

# RENESAS TECHNICAL UPDATE

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24 豊洲フォレシア  
 ルネサス エレクトロニクス株式会社  
 問合せ窓口 <https://www.renesas.com/jp/ja/support/contact/>

製品分類	MPU & MCU	発行番号	TN-RA*-A0146A/J	Rev.	第1版
題名	低消費電力モード移行時の割込みの注意点		情報分類	技術情報	
適用製品	RA4M1, RA4M2, RA4M3, RA4E1, RA4E2, RA4T1, RA4W1, RA4L1, RA6M1, RA6M2, RA6M3, RA6M4, RA6M5, RA6E1, RA6E2, RA6T1, RA6T2, RA6T3 Group	対象ロット等 すべて	関連資料	表参照	

下記 1, 2 に示すようにユーザーズマニュアル ハードウェアの図と表に修正が入ります。

ソフトウェアが下記 4 に記載の該当条件に記載した条件に該当する場合、意図した低消費電力モードに遷移できなくなります。

下記 4 の注意事項に記載の意図しない状態を許容できない場合には下記 5 の回避策を適応ください。

## 目次

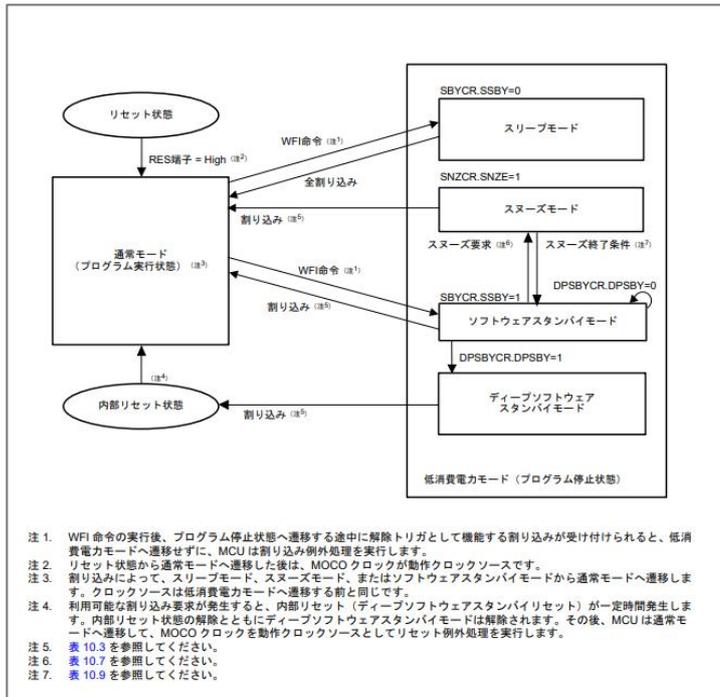
1. 低消費電力モードのモード遷移図の修正 .....	2
2. 各低消費電力モードの動作状態の表の修正 .....	7
3. Sleep-on-exitにより低消費電力モードに遷移する場合の注意事項 .....	9
4. 該当条件と注意事項 .....	9
5. 回避策 .....	10

