

RX ファミリ

CAN の使い方

R01AN1448JJ0100
Rev.1.00
2013.02.15

要旨

本アプリケーションノートでは、RX ファミリを使用して CAN 通信を行う場合の手順例を説明します。

対象デバイス

RX62N/RX621,RX62G,RX62T グループ
RX630,RX63N/RX631,RX63T グループ

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

RX ファミリは CAN モジュールを最大 3 チャネル内蔵しています。

なお、本文章中に記述される変数は下記を示しています。

i : CAN のチャネル番号 i=0~2
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

目次

1. 初期設定	4
1.1 CAN ビットタイミング	5
1.1.1 ビットタイミングの条件	6
1.2 転送速度	7
1.3 CAN ビットタイミングと転送速度の設定	10
2. CAN メッセージの送受信	11
2.1 CAN コンフィグレーション	13
2.1.1 ハードウェアリセット後のコンフィグレーション	14
2.1.2 CAN リセットモード後のコンフィグレーション	15
2.1.3 CAN Halt モード後のコンフィグレーション	16
2.2 メッセージ送信	17
2.2.1 通常送信要求	18
2.2.2 通常送信完了処理	19
2.2.3 ワンショット送信要求	20
2.2.4 ワンショット送信完了処理	21
2.2.5 送信アボート	22
2.3 メッセージ受信	24
2.3.1 通常受信要求	25
2.3.2 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)	26
2.3.3 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)	28
2.3.4 ワンショット受信要求	29
2.3.5 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	30
2.3.6 受信アボート	31
3. メールボックスモード	32
3.1 通常メールボックスモード	33
3.2 FIFO メールボックスモード	34
3.2.1 FIFO メールボックスモードの設定	36
3.2.2 FIFO 送信	37
3.2.3 FIFO 受信(オーバライトモード)	38
3.2.4 FIFO 受信(オーバランモード)	39
4. メールボックス検索機能	40
4.1 メールボックス検索機能の使用方法	42
4.1.1 受信メールボックス検索モード	43
4.1.2 送信メールボックス検索モード	44
4.1.3 メッセージロスト検索モード	45
4.1.4 チャネル検索モード	46
5. CAN エラー	48
5.1 CAN エラー確認	49
6. パスオフ復帰モード	51
7. アクセプタンスフィルタの使い方	53
7.1 標準 ID と拡張 ID	53
7.2 アクセプタンスフィルタ	54
7.3 受信 FIFO に対するアクセプタンスフィルタ	58
7.4 アクセプタンスフィルタサポートユニット	59
7.4.1 アクセプタンスフィルタサポートユニットの使用方法	59
8. CAN スリープ動作	63
8.1 CAN のスリープ動作	63
8.2 CAN のスリープ解除	65
9. テストモード	67
9.1 テストモードの設定	67

9.2 リッスンオンリーモード	68
9.3 セルフテストモード 0(外部ループバック)	69
9.4 セルフテストモード 1(内部ループバック)	70
10. 処理フローに関する注意事項	71
10.1 無限ループ	71

1. 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(『1.初期設定』を参照。)
- ビットタイミングの設定(『1.初期設定』を参照。)
- ポーレートの設定(『1.初期設定』を参照。)
- アクセプタンスフィルタの設定(『7.アクセプタンスフィルタの使い方』を参照。)

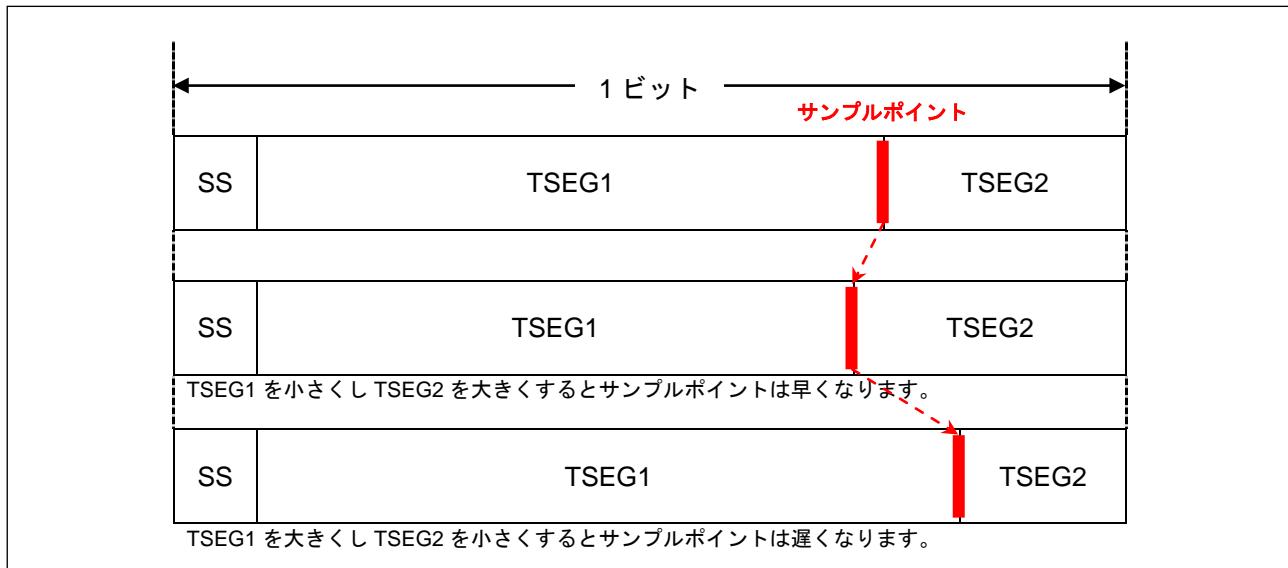
1.1 CANビットタイミング

RX ファミリの 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 といふ)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)といふ、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ーラ分周値で決められます。



(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(Interruption)、サスPENDトランSMISSION(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。

1.1.1 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 = 4~16Tq の範囲で設定
- TSEG2 = 2~8Tq の範囲で設定
- SJW = 1~4Tq の範囲で設定
- SS+TSEG1+TSEG2 = 8~25Tq

(2) TSEG1、TSEG2 の制限

- TSEG1 > TSEG2 \geq SJW
(ただし、SJW=1 のとき TSEG2 \geq 2)

1.2 転送速度

転送速度は、fCAN、ボーレートプリスケーラ分周値、および1ビットのTq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。

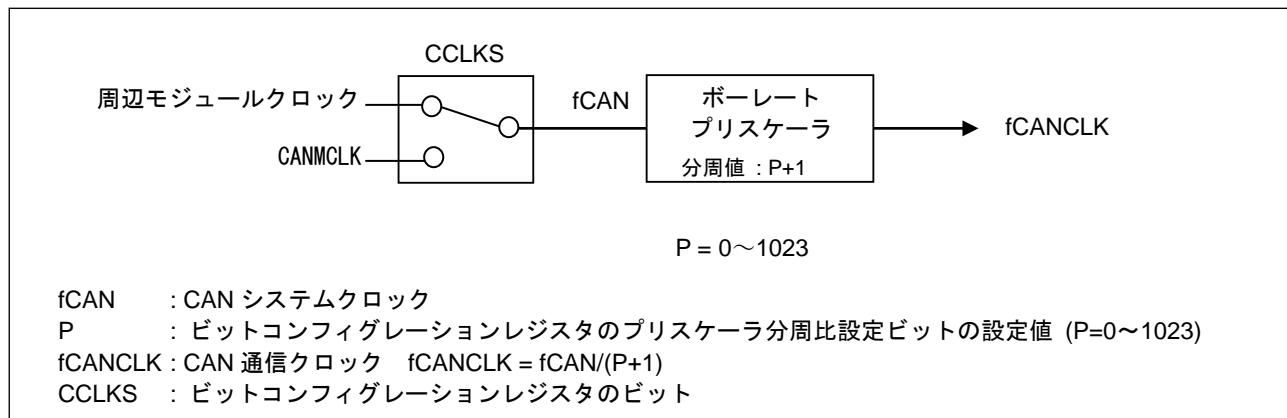


図 2. CAN システムクロックの発生回路ブロック図

表 1. 転送速度の算出式と実現例

転送速度 の算出式	$\frac{f_{CAN}}{\text{ボーレートプリスケーラ分周値}^{\ast 1} \times 1 \text{ ビットタイムの } T_C} = \frac{f_{CANCLK}}{1 \text{ ビットタイムの } T_Q \text{ の数}}$				
	f_{CAN} 転送速度	50MHz	48MHz	40MHz	32MHz
1Mbps	10Tq (5) 25Tq (2)	8Tq (6) 12Tq (4) 16Tq (3)	10Tq (4) 20Tq (2)	8Tq (4) 16Tq (2)	
500Kps	10Tq (10) 25Tq (4)	8Tq (12) 12Tq (8) 16Tq (6)	10Tq (8) 20Tq (4)	8Tq (8) 16Tq (4)	
250Kps	10Tq (20) 25Tq (8)	8Tq (24) 12Tq (16) 16Tq (12)	10Tq (16) 20Tq (8)	8Tq (16) 16Tq (8)	
125Kps	10Tq (40) 25Tq (16)	8Tq (48) 12Tq (32) 16Tq (24)	10Tq (32) 20Tq (16)	8Tq (32) 16Tq (16)	
83.3Kps	10Tq (60) 25Tq (24)	8Tq (72) 12Tq (48) 16Tq (36)	8Tq (60) 10Tq (48) 16Tq (30) 20Tq (24)	8Tq (48) 16Tq (24)	
33.3Kps	10Tq (150) 25Tq (60)	8Tq (180) 12Tq (120) 16Tq (90)	8Tq (150) 10Tq (120) 20Tq (60)	8Tq (120) 10Tq (96) 16Tq (60) 20Tq (48)	

*1: ボーレートプリスケーラ分周値=P+1 (P=0~1023)

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

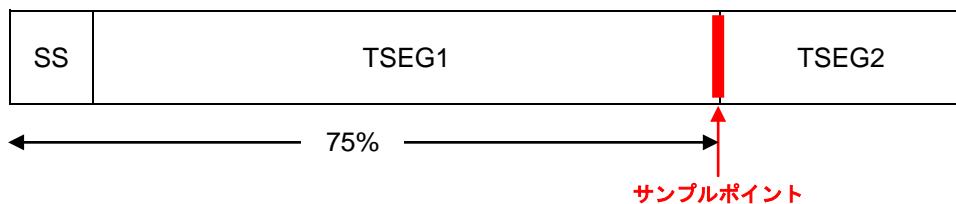
*2: ()内の数字はボーレートプリスケーラ分周値

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



1.3 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2.1項を参照ください。

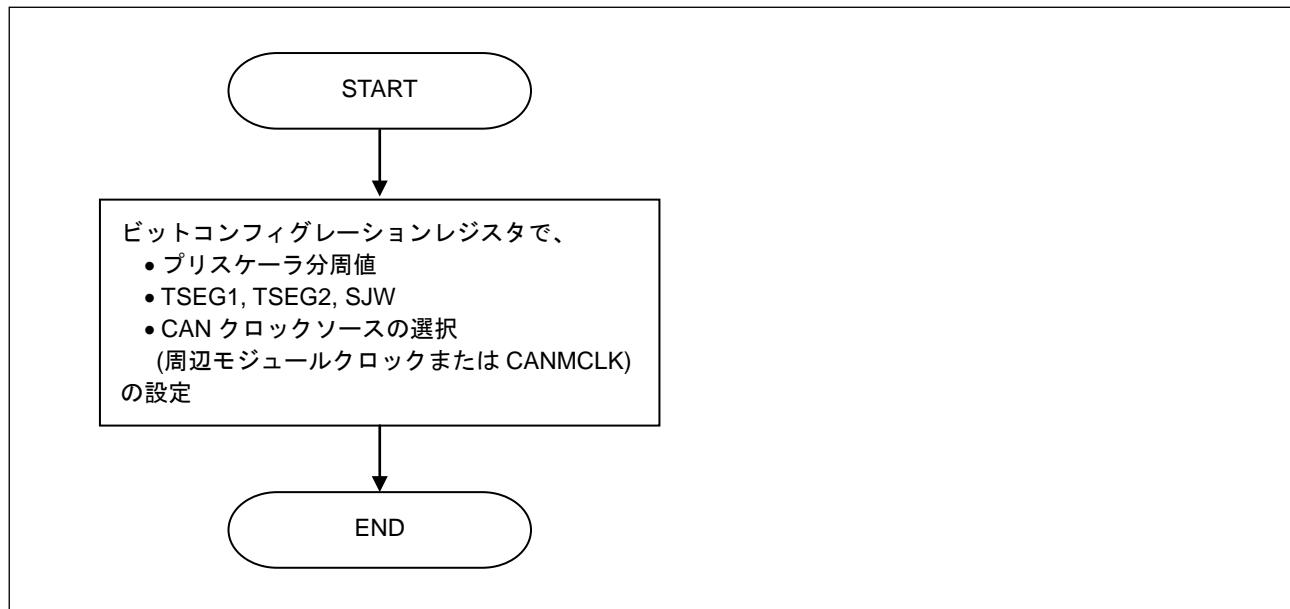


図 3. CAN ビットタイミングと転送速度の設定手順

2. 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(送受信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(送受信メールボックスモード選択ビット(MBM)=“1”)の場合は、3 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メッセージ制御レジスタ j (MCTLj)で設定します。

表 3にメッセージ制御レジスタ j (MCTLj)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. 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、または送信アボート中
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ボートされた場合、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: 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、メッセージ制御レジスタ j(MCTLj)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、メッセージ制御レジスタ j(MCTLj)を “00h”にして、さらに、アボート処理中でないことを確認してください。

2.1 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。

2.1.1 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。

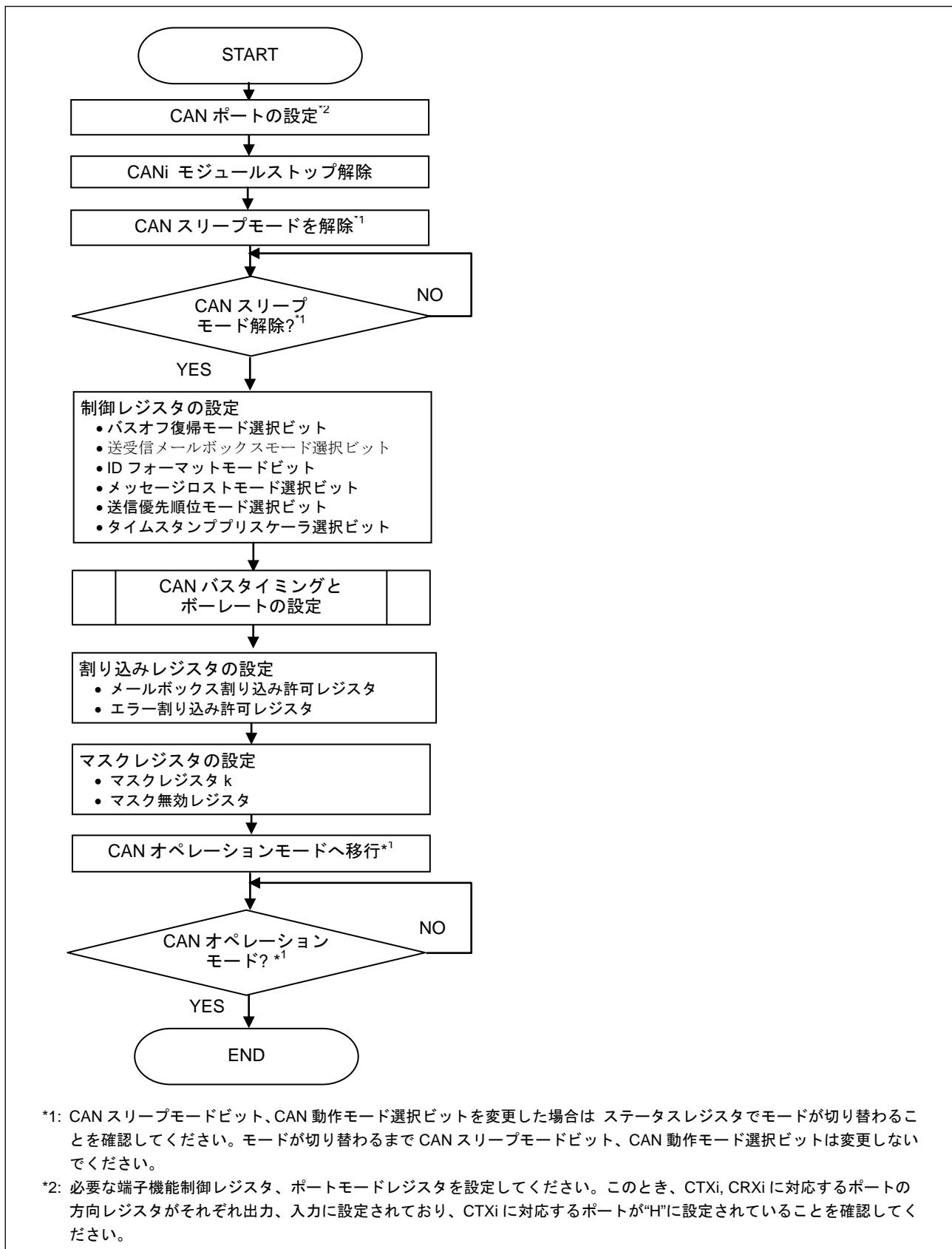


図 4. ハードウェアリセット後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.1.2 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。

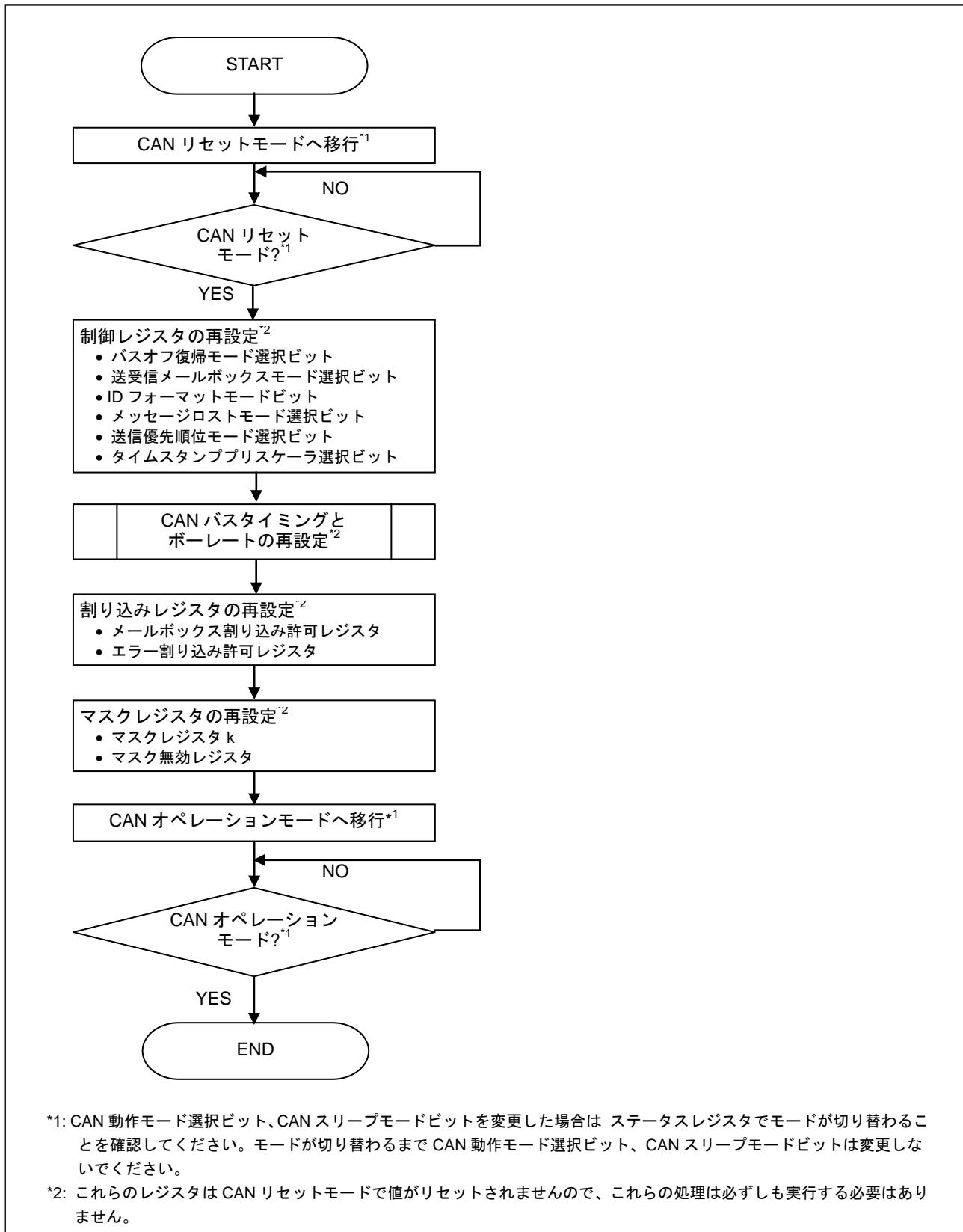


図 5. CAN リセットモードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.1.3 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。

