

RL78/F13, F14, F15, F23, F24

R01AN4604JJ0110

Rev.1.10

IICA マルチマスタ通信設定手順

2022.09.30

要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/F13, F14, F15、および、RL78/F23, F24のシリアル・インタフェース IICA（以下、IICA）を使用したマルチマスタ方式の送受信の設定手順を説明します。

使用条件によっては、本アプリケーションノートで説明する例と動作が異なる場合があります。実装後は十分な評価を実施してください。また、IICAの機能やクロック、割り込み機能の詳細は必ずご使用する製品のユーザーズマニュアルで確認してください。

対象デバイス

- ・ RL78/F13, F14, F15（IICA機能搭載製品）
- ・ RL78/F23, F24

目次

1. IICA マルチマスタ通信仕様	3
1.1 使用するメモリ説明	5
2. IICA マルチマスタ通信の設定手順	8
2.1 IICA 初期化	11
2.1.1 IICA 割り込み初期化	12
2.1.2 IICA RAM 初期化	12
2.2 IICA 再初期化	13
2.3 IICA 停止	13
2.4 IICA スリープ (STOP モードへの移行)	14
2.5 IICA マスタ送信開始	15
2.6 IICA マスタ受信開始	16
2.7 IICA ステータス取得	17
2.8 IICA 割り込み	18
2.8.1 IICA アドレス送信完了割り込み (マスタ送信)	20
2.8.2 IICA アドレス送信完了割り込み (マスタ受信)	21
2.8.3 IICA アドレス受信完了割り込み (スレーブ送信)	22
2.8.4 IICA アドレス受信完了割り込み (スレーブ受信)	23
2.8.5 IICA アドレス受信完了割り込み (アドレス不一致)	24
2.8.6 IICA データ割り込み (マスタ送信)	25
2.8.7 IICA データ割り込み (マスタ受信)	26
2.8.8 IICA データ割り込み (スレーブ送信)	27
2.8.9 IICA データ割り込み (スレーブ受信)	28
2.8.10 IICA データ割り込み (アドレス不一致)	29
2.8.11 IICA ストップ・コンディション検出割り込み	30
2.9 通知関数	32
2.9.1 通信通知	32
2.9.2 エラー通知	34
2.10 エラー発生時の処理例	35
3. 参考資料	36
改訂記録	37

1. IICA マルチマスタ通信仕様

本アプリケーションノートで説明するIICAマルチマスタ通信の使用条件を表1.1に示します。マスタ・デバイスとして動作中に、スレーブ・デバイスからNACKが返ってきた場合、ストップ・コンディションを生成するものとします。

表1.1 IICAマルチマスタ通信使用条件

項目	使用条件
CPU/周辺ハードウェア・クロック (fCLK)	32 MHz
IICA 動作クロック (fMCK)	fCLK/2 (16 MHz)
IICA 動作モード ^{注1}	ファースト・モード (最大転送レート : 400 kbps)
自局アドレス	本資料では 21H
スレーブ・デバイスのアドレス	任意 (7 ビット)
アクノリッジ制御	アクノリッジを許可する。ただし、マスタ・デバイスとして、最後のデータを受信した場合、アクノリッジを禁止設定に変更します。
デジタル・フィルタ	ON
通信予約	禁止
リスタート・コンディション	発行しない
ウェイトおよび割り込み要求発生タイミング ^{注2}	マスタ送信デバイスとして動作時 : 9 クロック目の立ち下がり マスタ受信デバイスとして動作時 : 8 クロック目の立ち下がり スレーブ送信デバイスとして動作時 : 9 クロック目の立ち下がり スレーブ受信デバイスとして動作時 : 9 クロック目の立ち下がり
マスタ送信データ	1~32 バイトのデータを送信
マスタ受信データ	1~32 バイトのデータを受信
スレーブ送信データ	1~32 バイトのデータを送信
スレーブ受信データ	1~32 バイトのデータを受信

- 【注】 1. IICA は、ハイ・スピード・モード (最大転送レート 3.4 Mbps)、ウルトラ・ファースト・モード (片方向バス、最大転送レート 5 Mbps) には対応していません。
2. アドレス転送中は 9 クロック目の立ち下がりウェイトおよび割り込み要求が発生します。ただし、拡張コードのアドレスを受信する場合に限り、8 クロック目の立ち下がりウェイトおよび割り込みが発生します。割り込みの詳細については、2.8 章を参照ください。

図1.1に端子接続を示します。SCLA0端子とSDAA0端子はオープン・ドレイン出力で使用するため、シリアル・クロック・ラインおよびシリアル・データ・バス・ラインにはプルアップ抵抗が必要です。システムに応じて適正な抵抗を設置してください。

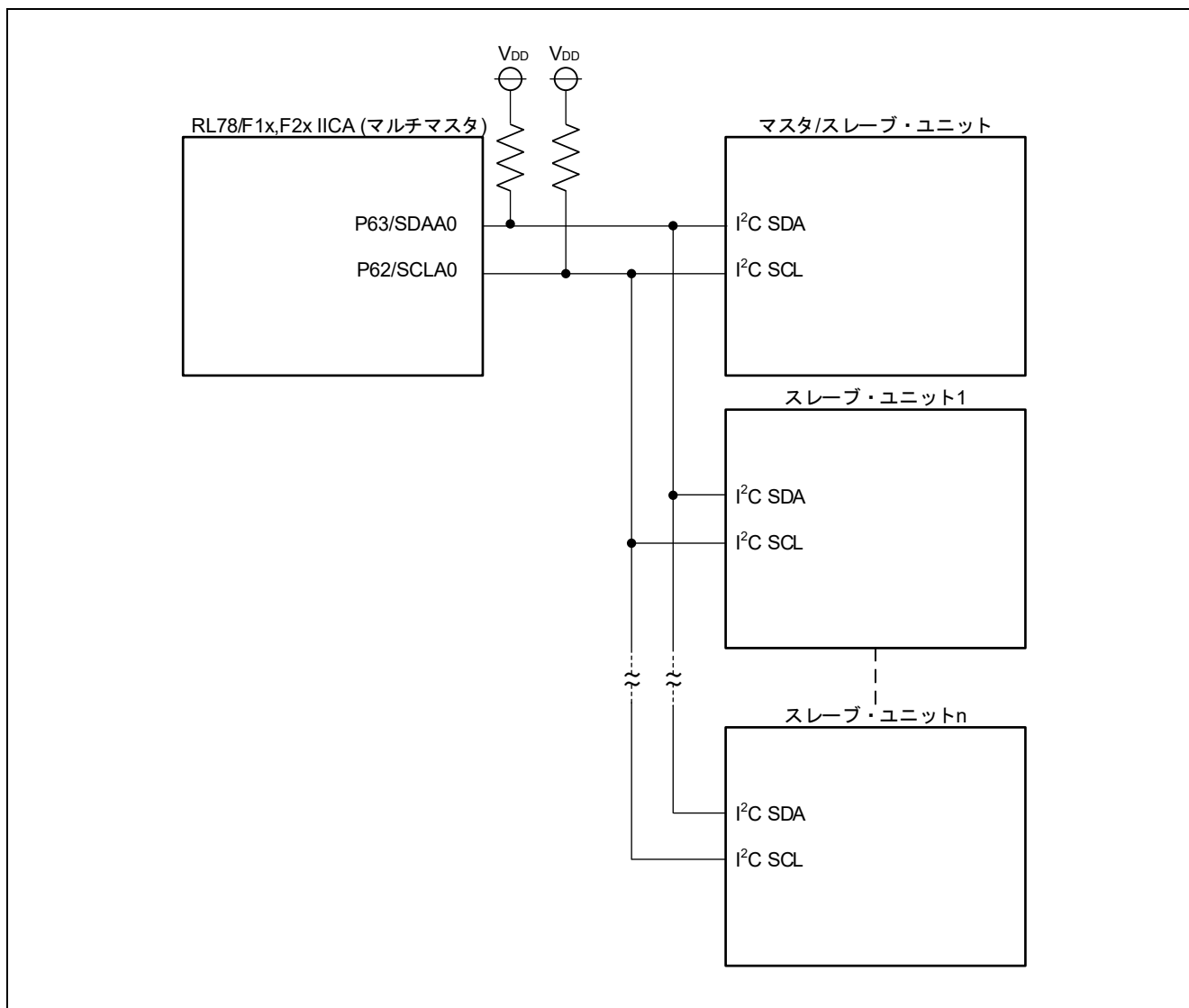


図1.1 端子接続

1.1 使用するメモリ説明

IICAを使用したマルチマスタ通信で使用するメモリ（SFR、RAM）を以下に示します。

表1.2 IICAマルチマスタ通信で使用するSFR一覧

レジスタ名	設定/ 参照	設定例
周辺イネーブル・レジスタ 0 (PER0)	設定	IICA0EN = 1
IICA シフト・レジスタ 0 (IICA0)	設定/ 参照	[マスタ時] アドレス送信時 : アドレス+R/W ビット(設定) データ送受信時 : 任意 (設定/参照) [スレーブ時] アドレス受信時 : アドレス+R/W ビット(参照) データ送受信時 : 任意 (設定/参照)
スレーブ・アドレス・レジスタ 0 (SVA0)	設定	42H (自局アドレス 21H を 1 ビット左に シフトした値)
IICA コントロール・レジスタ 00 (IICCTL00)	設定	[初期化時] 9CH [IICA 割り込み発生時] 2.8 章の各処理フロー参照
IICA フラグ・レジスタ 0 (IICF0)	設定/ 参照	03H
IICA ステータス・レジスタ 0 (IICS0)	参照	—
IICA コントロール・レジスタ 01 (IICCTL01)	設定/ 参照	[初期化時] 3DH [IICA 割り込み発生時] 2.8 章の各処理フロー参照
IICA ロウ・レベル幅設定レジスタ 0 (IICWL0)	設定	12H 注
IICA ハイ・レベル幅設定レジスタ 0 (IICWH0)	設定	10H 注
ポート・モード・レジスタ 6 (PM6)	設定	PM62 = 0 PM63 = 0
ポート・レジスタ 6 (P6)	設定	P62 = 0 P63 = 0
ポート出力モード・レジスタ 6 (POM6)	設定	POM62 = 1 POM63 = 1
ポート入力閾値制御レジスタ 6 (PITHL6)	設定	PITHL62 = 0 PITHL63 = 0
割り込み要求フラグ・レジスタ 1L (IF1L)	設定	[初期化時] IICAIF0 = 0
割り込みマスク・フラグ・レジスタ 1L (MK1L)	設定	[初期化時] IICAMK0 = 0
優先順位指定フラグ・レジスタ 11L (PR11L) 優先順位指定フラグ・レジスタ 01L (PR01L)	設定	[初期化時] IICAPR10, IICAPR00 = 00B

【注】 プルアップ抵抗と配線容量を考慮して算出する必要があります。詳しい設定方法については、ユーザーマニュアルを参照ください。

本資料では、SFRの各ビットをビット名で記載しています。以下にIICA0マルチマスタ通信に関連するSFRのビットを示します。

• IICA0EN	: PER0 レジスタのビット
• SPT0, STT0, ACKE0, WTIM0, SPIE0, WREL0, LREL0, IICE0	: IICCTL00 レジスタのビット
• IICRSV0, STCEN0, IICBSY0, STCF0	: IICF0 レジスタのビット
• SPD0, STD0, ACKD0, TRC0, COI0, EXC0, ALD0, MST0	: IICS0 レジスタのビット
• PRS0, DFC0, SMC0, DAD0, CLD0, WUP0	: IICCTL01 レジスタのビット
• PM62, PM63	: PM6 レジスタのビット
• P62, P63	: P6 レジスタのビット
• POM62, POM63	: POM6 レジスタのビット
• PITHL62, PITHL63	: PITHL6 レジスタのビット
• IICAIF0	: IF1L レジスタのビット
• IICAMK0	: MK1L レジスタのビット
• IICAPR10, IICAPR00	: PR11L, PR01L レジスタのビット

表1.3 IICAマルチマスタ通信で使用するRAM/変数一覧

変数名	仕様説明
u8_iic_status	IICA マルチマスタ通信の内部ステータス確認用メモリ 00H：未初期化状態 01H：初期化済み状態 02H：初期化済み状態（停止） 03H：マスタ送信要求中 04H：マスタ受信要求中 05H：マスタ送信中 06H：マスタ受信中 07H：スレーブ送信中 08H：スレーブ受信中
u8_iic_txcount	送信カウンタ
u8_iic_rxcount	受信カウンタ
u8_iic_comerr	通信エラー発生時の状態確認用メモリ 00H：通信エラーなし 01H：「初期化済み状態」以外の状態でマスタ送受信開始要求発生 02H：コマンド・エラー発生（マスタ送受信開始要求時のパラメータ不正） 03H：ビットエラー：マスタ送信したデータとバス上のデータが異なる 04H：ビットエラー：スレーブ送信したデータとバス上のデータが異なる 05H：NACK 応答（マスタ送信時） 06H：不正割り込み 07H：バスビジーでマスタ送信開始要求破棄 08H：バスビジーでマスタ受信開始要求破棄 09H：過剰スレーブ送信要求（スレーブ送信データ長の MAX 値 ^注 を超えた送信要求時） 0AH：過剰スレーブ受信要求（スレーブ受信データ長の MAX 値 ^注 を超えた受信要求時） 0BH：ビットエラー：自局が送信したスレーブ・アドレスとバス上のアドレスが異なる 0CH：NACK 応答（アドレス送信時） 0DH：マスタ送受信開始を要求したがマスタにもスレーブにもなれず通信終了（アービトレーション負け） 0EH：マスタ送受信開始を要求したがマスタにもスレーブにもなれず通信終了（アービトレーション負けなし） 0FH：未送信データありの状態でもスタ送信終了 10H：未受信データありの状態でもスタ受信終了 11H：マスタ送受信要求中のストップ・コンディション検出で通信終了 12H：IICA 初期化失敗
u8_iic_slaveaddr	マスタ送信、マスタ受信時のスレーブ・アドレス格納メモリ
u8_iic_mtxd_size	マスタ送信データバイト長格納メモリ
u8_iic_mrxld_size	マスタ受信データバイト長格納メモリ
u8_iic_stxd_rsize	スレーブ送信データバイト長格納メモリ
u8_iic_stxd_size	スレーブ送信デバイスが送信したデータのバイト長（ユーザ通知用）
u8_iic_srxld_size	スレーブ受信デバイスが受信したデータのバイト長（ユーザ通知用）
u8_iic_mtxd_buff [32]	マスタ送信データ格納メモリ
u8_iic_stxd_buff [32]	スレーブ送信データ格納メモリ
u8_iic_mrxld_buff [32]	マスタ受信データ格納メモリ（ユーザ通知用）
u8_iic_srxld_buff [32]	スレーブ受信データ格納メモリ（ユーザ通知用）
u8_iic_rxd_addr	自局（スレーブ・デバイス）が受信したアドレスと R/W ビットの格納メモリ（ユーザ通知用、アドレス受信完了割り込みで IICA0 レジスタの値を格納）

