TOSHIBA

TX04 ペリフェラルドライバ使用例 (TMPM462)

第一版

2017 年 9 月

東芝デバイス＆ストレージ株式会社

CMDR-M462UE-01J

本製品取り扱い上のお願い

- ソフトウエア使用権許諾契約書の同意無しに使用しないで下さい。

目次

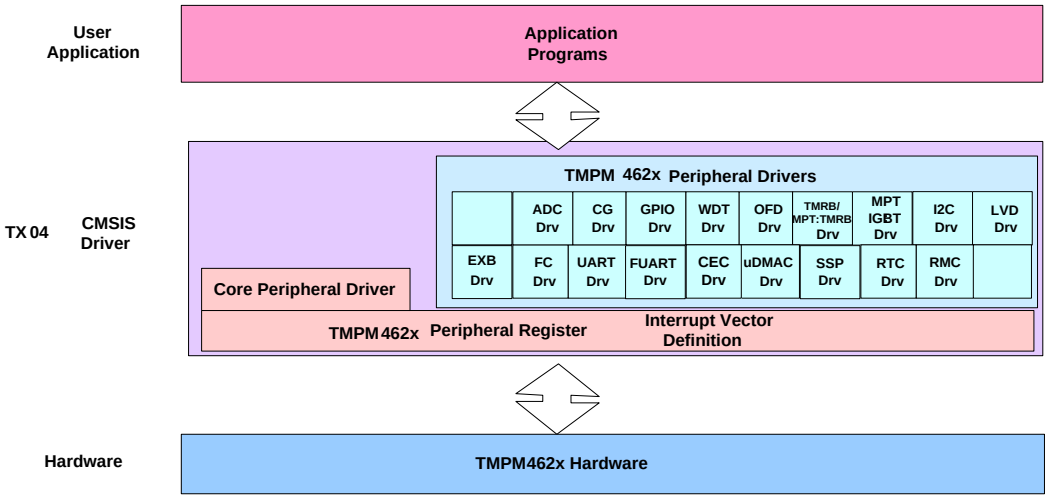
1 はしがき

本サンプルプログラムは、東芝製マイコンTMPM462x用です。各サンプルプログラムは、主なMCU内蔵機能を単独で実行するように出来ています。サンプルプログラム内の一部を取り出して再利用することで、必要な機能を動作させることができます。

※本ドキュメントでは、TMPM462F15FG/TMPM462F10FG を表す部分を"TMPM462x"と表現します。

2 概要

TX04ペリフェラルドライバを下記のように使用します。



3 使用する機能

機能	チャネル	使用/未使用
CG	クロックギア	使用
	PLL	PLL6 逓倍
低消費電力モード	-	使用 (IDLE / STOP1 / STOP2 モード)
SysTick	-	未使用
ウォッチドッグタイマ (WDT)	-	使用
外部割込み (INT)	INT0	未使用
	INT1	未使用
	INT2	未使用
	INT3	未使用
	INT4	未使用
	INT5	未使用

機能	チャネル	使用/未使用
	INT6	未使用
	INT7	未使用
	INT8	未使用
	INT9	未使用
	INTA	未使用
	INTB	未使用
	INTC	未使用
	INTD	未使用
	INTE	未使用
	INTF	使用(CG サンプルにおける STOP モードからの復帰)
	INTCECRX	使用(CEC)
	INTCECTX	使用(CEC)
	INTRTC	使用(RTC)
	INTRMCRX0	使用(RMC 受信)
	INTRX0	使用(SIO/UART)
	INTTX0	使用(SIO/UART)
	INTRX1	使用(SIO/UART)
	INTTX1	使用(SIO/UART)
シリアルチャネル(SIO/UART)	SIO0	使用(リターゲット、SIO 通信制御、UART FIFO)
	SIO1	使用(SIO 通信制御)
	SIO2	未使用
	SIO3	使用(UART FIFO)
	SIO4	未使用
	SIO5	未使用
	SIO6	未使用
	SIO7	未使用
	SIO8	未使用
	SIO9	未使用
16 ビットタイマ/イベントカウンタ(TMRB)	TMRB0	使用(汎用タイマ)
	TMRB1	使用(CEC)
	TMRB2	未使用
	TMRB3	未使用
	TMRB4	未使用
	TMRB5	未使用
	TMRB6	使用(PPG 出力)
	TMRB7	未使用
	TMRB8	未使用
	TMRB9	未使用
	TMRBA	未使用

機能	チャネル	使用/未使用
	TMRBB	未使用
	TMRBC	未使用
	TMRBD	未使用
	TMRBE	未使用
	TMRBF	未使用
周波数検知回路(OFD)	-	使用(OFD)
電圧検知回路(LVD)	-	使用(LVD)
12ビットA/Dコンバータ	AIN0	使用(ADC)
	AIN1	未使用
	AIN2	未使用
	AIN3	未使用
	AIN4	未使用
	AIN5	未使用
	AIN6	未使用
	AIN7	未使用
	AIN8	未使用
	AIN9	未使用
	AIN10	未使用
	AIN11	未使用
	AIN12	未使用
	AIN13	未使用
	AIN14	未使用
	AIN15	未使用
	AIN16	未使用
	AIN17	未使用
	AIN18	未使用
	AIN19	未使用
uDMA コントローラ	-	使用(DMAC)
リアルタイムクロック(RTC)	-	使用(RTC)
I2C バス	I2C0	使用(I2C 受信)
	I2C1	未使用
	I2C2	使用(I2C 送信)
	I2C3	未使用
	I2C4	未使用
同期式シリアルインタフェース(SSP)	SSP0	使用(SSP0)
	SSP1	未使用
	SSP2	未使用
非同期式シリアルインタフェース(UART)	FUART0	使用(Full UART)
	FUART1	未使用
リモコン判定機能	RMC0	使用(RMC 受信)

機能	チャネル	使用/未使用
(RMC)	RMC1	使用(CEC)
16 ビット多目的タイマ (MPT)	MPT0	使用(IGBT: PPG 出力)
	MPT1	未使用
CEC	-	使用(CEC)
外部バスインタフェース (EBIF)	-	使用(EXB)

4 端子用途

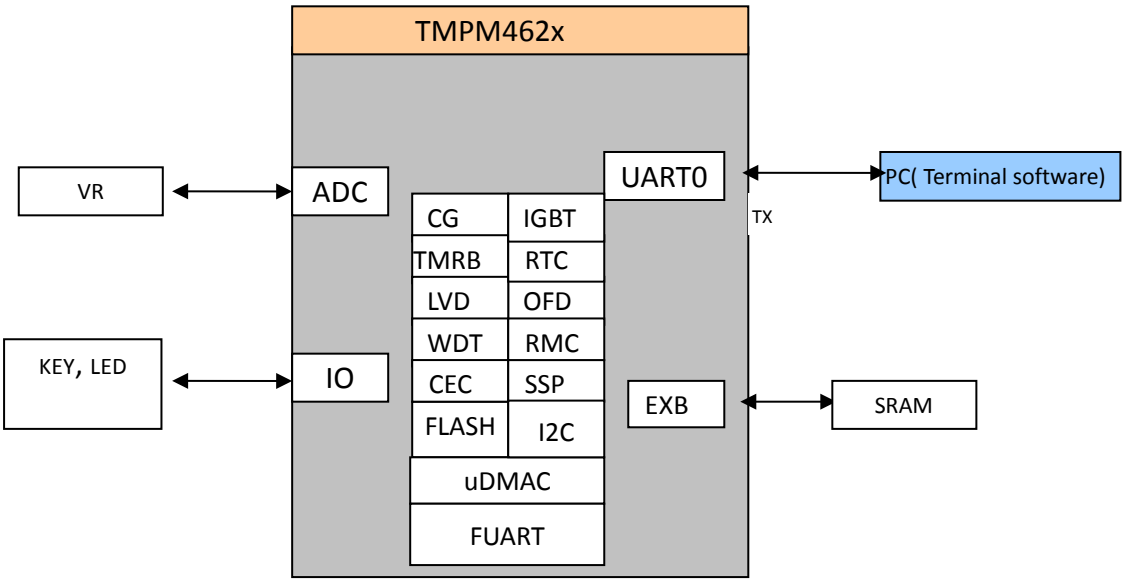
本サンプルプログラムは、開発環境に東芝製TMPM462x用評価ボードを用いてテストされています。
以下に、端子用途を説明します。

