
SH7455 グループ/SH7456 グループ

CAN アプリケーションノート

R01AN0563JJ0100
Rev. 1.00
2011.08.02

要旨

本アプリケーションノートでは、SH7455 グループ/SH7456 グループを使用して CAN 通信を行う場合の手順例について説明します。

対象デバイス

SH7455 グループ/SH7456 グループ

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 のチャンネル番号 i=0~3
- j: メールボックス番号 j=0~63
- k: マスクレジスタ番号 k=0~9

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適応する場合、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。

目次

1. 初期設定	4
1.1 CAN ビットタイミング	4
1.2 転送速度	6
1.3 CAN ビットタイミングと転送速度の設定	7
2. CAN メッセージの送受信	8
2.1 CAN コンフィグレーション	9
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	10
2.1.2 CAN リセットモード後のコンフィグレーション	11
2.1.3 CAN Halt モード後のコンフィグレーション	12
2.2 メッセージ送信	13
2.2.1 通常送信要求	14
2.2.2 通常送信完了処理	15
2.2.3 ワンショット送信要求	16
2.2.4 ワンショット送信完了処理	17
2.2.5 送信アボート	18
2.3 メッセージ受信	20
2.3.1 通常受信要求	21
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)	22
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)	24
2.3.4 ワンショット受信要求	25
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	26
2.3.6 受信アボート	27
3. メールボックスモード	28
3.1 通常メールボックスモード	28
3.2 FIFO メールボックスモード	29
3.2.1 FIFO メールボックスモードの設定	31
3.2.2 FIFO 送信	32
3.2.3 FIFO 受信(オーバライトモード)	33
3.2.4 FIFO 受信(オーバランモード)	34
4. メールボックス検索機能	35
4.1 メールボックス検索機能の使用法	37
4.1.1 受信メールボックス検索モード	38
4.1.2 送信メールボックス検索モード	39
4.1.3 メッセージロスト検索モード	40
4.1.4 チャネル検索モード	41
5. CAN エラー	43
5.1 CAN エラー確認	43
6. バスオフ復帰モード	45
7. アクセプタンスフィルタの使い方	47
7.1 標準 ID と拡張 ID	47
7.2 アクセプタンスフィルタ	48
7.3 受信 FIFO に対するアクセプタンスフィルタ	51
7.4 アクセプタンスフィルタサポートユニット	52
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法	52
8. CAN スリープ動作および CAN ウェイクアップ動作	55
8.1 CAN のスリープ動作	55
8.2 CAN ウェイクアップ動作	57

9.	テストモード	59
9.1	テストモードの設定	59
9.2	リッスンオンリモード	60
9.3	セルフテストモード 0(外部ループバック)	60
9.4	セルフテストモード 1(内部ループバック)	61
10.	処理フローに関する注意事項	62
10.1	無限ループ	62

1. 初期設定

CAN 通信を行う場合、以下の設定*1が必要です。

- ビットタイミングの設定(『1.1 CANビットタイミング』を参照。)
- クロックの設定(『1.2 転送速度』を参照。)
- ボーレートの設定(『1.2 転送速度』を参照。)

*1 アクセプタンスフィルタを使用する場合は、『7.2 アクセプタンスフィルタ』も参照してください。

1.1 CANビットタイミング

SH7455 グループ/SH7456 グループの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 1.1にビットのセグメント構成とサンプルポイントを、表 1.1にビットタイミングの設定例を、図 1.2にサンプルポイントが75%の場合のビットタイミングの設定例を示します。

これらのセグメントのうち、Time Segment 1(以下、TSEG1)、Time Segment 2(以下、TSEG2)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まります。

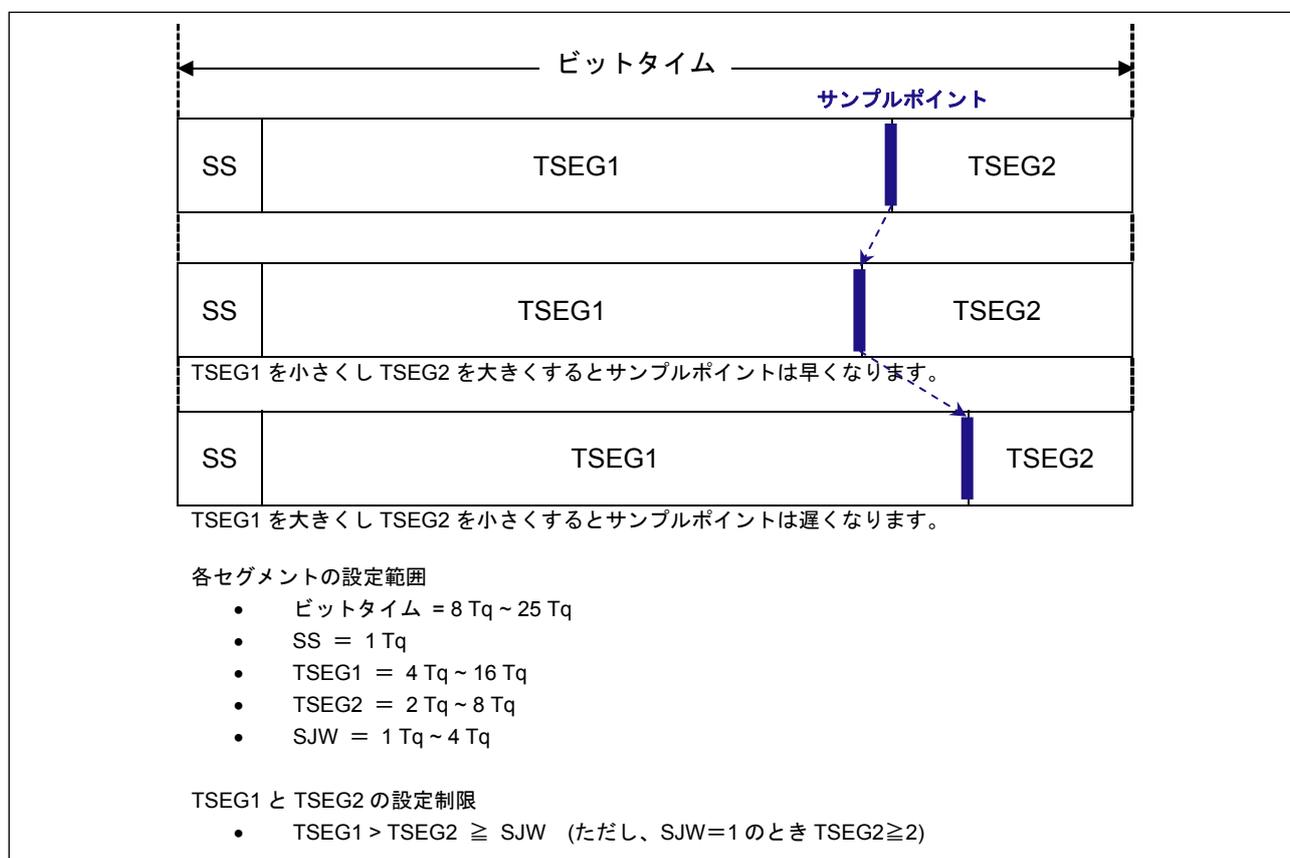


図 1.1 ビットのセグメント構成とサンプルポイント

- (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。

表1.1 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	
8Tq	1	4	3	62.50
	1	5	2	75.00
10Tq	1	6	3	70.00
	1	7	2	80.00
12Tq	1	8	3	75.00
	1	9	2	83.33
15Tq	1	10	4	73.33
	1	11	3	80.00
16Tq	1	10	5	68.75
	1	11	4	75.00
20Tq	1	12	7	65.00
	1	13	6	70.00
24Tq	1	15	8	66.66

*1: 1 ビットのレベルを判定する位置

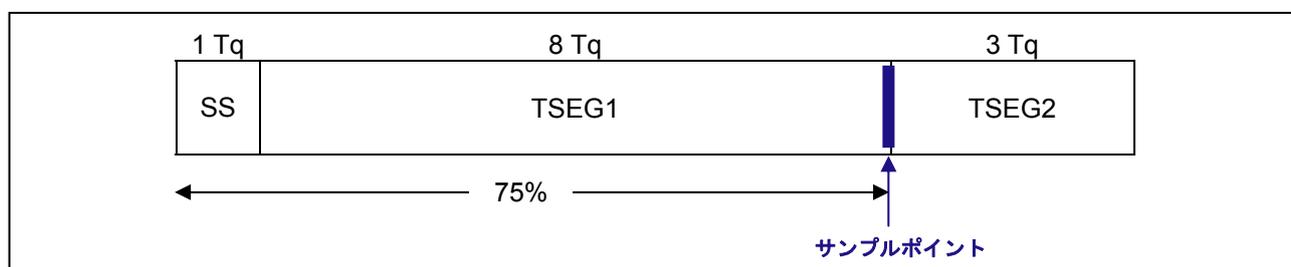


図1.2 サンプルポイントが75%のビットタイミングの設定例

1.2 転送速度

転送速度は、 f_{CAN} 、ボ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 1.3にCANクロックの発生回路ブロック図を示します。表 1.2に主な転送速度の算出式と実現例を示します。

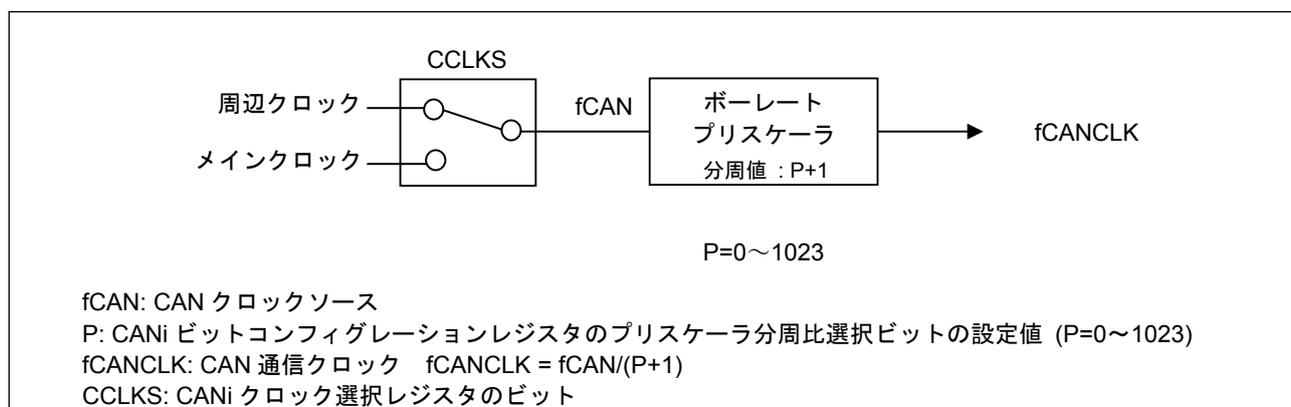


図1.3 CAN クロックの発生回路ブロック図

表1.2 転送速度の算出式と実現例

転送速度の算出式	$\frac{f_{CAN}}{\text{ボーレートプリスケアラ分周値}^{*1} \times 1 \text{ ビットタイムの } T_q \text{ 数}}$							
	40MHz		32MHz		20MHz		16MHz	
fCAN								
ビットレート	T_q 数	$P+1^{*1}$	T_q 数	$P+1^{*1}$	T_q 数	$P+1^{*1}$	T_q 数	$P+1^{*1}$
1Mbps	10 T_q	4	8 T_q	4	10 T_q	2	8 T_q	2
	20 T_q	2	16 T_q	2	20 T_q	1	16 T_q	1
500kbps	10 T_q	8	8 T_q	8	10 T_q	4	8 T_q	4
	20 T_q	4	16 T_q	4	20 T_q	2	16 T_q	2
250kbps	10 T_q	16	8 T_q	16	10 T_q	8	8 T_q	8
	20 T_q	8	16 T_q	8	20 T_q	4	16 T_q	4
83.3kbps	8 T_q	60	8 T_q	48	8 T_q	30	8 T_q	24
	10 T_q	48	16 T_q	24	10 T_q	24	16 T_q	12
	16 T_q	30			16 T_q	15		
	20 T_q	24			20 T_q	12		
33.3kbps	8 T_q	150	8 T_q	120	8 T_q	75	8 T_q	60
	10 T_q	120	10 T_q	96	10 T_q	60	10 T_q	48
	20 T_q	60	16 T_q	60	20 T_q	30	16 T_q	30
				20 T_q	48			20 T_q

*1: ボーレートプリスケアラ分周値= $P+1$ ($P=0\sim 1023$)

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選択ビットの設定値

1.3 CAN ビットタイミングと転送速度の設定

図 1.4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節を参照ください。

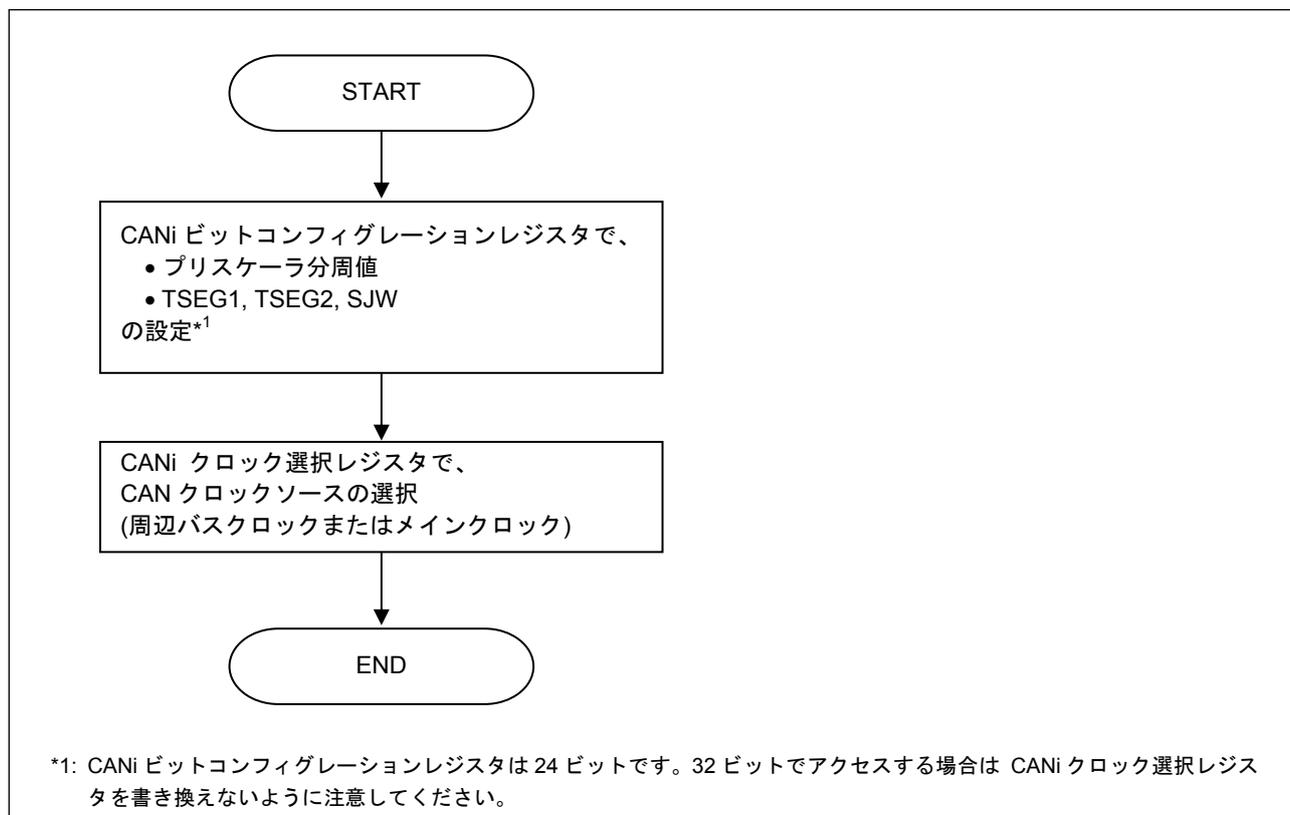


図1.4 CAN ビットタイミングと転送速度の設定手順

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章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CANiメッセージ制御レジスタj (CiMCTLj)で設定します。表 2.1にCANi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2.1 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のみ、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 "H'00"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 "H'00"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。

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 2.1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。

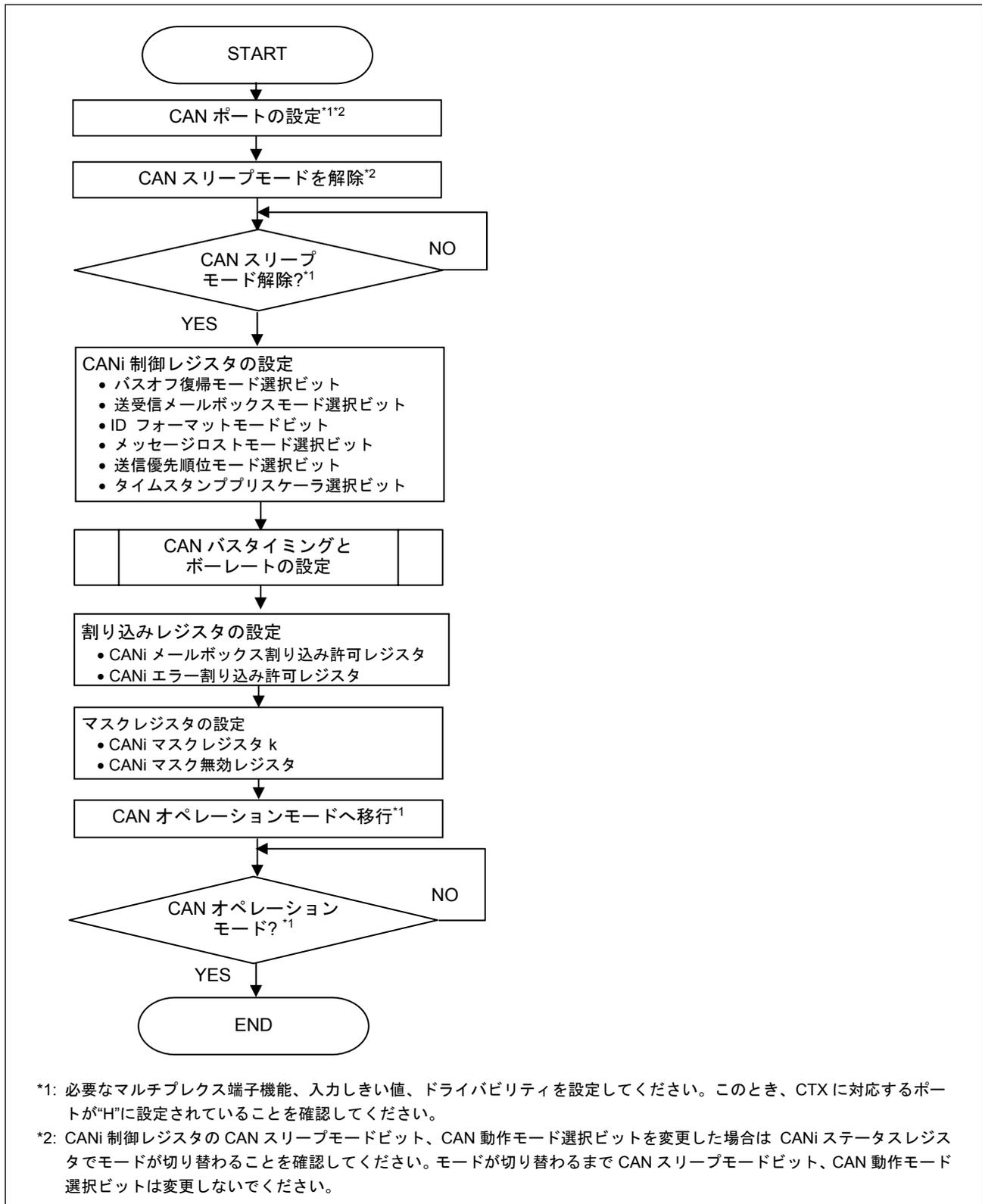


図2.1 ハードウェアリセット後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.1.2 CAN リセットモード後のコンフィグレーション

図 2.2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。

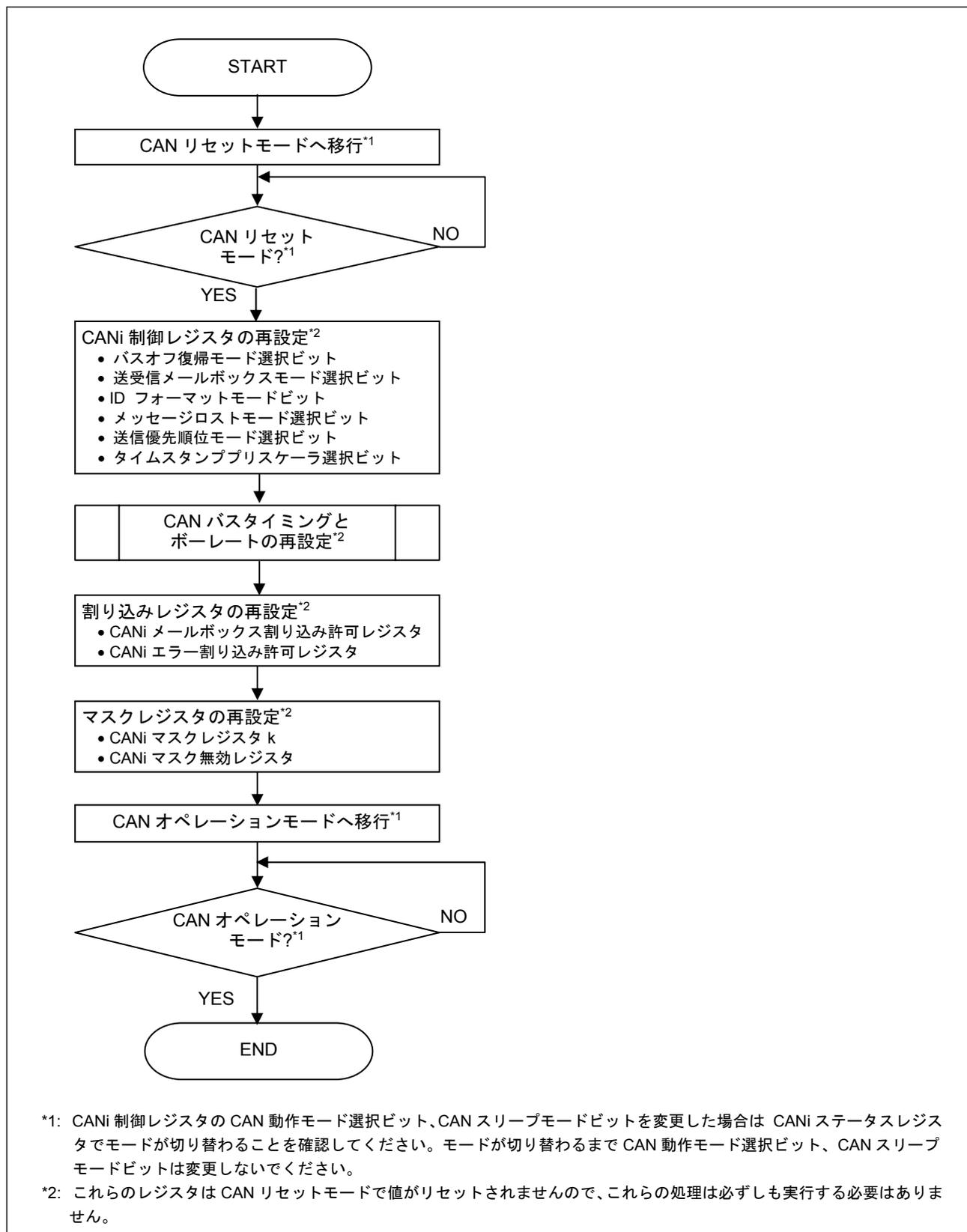


図2.2 CAN リセットモードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.1.3 CAN Halt モード後のコンフィグレーション