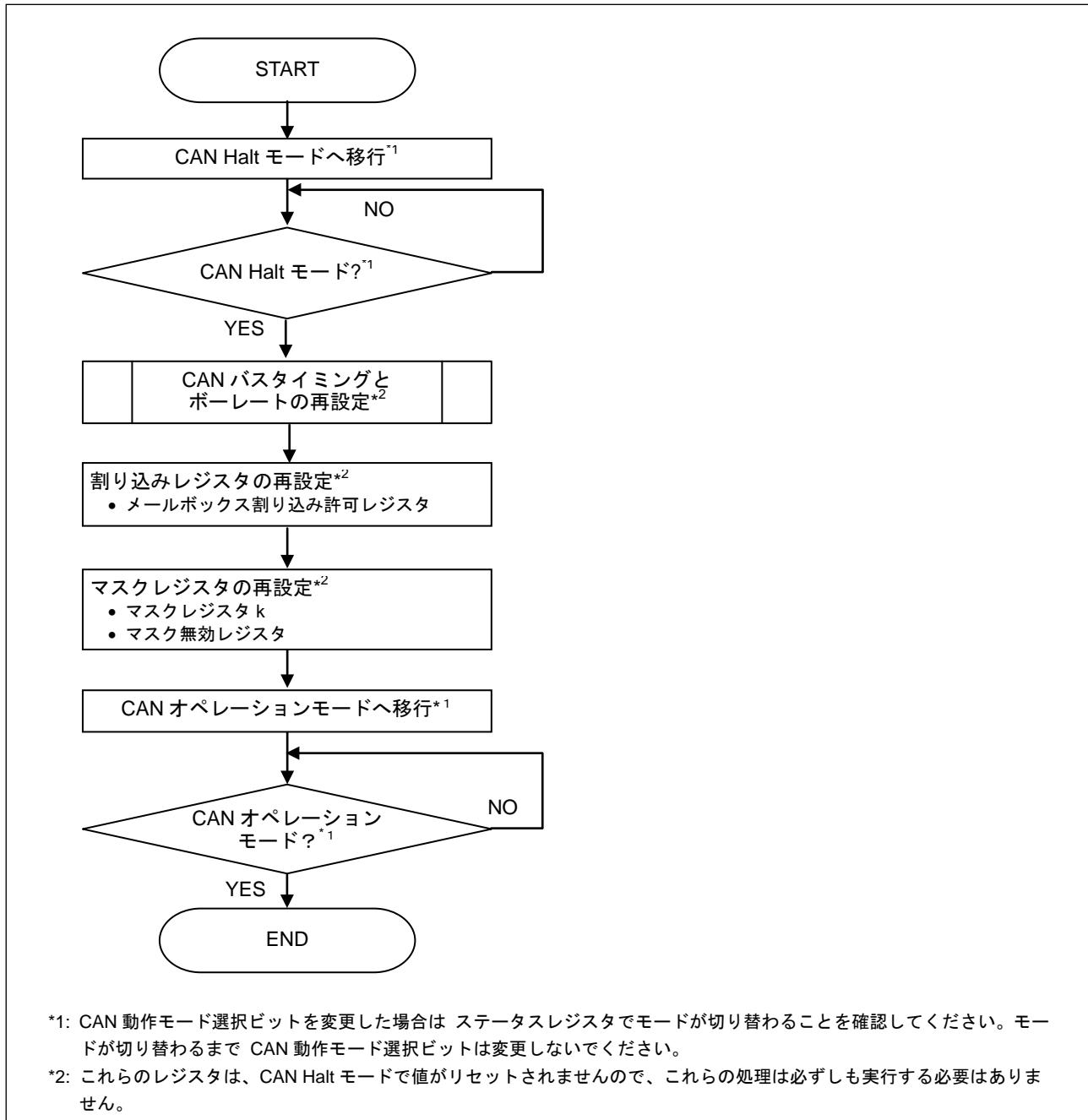


図 6. CAN Halt モードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.2 メッセージ送信

CAN モジュールには、CAN の 1 チャネルにつき 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。

2.2.1 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(メッセージ制御レジスタ j (MCTLj) =“00h”かつアポート処理中でない)ときに行ってください。

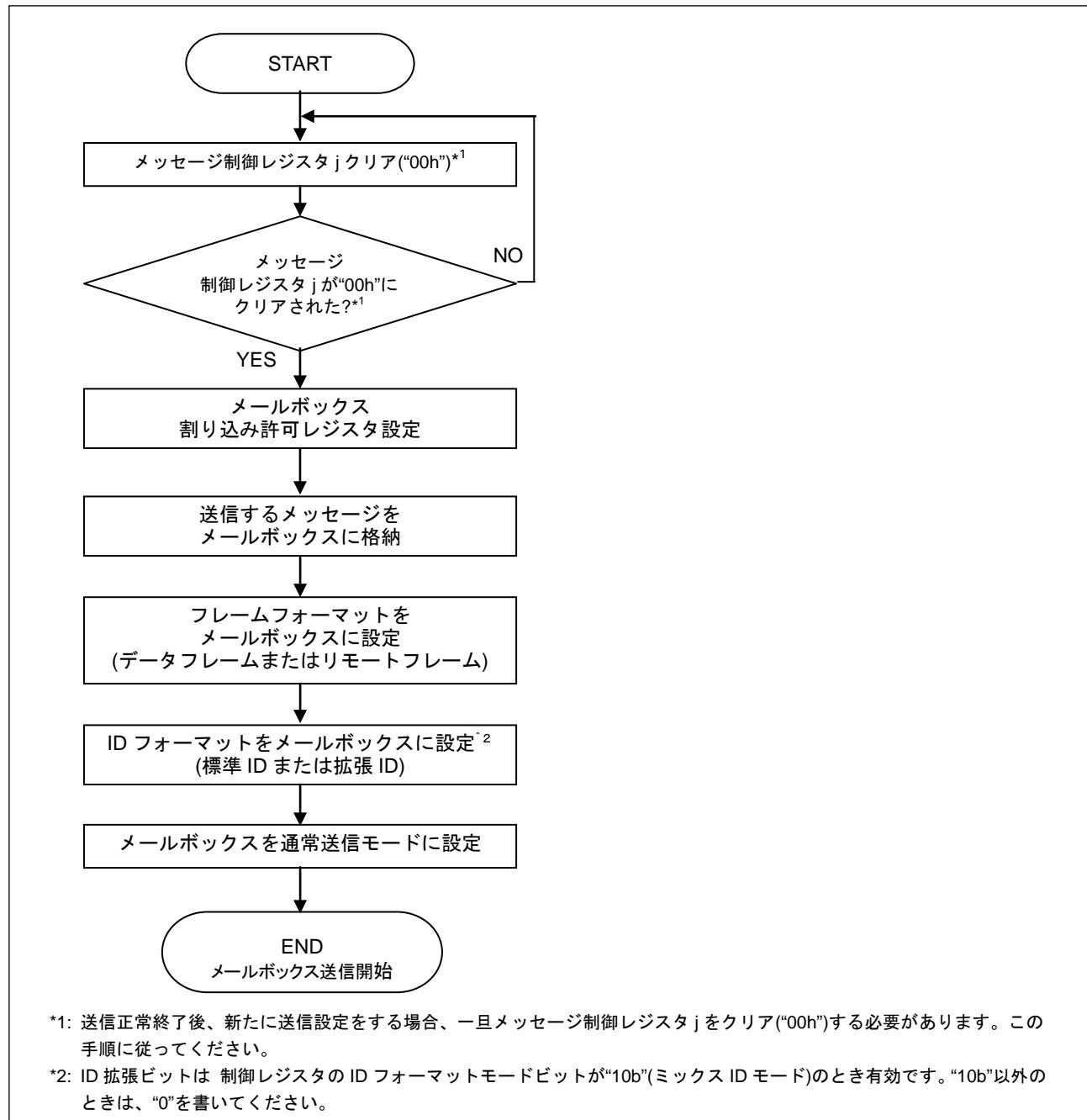


図 7. 通常送信要求手順

2.2.2 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、2.2.1項を参照ください。

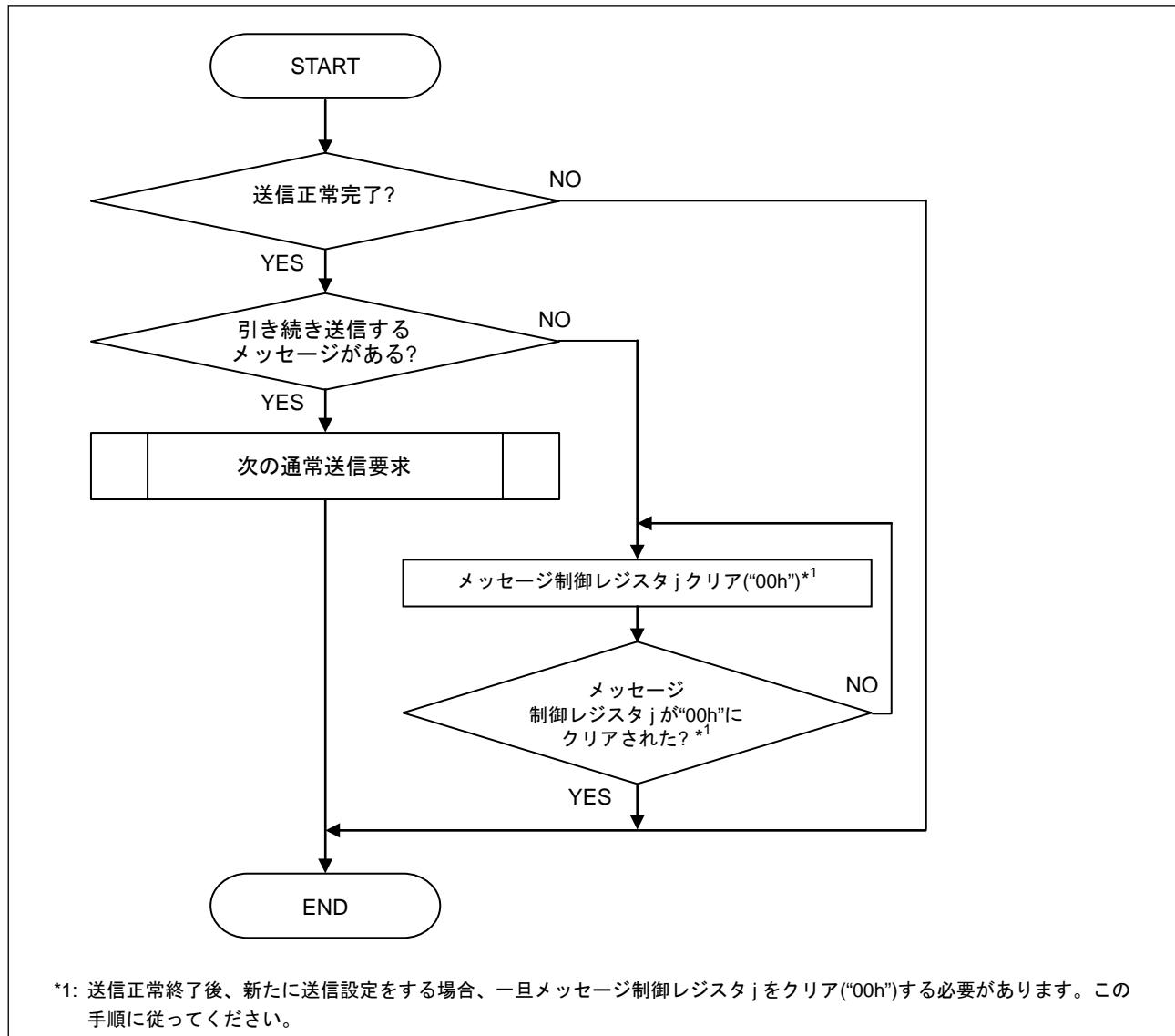


図 8. 通常送信完了手順

2.2.3 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(メッセージ制御レジスタ j (MCTLj)="00h"かつアポート処理中でない)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)または送信アポート完了フラグ(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。送信アポート完了フラグ(TRMABT)は、対応するメールボックスの送信中に、アビトリ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。

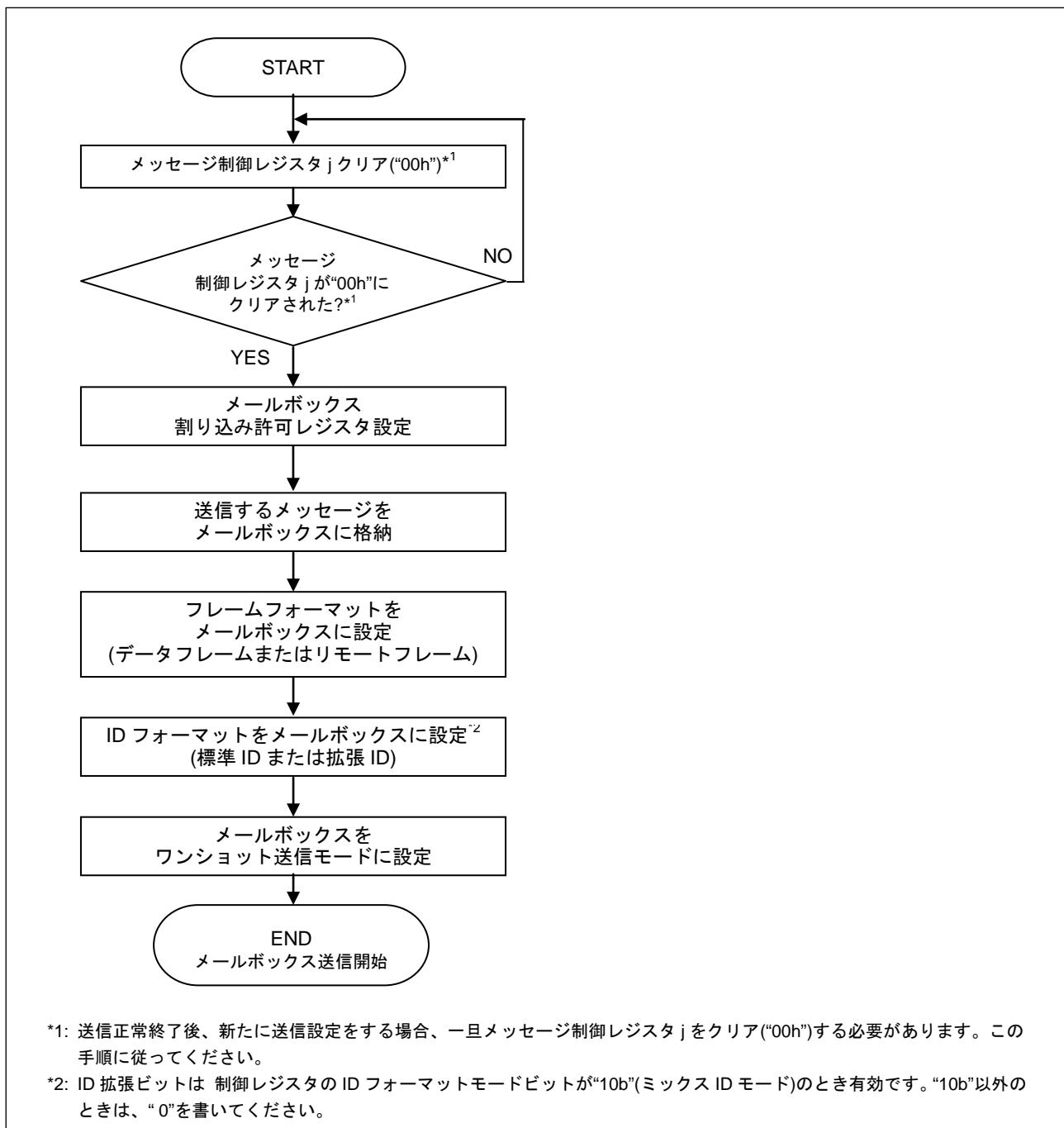


図 9. ワンショット送信要求手順

2.2.4 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、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ボックスから引き続きワンショット送信要求を行うときは、2.2.3項を参照ください。