Pin No.	Name	Usage
6	PD0	EBIF AD0 / SC3TXD
7	PD1	EBIF AD1 / SC3RXD
8	PD2	EBIF AD2
9	PD3	EBIF AD3
10	PD4	EBIF AD4
11	PD5	EBIF AD5
12	PD6	EBIF AD6
13	PD7	EBIF AD7
14	PD8	EBIF AD8
15	PD9	EBIF AD9
16	PD10	EBIF AD10
17	PD11	EBIF AD11
18	PD12	EBIF AD12/ IGBT GEMG0
19	PD13	EBIF AD13/ IGBT MT0IN
20	PD14	EBIF AD14/ IGBT MT0OUT0
21	PD15	EBIF AD15/ IGBT MT0OUT1
138	PB0	LED0
139	PB1	LED1
140	PB2	LED2
141	PB3	LED3
110	PJ4	SW0/SW4
95	PH4	SW1/SW5
96	PH5	SW2/SW6
97	PH6	SW3/SW7
91	PH0	AIN0
66	PF13	CEC
150	PC0	EBIF A16
151	PC1	EBIF A17
152	PC2	EBIF A18
153	PC3	EBIF A19
155	PC4	EBIF A20
156	PC5	EBIF A21
157	PC6	EBIF A22
158	PC7	EBIF A23
159	PC8	EBIF ALE
161	PC10	EBIF CS1

167	PK2	EBIF BELL
168	PK3	EBIF BELH
169	PK4	EBIF WR
170	PK5	EBIF RD
163	PK0	FUART UT0TXD
166	PK1	FUART UT0RXD
171	PK6	FUART UT0CTS
172	PK7	FUART UT0RTS
86	PN0	I2C2SDA
87	PN1	I2C2SCL
78	PG4	I2C0SDA
79	PG5	I2C0SCL
65	PF12	RMC RXIN0
131	PL3	RMC RXIN1
38	PF1	TB6OUT
54	PF3	SC0TXD
55	PF4	SC0RXD
56	PF5	SC0SCK
57	PF6	SC1TXD
58	PF7	SC1RXD
59	PF8	SC1SCK
33	X1	High frequency resonator connection pin
35	X2	High frequency resonator connection pin
46	XT1	Low frequency resonator connection pin
48	XT2	Low frequency resonator connection pin
47	MODE	MODE pin
49	RESET	Reset signal input pin
173	BOOT	BOOT mode control pin

5 開発環境

下記に開発環境の構成を示します。



1. ハードウェア:
   TMPM462x 用評価ボード(非売品)
   TMPM462-SK 評価ボード

2. 開発ツール:
   - IAR:
     1) J-Link: IAR J-Link-ARM 7.0 / J-Link 6.0
     2) IDE:IAR Embedded workbench 6.50.1 version
   - KEIL:
     1) IDE: KEIL uVision 4.60

6 機能

6-1 動作モード選択

本デバイスは 4 つの動作モードがあります: NORMAL, IDLE, STOP1, STOP2

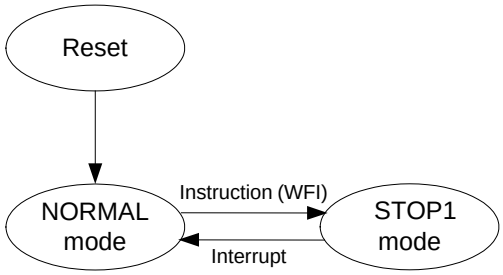
- **NORMAL モード:**

CPU コアおよび周辺ハードウェアを高速クロックで動作させるモードです。リセット解除後は、NORMALモードになります。

IDLE, STOP1, STOP2 の各モードは低消費電力モードです。
低消費電力モードへ移行するには、システ制御レジスタ CGSTBYCR<STBY[2:0]>にて IDLE、STOP1、STOP2 のいずれかのモードを選択し、WFI (Wait For Interrupt)命令を実行します。
補足: STOP1 モードのみサンプルプログラムに含まれます。

- **STOP1 モード:**

STOP1モードでは、すべての内蔵回路が停止します。STOP1モードが解除されると、STOP1モードへ移行する直前の動作モードへ復帰し、動作を開始します。
補足: STOP1 モードのサンプルプログラムは CG の例に含まれています



6-2 ADC

ADC 入力チャネルに接続された *VR2* の値を変換します。この電圧を ADC で測定し、ボード上の 4 LED を点滅させます。
電圧レベルが高いと点滅間隔が短くなります。

動作シーケンス

1. AD コンバータをソフトウェアリセットします。
2. AD コンバータ用クロック供給を許可します。
3. AD コンバータ用プリスケーラークロックを設定し、ホールド時間をサンプリングします。
4. AD コンバータ入力チャネル: AIN0 を選択します。
5. AD コンバータリピートモードを許可します。
6. 割り込みモードを設定します。

7. VREF を ON にセットします。
8. AD 変換開始します。
9. AD 変換が完了したら、結果を取得し、LED ループ点滅スピードの調整に使用します。

6-3 CEC

CEC端子からデータを受信します。PCのハイパーターミナルへスタートビットと8ビットのデータを送信します。
サンプルプログラムがCECメッセージデータをCECラインに送信し、同時にPCのハイパーターミナルへスタートビットと8ビットのデータを送信します。
　評価ボード用のロジカルアドレス ＝E

ハイパーターミナルにてPCキーボードを押す、またはリモコンキーを押すとCEC応答メッセージを送信します。以下はサポートするCECメッセージとトリガキーです。

PCキーボード:	リモコンキー	CECメッセージ
1	[1]	Power (pass through)
2	[2]	System standby
3	[3]	Play (pass through)
4	[4]	Stop (pass through)

Power (pass through)のCECデータ例:
　　CEC_Send: XX 44 40
　　CEC_Send: XX 45

System standbyのCECデータ例:
　　CEC_Send: EF 36

Play (pass through) のCECデータ例:
　　CEC_Send: XX 44 44
　　CEC_Send: XX 45

Stop (pass through) のCECデータ例:
　　CEC_Send: XX 44 45
　　CEC_Send: XX 45

補足: 送信アドレスデータはXX (ユーザ評価環境に依存)です。また受信データは評価環境に依存します。

CPUがSTOP1モード中にCECメッセージを受信した場合、CPUはNORMALモードに復帰し、CECメッセージの受信処理を行います。

6-4 CG

6-4-1 STOP1

CPU の動作モードを変更します。NORMAL と STOP1 の 2 モードを使用します。 パワーモードを切り替えるにはキーを押してください。

現在のモード	アクション(スイッチ)	動作	LED 表示
NORMAL	SW1 を押す	NORMAL→ STOP1	UART 出力 “NORMAL MODE” →”STOP MODE” LED 0,1,2,3 を消灯します。
STOP1	まず SW1 を離し、次に SW0 を離します。	STOP1 →NORMAL	UART 出力 “STOP MODE” →” NORMAL MODE” LED 0,1,2,3 を点灯します。

6-4-2 STOP2

NORMAL と STOP2 の 2 モードを使用します。

現在のモード	アクション(スイッチ)	動作	LED 表示
NORMAL	CG_SW を OFF	NORMAL→ STOP2	LED 0,1,2,3 消灯
STOP2	CG_SW を O N し、次に外部割り込みを発生させる SW*を ON します。	STOP2 →NORMAL	LED 0,1,3 点灯

補足:
CG_SW は SW1 で、外部入力割り込みは SW0 を使用します。

6-4-3 IDLE

NORMAL と IDLE の 2 つのモードを使用します。

現在のモード	アクション(スイッチ)	動作	LED 表示
NORMAL	CG_SW を OFF	NORMAL→ IDLE	LED_SW 点灯、その他消灯
IDLE	CG_SW を ON し、次に外部入力割り込みを ON します。	IDLE →NORMAL	LED 0 3 点灯

補足:
CG_SW は SW1 で、外部入力割り込みは SW0 を使用します。LED_SW は LED2 を使用します。

6-5 EXB

この機能は評価ボードの外部 SRAM をリード/ライトでき、マルチプレクスバスモードでは 16 ビットバスでセットされます。SRAM の A.C スペック (cycles time) は、SRAM チップのデータシートを参照してください。ここでは外部 SRAM として 124K バイトの IS61LV6416 を使用します。接続端子については**補足**を参照してください。

補足:

1. TMPM462 評価ボードの AD[15:0]と IS61LV6416 SRAM の AD[15:0]を接続します。
2. TMPM462 評価ボードの A16 と IS61LV6416 SRAM の A15 を接続します。
3. TMPM462 評価ボードの CS1、WE、RD、ALE、BELL と IS61LV6416 SRAM の CE、WR、RD、OE、ALE、LB、UB を接続します。