【注】 本アプリケーションノートでは 32 バイトとしています。

2. IICA マルチマスタ通信の設定手順

本章では、IICAマルチマスタ通信の処理（設定手順）を説明します。図2.1から図2.5にIICAマルチマスタ通信の処理を示します。

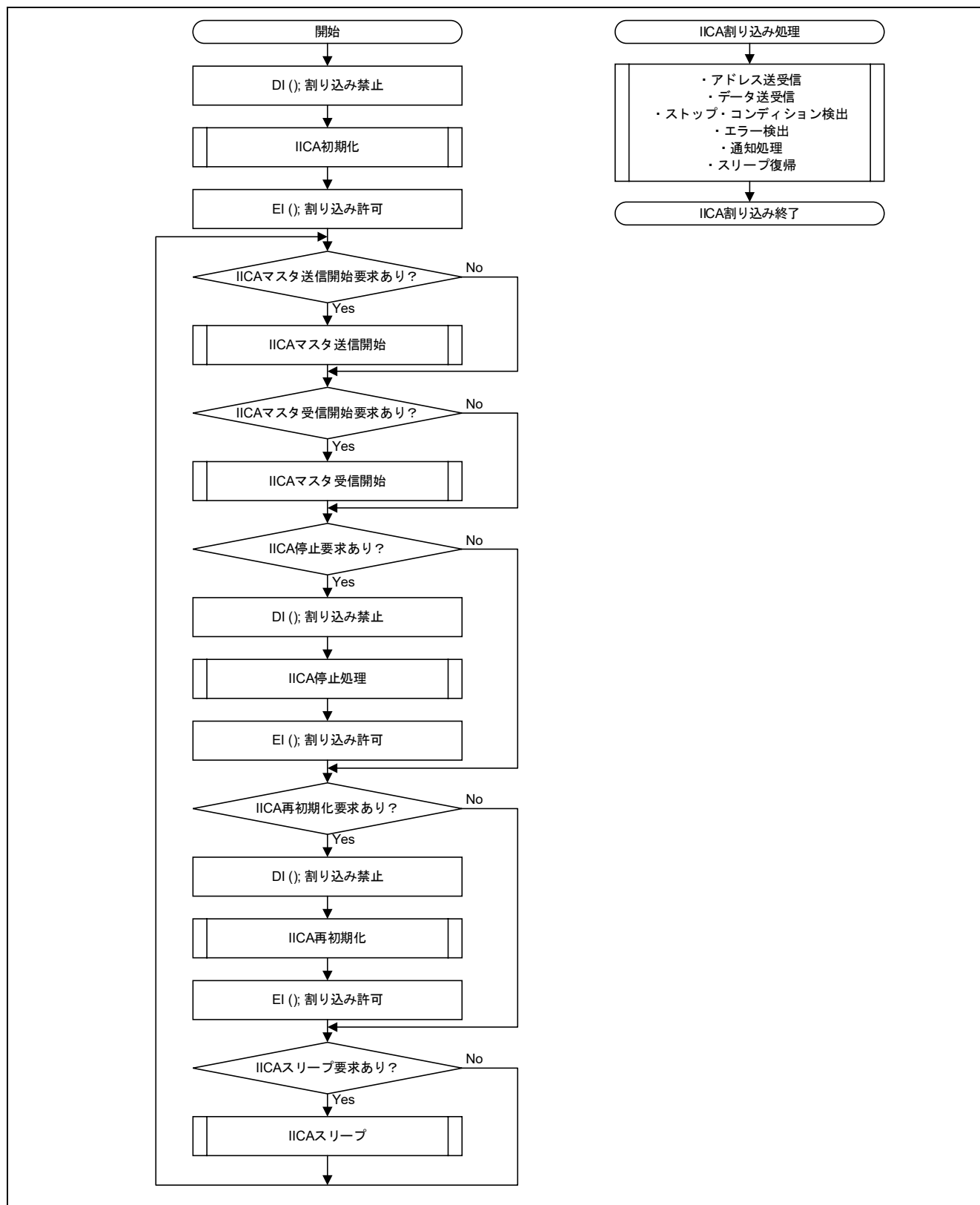


図2.1 IICAマルチマスタ通信の処理

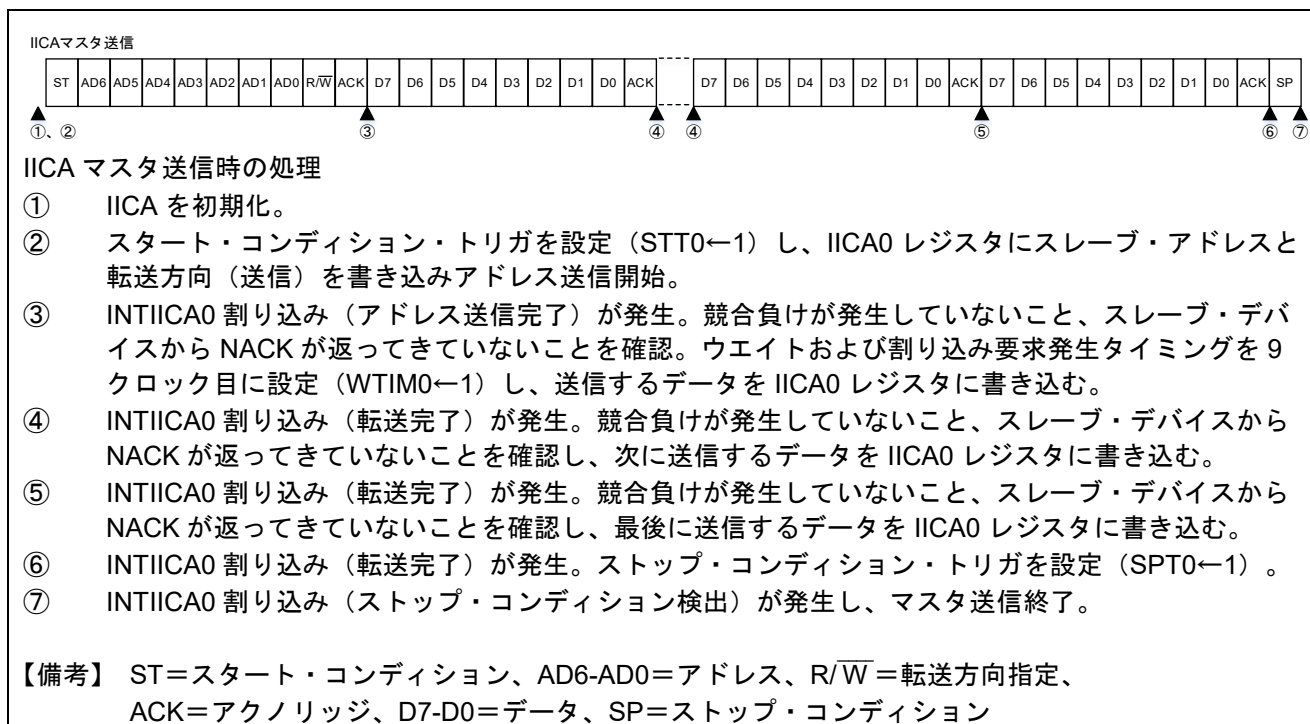


図2.2 IICAマスタ送信の処理（タイミング図）

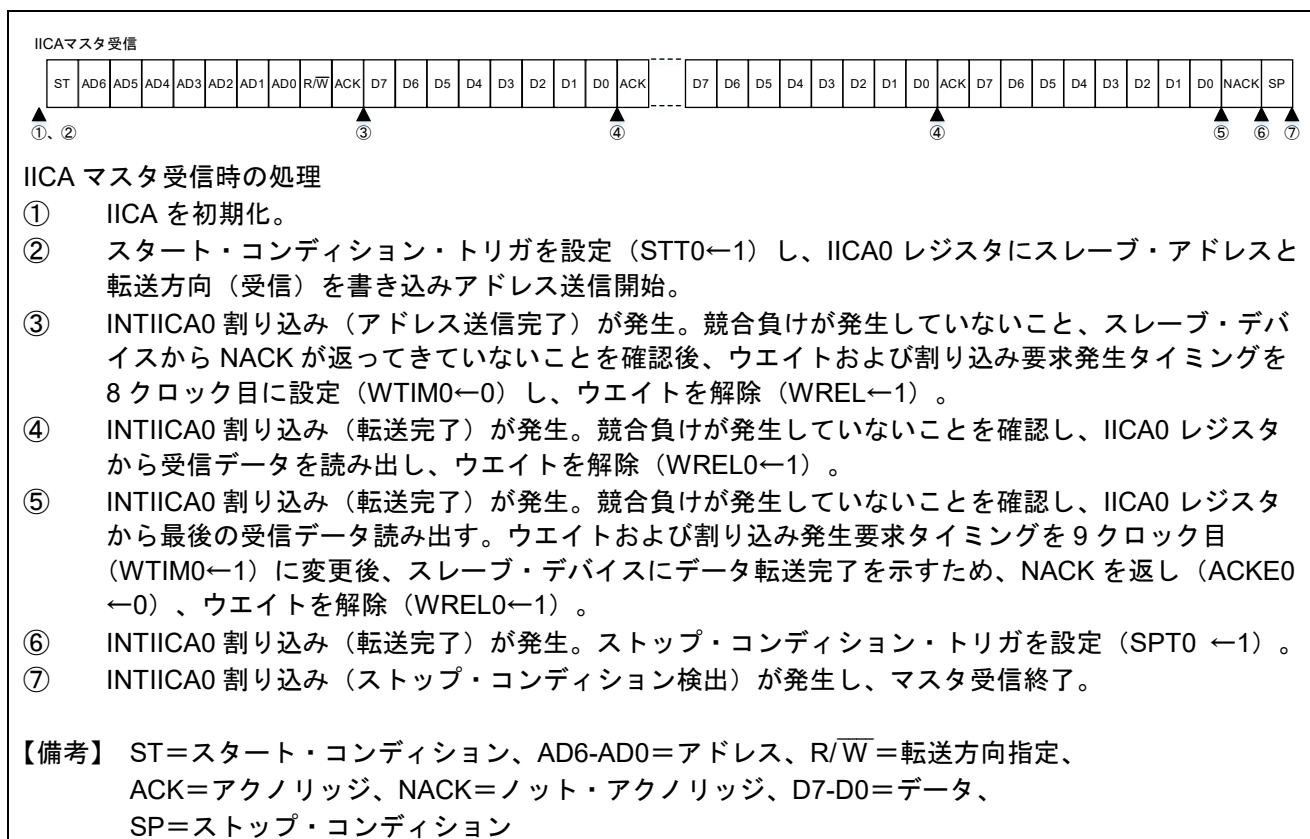
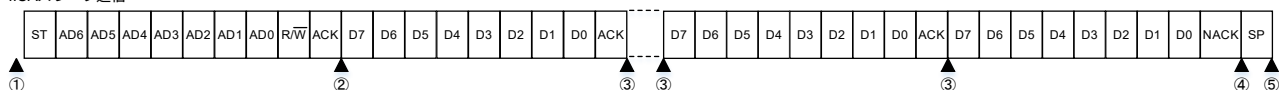


図2.3 IICAマスタ受信の処理（タイミング図）

IICAスレーブ送信



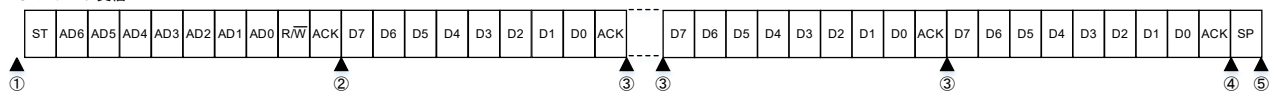
IICA スレーブ送信時の処理

- ① IICA を初期化。
- ② INTIICA0 割り込み（アドレス一致）が発生。スレーブ要求を確認。TRC0 = 1（送信）を確認後、ウェイトおよび割り込み要求発生タイミングを9クロック目に設定（WTIM0←1）し、送信するデータを IICA0 レジスタに書き込む。
- ③ INTIICA0 割り込み（転送完了）が発生。マスタ・デバイスから ACK が返ってきたことを確認し、次に送信するデータを IICA0 レジスタに書き込む。
- ④ INTIICA0 割り込み（転送完了）が発生。マスタ・デバイスから NACK が返ってきたことを確認し、ウェイトを解除（WREL0←1）。
- ⑤ INTIICA0 割り込み（ストップ・コンディション検出）が発生し、スレーブ送信終了。

【備考】 ST=スタート・コンディション、AD6-AD0=アドレス、R/ $\overline{W}$ =転送方向指定、
 ACK=アクノリッジ、NACK=ノット・アクノリッジ、D7-D0=データ、
 SP=ストップ・コンディション

図2.4 IICAスレーブ送信の処理（タイミング図）

IICAスレーブ受信



IICA スレーブ受信時の処理

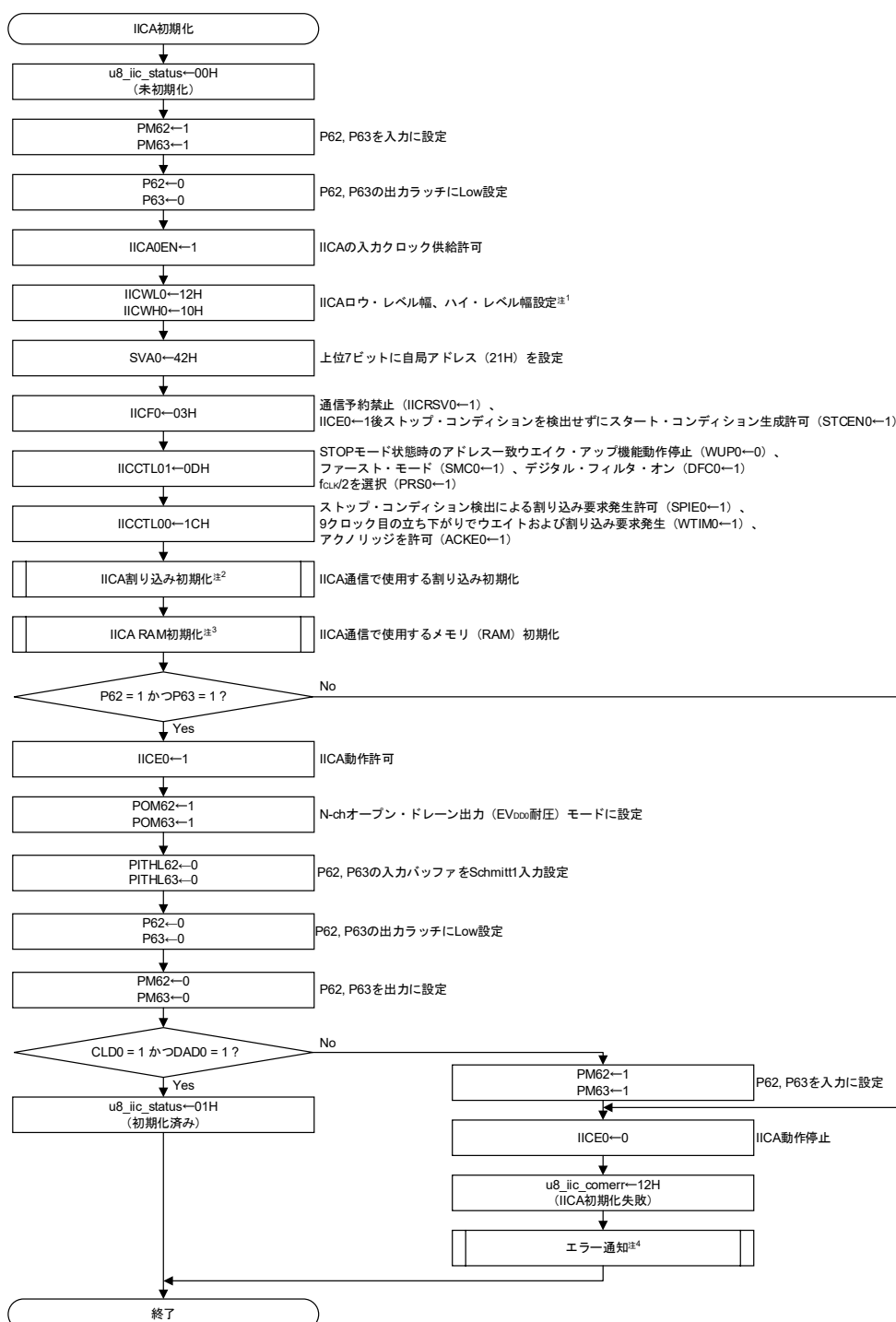
- ① IICA を初期化。
- ② INTIICA0 割り込み（アドレス一致）が発生。スレーブ要求を確認。TRC0 = 0（受信）を確認後、ウェイトおよび割り込み要求発生タイミングを9クロック目に設定（WTIM0←1）し、ウェイトを解除（WREL0←1）。
- ③ INTIICA0 割り込み（転送完了）が発生。IICA0 レジスタから受信したデータを読み出し、ウェイトを解除（WREL0←1）。
- ④ INTIICA0 割り込み（転送完了）が発生。IICA0 レジスタから最後の受信データを読み出し、ウェイトを解除（WREL0←1）。
- ⑤ INTIICA0 割り込み（ストップ・コンディション検出）が発生し、スレーブ受信終了。