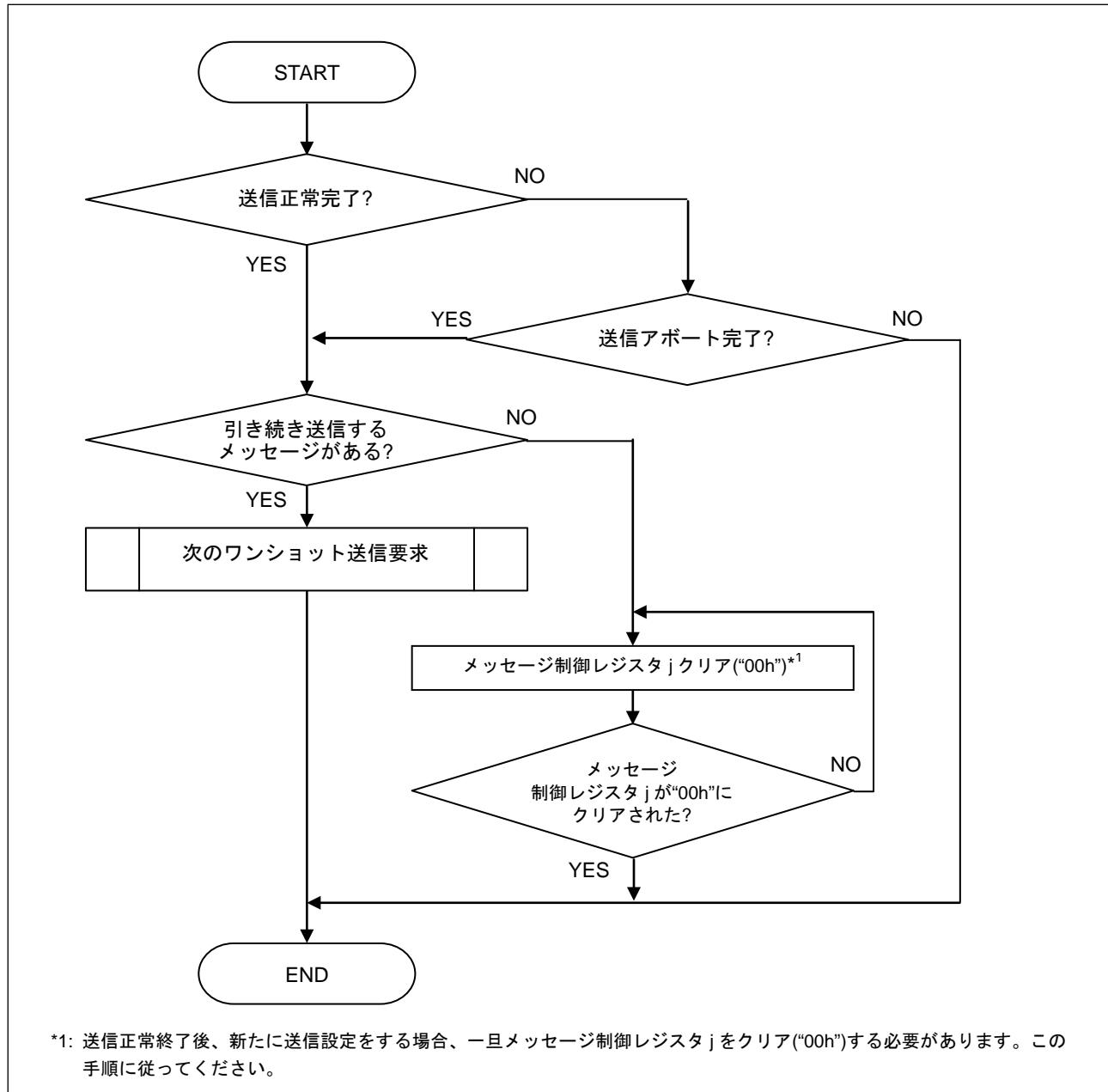


図 10. ワンショット送信完了手順

2.2.5 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。

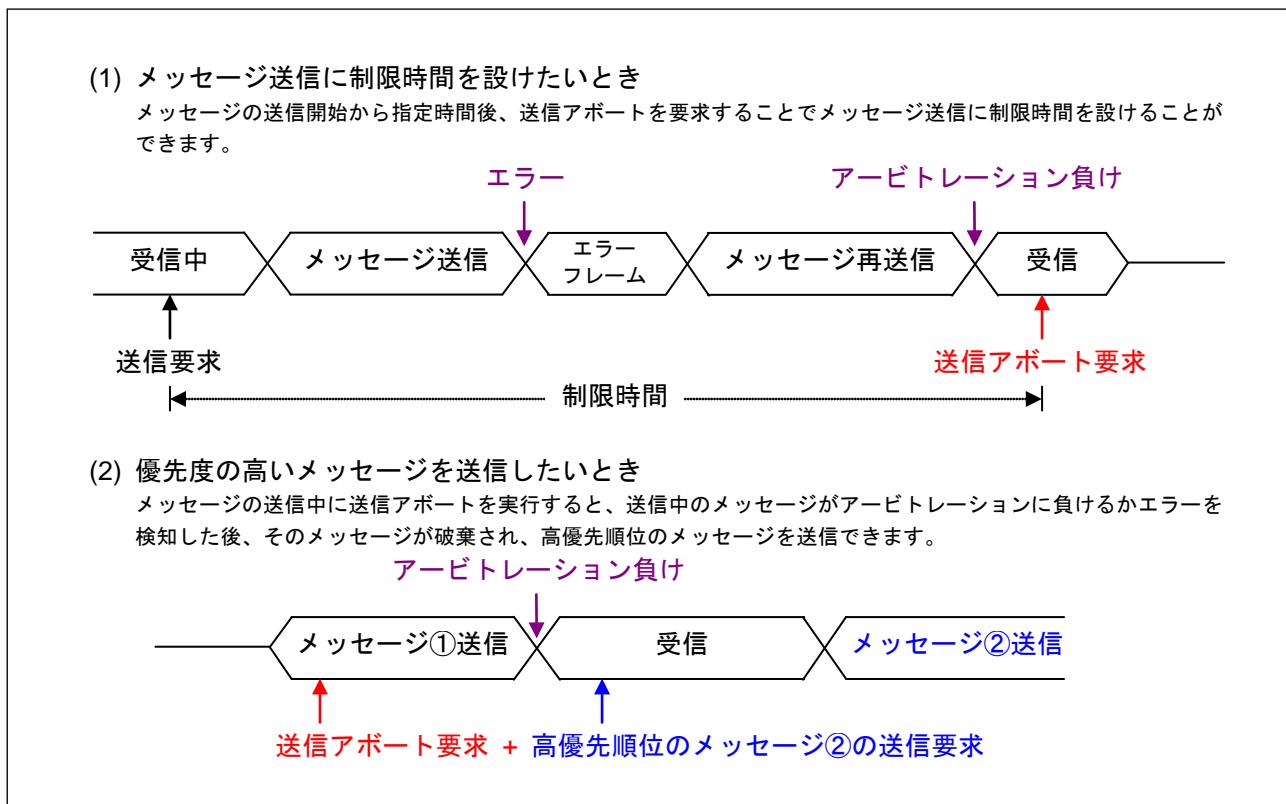


図 11. 送信アボート機能の応用例

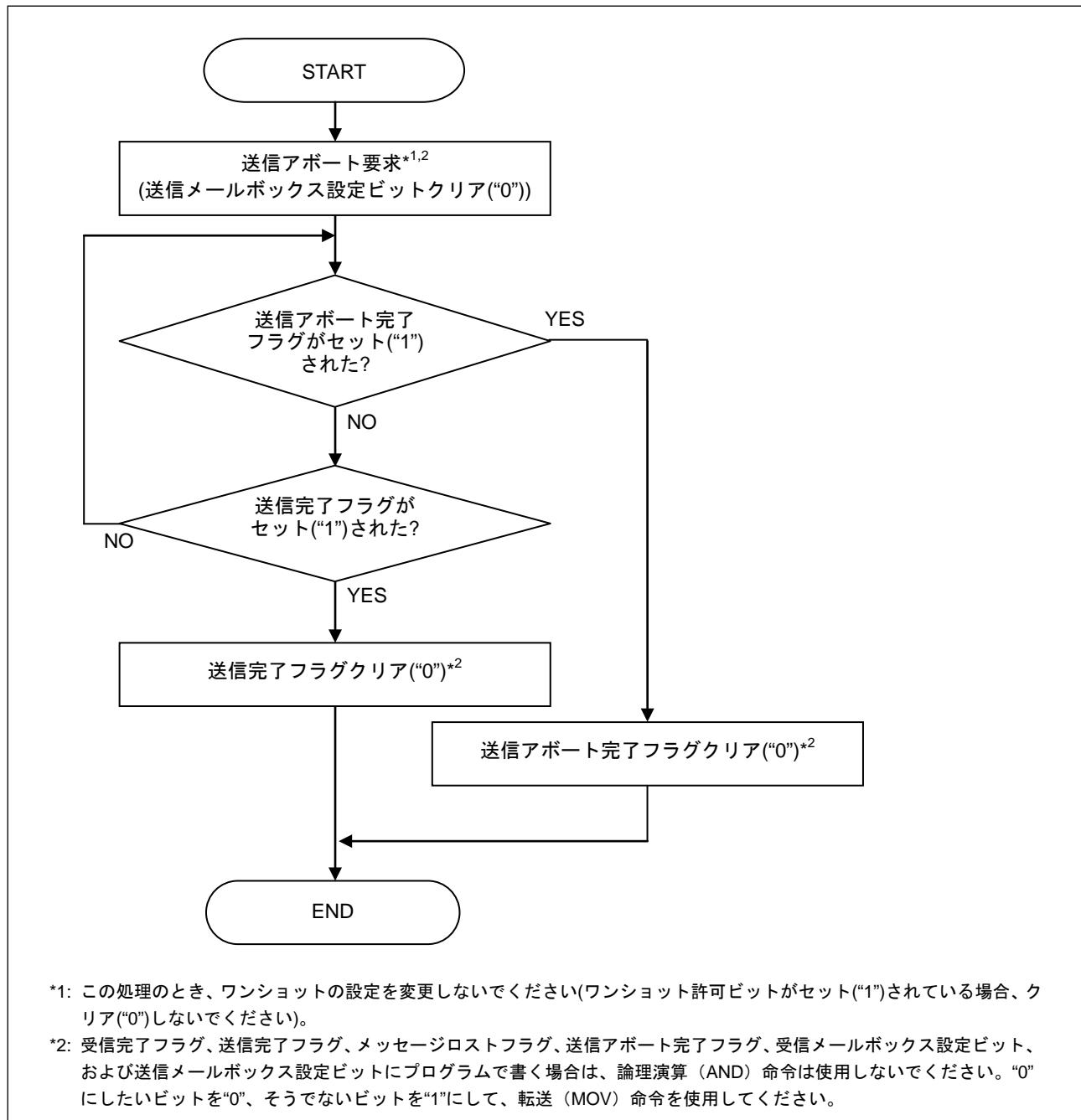


図 12. 送信アボート手順

2.3 メッセージ受信

CAN モジュールには、CAN の 1 チャネルにつき 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 7 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、オーバライトまたはオーバランが発生する可能性があります(オーバライト/オーバ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でいると、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。

2.3.1 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(メッセージ制御レジスタ j (MCTLj)="00h"かつアポート処理中でない)ときに行ってください。

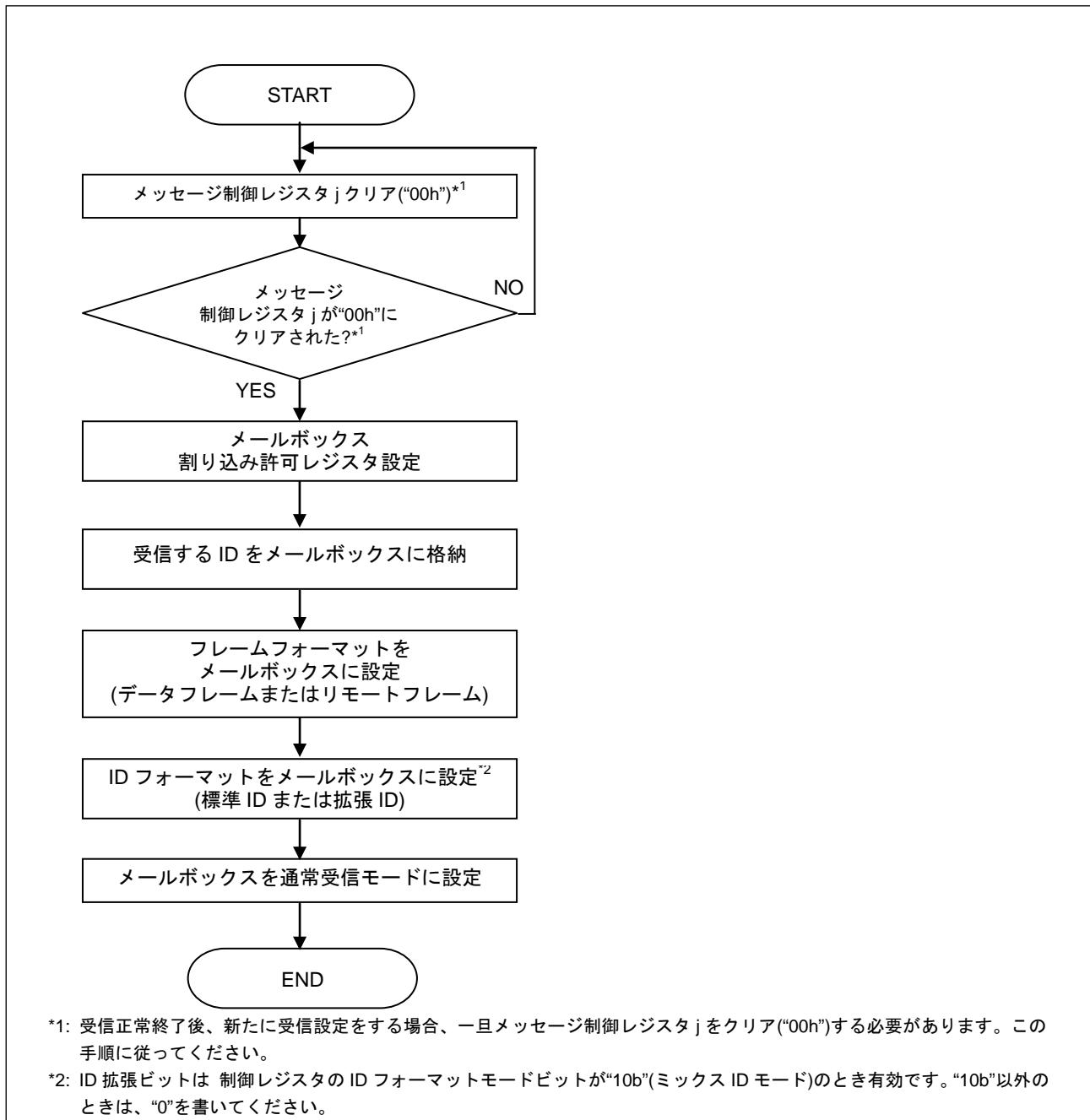


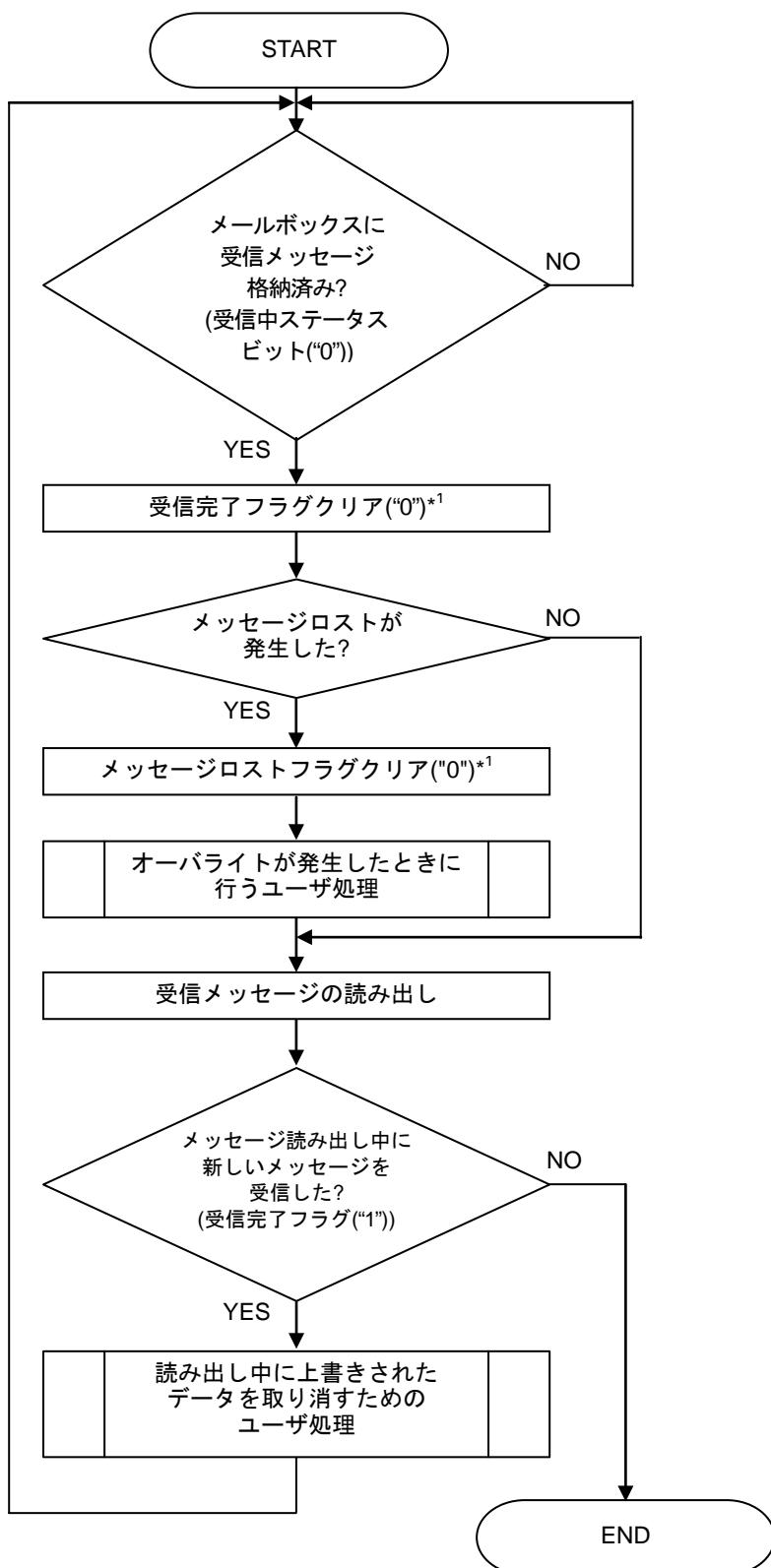
図 13. 通常受信要求手順

2.3.2 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”的状態で、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、4.1.1項を参照ください。



*1: 受信完了フラグ、送信完了フラグ、メッセージリストフラグ、送信アボート完了フラグ、受信メールボックス設定ビット、および送信メールボックス設定ビットにプログラムで書く場合は、論理演算（AND）命令は使用しないでください。“0”にしたいビットを“0”、そうでないビットを“1”にして、転送（MOV）命令を使用してください。

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(オーバライトモード)

2.3.3 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)

図 15に、オーバランモード(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、オーバラン割り込みが発生します(オーバ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、4.1.1項を参照ください。

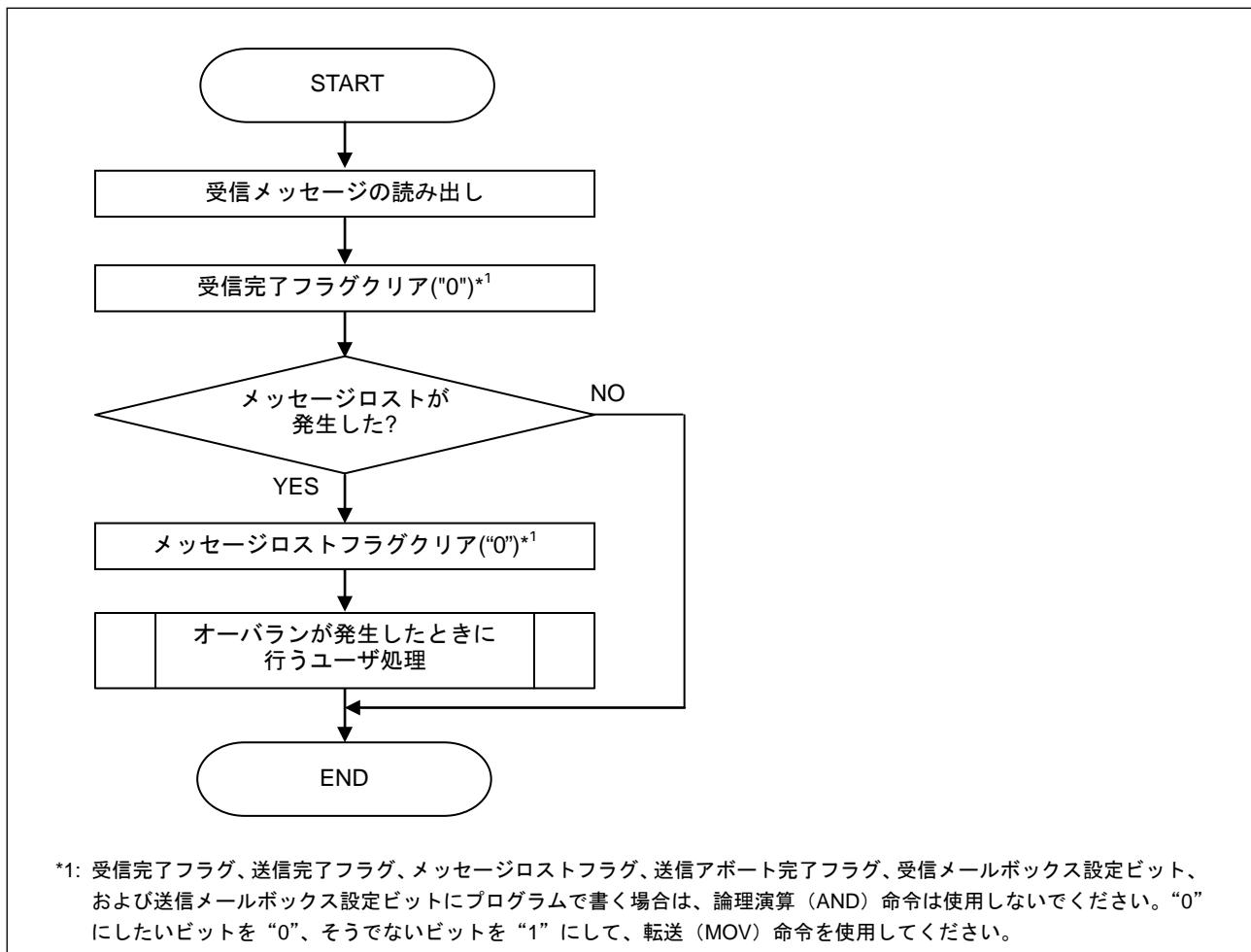


図 15. 通常受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順(オーバランモード)

2.3.4 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(メッセージ制御レジスタ j (MCTLj)="00h" かつ アポート処理中でない)ときに行ってください。

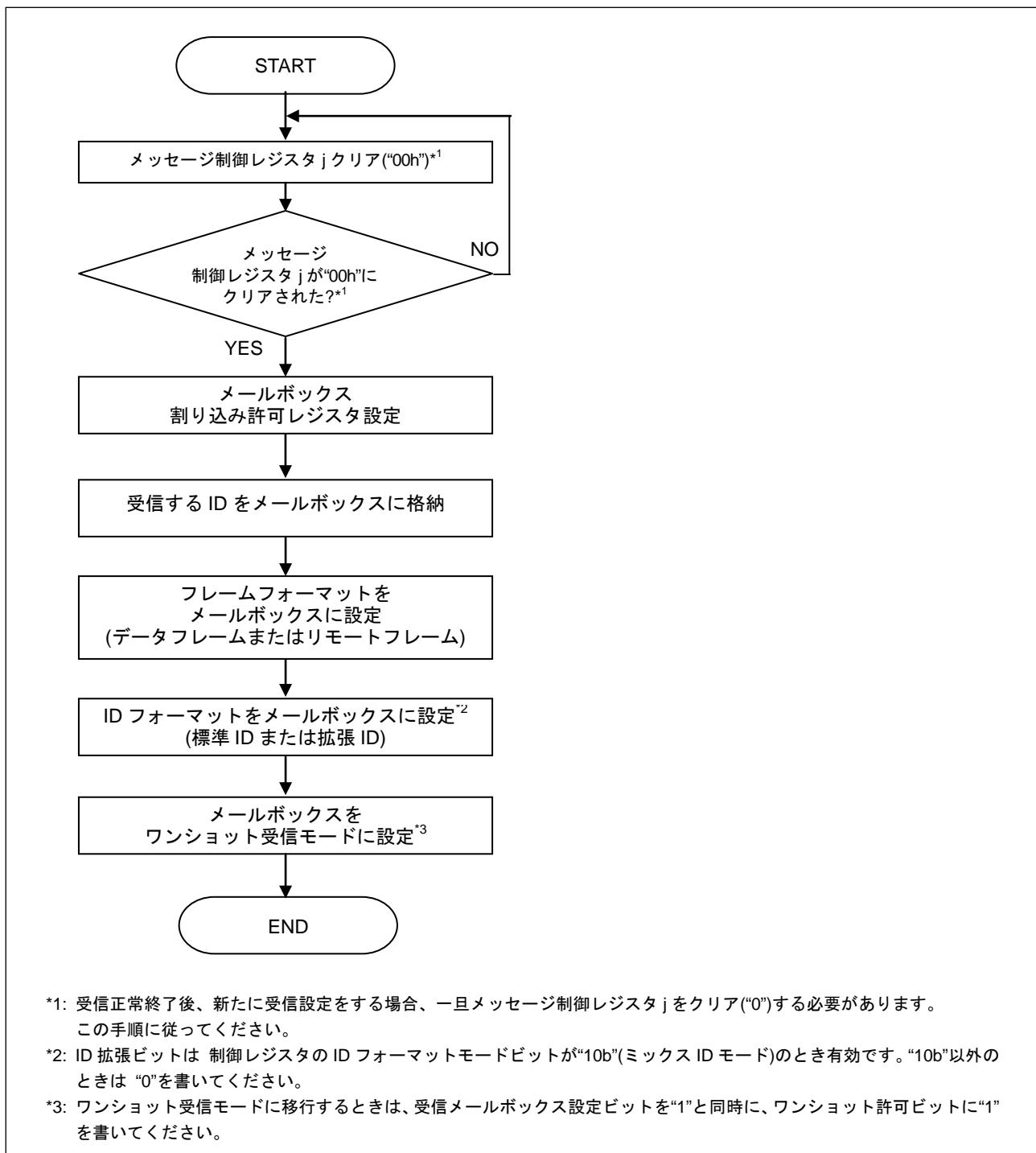


図 16. ワンショット受信要求手順

2.3.5 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リ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、4.1.1項を参照ください。

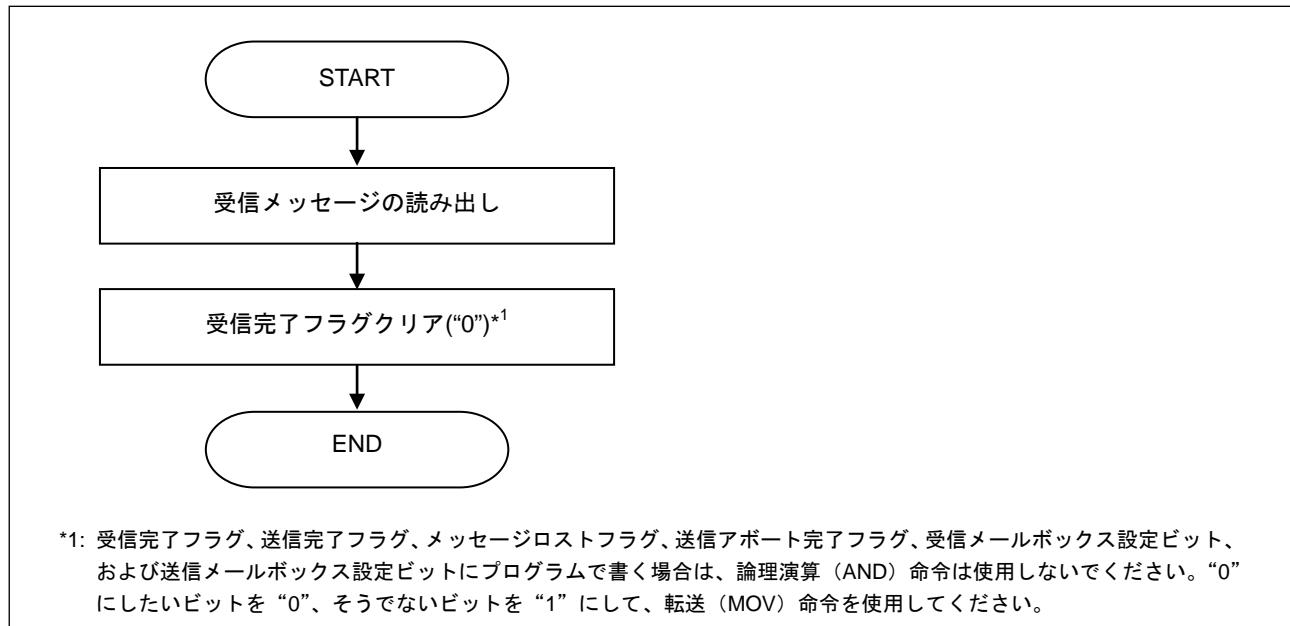


図 17. ワンショット受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順

2.3.6 受信アボート

受信アボートは、メッセージ制御レジスタ j(MCTLj)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。