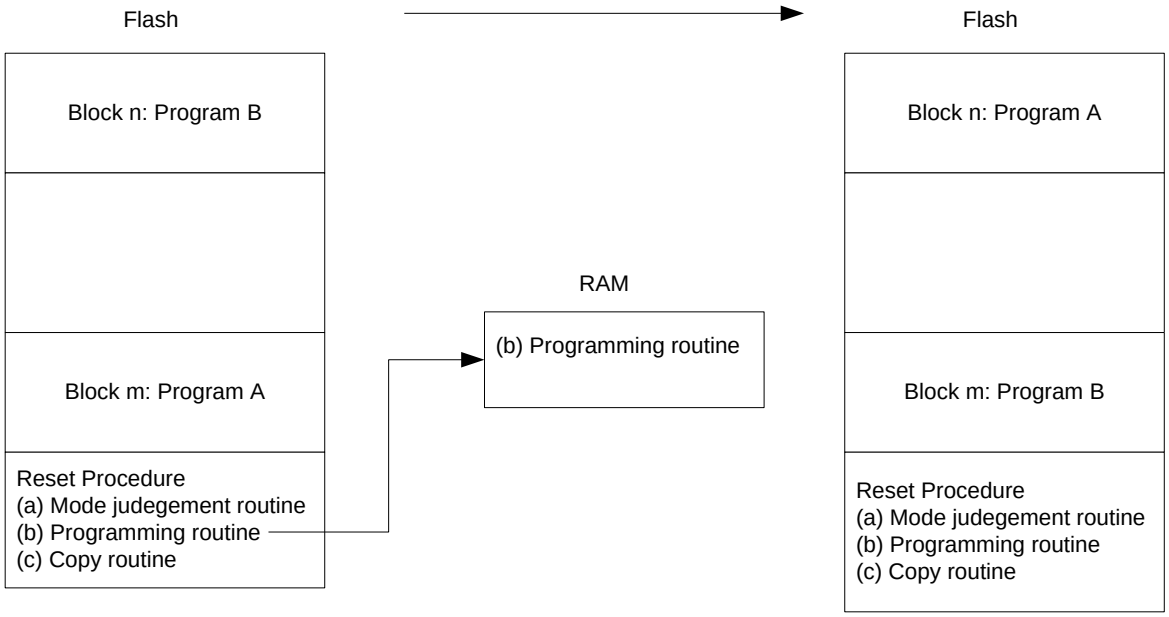
6-6 FLASH

6-6-1 FLASH_UserBoot

このアプリケーションは、内蔵フラッシュメモリの消去及び再書き込み操作を行います。
このプログラムは、シングルチップモードのノーマルモードとユーザーブートモードで実行します。
ーリセット動作: モード判定、書き込みルーチン(フラッシュ API)、転送ルーチンで構成されます
・モード判定ルーチン: ユーザブートモードまたはノーマルモードの判定を行います。
・転送ルーチン: 書き込みルーチンを Flash から RAM へ転送します。
・書き込みルーチン: RAM 上で動作し、フラッシュ上のプログラム A とプログラム B のコードを入れ替えます。
ープログラム A/B (リセット動作)は事前にフラッシュメモリに書き込まれています。
ープログラム A/B(A: LED0 点滅、LED2 点灯
B: LED1 点滅、LED3 点灯)
初期状態は、プログラム A が最初に動作します。
ーSW0 キーはリセット動作のモード判定に使います。

SW0 キーが押された場合 → ユーザーブートモードです。

SW0 キーが押されていない場合 → Normal モードです。



動作シーケンス

(1) 電源投入

LED0 blinks and LED2 Always show.

