、メッセージロストが発生したメールボックス番号を検索できます。

このモードを使用するには、メールボックス検索モードビット(MBSM)を“10b”に設定してください。検索結果を CANi メールボックスサーチステータスレジスタ(CiMSSR)から読み出すことができます。メッセージロストが発生したメールボックスが2つ以上ある(すなわち、2つ以上のメールボックスに対してメッセージロストフラグ(MSGLOST)または受信 FIFO メッセージロストフラグ(RFMLF)がセット(“1”)されている)ときは、最小のメールボックス番号を読み出せます。

メッセージロストフラグ(MSGLOST)はメッセージロストの処理に従ってソフトウェアによりクリア(“0”)されます。その後、他にメッセージロストが発生したメールボックスがある場合は、再度メールボックス検索機能を使用することで次のメールボックス番号を読み出すことができます。他にメッセージロストが発生したメールボックスがない場合は、検索結果ステータスビット(SEST)がセット(“1”)されます。

FIFO メールボックスモードでは、受信 FIFO メッセージロストフラグ(RFMLF)が“1”(受信 FIFO メールボックスでメッセージロスト発生)のとき、メールボックス番号 28 を読み出せます。

図 29にメッセージロスト検索の使用手順を示します。

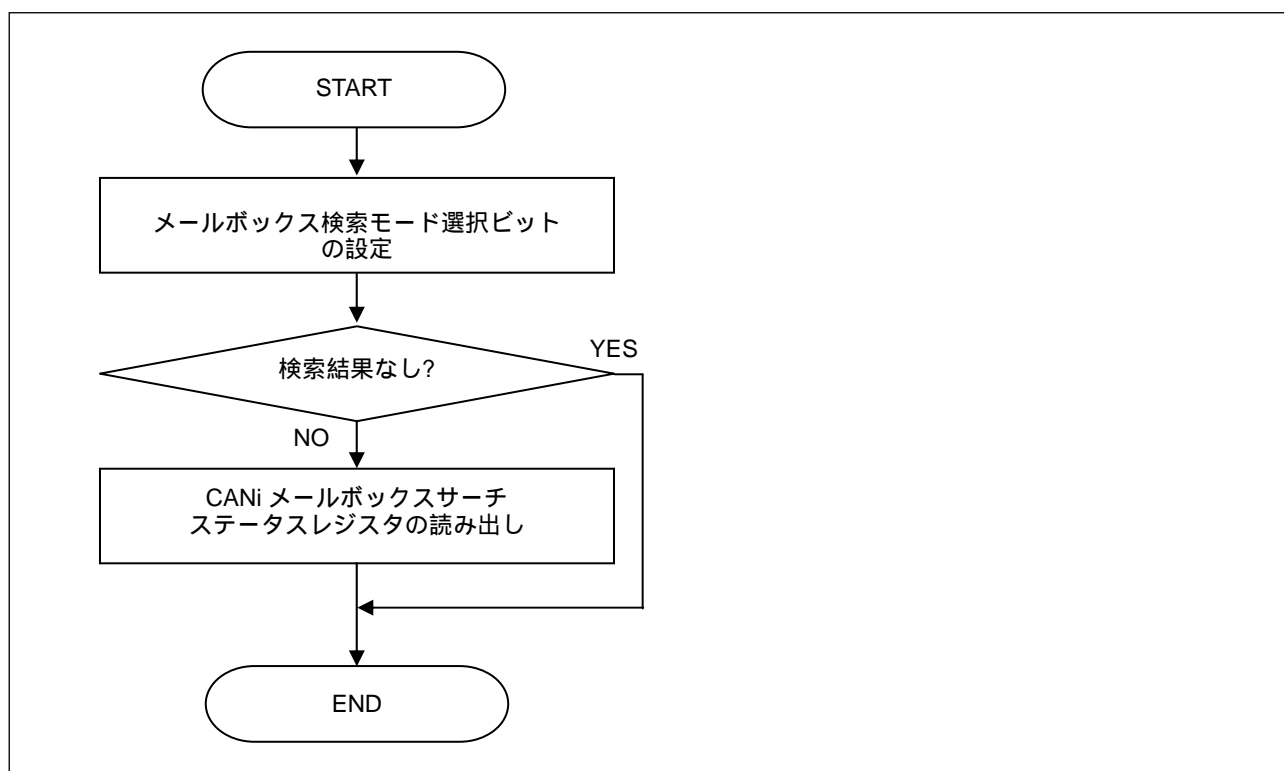


図 29 . メッセージロスト検索手順

6.1.4 チャンネル検索モード

チャンネル検索モードを使用する目的と手順は、他の3つの検索モードとは異なります。このモードでは、メールアドレス番号は検索されません。

このモードを使用するには、メールアドレス検索モードビット(MBSM)を“1b”に設定してください。

チャンネル検索の値(テーブル値)を CANi チャンネルサーチサポートレジスタ(CiCSSR)に設定します。エンコードされた値を CANi メールボックスサーチステータスレジスタ(CiMSSR)から読み出すことができます。2つ以上のチャンネル(“1”となるビット)があるときは、最小のチャンネル番号(ビット番号)から順番に読み出せます。

CANi メールボックスサーチステータスレジスタ(CiMSSR)が読み出されると、検索結果が自動的に更新されます。チャンネル(“1”となるビット)が他にある場合は、そのチャンネル番号(ビット番号)を読み出すことができます。他にチャンネル(“1”となるビット)がない場合は、検索結果ステータスビット(SEST)がセット(“1”)されます。