図 2.3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。

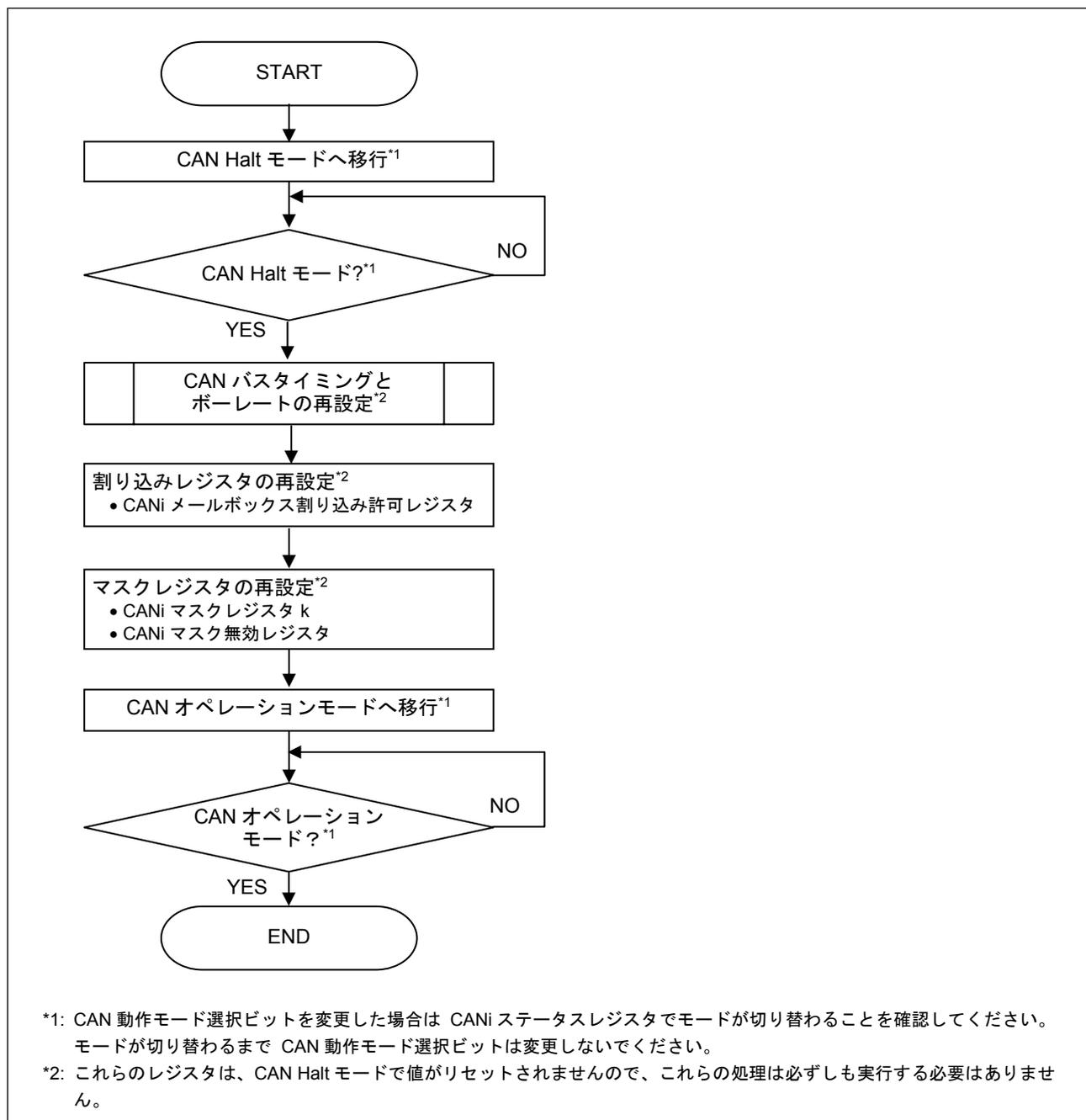


図2.3 CAN Halt モードへ移行した後に行う CAN コンフィグレーション手順

2.2 メッセージ送信

CAN モジュールには、CAN の 1 チャンネルにつき 64 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、64 個のメールボックスのうち、32 個のメールボックスを送信で使用できます。

- 送信モード
- ワンショット送信モード

(1) 送信モード

メールボックスを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。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、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。

2.2.1 送信要求

図 2.4 に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) = "H'00" かつ アポート処理中でない)ときに行ってください。

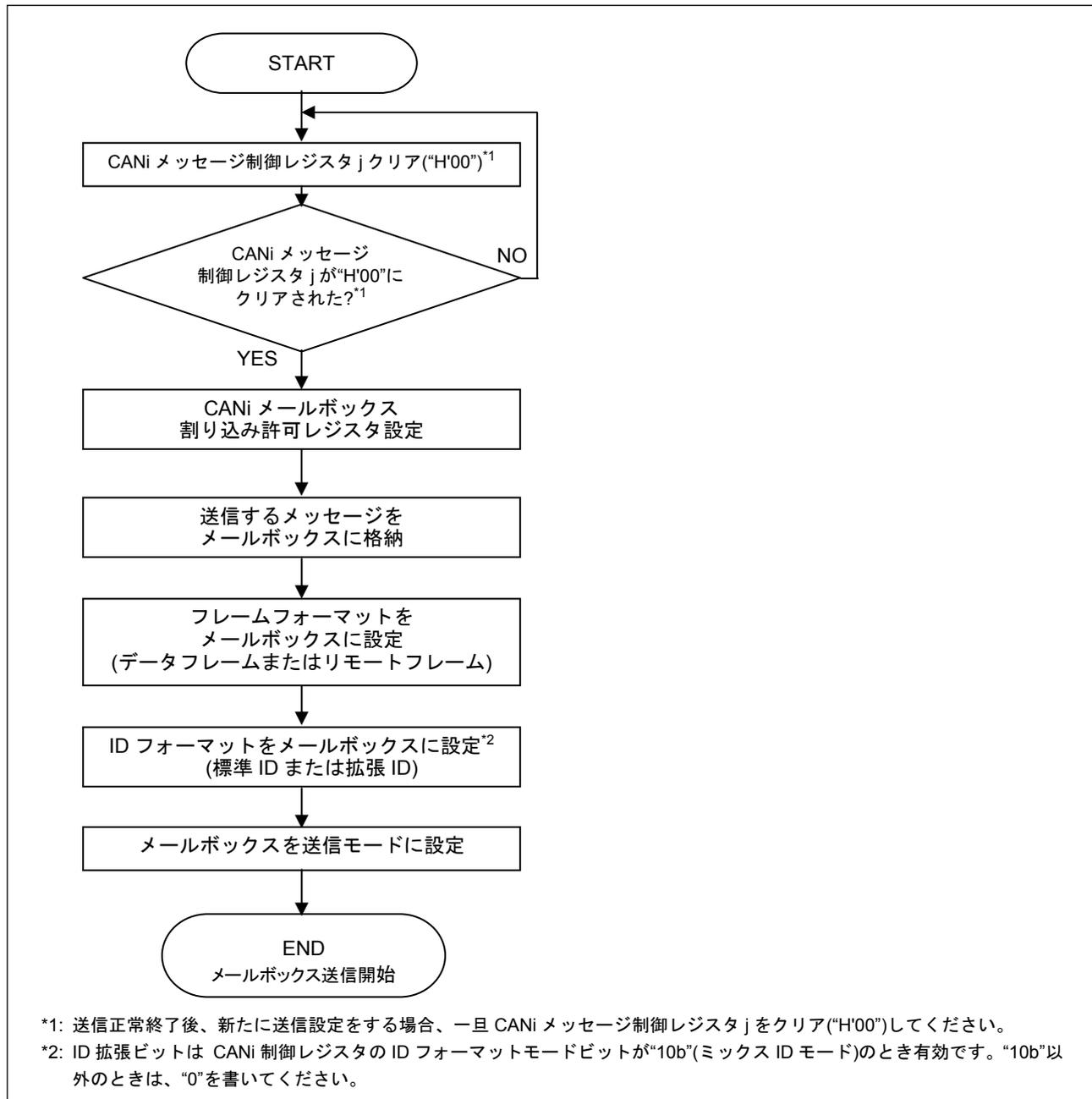


図2.4 送信要求手順

2.2.2 送信完了処理

図 2.5 に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。引き続き送信要求を行うときは、2.2.1 項を参照ください。

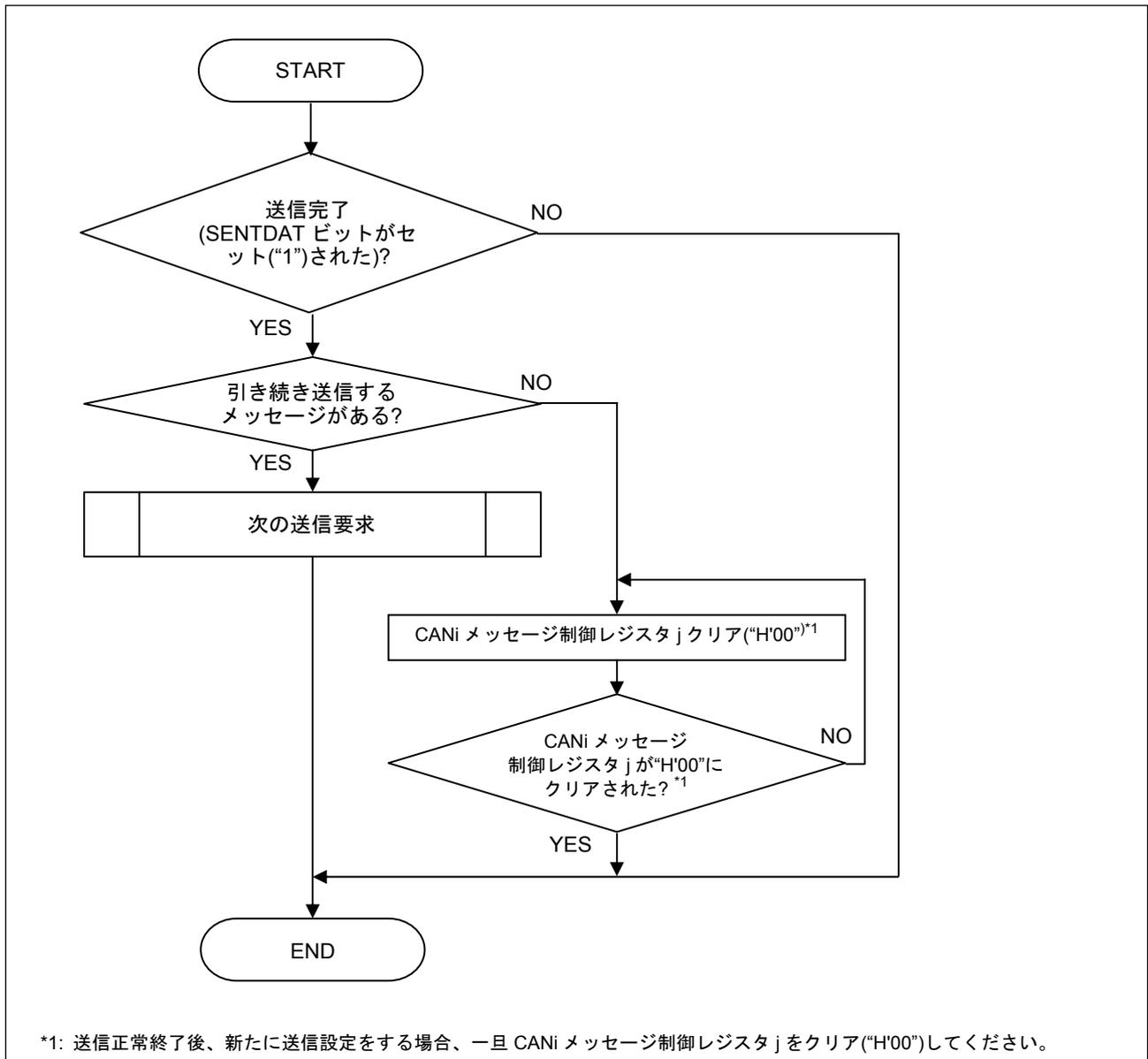


図2.5 送信完了手順

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 2.6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)="H'00" 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。

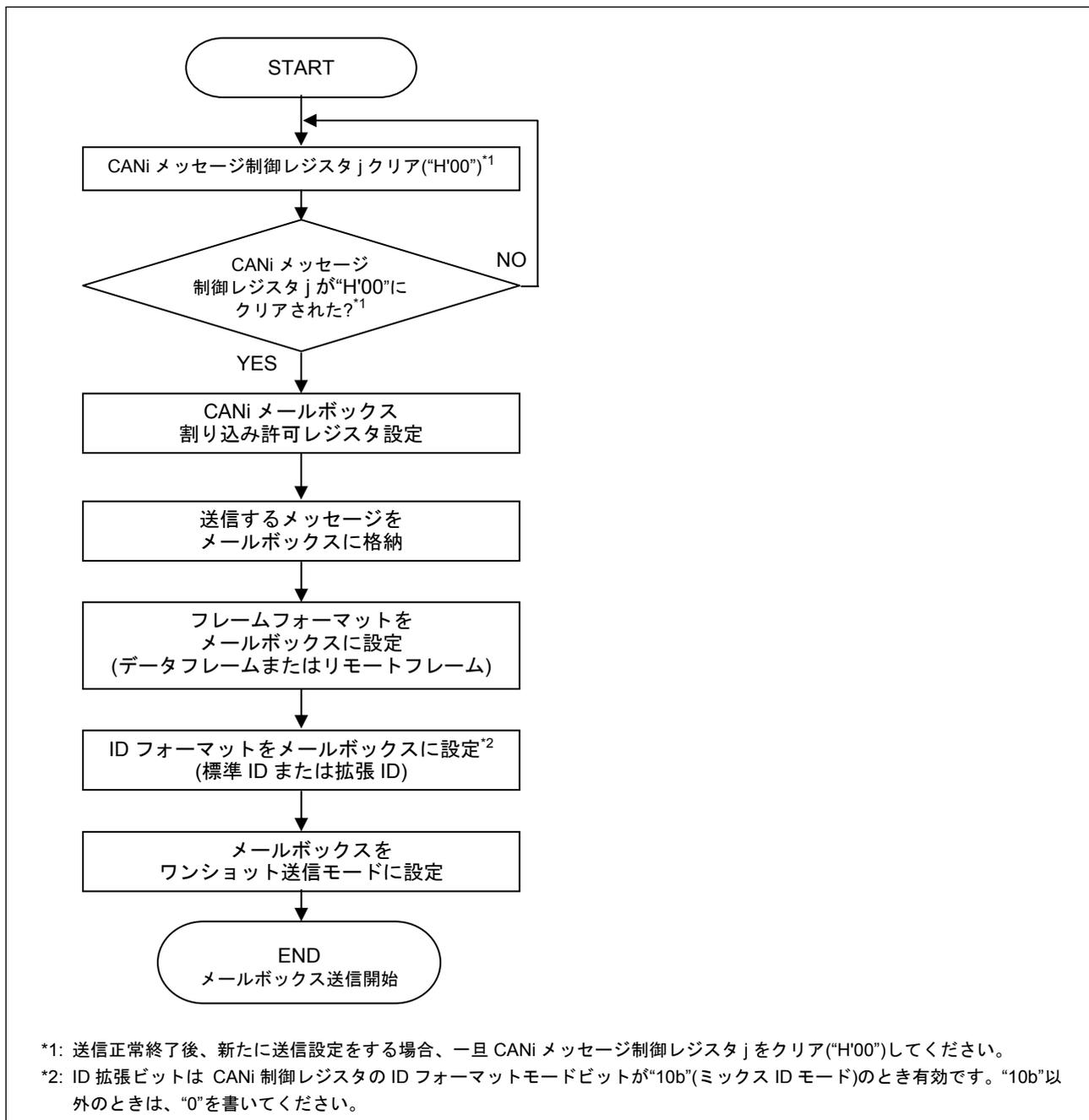
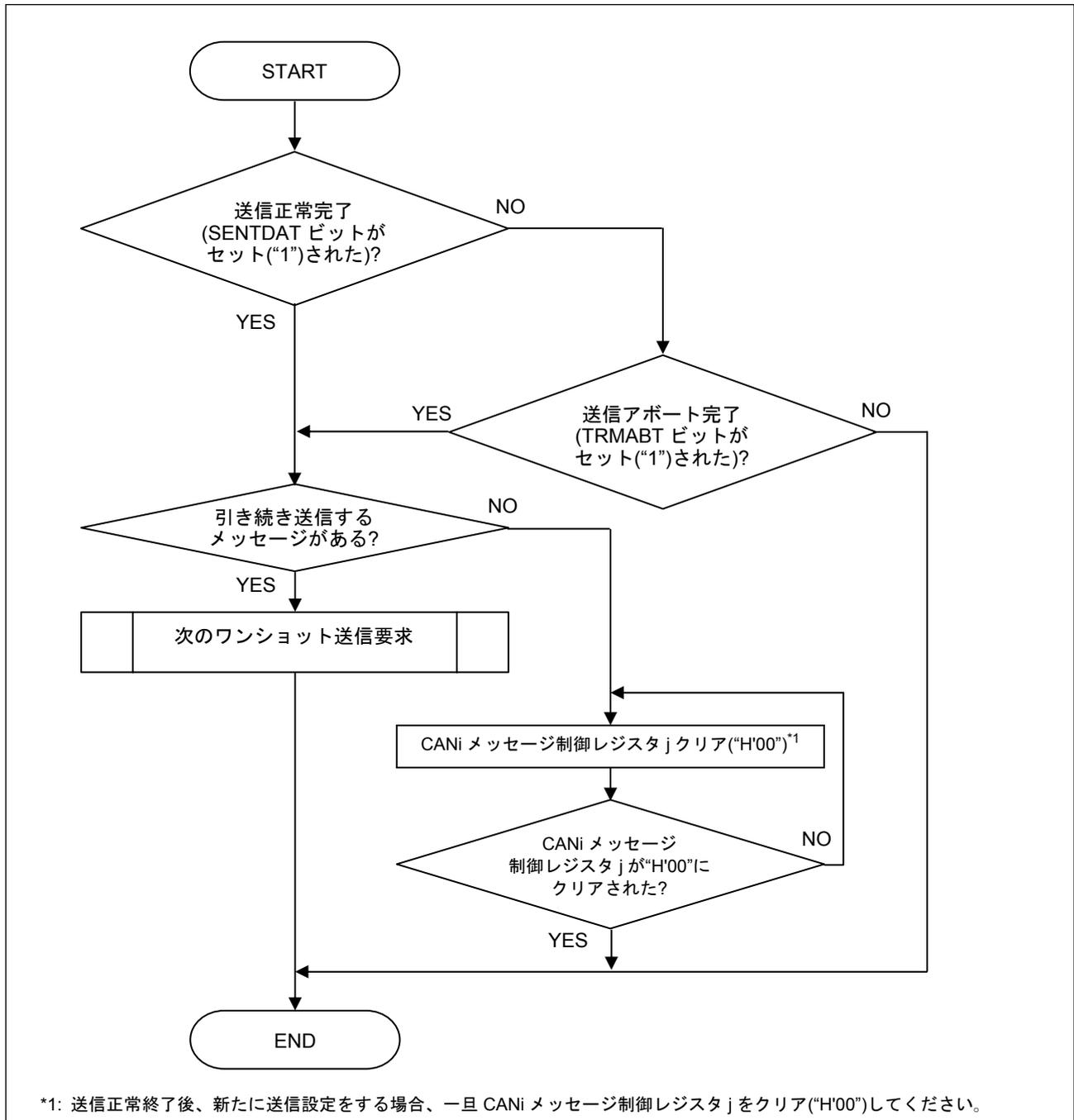


図2.6 ワンショット送信要求手順

2.2.4 ワンショット送信完了処理

図 2.7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。



*1: 送信正常終了後、新たに送信設定をする場合、一旦 CANi メッセージ制御レジスタ j をクリア("H'00")してください。

図2.7 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、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 2.8に送信アボート機能の応用例を、図 2.9に送信アボート手順を示します。