【備考】 ST=スタート・コンディション、AD6-AD0=アドレス、R/ $\overline{W}$ =転送方向指定、
 ACK=アクノリッジ D7-D0=データ、SP=ストップ・コンディション

図2.5 IICAスレーブ受信の処理（タイミング図）

2.1 IICA 初期化

IICA初期化手順を図2.6に示します。



- 【注】
1. プルアップ抵抗と配線容量を考慮して算出してください。詳しい設定方法については、ユーザーズマニュアルを参照ください。
 2. 2.1.1 章参照。
 3. 2.1.2 章参照。
 4. 2.9.2 章参照。

図2.6 IICA初期化手順

2.1.1 IICA 割り込み初期化

IICA割り込みの初期化手順を図2.7に示します。本資料では、IICA割り込みの優先レベルを“レベル0”としています。

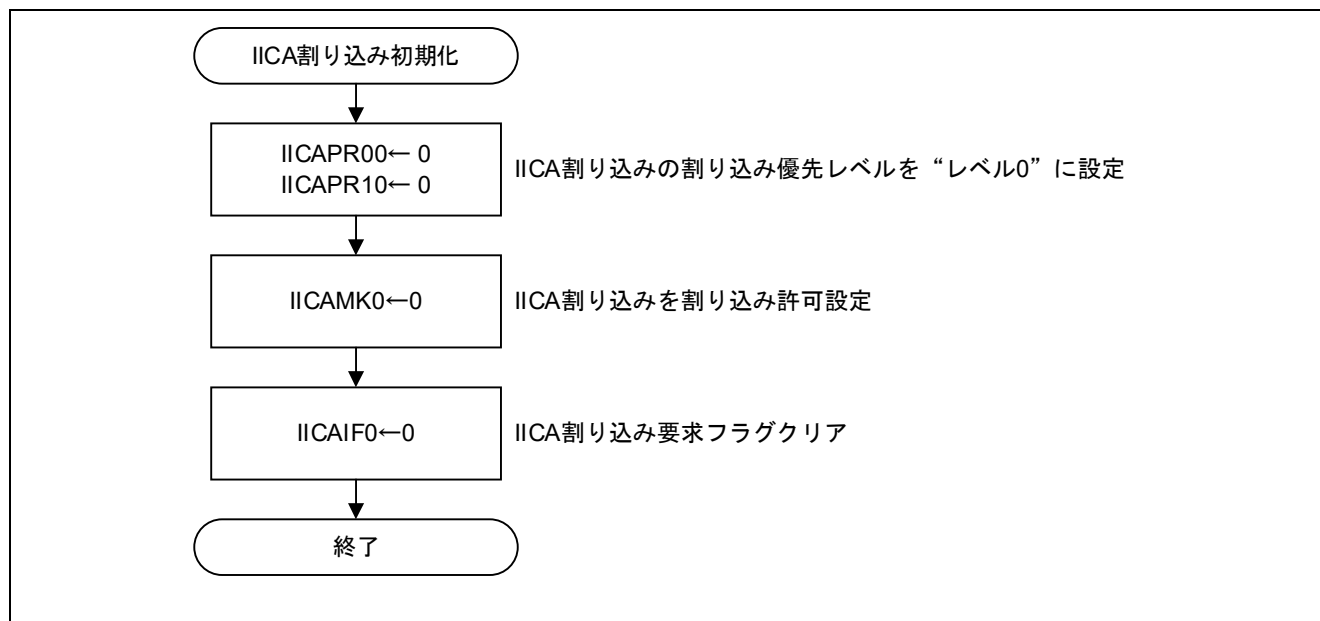


図2.7 IICA割り込み初期化手順

2.1.2 IICA RAM 初期化

IICA RAM初期化処理にて、IICA マルチマスタ通信で使用するメモリ（RAM）の初期化を行います。本処理で初期化する変数一覧とその初期値を表2.1に示します。

表2.1 IICA RAM初期化関数で初期化する変数一覧

変数名	変数説明	初期値
u8_iic_status	IICA マルチマスタ通信の内部ステータス確認用メモリ	00H : 未初期化状態
u8_iic_txcount	送信カウンタ	00H
u8_iic_rxcount	受信カウンタ	00H
u8_iic_comerr	通信エラー発生時の状態確認用メモリ	00H : 通信エラーなし
u8_iic_slaveaddr	マスタ送信、マスタ受信時のスレーブ・アドレス格納メモリ	00H
u8_iic_mtxd_size	マスタ送信データバイト長格納メモリ	00H
u8_iic_mrxd_size	マスタ受信データバイト長格納メモリ	00H
u8_iic_stxd_rsize	スレーブ送信データバイト長格納メモリ	00H
u8_iic_stxd_size	スレーブ送信デバイスが送信したデータのバイト長（ユーザ通知用）	00H
u8_iic_srxd_size	スレーブ受信デバイスが受信したデータのバイト長（ユーザ通知用）	00H
u8_iic_mtxd_buff [32]	マスタ送信データ格納メモリ	00H
u8_iic_stxd_buff [32]	スレーブ送信データ格納メモリ	00H
u8_iic_mrxd_buff [32]	マスタ受信データ格納メモリ（ユーザ通知用）	00H
u8_iic_srxd_buff [32]	スレーブ受信データ格納メモリ（ユーザ通知用）	00H
u8_iic_rxd_addr	自局（スレーブ・デバイス）が受信したアドレスと R/W ビットの格納メモリ（ユーザ通知用）	00H

2.2 IICA 再初期化

IICA再初期化手順を図2.8に示します。

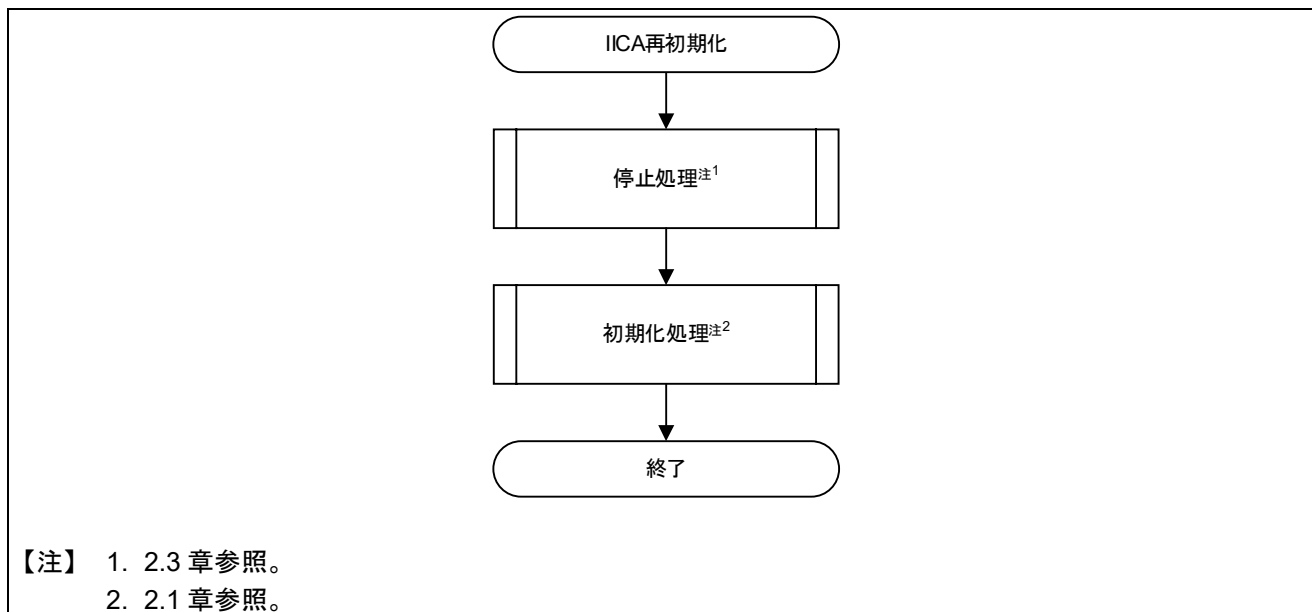


図2.8 IICA再初期化

2.3 IICA 停止

IICA停止時の設定手順を図2.9に示します。

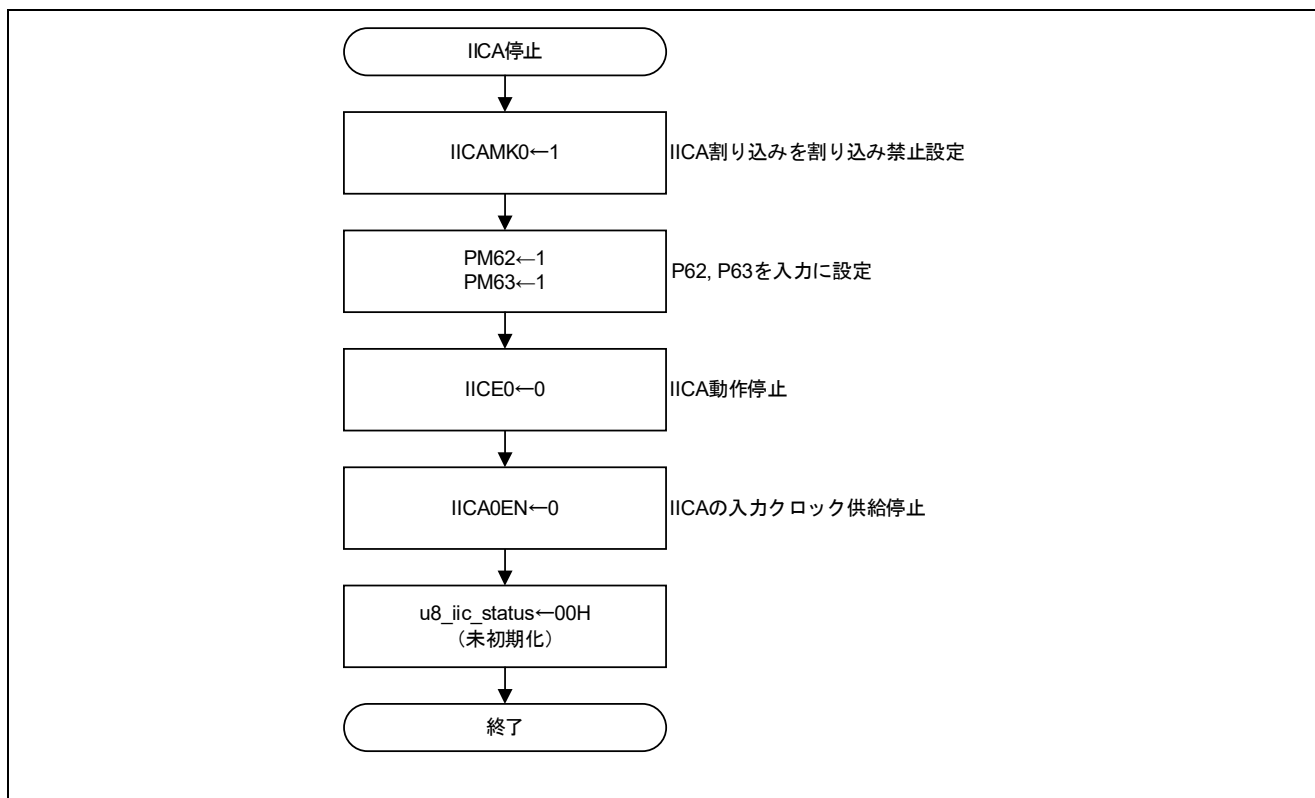


図2.9 IICA停止手順

2.4 IICAスリープ（STOPモードへの移行）

アドレス一致ウエイク・アップ機能動作許可（WUP0 = 1）を設定してSTOPモードに移行した場合、デバイスは、マスタからの拡張コードもしくは自局アドレスを受信時にウエイク・アップを行ってスレーブ動作を行うことができます。図2.10に、IICAスリープ（STOPモードへの移行）手順を示します。本処理を要求する前に、IICAステータス取得（2.7章参照）を行い、IICA内部ステータスが「初期化済み状態」であることを確認してください。

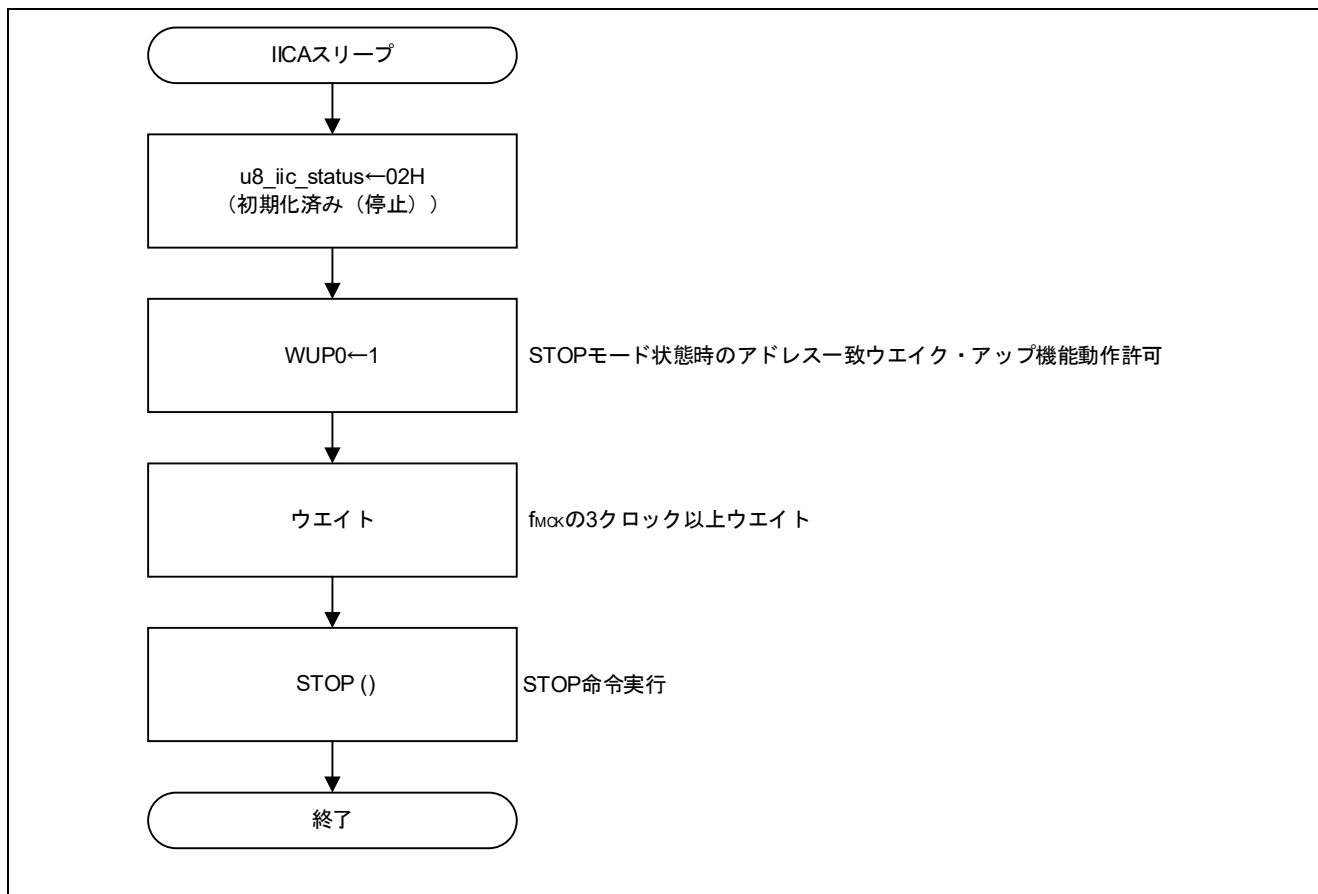


図2.10 IICAスリープ手順

2.5 IICA マスタ送信開始

IICAマスタ送信開始処理の設定手順を図2.11に示します。IICAマスタ送信開始を要求する前に、以下のメモリを設定してください。

- u8_iic_slaveaddr : スレーブ・アドレス格納メモリ
- u8_iic_mtxd_size : 送信バイト数格納メモリ
- u8_iic_mtxd_buff [32] : 送信データ格納メモリ