図 30と図 31にチャンネル検索の使用手順を示します。

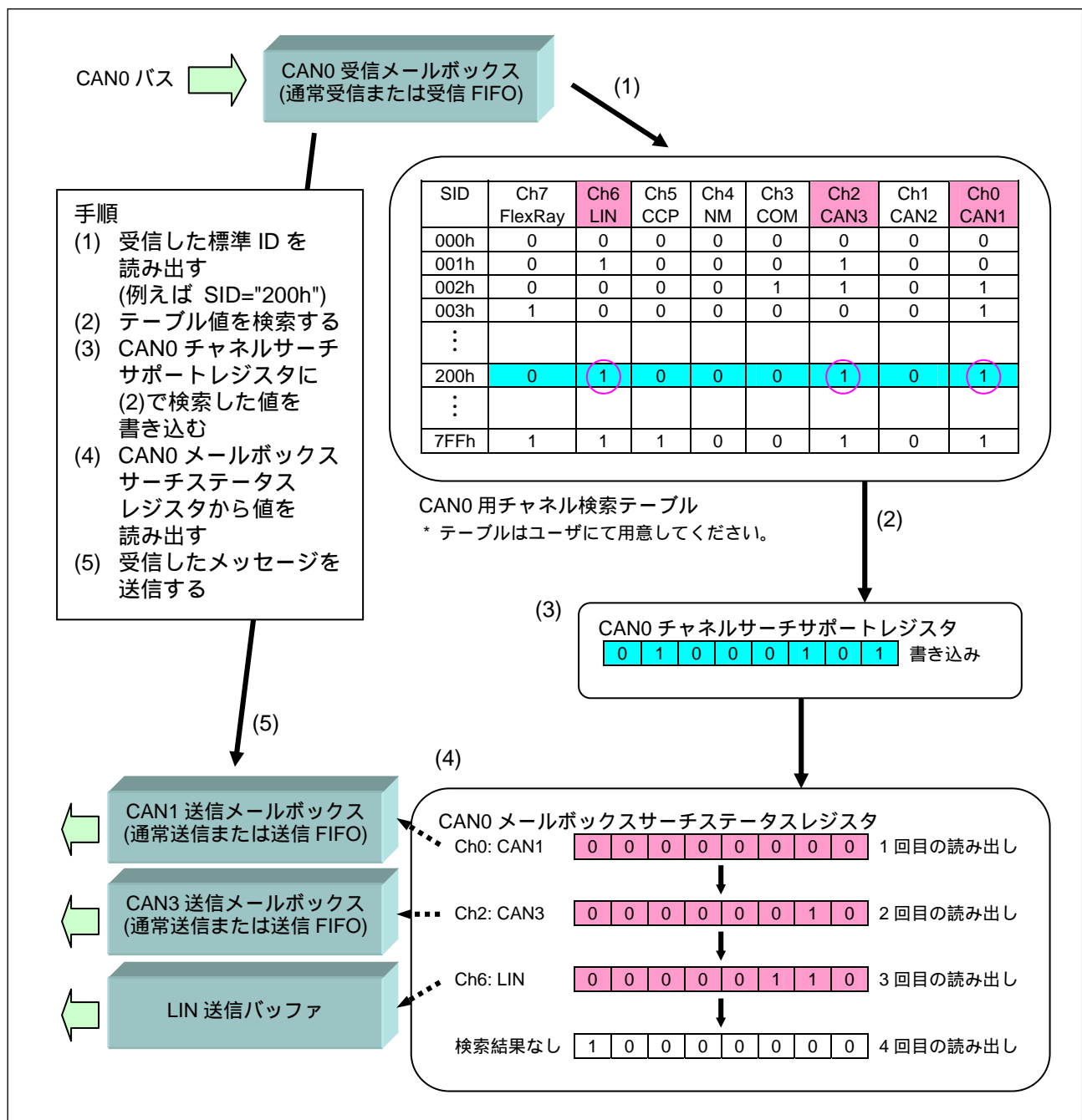


図 30 . チャンネル検索モードの概略(CAN0 の場合)。

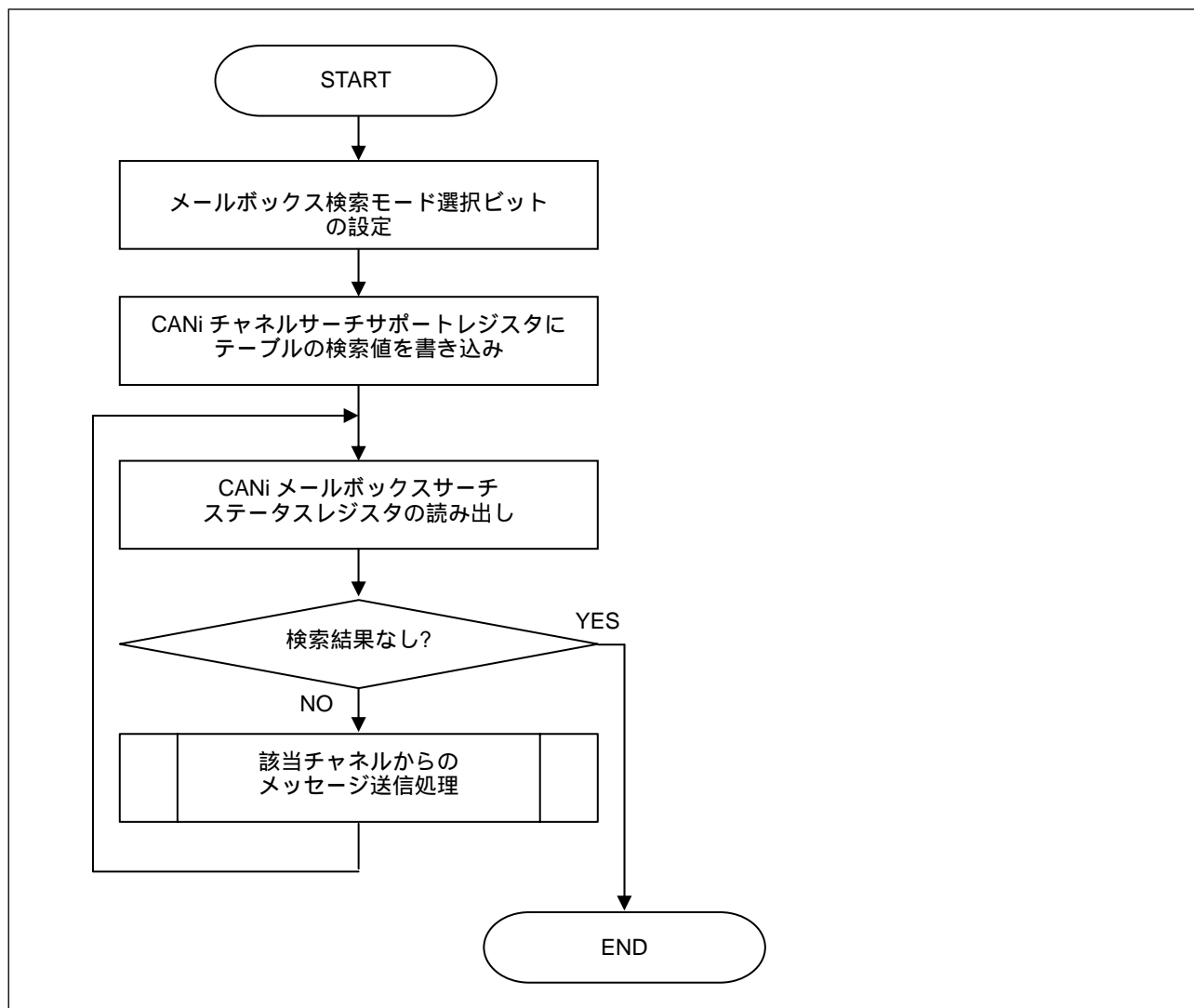


図 31 . チャンネル検索手順

7. CAN エラー

メールボックスが送信中または受信中に通信フレームの異常があり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 96 以上になったとき、エラーワーニング検出フラグ(EWIF)がセット("1")されます。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 以上になったとき、CAN ステータスはエラーアクティブ状態からエラーパッシブ状態になり、エラーパッシブ検出ビット(EPIF)がセット("1")されます。送信エラーカウンタ値が 256 以上になったとき、バスオフ状態になり、バスオフ開始検出フラグ(BOEIF)がセット("1")されます。

CANi エラー割り込みを使用する場合、各エラー割り込みは CANi エラー割り込み許可レジスタ(CiEIER)の対応するビットをセット("1")することで許可され、その発生の有無は CANi エラー割り込み要因判定レジスタ(CiEIFR)を読み出すことで確認できます。CANi エラー割り込み許可レジスタ(CiEIER)は、CAN リセットモード時に設定してください。CAN エラー割り込みを使用する場合、事前に CANi エラー割り込み制御レジスタ(CiEIC)の設定が必要です。

7.1 CAN エラー確認

CANi ステータスレジスタで CAN エラーを確認する場合
CANi ステータスレジスタ(CiSTR)のエラーパッシブステータスフラグ(EPST)、バスオフステータスフラグ(BOST)により CAN エラーを確認できます。

図 32に CANi ステータスレジスタ(CiSTR)による CAN エラー確認手順を示します。

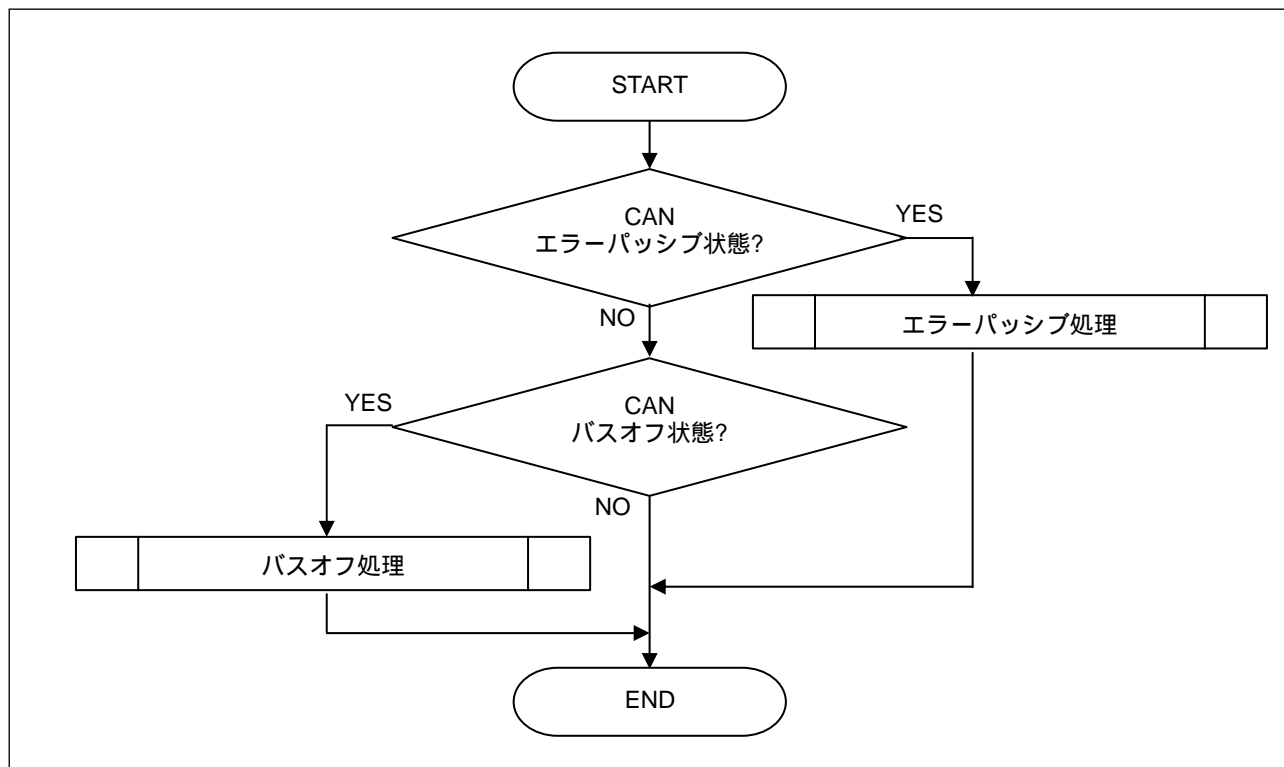


図 32 . CANi ステータスレジスタによる CAN エラー確認手順

CANi エラー割り込み要因判定レジスタで CAN エラーを確認する場合
CANi エラー割り込み制御レジスタ(CiEIC)を割り込み許可にすると、CANi エラー割り込みが使用できます。CANi エラー割り込み要因判定レジスタ(CiEIFR)を読み出すことにより CAN エラーを確認できます。
図 33に CANi エラー割り込み要因判定レジスタ(CiEIFR)による CAN エラー確認手順を示します。
バスオフ復帰については、8項を参照ください。

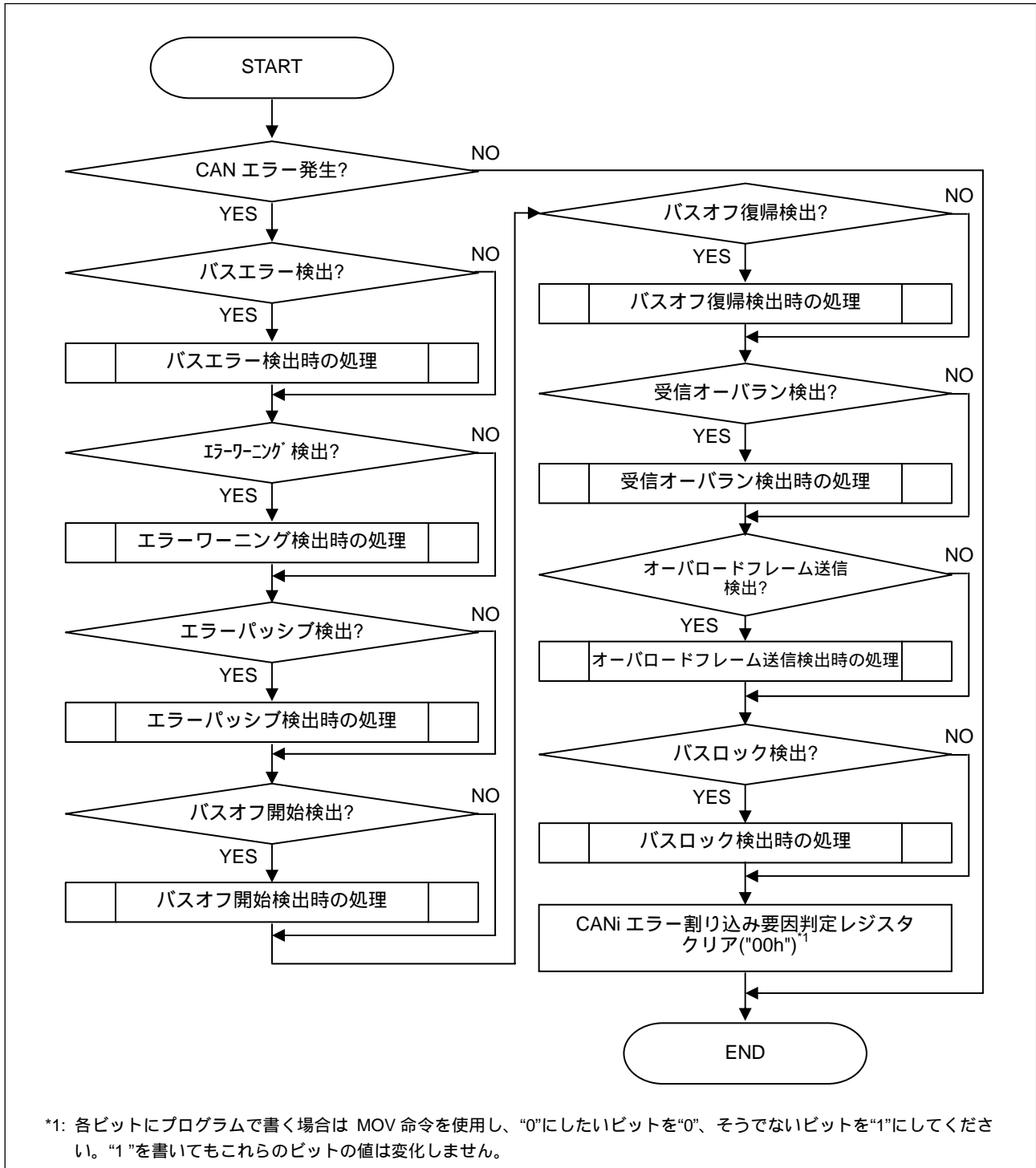


図 33 . CANi エラー割り込み要因判定レジスタによる CAN エラー確認手順

8. バスオフ復帰モード

CAN 通信エラーを繰り返すと、CAN 仕様の送信、受信エラーカウンタの増減ルールに従って、CAN モジュールはバスオフ状態に遷移し、CAN 通信ができなくなります。