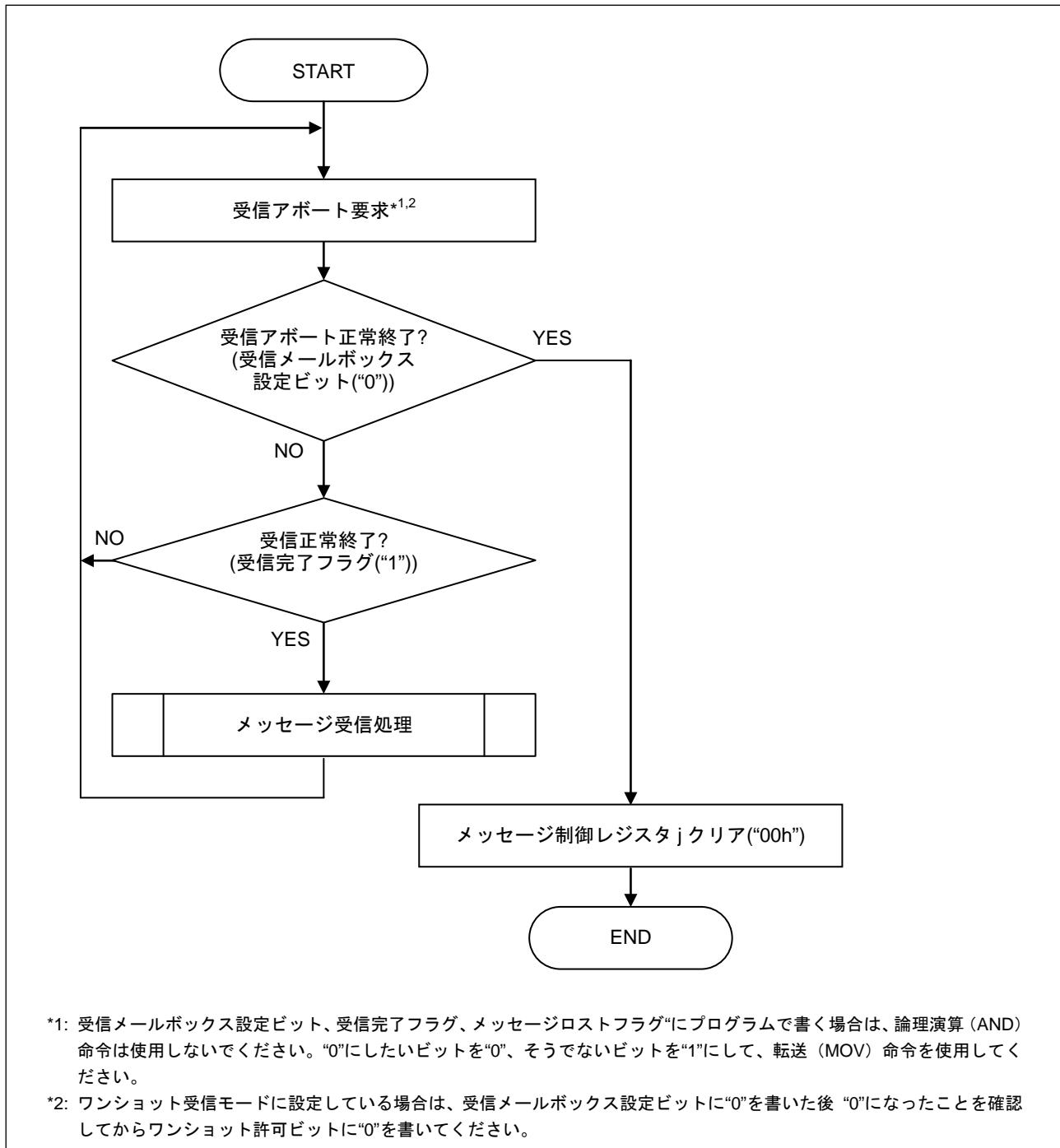


図 18. 受信アボート手順

3. メールボックスモード

CAN コンフィグレーション中に、制御レジスタ(CTLR)の送受信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。

3.1 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。

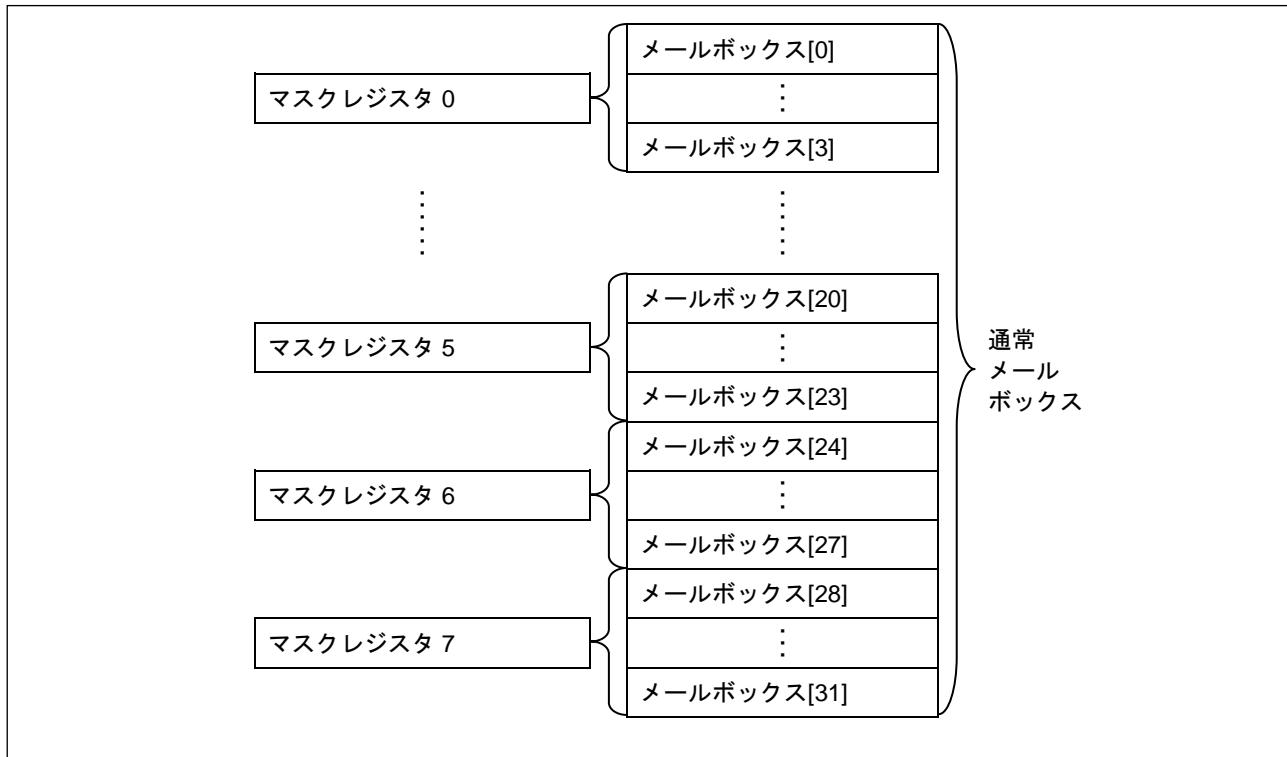


図 19. 通常メールボックスモードのメールボックス構造

3.2 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。

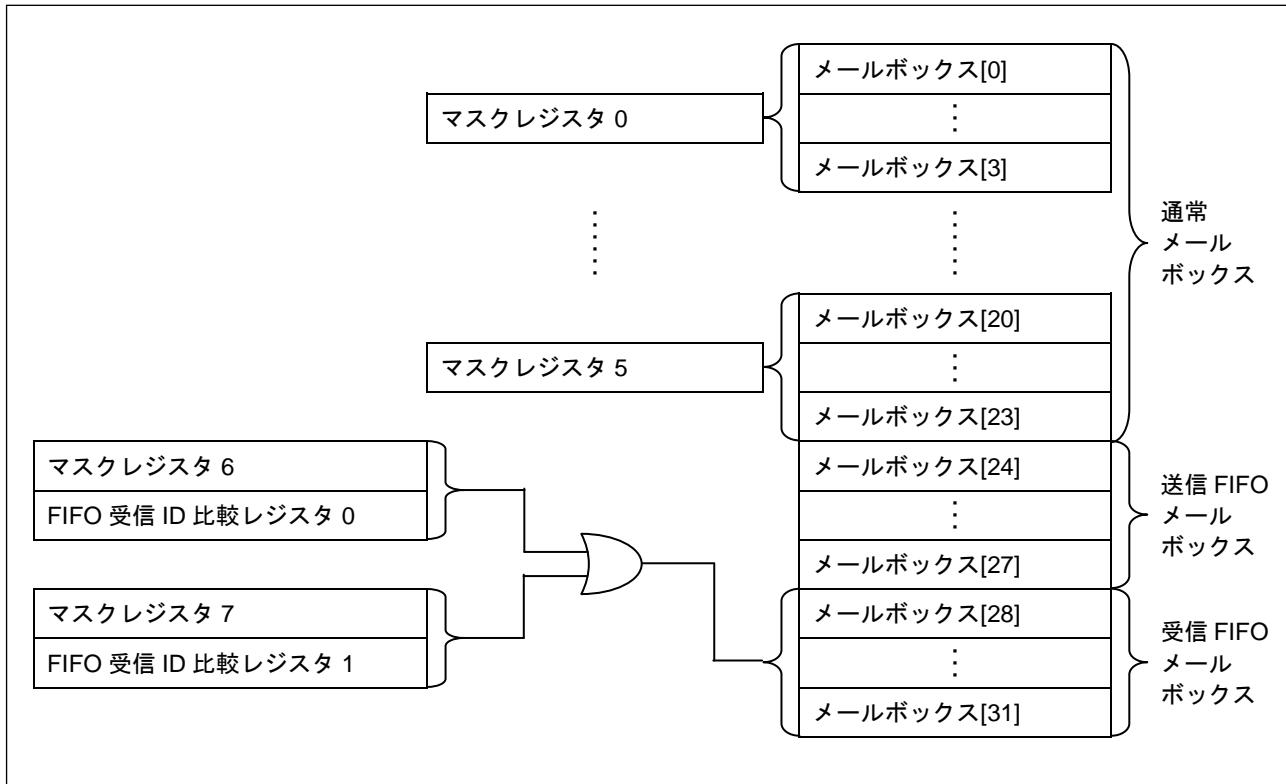


図 20. FIFO メールボックスモードのメールボックス構造

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、送信/受信 FIFO ポインタ制御レジスタ(TFPCR および RFPCR)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。

メールボックス割り込み許可レジスタ(MIER)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})

^{*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]の対応するメッセージ制御レジスタ j (MCTLj)は使用せず、代わりに送信 FIFO 制御レジスタ(TFCR)と受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)を使用してください。

送信 FIFO 制御レジスタ(TFCR)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、送信 FIFO 制御レジスタ(TFCR)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、送信 FIFO 制御レジスタ(TFCR)の送信 FIFO フルステータスビット(TFFST)がセット(“1”)されます。

受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)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、受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)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、受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)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、受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)の受信 FIFO フルステータスフラグ(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、受信 FIFO 制御レジスタ(RFCR)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、制御レジスタ(CTLR)のメッセージロストモード選択ビット(MLM)がオーバ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す)。

FIFO メールボックスモードでは、2 つのマスクレジスタ MKR6 と MKR7 と 2 つの FIFO 受信 ID 比較レジスタ FIDCR0 と FIDCR1 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。