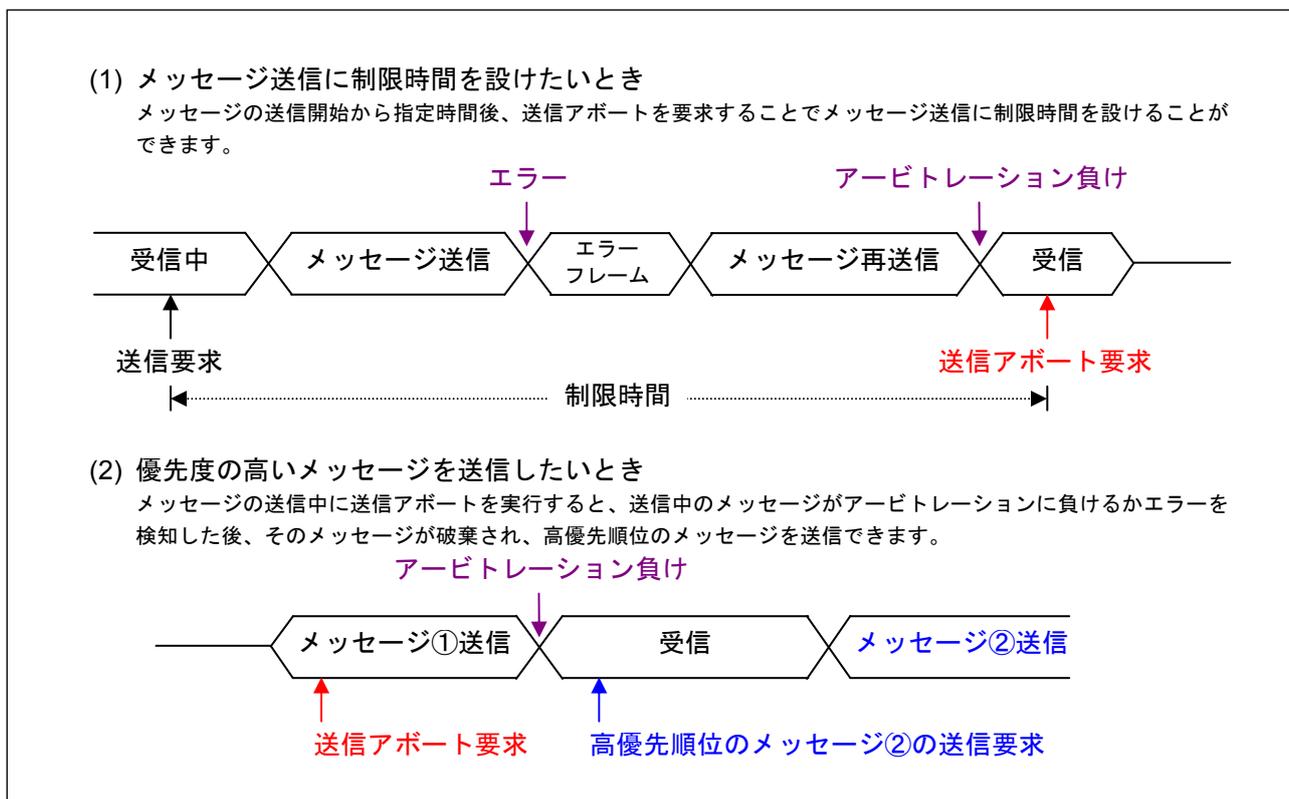


図2.8 送信アボート機能の応用例

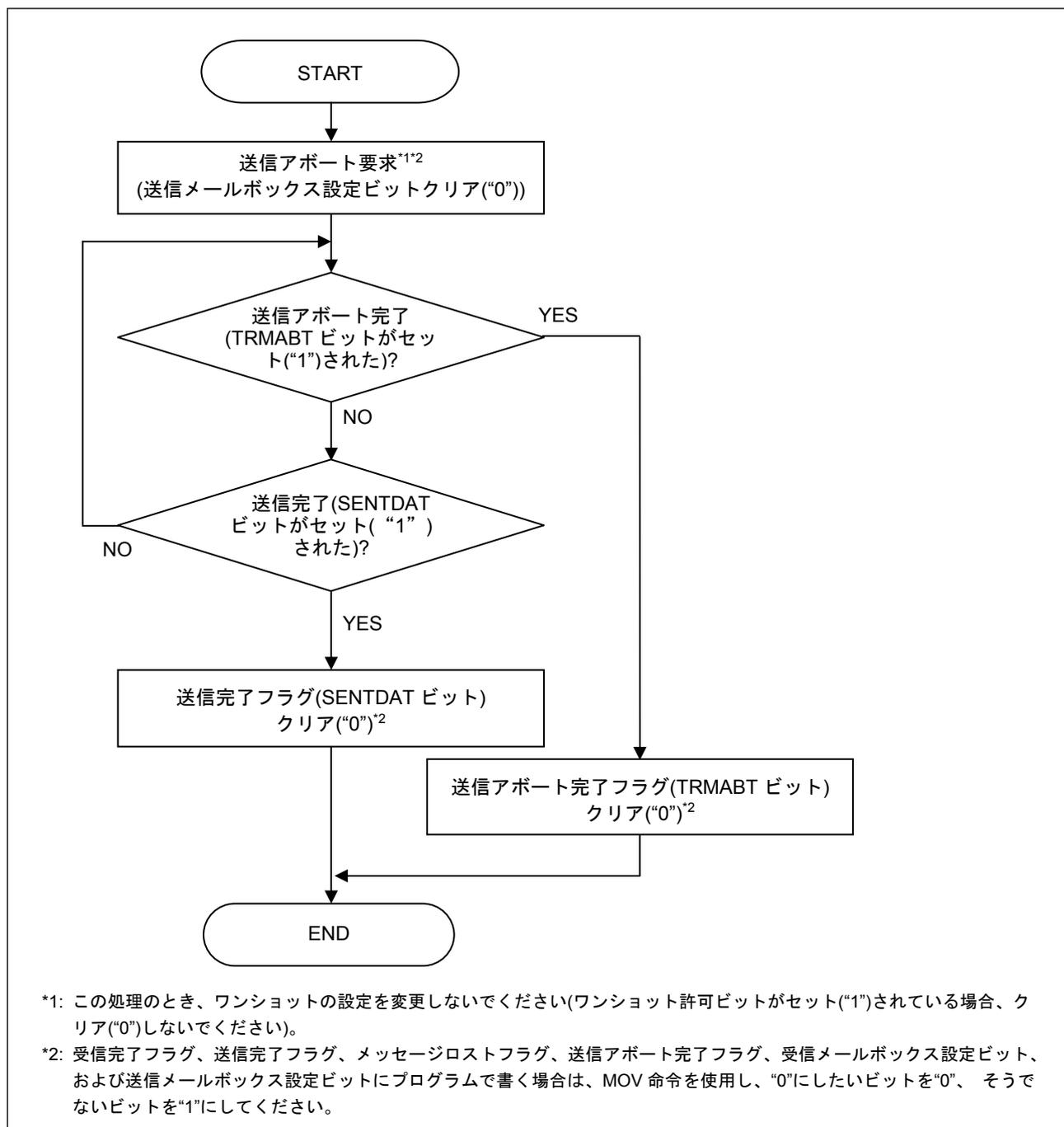


図2.9 送信アボート手順

2.3 メッセージ受信

CANモジュールには、CANの1チャンネルにつき64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章を参照ください。受信には、以下の2つの受信モードがあり、受信モードでは64個のメールボックスすべてを、ワンショット受信モードでは32個のメールボックスを受信で使用できます。

- 受信モード
- ワンショット受信モード

(1) 受信モード

メールボックスを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ーランが発生する可能性があります(オーバライト/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あると、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 受信要求

図 2.10に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)='H'00')かつ アポート処理中でない)ときに行ってください。

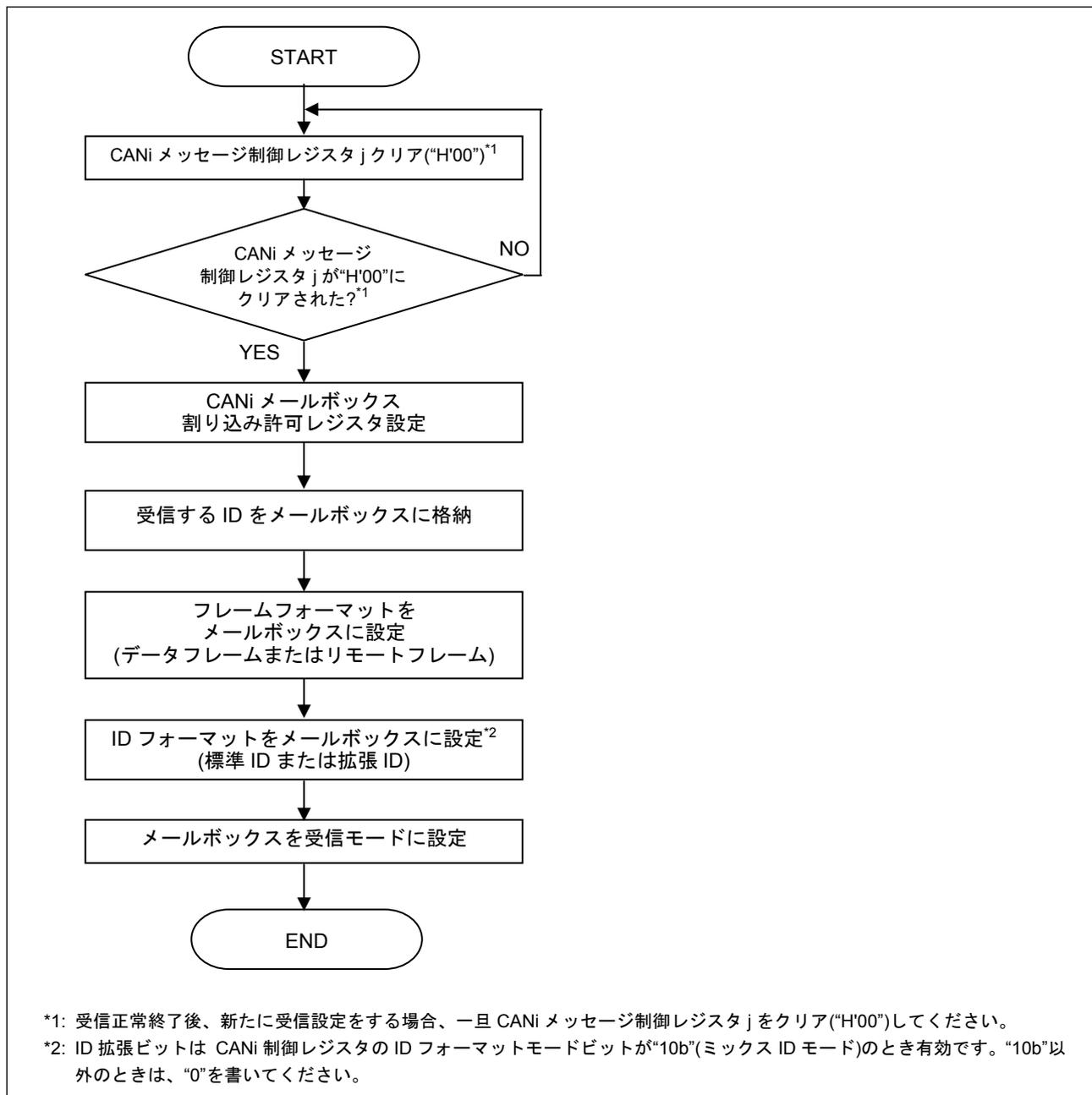


図2.10 受信要求手順

2.3.2 受信モードに設定したメールボックスの受信完了(オーバーライトモード)

図 2.11に、オーバーライトモード(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、4.1.1項を参照ください。

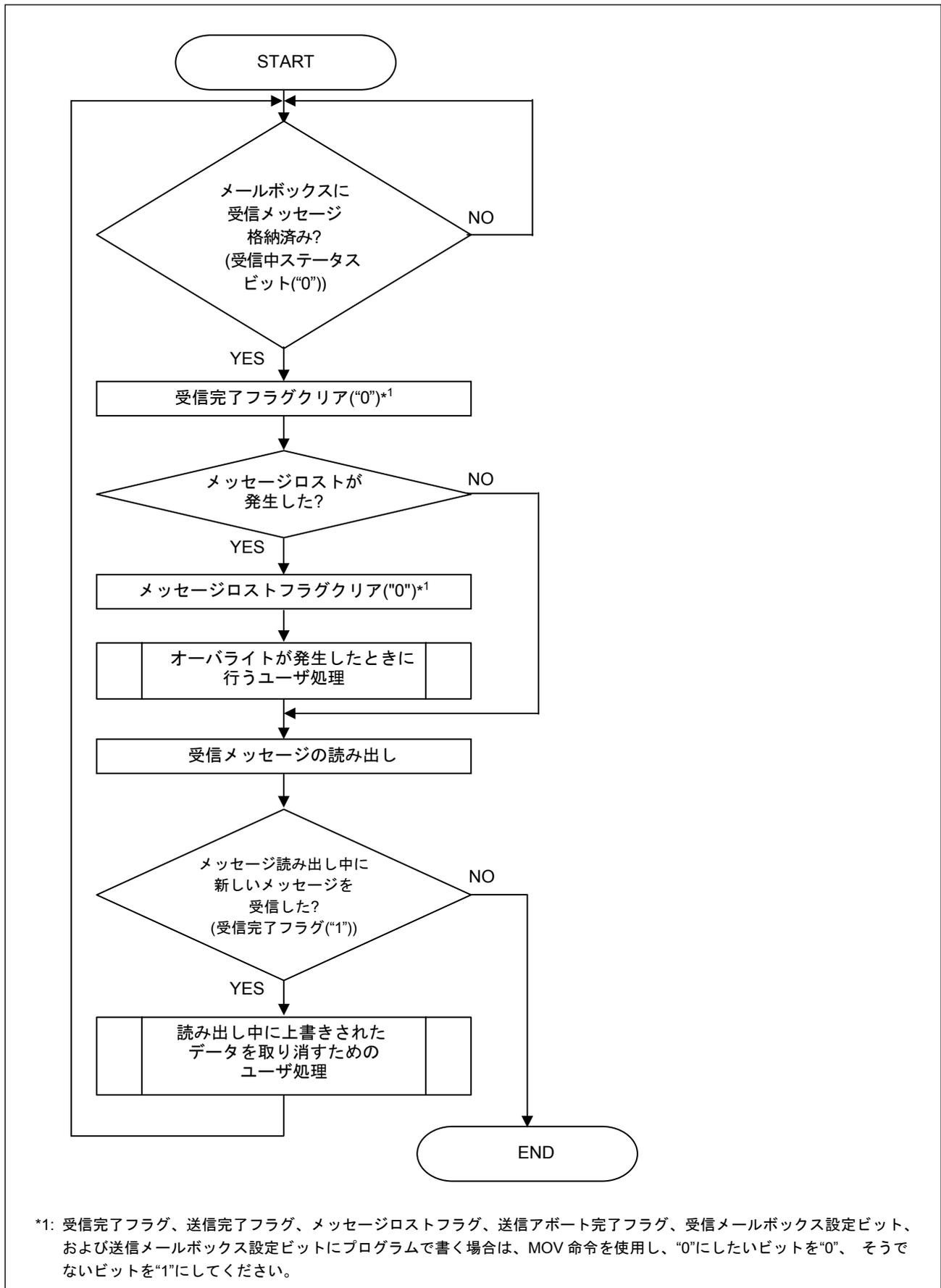


図2.11 受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順(オーバーライトモード)

2.3.3 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 2.12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。

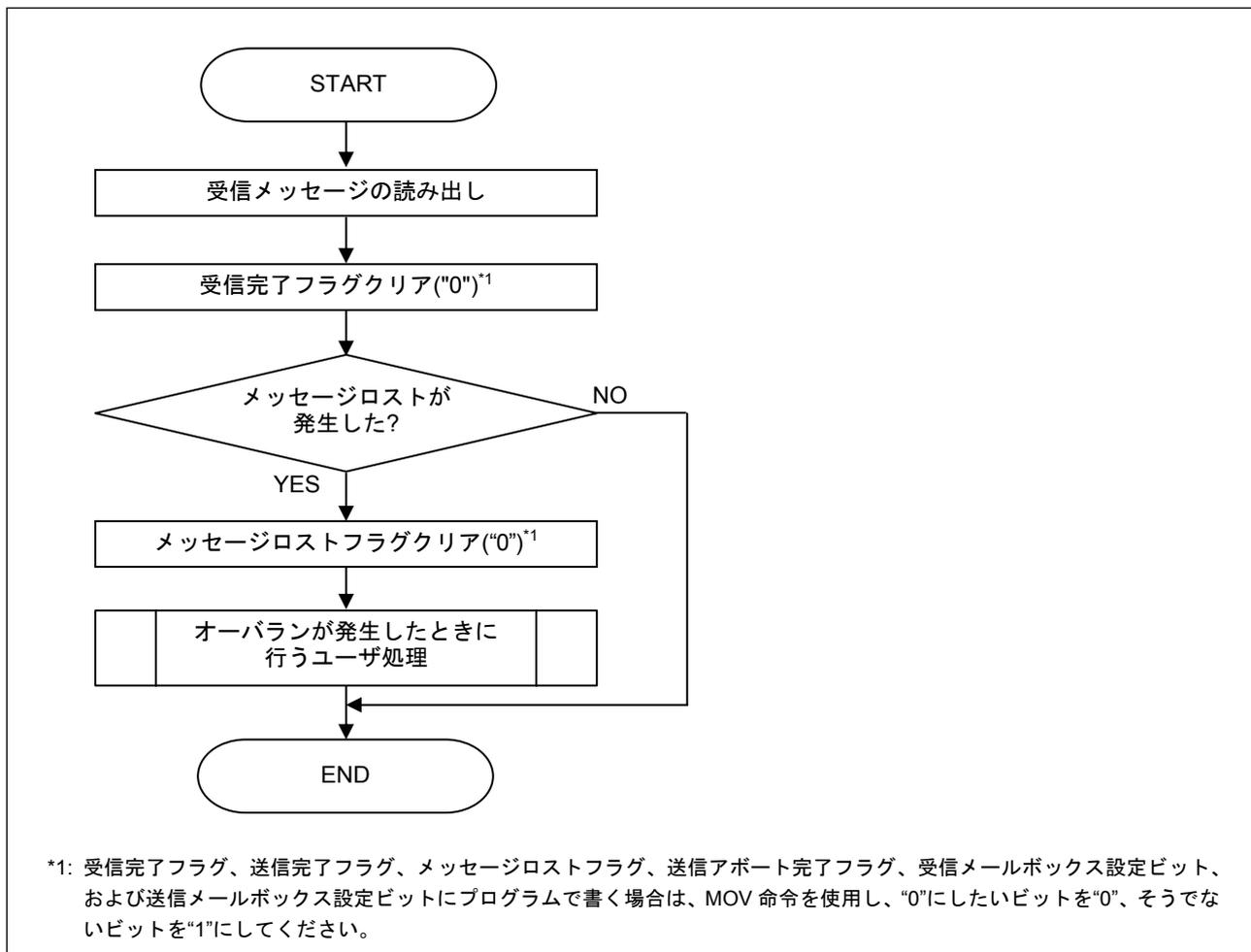


図2.12 受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順(オーバランモード)

2.3.4 ワンショット受信要求

図 2.13に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)='H'00' かつ アポート処理中でない)ときに行ってください。

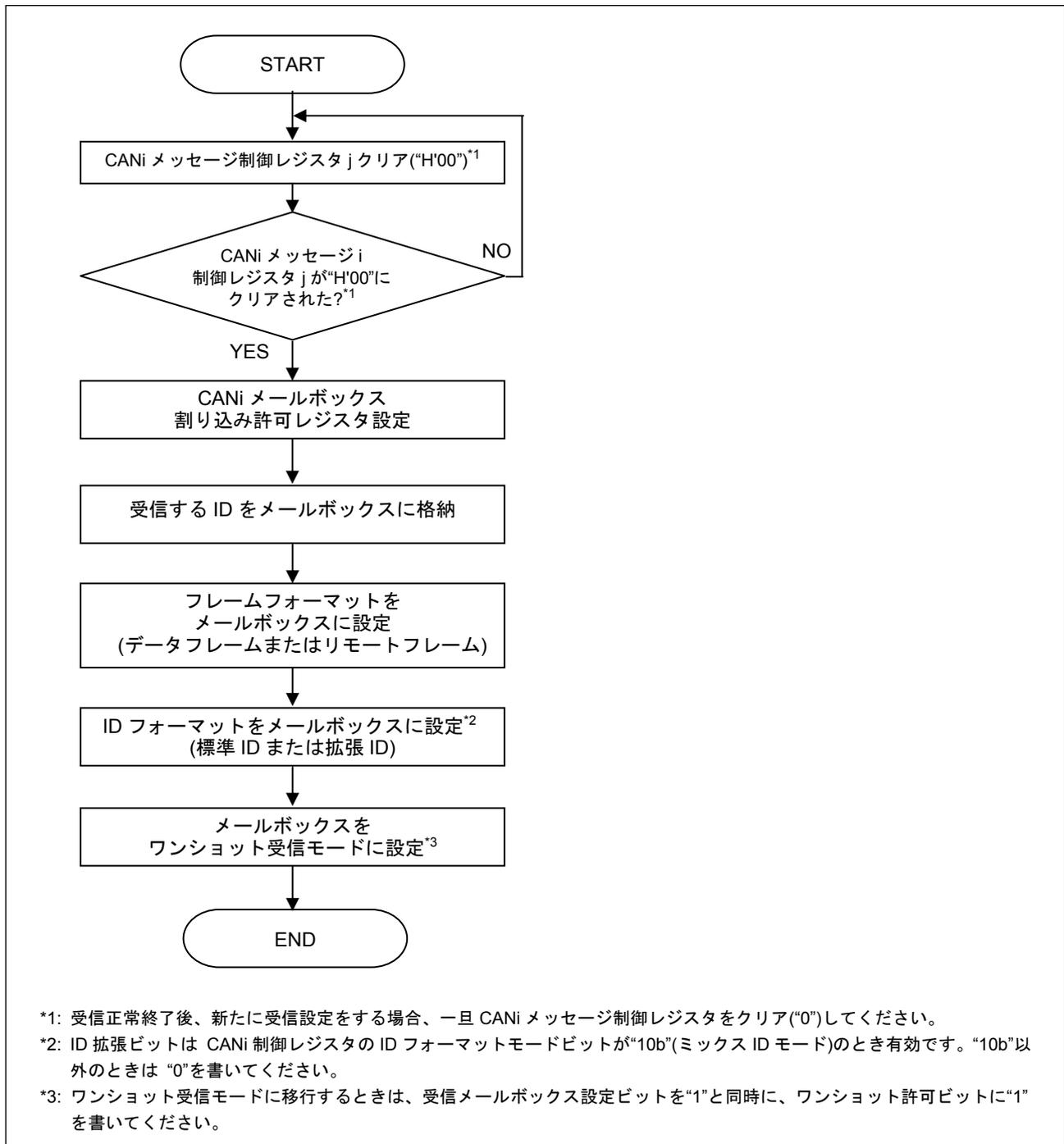


図2.13 ワンショット受信要求手順

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 2.14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、4.1.1項を参照ください。

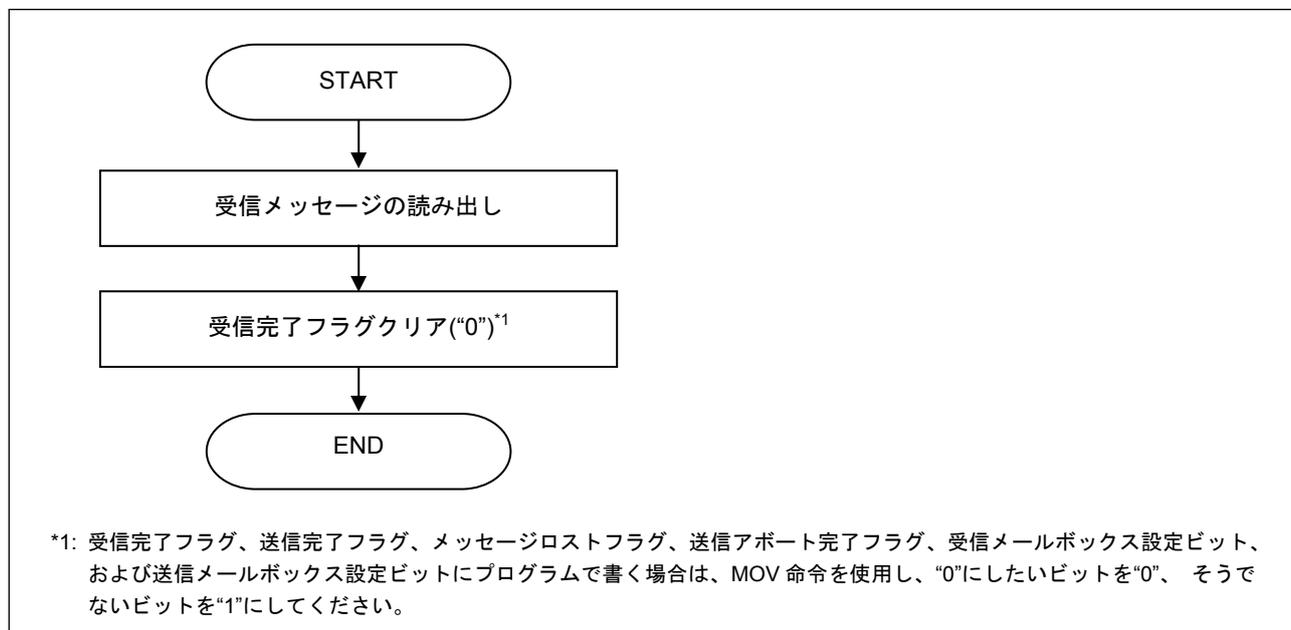


図2.14 ワンショット受信モードに設定したメールボックスの受信メッセージ処理手順

2.3.6 受信アポート

受信アポートは、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")をアポートが完了してから行ってください)。図 2.15に受信アポート手順を示します。