評価ボードのリセット動作が行われます。
初期プログラム A がフラッシュ ROM へ格納され動作します。
LED0 が点滅し、LED2 は点灯します。

(2) SW0 キーを押している間にリセットを押してください。その後、SW0 キーを離してください。

評価ボードはリセット処理を行います: 書き込みプログラムが転送処理によって RAM に転送されます。

その後、フラッシュ内のプログラム A と B が入れ替わります。

(3) 評価ボードは自動的にソフトウェアによってリセットします。

その後、プログラム B がフラッシュ ROM へ格納され動作します。

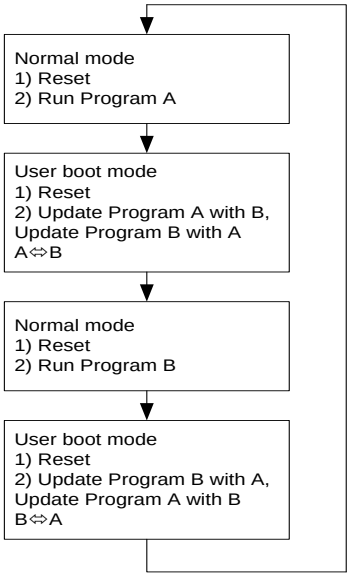
LED1 が点滅し、LED3 が点灯します。

(4) SW0 を押しながらリセットします。その後 SW0 を離すと、手順(2)を行います。

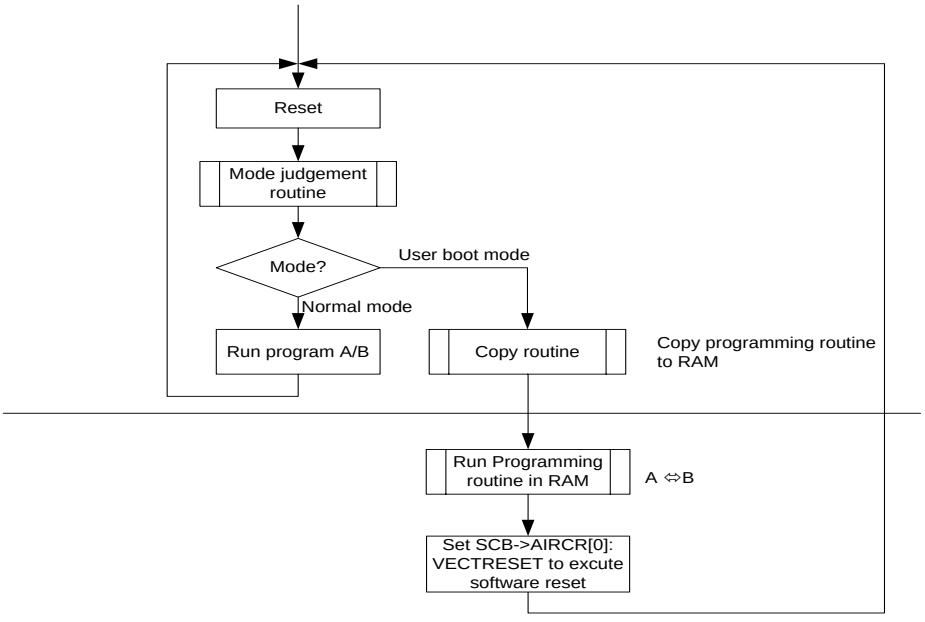
(5) 評価ボードはソフトウェアによって自動的にリセットします。

その後、フラッシュ ROM へ格納されたプログラム A が動作します。

LED0 が点滅し、LED2 が点灯します。



フローチャート



6-6-2 FLASH_Swap

このサンプルプログラムはフラッシュメモリ操作用のドライバを使ってスワップ動作を自動的に

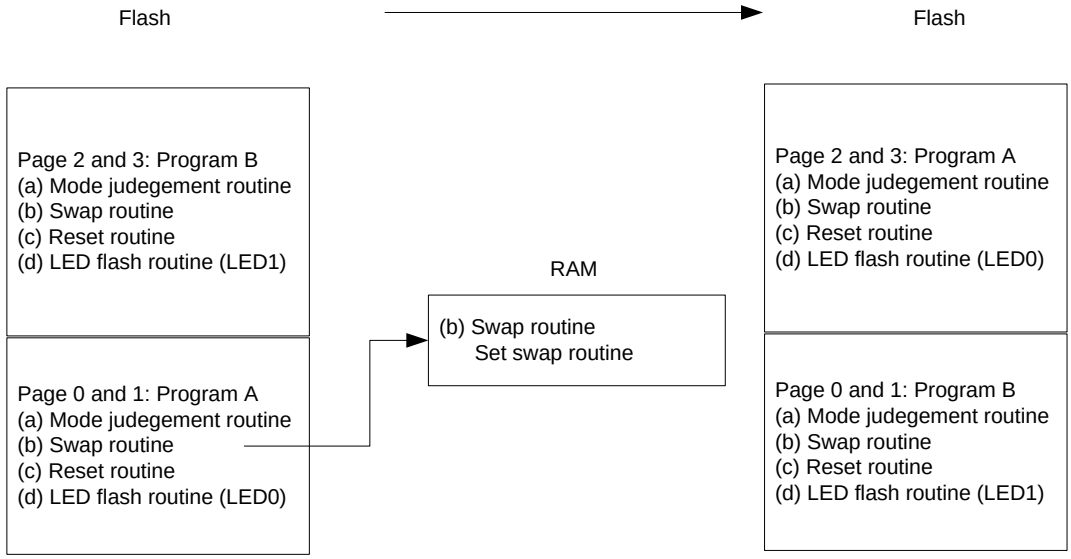
行います。

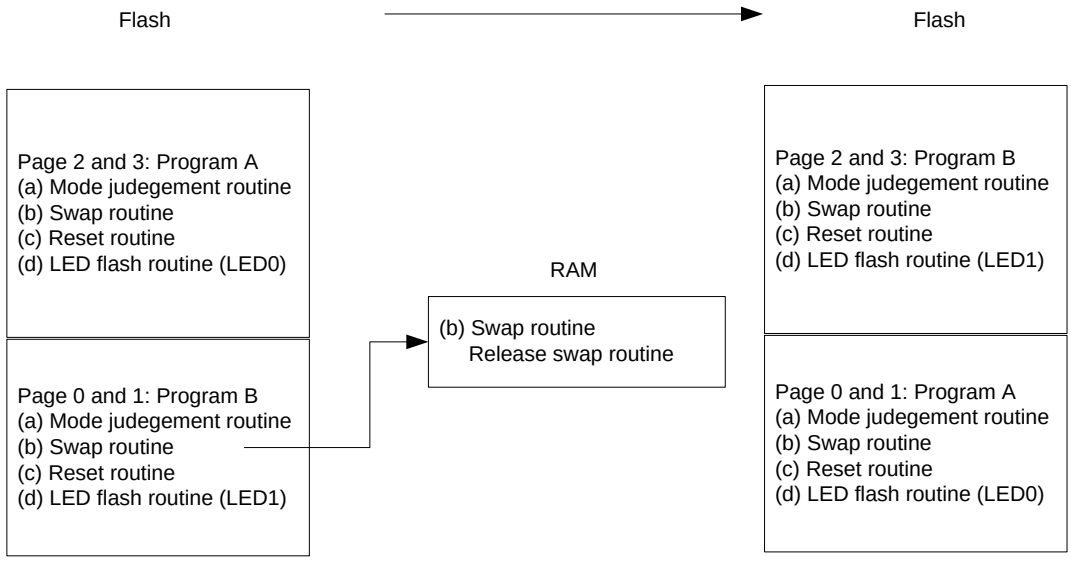
このプログラムは、シングルチップモードのノーマルモードとユーザーブートモードで実行します。
・モード判定ルーチン: ユーザブートモードまたはノーマルモードの判定を行います。
・スワップルーチン: スワップコマンドとスワップ解除コマンドを実装したプログラムを RAM 実行します。
・LED フラッシュルーチン: LED フラッシュプログラムはノーマルモードで実行します。
—プログラム A/B は事前にフラッシュメモリの任意の Block に書き込まれています。
—プログラム A/B は LED フラッシュルーチン以外同じです。
—プログラム A は LED0 を点灯し、プログラム B は LED1 を点灯します。
初期状態は、プログラム A が最初に動作します。
ーSW0 キーはリセット動作のモード判定に使います。

SW0 キーが押された場合 → ユーザーブートモードです。

SW0 キーが押されていない場合 → Normal モードです。

ープログラム A/B (リセット動作)は事前にフラッシュメモリに書き込まれています。
ープログラム A/B(A: LED0 点滅、LED2 点灯
B: LED1 点滅、LED3 点灯)





動作シーケンス:

1) IAR 社の EWARM を例に説明します。
   EWARM を立ち上げ、PC と J-Link、J-Link と評価ボードを接続します。その後、"Flash_Swp_A"ワークスペースを開きます。
2) メインメニュー[Project]から[Options]を選択し、オプションダイアログを開きます。
   [Debugger]から[Download]メニューをクリックし、"Override default .board file"チェックボックスをオンします。
   スボタンをクリックして、"Flash_Swp_A\IAR\res\Flash_Swp_A_for_M462F10.board (Flash_Swp_A_for_M462F15.board)"を選択し、OK ボタンをクリックしてダイアログを閉じます。
3) メインメニュー[Project]から[Download]-[Download file]を選択し、その後"Flash_Swp_A\IAR\res\Flash_Swp_A.out"を指定し、"open"をクリックします。フラッシュローダーは Flash_Swp_A を指定されたブロックに書き込みます。
4) 2)と 3)を繰り返します。board ファイルは"Flash_Swp_A\IAR\res\Flash_Swp_B_for_M462F10.board (Flash_Swp_B_for_M462F15.board)"を指定します。
   "Flash_Swp_A\IAR\res\Flash_Swp_B.out"は、Flash_Swp_B を指定されたブロックへダウンロードします。

5) 評価ボードのリセットボタンをオン->オフします。LED0 が点滅します。
6) SW0 をオンしたまま、リセットボタンをオン->オフします。スワップ処理が終了すると LED2 が点灯します。
7) SW0 をオフします。LED1 が点滅します。
8) SW0 をオンしたまま、リセットボタンをオン->オフします。スワップ解除処理が終了すると、LED2 が点灯します。
9) SW0 をオフします。LED0 が点滅します。

補足:

<1> 動作を再確認する場合は手順 6)から手順 9)を繰り返します。

<2> Flash_Swp_A.out と Flash_Swp_B.out はアプリケーションにあわせて修正してお使いください。

6-7 FUART

本プログラムにおいて、フル UART 送信と FIFO 受信が可能です。
本プログラムは 64 種の異なるデータをフル UART チャネル 0 の UT0TXD 端子から送信し、UT0RXD 端子からデータを受信します。トグルスイッチ SW0 がオンの場合、本プログラムは受信 FIFO からのデータ読み出しを開始します。データの読み出しは受信 FIFO が空になるまで止まりません。トグルスイッチ SW0 が数回オフ、オンとなった場合、本プログラムは UT0RXD が受信した全データの読み出しを完了しています。その後プログラムは全受信データを送信データと比較します。
受信データが送信データと同一の場合、UART に"SAME"を出力します。
受信データが送信データと異なる場合、UART に“DIFFERENT”を出力します。
本プログラムは、ハードウェアフロー制御機能の確認のため 2 回実行することができます。
1 回目:
受信データが送信データと同一である場合、UT0RTS と UT0CTS ハードウェアフロー制御をイネーブルにしてください。
2 回目:
受信データが送信データと異なる場合、UT0RTS と UT0CTS ハードウェアフロー制御をディセーブルにしてください。

補足:
評価ボードの UT0TXD 端子と UT0RXD 端子、UT0RTS 端子と UT0CTS 端子を接続してください。

6-8 GPIO

このサンプルプログラムはペリフェラルドライバの GPIO を使用し、LED の設定、LED の点灯/消灯を行います。

6-9 I2C

このサンプルプログラムは、ペリフェラルドライバの I2C を使用し、I2C バスのスレーブモード処理を行います。
評価ボードの 2 本の I2C バス (I2C0 & I2C2) を接続します。
片方は I2C バスのマスタモードで動作し、片方は I2C バスのスレーブモードで動作します。

I2C 割り込みを使用して I2C バスのリード/ライトを行います。
I2C バスのスレーブ側

I2C スレーブ (I2C0) は I2C マスタ (I2C2)から “TOSHIBA”を受信します。
受信結果は UART 出力にて確認できます。

I2C2 (マスタ) と I2C0 (スレーブ) サンプルの開始:

K3:I2C2 to I2C0

SW3 をオンすると、文字列 “TOSHIBA” を I2C2 (マスタ) から I2C0 (スレーブ) へ送信します。

Write Over K1: Show I2C0

SW1 をオンすると文字列 “TOSHIBA” を I2C0 (スレーブ) が受信します。

TOSHIBA I2C2 to I2C0 OK

6-10 IGBT

6-10-1 1 相 PPG 出力

このサンプルプログラムは、IGBT ドライバと EMG 機能により PPG 出力を制御するため、外部トリガをどのように使用するかを表します。MPT チャネル 0 (IGBT0) を使用し、PPG 波形が MT0OUT0 から生成されます。

ピン配置:

機能	端子名	端子番号	入出力ポート
Trigger input	MT0IN	19	PD13
PPG output	MT0OUT0	20	PD14
EMG input	GEMG0	18	PD12

動作シーケンス:

1. ポート GEMG0 を”High”にするため、DVDD と接続します。
2. MT0OUT0 をオシロスコープに接続してください。
3. 電源投入し、LED0 の点灯、MT0OUT0 から波形が無いことを確認します。
4. MT0IN を GND に接続すると、立下りエッジが生成されますので“Low”に保ちます。

5. IGBT タイマは、立下りエッジのため動作を開始します。同時に PPG 波形を MTOUT00 から出力します。PPG サイクルは 50us で、デューティ 50%です。
6. GEMG0 を GND に接続します。その後すぐ PPG 出力が止まり、LED1 が点灯します。
7. GEMG0 を DVDD に再度接続します。LED1 をオフして EMG 状態をキャンセルし、その後手順 4 を繰り返すと、再度波形を出力します。

6-10-2 2 相 PPG 出力

このサンプルプログラムは、IGBT ドライバと EMG 機能により、2 相 PPG 出力を制御するコマンドの開始方法を表しています。MPT チャネル 0 (IGBT0)を使用し、2 相 PPG 波形が MTOUT00 と MTOUT10 から生成されます。

ピン配置:

機能	端子名	端子番号	入出力ポート
PPG output 0	MT0OUT0	20	PD14
PPG output 1	MT0OUT1	21	PD15
EMG input	GEMG0	18	PD12