3.2.1 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。

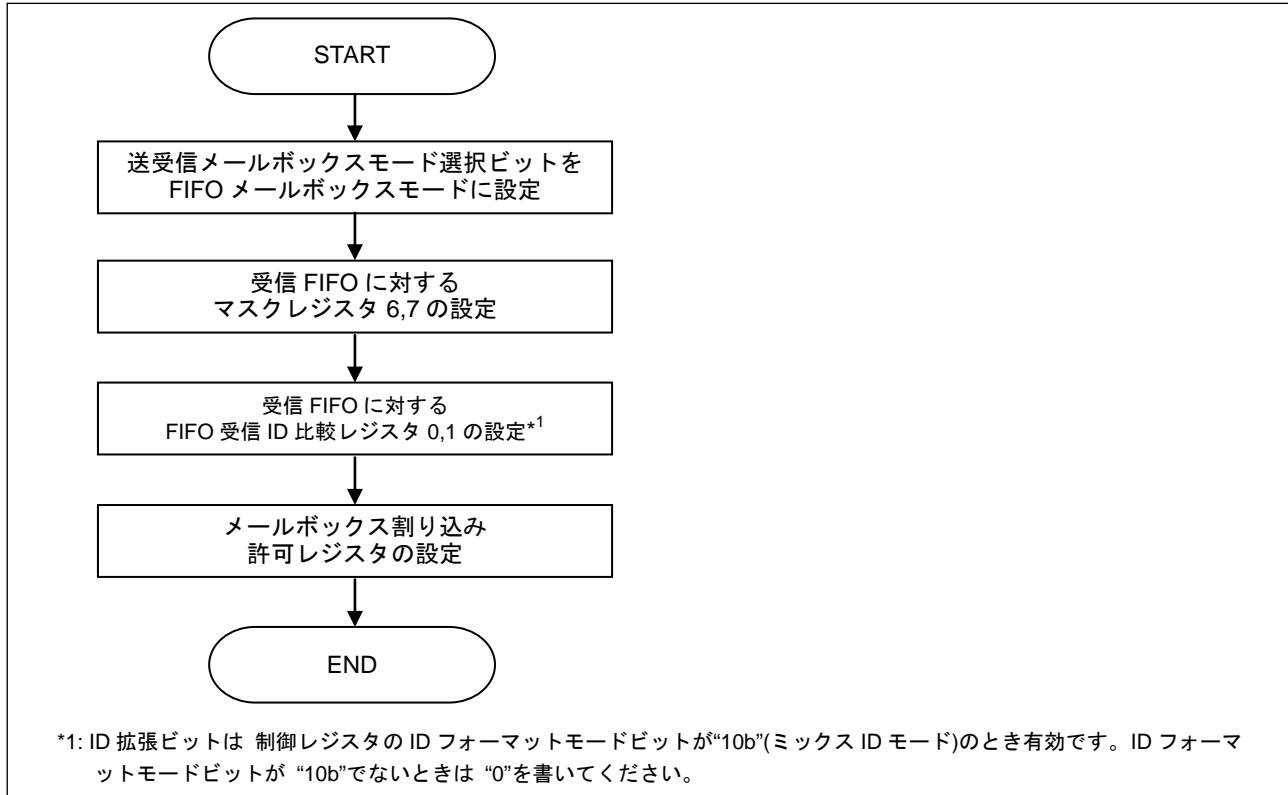


図 21. CAN コンフィグレーションの FIFO メールボックスモード設定手順

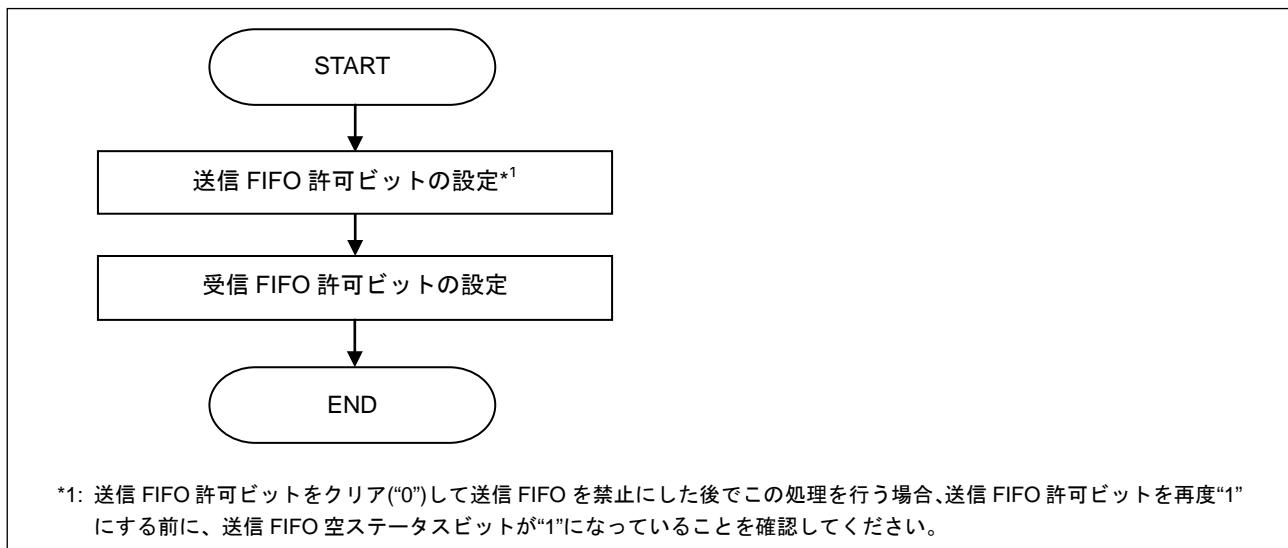


図 22. CAN オペレーションモードの FIFO メールボックスモード設定手順

3.2.2 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。

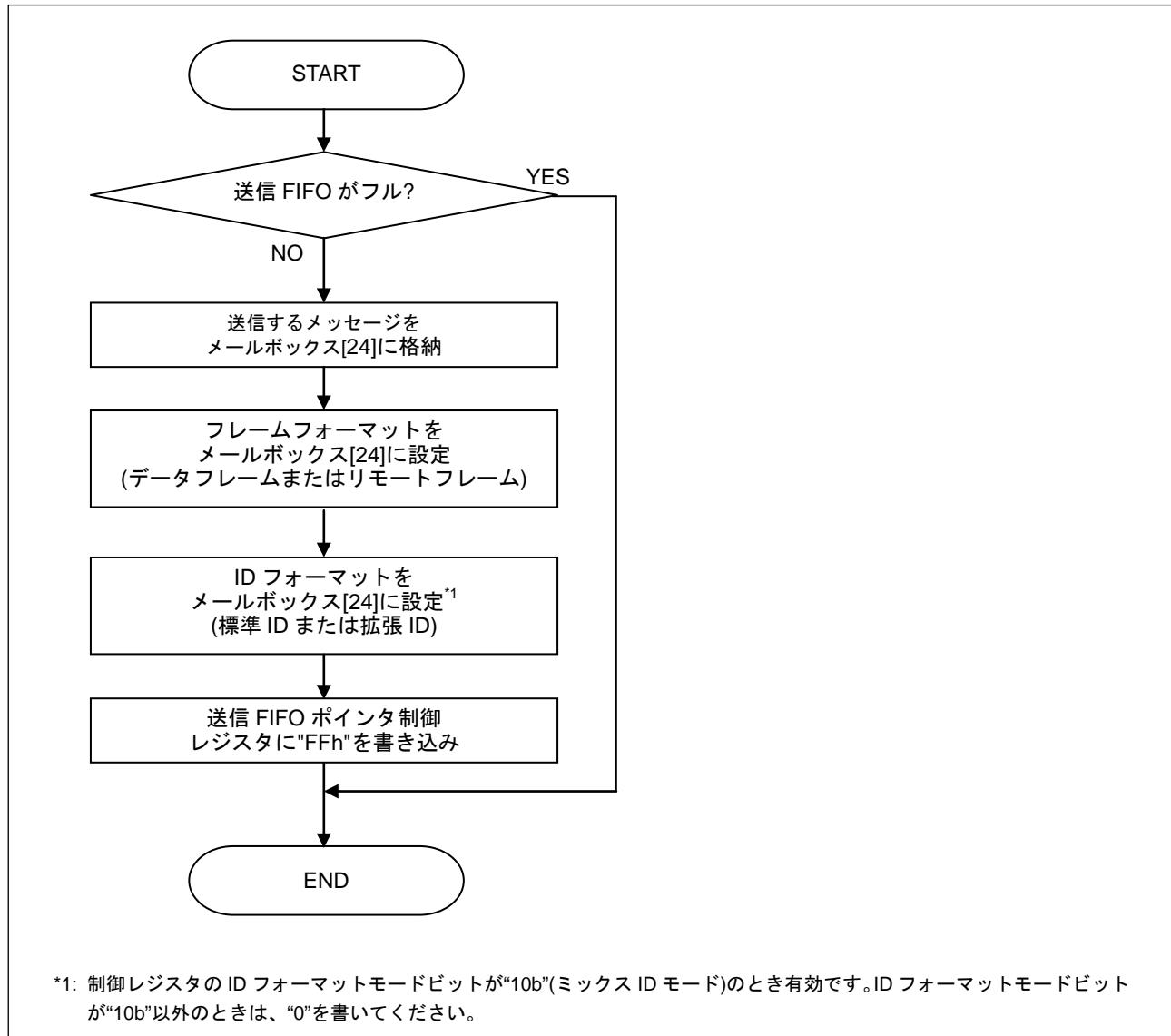


図 23. FIFO メールボックスモードでの送信処理手順

FIFO からの送信をアボートする手順は、2.2.5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。

3.2.3 FIFO受信(オーバライトモード)

図 24にオーバ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。

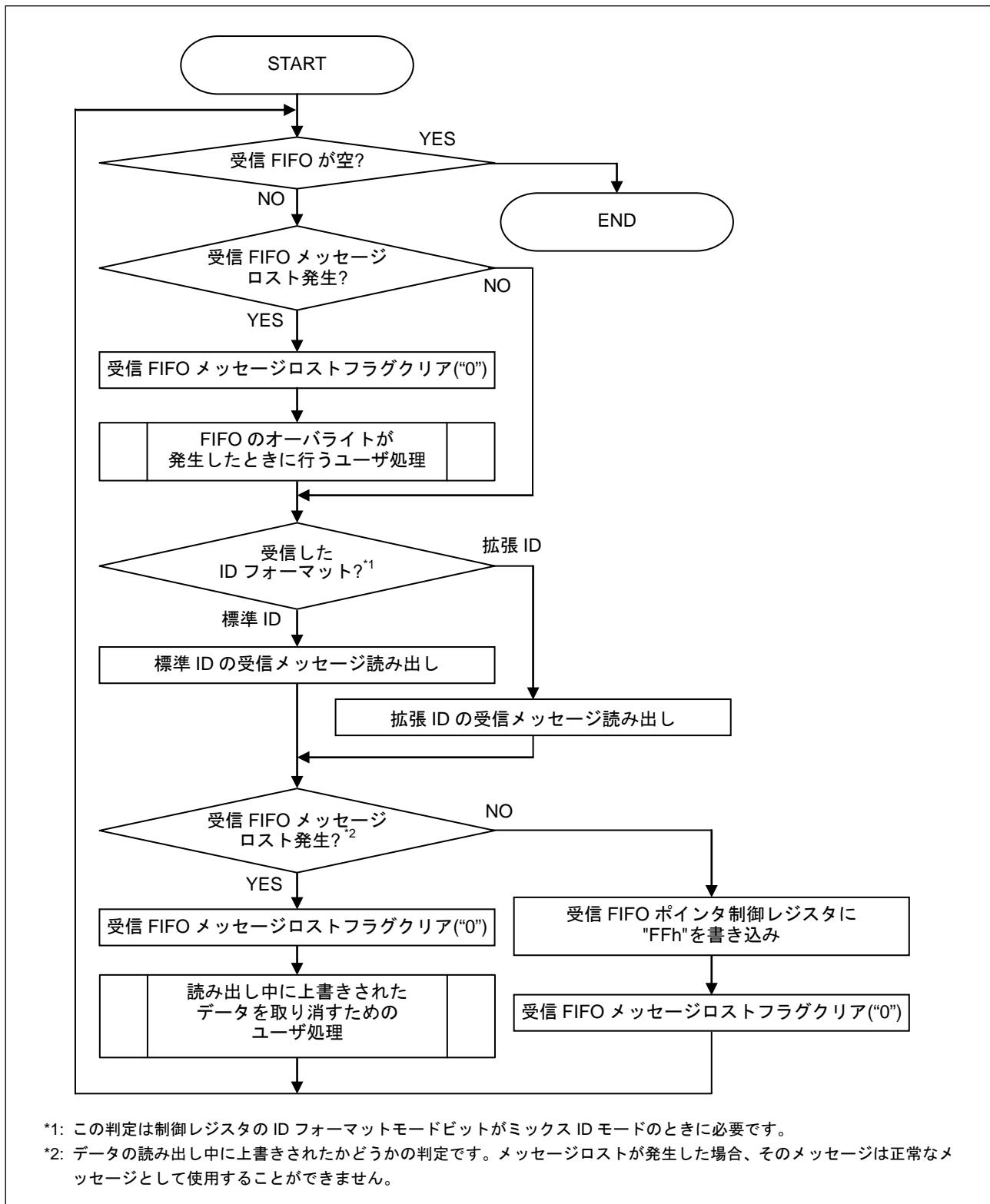


図 24. FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバライトモード)

3.2.4 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。

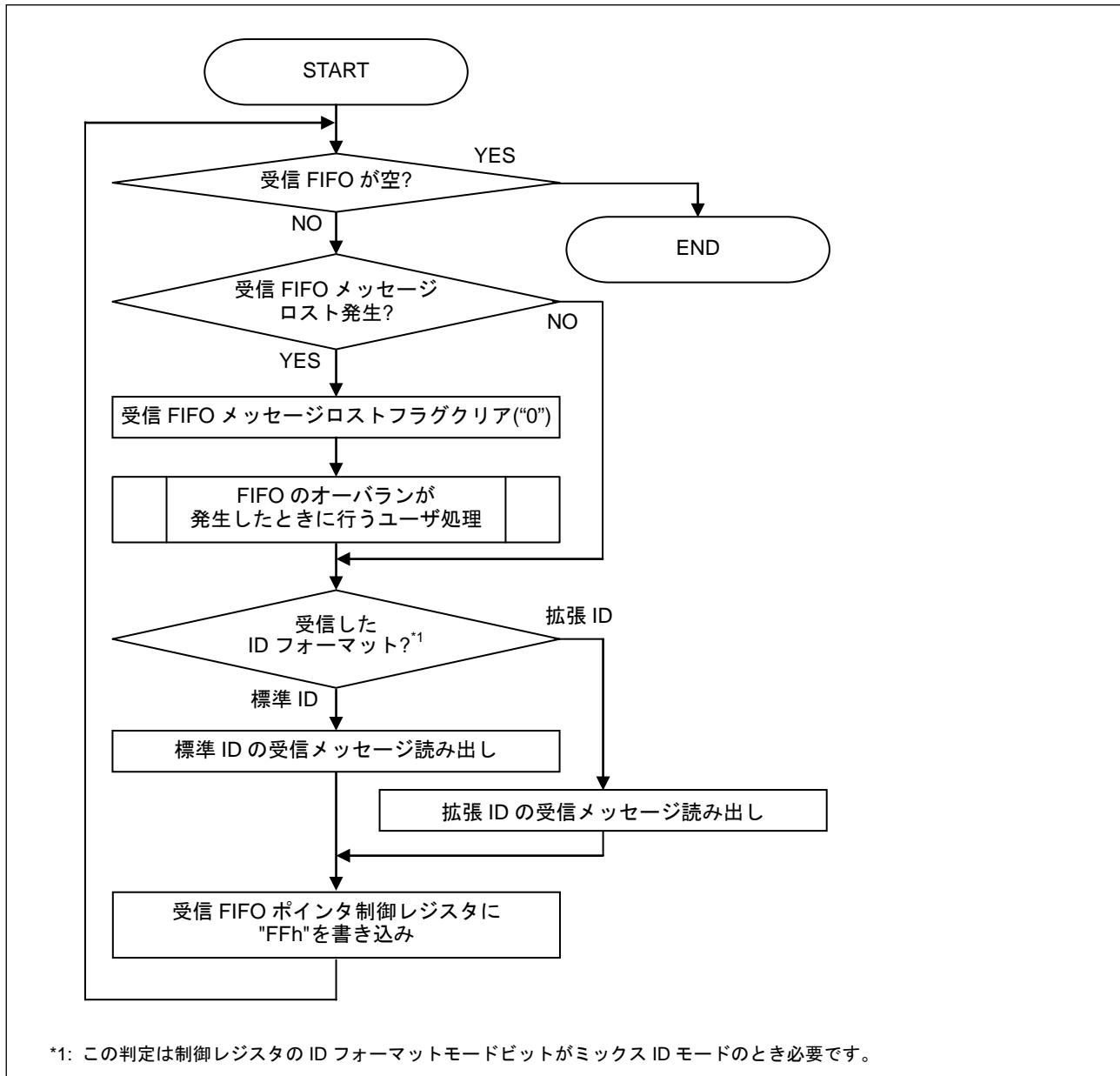


図 25. FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバランモード)

4. 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ステータスレジスタ(STR)の確認を推奨します。

図 26にステータスレジスタ確認例(ポーリング時)例を示します。

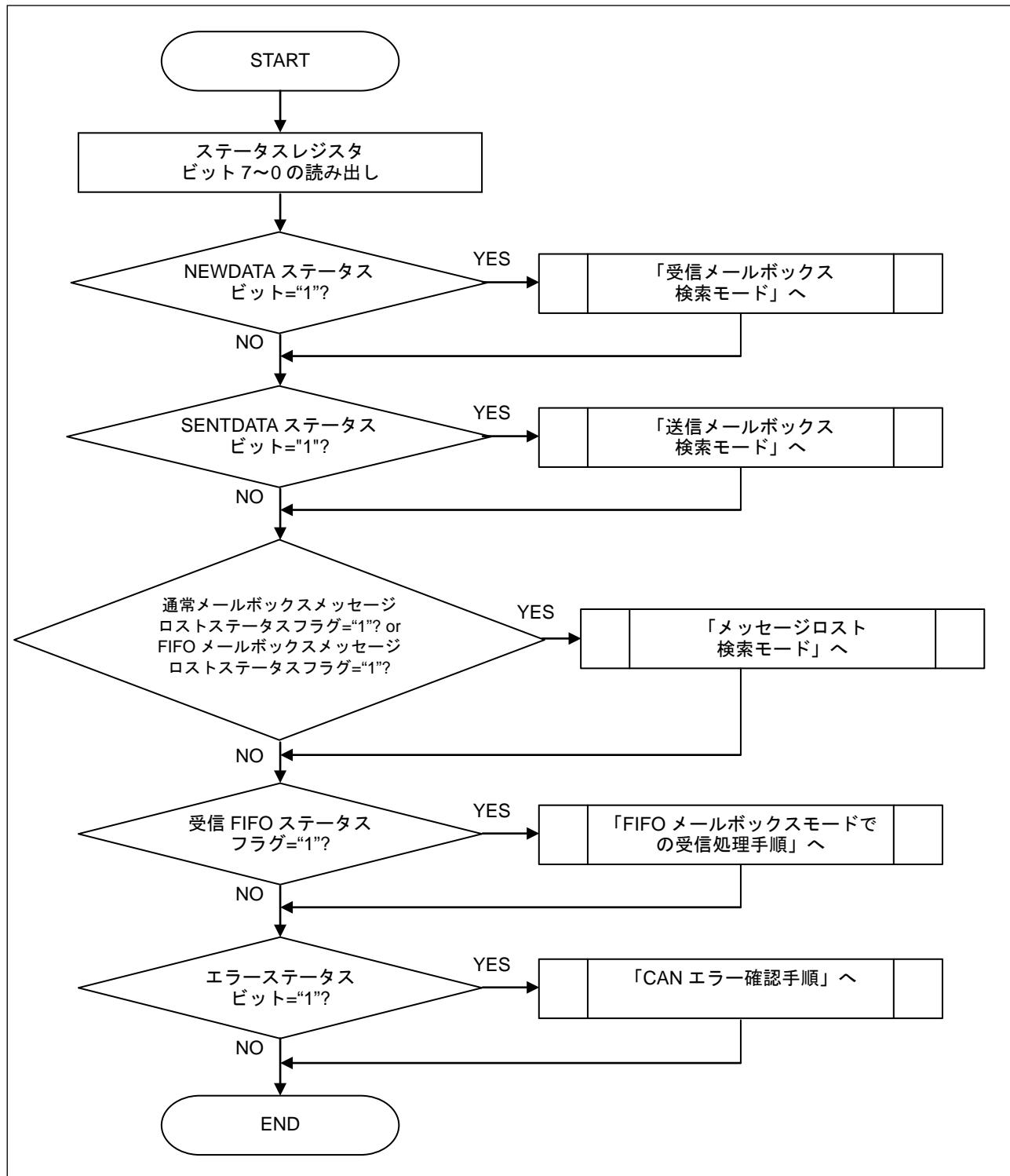


図 26. ステータスレジスタ確認例(ポーリング時)

4.1 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 (MSMR)		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	メッセージリスト検索モード (メッセージリストフラグの検索)
1	1	チャネル検索モード

4.1.1 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メールボックスサーチステータスレジスタ(MSSR)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す。

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、検索結果空ステータスビット(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 を読み出せます。

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、2.3.2、2.3.3、2.3.5、3.2.3または3.2.4項を参照ください。

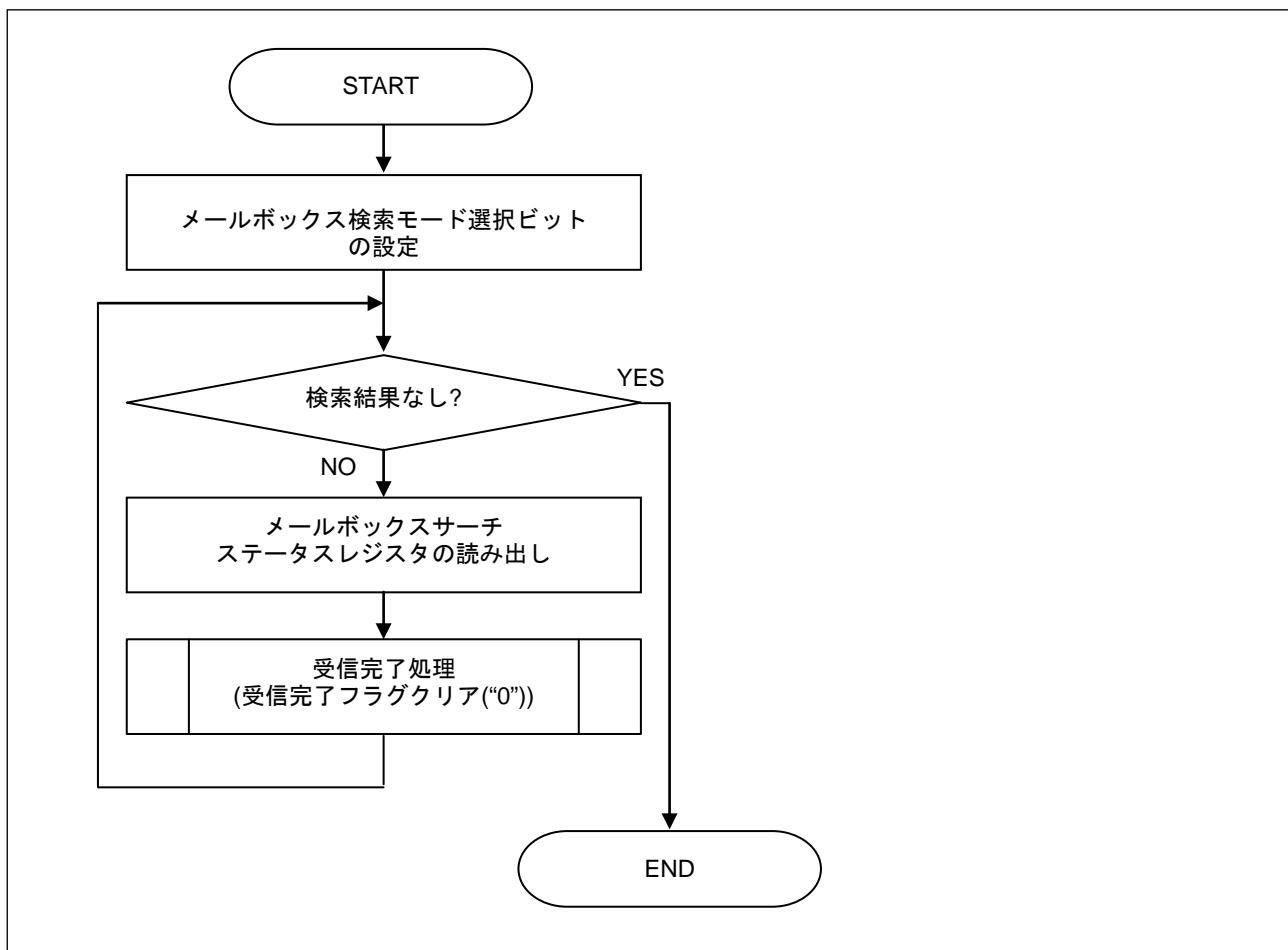


図 27. 受信メールボックス検索手順

4.1.2 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。検索結果をメールボックスサーチステータスレジスタ(MSSR)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、検索結果空ステータスビット(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、2.2.1項を参照ください。

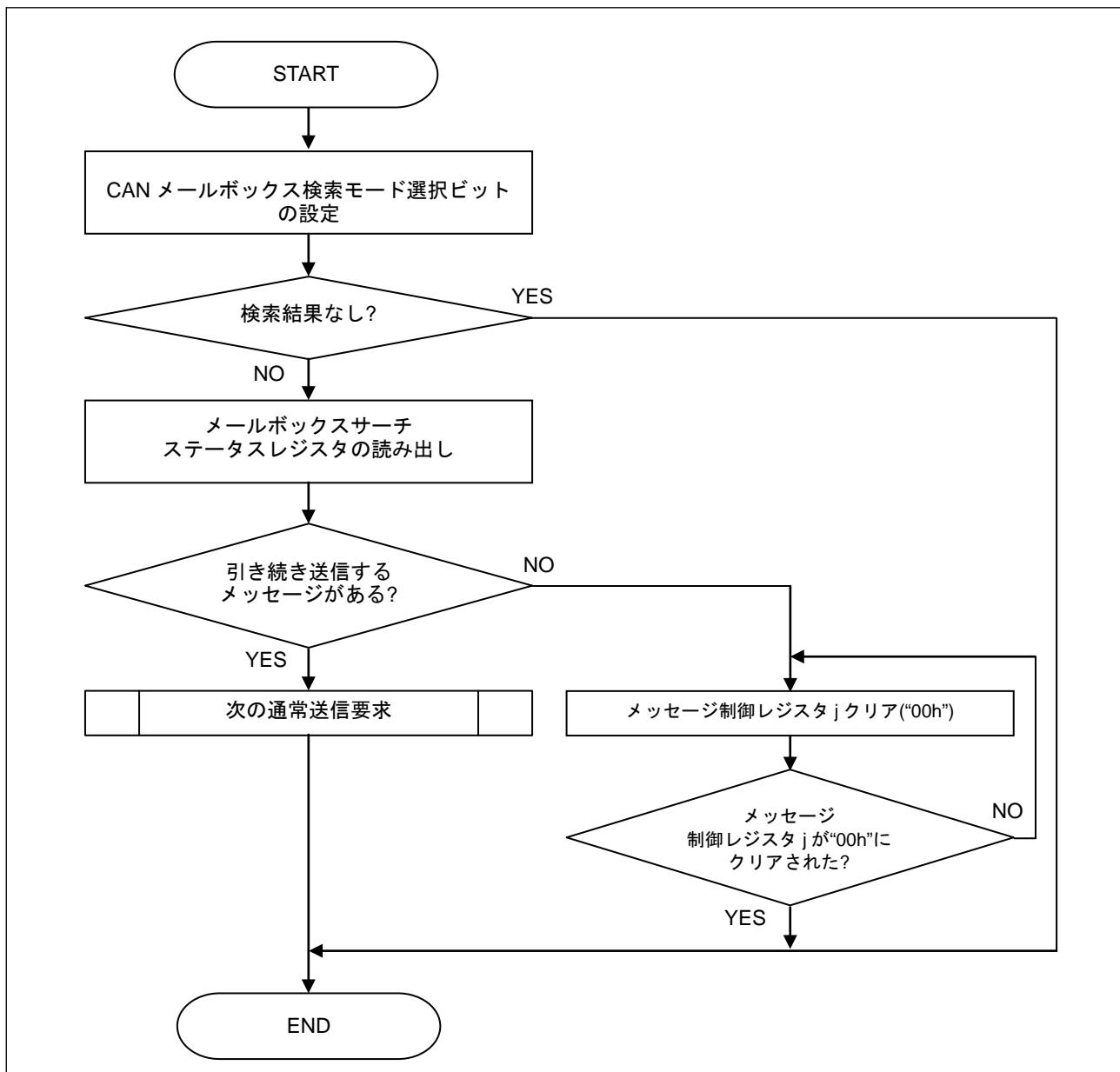


図 28. 送信メールボックス検索手順

4.1.3 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。検索結果をメールボックスサーチステータスレジスタ(MSSR)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、検索結果空ステータスビット(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。