CAN モジュールがバスオフ状態から復帰するには、5 つの復帰モードがあります。

表 5 にこれらのモードの内容と使用するレジスタおよびその設定値を、図 34 にバスオフ状態への遷移およびバスオフ状態からの復帰を示します。

表 5 . バスオフ復帰モード

	名称	内容	使用ビット	ビット設定値
(1)	ノーマルモード	バスオフからの復帰完了後、CAN モジュールはエラーアクティブ状態に遷移し、CAN 通信ができるようになる ^{*1,2}	BOM ^{*5}	"00b" ^{*6}
(2)	バスオフからの強制復帰	CAN モジュールはエラーアクティブ状態に遷移し、CAN 通信ができるようになる ^{*3}	BOM ^{*5}	"00b" ^{*6}
			RBOC ^{*5}	"1" ^{*7}
(3)	バスオフ開始で自動的に CAN Halt モードへ遷移	CAN モジュールは、バスオフ状態に達すると CAN Halt モードになる ^{*3}	BOM ^{*5}	"01b" ^{*6}
(4)	バスオフ終了で自動的に CAN Halt モードへ遷移	CAN モジュールは、バスオフからの復帰が完了した後に CAN Halt モードになる ^{*1,2}	BOM ^{*5}	"10b" ^{*6}
(5)	プログラムにより CAN Halt モードへ遷移	CAN モジュールは、バスオフ状態時に CAN 動作モード選択ビットが "10b"(CAN Halt モード)に設定されると、CAN Halt モードになる ^{*3,4}	BOM ^{*5}	"11b" ^{*6}
			CANM ^{*5}	"10b" ^{*8}

*1: 11 の連続するレセプティブビットが 128 回検出されると、バスオフから復帰します。

*2: CANi エラー割り込み要因判定レジスタのバスオフ復帰検出フラグが"1"(バスオフ復帰検出)になります。

*3: バスオフ復帰検出フラグは"1"になりません。

*4: バスオフ中に CAN 動作モード選択ビットが"10b"(CAN Halt モード)に設定されないときは、(1)と同じ動作になります。

*5: CANi 制御レジスタのビット

*6: CAN リセットモード時に設定してください。

*7: バスオフ状態時に設定してください。バスオフ強制復帰ビットをプログラムで"1"にすると、その後バスオフ強制復帰ビットは自動的に"0"になります。

*8: CAN 動作モード選択ビットを変更した場合は、CANi ステータスレジスタを確認してください。

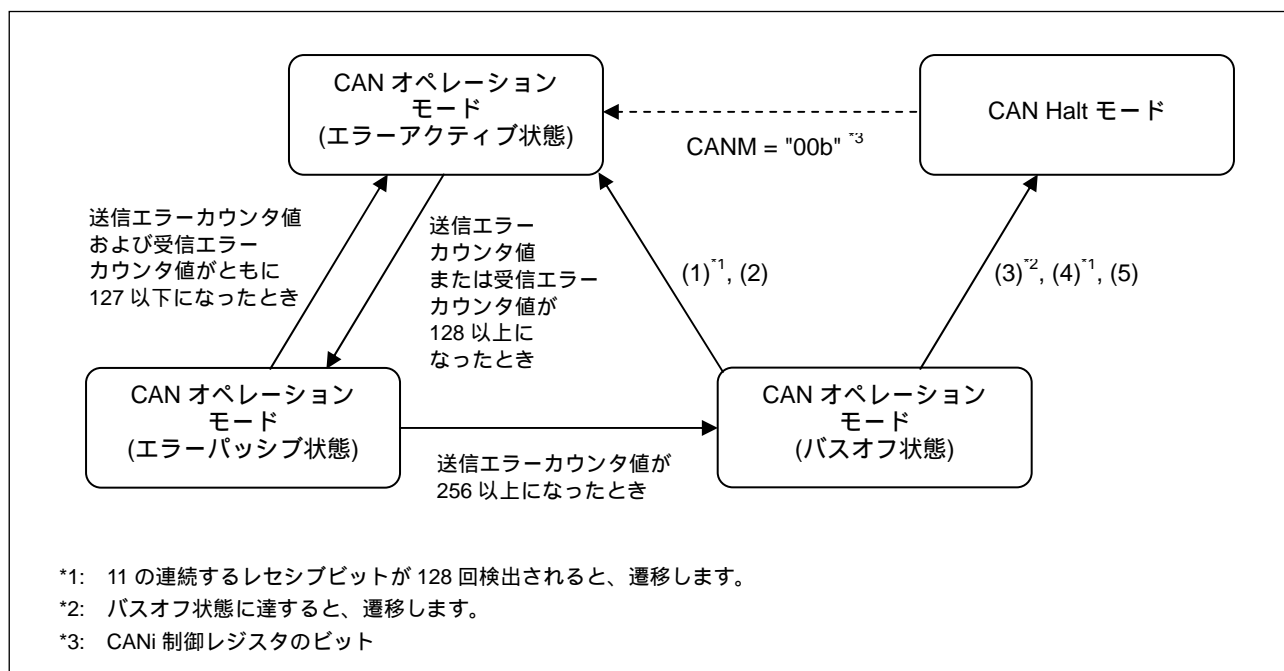


図 34 . バスオフ状態への遷移およびバスオフ状態からの復帰

9. アクセプタンスフィルタの使い方

ハードウェアでメッセージの受信、破棄を行うアクセプタンスフィルタがあります。

9.1 標準 ID と拡張 ID

CAN のメッセージ ID には、標準 ID と拡張 ID の 2 つの ID フォーマットがあり、それぞれ 11 ビット、29 ビットで構成されています。

図 35 に標準 ID と拡張 ID のビットマップを示します。

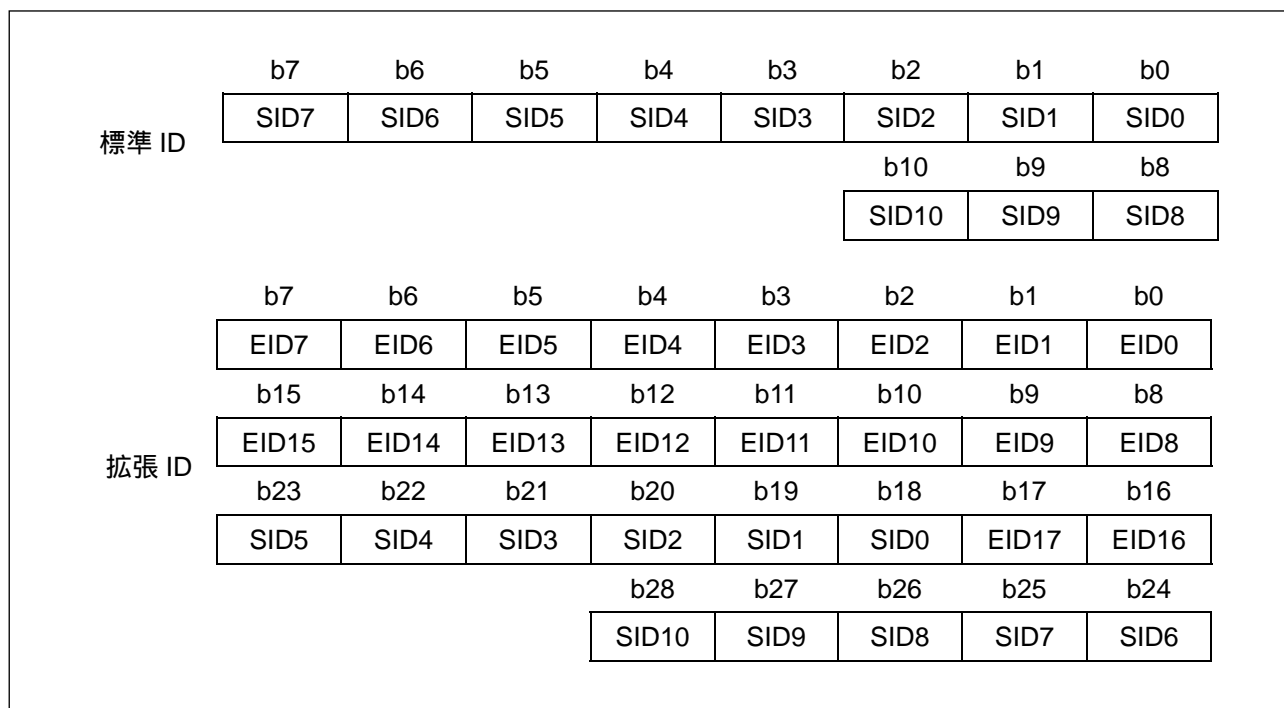


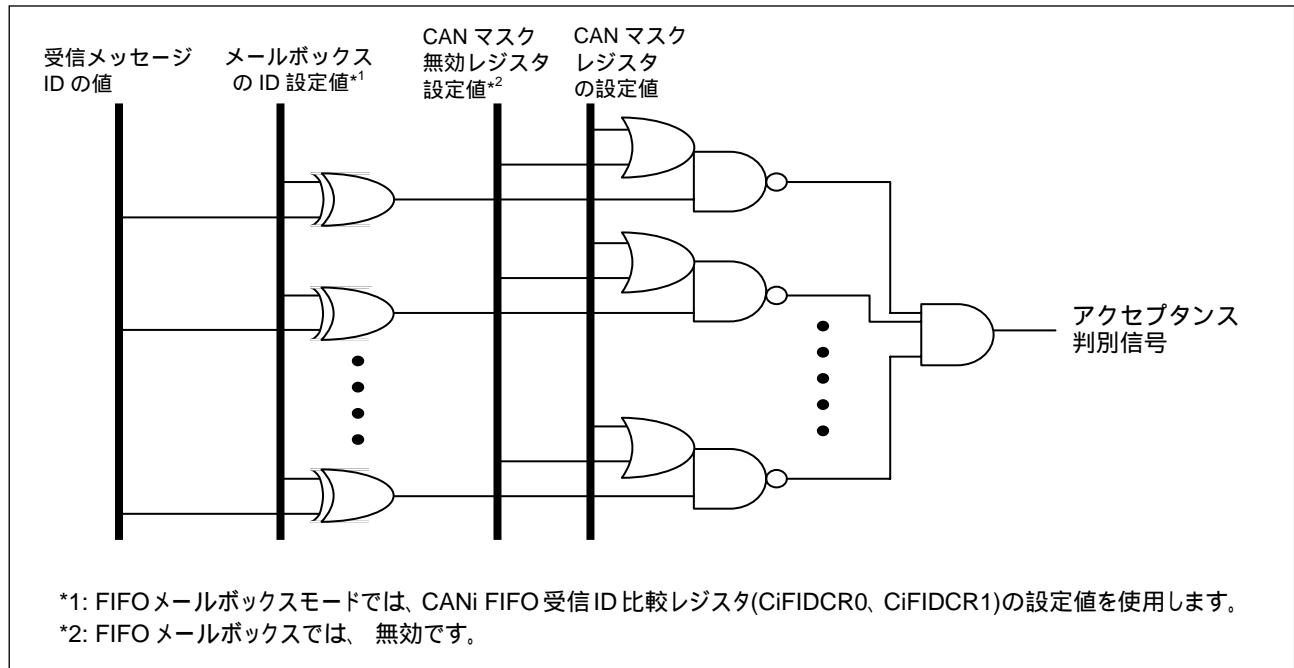
図 35 . 標準 ID と拡張 ID のビットマップ

9.2 アクセプタンスフィルタ

アクセプタンスフィルタは、8 個の CANi マスクレジスタ k(CiMKRk)を使用してフィルタリングを行います。FIFO メールボックスモードの場合は、9.3項を参照ください。