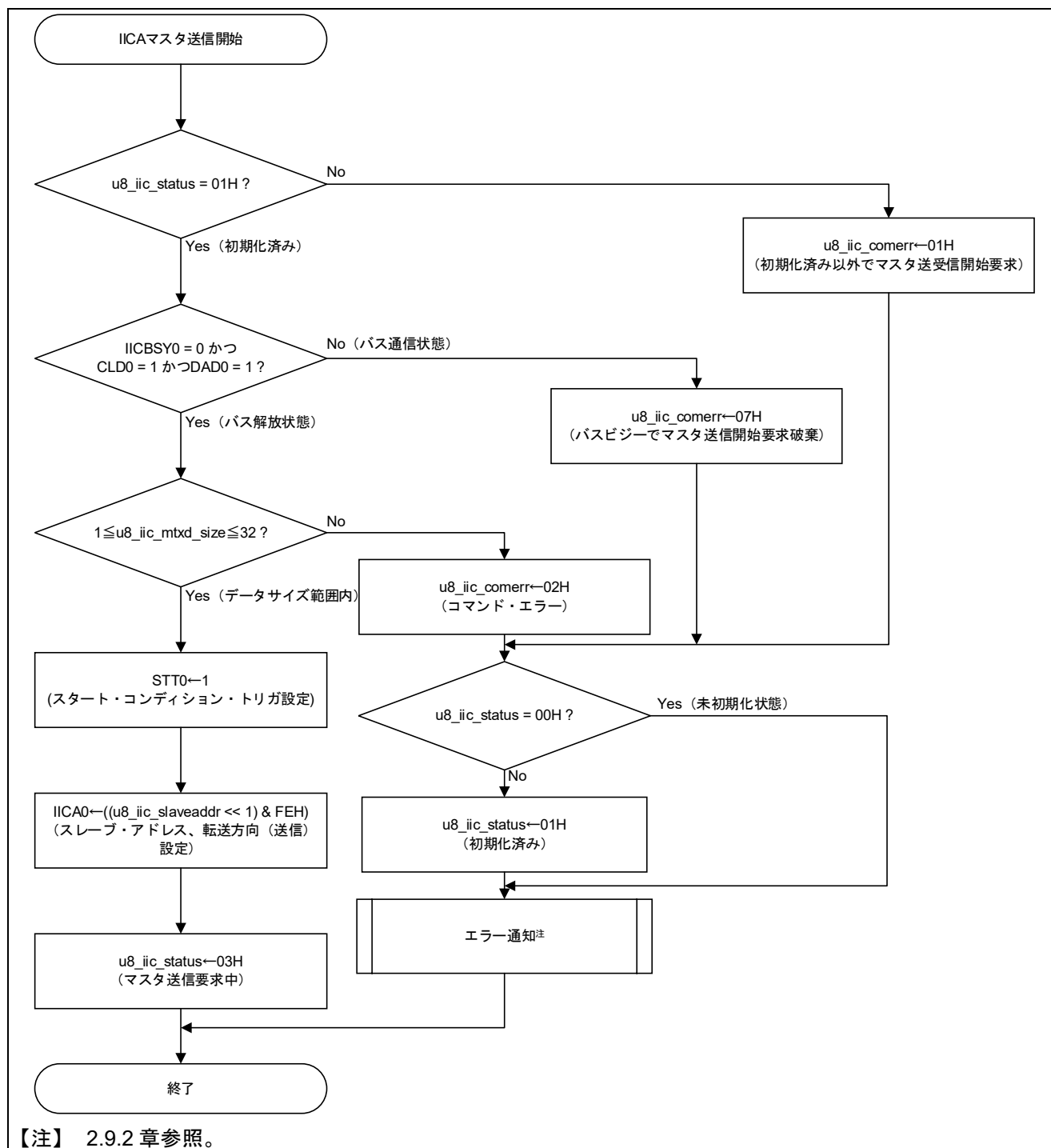


図2.11 IICAマスタ送信開始手順

2.6 IICA マスタ受信開始

IICAマスタ受信開始処理の設定手順を図2.12に示します。

IICAマスタ受信開始を要求する前に、以下のメモリを設定してください。

- u8_iic_slaveaddr : スレーブ・アドレス格納メモリ
- u8_iic_mrxd_size : 受信予定バイト数格納メモリ

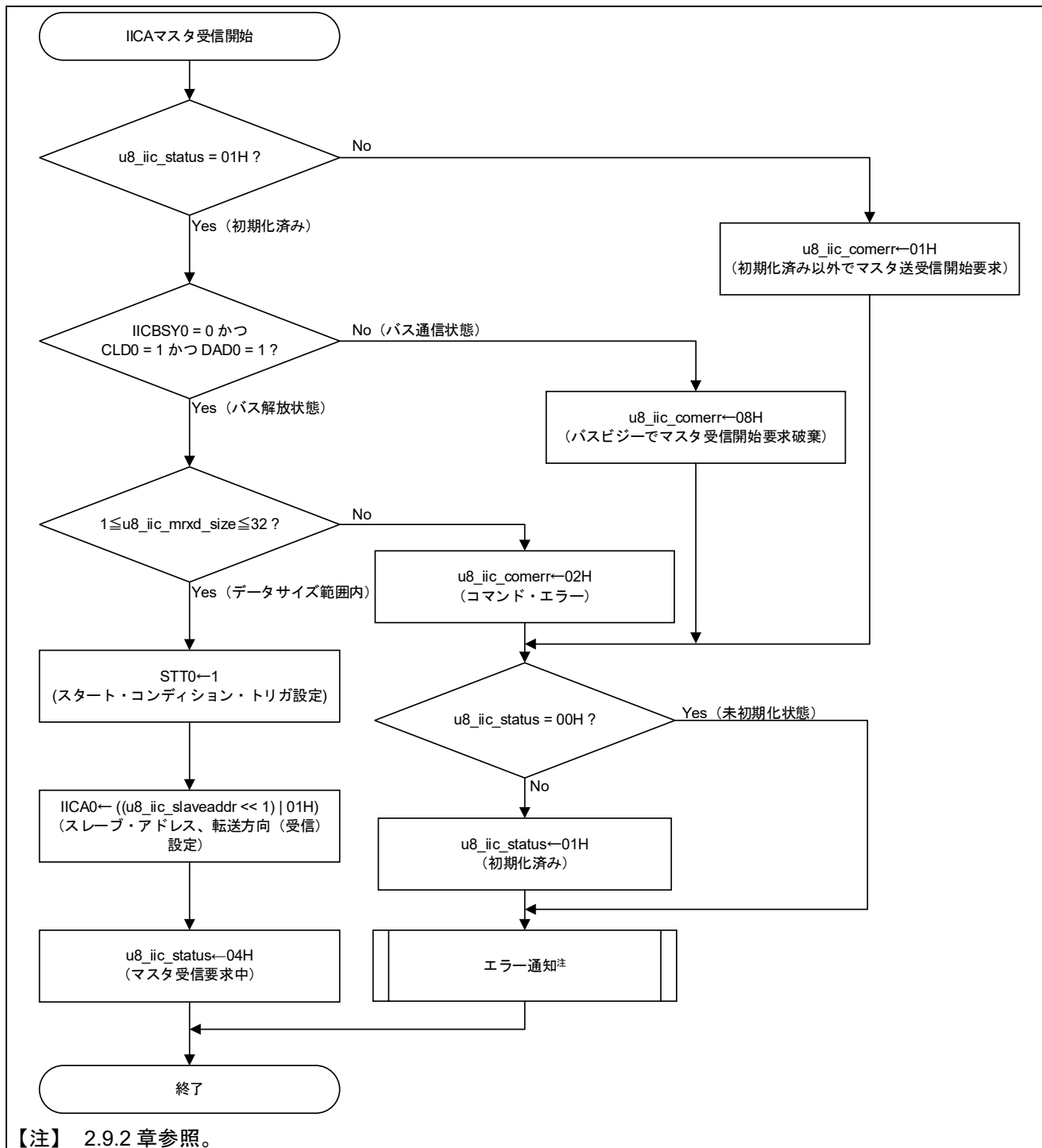


図2.12 IICAマスタ受信開始手順

2.7 IICA ステータス取得

IICAステータス取得処理が提供するIICAステータスの詳細を表2.2に示します。マスタ送受信開始要求や、スリープ要求などを行う前に、本処理を使用して、I²Cバス状態やIICAの内部ステータスを確認してください。

表2.2 取得IICAステータス詳細

bit	説明	
b3-b0	IICA 内部ステータス (u8_iic_status)	IICA マルチマスタ通信の内部ステータス確認用メモリ 0H : 未初期化状態 1H : 初期化済み状態 2H : 初期化済み状態 (停止) 3H : マスタ送信要求中 4H : マスタ受信要求中 5H : マスタ送信中 6H : マスタ受信中 7H : スレーブ送信中 8H : スレーブ受信中
b4	SDAA0 端子の端子レベル	IICCTL01 レジスタの DAD0 ビットの値 0 : ロウ・レベル 1 : ハイ・レベル
b5	SCLA0 端子の端子レベル	IICCTL01 レジスタの CLD0 ビットの値 0 : ロウ・レベル 1 : ハイ・レベル
b6	I ² C バス状態	IICF0 レジスタの IICBSY0 ビットの値 0 : バス解放状態 1 : バス通信状態
b7	スタート・コンディション 発行状態	IICF0 レジスタの STCF0 ビットの値 0 : STT0 = 1 した結果、スタート・コンディションを発行することができた 1 : STT0 = 1 したが、スタート・コンディションを発行することができなかった

2.8 IICA 割り込み

IICA割り込み（INTIICA0割り込み）はアドレス送信完了、アドレス一致、転送完了、およびストップ・コンディション検出時に発生します。本アプリケーションノートでは、割り込み発生時のIICS0レジスタの値で割り込みを分類しています。分類した割り込みの一覧を表2.3に、分類手順を図2.13に示します。

マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を実行してもIICA割り込みが発生しない場合があります^注。マスタ送受信開始処理を実行した後は、IICAステータス取得処理（2.7章参照）を使用して、正常にスタート・コンディションが生成されたか、また、内部状態が固着していないか等を確認してください。異常検出時は、IICA停止処理（2.3章参照）を実行後、IICA初期化処理（2.1章参照）を実行してバスおよびIICA内部状態を初期化してください。

【注】以下の状態で IICCTL00 レジスタの STT0 ビットをセットしても、IICA 割り込みは発生しません。

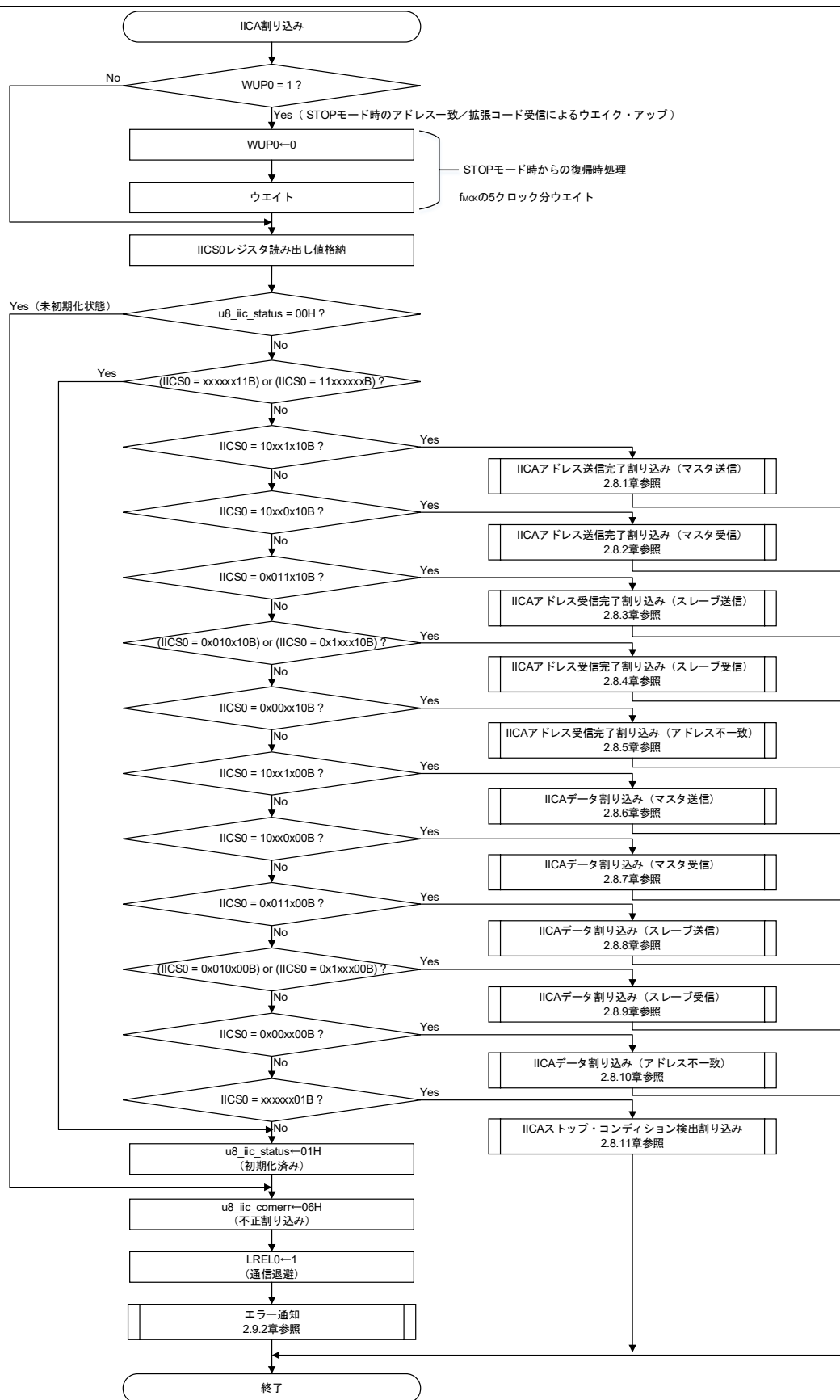
- ・ SCLA0 ラインがハイ・レベル、かつ SDAA0 ラインがロウ・レベル
- ・ SCLA0 ラインがロウ・レベル、かつ SDAA0 ラインがハイ・レベル
- ・ SCLA0 ラインがロウ・レベル、かつ SDAA0 ラインがロウ・レベル