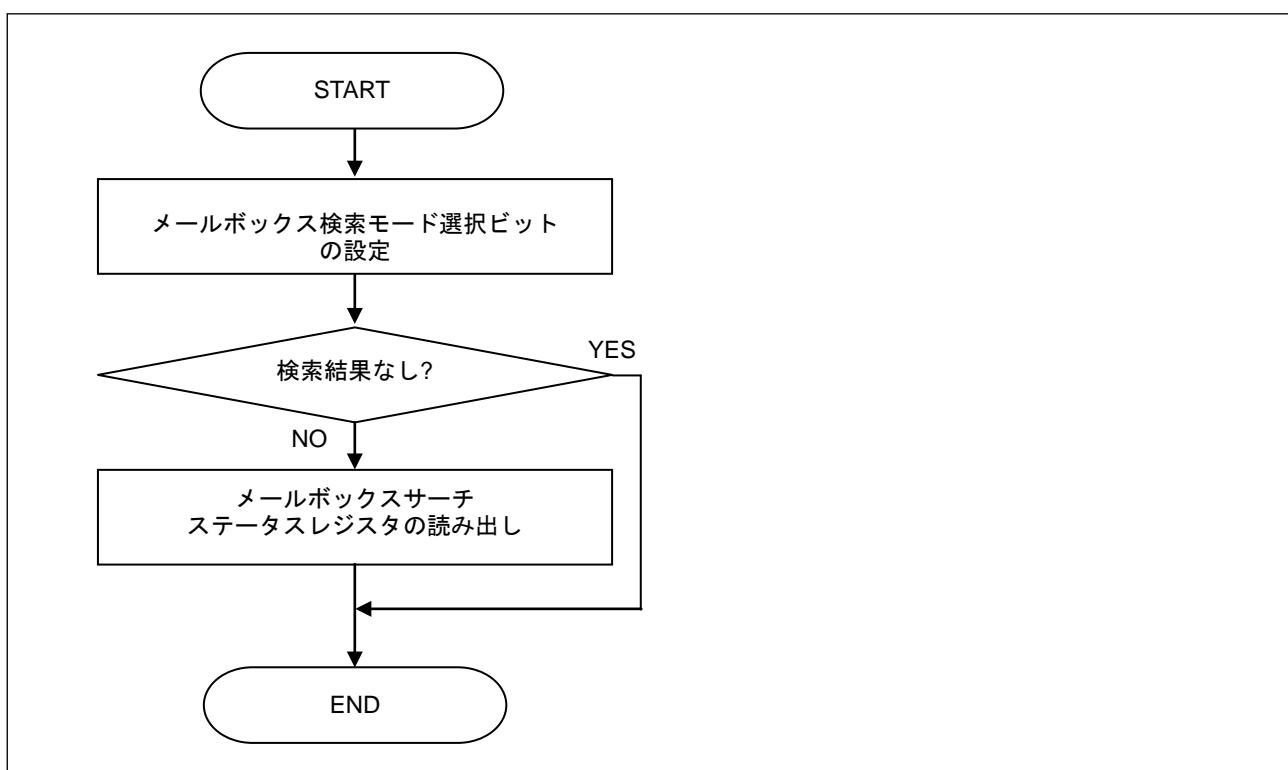


図 29. メッセージロスト検索手順

4.1.4 チャネル検索モード

チャ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、メールボックス番号は検索されません。

このモードを使用するには、メールボックス検索モードビット(MBSM)を“11b”に設定してください。

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

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

図 30 と図 31 にチャネル検索の使用手順を示します。

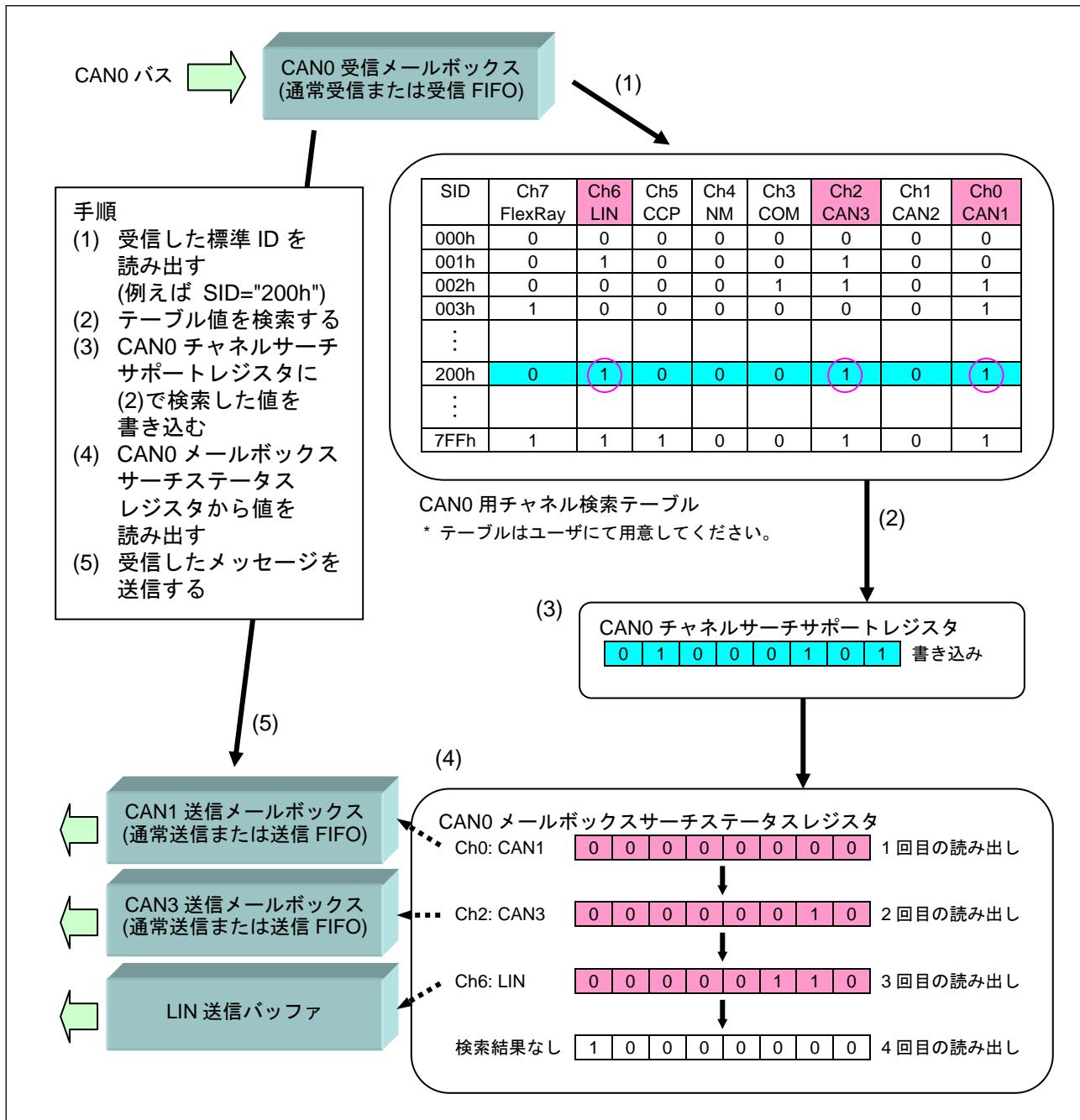


図 30. チャネル検索モードの概略(CAN0 の場合)。

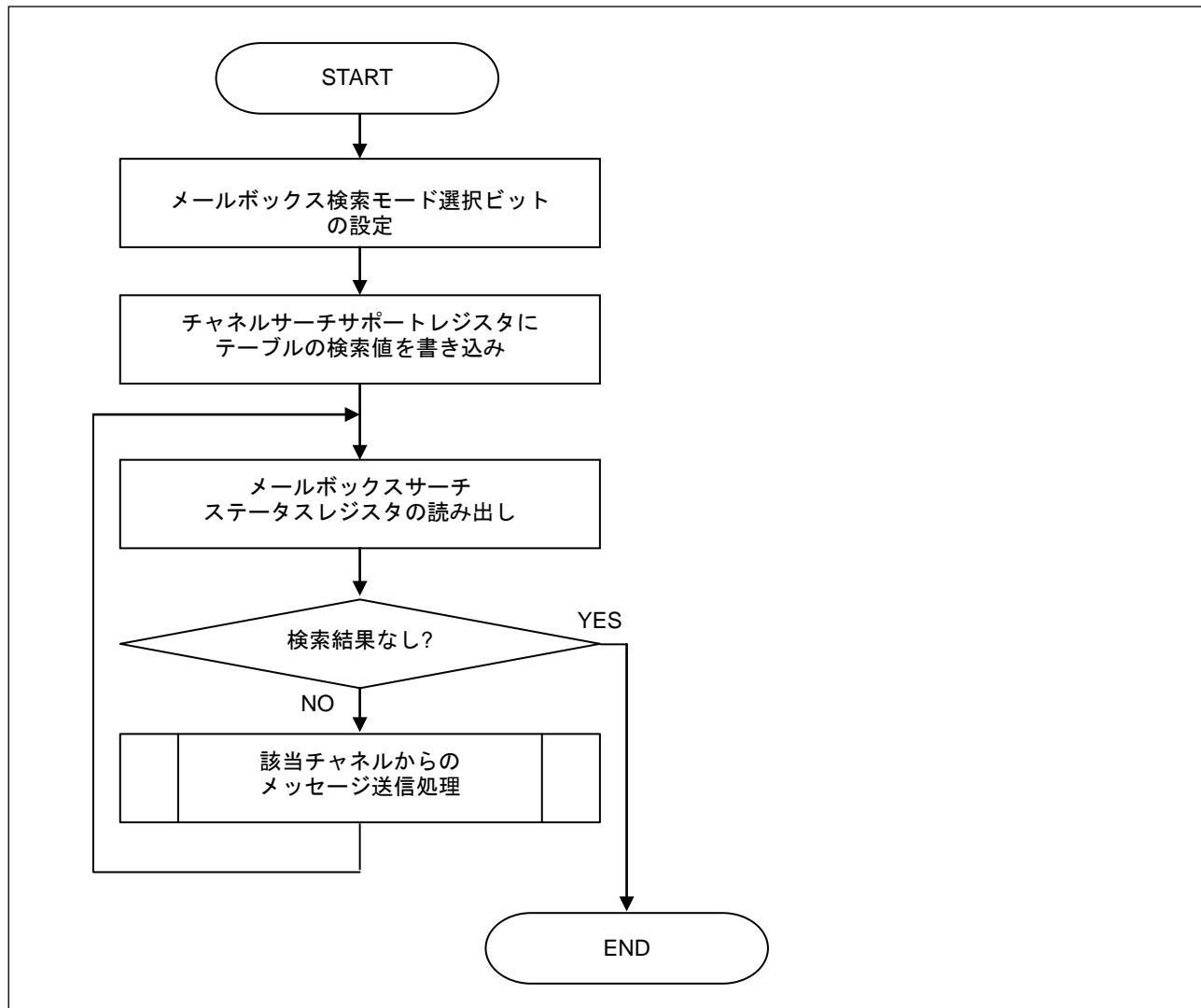


図 31. チャネル検索手順

5. 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。

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

5.1 CAN エラー確認

① ステータスレジスタで CAN エラーを確認する場合

ステータスレジスタ(STR)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 にステータスレジスタ(STR)による CAN エラー確認手順を示します。

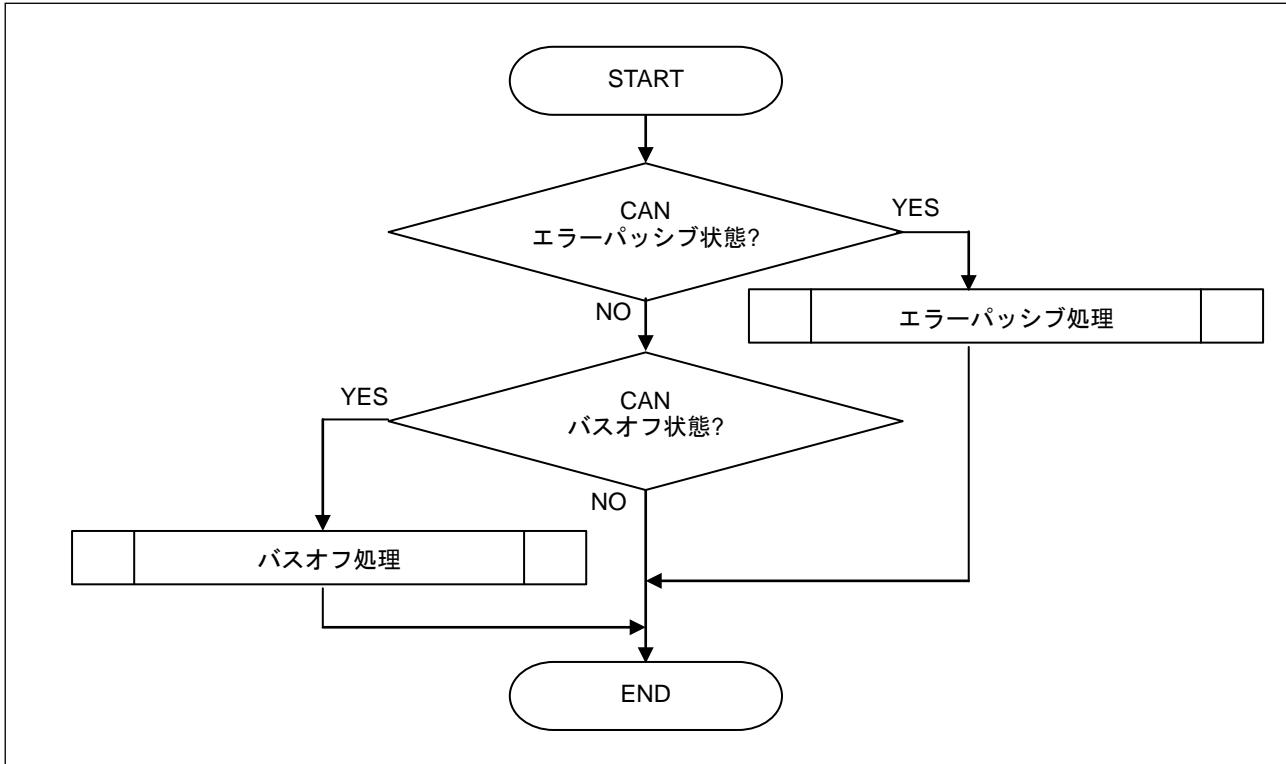


図 32. ステータスレジスタによる CAN エラー確認手順

② 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

エラー割り込み要因判定レジスタ(EIFR)を読み出すことにより CAN エラーを確認できます。

図 33にエラー割り込み要因判定レジスタ(EIFR)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、6項を参照ください。

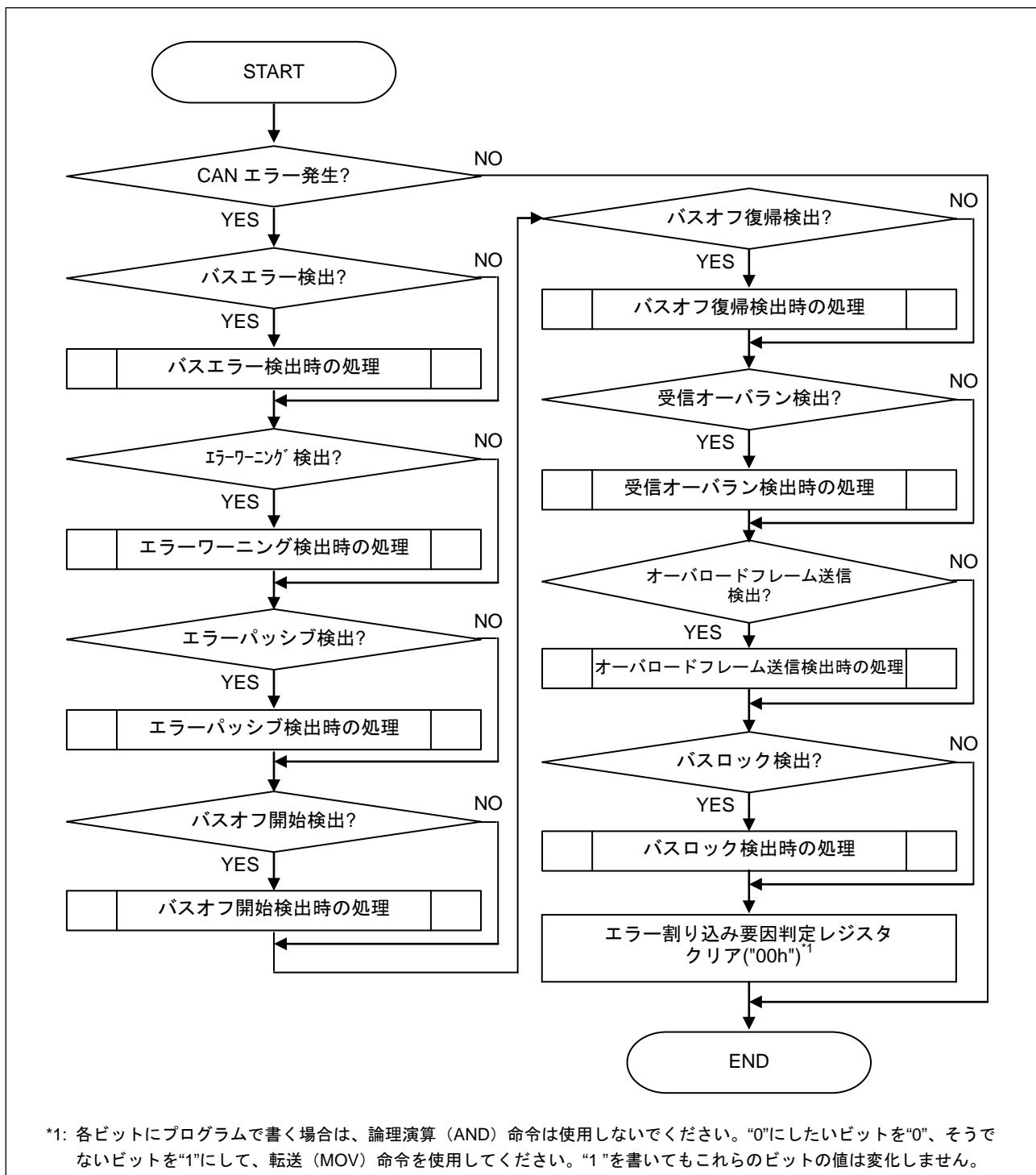


図 33. エラー割り込み要因判定レジスタによる CAN エラー確認手順

6. 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 の連続するレセシブビットが 128 回検出されると、バスオフから復帰します。

*2: 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: 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、ステータスレジスタを確認してください。

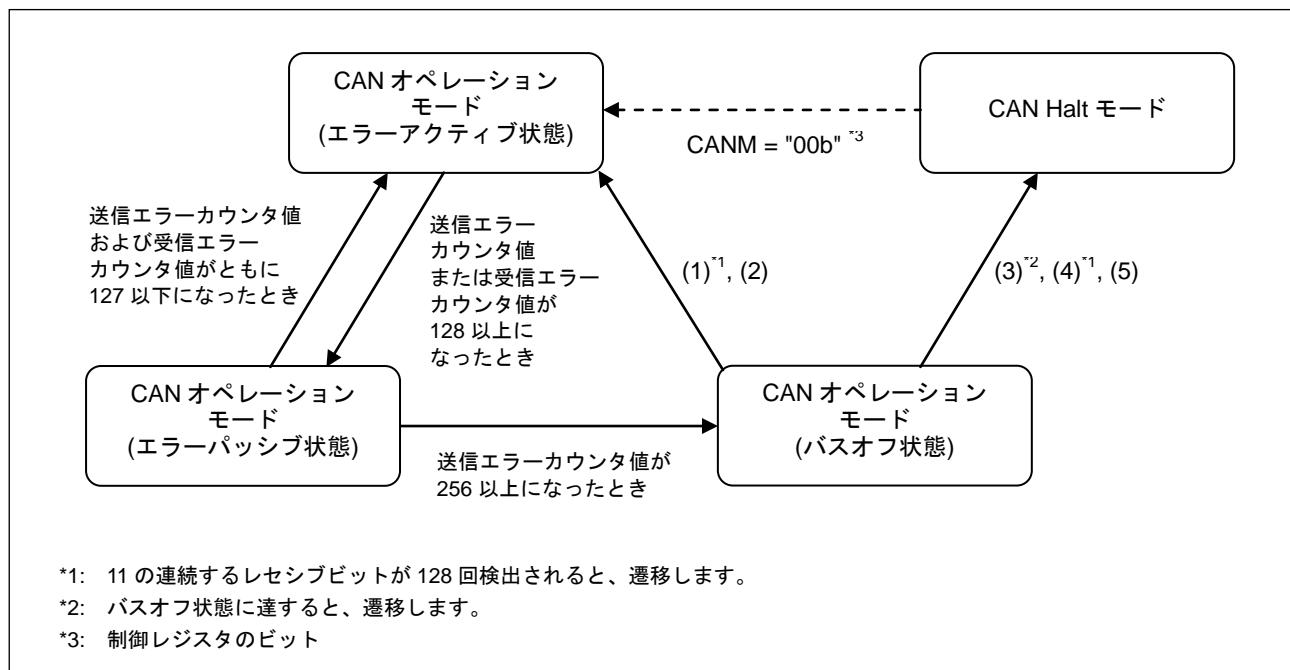


図 34. バスオフ状態への遷移およびバスオフ状態からの復帰

7. 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。

7.1 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。

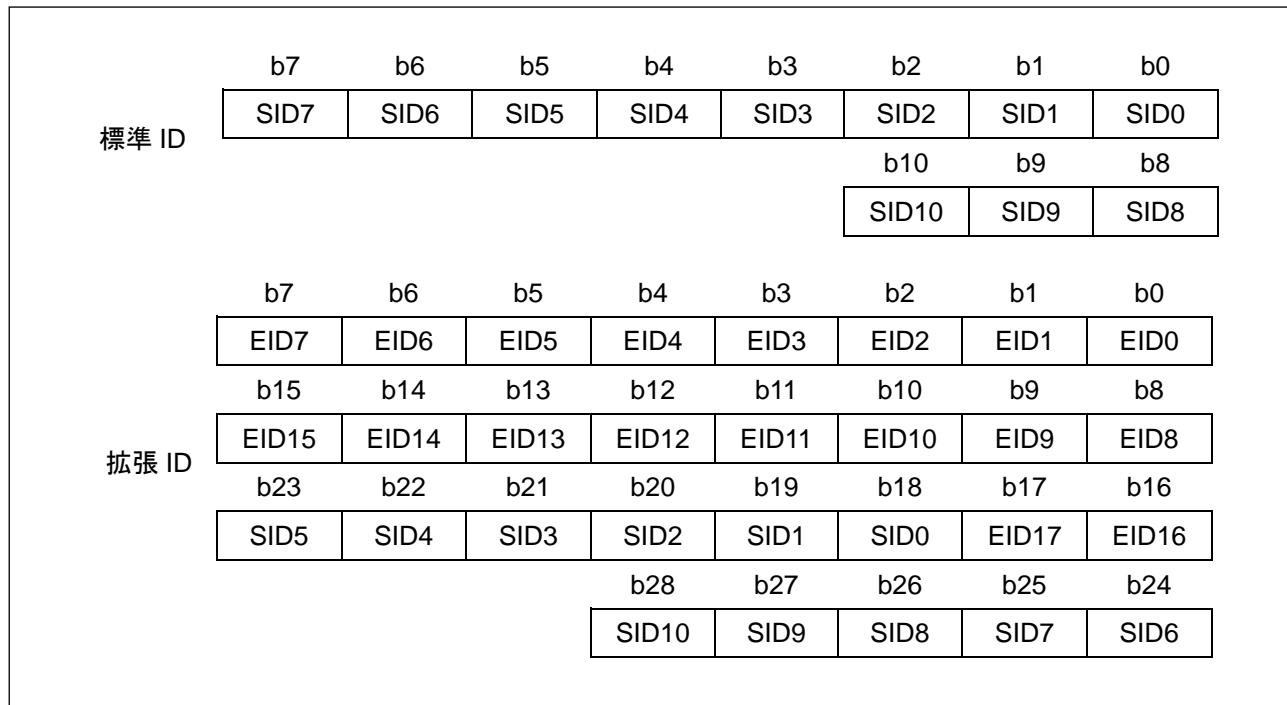


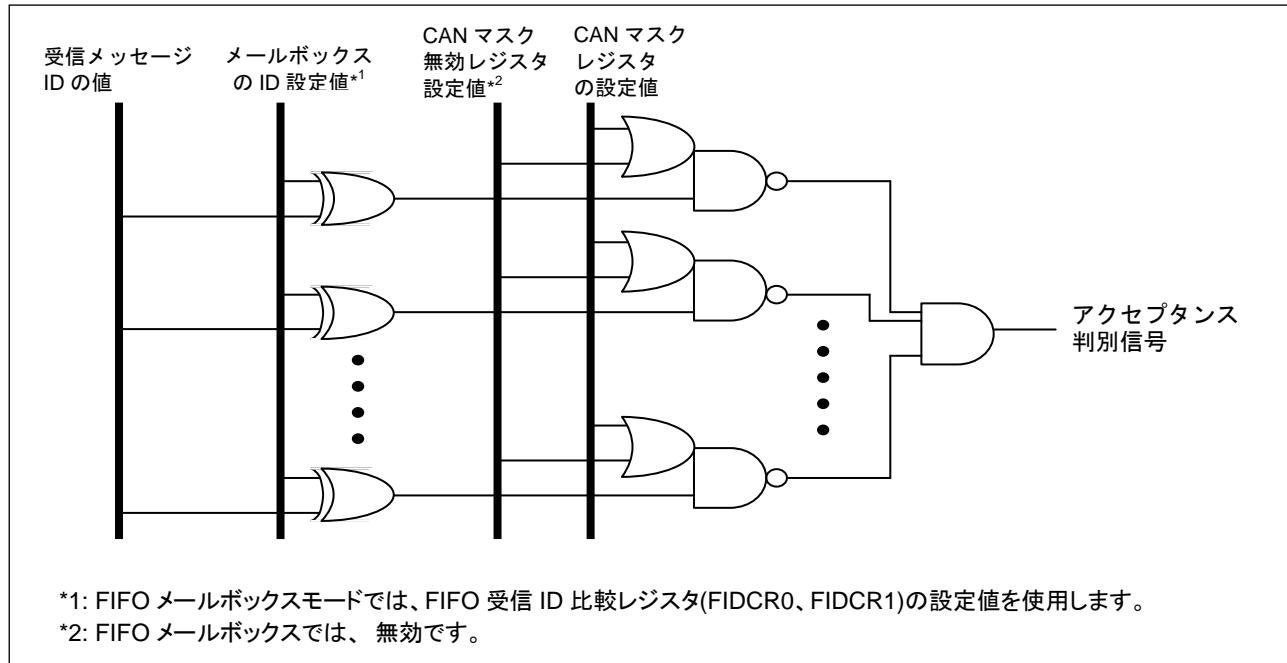
図 35. 標準 ID と拡張 ID のビットマップ

7.2 アクセプタンスフィルタ

アクセプタンスフィルタは、8個のマスクレジスタ k(MKRxk)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、7.3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
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
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)も含みます。なお、ID 拡張ビット(IDE)は、制御レジスタの ID フォーマットモードビット(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
			SID10	SID9	SID8	SID7	SID6
SID5	SID4	SID3	SID2	SID1	SID0	EID17	EID16
EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8
EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0