1. 低消費電力モードのモード遷移図の修正

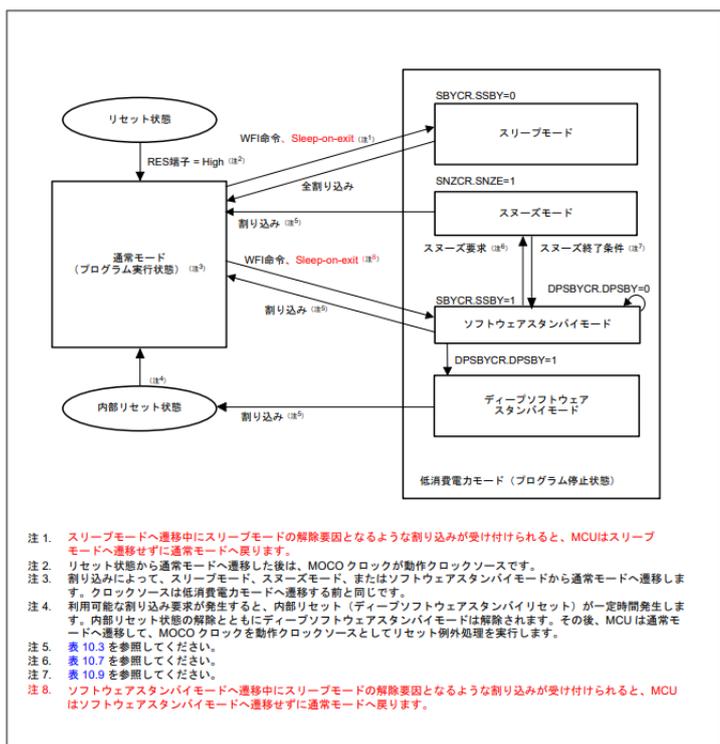
低消費動作モード遷移の図に訂正が入ります。

1)RA4M2グループ、RA4M3グループ、RA4E1グループ、RA4E2グループ、RA4T1グループ、RA6M4グループ、RA6M5グループ、RA6E1グループ、RA6E2グループ、RA6T2グループ、RA6T3グループの図 10.1