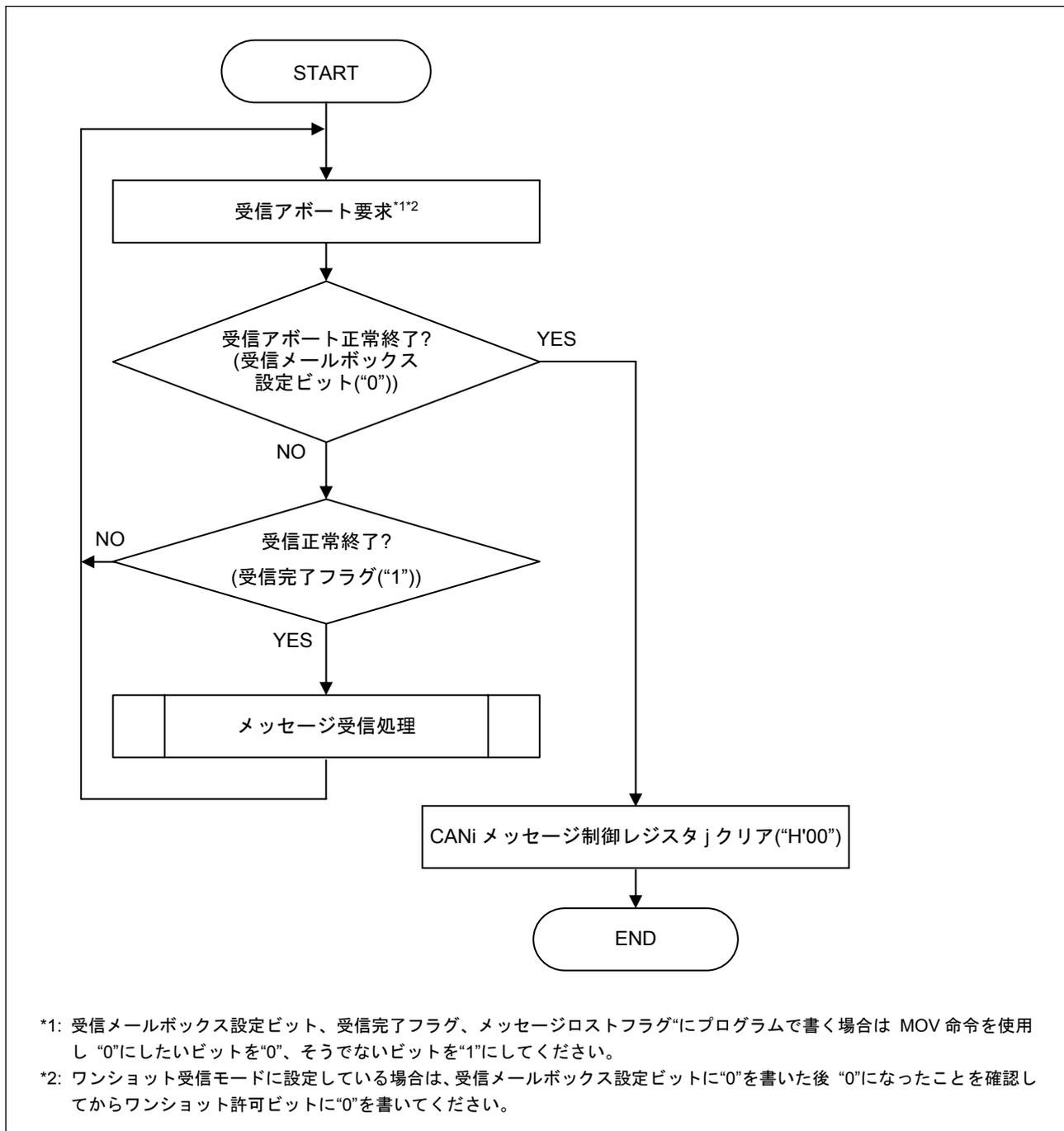


図2.15 受信アポート手順

3. メールボックスモード

CAN コンフィグレーション中に、CANi 制御レジスタ(CiCTRL)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]~[55]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[56]~[59]は送信 FIFO に設定され、メールボックス[60]~[63]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 3.1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。

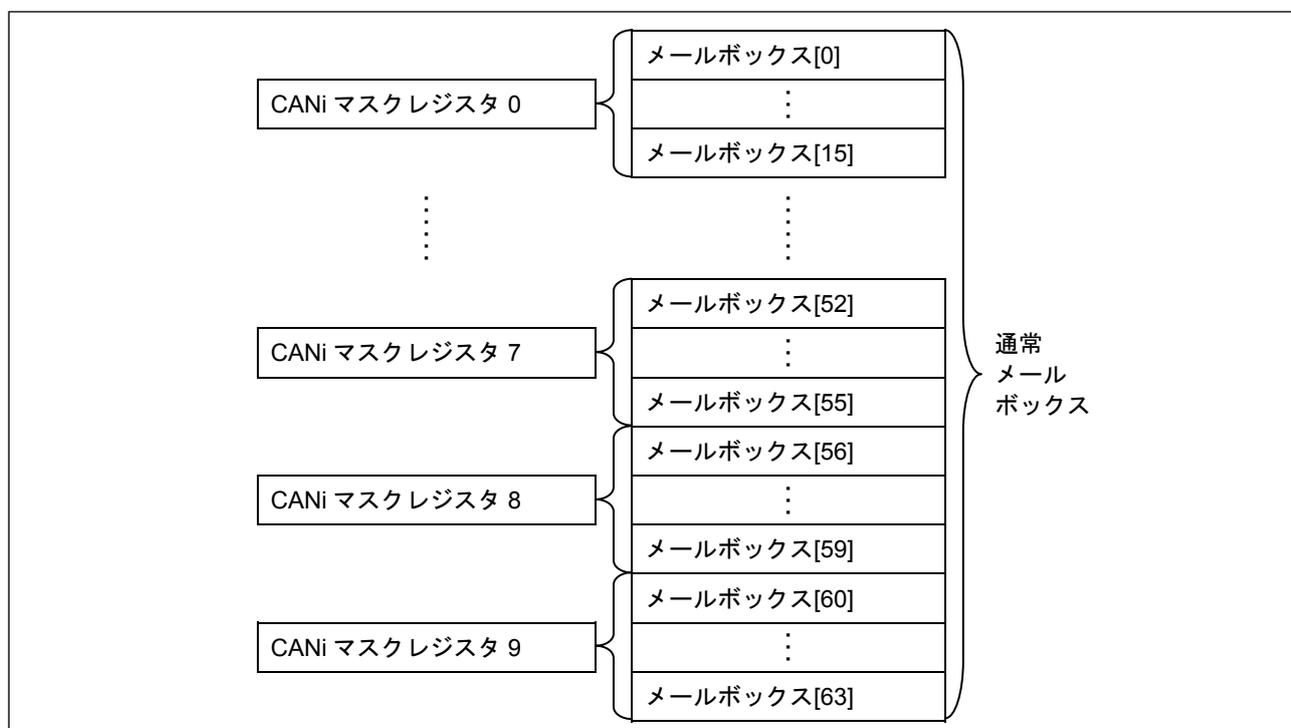


図3.1 通常メールボックスモードのメールボックス構造

3.2 FIFO メールボックスモード

図 3.2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。

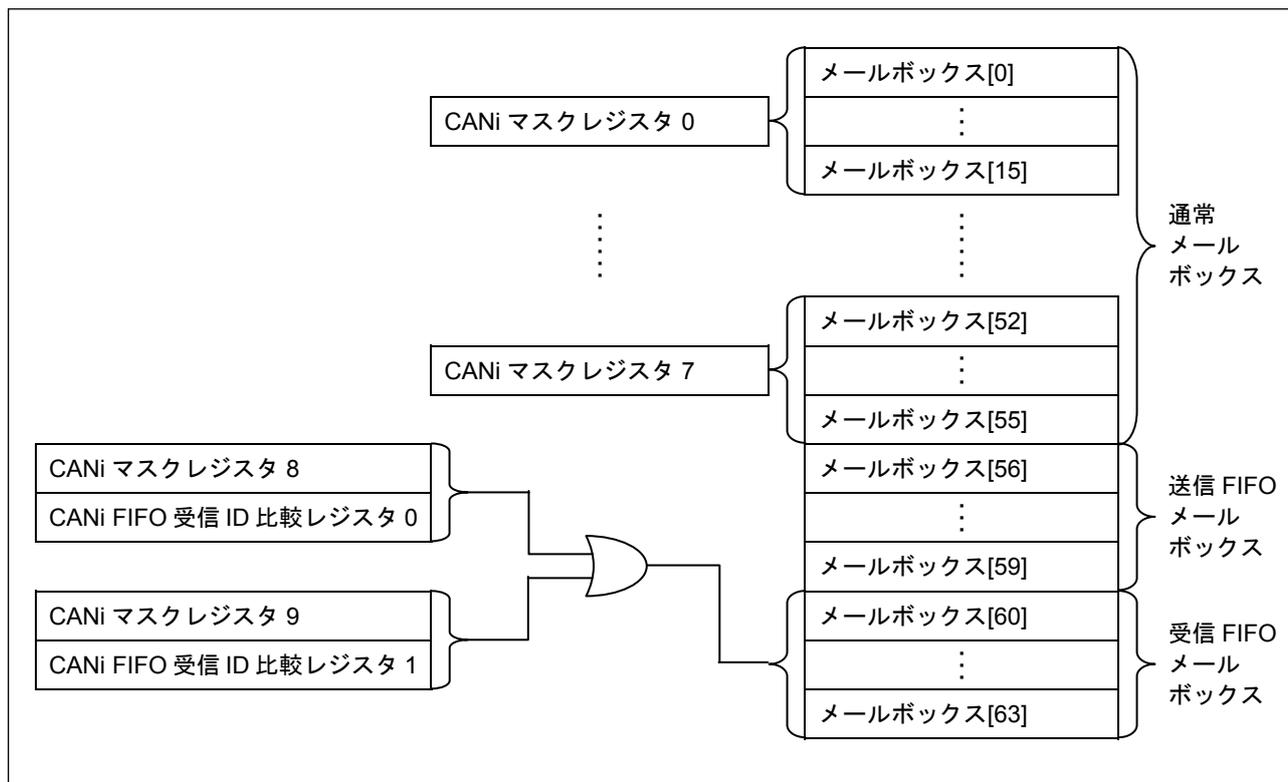


図3.2 FIFO メールボックスモードのメールボックス構造

FIFO メールボックスモード設定時は、メールボックス[56]～[59]は送信 FIFO に設定され、メールボックス[60]～[63]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[56]、受信 FIFO に対してはメールボックス[60]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“H'FF”を書くことで行えます。メールボックス[0]～[55]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(CiMIER1)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[56]~[63]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[56]~[59]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[56]~[59]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[60]~[63]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[60]~[63]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 空ステータスフラグ (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 メッセージロスフラグ (RFMLF)がセット (“1”)されます。このとき、CANi 制御レジスタ (CiCTLR)のメッセージロスモード選択ビット (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す)。

FIFO メールボックスモードでは、2つのマスクレジスタ CiMKR8/CiMKR9と2つの FIFO 受信 ID 比較レジスタ CiFIDCR0/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。

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 3.3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 3.4にCANオペレーションモードで実行する手順を示します。

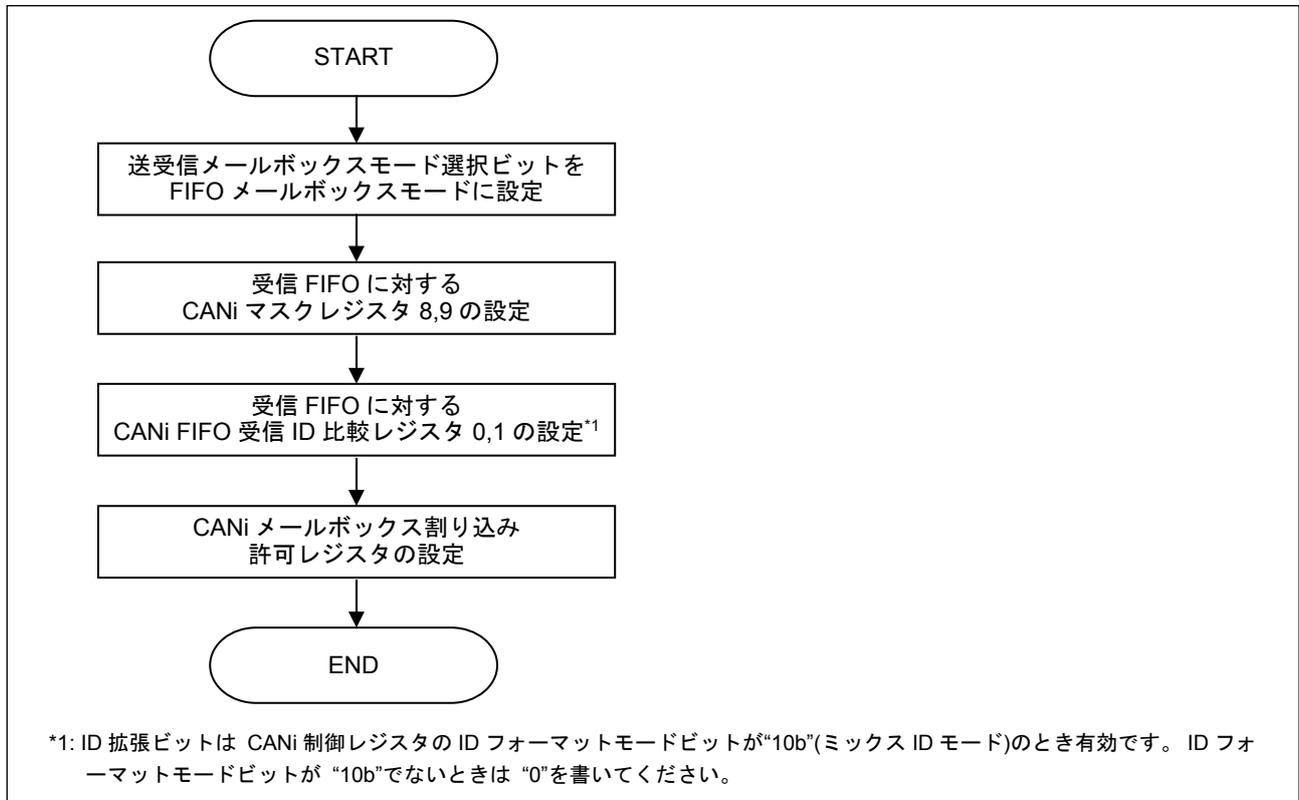


図3.3 CAN コンフィグレーションの FIFO メールボックスモード設定手順

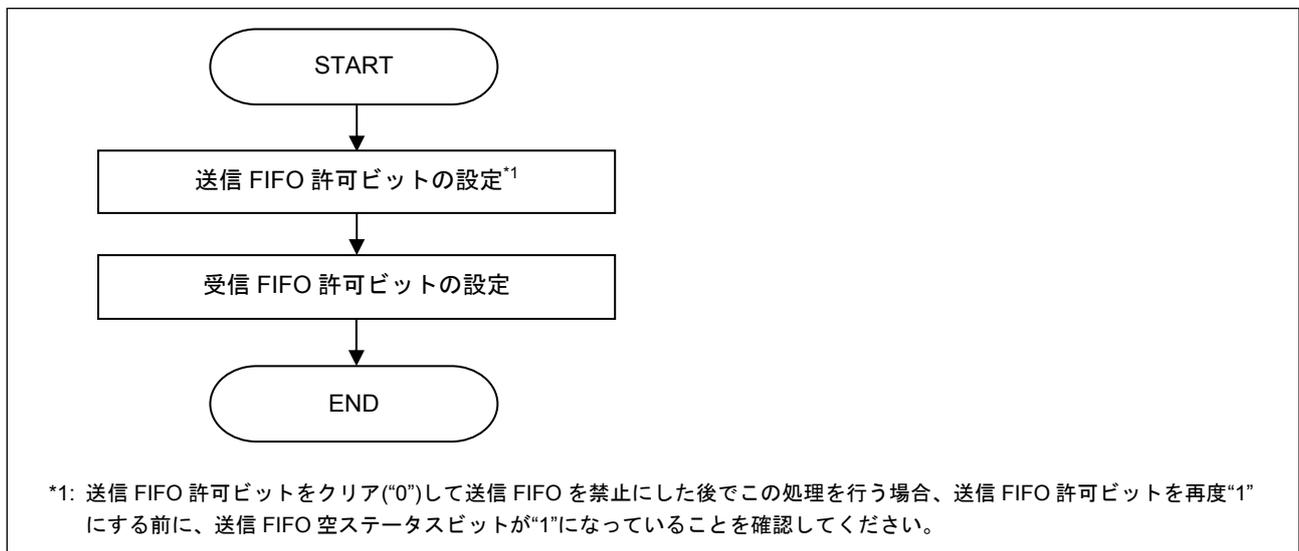


図3.4 CAN オペレーションモードの FIFO メールボックスモード設定手順

3.2.2 FIFO 送信

図 3.5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。

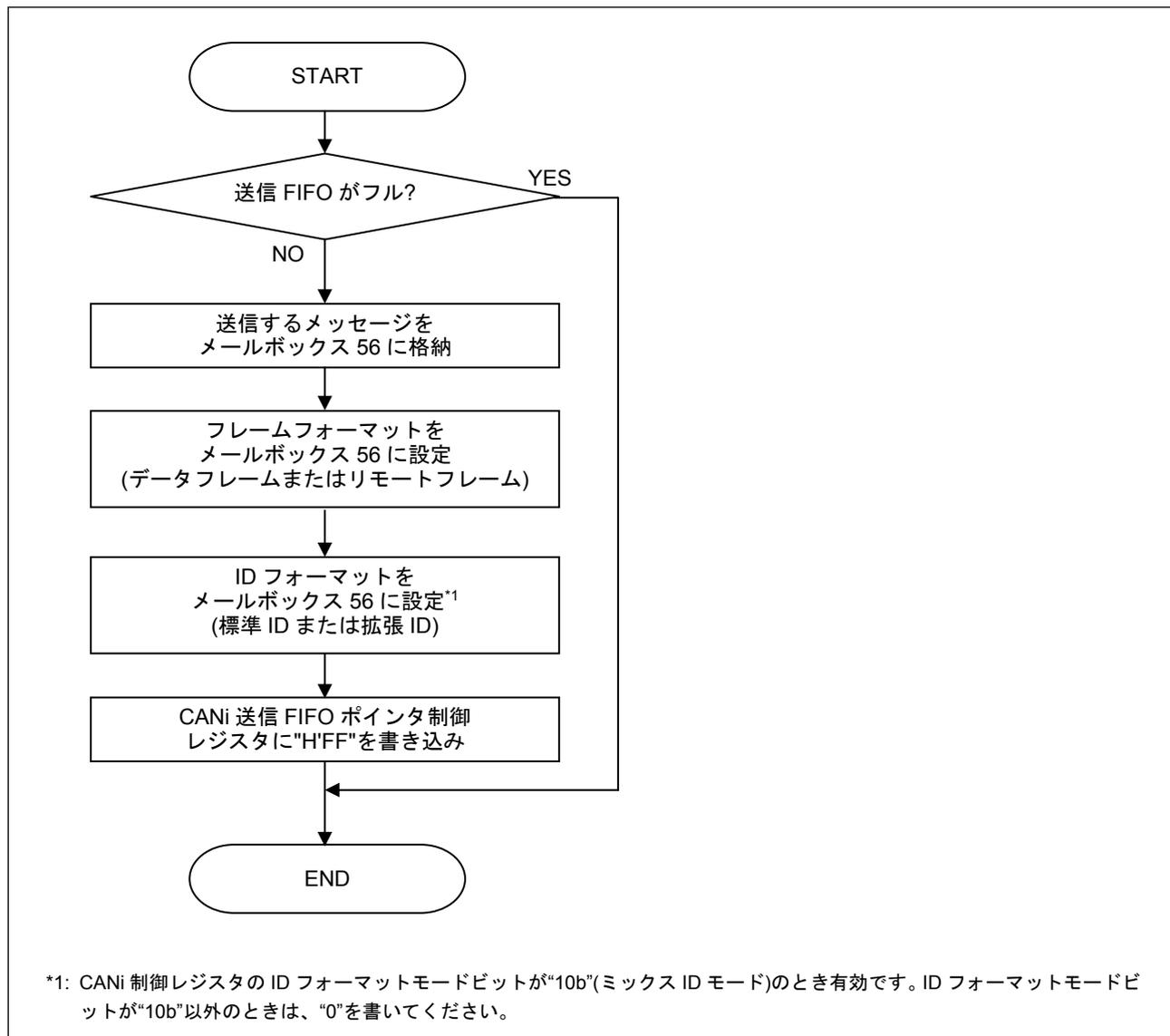


図3.5 FIFO メールボックスモードでの送信処理手順

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(オーバーライトモード)