動作シーケンス:

1 GEMG0 端子と DVDD を接続し、プルアップします。
2 MT0OUT0 端子と MT0OUT1 端子をオシロスコープに接続します。
3 SW7 を OFF します。
4 電源を投入し、LED0 が点灯することを確認します。その後、MT0OUT0 端子や MT0OUT1 端子から何も波形が出力されていないことを確認します。
5 SW7 を ON します。
6 IGBT タイマが実行を開始すると同時に PPG 波形が MT0OUT0 と MT0OUT1 から観察できます。2 相の PPG 波形サイクルは、50us でデューティ 40 %です。(high レベル:20us)。MT0OUT1 は MT0OUT0 より 25us 遅れます。
7 SW7 を OFF すると、PPG 出力を停止します。
8 GEMG0 を GND に接続すると、PPG 出力は停止し、LED1 が点灯します。
9 GEMG0 を DVDD と接続すると、LED1 を OFF して EMG 状態をキャンセルします。その後、手順 5 を行うと波形が表示されます。

6-11 LVD

このサンプルプログラムは、LVDによって電圧状態を検出します。
電圧が検出電圧より低い場合は UART に“LOWER”を出力します。
電圧が検出電圧より高い場合は UART に“UPPER”を出力します。

6-12 OFD

この例はペリフェラルドライバ(OFD)を使用した簡単なプログラムです。
クロックがOFD検出周波数帯を超えないと、LED1を点滅します。
クロックがOFD検出周波数帯を超えると、OFDはI/O用のリセットを生成します。その後ソフトウェアがリセットされ、OFDリセットフラグがセットされます。このリセットフラグが検出されると、OFDはディセーブルとなりLED2を点滅します。

6-13 RMC

この例はリモコン信号の受信を行い、デコードします。デコードされたデータは、UART 出力にて確認できます。カスタムコードまたはアドレスコードは、HEX 形式で表示されます。

表示形式: RMC サンプル
RMC_1: XX XX
RMC_1: YY YY

形式	端末ソフト表示
1	RMC_1:
2	RMC_2:
3	RMC_3:
4	RMC_4:
5	RMC_5:
6	RMC_6:

6-14 RTC

内蔵 RTC を利用し、日付・時計を UART 出力します。
初期設定の日付: **2010/10/22 12:50:55** (24 時間表示)
更新間隔: 1 秒
UART 出力:

```
2010/10/22
12:50:55
```

6-15 SSP

データを送信し、その後、受信データを確認します。受信データが送信したものと同一の場合、LED2とLED3を点灯します。同一でない場合、LED0とLED1を点灯します。受信データはUART出力にて確認可能です。
UART出力:

```
SSP RX DATA:
xxxxxx
```

6-16 TMRB

6-16-1 汎用タイマ

本サンプルは、MCUのタイマを使って、汎用タイマを実現します。
時間周期は1msです。
このタイマを使い1s(500msでオン、500msでオフ)間隔でLED点滅を行います。

6-16-2 PPG出力

SW0を使い、デューティ可変のPPG(プログラマブル矩形波)の波形を出力します。
デューティは5段階(10%, 25%, 50%, 75%, 90%)に変更でき、波形はUART出力にて確認できます。
電源投入するとPPGモードに入り、PPG出力を開始します。
SW0を押すことでデューティを変更します。
10% → 25% → 50% → 75% → 90% → 10%

6-17 SIO/UART

6-17-1 UART

この例は、C 言語の標準入出力ライブラリの stdin、stdout のリターゲットを行います。
Stdin、stdout を共に UART へ設定します。アプリケーションから printf() 関数を用いて、シリアルポートからデータを出力します。
補足:
この UART チャネルは本例では UART0 を使用します。

6-17-2 UART FIFO

この例は、UART0 から"TMPM4621"というデータを FIFO を使用した UART3 へ送信します。また同時に UART0 は"TMPM4622"というデータを FIFO を使用した UART3 から受信します。
ResetIdx()関数の前にブレークポイントを設定してください。RxBuffer=”TMPM4622”となり、RxBuffer1="TMPM4621"となると設定したブレークポイントで停止します。

6-17-3 SIO

この例は、SIO モジュールを使用して同期式の送受信を行います。
SIO のチャネル 0 とチャネル 1 を使用し、これらのチャネル間で同期式データ送信を行います。
(TXD0 と RXD1、TXD1 と RXD0、sclk0 と sclk1 を接続してください)

6-18 DMA

本サンプルプログラムでは、各 uDMAC ユニットのデータ制御用に 1K の RAM 領域をどのように確保するかを示します。また本サンプルプログラムでは、RAM 領域の"src"から"dst"へデータを転送するために DMA のソフトウェアトリガを使用します。

動作シーケンス:

1. uDMAC ユニット A を次のように初期化。転送タイプをバーストタイプ、チャネルをイネーブル、マスク設定のチャネルをイネーブル、初期データの使用、優先度通常を使用します。
2. 確保した 1K の RAM 領域先頭に初期ベースアドレスを設定します。
3. ソフトウェアトリガ用設定データを指定、制御データ領域に設定データを書き込みます。
4. 全設定完了後、DMA ユニット A を許可します。
5. DMAC_BASIC モードが選択されている場合、転送が完了するまで再度トリガをかけ続けます。DMAC_AUTOMATIC モードが選択されている場合、転送が完了する前に一度トリガをかけます。
6. 転送完了を確認した後、送信元と送信先のデータを比較する。

6-19 WDT

ウォッチドッグタイマは、高速クロックが停止する STOP モードでは使用できません。リセットが行われ、その後ウォッチドッグタイマはが有効となり、SystemInit()関数で無効になります。

動作シーケンス:

1. 検出時間の設定とカウンターオーバーフロー時の動作としての WDT 割り込み設定を行い、

WDT を初期化します。

2. 2 つの WDT 用サンプルがあり、DEMO2 はマクロ定義にて切り替えられます。
   DEMO1:
   タイマーオーバーフロー時に NMI 割り込みを発生し、WDT をクリアします。
   DEMO2:
   ウォッチドッグタイマ制御レジスタにクリアコードを書き込み、ウォッチドッグタイマカウンタをクリアします。

7 ソフトウェア

本ソフトウェアは、TMPM462 MCU の主要機能を評価ボード上で動作確認するためのサンプルプログラムです。

サンプルプログラムの実装には、最新のドライバーソフト、および IAR EWARM、または KEIL MDK をご使用ください。機能ごとにプロジェクトを作成してください。

ワークスペース構造とプロジェクト名は、以下の通りです:

IAR EWARM:

```
├─WDT_NMI
        ├─APP
        │   main.c
        │   tmpm462_wdt_int.c
        │   tmpm462_wdt_int.h
        │
        ├─TX04_CMSIS
        │ │ system_TMPM462.c
        │ │ system_TMPM462.h
        │ │ TMPM462.h
        │ │
        │ └─startup
                startup_TMPM462.s

        ├─TX04_Periph_Driver
        │   ├─inc
        │   │   tmpm462_cg.h
        │   │   tmpm462_gpio.h
        │   │   tmpm462_wdt.h
        │   │   TX04_common.h
        │   │
        │   └─src
        │       tmpm462_cg.c
```

```
│          tmpm462_gpio.c
│          tmpm462_wdt.c
│
└─TMPM462-EVAL
            led.c
            led.h
            sw.c
            sw.h
```

KEIL MDK:

```
├─WDT_NMI
    ├─APP
    │   main.c
    │   tmpm462_wdt_int.c
    │
    ├─TX04_CMSIS
    │    system_TMPM462.c
    │    startup_TMPM462.s
    │
    ├─TX04_Periph_Driver
    │    tmpm462_cg.c
    │    tmpm462_gpio.c
    │    tmpm462_wdt.c
    │
    └─TMPM462-EVAL
         led.c
         sw.c
```