修正前

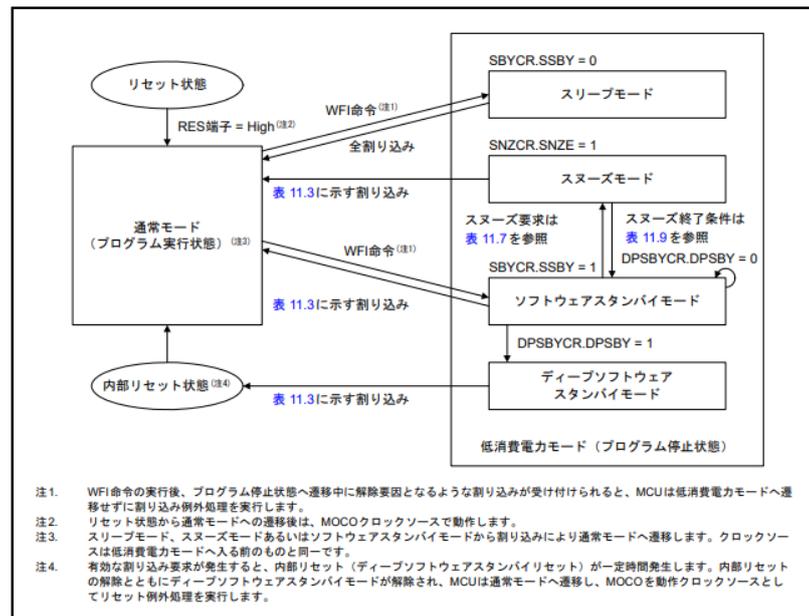


修正後

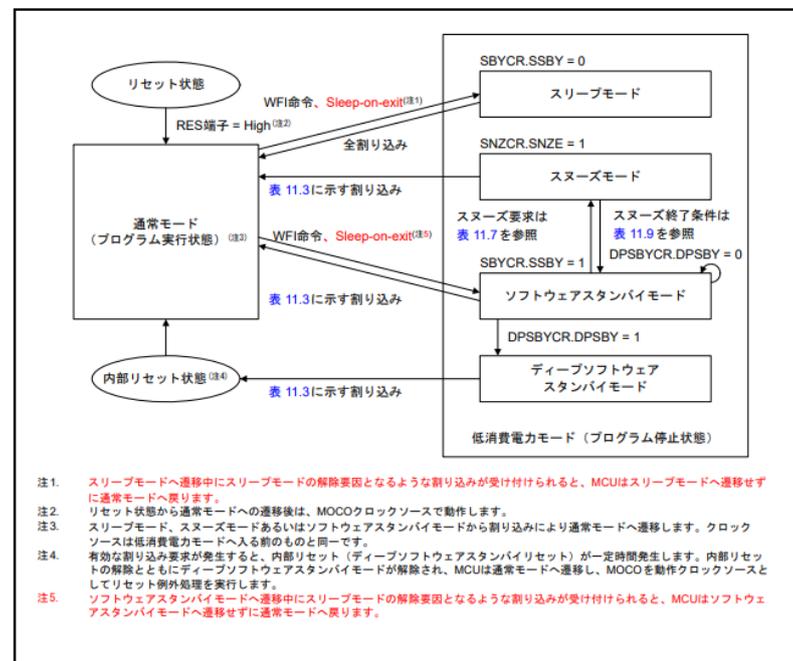


2)RA6M1 グループ、RA6M2 グループ、RA6M3 グループ、RA6T1 グループの図 11.1

修正前

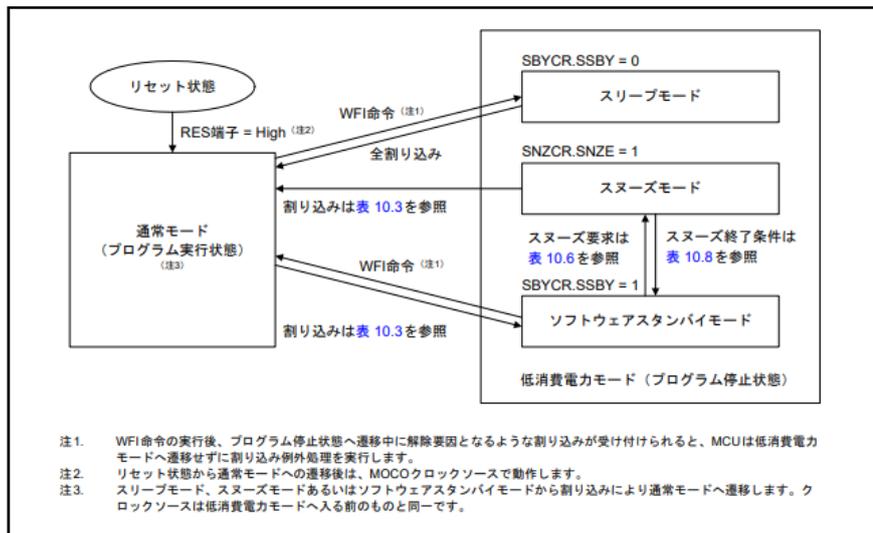


修正後

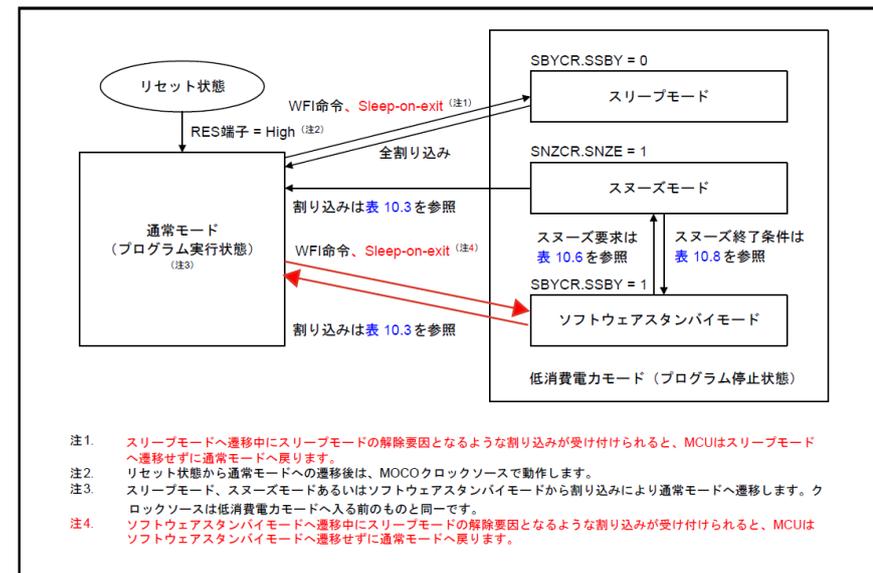


3)RA4M1 グループの図 10.1

修正前

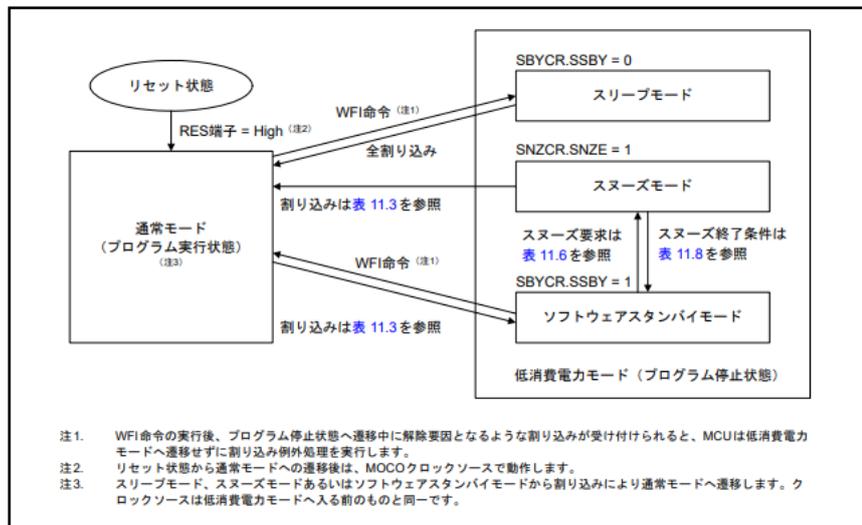


修正後

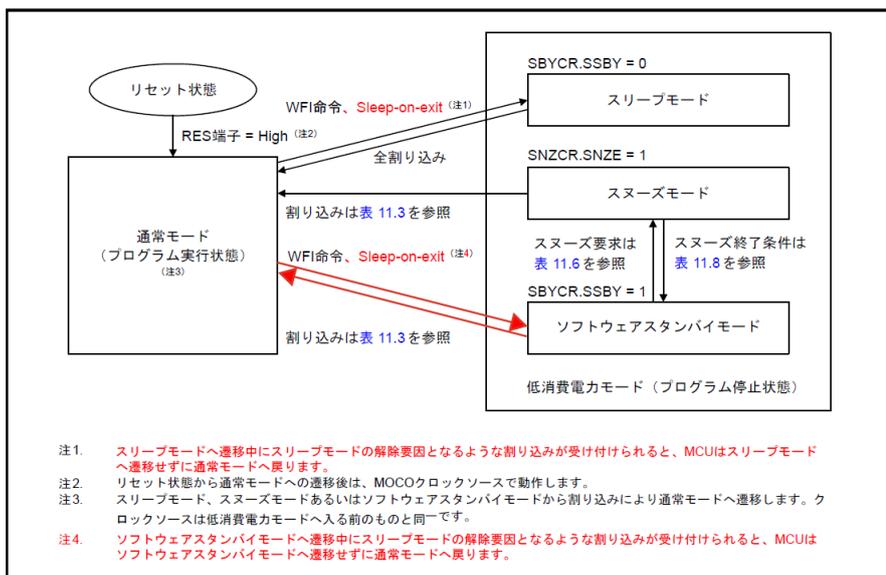


4)RA4W1 グループの図 11.1

修正前

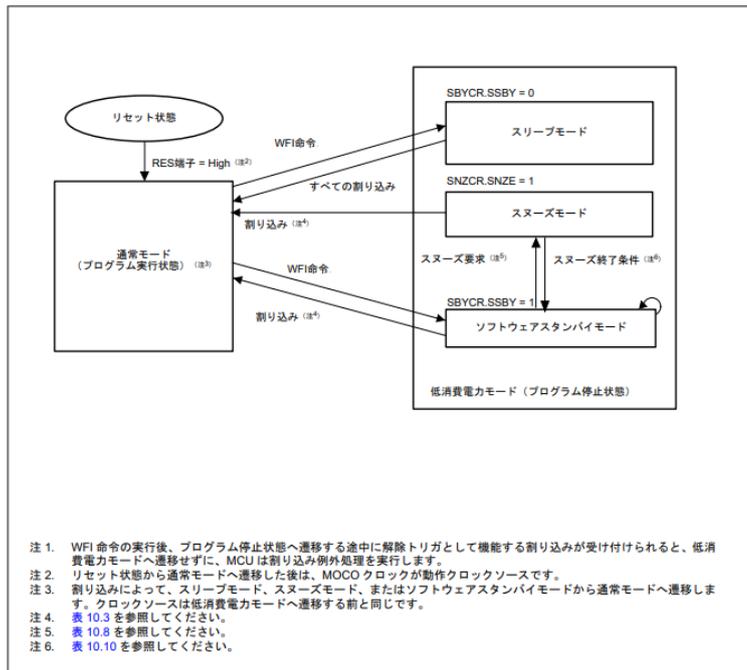


修正後

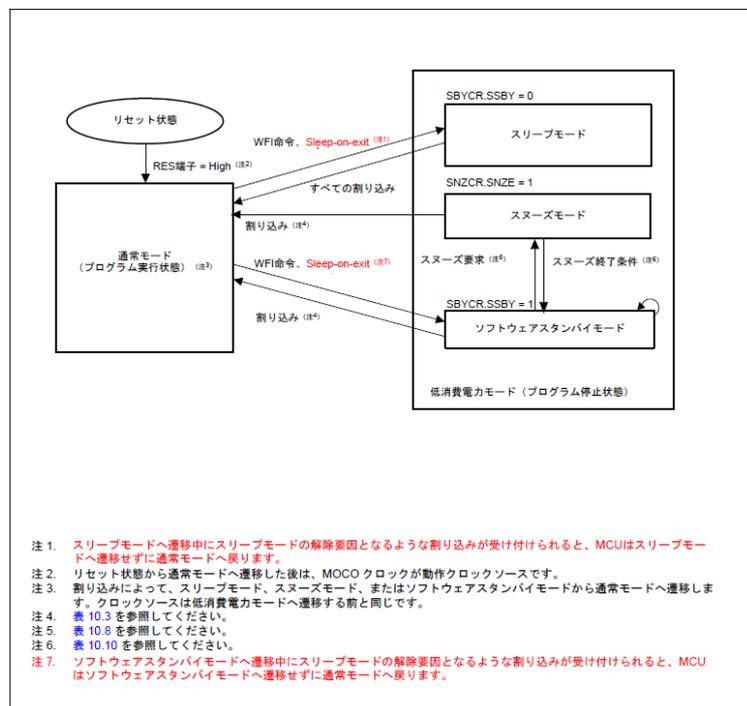


5)RA4L1 グループの図 10.1

修正前



修正後



2. 各低消費電力モードの動作状態の表の修正

各低消費動作モードの動作状態の表に訂正が入ります。

1)RA4M2 グループ、RA4M3 グループ、RA4E1 グループ、RA4E2 グループ、RA4T1 グループ、RA6M4グループ、RA6M5グループ、RA6E1 グループ、RA6E2 グループ、RA6T2 グループ、RA6T3 グループの表 10.2 および RA6M1 グループ、RA6M2 グループ、RA6M3 グループ RA6T1 グループの表 11.2

修正前