表2.3 IICA割り込み一覧

IICS0 レジスタ								割り込み名
MSTS0	ALD0	EXC0	COI0	TRC0	ACKD0	STD0	SPD0	
1	0	x	x	1	x	1	0	IICA アドレス送信完了割り込み（マスタ送信）
1	0	x	x	0	x	1	0	IICA アドレス送信完了割り込み（マスタ受信）
0	x	0	1	1	x	1	0	IICA アドレス受信完了割り込み（スレーブ送信）
0	x	0	1	0	x	1	0	IICA アドレス受信完了割り込み（スレーブ受信）
0	x	1	x	x	x	1	0	
0	x	0	0	x	x	1	0	IICA アドレス受信完了割り込み（アドレス不一致） ^注
1	0	x	x	1	x	0	0	IICA データ割り込み（マスタ送信）
1	0	x	x	0	x	0	0	IICA データ割り込み（マスタ受信）
0	x	0	1	1	x	0	0	IICA データ割り込み（スレーブ送信）
0	x	0	1	0	x	0	0	IICA データ割り込み（スレーブ受信）
0	x	1	x	x	x	0	0	
0	x	0	0	x	x	0	0	IICA データ割り込み（アドレス不一致）
x	x	x	x	x	x	0	1	IICA ストップ・コンディション検出割り込み

x : 任意

【注】 IICA アドレス受信完了割り込み（アドレス不一致）処理は、マスタ通信時に競合負けが発生した際や、スレーブ通信時にアドレス不一致のリスタート・コンディションが発生した際に行う処理です。