(1) アクセプタンスフィルタのレジスタ構成

図 36に ID とマスクレジスタの構成を、図 37にビットマップを示します。



メールボックスの ID 設定値	受信したいメッセージ ID の値を設定
CANi マスク無効レジスタの設定値	0:マスク有効 1:マスク無効
CANi マスクレジスタ k の設定値	0:受信したメッセージ ID の対応するビットを無視する 1:受信したメッセージ ID の対応するビットと、メールボックスの ID の対応するビットを比較する ^{*1}
アクセプタンス信号値判別信号	0:メッセージを破棄する 1:メッセージを受信する

*1: 比較する ID には、ID 拡張ビット(IDE)とリモート送信要求ビット(RTR)も含まれます。なお、ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき比較されます。

図 36 . ID とマスクレジスタの構成

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	} CiMKRk
EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	
EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	
SID5	SID4	SID3	SID2	SID1	SID0	EID17	EID16	
			SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	

i: CAN のチャンネル
k: マスクレジスタ番号

図 37 . ビットマップ

(2) アクセプタンスフィルタの使用例

使用例 1

表 6にメールボックス[0]が ID“123h”の標準データフレームを受信する場合の各レジスタ設定を示します。

表 6. アクセプタンスフィルタの使用例 1

		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 1 X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
マスクレジスタ	CiMKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
受信メッセージ	ID“123h”	0 1 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 1 - -	- - - - - - - -	X X X X X X X X

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき有効です。それ以外のときは、“0”に設定してください。

使用例 2

表 7にメールボックス[0]が ID“123h”の標準リモートフレームを受信する場合の各レジスタ設定を示します。

表 7. アクセプタンスフィルタの使用例 2

		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		0 1 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 1 X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
マスクレジスタ	CiMKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
受信メッセージ	ID“123h”	0 1 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 1 - -	- - - - - - - -	X X X X X X X X

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき有効です。それ以外のときは、“0”に設定してください。

使用例 3

表 8にメールボックス[0]が ID“122h”、“123h”の 2 個の標準データフレームを受信する場合の各レジスタの設定を示します。

表 8. アクセプタンスフィルタの使用例 3

		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 X X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
マスクレジスタ	CiMKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 0 X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X
受信メッセージ	ID“122h”	0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 0 - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -
	ID“123h”	0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 1 - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき有効です。それ以外のときは、“0”に設定してください。

使用例 4

表 9にメールボックス[0]が ID“12345678h”の拡張データフレームを受信する場合の各レジスタの設定を示します。

表 9 . アクセプタンスフィルタの使用例 4

		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		1 0 1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0
マスクレジスタ	CiMKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1
受信メッセージ	ID “12345678h”	1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき有効です。それ以外のときは、“0”に設定してください。

使用例 5

表 10にメールボックス 0 が ID“12345678h”の拡張リモートフレームを受信する場合の各レジスタの設定を示します。

表 10 . アクセプタンスフィルタの使用例 5

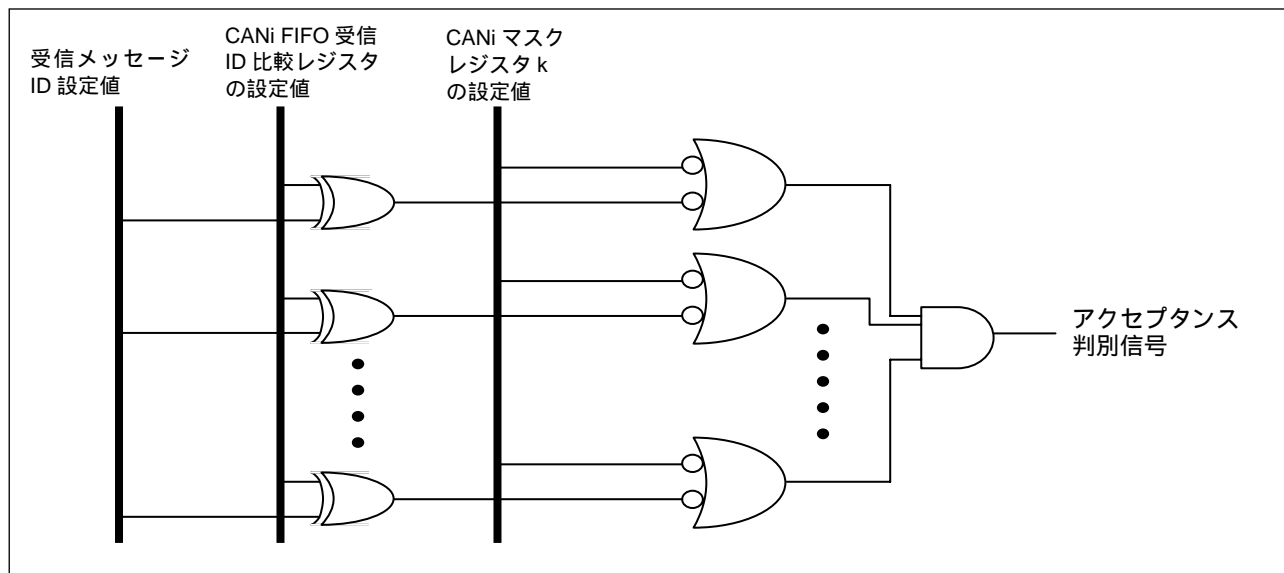
		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		1 1 1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0
マスクレジスタ	CiMKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1
受信メッセージ	ID “12345678h”	1 1 1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき有効です。それ以外のときは、“0”に設定してください。

9.3 受信 FIFO に対するアクセプタンスフィルタ

このモードは、FIFO メールボックスモードで使用します。受信 FIFO に対して 2 つのフィルタがあります。そのため、受信 FIFO が受信することのできる ID の範囲を増やすことができます。このモードは、2 つのマスキングレジスタ(CiMKR6、CiMKR7)と 2 つの FIFO 受信 ID 比較レジスタ(CiFIDCR0、CiFIDCR1)を使用します。このモードでは、受信したメッセージ ID は、各メールボックスの ID の代わりに CAN FIFO 受信 ID 比較レジスタ(CiFIDCR0、CiFIDCR1)と比較されます。

図 38に ID とマスキングレジスタの構成を示します。



CANi FIFO 受信 ID 比較レジスタ	受信したいメッセージ ID の値を設定
CANi マスキングレジスタ k	0:受信したメッセージ ID の対応するビットを無視する 1:受信したメッセージ ID の対応するビットと、CAN FIFO 受信 ID 比較レジスタの ID の対応するビットを比較する ^{*1}
アクセプタンス判別信号	0:メッセージを破棄する 1:メッセージを受信する

*1: 比較する ID には、ID 拡張ビット(IDE)とリモート送信要求ビット(RTR)も含まれます。なお、ID 拡張ビット(IDE)は、CANi 制御レジスタの ID フォーマットモード選択ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき比較されます。

図 38 . FIFOi 受信 ID 比較レジスタと CANi マスキングレジスタ k の構成

9.4 アクセプタンスフィルタサポートユニット

アクセプタンスフィルタサポートユニットは、受信 ID をあらかじめユーザにより作成された全標準 ID が有効/無効を 1 ビット単位で設定したデータテーブル(8 ビット×256)検索で判断する機能です。まず、受信する ID をデータテーブルに登録します。次に受信完了した ID を CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)に格納し、デコードされた受信 ID を CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)から読み出しテーブル検索を行います。このアクセプタンスフィルタサポートユニットは、標準フレームの ID に対して使用することができます。

アクセプタンスフィルタサポートユニットは、以下のような場合に有効です。

- アクセプタンスフィルタにて受信する ID にマスクをかけることができない場合
(例:受信する ID “078h”、“087h”、“111h”)
- 受信する ID が非常に多く、ソフトウェアでフィルタリングすると時間がかかりすぎる場合

9.4.1 アクセプタンスフィルタサポートユニットの使用方法

受信する ID が“000h”、“00Dh”、“6F3h”、“6F4h”、“6FFh”の場合のアクセプタンスフィルタサポートユニットの使用方法を示します。

- (1) データテーブルの設定
ROM または RAM に受信する ID を登録したデータテーブルを用意します。データテーブルを配置するアドレスは任意です。
データテーブルは、縦軸に受信する ID の上位 8 ビット(SID10~3)の値を、横軸に受信する ID の下位 3 ビット(SID2~0)を 8 ビットにデコードした値をとり、受信したい ID に対応するビットには“1”を、それ以外のビットには“0”を設定します。
- (2) CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)への書き込み
CANi がメッセージを受信した場合、受信した ID を CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)に書き込みます。
- (3) CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)の読み出し
CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)より、受信 ID の上位 8 ビット(SID10~3)の値と、下位 3 ビット(SID2~0)を 8 ビットにデコードした値を読み出します。
- (4) 受信した ID の有効無効の判定
(3)で CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)から読み出した値を使用して、(1)で設定したデータテーブルを検索し、メッセージの有効、無効を判定します。

図 39 にデータテーブル構成、図 40 に CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(CiAFSR)への書き込み、読み出し時の状態を示します。