TMPM462-SK 評価ボード用のプロジェクトファイルは***-SK フォルダに格納されています。

7-1 ADC

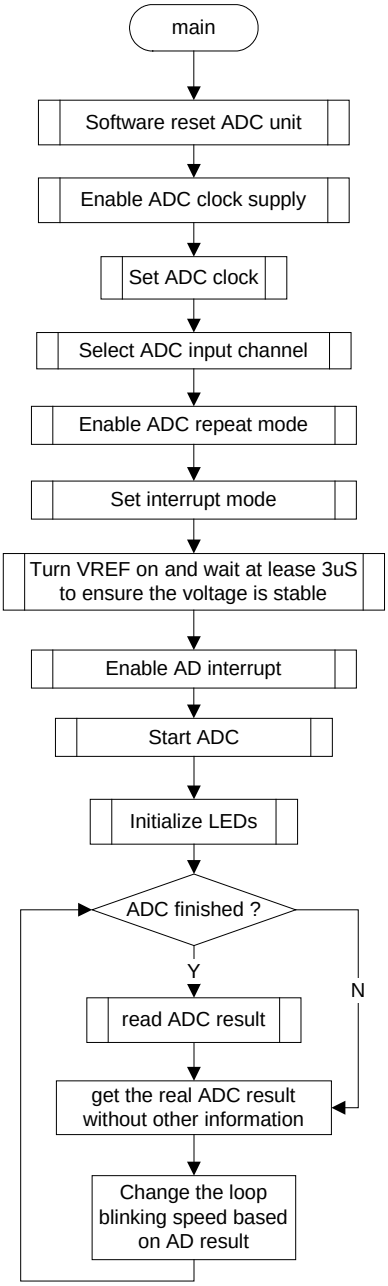
7-1-1 例: ADC データリード

ペリフェラルドライバ(ADC, CG, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

このでは以下を行います。

1. ADC 設定と初期化を行います。
2. AD 変換の開始と AD 変換結果の読み出しを行います。
3. ループ点滅スピードの調整に AD 変換結果を使用します。

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

最初に AD コンバータユニットをリセットし、クロック供給を許可します。AD コンバータクロックを選択します。チャネルを選択し、リピートモードをイネーブルにします。割り込みモードを設定します。

```
/* Software reset ADC */
ADC_SWReset(TSB_AD);

/* Enable ADC clock supply */
CG_SetADCClkSupply(ENABLE);
```

```
/* Set ADC clock */
ADC_SetClk(TSB_AD,    ADC_CONVERSION_CLK_80,
                  ADC_FC_DIVIDE_LEVEL_8);

/* Select ADC input channel : Channel 0 */
ADC_SetInputChannel(TSB_AD, ADC_AN_00);

/* Enable ADC repeat mode */
ADC_SetRepeatMode(TSB_AD, ENABLE);

/* Set interrupt mode */
ADC_SetINTMode(TSB_AD, ADC_INT_CONVERSION_8);
```

VREF を ON し、電圧が安定するまで 3us 待ちます。

```
ADC_SetVref(TSB_AD, ENABLE);
cnt = 100U;
while(cnt){
      cnt--;
}
```

AD 割り込みを許可し、ADC 動作を許可します。

```
/* Enable AD interrupt */
NVIC_EnableIRQ(INTAD_IRQn);

/* Start ADC */
ADC_Start(TSB_AD);
```

AD 変換を開始した後、AD 変換終了割り込みフラグを待ちます。その後 AD 変換結果を読み出し、LED ループ点滅スピードの調整に使用します。

```
while (1U) {

      if (fIntADC == 1U) {
            fIntADC = 0U;
            /* Read ADC result when it is finished */
            adResult = ADC_GetConvertResult(TSB_AD, ADC_REG00);

            /* Get the real ADC result without other information */
            /* "/256" is to limit the range of AD value */
            timeUp = 16U - adResult.Bit.ADResult / 256U;

      } else {
            /* Do nothing */
      }

     /* use 'timeUp' above to adjust the loop blinking speed */
}
```

7-2 CEC

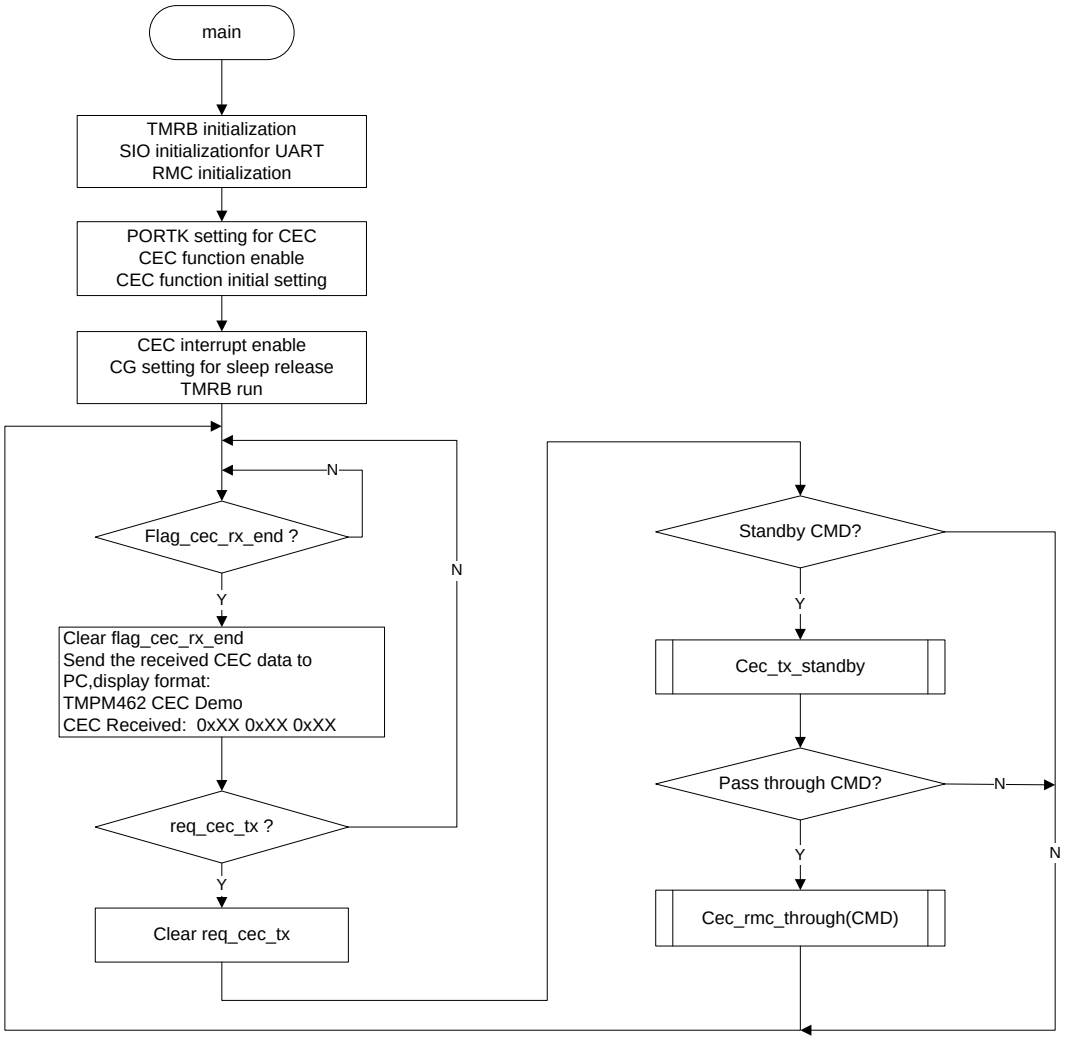
7-2-1 例: CEC 送受信

ペリフェラルドライバ(CEC, RMC, GPIO, UART, TMRB, CG)を用いたサンプルプログラムです。

このでは以下を行います。

1. CEC 設定と初期化を行います。
2. CEC コマンドを送信します。
3. CEC データを受信します。

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、GPIO を CEC に設定します。

```
GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PF, GPIO_BIT_13, ENABLE);
GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PF, GPIO_FUNC_REG_1, GPIO_BIT_13);
GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PF, GPIO_BIT_13, ENABLE);
```

CEC を許可し、CEC の初期設定を行います。

```
CEC_Enable();
CEC_SWReset();
while (CEC_GetRxState() == ENABLE);
while (CEC_GetTxState() == BUSY);

CEC_DefaultConfig();
CEC_SetLogicalAddr(CEC_TV);
CEC_SetTxBroadcast(DISABLE);
CEC_SetRxCtrl(ENABLE);

gCEC_SendStatus.All = 0U;
gCEC_SendMode = 0U;
gCEC_RcvMode = 0U;
gCEC_RcvCnt = 0U;
gCEC_RcvEnd_Flag = 0U;

gCEC_Command_Mode = CEC_CMD_MODE_IDLE;
```

INTCECRX と INTCECTX を許可します。

```
NVIC_EnableIRQ(INTCECRX_IRQn);
NVIC_EnableIRQ(INTCECTX_IRQn);
```

CEC の送受信を開始します。

ホスト PC へ CEC データを出力します。

```
CEC_CMD_Task();
CEC_Receive();
/* CEC Received data display on PC                */
if (gCEC_RcvEnd_Flag == SET) {
    gCEC_RcvEnd_Flag = CLEAR;
    printf("CEC_Recv: ");
    for (tmp_i = 0U; tmp_i <= gCEC_RcvCnt; tmp_i++) {
        printf(" %02x", gCEC_RcvDataBuf[tmp_i]);
    }
    printf("\r\n");
    gCEC_RcvCnt = 0U;
} else {
    /* do nothing */
}

/* CEC Send data display on PC                */
if (gCEC_SndEnd_Flag == SET) {
    gCEC_SndEnd_Flag = CLEAR;
    printf("CEC_Send: ");
    for (tmp_i = 0U; tmp_i <= gCEC_SendCnt; tmp_i++) {
        printf(" %02x", gCEC_SendDataBuf[tmp_i]);
    }
    printf("\r\n");
    gCEC_SendCnt = 0U;
} else {
```

```
        /* do nothing */
    }
```