【注意】 図内の“x”は、任意の値を示しています。

図2.13 IICA割り込み処理

2.8.1 IICA アドレス送信完了割り込み（マスタ送信）

IICAアドレス送信完了割り込み（マスタ送信）処理の手順を図2.14に示します。

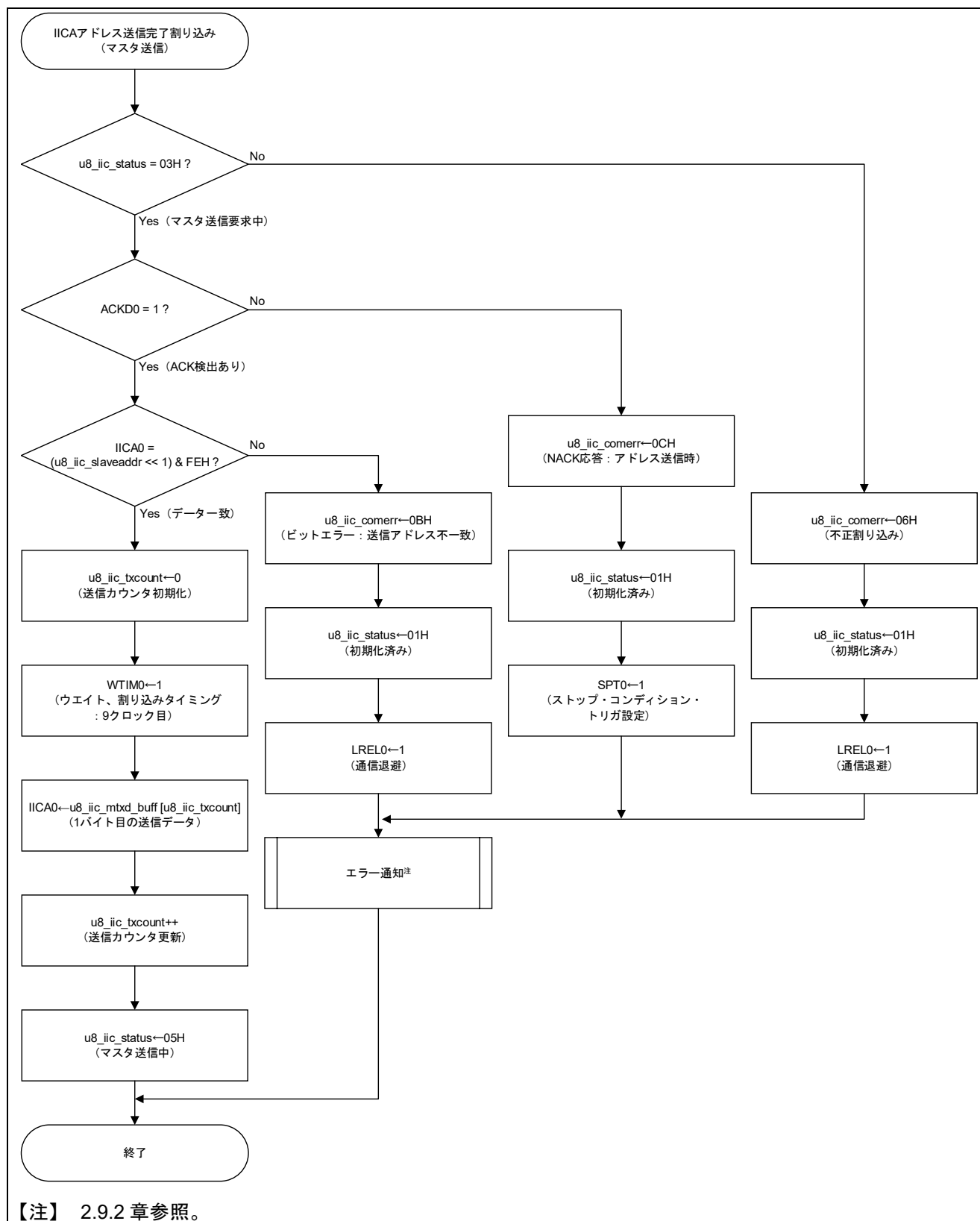


図2.14 IICAアドレス送信完了割り込み処理（マスタ送信）

2.8.2 IICA アドレス送信完了割り込み（マスタ受信）

IICAアドレス送信完了割り込み（マスタ受信）処理の手順を図2.15に示します。

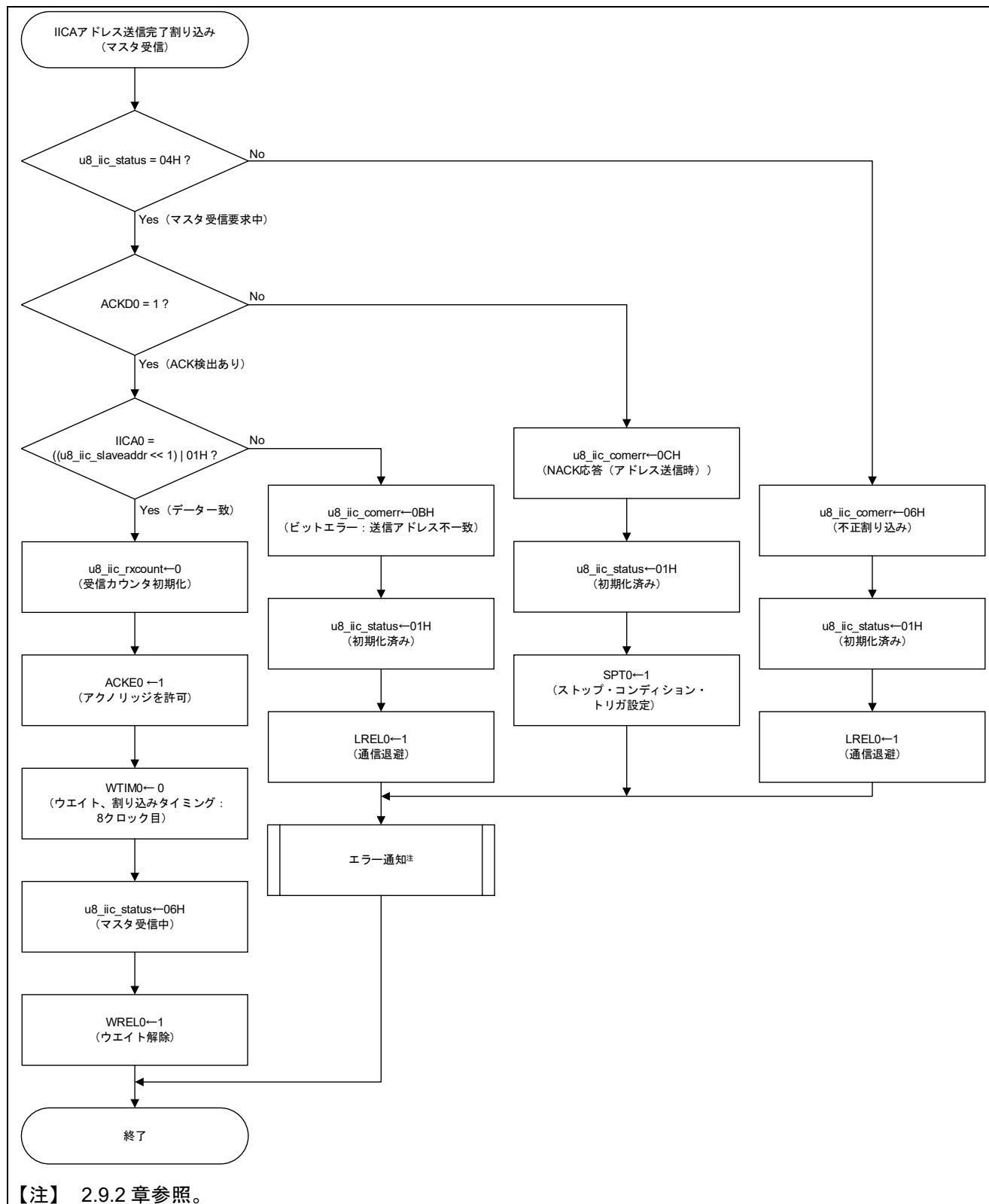


図2.15 IICAアドレス送信完了割り込み処理（マスタ受信）

2.8.3 IICA アドレス受信完了割り込み（スレーブ送信）

IICAアドレス受信完了割り込み（スレーブ送信要求）処理の手順を図2.16に示します。

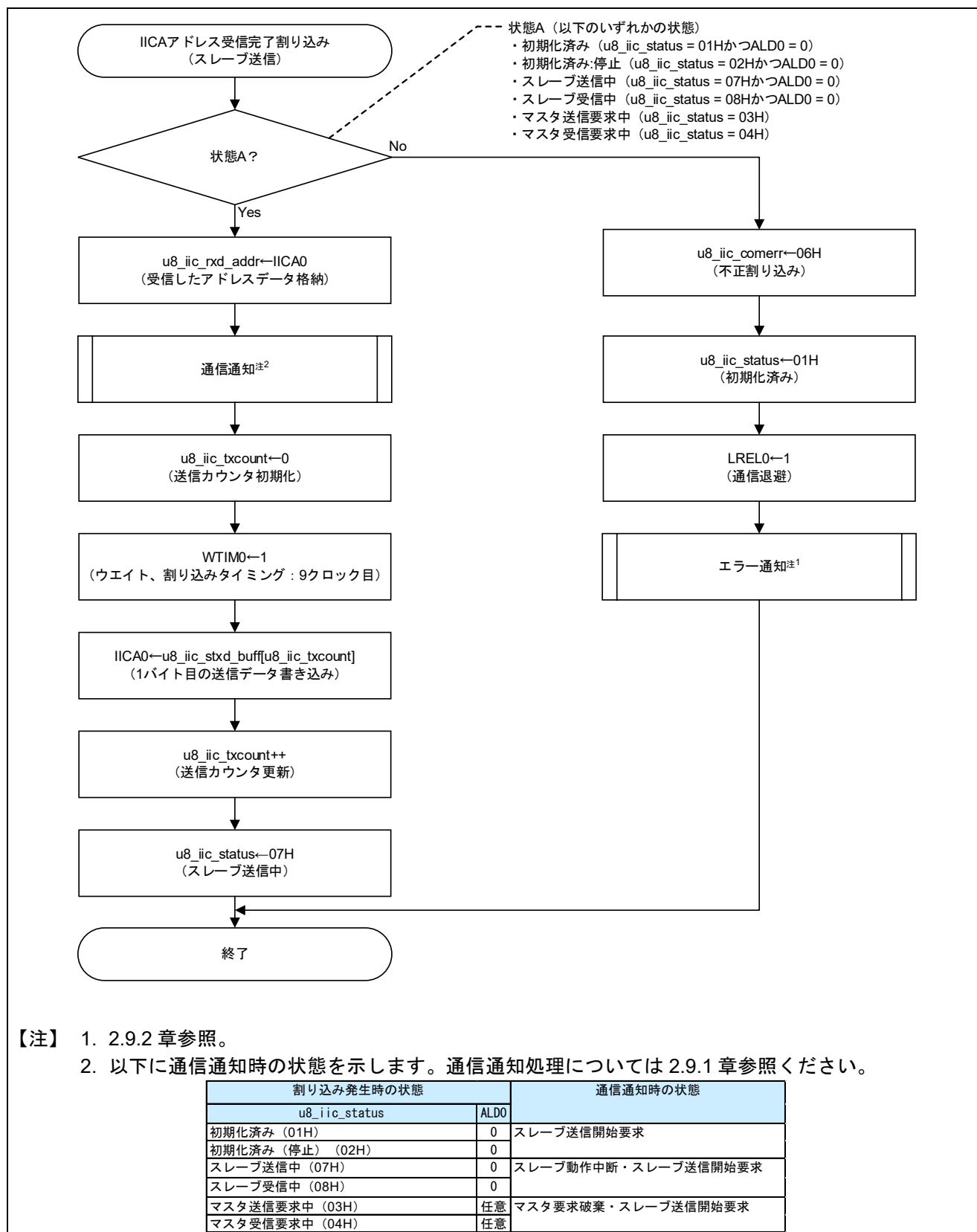


図2.16 IICAアドレス受信完了割り込み処理（スレーブ送信）

2.8.4 IICA アドレス受信完了割り込み（スレーブ受信）

IICAアドレス受信完了割り込み（スレーブ受信要求）処理の手順を図2.17に示します。

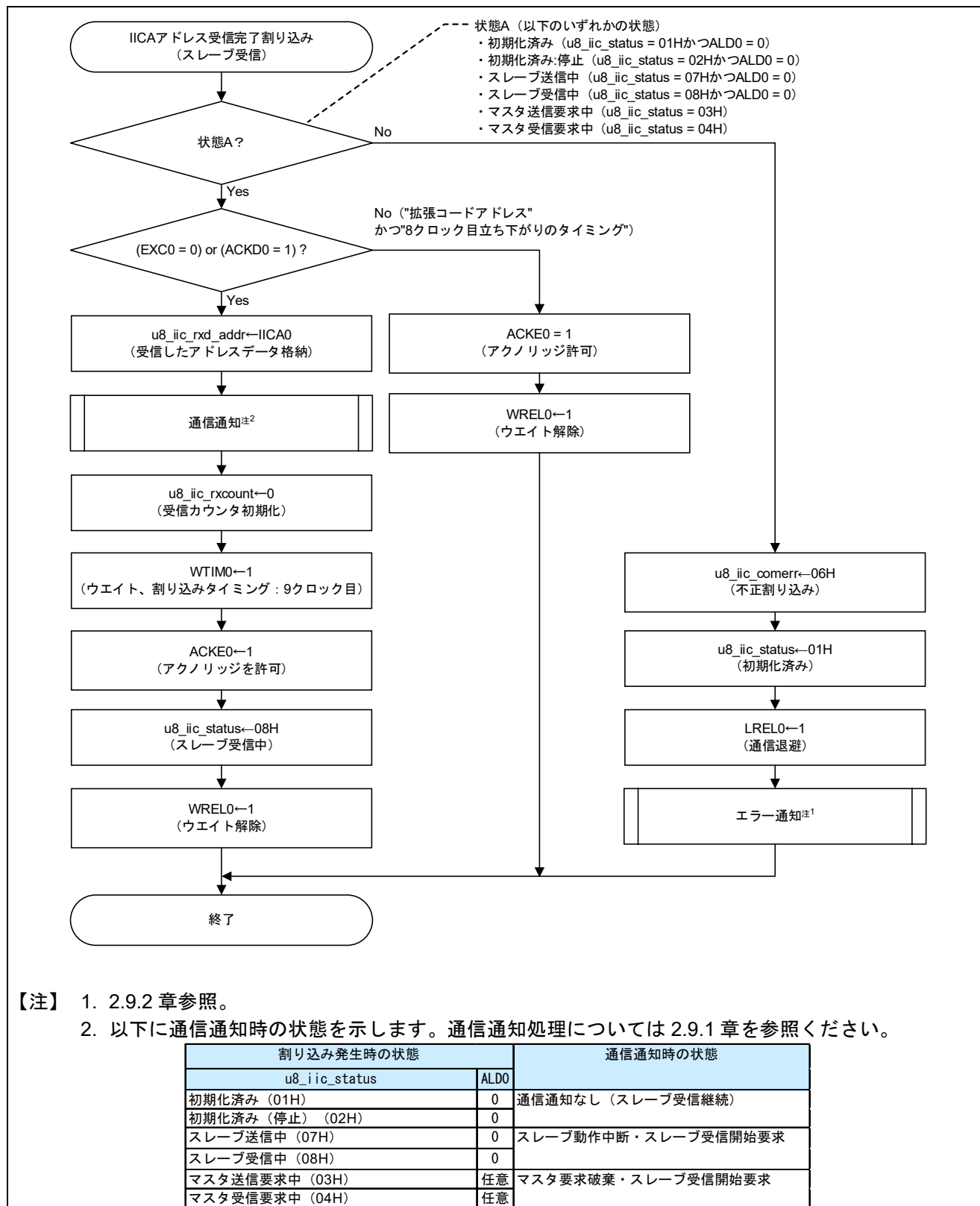


図2.17 IICAアドレス受信完了割り込み処理（スレーブ受信）

2.8.5 IICA アドレス受信完了割り込み（アドレス不一致）

IICAアドレス受信完了割り込み（アドレス不一致）処理の手順を図2.18に示します。IICAアドレス受信完了割り込み（アドレス不一致）は、デバイスが通信に参加している場合に発生します。通信不参加の状態では、本割り込みは発生しません。

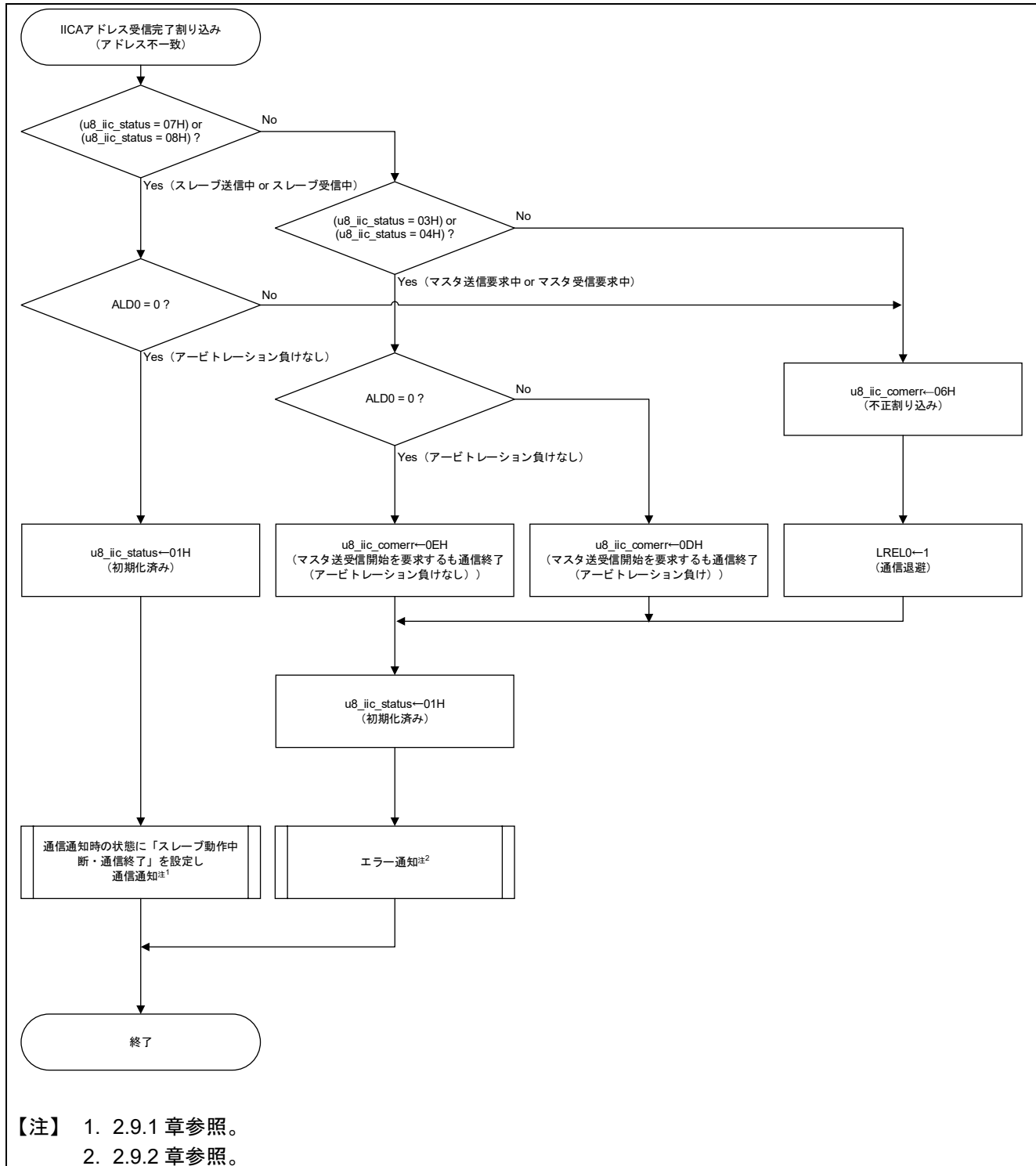


図2.18 IICAアドレス受信完了割り込み処理（アドレス不一致）

2.8.6 IICA データ割り込み（マスタ送信）

IICAデータ割り込み（マスタ送信完了）処理の手順を図2.19に示します。

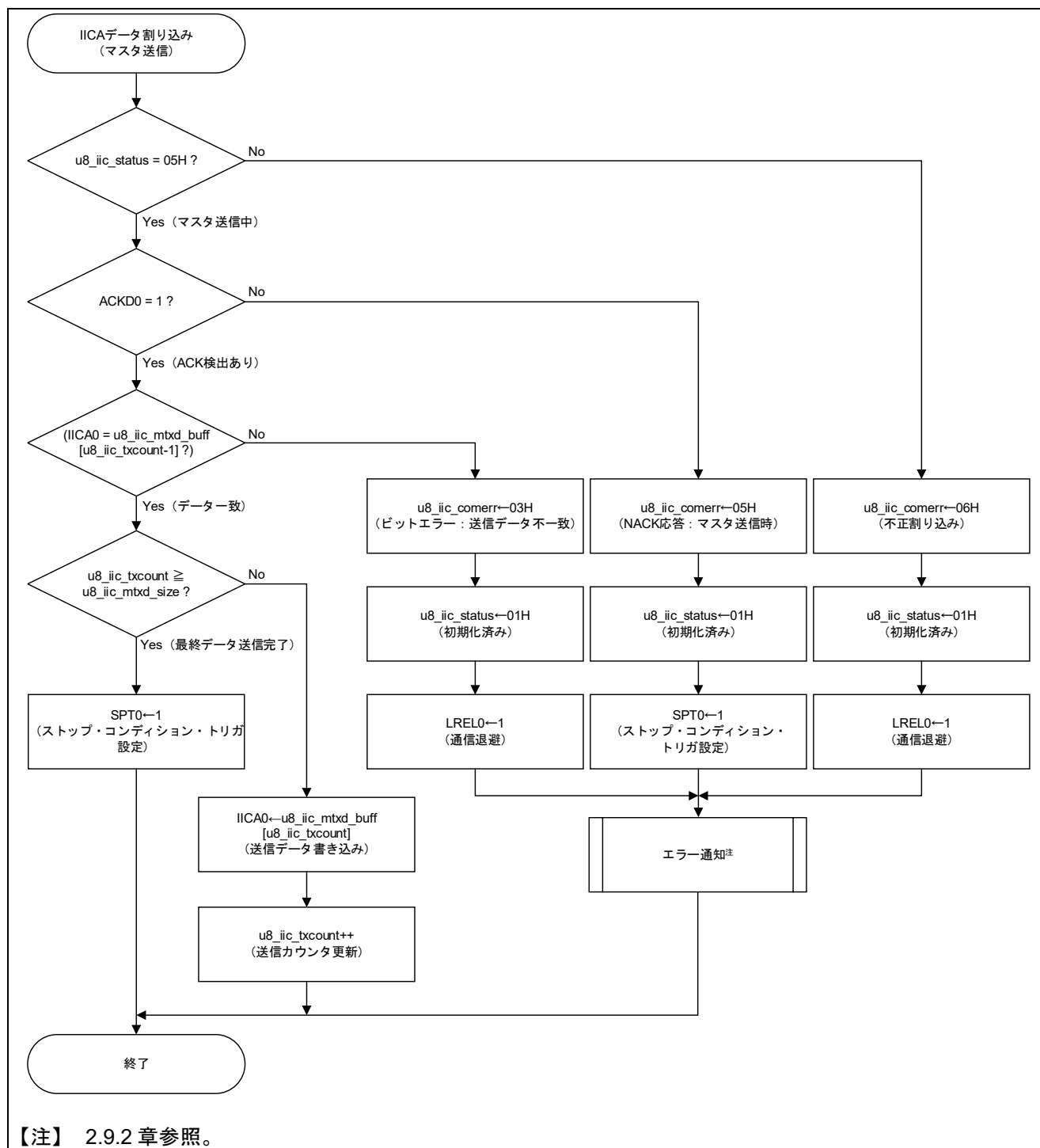


図2.19 IICAデータ割り込み（マスタ送信）

2.8.7 IICA データ割り込み（マスタ受信）

IICAデータ割り込み（マスタ受信完了）処理の手順を図2.20に示します。本アプリケーションノートの例では、マスタ受信デバイスは、最終データ受信時にNACKを返すことで、スレーブ受信デバイスに最終データであることを伝達します。

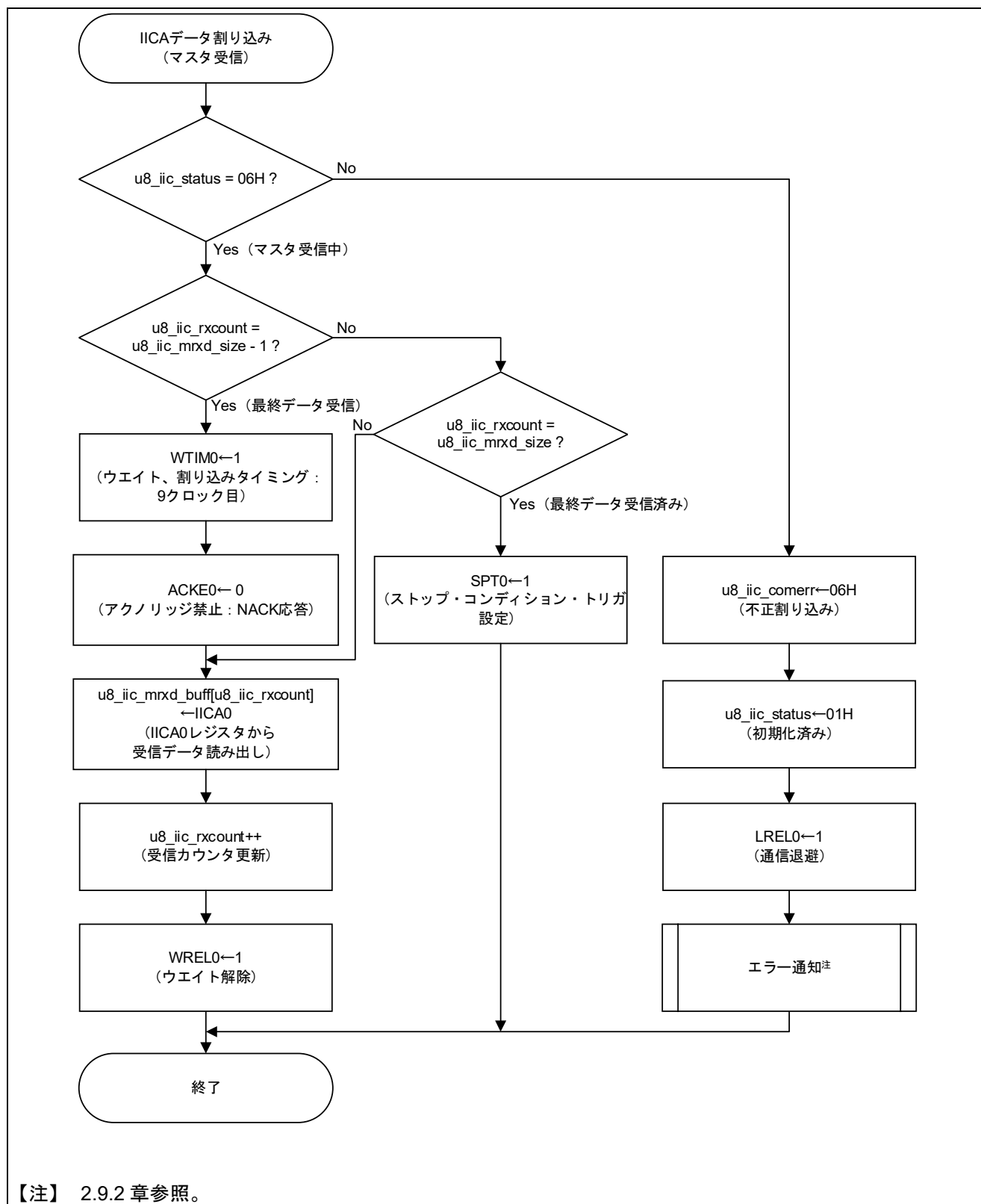


図2.20 IICAデータ割り込み（マスタ受信）

2.8.8 IICA データ割り込み（スレーブ送信）

IICAデータ割り込み（スレーブ送信完了）処理の手順を図2.21に示します。本アプリケーションノートの例では、スレーブ送信デバイスは、マスタ受信デバイスからNACKが返ってくるまで送信を続けるものとします。