図 3.6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。

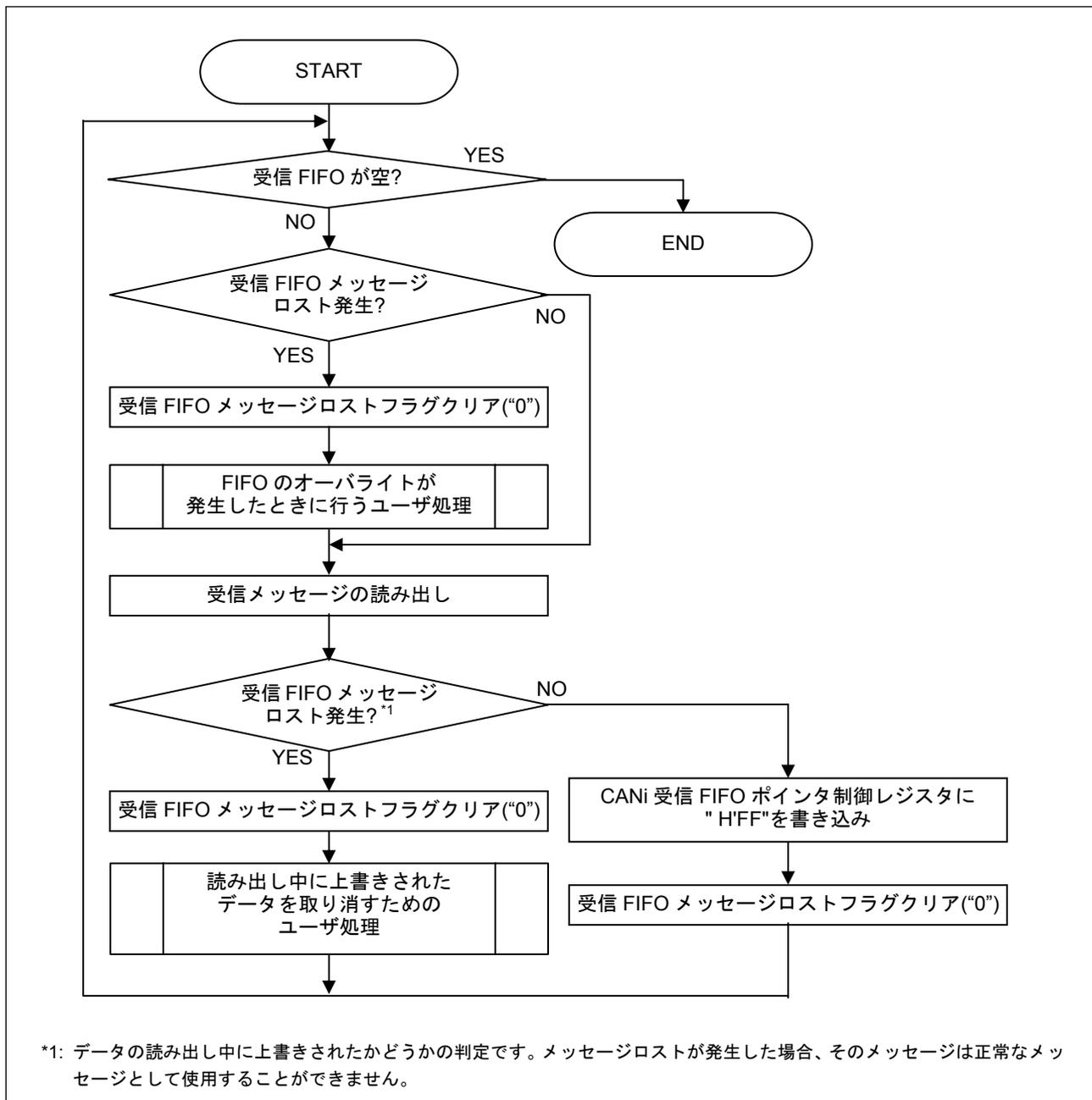


図3.6 FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバーライトモード)

3.2.4 FIFO 受信(オーバランモード)

図 3.7 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。

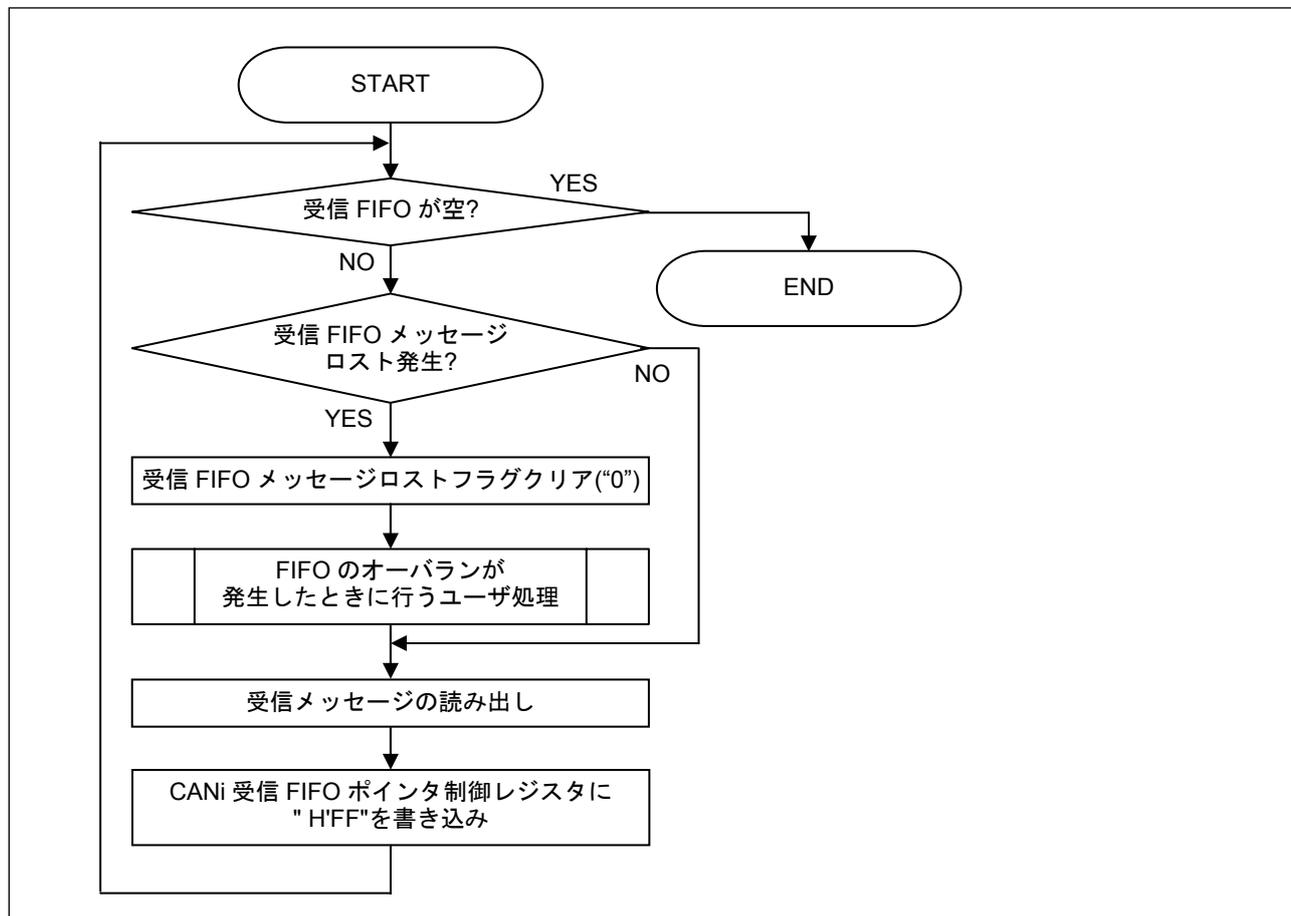


図3.7 FIFO メールボックスモードでの受信処理手順(オーバランモード)

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
- チャンネル検索モード

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 4.1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。

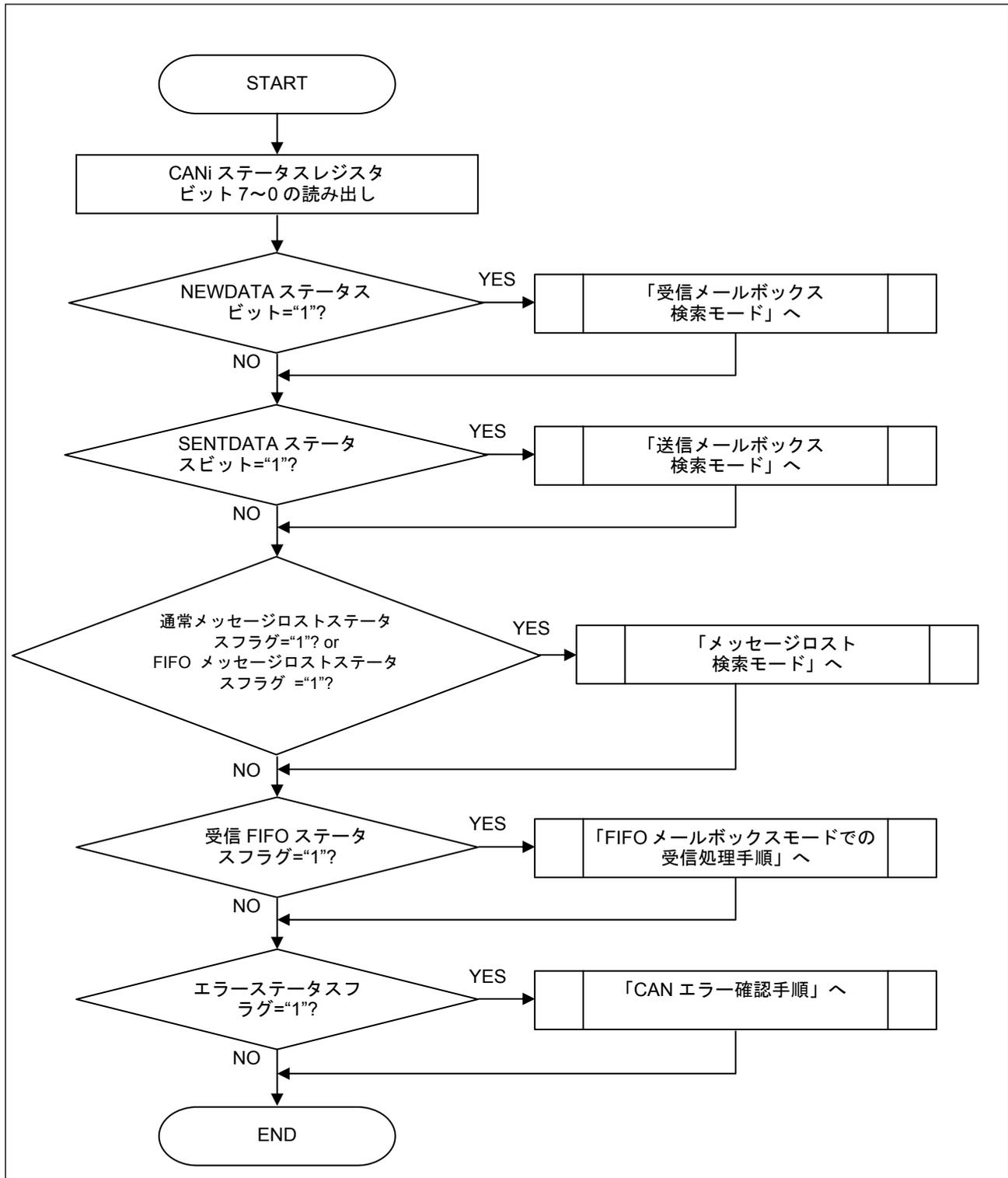


図4.1 CANi ステータスレジスタ確認例(ポーリング時)

4.1 メールボックス検索機能の使用法

表 4.1にMBSMビットの設定値を示します。

表4.1 MBSM 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

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、MBSM ビットを“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 に未読メッセージあり)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 60 を読み出せます。

図 4.2 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。

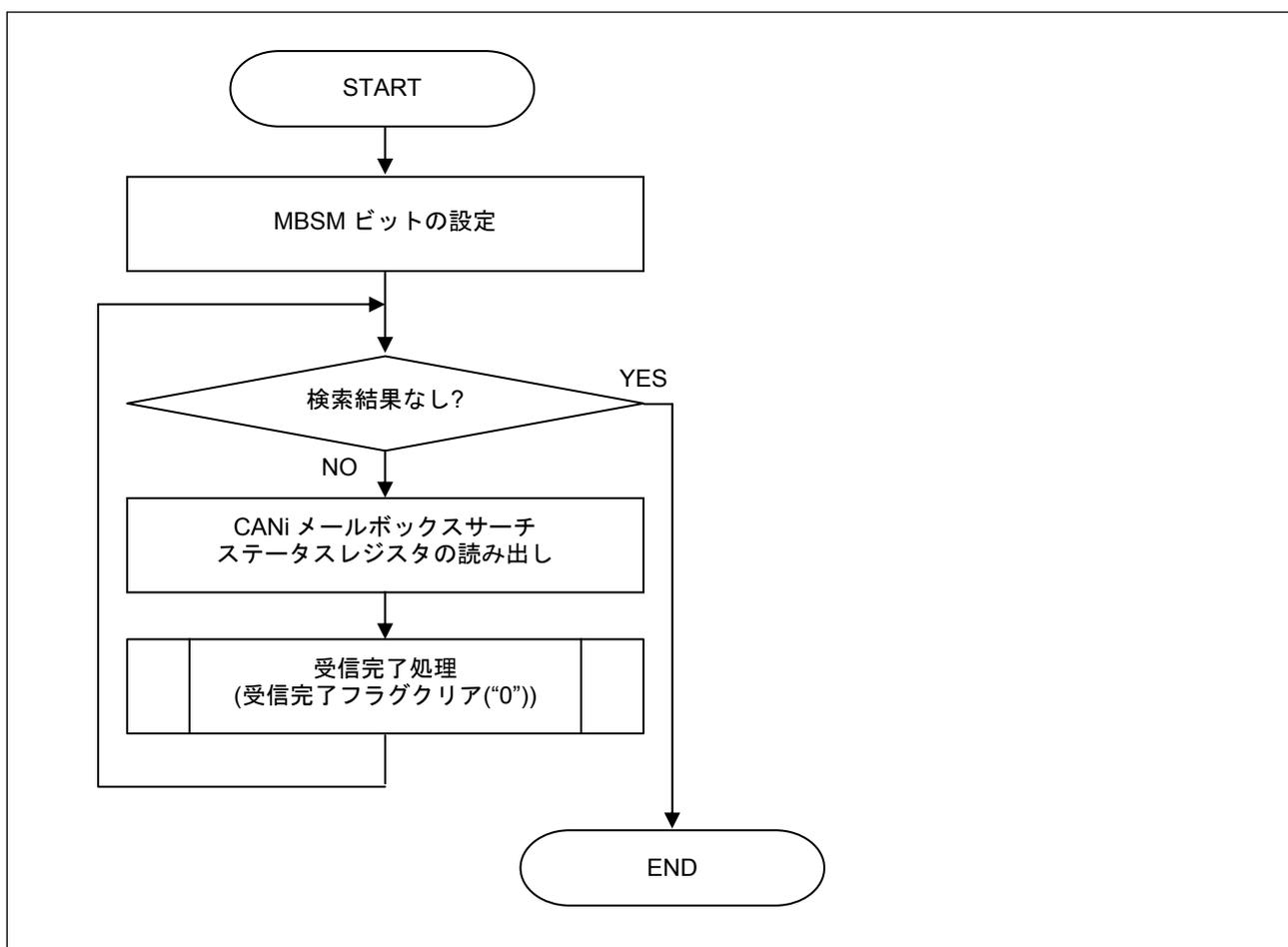


図4.2 受信メールボックス検索手順

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、MBSM ビットを"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 4.3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送信要求を行うときは、2.2.1項を参照ください。

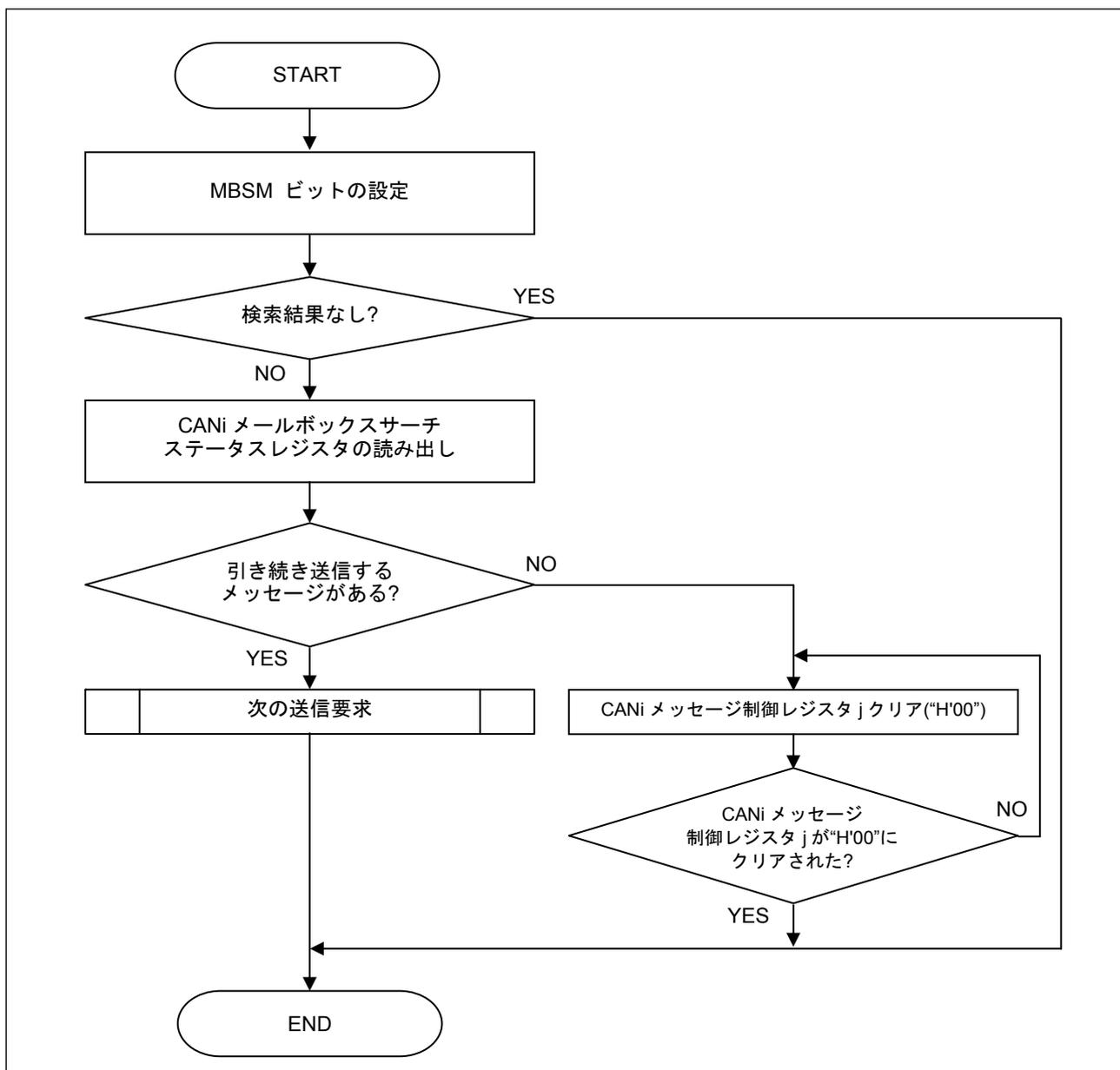


図4.3 送信メールボックス検索手順

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、MBSM ビットを“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 メッセージロスト発生)のとき、メールボックス番号 60 を読み出せます。

図 4.4 にメッセージロスト検索の使用手順を示します。

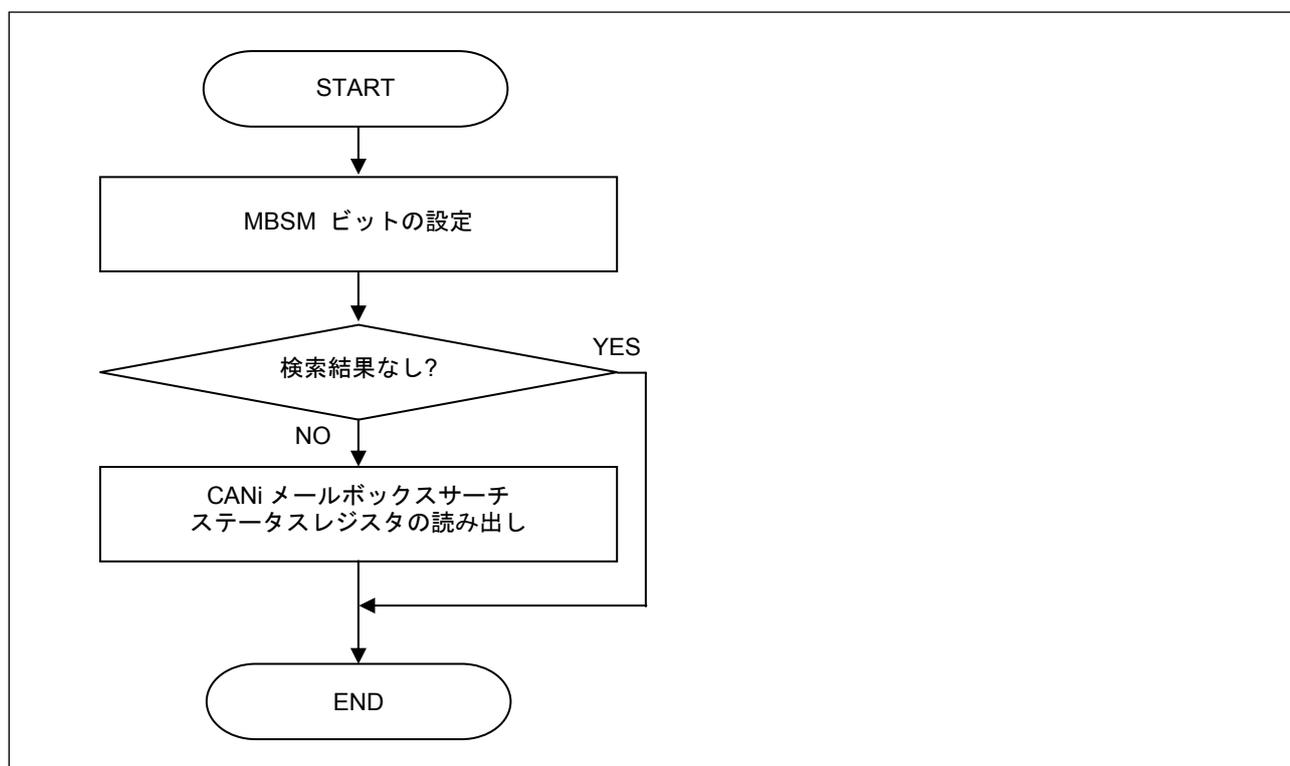


図4.4 メッセージロスト検索手順

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、MBSM ビットを“11b”に設定してください。チャネル検索の値(テーブル値)を CANi チャ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。