INTCECTX 割込みハンドラ内でデータ送信処理を行います。
INTCECRX 割込みハンドラ内でデータ受信処理を行います。

7-3 CG

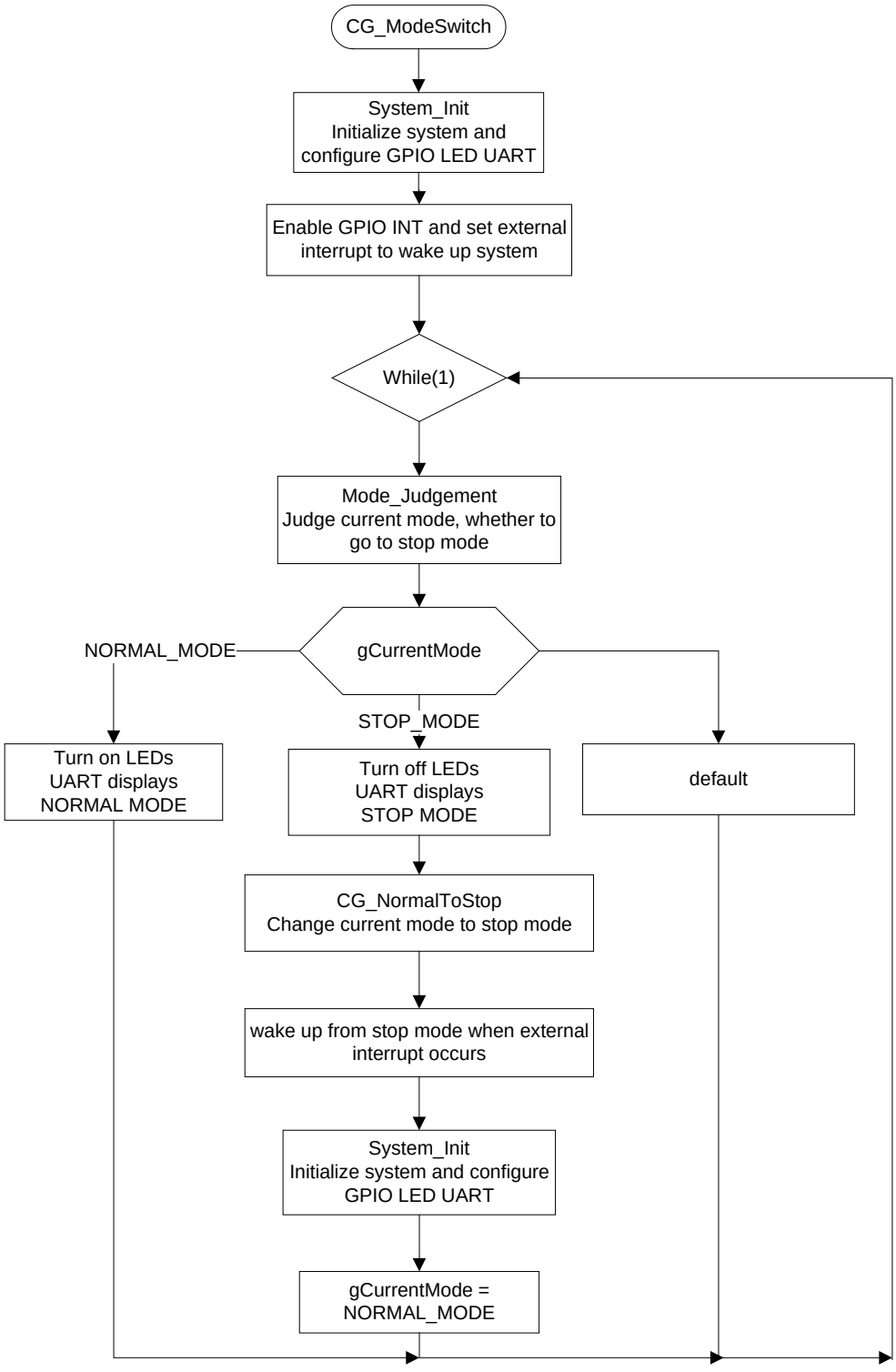
7-3-1 例: NORMAL <-> STOP1 モード変更

ペリフェラル・ドライバ(CG, GPIO, UART)を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. 基本的な CG 動作の設定
2. NORMAL モードと STOP1 モードの切り替え方法

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

(リセット後)CG の通常設定:

以下はノーマルモードで CG の設定を行うプログラムです。 高速発振器は 16MHz を想定しています。

```
    if (CG_GetFoscSrc()==CG_FOSC_OSC_INT){
        /* Switch over from IHOSC to EHOSC*/
```

```
        switchFromIHOSCtoEHOSC();
    }
    /* Set up pll and wait for pll to warm up, set fc source to fpll */
    CG_EnableClkMulCircuit();
    /* Set fgear = fc/2 */
    CG_SetFgearLevel(CG_DIVIDE_2);
    /* Set fperiph to fgear */
    CG_SetPhiT0Src(CG_PHIT0_SRC_FGEAR);
    /* Set ΦT0 = fc/4 */
    CG_SetPhiT0Level(CG_DIVIDE_4);
    /* Set low power consumption mode stop1 */
    CG_SetSTBYMode(CG_STBY_MODE_STOP1);
```

低消費電力モードから復帰するための外部割込みの設定:

INTF を設定します。割り込み保留要求をクリアし、INTF を許可します。

```
    __disable_irq();
    CG_ClearINTReq(CG_INT_SRC_F);
    /* Set external interrupt to wake up system */
    CG_SetSTBYReleaseINTSrc(CG_INT_SRC_F,
CG_INT_ACTIVE_STATE_FALLING, ENABLE);
    NVIC_ClearPendingIRQ(INTF_IRQn);
    NVIC_EnableIRQ(INTF_IRQn);
    __enable_irq();
```

STOP モード設定:

STOP モードに入る設定を行います。ウォームアップ時間を設定し、__WFI() 命令を使用し STOP モードに入ります。

```
/* CG_NormalToStop */
void CG_NormalToStop(void)
{
    /* Set CG module: Normal ->Stop mode */
    CG_SetWarmUpTime(CG_WARM_UP_SRC_OSC_EXT_HIGH,
    CG_WUODR_EXT);
    /* Enter stop mode */
    __WFI_wait();
}
```

コール元の割り込みが禁止状態である場合があるため、NOP 命令を 8 個挿入します。

```
void __WFI_wait()
{
    __WFI();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
}
```

マルチクロック回路の許可:

PLL を許可した後、ウォームアップ時間を設定し、ウォームアップ時間が完了するまで待ちます。その後、fPLL を fc ソースとして設定します。

```
    WorkState st = BUSY;
    CG_SetPLL(DISABLE);
```

```
    CG_SetFPLLValue(CG_16M_MUL_6_FPLL);
    retval = CG_SetPLL(ENABLE);
    if (retval == SUCCESS) {
        /* Set warm up time */

CG_SetWarmUpTime(CG_WARM_UP_SRC_OSC_EXT_HIGH,CG_WUODR_PLL)
;
        CG_StartWarmUp();

        do {
            st = CG_GetWarmUpState();
        } while (st != DONE);

        retval = CG_SetFcSrc(CG_FC_SRC_FPLL);
    } else {
        /*Do nothing */
    }
```

7-3-2 例: NORMAL <-> STOP2 モード変更

ペリフェラル・ドライバ(CG, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

以下の例が含まれます:

1. 基本的な CG 動作の設定
2. NORMAL モードと STOP2 モードの切り替え方法

- **サンプルプログラムのコードと説明**

スイッチ、LED、低消費モード解除用端子の設定を行います。

```
    SW_Init();          /*Initial the SW */
    LED_Init();         /* Initial the LED, all LED is off */

    GPIO_ExtIntSrc(); /* configure the External interrupt sw's GPIO */
```

リセット要因がSTOP2モードの解除であれば、低消費電力モード解除用割り込みの設定を行い、ポートキープを解除します。

```
    LED_On(LED2);
    CG_SetSTBYReleaseINTSrc(CG_ExtINTSrc,
            CG_INT_ACTIVE_STATE_RISING, DISABLE);

    NVIC_EnableIRQ(ExtINTSrc_IRQn);

    CG_SetPortKeepInStop2Mode(DISABLE);
```

リセット要因が STOP2 モードの解除でなければ、低消費電力モード解除用割り込みの設定を行います。

```
    CG_ClearINTReq(CG_ExtINTSrc);
    NVIC_ClearPendingIRQ(ExtINTSrc_IRQn);
    NVIC_EnableIRQ(ExtINTSrc_IRQn);
```