k: マスクレジスタ番号

MKRk

図 37. ビットマップ

(2) アクセプタンスフィルタの使用例

① 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	MKR0	- - 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、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。

② 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	MKR0	- - 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、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。

③ 使用例 3

表 8にメールボックス[0]が ID“122h”、“123h”的 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	MKR0	- - 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、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。

④ 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	MKR0	- - 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 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、制御レジスタの ID フォーマットモードビット(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。

⑤ 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

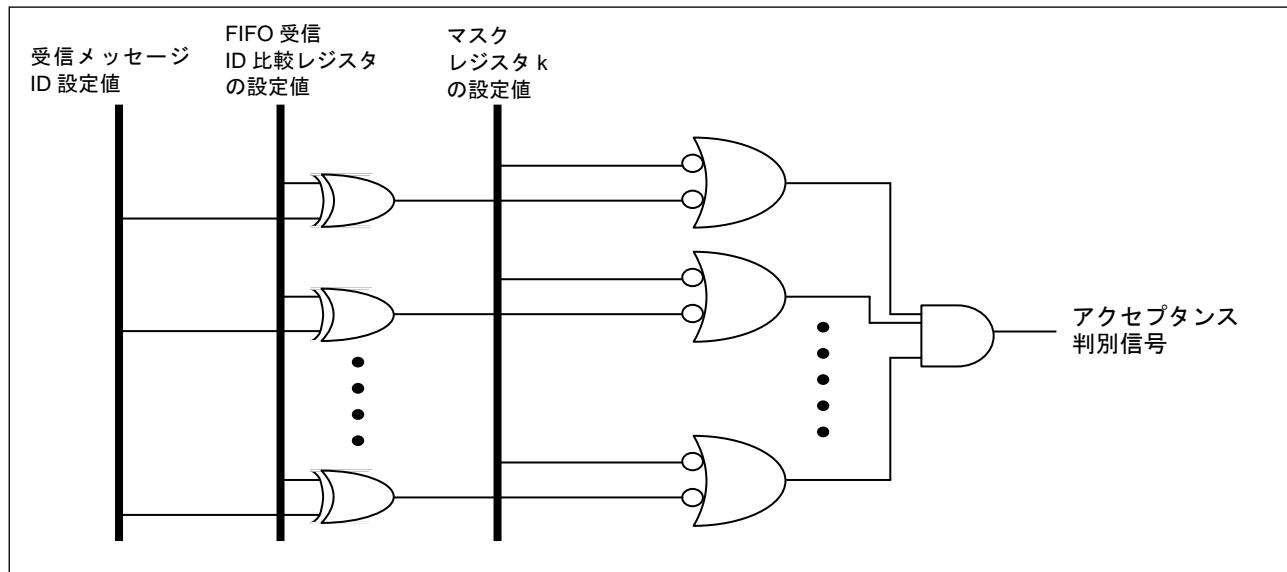
		IDE ^{*1} 、RTR、 SID10~6	SID5~0、EID17~16	EID15~8	EID7~0
メールボックス[0]		1 1 1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0
マスクレジスタ	MKR0	- - 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1
受信メッセージ	ID “12345678h”	1 1 1 0 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0 0

*1: ID 拡張ビット(IDE)は、制御レジスタの ID フォーマットモードビット(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。

7.3 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 つのマスクレジスタ(MKR6、MKR7)と 2 つの FIFO 受信 ID 比較レジスタ(FIDCR0、FIDCR1)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(FIDCR0、FIDCR1)と比較されます。

図 38 に ID とマスクレジスタの構成を示します。



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
マスク 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)も含みます。なお、ID 拡張ビット(IDE)は、制御レジスタの ID フォーマットモードビット(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 比較レジスタとマスクレジスタ k の構成

7.4 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 をアクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)に格納し、デコードされた受信 ID をアクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)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

7.4.1 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”的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) アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)への書き込み

がメッセージを受信した場合、受信した ID をアクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)に書き込みます。

(3) アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)の読み出し

アクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)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)でアクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)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にアクセプタンスフィルタサポートレジスタ(AFSR)への書き込み、読み出し時の状態を示します。

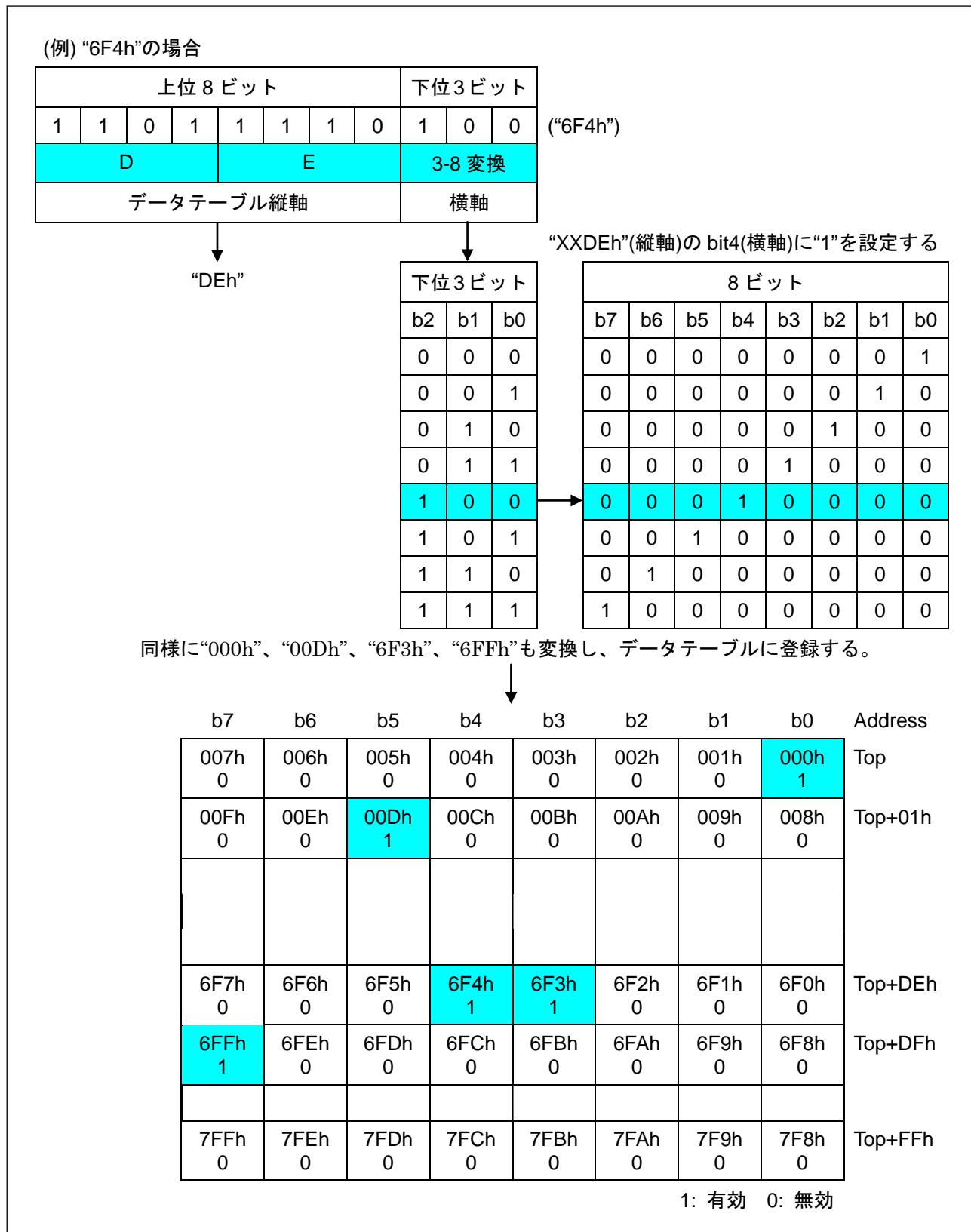


図 39. データテーブル構成(データテーブル作成例)

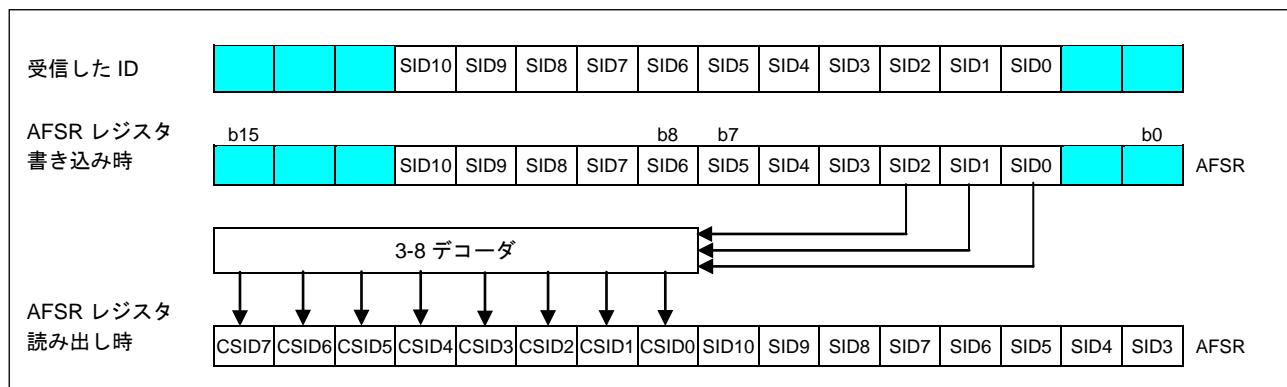


図 40. アクセプタンスフィルタサポートレジスタへの書き込み、読み出し時の状態

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。

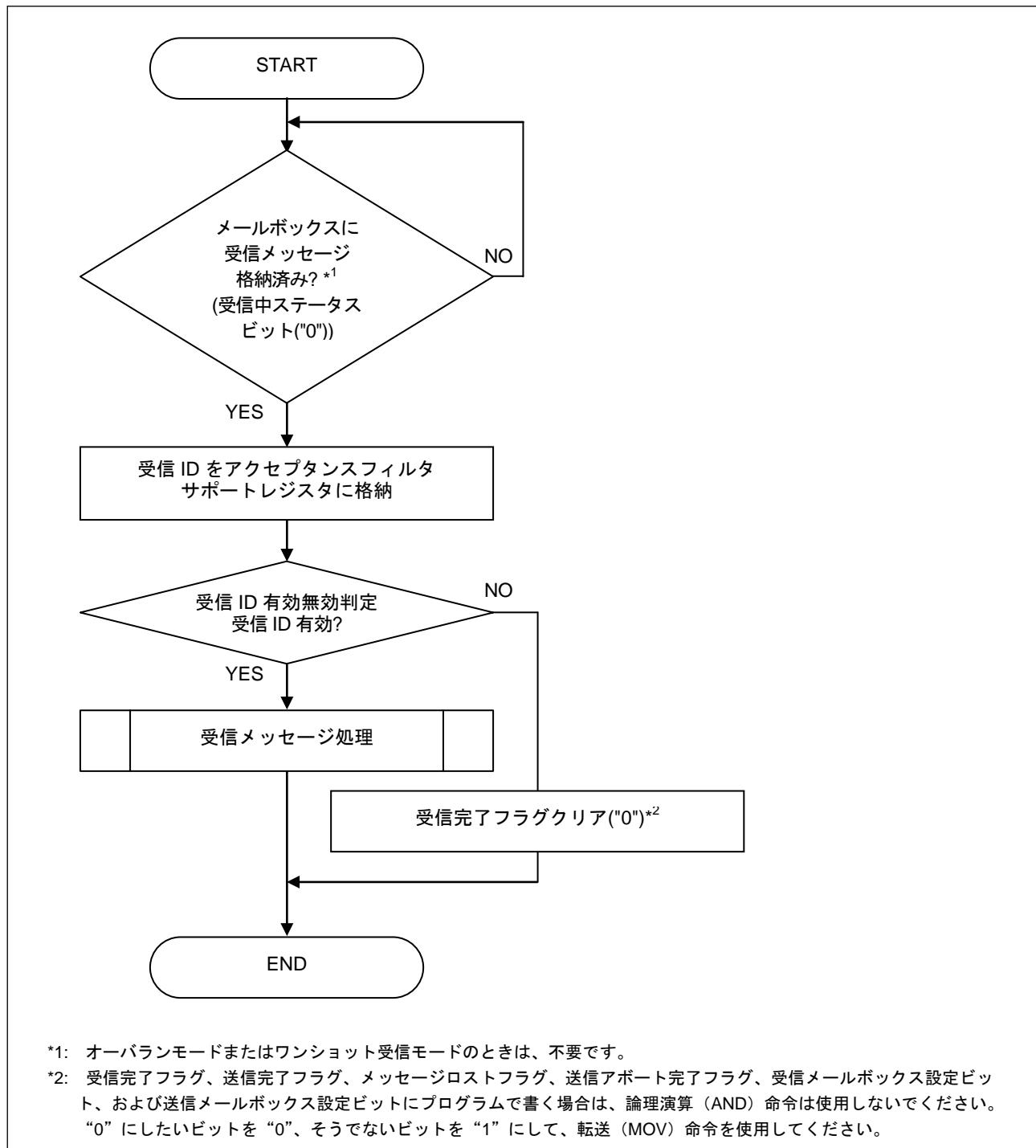


図 41. アクセプタンスフィルタサポートユニット使用手順

8. CANスリープ動作

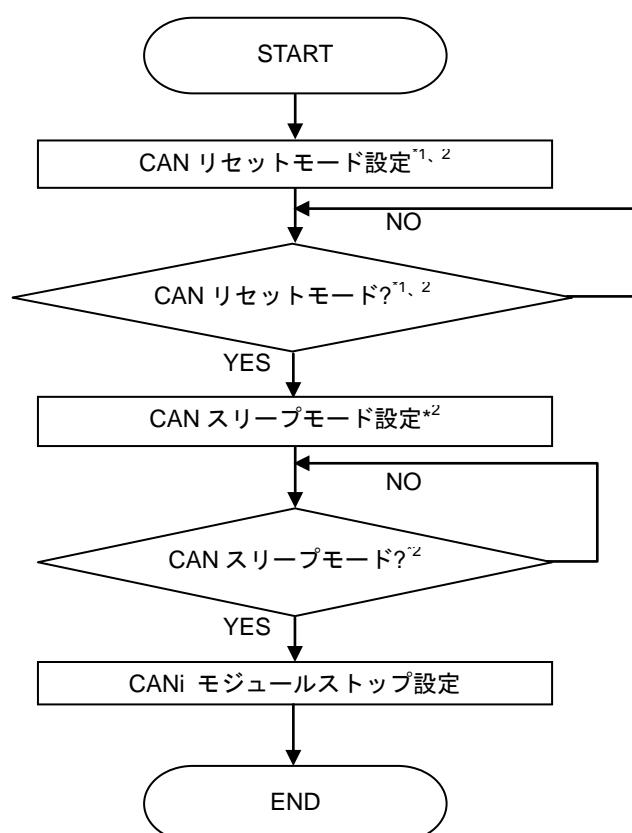
8.1 CANのスリープ動作

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。

CAN モジュールを CAN スリープモードに移行させた後に、CANi をモジュールストップ状態に設定してください。

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。



*1: CAN モジュールが送信中の場合は、CAN リセットモードへ移行させても、送信動作が終了するまでリセットモードへ移行されません。

*2: CAN 動作モード選択ビット、CAN スリープモードビットを変更した場合は、ステータスレジスタでモードが切り替わることを確認してください。

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

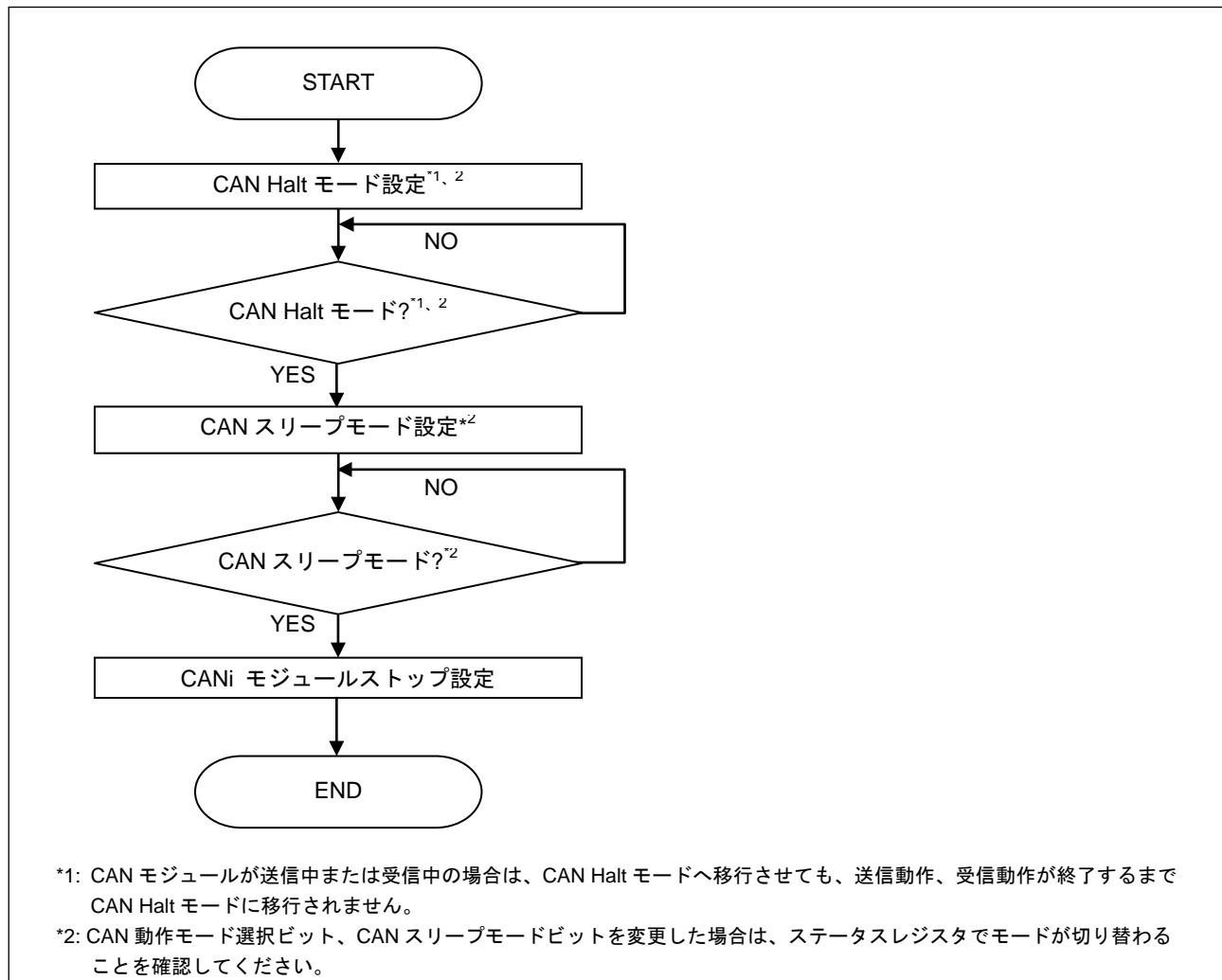


図 43. CAN モジュールを CAN Halt モードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順