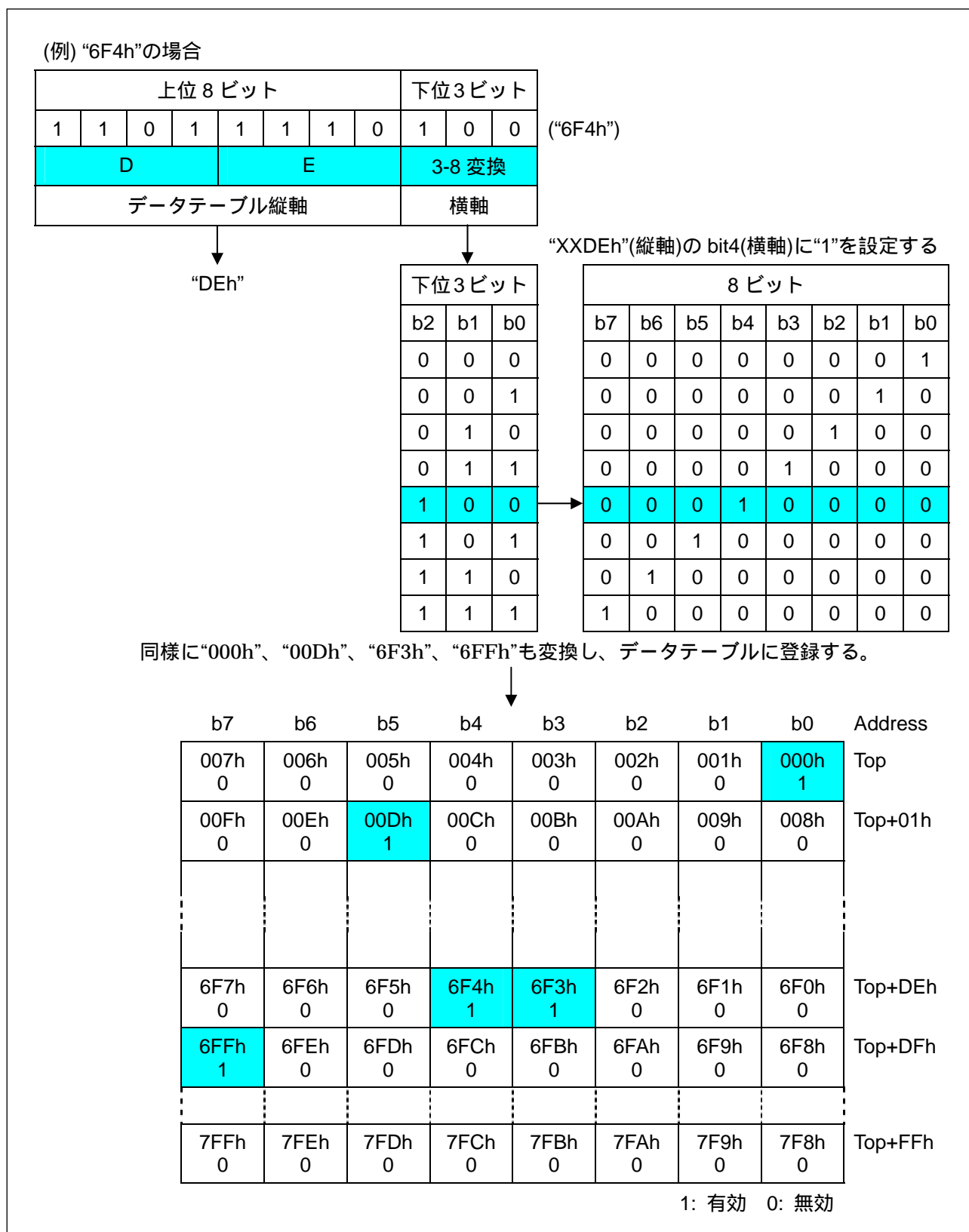


図 39 . データテーブル構成(データテーブル作成例)

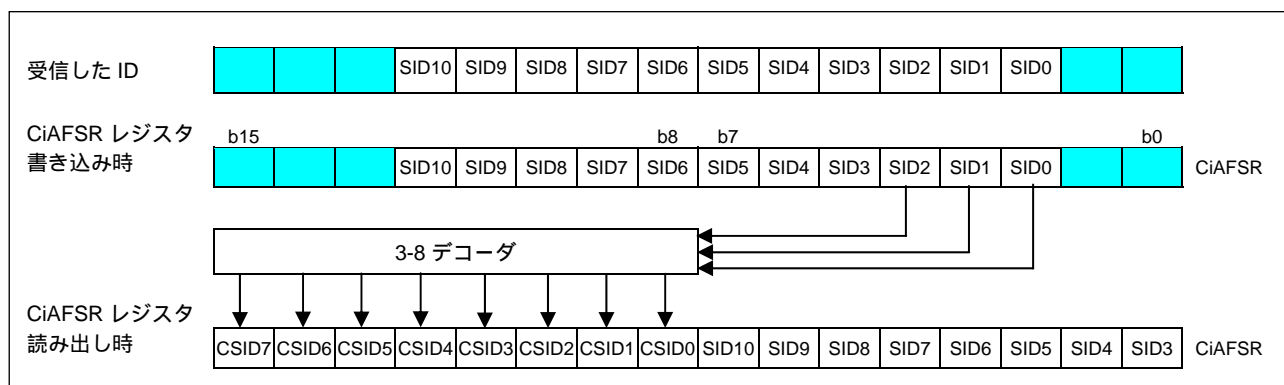


図 40 . CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタへの書き込み、読み出し時の状態

図 41にアクセプタンスフィルタサポートユニット使用手順を示します。

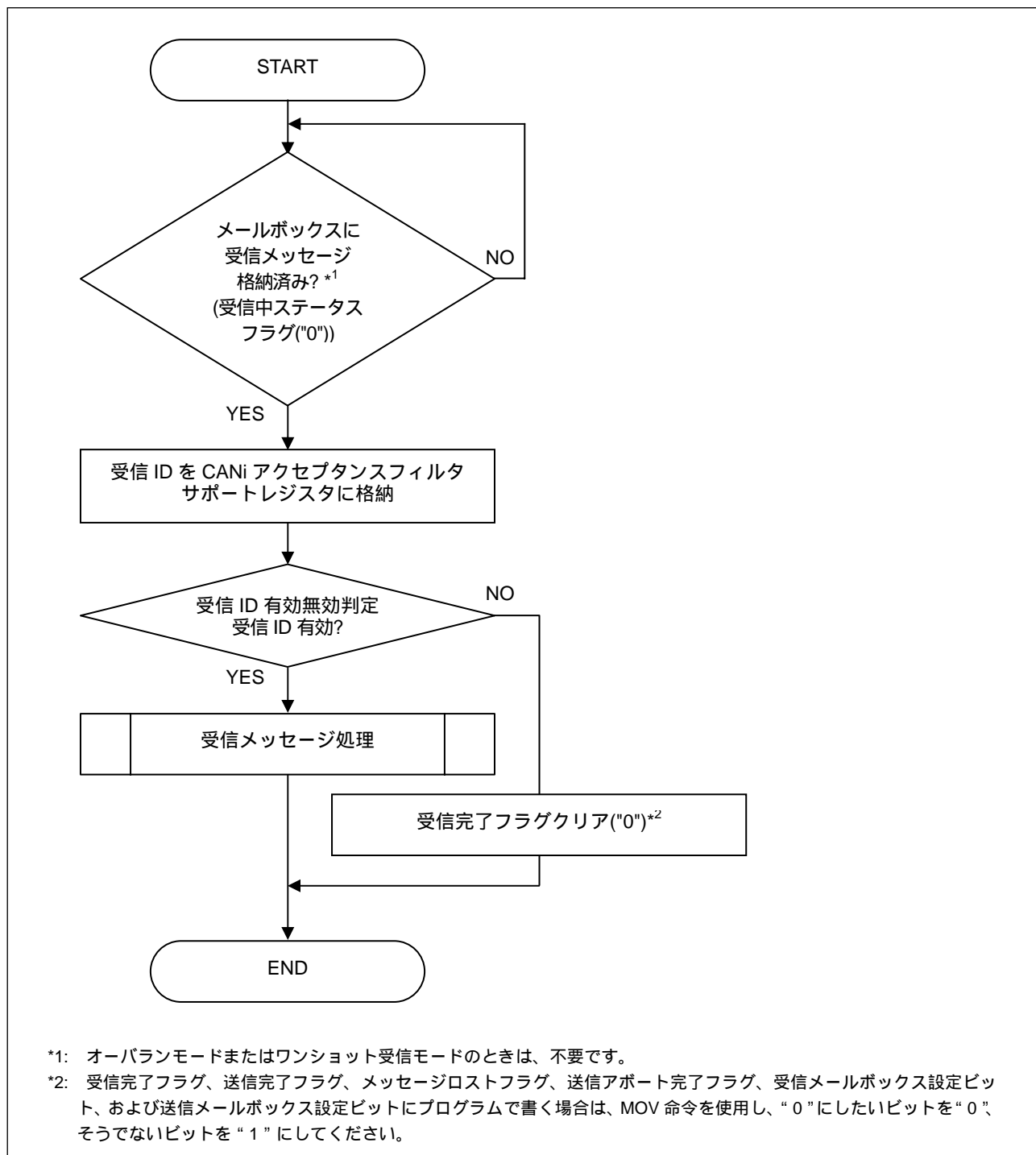


図 41 . アクセプタンスフィルタサポートユニット使用手順

10. CAN スリープ動作および CAN ウェイクアップ動作

10.1 CAN のスリープ動作

CAN モジュールが CAN スリープモード時は、CAN モジュールへ供給されるクロックが停止するため、CAN モジュールは一切動作しません。CAN モジュールを使用しない場合、消費電流を下げるために CAN モジュールを CAN スリープモードにすることを推奨します。

CAN モジュールを CAN スリープモードへ移行させる前に、CAN モジュールを CAN リセットモードまたは CAN Halt モードに移行してください。

図 42 に CAN モジュールを CAN リセットモードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順を、図 43 に CAN モジュールを CAN Halt モードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順を示します。