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ビット(SEST)がセット(“1”)されます。

図 4.5 と 図 4.6 にチャネル検索の使用手順を示します。

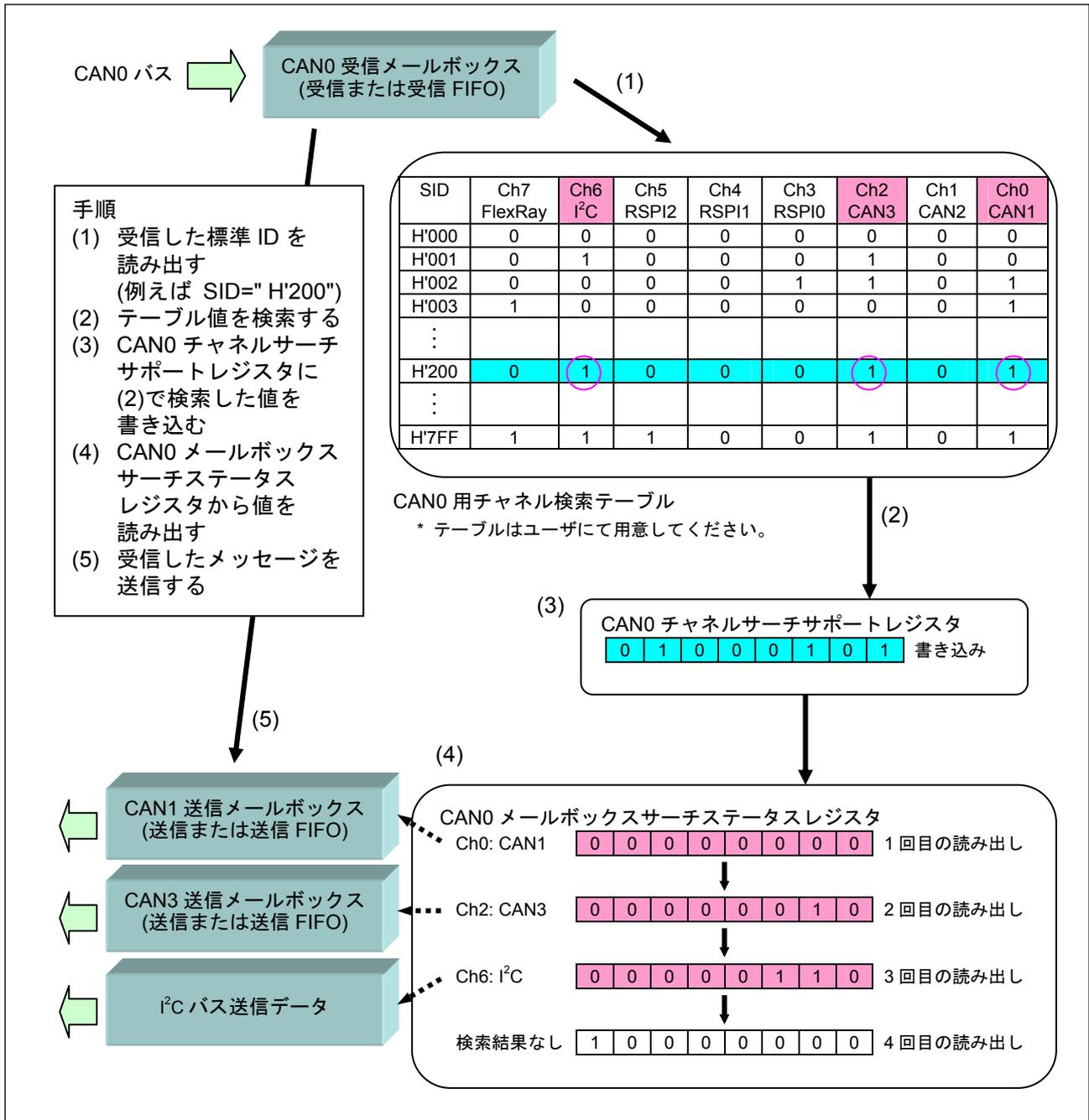


図4.5 チャネル検索モードの概略(CAN0 の場合)

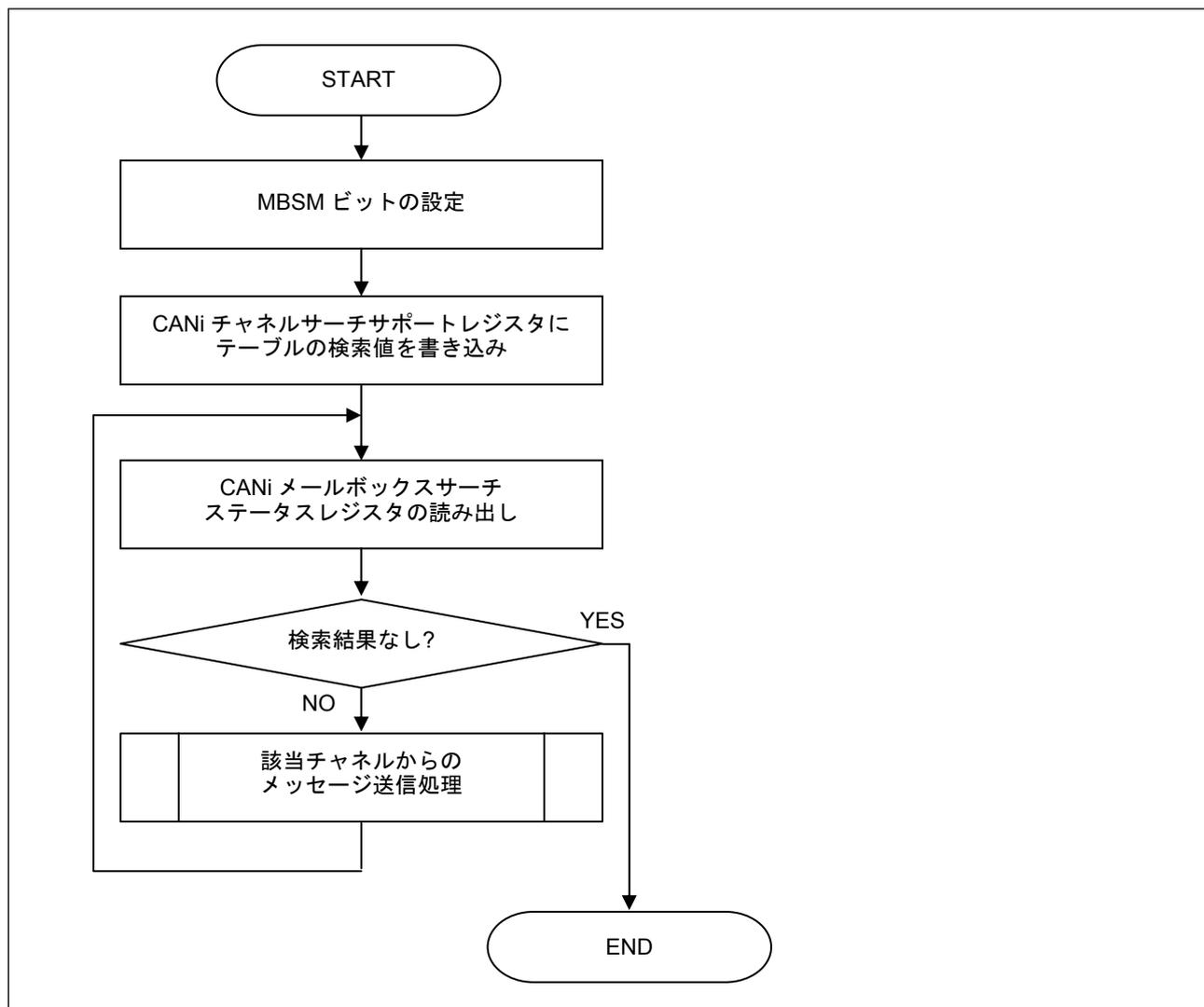


図4.6 チャンネル検索手順

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。

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、事前に割り込み優先順位設定レジスタ 10~11(INT2PRI10~INT2PRI11)と割り込みマスククリアレジスタ 1(INT2MSKCR1)の設定が必要です。

5.1 CAN エラー確認

① 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 5.1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。

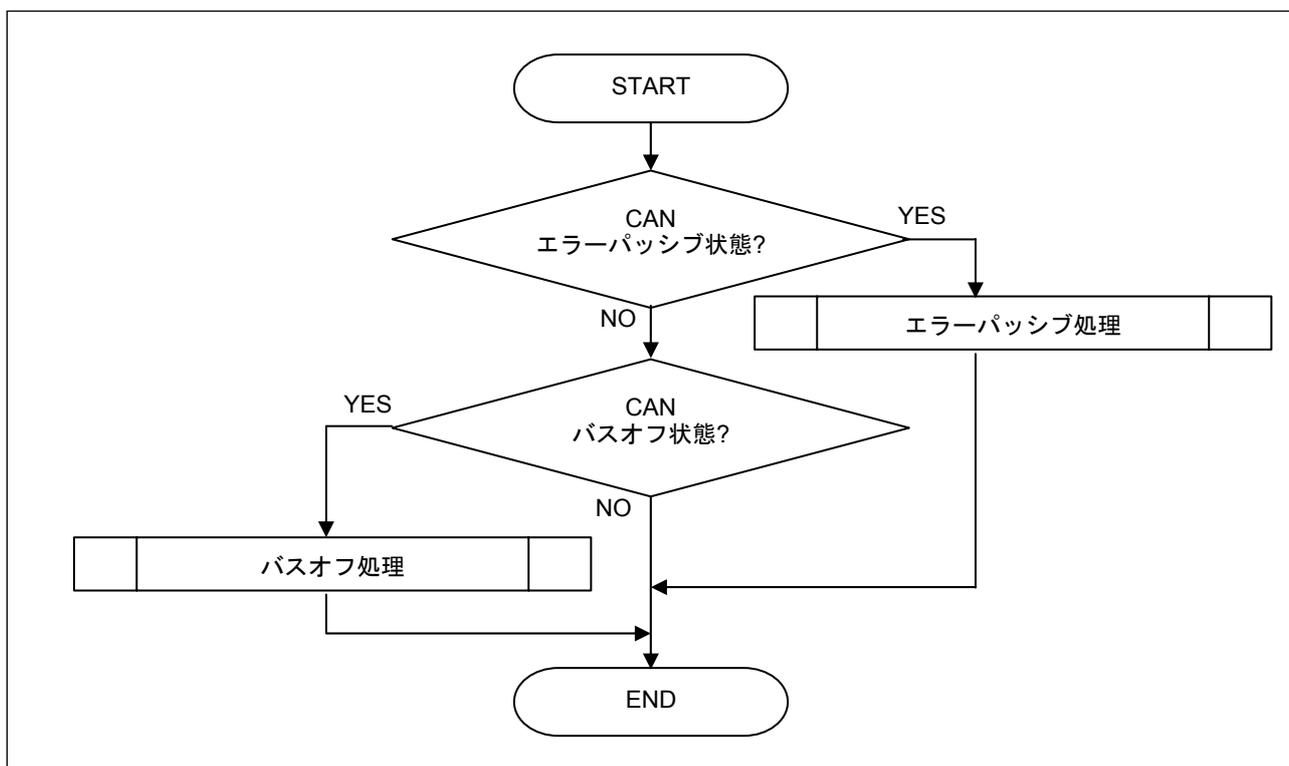


図5.1 CANi ステータスレジスタによる CAN エラー確認手順

② 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

割り込み優先順位設定レジスタ 10~11(INT2PRI10~INT2PRI11)と割り込みマスククリアレジスタ 1 (INT2MSKCR1)を設定すると、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 5.2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、6章を参照ください。

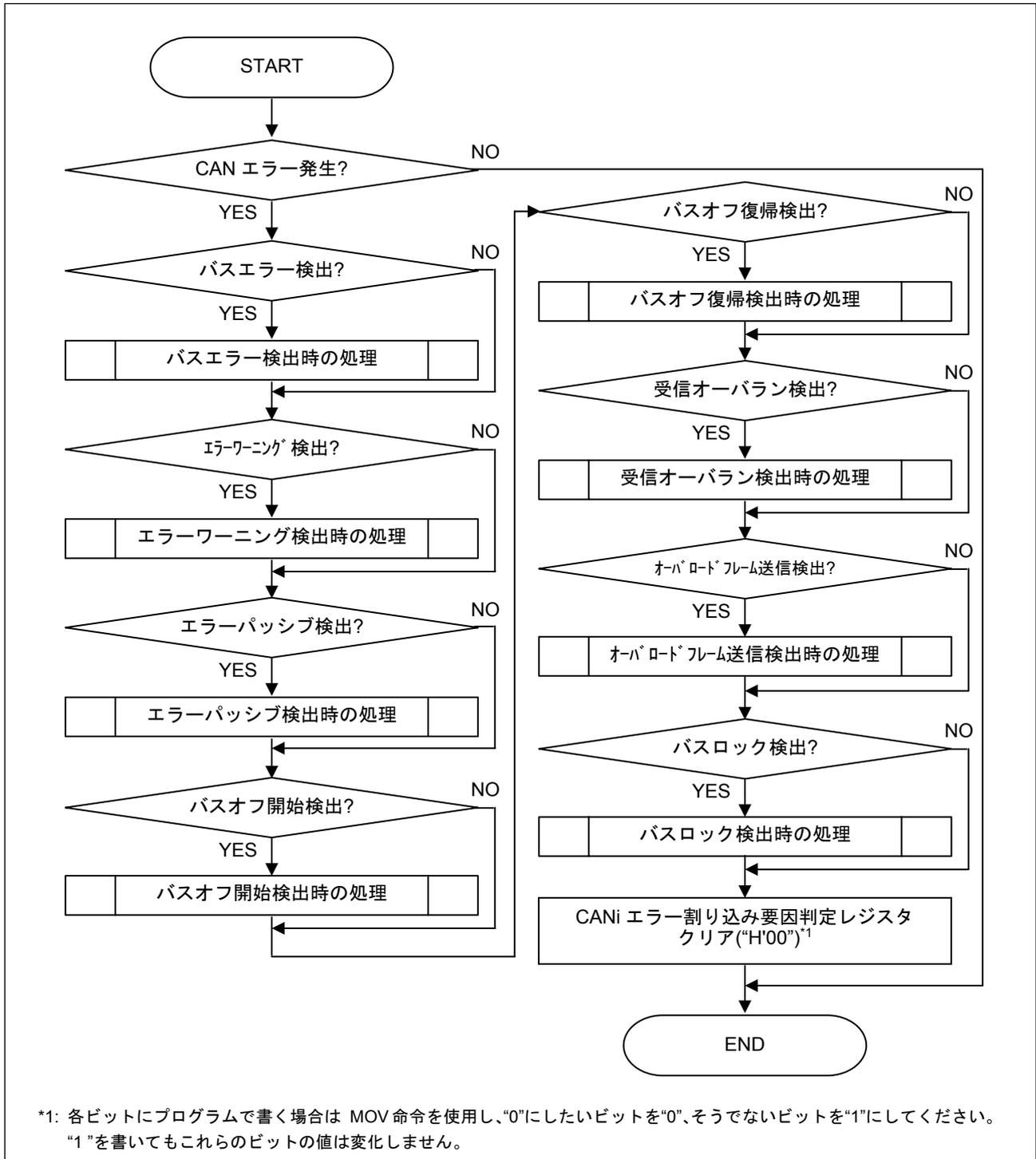


図5.2 CANi エラー割り込み要因判定レジスタによる CAN エラー確認手順

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 6.1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 6.1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6.1 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: 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。

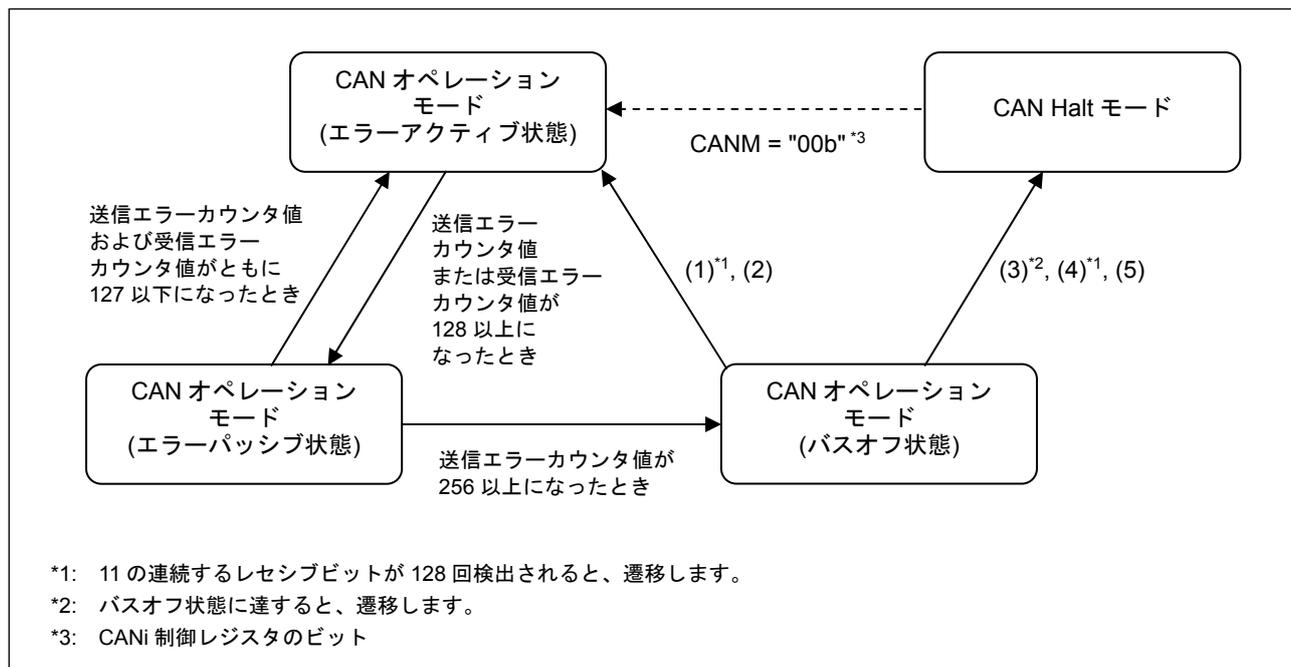


図6.1 バスオフ状態への遷移およびバスオフ状態からの復帰

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7.1に標準IDと拡張IDのビットマップを示します。

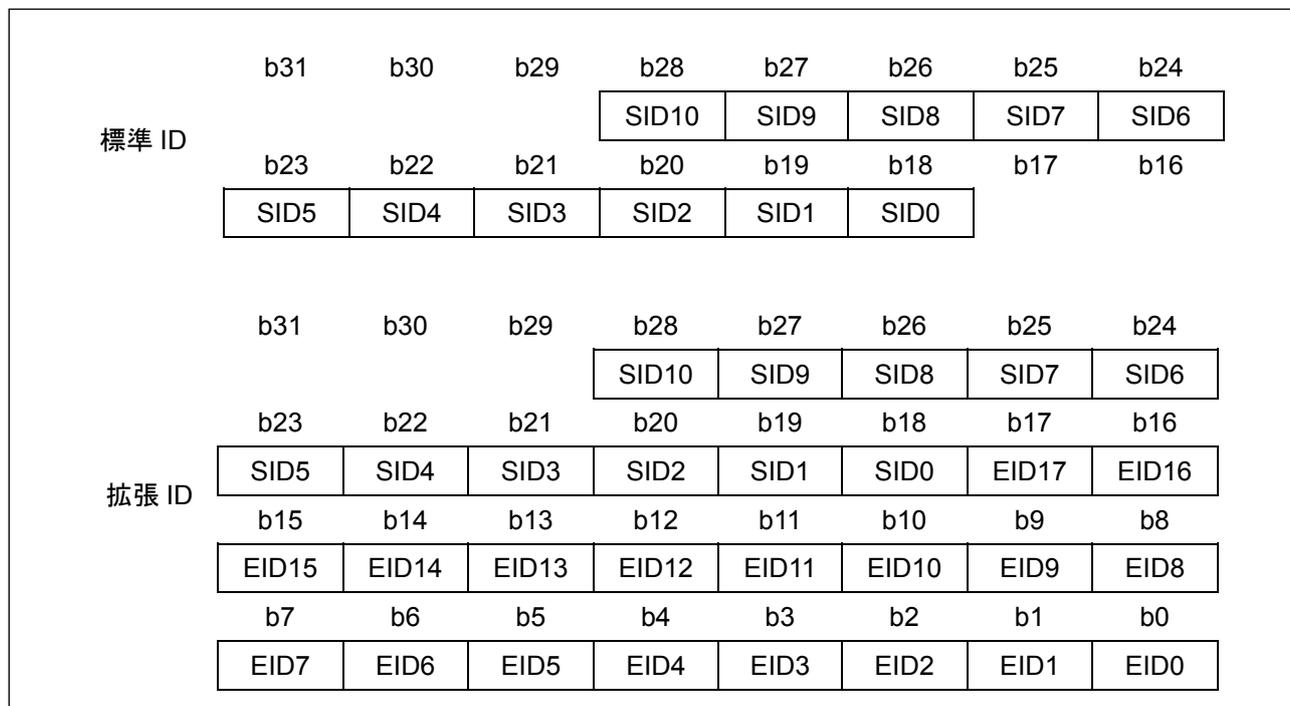


図7.1 標準 ID と拡張 ID のビットマップ

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、10個のCAN_i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、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7.2にIDとマスクレジスタの構成、表7.1にアクセプタンスフィルタ処理、図7.3にビットマップを示します。

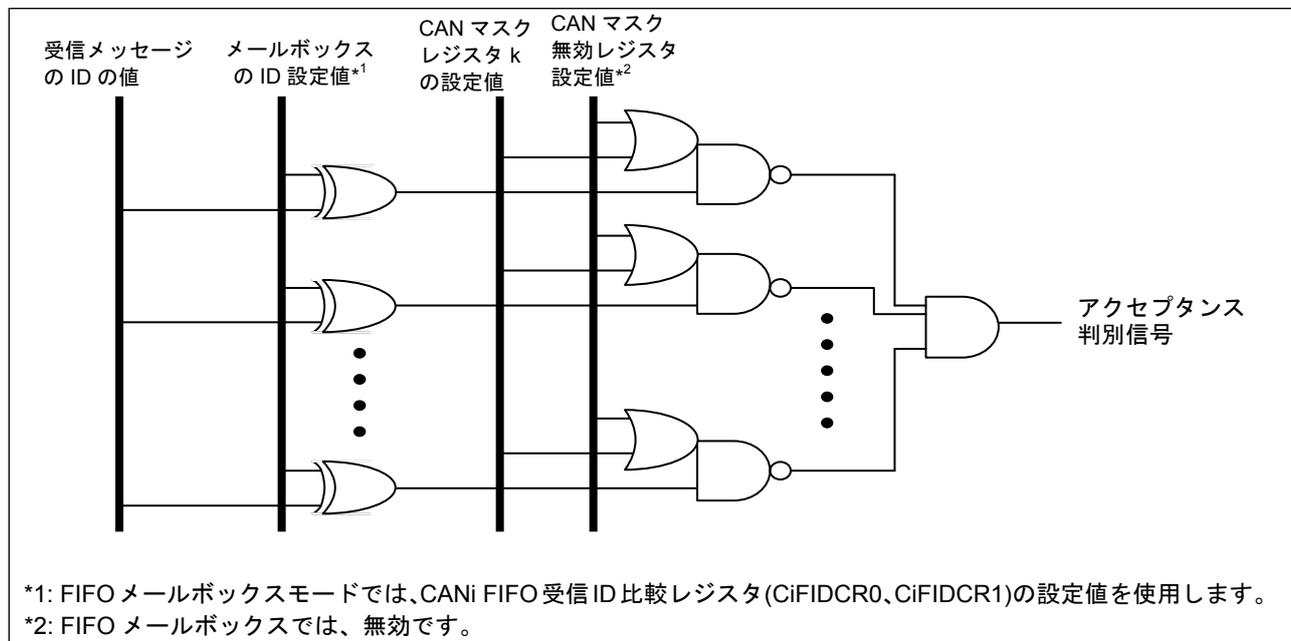


図7.2 IDとマスクレジスタの構成

表7.1 CAN アクセプタンスフィルタ処理

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
CAN _i 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
CAN _i 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
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: ID拡張ビット(IDE)とリモート送信要求ビット(RTR)は、マスクできません。受信したRTRはメールボックスのRTRと常に比較します。また、ID拡張ビット(IDE)は、CAN_i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モードのときと比較します。