項目	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	スヌーズモード (注1)	ディープソフトウェアスタンバイモード
遷移条件	SBYCR.SSBY = 0の状態 でWFI命令	SBYCR.SSBY = 1かつ DPSBYCR.DPSBY = 0 の状 態でWFI命令	ソフトウェアスタンバイモードにおける スヌーズ 要求トリガ SNZCR.SNZE = 1	SBYCR.SSBY = 1かつ DPSBYCR.DPSBY = 1 の状態で WFI命令
割り込みによる解除 後の状態	プログラム実行状態 (割り込み 処理)	プログラム実行状態 (割り込 み処理)	プログラム実行状態 (割り込み処 理)	リセット状態

修正後

項目	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	スヌーズモード (注1)	ディープソフトウェアスタンバイモード
遷移条件	SBYCR.SSBY=0の状態の状 態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からスリープ モードへの遷移が完了するまでの 遷移中も含む) [条件2] ・SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を 完了 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からスリープ モードへの遷移が完了するまでの 遷移中も含む)	SBYCR.SSBY=1 かつ DPSBYCR.DPSBY=0 の状 態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウ ェアスタンバイモードへの遷移が 完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を 完了 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウ ェアスタンバイモードへの遷移が 完了するまでの遷移中も含む)	ソフトウェアスタンバイモードにおける スヌーズ 要求トリガ SNZCR.SNZE = 1	SBYCR.SSBY=1 かつ DPSBYCR.DPSBY=1 の状態で [条件1] または [条件2] を満たす 場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)がCPU に受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウェア スタンバイモードへの遷移が完了する までの遷移中も含む) [条件2] ・SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を完了 ・有効な割り込み要求(*1)がCPU に受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウェア スタンバイモードへの遷移が完了する までの遷移中も含む)
割り込み要求による 解除後の状態	プログラム実行状態	プログラム実行状態	プログラム実行状態	リセット状態

(\*1) 有効な割り込み要求とは、現在の例外の優先度レベル、および、BASEPRI による優先度レベルによってマスクされていない、すべての割り込み／例外を指します。さらに、割り込み要求が IELSRn の場合には、NVIC\_ISERn によって割り込みを有効する必要があります。