この状態で、マイクロコンピュータをウェイトモードまたはストップモードにすると、さらに消費電流を下げるすることができます。

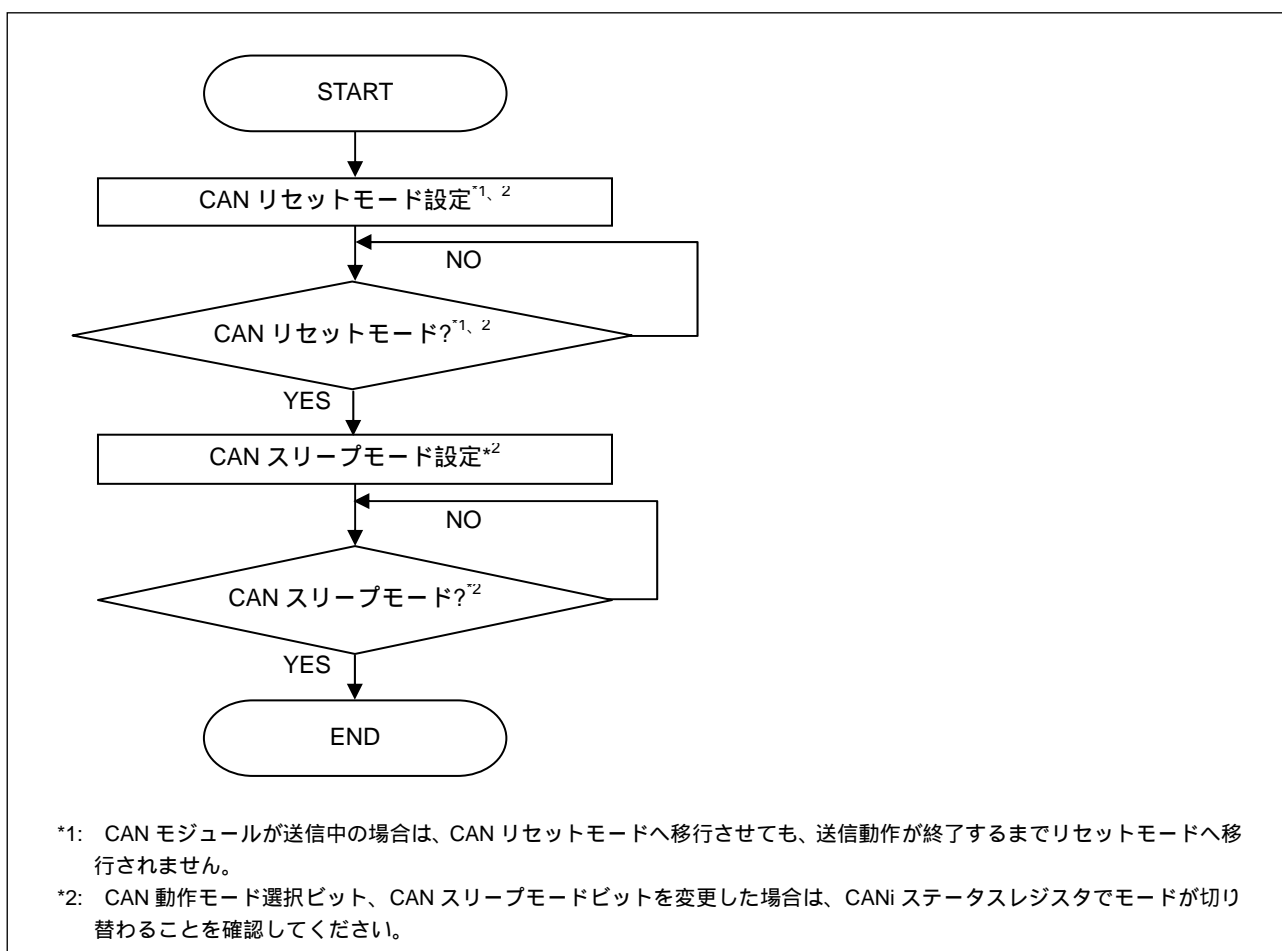


図 42 . CAN モジュールを CAN リセットモードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順

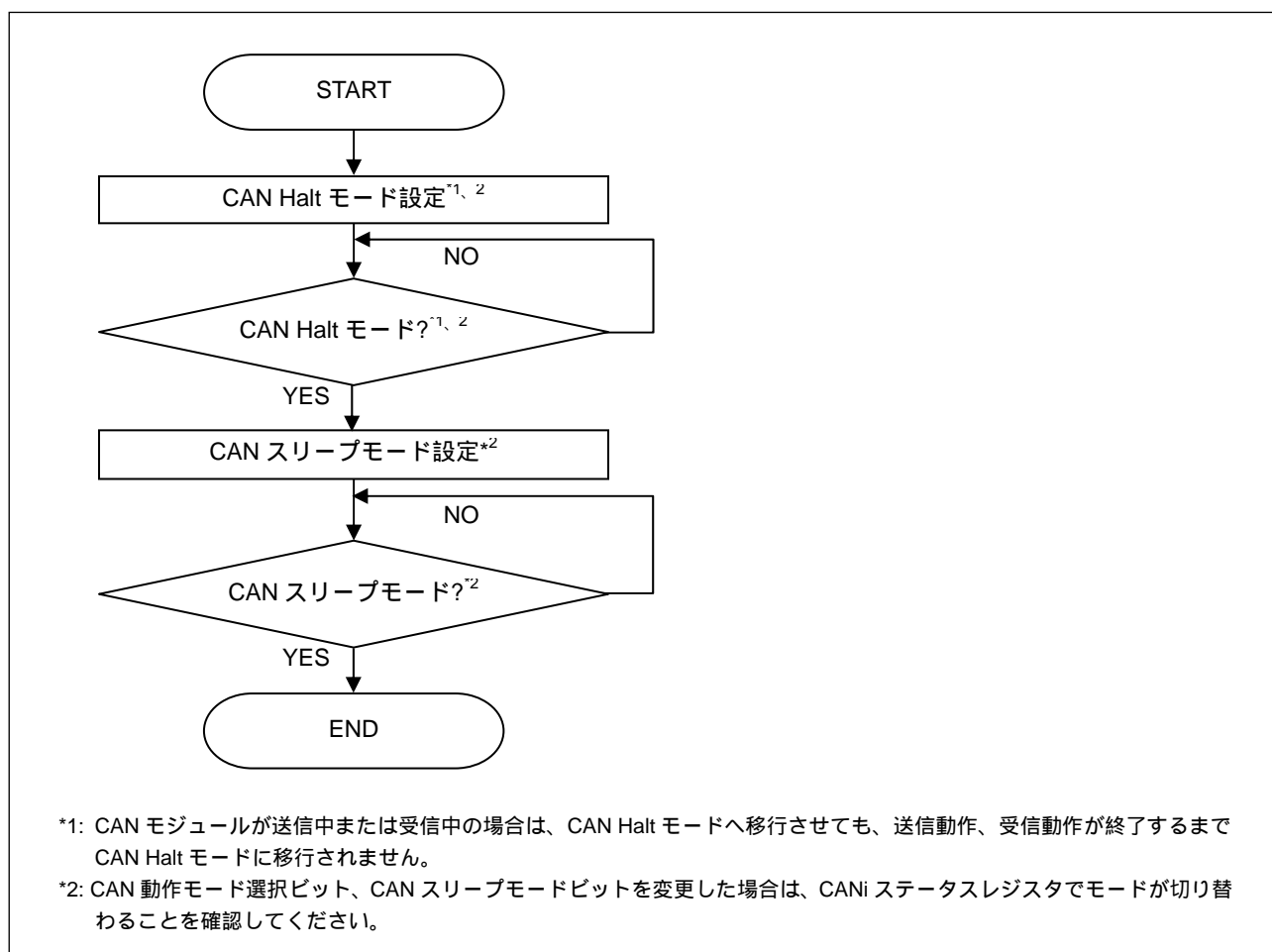


図 43 . CAN モジュールを CAN Halt モードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順

10.2 CAN ウェイクアップ動作

CAN モジュールが CAN スリープモード時、CAN 受信信号の立ち下がりが発生する CANi ウェイクアップ割り込みで CAN スリープモードから復帰することができます。CAN ウェイクアップは、CANi ウェイクアップ割り込み制御レジスタ(CiWIC)を割り込み許可にすると使用できます。

ソフトウェアで CAN スリープモードを解除すると、CAN モジュールは CAN スリープモードを設定したときのモード(CAN リセットモードまたは CAN Halt モード)になります。

図 44に CAN リセットモードから CAN スリープモードへ移行した場合の CAN ウェイクアップ手順、図 45に CAN Halt モードから CAN スリープモードへ移行した場合の CAN ウェイクアップ手順を示します。