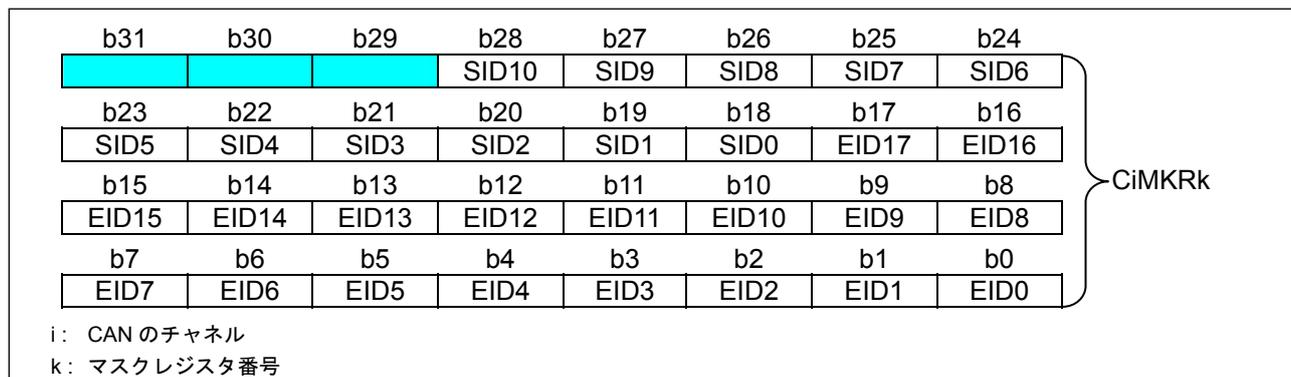


図7.3 ビットマップ

(2) アクセプタンスフィルタの使用例

① 使用例 1

表 7.2にメールボックス[0]がID“H'123”の標準フォーマットの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7.2 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“H'123”	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 7.3にメールボックス[0]がID“H'123”の標準フォーマットの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7.3 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“H'123”	0 1 - 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 7.4にメールボックス[0]がID“H'122”と“H'123”、2個の標準フォーマットの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7.4 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 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 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“H'122”	0 0 - 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 0 - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -
	ID“H'123”	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 7.5にメールボックス[0]がID“H'12345678”の拡張フォーマットの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7.5 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“H'12345678”	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、CANi 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 7.6にメールボックス[0]がID“H'12345678”の拡張フォーマットの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7.6 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“H'12345678”	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(CiMKR8、CiMKR9)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 7.4にIDとマスクレジスタの構成を示します。

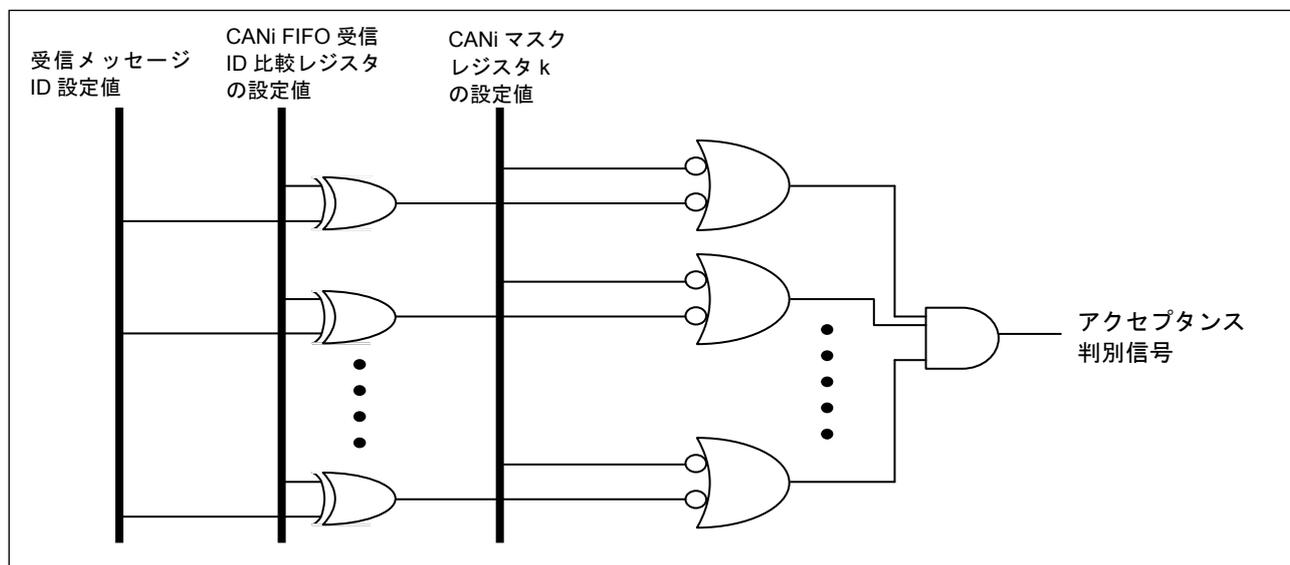


図7.4 FIFOi 受信 ID 比較レジスタと CANi マスクレジスタ k の構成

表7.7 CAN FIFO アクセプタンスフィルタ処理

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: ID 拡張ビット(IDE)とリモート送信要求ビット(RTR)は、マスクできません。受信した RTR は FIFO 受信 ID 比較レジスタの RTR と常に比較します。また、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ビット(IDFM)がミックス ID モードのとき比較します。

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 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 “H'078”、“H'087”、“H'111”)
- 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“H'000”、“H'00D”、“H'6F3”、“H'6F4”、“H'6FF”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 7.5にデータテーブル構成、図 7.6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。

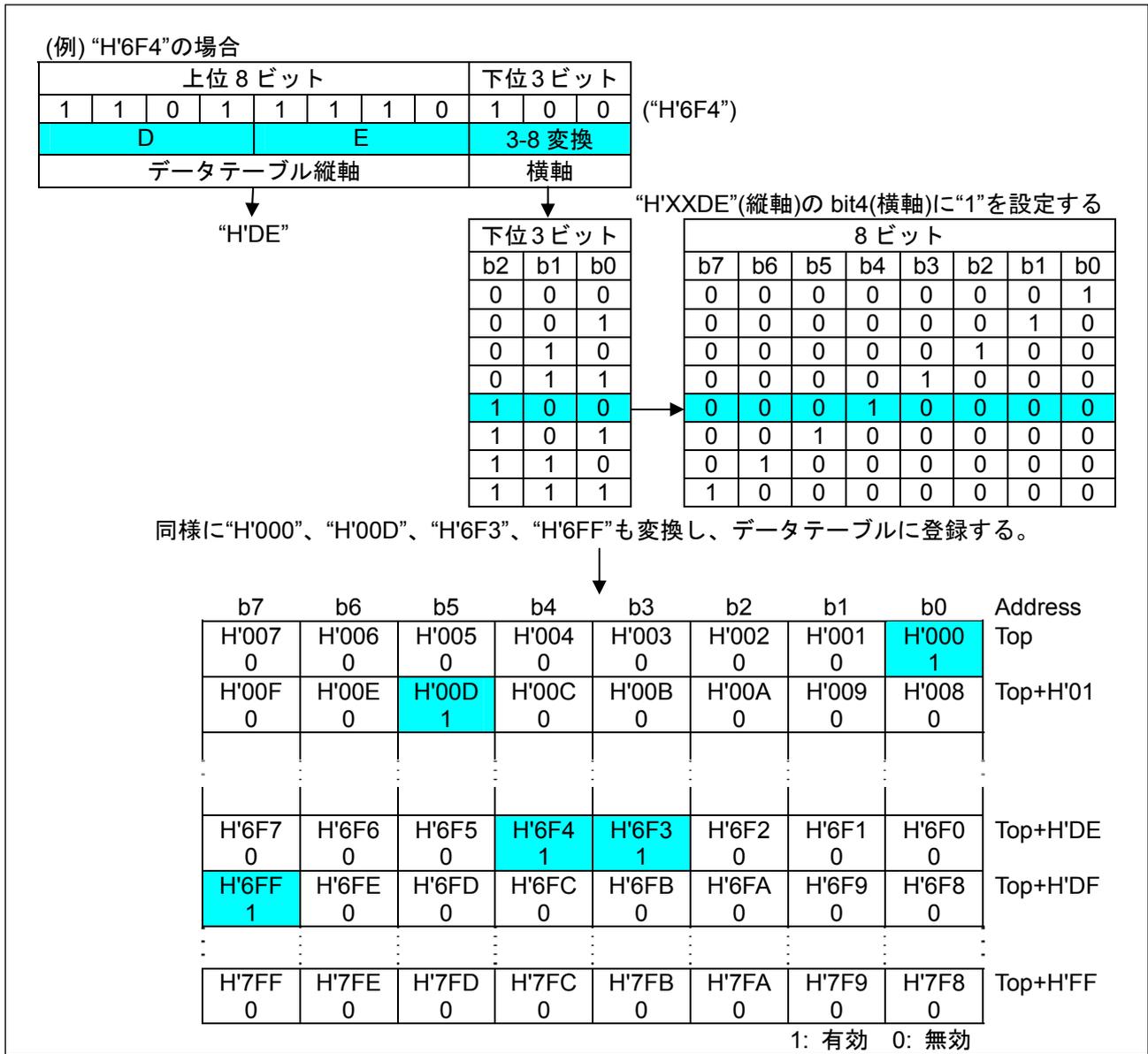


図7.5 データテーブル構成(データテーブル作成例)

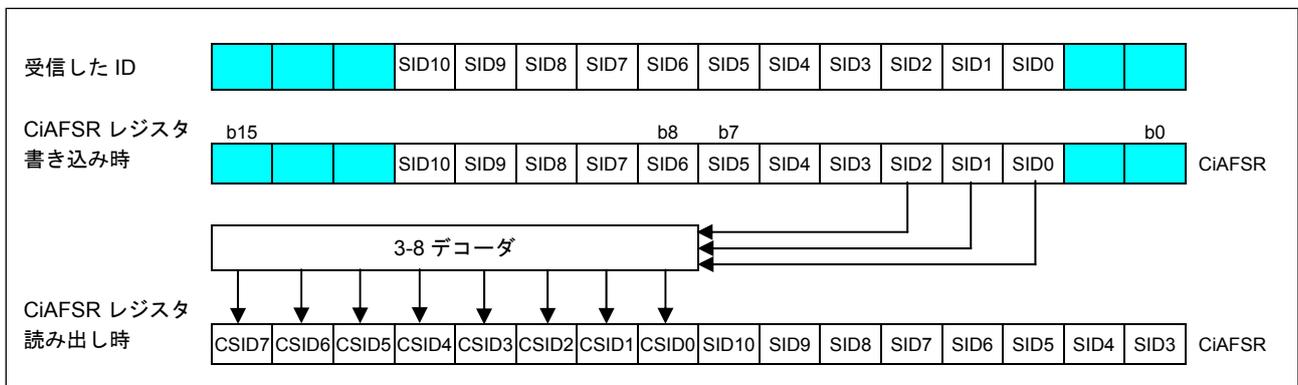


図7.6 CANi アクセプタンスフィルタサポートレジスタへの書き込み、読み出し時の状態

図 7.7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。

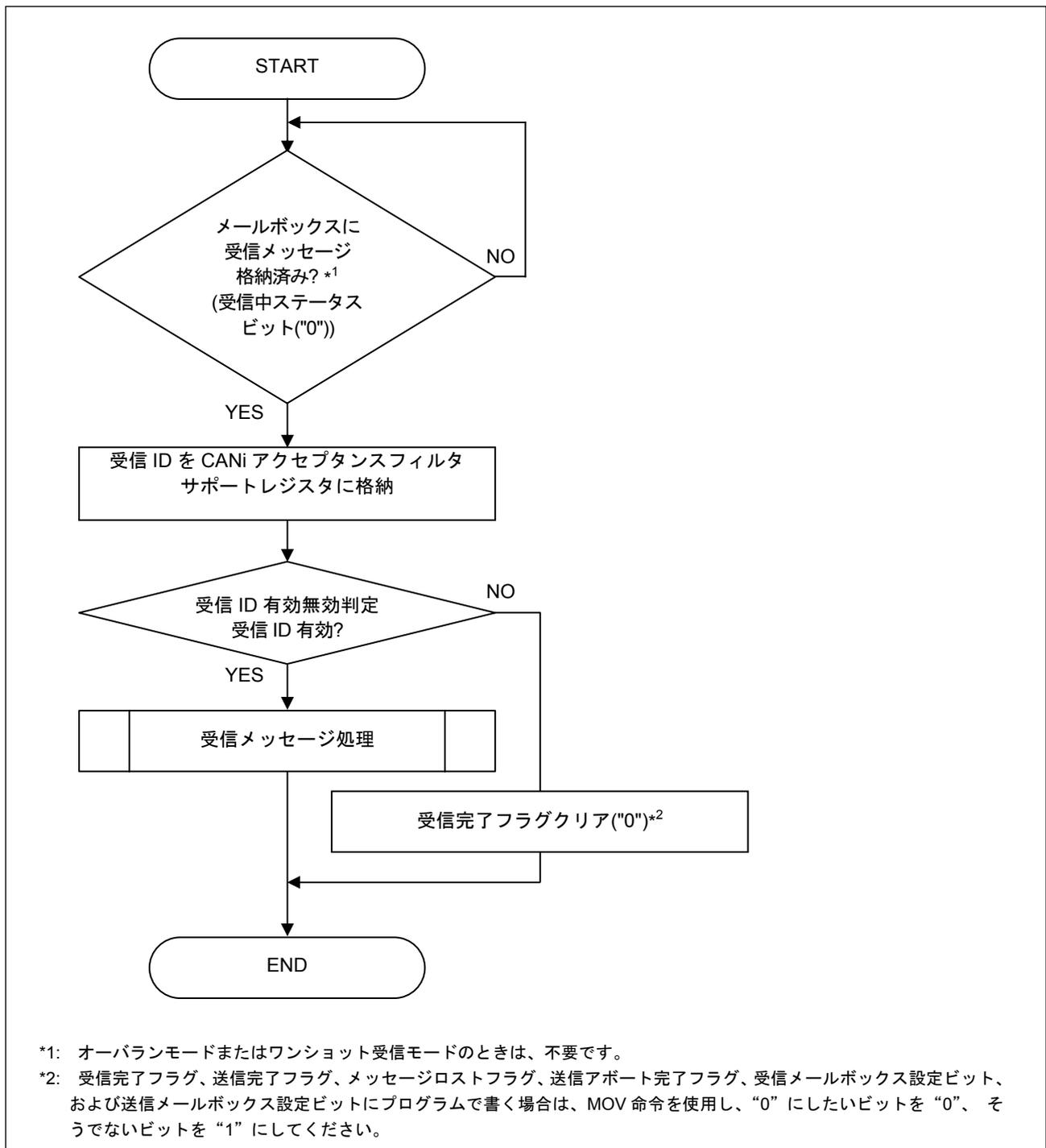


図7.7 アクセプタンスフィルタサポートユニット使用手順

8. CAN スリープ動作および CAN ウェイクアップ動作

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。

図 8.1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 8.2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。

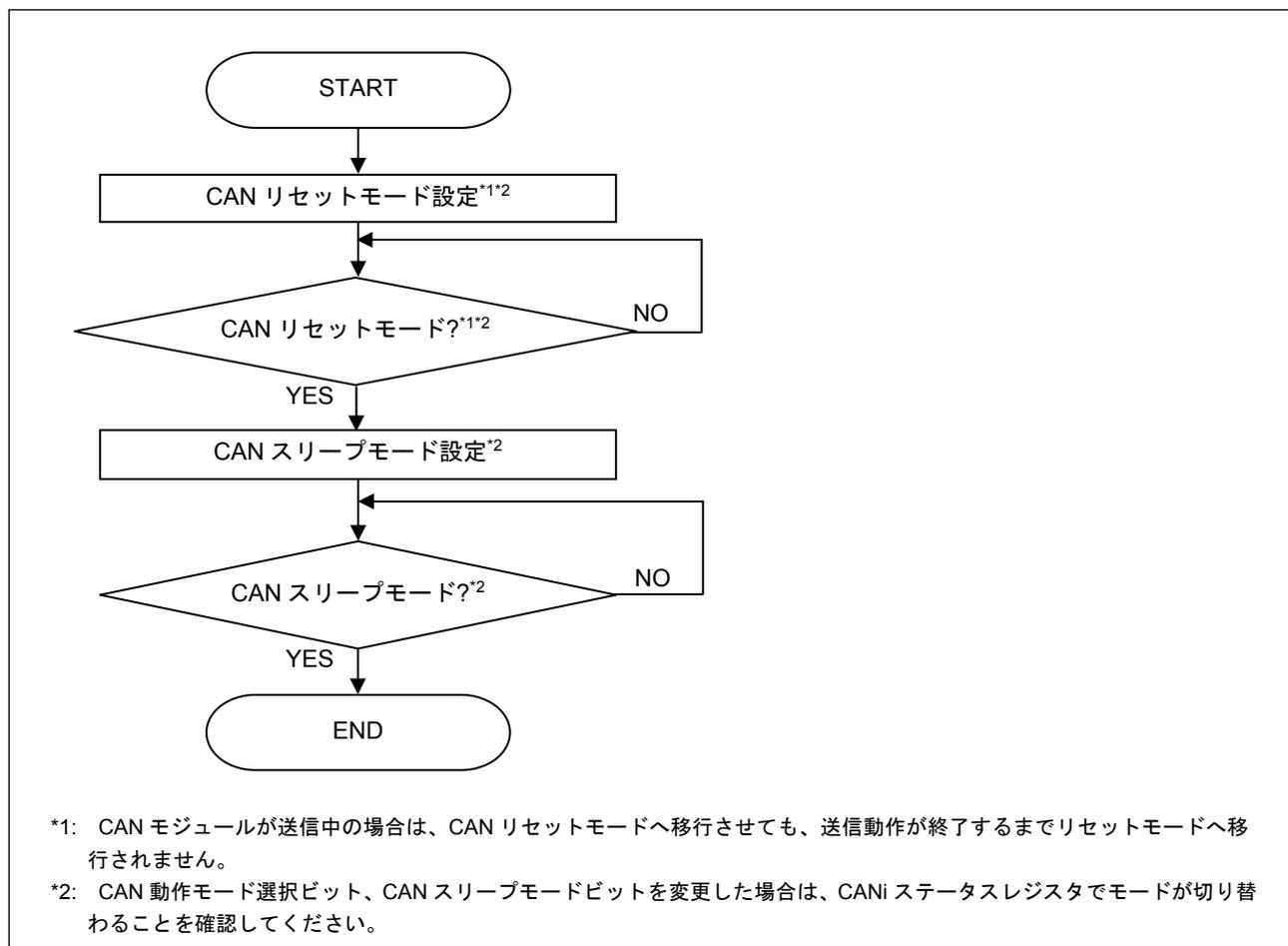


図8.1 CAN モジュールを CAN リセットモードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順

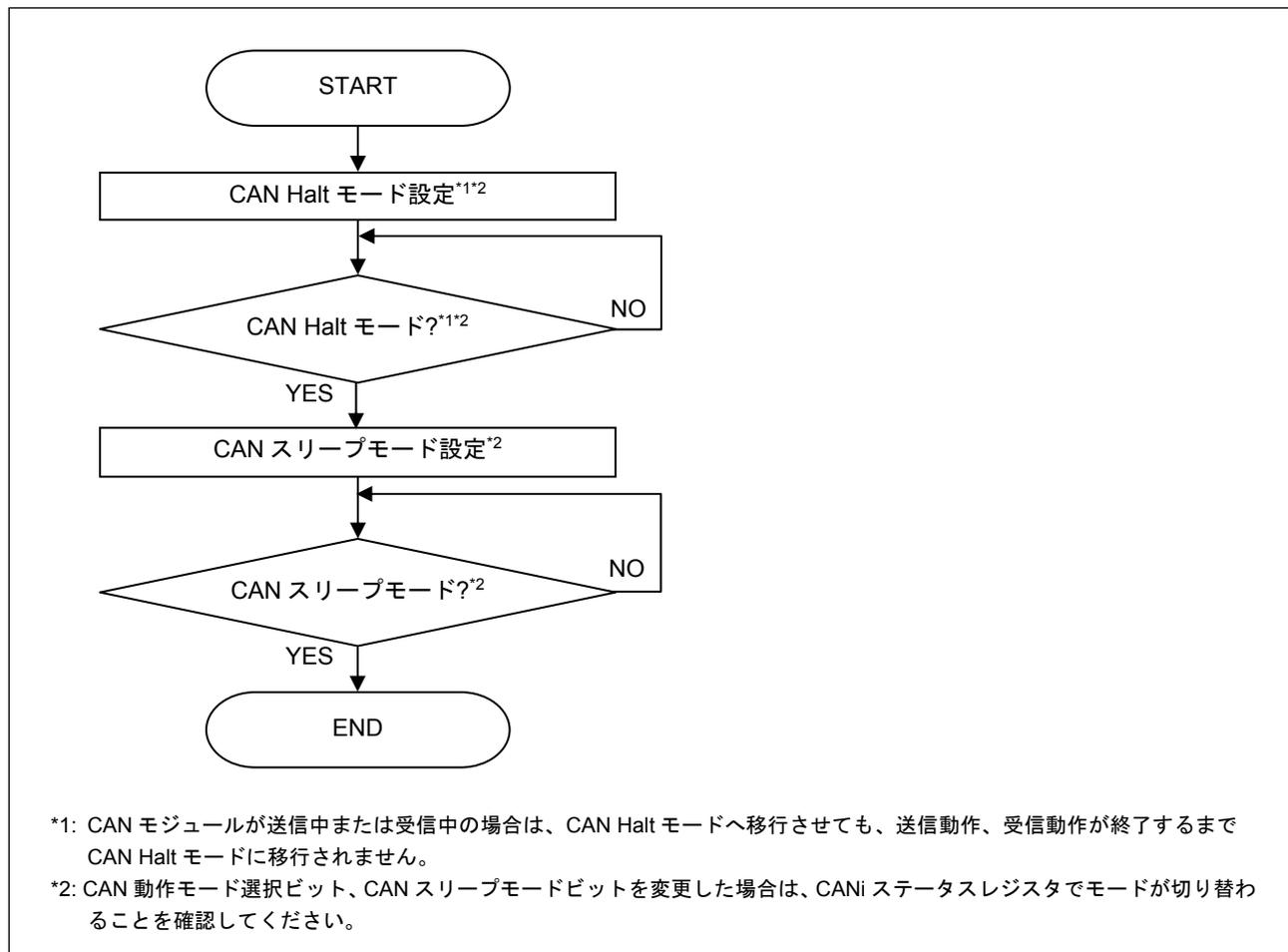


図8.2 CAN モジュールを CAN Halt モードへ移行してから CAN スリープモードへ移行させる手順

8.2 CAN 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、CANi 制御レジスタ(CiCTLR)の CAN スリープモードビット (SLPM)を“0”にすると CAN スリープモードを解除することができます。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 8.3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 8.4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。