2) RA4M1 グループ、RA4L1 グループの表 10.2, RA4W1 グループの表 11.2

修正前

項目	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	スヌーズモード (注1)
遷移条件	SBYCR.SSBY = 0の状態 で WFI命令	SBYCR.SSBY = 1の状態 で WFI命令	ソフトウェアスタンバイ モードにおける スヌーズ 要求トリガ SNZCR.SNZE = 1
割り込みによる解除 後の状態	プログラム実行状態 (割り込み 処理)	プログラム実行状態 (割り込 み処理)	プログラム実行状態 (割り込み処 理)

修正後

項目	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	スヌーズモード (注1)
遷移条件	SBYCR.SSBY=0の状態の状 態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からスリープ モードへの遷移が完了するまでの 遷移中も含む) [条件2] ・SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を 完了 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からスリープ モードへの遷移が完了するまでの 遷移中も含む)	SBYCR.SSBY=1の状態 で [条件1] または [条件2] を満 たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウ エアスタンバイモードへの遷移が 完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を 完了 ・有効な割り込み要求(*1)が CPUに受け付けられない (WFI命令実行後からソフトウ エアスタンバイモードへの遷移が 完了するまでの遷移中も含む)	ソフトウェアスタンバイ モードにおける スヌーズ 要求トリガ SNZCR.SNZE = 1
割り込み要求による 解除後の状態	プログラム実行状態	プログラム実行状態	プログラム実行状態

(\*1) 有効な割り込み要求とは、現在の例外の優先度レベル、および、BASEPRI による優先度レベルによってマスクされていない、すべての割り込み／例外を指します。さらに、割り込み要求が IELSRn の場合には、NVIC\_ISERN によって割り込みを有効する必要があります。

### 3. Sleep-on-exit により低消費電力モードに遷移する場合の注意事項

本製品では低消費電力モードへのエントリは WFI 命令、Sleep-on-exit 機能の 2 種類があります。Sleep-on-exit 機能を用いて低消費電力モードに遷移する場合は本マニュアル記載の WFI 命令実行に関しての規定が、Sleep-on-exit 機能による低消費電力モードへの遷移の場合にも適用されます。

### 4. 該当条件と注意事項

#### [条件]

ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードを使用するために SBYCR.SSBY=1 を設定した状態で、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移トリガ(WFI 命令、SLEEPONEXIT)によって、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する。

ソフトウェアスタンバイモードへの遷移中の特定の期間(ICLK 2cycle)に、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではない以下の割り込み要求のいずれかが CPU に受け付けられる。

#### 1) SysTick 割り込み要求 (以下の全てに該当)

- ・割り込みベクタテーブルの Exception number 15
- ・割り込み要求が Base Priority Mask Register (BASEPRI) によってマスクされていない  
(BASEPRI=0 または  $BASEPRI > SHPR3.PRI_{15}$ )

#### 2) ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスカブル割り込み要求 (以下の全てに該当)

- ・割り込みベクタテーブルの例外番号 16~111 の中で WUPEN によってソフトウェアスタンバイモードからの復帰を許可されていないもの
- ・割り込み要求が Interrupt Set-Enable Register (NVIC\_ISERn) によって有効になっている
- ・割り込み要求が Base Priority Mask Register (BASEPRI) によってマスクされていない  
(BASEPRI=0 または  $BASEPRI > NVIC_IPRn.PRI_N$ )

#### 3) 以下の要因によってトリガされたノンマスカブル割り込み要求

- SRAM パリティエラー
- SRAM ECC エラー
- MPU バスマスタエラー
- MPU バススレーブエラー
- TrustZone フィルタエラー

#### [注意事項]

前述の条件に合致した場合、以下に示す意図しない状態となります。

これらの意図しない状態は、リセット、および、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因の割り込み要求で、通常モードに復帰することで解決できます。

これらの意図しない状態を許容できない場合には回避策を適応ください。

#### 1) ソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合 (SBYCR.SSBY=1, DPSBYCR.DPSBY=0, SNZCR.SNZE=0)

CPU クロックのみ停止し、その他のクロックはソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する前と同様に動作を継続します。