下記の手順では、CAN ウェイクアップ割り込みルーチンの中で CAN モジュールを CAN オペレーションモードへ復帰させています。

CAN ウェイクアップ割り込みを使用する場合は、CANi 制御レジスタ(CiCTLR)の CAN ポート許可ビット (CPE) を“1”にしてください。

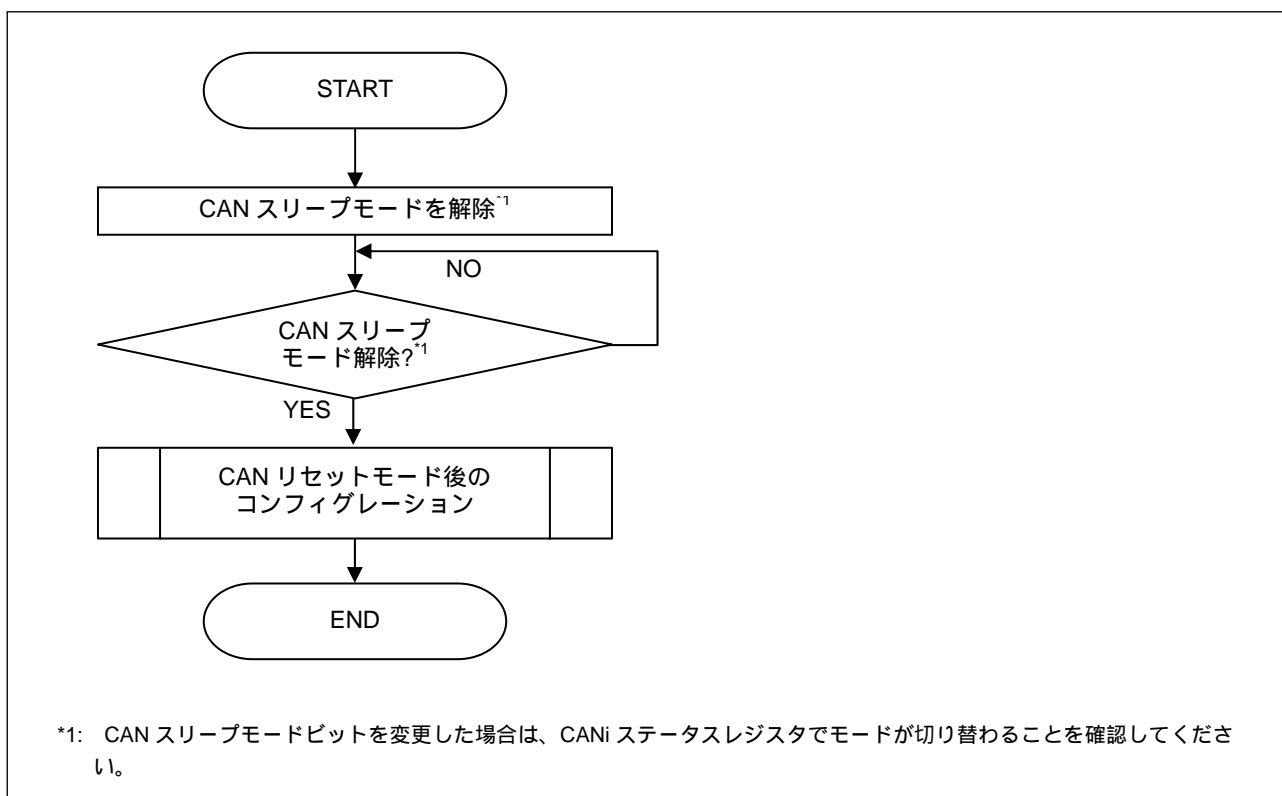


図 44 . CAN リセットモード時の CAN ウェイクアップ手順

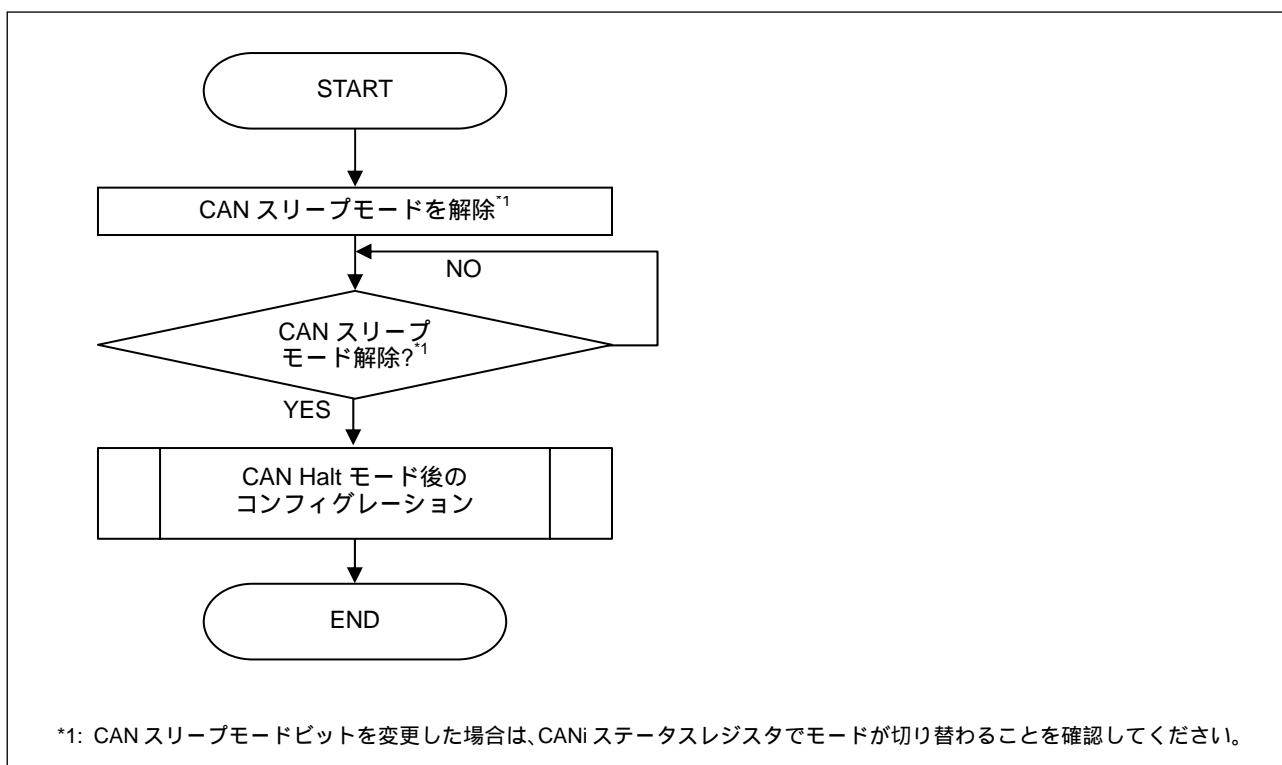


図 45 . CAN Halt モード時の CAN ウェイクアップ手順

11. テストモード

ユーザ評価用に、次の3つのテストモードが用意されています。

- リッスンオンリーモード
- セルフテストモード 0(外部ループバック)
- セルフテストモード 1(内部ループバック)

各テストモードは、CAN Halt モード時に選択してください。

11.1 テストモードの設定

図 46に要求されたテストモードの設定手順を示します。

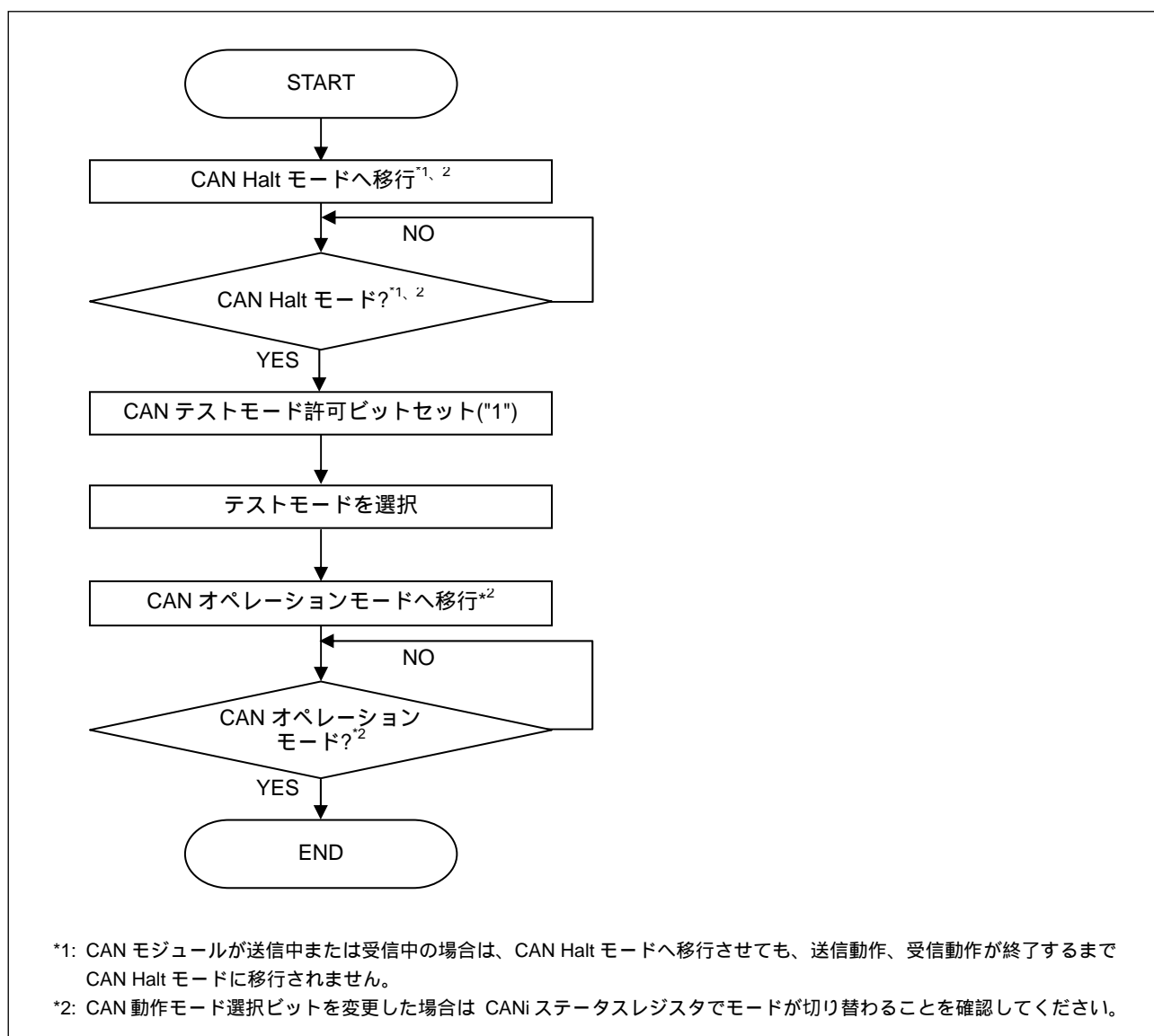


図 46 . テストモードの設定手順

11.2 リッスンオンリーモード

CAN 仕様(ISO11898-1)では、オプションのバスモニタモードが推奨されています。リッスンオンリーモードでは、有効なデータフレームと有効なリモートフレームとを受信できますが、CAN バス上にはレセシブビットが送信され、送信開始は許可されません (ACK ビット、オーバーロードフラグ、アクティブエラーフラグは送信されません)。

リッスンオンリーモードは、ボーレート検出に使用できます。

リッスンオンリーモードでは、どのメールボックスからも送信要求をしないでください。

リッスンオンリーモードを選択するには、CAN テストモード選択ビット(TSTM)を“01b”に設定してください。

図 47にリッスンオンリーモード時のイメージを示します。

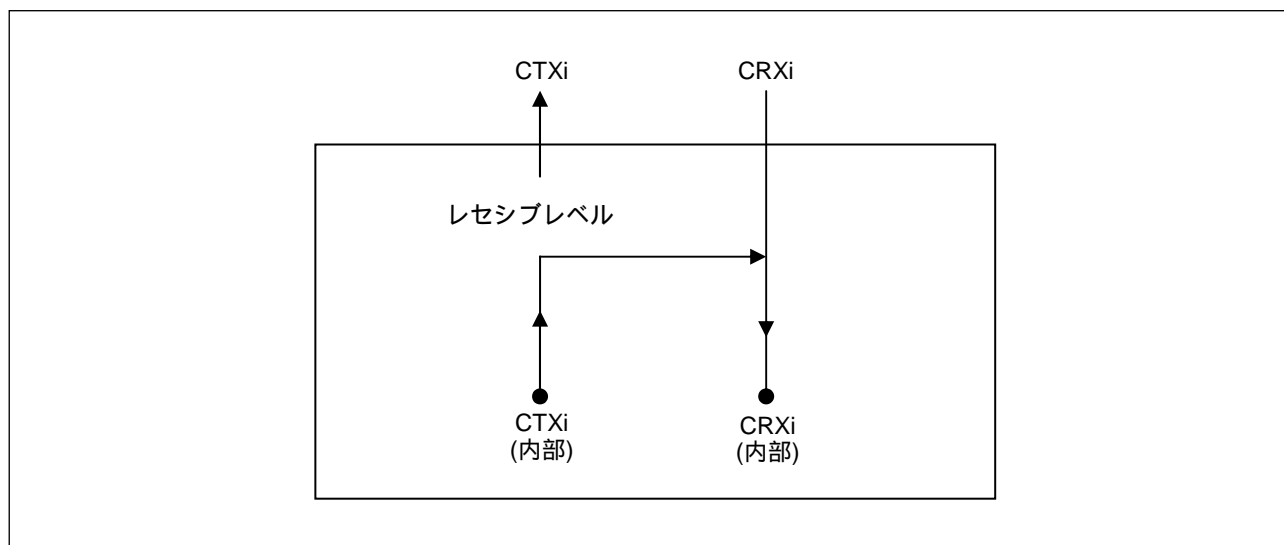


図 47 . リッスンオンリーモード時のイメージ

11.3 セルフテストモード 0(外部ループバック)