8.2 CANのスリープ解除

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 スリープ解除手順、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 スリープ解除手順を示します。

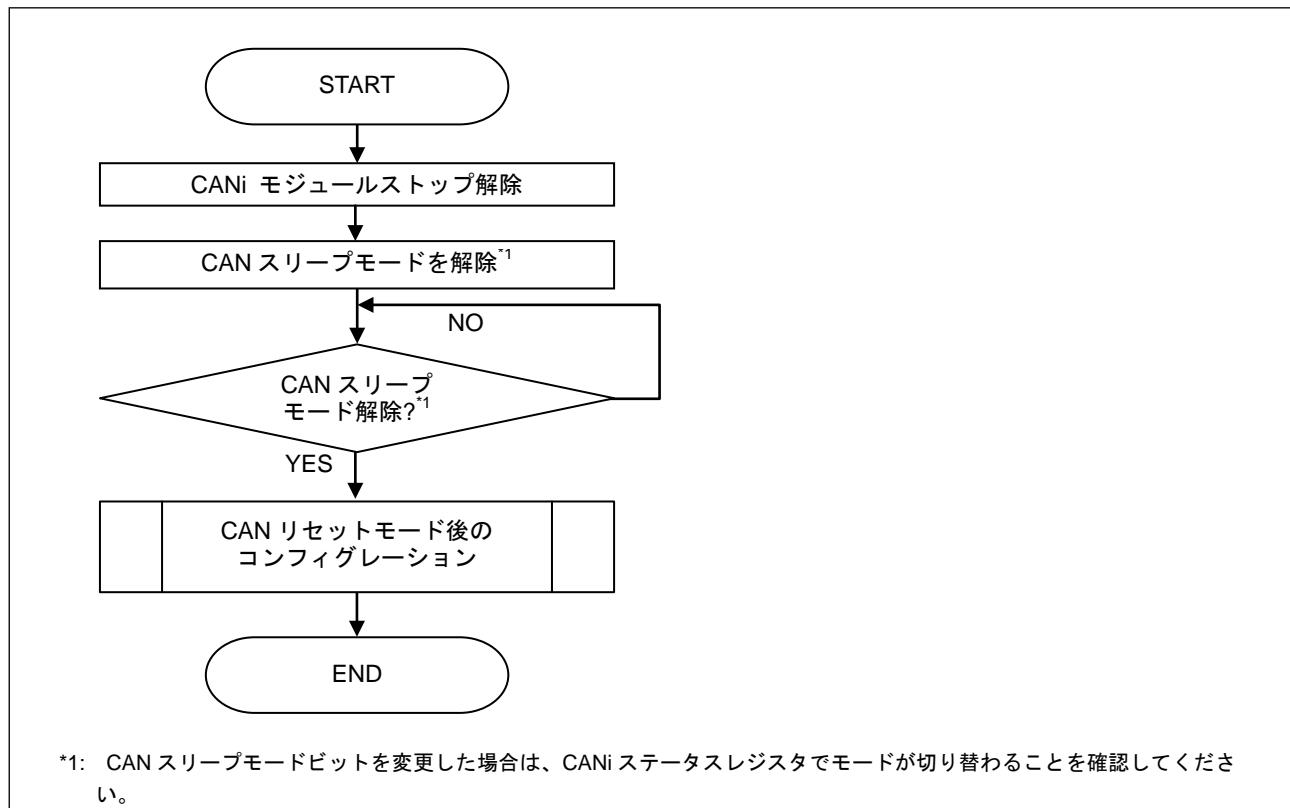


図 44. CAN リセットモード時の CAN スリープ解除手順

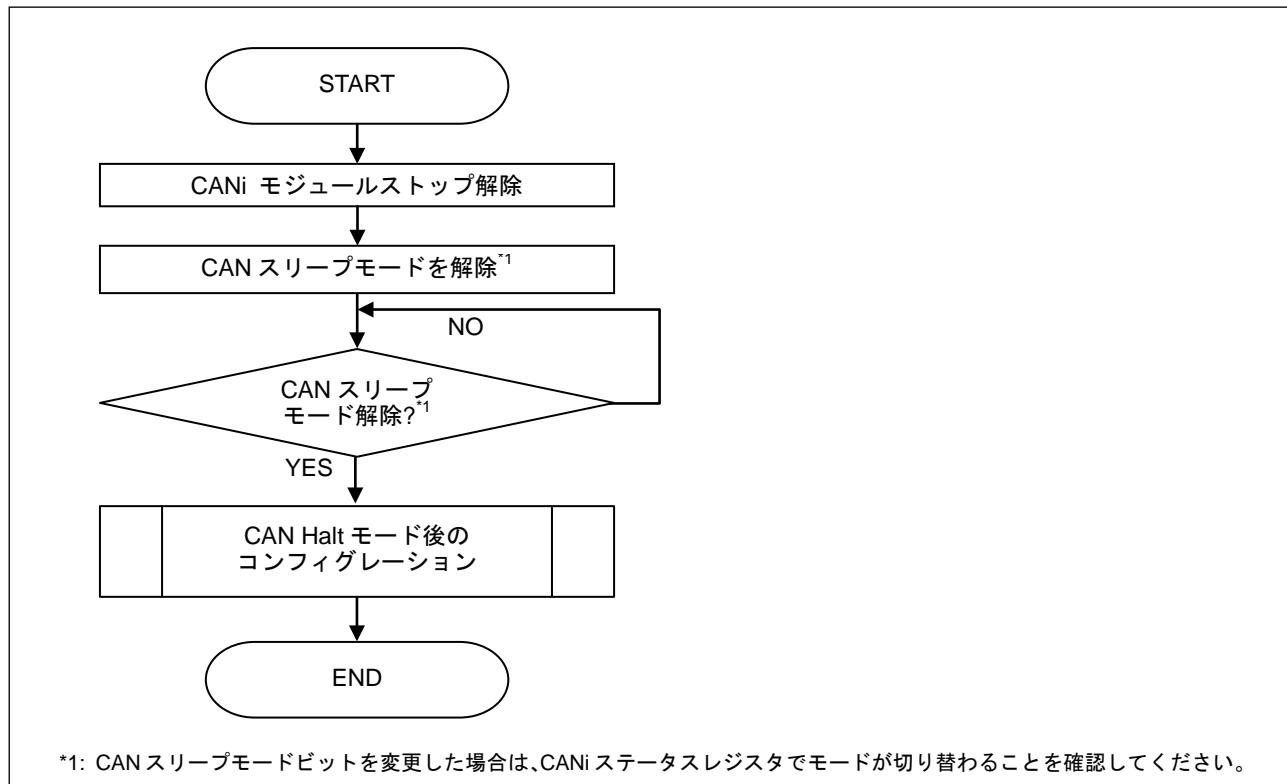


図 45. CAN Halt モード時の CAN スリープ解除手順

9. 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。

9.1 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。

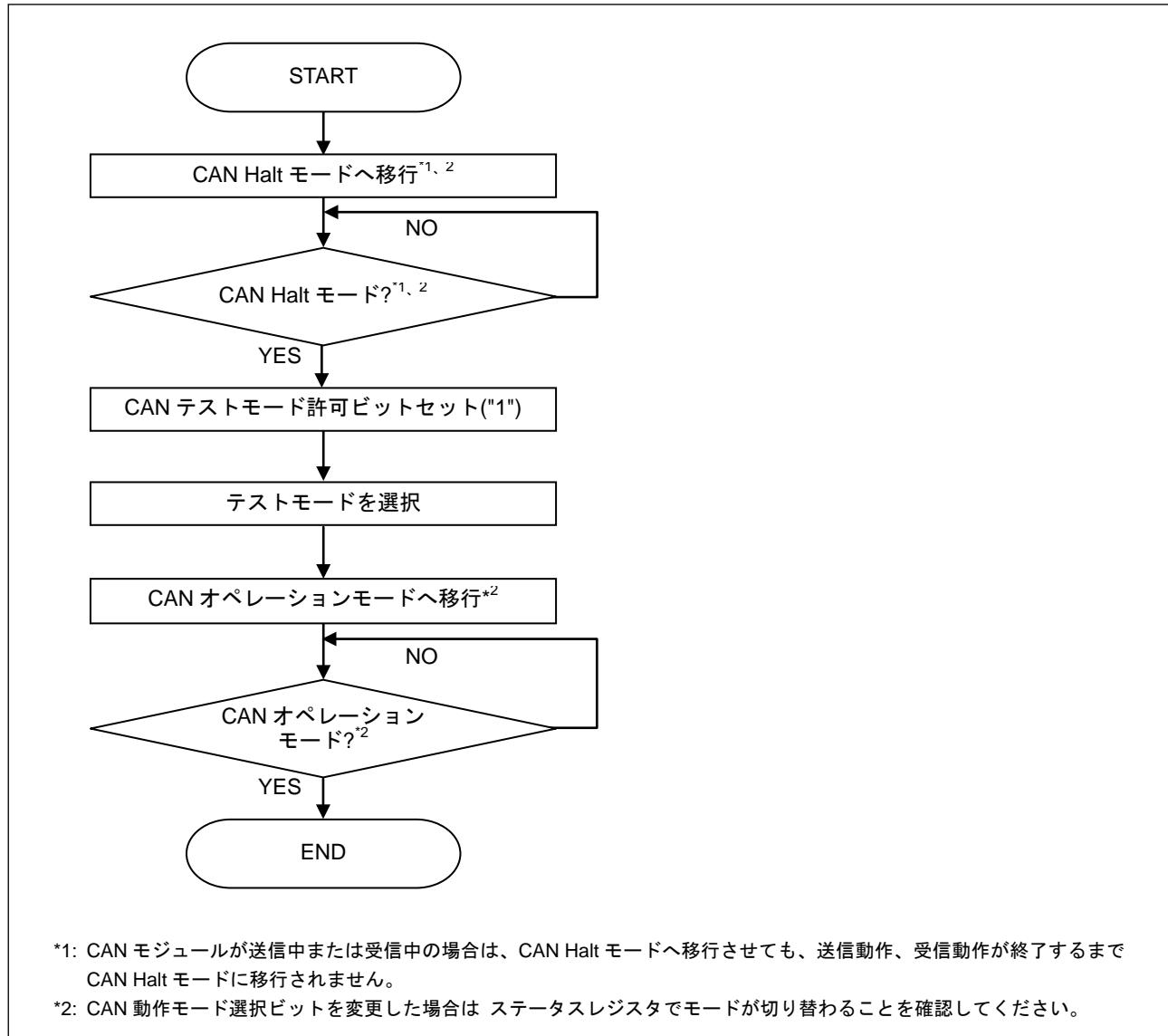


図 46. テストモードの設定手順

9.2 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。

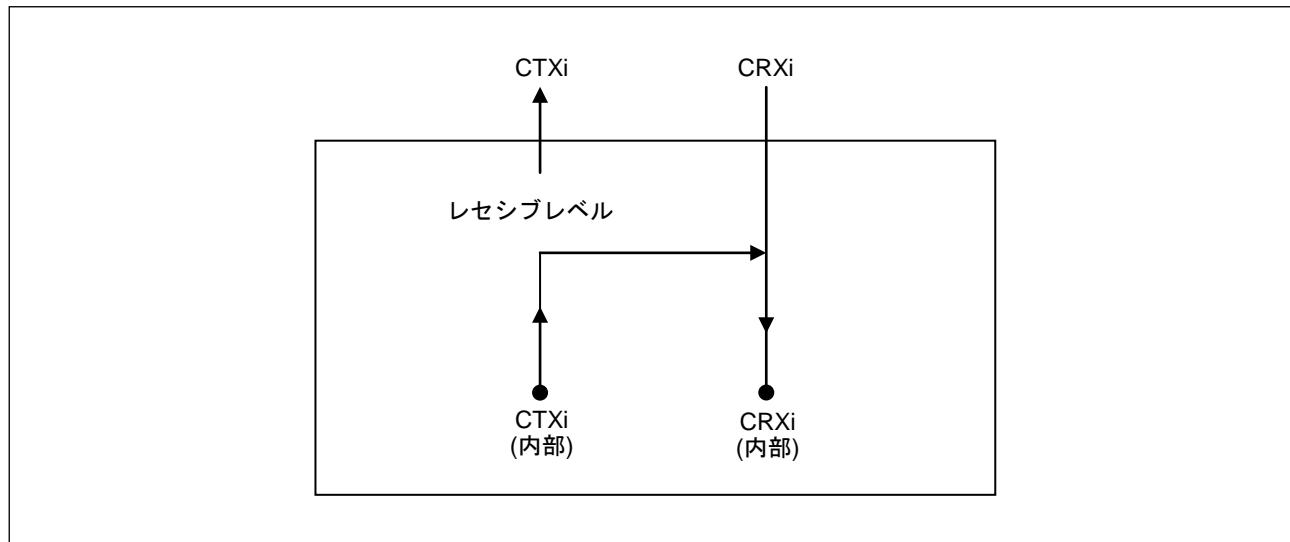


図 47. リッスンオンリーモード時のイメージ

9.3 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。

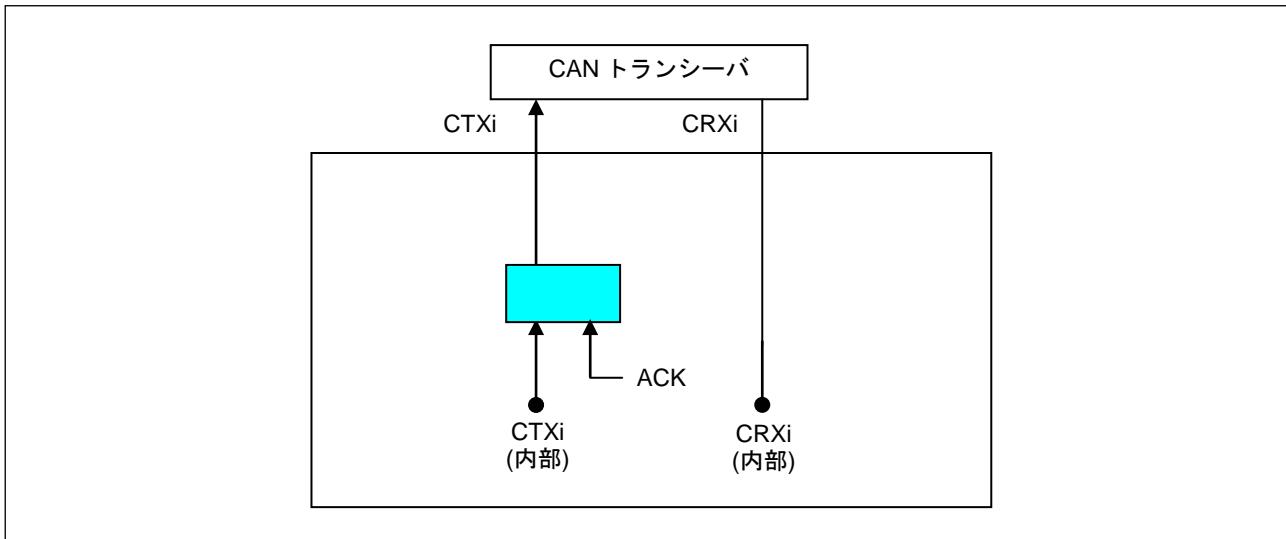


図 48. セルフモード 0 時のイメージ

9.4 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。

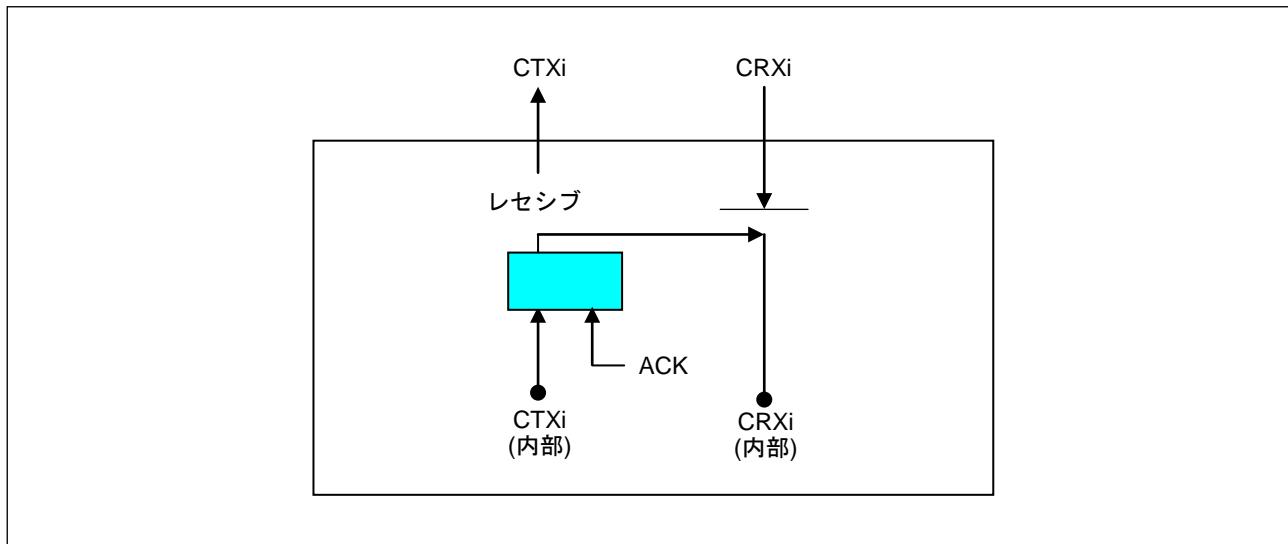


図 49. セルフモード 1 時のイメージ

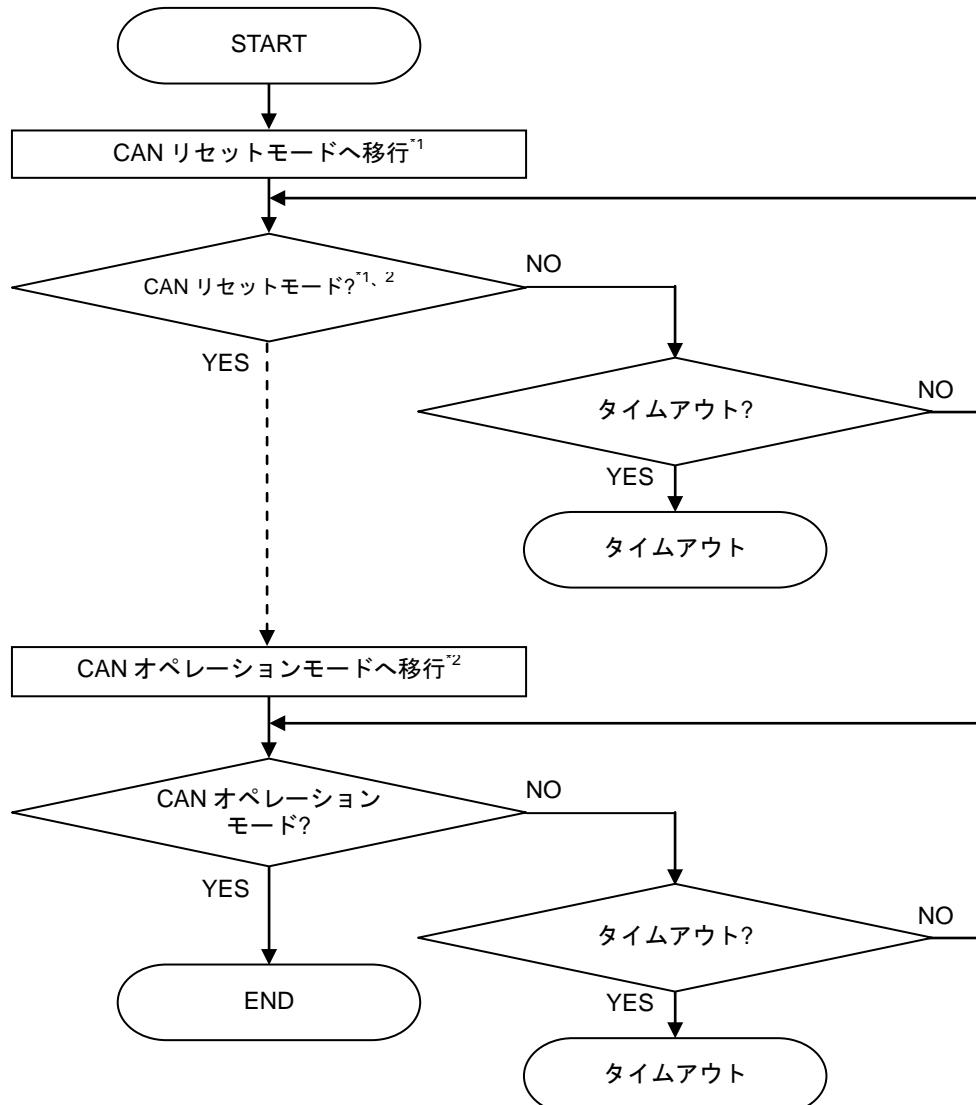
10. 処理フローに関する注意事項

10.1 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。

(CAN リセットモード後のコンフィグレーション時)



*1: CAN モジュールが送信中に CAN リセットモードへ移行する場合と、CAN モジュールが送信中または受信中に CAN Halt モードへ移行する場合の制限時間は、1 フレーム最大約 160 ビット(拡張データフレーム最長ビット数約 130 ビット＋タップビット最大数約 30 ビット)送受信に必要な時間となります。

(例)

500kps で 1 フレーム(160 ビット)送受信に必要な時間: 320μsec
320μsec を制限時間とし、320μsec を超えた場合は、ループから抜ける。

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	RX ファミリ CAN の使い方
------	---------------------

ご注意書き

1. 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・システムの設計において、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て、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。
2. 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ものですが、誤りがな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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しております。
各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
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、パソコン機器、産業用ロボット等
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、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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て、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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が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。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町 2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>