- ・ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する前と同様にタイマなどが動作し続けて、設定によってはタイマなどの割り込み要求が発生します。
- ・IWDT, WDT クロックの停止機能が無効であるため、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する前の設定によっては、IWDT, WDT のリセット、または、割り込み要求が発生します。
- ・割り込み要求は、IR フラグ(IELSRn, DELSRn)で保持されます。

## 2) スヌーズモードへ遷移する場合 (SBYCR.SSBY=1, DPSBYCR.DPSBY=0, SNZCR.SNZE=1)

スヌーズモードへの遷移はできず、「1) ソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合」に示した状態を継続します。

スヌーズモードを解除するための割り込み要因(SELSR0) によって、通常モードへ復帰できるかどうかは、DTC 動作を禁止している状態で、スヌーズモードを解除するための割り込み要因(SELSR0) の割り込み要求を発生できるかどうか依存します。

スヌーズモード時に DTC 動作を禁止(SNZCR.SNZDTCEN=0) している場合、スヌーズモードを解除するための割り込み要因(SELSR0) の割り込み要求を発生できるため、通常モードへ復帰できます

スヌーズモード時に DTC 動作を許可(SNZCR.SNZDTCEN=1) している場合、スヌーズモードを解除するための割り込み要因(SELSR0) の割り込み要求を発生できないため、通常モードへ復帰できません。

## 3) ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合 (SBYCR.SSBY=1, DPSBYCR.DPSBY=1)

ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移はできず、「1) ソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合」に示した状態を継続します。

ディープソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因(DPSIERn) の設定と同じく、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因(WUPEN)の設定をしている場合に限り、それらの割り込み要求で通常モードへ復帰できます。

## 5. 回避策

## [回避策]

前述の意図しない状態を回避するには、ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移条件が成立する前に、以下を適応してください。(設定手順は「ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移するための設定手順」を参照)

## 1) SysTick 割り込み要求を無効にする

Interrupt vector table の Exception number 15

## 2) ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスカブル割り込み要求を無効にする

Interrupt vector table の Exception number 16~111 の中で WUPEN によってソフトウェアスタンバイモードからの復帰を許可されていないもの

## 3) 以下の要因によってノンマスカブル割り込み要求がトリガされないように、CPU 以外のバスマスタからのアクセスを停止させる。

SRAM パリティエラー

SRAM ECC エラー

MPU バスマスタエラー

MPU バススレーブエラー

TrustZone フィルタエラー

## ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移するための設定手順

意図しない状態を回避するための手順を示します。

マスカブル割り込み要求を無効にする方法の違いによって、ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモードから復帰した後の割り込み要求の扱いが異なります。どちらか、一方を適用してください。

## 手順 A) マスカブル割り込み要求の受け付けを無効する

割り込み要求の受け付けを無効にしている期間に発生した割り込み要求は 破棄されます。

## ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移前

- Step1: CPU 以外のバスマスタのバスアクセスを停止させる。(\*1)
- Step2: SysTick 割り込み要求を無効にする。(\*2)
- Step3: ICU の IELSRn をクリアして、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求の受け付けを無効にする。
- Step4: ICU の IELSRn を読み出し、ICU の IELSRn がクリアされたことを確認する。
- Step5: ソフトウェアスタンバイモードへの遷移(WFI 命令, SLEEPONEXIT)

## ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモードからの復帰後

- Step6: SysTick 割り込み要求を有効する。
- Step7: ICU の IELSRn をセットして、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求の受け付けを有効にする。
- Step8: CPU 以外のバスマスタのバスアクセスを許可する。

## 手順 B) マスクブル割り込み要求を無効にする

割り込み要求を無効にしている期間に発生した割り込み要求は IELSRn.IR フラグに保持されます。そのため、ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモードから復帰し、マスクブル割り込みを有効にした後、割り込みを処理することが可能です。

## ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移前

- Step1: CPU 以外のバスマスタのバスアクセスを停止させる。(\*1)
- Step2: SysTick 割り込み要求を無効にする。(\*2)
- Step3: CPU の NVIC\_ICERn の該当するビットに 1 を書き込み、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求を無効にする。
- Step4: バリア命令(DSB) を実行する。
- Step5: ソフトウェアスタンバイモードへの遷移(WFI 命令, SLEEPONEXIT)