セルフテストモード 0 は CAN トランシーバテスト用です。

セルフテストモード 0 では、送信したメッセージを CAN トランシーバ経由で受信したメッセージとして取り扱い、送信したメッセージを受信バッファに格納します。外部から独立して行う機能のため、ACK ビットを生成します。

CTXi/CRXi 端子は CAN トランシーバに接続してください。

セルフテストモード 0 を選択するには、CAN テストモード選択ビット(TSTM)を“10b”に設定してください。

図 48にセルフテストモード 0 時のイメージを示します。

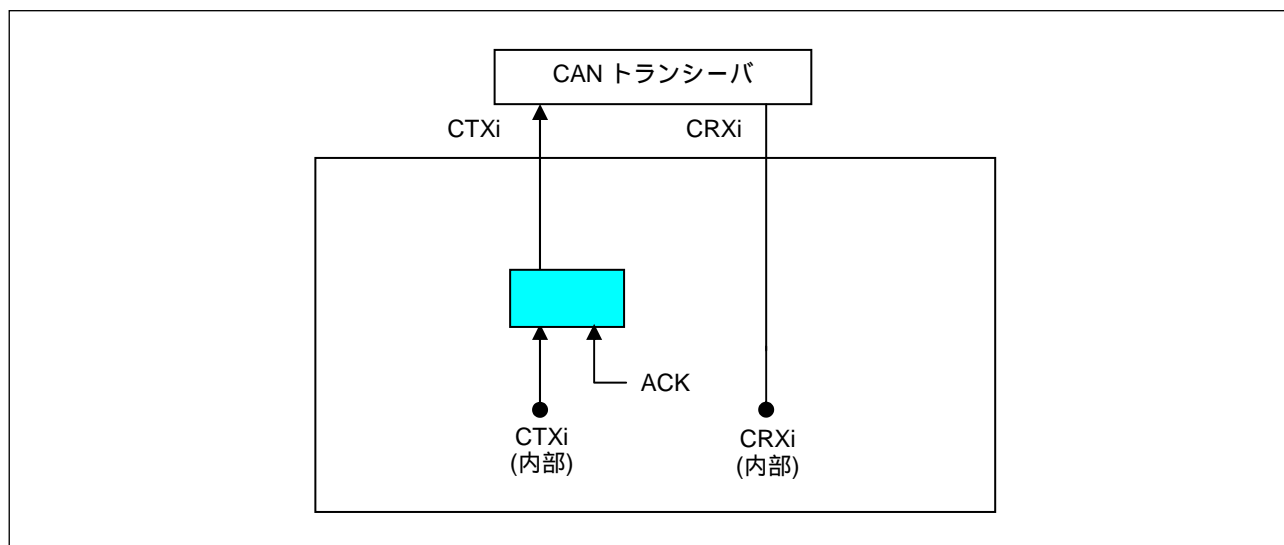


図 48 . セルフモード 0 時のイメージ

11.4 セルフテストモード 1(内部ループバック)

セルフテストモード 1 はセルフテスト機能用です。

セルフテストモード 1 では、送信したメッセージを受信したメッセージとして取り扱い、送信したメッセージを受信バッファに格納します。外部から独立して行う機能のため、ACK ビットを生成します。

セルフテストモード 1 では内部 CTXi 端子から内部 CRXi 端子への内部フィードバックを行います。外部 CRXi 端子の入力の値は、無視されます。外部 CTXi 端子はレセシブビットを出力します。CTXi/CRXi 端子は CAN バスや他のどの外部デバイスにも接続する必要がありません。

セルフテストモード 1 を選択するには、CAN テストモード選択ビット(TSTM)を“11b”に設定してください。

図 49にセルフテストモード 1 時のイメージを示します。

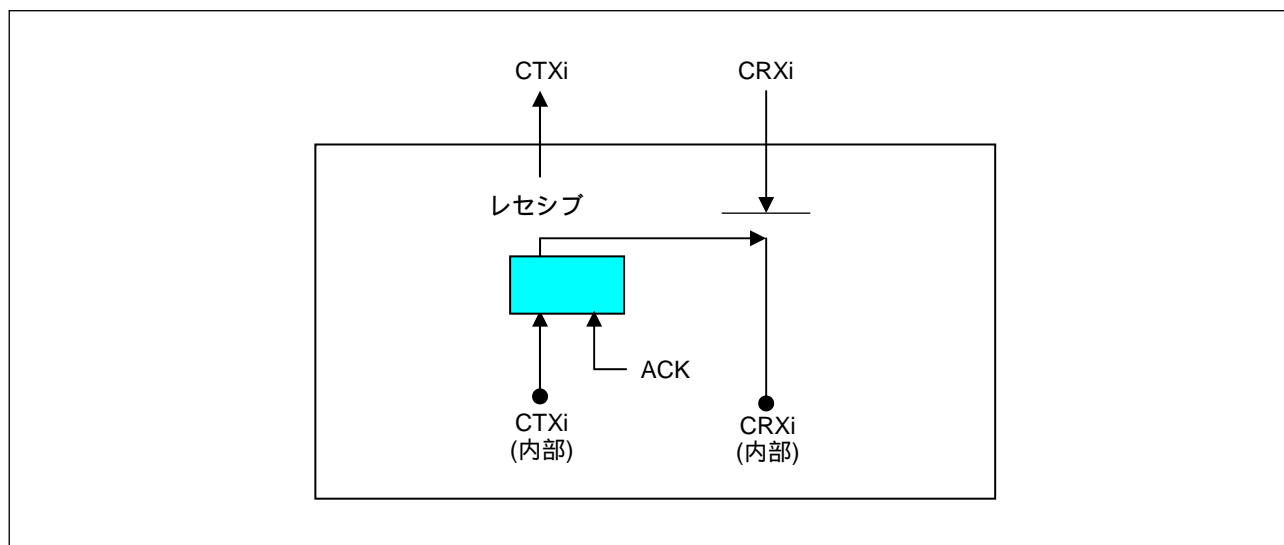


図 49 . セルフモード 1 時のイメージ

12. 処理フローに関する注意事項

12.1 無限ループ

表記を簡略化するために処理フロー中に無限ループとなっている箇所があります。実際にプログラムを作成するときは、各ループに制限時間を持たせ、オーバタイム時に抜けるような処理にしてください。

図 50 にループの制限時間を持たせた場合の処理例を示します。

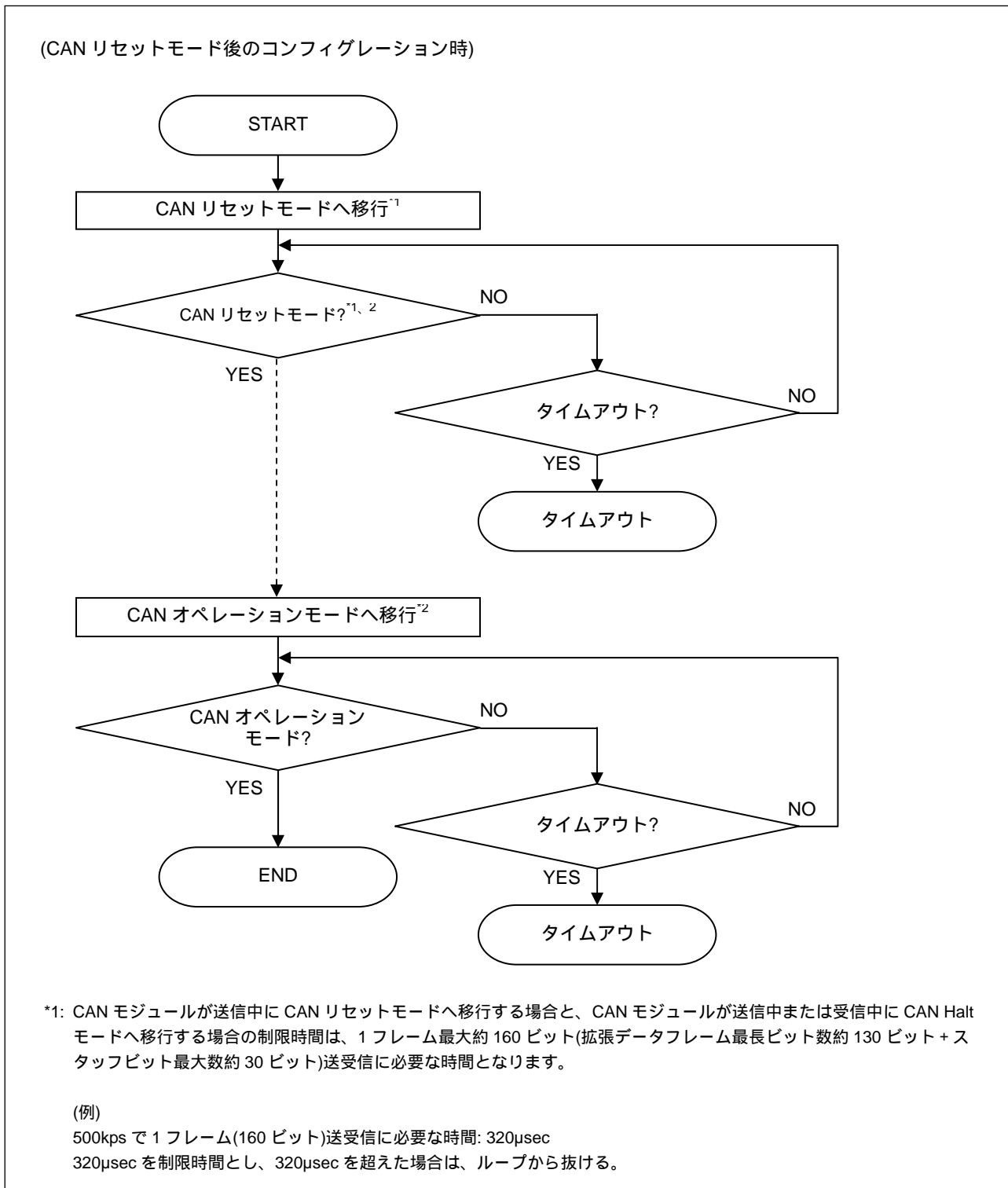


図 50 . ループの制限時間を持たせた場合の処理例

改訂記録	M16C/50 シリーズ CAN アプリケーションノート
------	---------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2010.02.15	-	初版発行
1.01	2010.03.01	13	図 4 フローチャート中の文字抜けを修正

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社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弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証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など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の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、あるいはその他軍事情報の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」その他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。
4. 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などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊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、弊社ホームページ (<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。
5. 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のですが、万一本資料の記述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、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料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流用する場合は、流用する情報を単独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。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会ください。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないでください。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
 - 1) 生命維持装置。
 - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
 - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行うもの。
 - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された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、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて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、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に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。弊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、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）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。
11. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
12. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断りいたします。
13. 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弊社営業窓口までご照会ください。

D039444