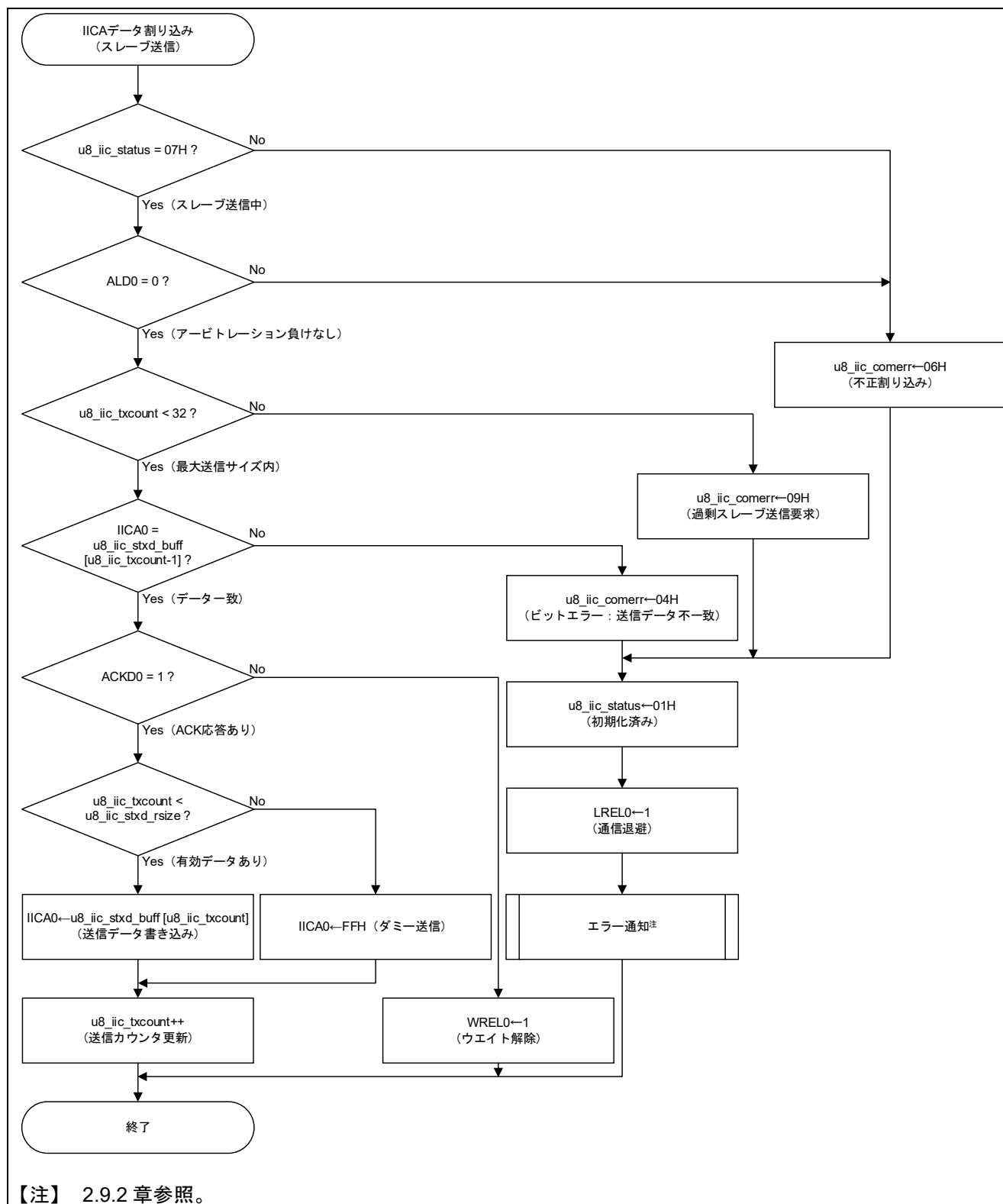


図2.21 IICAデータ割り込み（スレーブ送信）

2.8.9 IICA データ割り込み（スレーブ受信）

IICAデータ割り込み（スレーブ受信完了）処理の手順を図2.22に示します。

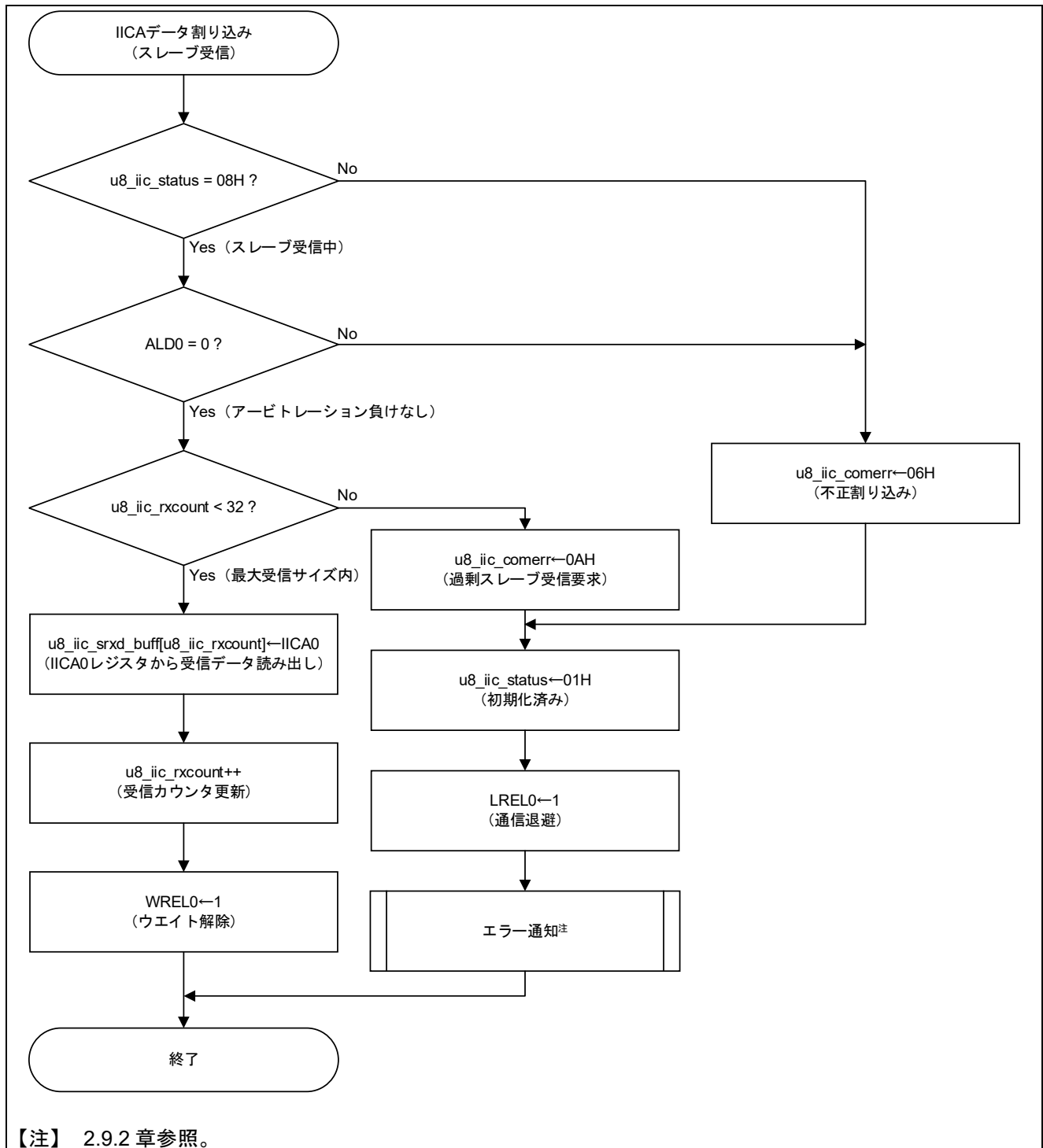


図2.22 IICAデータ割り込み（スレーブ受信）

2.8.10 IICA データ割り込み（アドレス不一致）

IICAデータ割り込み（アドレス不一致）処理の手順を図2.23に示します。本アプリケーションノートの例では、不一致アドレスを受信したタイミング（IICAアドレス受信完了割り込み（アドレス不一致）発生タイミング）で通信退避を行うため、本割り込みは不正割り込みとして扱います。

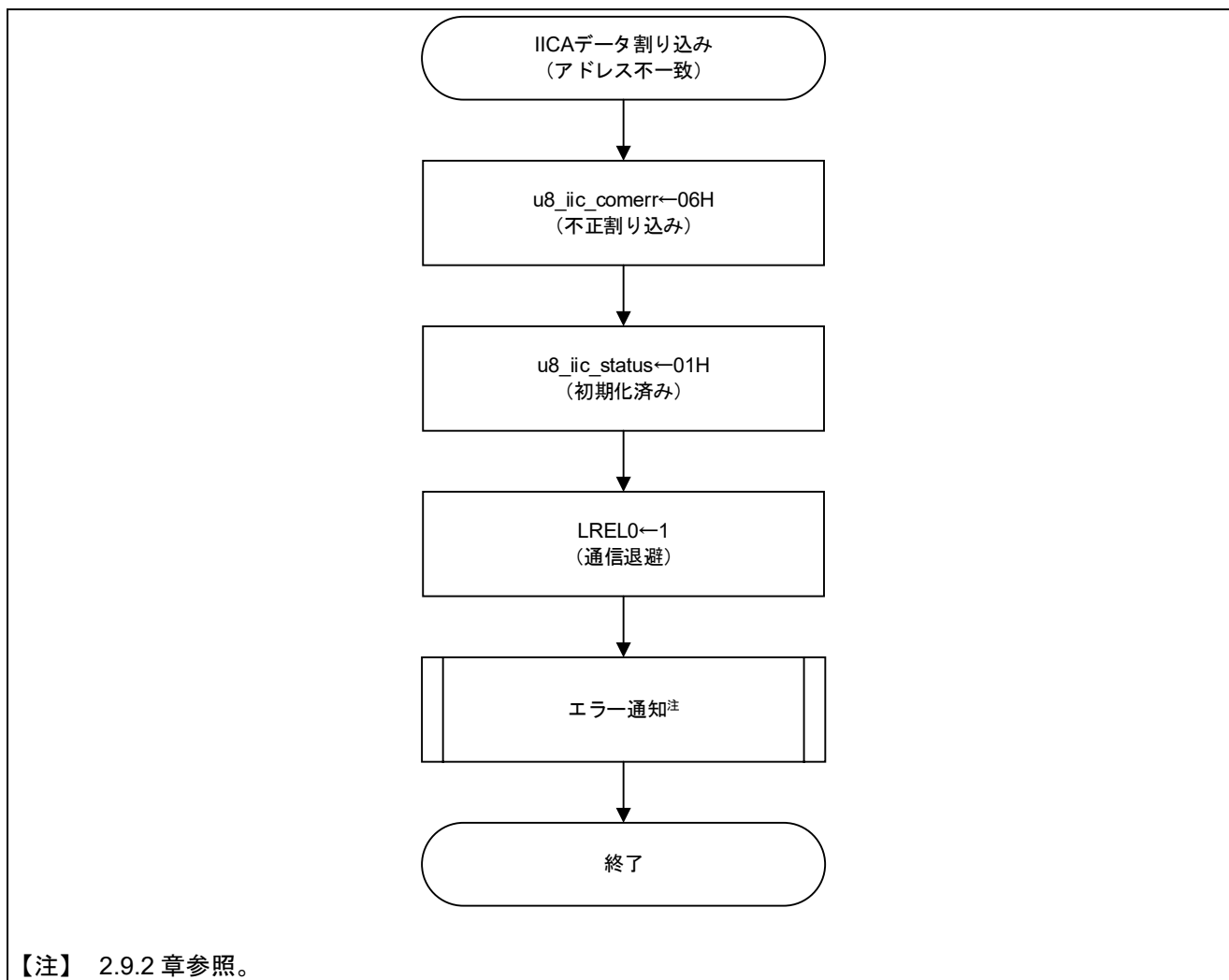


図2.23 IICAデータ割り込み（アドレス不一致）

2.8.11 IICA ストップ・コンディション検出割り込み

IICAストップ・コンディション検出割り込み発生時には、状態に応じて通信完了の通知またはエラー通知を行います。図2.24に割り込み発生時の処理を、表2.4に状態別の通知内容を示します。

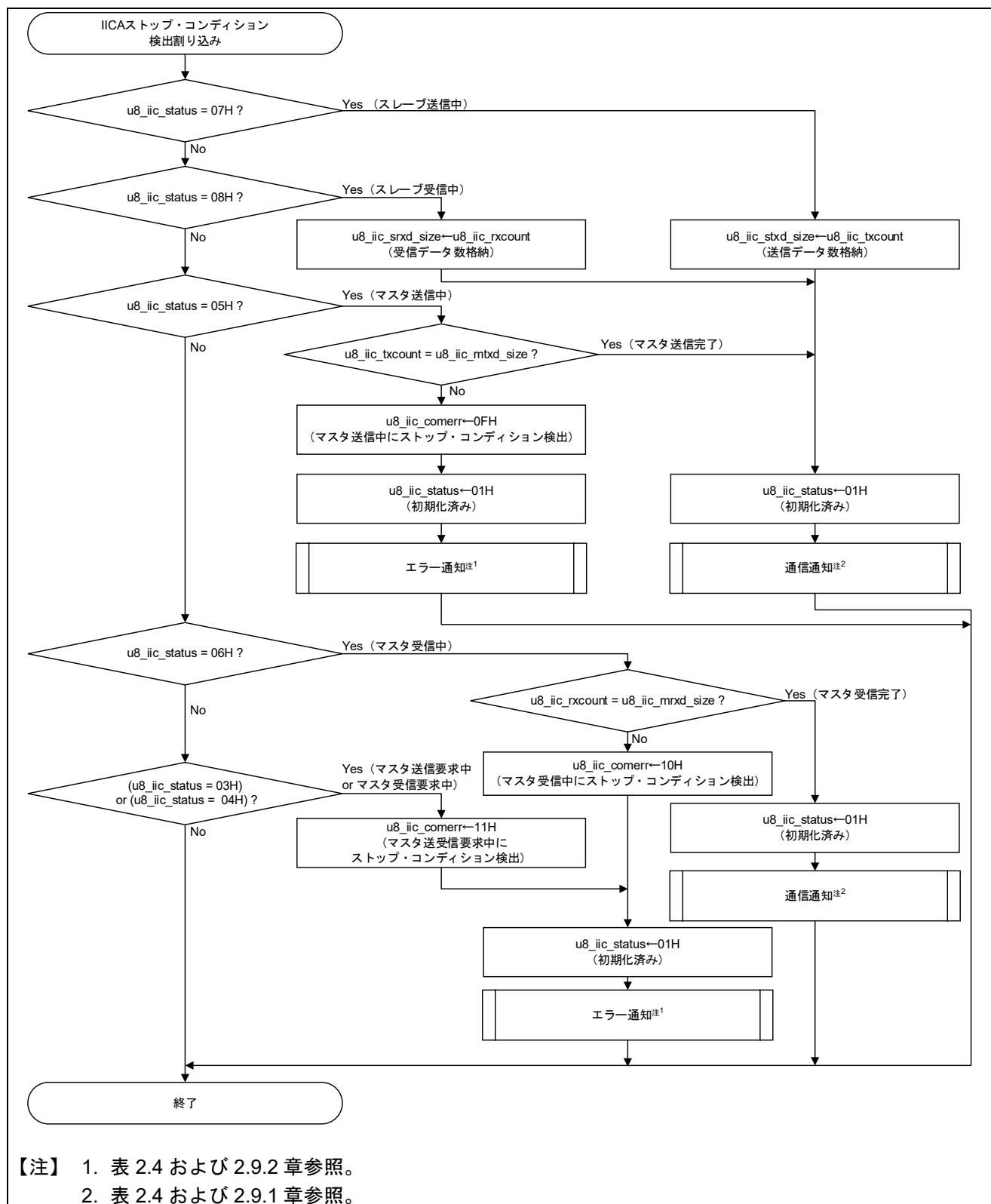


図2.24 IICAストップ・コンディション検出割り込み

表2.4 IICAストップ・コンディション検出割り込み発生時の通知

割り込み発生時の状態		通知種別	通信通知時の状態
u8_iic_status	未送受信データ		
マスタ送信中 (05H)	未送信データなし (u8_iic_txcount = u8_iic_mtxd_size)	通信通知	マスタ送信完了
	未送信データあり (u8_iic_txcount < u8_iic_mtxd_size)	エラー通知	未送信データありの状態でマスタ送信終了 (u8_iic_comerr←0FH)
マスタ受信中 (06H)	未受信データなし (u8_iic_rxcount = u8_iic_mrx_d_size)	通信通知	マスタ受信完了
	未受信データあり (u8_iic_rxcount < u8_iic_mrx_d_size)	エラー通知	未受信データありの状態でマスタ受信終了 (u8_iic_comerr←10H)
スレーブ送信中 (07H)	—	通信通知	スレーブ送信完了
スレーブ受信中 (08H)	—	通信通知	スレーブ受信完了
マスタ送信要求中 (03H)	—	エラー通知	マスタ送受信要求中のストップ・コンディ ション検出で通信終了 (u8_iic_comerr← 11H)
マスタ受信要求中 (04H)	—		
上記以外	—	—	通知無し