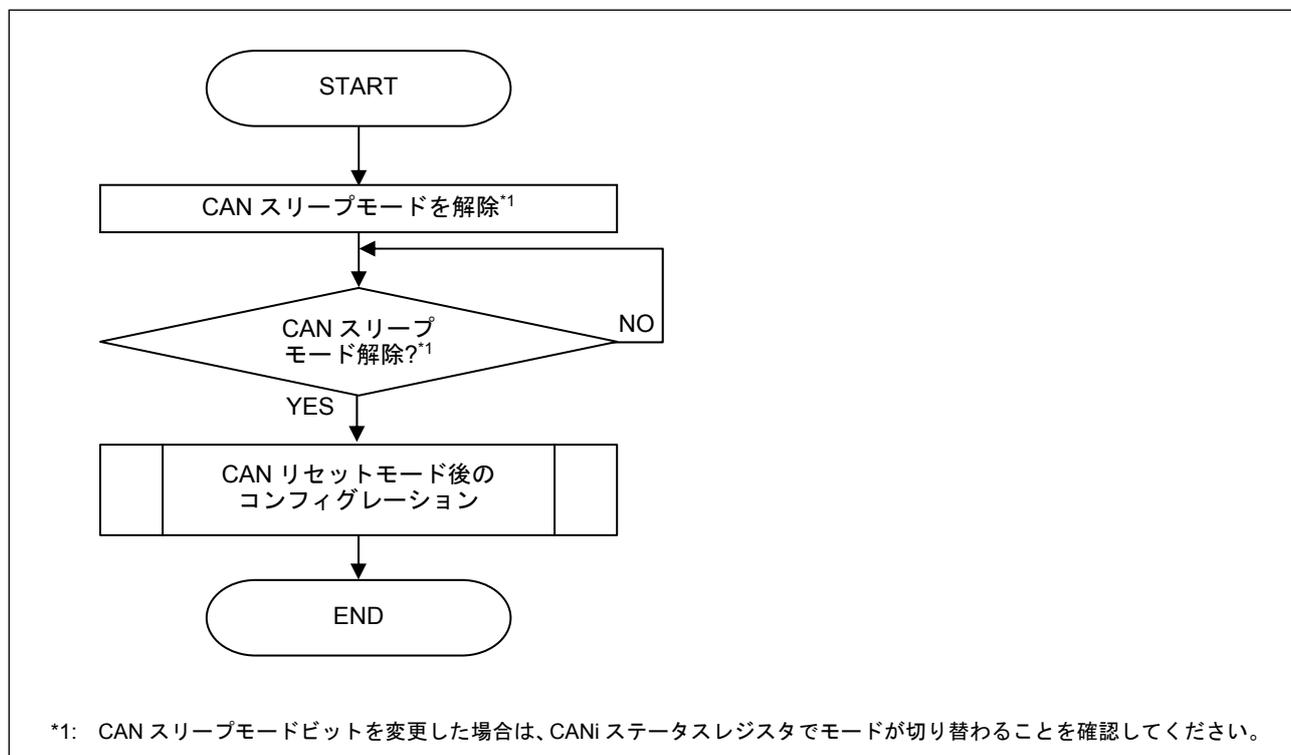


図8.3 CAN リセットモード時の CAN ウェイクアップ手順

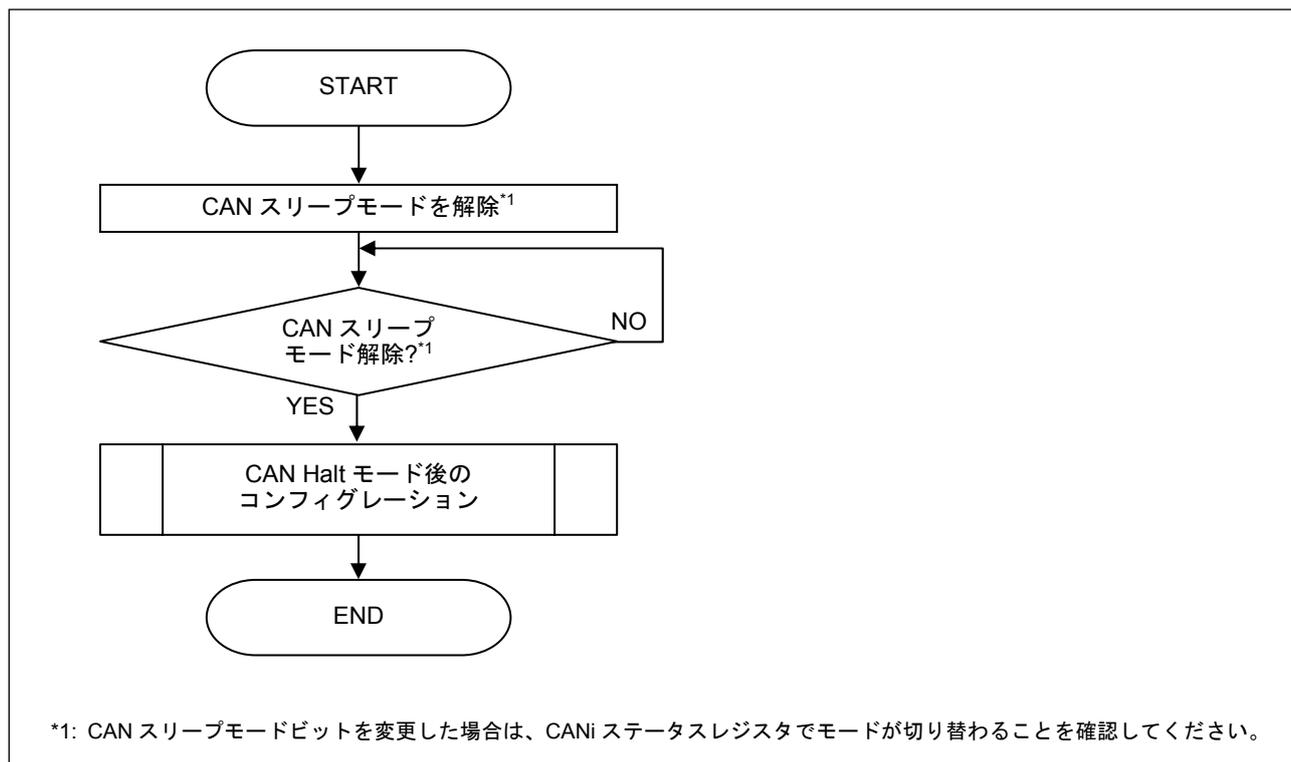


図8.4 CAN Halt モード時のCAN ウェイクアップ手順

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 9.1に要求されたテストモードの設定手順を示します。

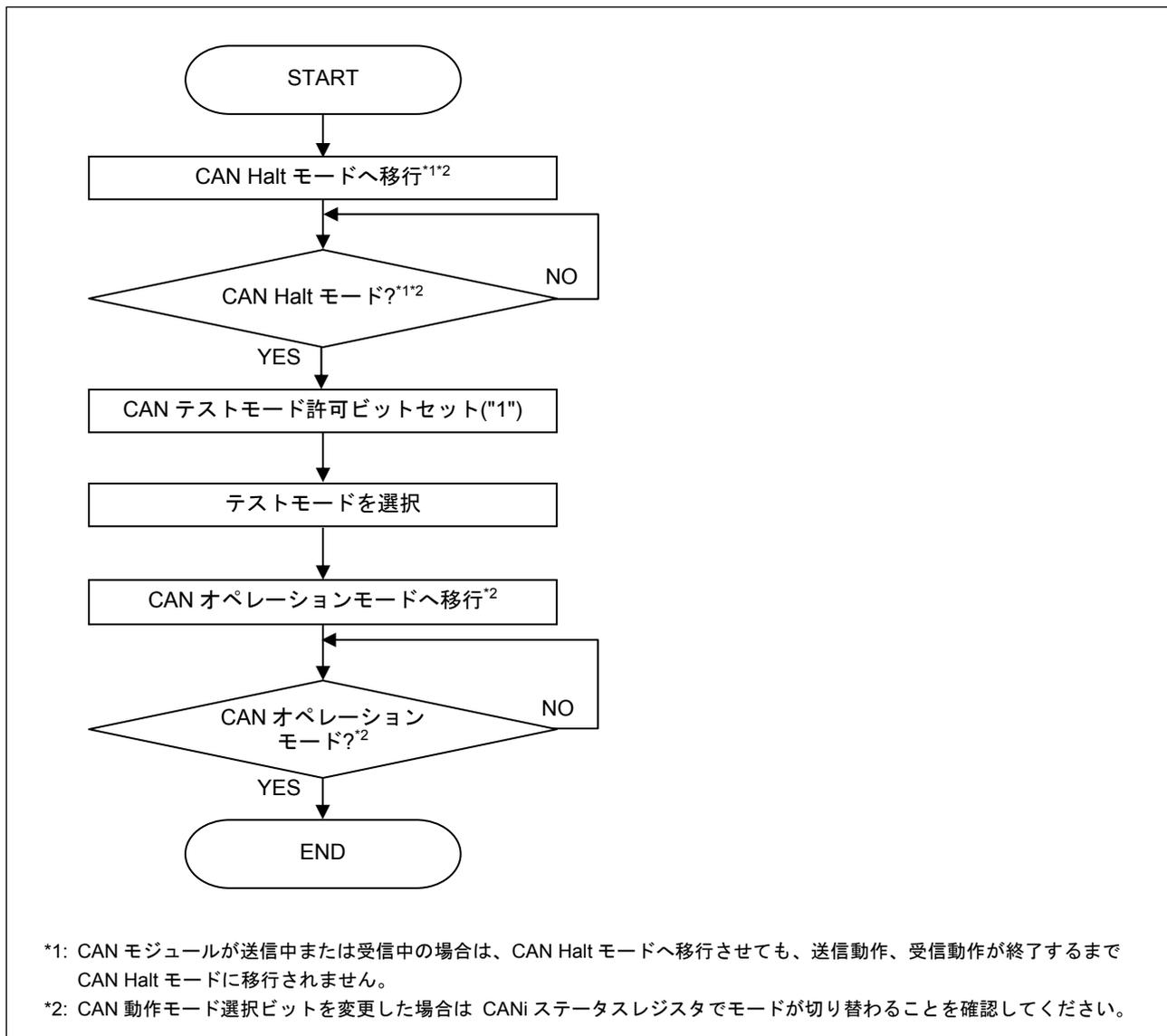


図9.1 テストモードの設定手順

9.2 リッスンオンリモード

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 9.2にリッスンオンリモード時のイメージを示します。

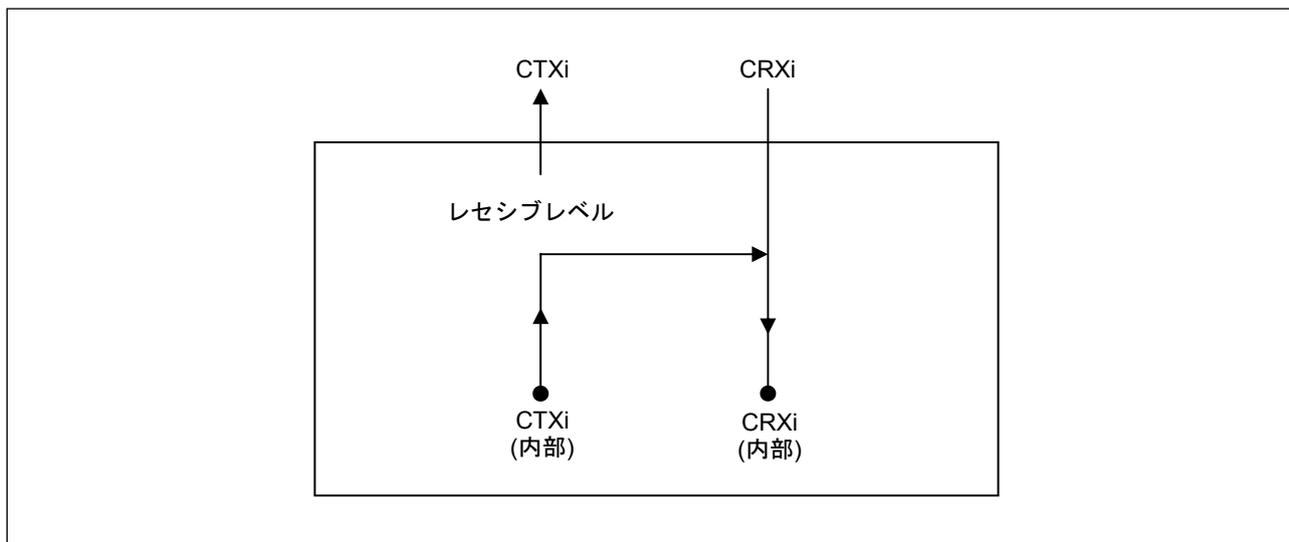


図9.2 リッスンオンリモード時の接続イメージ

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メールボックスに格納します。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 9.3にセルフテストモード 0時のイメージを示します。

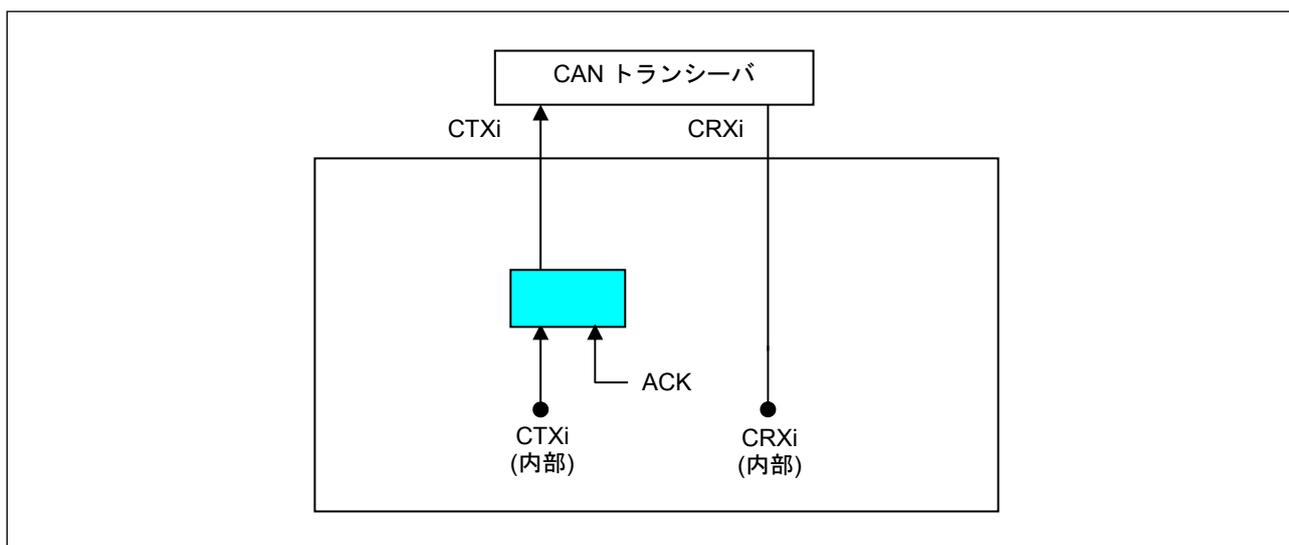


図9.3 セルフモード 0時の接続イメージ

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メールボックスに格納します。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のみ出力します。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9.4にセルフテストモード1時のイメージを示します。

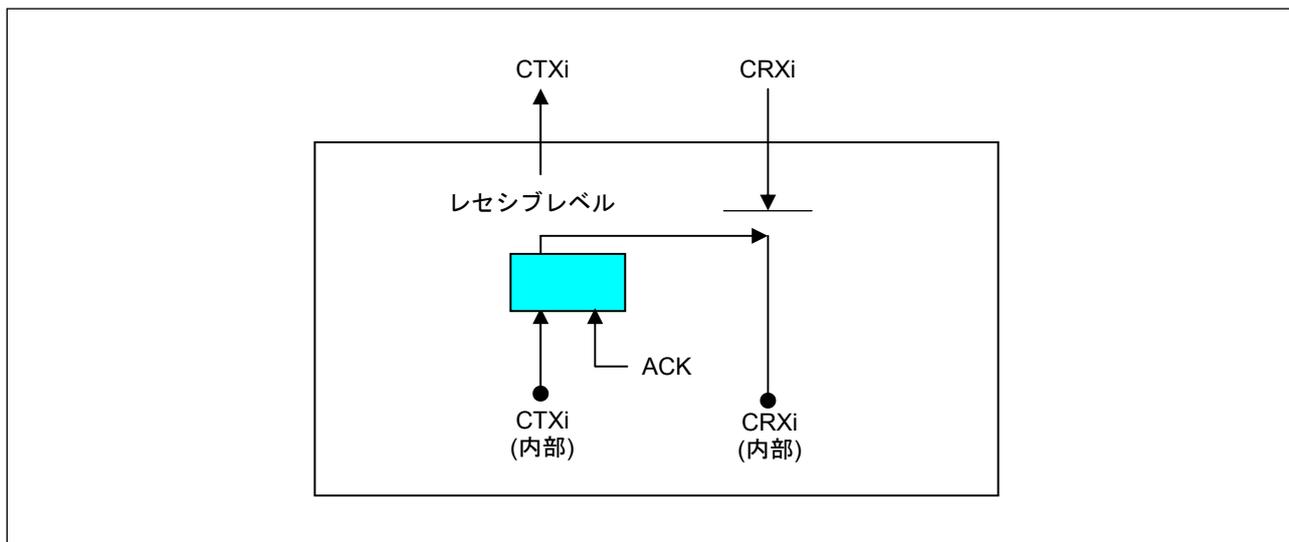


図9.4 セルフモード1時の接続イメージ

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、タイムオーバー時に抜けるような処理にしてください。図10.1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。

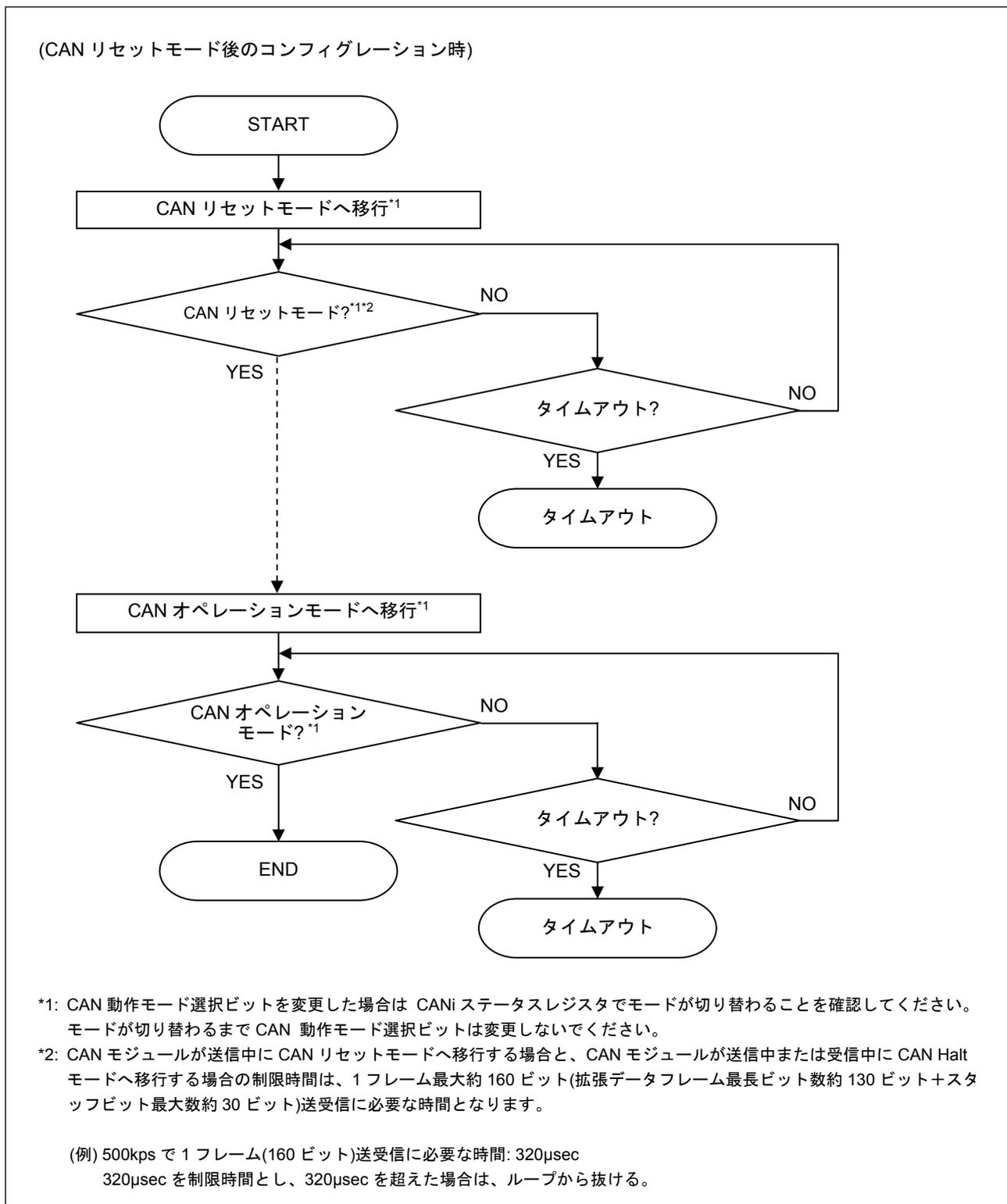


図10.1 ループの制限時間を持たせた場合の処理例

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録	SH7455 グループ/SH7456 グループ 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	2011.08.02	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

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。
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。



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・電話番号は変更することがあります。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/inquiry>