## ソフトウェアスタンバイモード、スヌーズモードからの復帰後

- Step6: SysTick 割り込み要求を有効する。
- Step7: CPU の NVIC\_ISERn の該当するビットに 1 を書き込み、ソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求を有効にする。
- Step8: CPU 以外のバスマスタのバスアクセスを許可する。

\*1: SRAM パリティエラー割り込み、SRAM ECC エラー割り込み、MPU バスマスタエラー割り込み、MPU バススレーブエラー割り込み、TrustZone フィルタエラー割り込み のいずれかをノンマスクブル割り込み要求として許可している場合。

\*2: SysTick 割り込み要求を無効にすることによって、直近の SysTick 割り込み要求が発生せず、SysTick 割り込み要求の処理が SysTick タイマの 1 周期分遅れる場合があります。

本 TU 対象の製品と図番号、エラーの関係

1. 割込みベクタテーブルは下記の表番号になります。

RA4E2 グループ, RA4T1 グループ, RA4L1 グループ, RA6E2 グループ, RA6T2 グループ, RA6T3 グループでは、表 12.3 が割込みベクタテーブルです。

RA4M1 グループ, RA4M2 グループ, RA4M3 グループ, RA4E1 グループ, RA6M4 グループ, RA6M5 グループ, RA6E1 グループ, RA6T1 グループでは、表 13.3 が割込みベクタテーブルです。

RA4W1 グループ, RA6M1 グループ, RA6M2 グループ, RA6M3 グループでは、表 14.3 が割込みベクタテーブルです。

2. TrustZone フィルタエラー と MPU バススレーブエラーは下記の通りです。

RA4M1 グループ, RA4W1 グループ, RA6M1 グループ, RA6M2 グループ, RA6M3 グループ, RA6T1 グループには MPU バススレーブエラーがあり、TrustZone フィルタエラーはありません。

RA4M2 グループ, RA4M3 グループ, RA4E1 グループ, RA4E2 グループ, RA4T1 グループ, RA4L1 グループ, RA6M4 グループ, RA6M5 グループ, RA6E1 グループ, RA6E2 グループ, RA6T2 グループ, RA6T3 グループに TrustZone フィルタエラーがあり、MPU バススレーブエラーはありません。

3. RA4M1 グループ, RA4W1 グループ, RA4L1 グループにはディープソフトウェアスタンバイモードはありません。

4. 割込みベクタテーブルの例外番号の最大値は下記の数字です。

RA4M1 グループ, RA4W1 グループでは 47 です。RA4L1 グループでは 79 です。RA4M2 グループ, RA4M3 グループ, RA4E1 グループ, RA4E2 グループ, RA4T1 グループ, RA6M1 グループ, RA6M2 グループ, RA6M3 グループ, RA6M4 グループ, RA6M5 グループ, RA6E1 グループ, RA6E2 グループ, RA6T1 グループ, RA6T2 グループ, RA6T3 グループでは 111 です。

6. WUPEN レジスタ名は下記の型名では異なります。

RA6T2 グループでは WUPEN0 です。

RA4M2 グループ, RA4M3 グループ, RA4E1 グループ, RA4E2 グループ, RA4T1 グループ, RA6M4 グループ, RA6M5 グループ, RA6E1 グループ, RA6E2 グループ, RA6T3 グループでは WUPEN0/1 です。RA4L1 グループでは WUPEN0/1/2 です。

**関連資料**

製品	資料名
RA4M1 グループ	Renesas RA4M1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA4M2 グループ	Renesas RA4M2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.30
RA4M3 グループ	Renesas RA4M3 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.40
RA4E1 グループ	Renesas RA4E1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
RA4E2 グループ	Renesas RA4E2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.30
RA4T1 グループ	Renesas RA4T1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
RA4W1 グループ	Renesas RA4W1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00
RA6M1 グループ	Renesas RA6M1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA4L1 グループ	Renesas RA4L1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA6M2 グループ	Renesas RA6M2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA6M3 グループ	Renesas RA6M3 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA6M4 グループ	Renesas RA6M4 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.40
RA6M5 グループ	Renesas RA6M5 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.30
RA6E1 グループ	Renesas RA6E1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
RA6E2 グループ	Renesas RA6E2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.30
RA6T1 グループ	Renesas RA6T1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
RA6T2 グループ	Renesas RA6T2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.40
RA6T3 グループ	Renesas RA6T3 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20