2.9 通知関数

図2.25から図2.26に通知関数処理を示します。なお、通知関数はご使用のシステムに合わせて対応する処理を行ってください。通知関数処理は、基本的にIICA割り込み処理内で実行されますので、通知関数処理内では各種要求を発行するのみにとどめ、実際の処理関数呼び出しはメイン処理で行ってください。

2.9.1 通信通知

図2.25に通信通知関数の処理を、表2.6に通信通知一覧とユーザ処理例を示します。

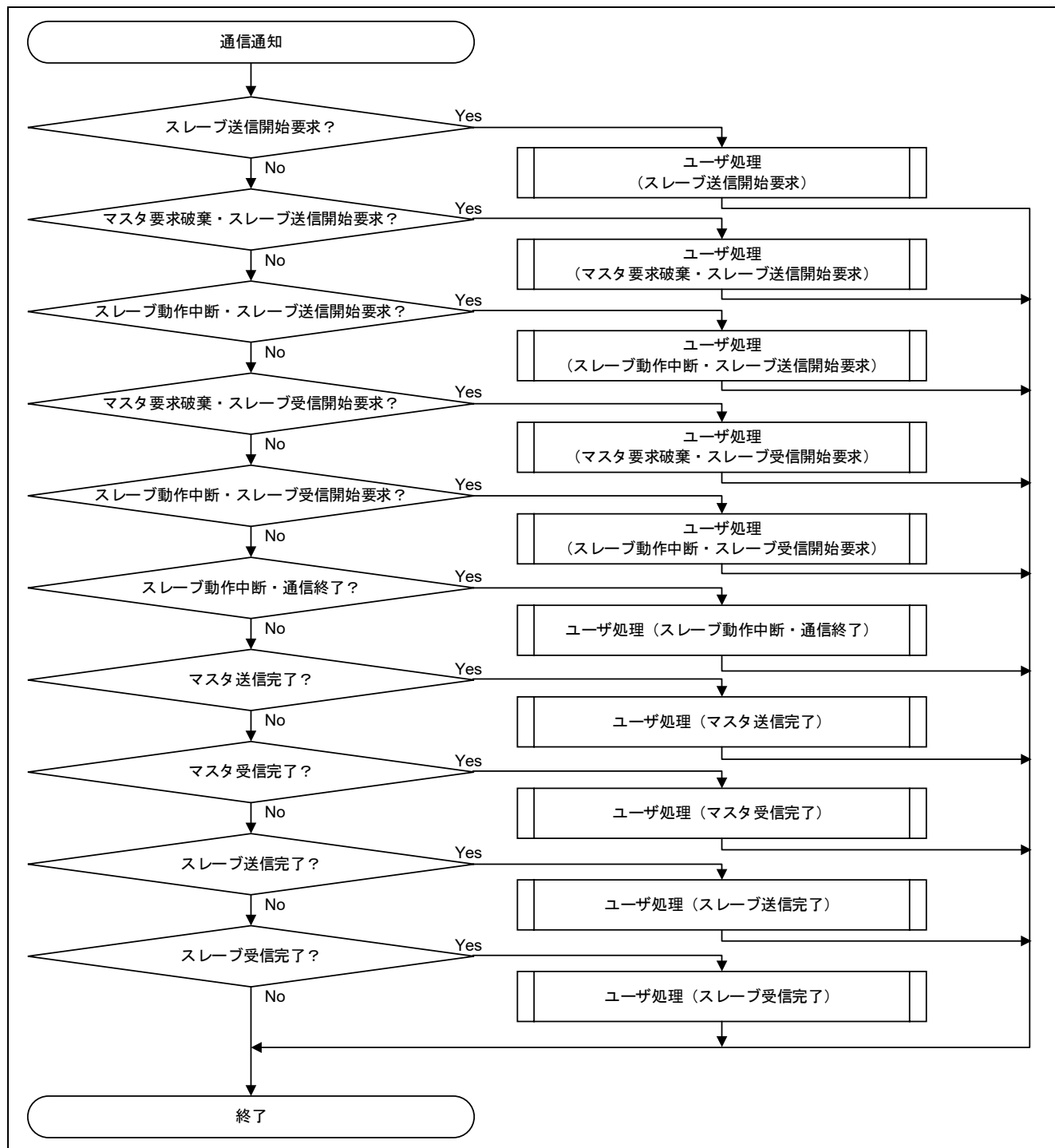


図2.25 通信通知

表2.5 通信通知とユーザ処理例

通信通知	状態	ユーザ処理例
スレーブ送信開始要求	自局宛てのスレーブ送信デバイスとしての動作を要求するアドレスを受信した場合	u8_iic_stxd_buff [32]に送信するデータを格納し、u8_iic_stxd_rsize に送信するデータ長を設定してください。また、受信したアドレス (R/W 含む) を u8_iic_rxd_addr で判断できます。
マスタ要求破棄・スレーブ送信開始要求	自局宛てのスレーブ送信デバイスとしての動作を要求するアドレスを受信して、マスタ要求が破棄された場合	u8_iic_stxd_buff [32]に送信するデータを格納し、u8_iic_stxd_rsize に送信するデータ長を設定してください。また、受信したアドレス (R/W 含む) を u8_iic_rxd_addr で判断できます。スレーブ送信動作完了後、破棄した通信を要求する場合は、I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^注 してから、マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
スレーブ動作中断・スレーブ送信開始要求	スレーブ・デバイスとして動作中、新たに自局宛てのスレーブ送信デバイスとしての動作を要求するアドレスを受信した場合	u8_iic_stxd_buff [32]に送信するデータを格納し、u8_iic_stxd_rsize に送信するデータ長を設定してください。また、受信したアドレス (R/W 含む) を u8_iic_rxd_addr で判断できます。
マスタ要求破棄・スレーブ受信開始要求	自局宛てのスレーブ受信デバイスとしての動作を要求するアドレスもしくは、拡張コードのアドレスを受信して、マスタ要求が破棄された場合	スレーブ受信を継続します。受信完了後、破棄した通信を要求したい場合は、I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^注 してから、マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
スレーブ動作中断・スレーブ受信開始要求	スレーブ・デバイスとして動作中、新たにスレーブ受信デバイスとしての動作を要求するアドレスもしくは拡張コードのアドレスを受信した場合	受信完了後、マスタ・デバイスから中断した要求を受けることで再度スレーブ動作を開始します。
スレーブ動作中断・通信終了	スレーブ・デバイスとして動作中、自局宛てでも拡張コードでもないアドレスを受信して通信終了した場合	自局が参加しない通信完了後、マスタ・デバイスから中断した要求を受けることで再度スレーブ動作を開始します。
マスタ送信完了	マスタ送信デバイスとして全データ送信できた場合	必要な処理を行ってください。
マスタ受信完了	マスタ受信デバイスとして全データ受信できた場合	必要な処理を行ってください。
スレーブ送信完了	スレーブ送信デバイスとして動作中に、ストップ・コンディションを検出した場合	送信したデータ長を u8_iic_stxd_size で判断できます。
スレーブ受信完了	スレーブ受信デバイスとして動作中に、ストップ・コンディションを検出した場合	u8_iic_srx_buff[32]に受信したデータを格納し、また、u8_iic_srx_size に受信データ長を格納しています。受信したデータを読み出し必要な処理を行ってください。

【注】 IICA ステータス取得 (2.7 章参照) を行い、I²C バス状態が「バス解放状態」であること、SCLA0 端子レベルおよび SDAA0 端子レベルがハイ・レベルであること、IICA 内部ステータスが「初期化済み状態」であることを確認してください。

2.9.2 エラー通知

図2.26にエラー通知関数の処理を示します。発生したエラーに対応した処理を行ってください。エラー発生時の処理例については、2.10章を参照ください。

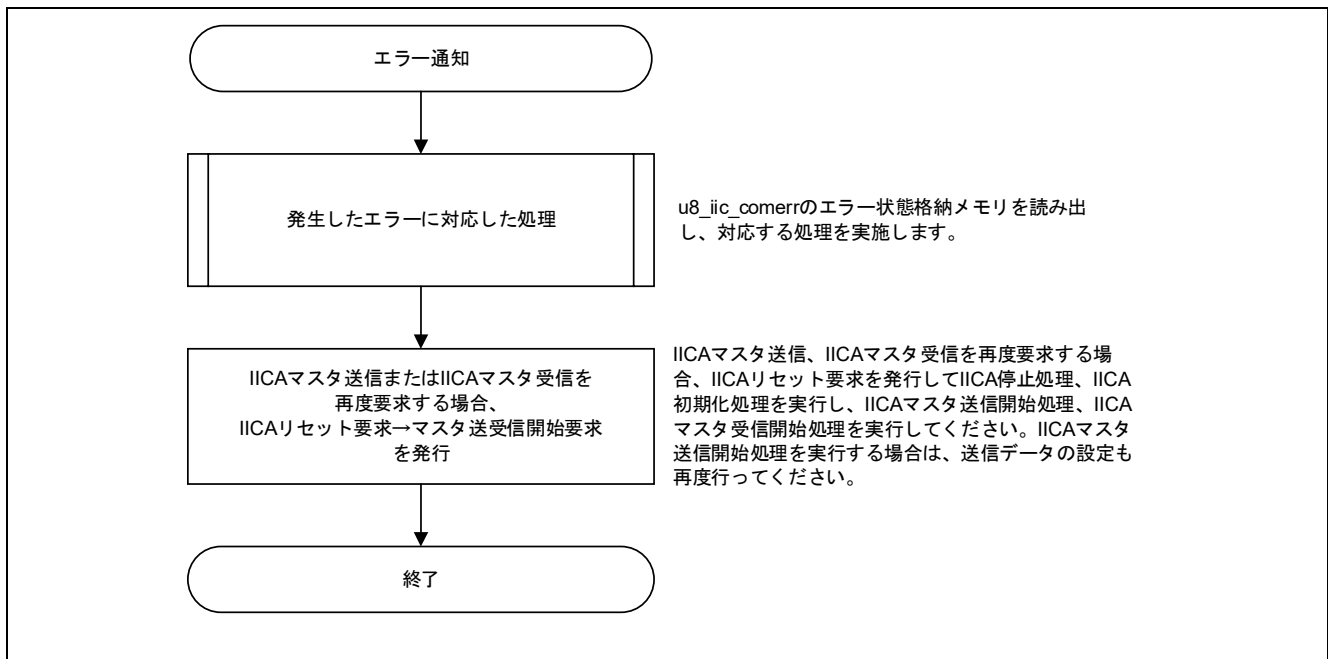


図2.26 エラー通知

2.10 エラー発生時の処理例

通信エラー等のエラー状態が発生した場合、エラー通知処理でエラー状態格納メモリ（u8_iic_comerr）を読み出した後、メイン処理にて、その状態に対応する処理を行ってください。

表2.6 エラー発生時の状態と対応例

u8_iic_comerr	状態	対応例
01H	「初期化済み状態」以外の状態でマスタ送受信開始要求発生	IICA 停止処理を実行後、IICA 初期化を行ってください。その後、I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送受信開始処理を行ってください。
02H	コマンド・エラー発生 (マスタ送受信開始要求時のパラメータ不正)	パラメータに正しい値を設定して、再度、マスタ送受信開始処理を行ってください。
03H	ビットエラー：マスタ送信したデータとバス上のデータが異なる	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理を行ってください。
04H	ビットエラー：スレーブ送信したデータとバス上のデータが異なる	IICA 停止処理を実行後、IICA 初期化処理を行ってください。
05H	NACK 応答（マスタ送信時）	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理を行ってください。
06H	不正割り込み	IICA 停止処理を実行後、IICA 初期化処理を行ってください。
07H	バスビジーでマスタ送信開始要求破棄	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理を行ってください。
08H	バスビジーでマスタ受信開始要求破棄	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ受信開始処理を行ってください。
09H	過剰スレーブ送信要求（スレーブ送信データ長の MAX 値 ^{注2} を超えた送信要求時）	IICA 停止処理を実行後、IICA 初期化処理を行ってください。
0AH	過剰スレーブ受信要求（スレーブ受信データ長の MAX 値 ^{注2} を超えた受信要求時）	IICA 停止処理を実行後、IICA 初期化処理を行ってください。
0BH	ビットエラー：自局が送信したスレーブ・アドレスとバス上のアドレスが異なる	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理を行ってください。
0CH	NACK 応答（アドレス送信時）	送信したアドレスが正しいか確認の上、I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
0DH	マスタ送受信開始を要求したがマスタにもスレーブにもなれず通信終了（アービトレーション負け）	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
0EH	マスタ送受信開始を要求したがマスタにもスレーブにもなれず通信終了（アービトレーション負けなし）	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
0FH	未送信データありの状態でマスタ送信終了	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理を行ってください。
10H	未受信データありの状態でマスタ受信終了	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ受信開始処理を行ってください。
11H	マスタ送受信要求中のストップ・コンディション検出で通信終了	I ² C バス状態および IICA 内部ステータスを確認 ^{注1} してから、再度マスタ送信開始処理またはマスタ受信開始処理を行ってください。
12H	IICA 初期化失敗	再度 IICA 初期化を行ってください。

- 【注】 1. IICA ステータス取得（2.7 章参照）を行い、I²C バス状態が「バス解放状態」であること、SCLA0 端子レベルおよび SDAA0 端子レベルがハイ・レベルであること、IICA 内部ステータスが「初期化済み状態」であることを確認してください。
2. 本アプリケーションノートでは 32 バイトとしています。

3. 参考資料

本アプリケーションノートにおける参考資料を以下に示します。参照の際は、ルネサスエレクトロニクスホームページから最新版を入手してください。

- RL78/F13, F14 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev. 2.10
- RL78/F15 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev. 1.00
- RL78/F23, F24 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev. 1.00
- RL78 ファミリユーザーズマニュアル ソフトウェア編 Rev. 2.30

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2019.02.28	-	初版発行
1.10	2022.09.30	-	RL78/F23, F24 製品追加

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、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

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. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「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。

5. クロックについて

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。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）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。

8. 製品間の相違について

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。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュ・メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 2. 当社製品または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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
 3. 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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
 5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング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。
 6. 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、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、パーソナル機器、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）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、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（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。
 7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
 8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。
 10. 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。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. 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。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものとしします。
 13. 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。
 14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 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が直接的、間接的に支配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。

(Rev.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）
www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。
www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。