LED を点灯し、while()ループにて CG_SW の状態を取得します。
CG_SW が OFF であれば LED_SW を点灯し、ON であれば LED を消灯し、STOP2 モードへ移行します。

```
    LED_On(LED_EXT);
    while (1U) {
        if (SW_Get(CG_SW) == 0) {

            LED_Off(LED_ALL);    /* LED   is off before enter stop2 */
            enter_STOP2();

        } else {
            LED_On(LED_SW);
        }
    }
}
```

STOP2 モードの解除要因として外部割り込みを許可します。

```
    CG_SetSTBYReleaseINTSrc(CG_ExtINTSrc,
CG_INT_ACTIVE_STATE_RISING, ENABLE);
```

STOP2 モードに移行する準備を行います。
まず低消費電力モードとして STOP2 を選択し、次に PLL をオフしてから内部クロックに切り替えます。その後、ポートキープ機能を許可します。

```
void config_STOP2(void)
{
    volatile WorkState st = BUSY;
    volatile uint32_t wuef = 0U;

    CG_SetSTBYMode(CG_STBY_MODE_STOP2); /* Set standby mode as
Stop2 */

    TSB_CG->PLLSEL &= PLLON_CLEAR;
    TSB_CG->PLLSEL &= PLLSEL_CLEAR;
    while (CG_GetFcSrc() != CG_FC_SRC_FOSC) {
    };                                  /* Confirm */

    /* When IHOSC is disable, enable IHOSC */
    if (CG_GetFoscState(CG_FOSC_OSC_INT) == DISABLE) {
        /* Enable IHOSC */
        CG_SetFosc(CG_FOSC_OSC_INT, ENABLE);

        /* Wait until IHOSC become stable */
        CG_SetWarmUpTime(CG_WARM_UP_SRC_OSC_EXT_HIGH,
OSCCR_WUPT_EXT);
        CG_StartWarmUp();
        wuef = TSB_CG->OSCCR & 0x00008000U;
        while (wuef) {              /* Warm-up */
            wuef = TSB_CG->OSCCR & 0x00008000U;
        }

        /* Set IHOSC as fosc */
        CG_SetFoscSrc(CG_FOSC_OSC_INT);

        /* Wait until fosc become IHOSC */
        while (CG_GetFoscSrc() != CG_FOSC_OSC_INT) {
        };
    }

    CG_SetPortKeepInStop2Mode(ENABLE);
```

```
}
```

最後に__WFI()命令を使用して STOP2 モードに入ります。

```
    __WFI();
```

7-3-3 例: NORMAL <-> IDLE モード変更

ペリフェラル・ドライバ(CG, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

以下の例が含まれます:

1. 基本的な CG 動作の設定
2. NORMAL モードと IDLE モードの切り替え方法

- **サンプルプログラムのコードと説明**

スイッチ、LED、低消費電力モード解除用端子の設定を行います。

```
    SW_Init();
    LED_Init();

    GPIO_ExtIntSrc();
```

低消費電力モード解除用割り込みの設定を行います。

```
    CG_ClearINTReq(CG_ExtINTSrc);
    NVIC_ClearPendingIRQ(ExtINTSrc_IRQn);

    NVIC_EnableIRQ(ExtINTSrc_IRQn);
```

LED_EXT を点灯し、while()ループにて CG_SW の状態を取得します。
CG_SW が OFF であれば LED_SW を点灯し、ON であれば LED_SW を消灯し、IDLE モードへ移行します。

```
    LED_On(LED_EXT);
    while (1U) {

        if (SW_Get(CG_SW) == 0U) {          /*SW is OFF*/
            LED_On(LED_SW);

            /* LED indicator is off before enter IDLE */
            LED_Off(LED_EXT);

            enter_IDLE();

        } else {
            LED_Off(LED_SW);
        }
    }
```

IDLE モードの解除要因として外部割り込みを許可します。

```
    CG_SetSTBYReleaseINTSrc(CG_ExtINTSrc,
CG_INT_ACTIVE_STATE_RISING, ENABLE);
```

IDLE モードに移行する準備を行います。
まず低消費電力モードとして IDLE を選択します。

```
    /*Set standby mode as IDLE */
```

```
CG_SetSTBYMode(CG_STBY_MODE_IDLE);
```

最後に__WFI()命令を使用して IDLE モードに入ります。

```
__WFI_wait();
```

割り込み禁止状態で WFI 命令を実行する場合は__WFI()命令の後に NOP 命令を 8 個挿入します。

```
void __WFI_wait()
{
    __WFI();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
    __NOP();
}
```

7-4 EXB

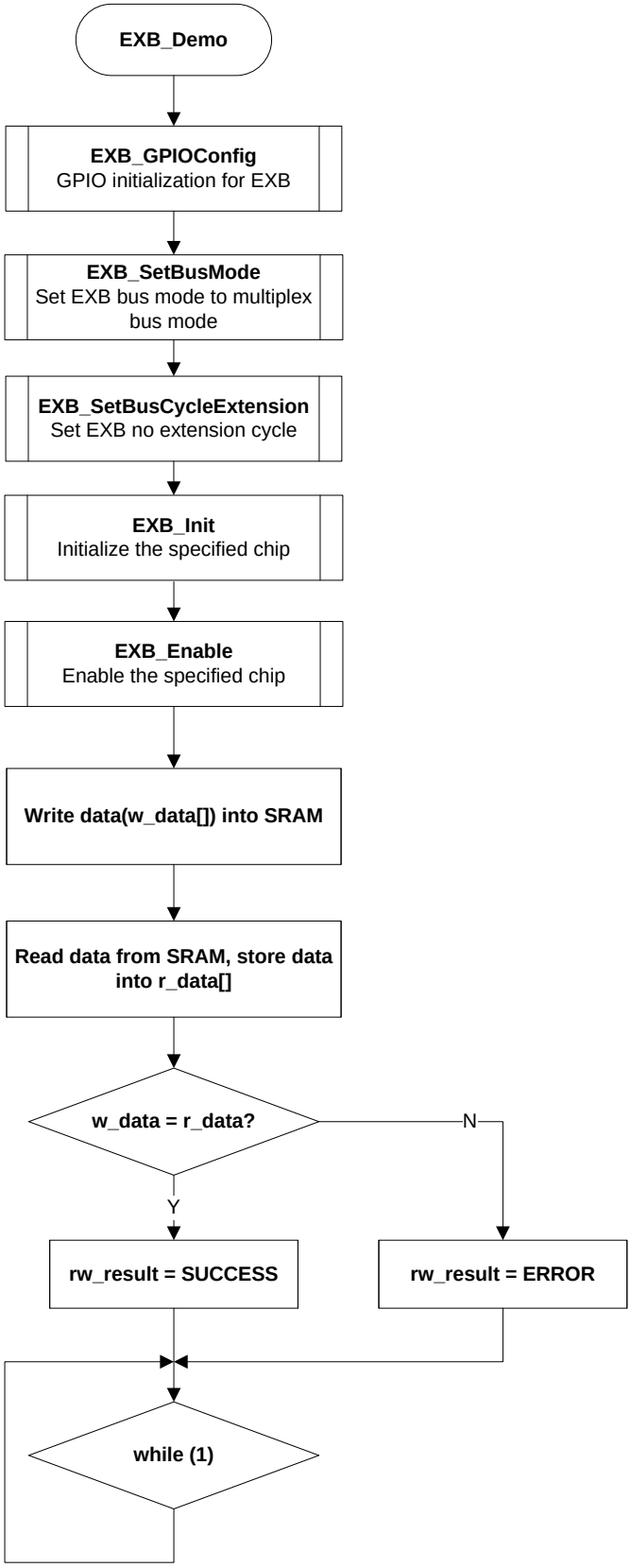
7-4-1 例: SRAM のリード/ライト

ペリフェラル・ドライバ(EXB, GPIO, UART)を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. EXB の初期化
2. 外部 SRAM のリード/ライト

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず EXB の初期設定を行います。

```
	uint8_t chip = EXB_CS1;
	uint8_t BusMode = EXB_BUS_MULTIPLEX;
	uint8_t Cycle = EXB_CYCLE_QUADRUPLE

#ifdef SRAM_RW
	uint32_t w_data[TEST_DATA_LEN] = { 0U };
	uint32_t r_data[TEST_DATA_LEN] = { 0U };
	uint16_t rw_cnt = 0U;
	uint32_t *addr = NULL;
	uint16_t i = 0U;
#endif

	EXB_InitTypeDef InitStruct = { 0U };
	hardware_init(UART_RETARGET);
	common_uart_disp("EXB_Demo\r\n");

	InitStruct.AddrSpaceSize = EXB_128K_BYTE;
	InitStruct.StartAddr = 0x00U;
	InitStruct.BusWidth = EXB_BUS_WIDTH_BIT_16;
	/* Set cycles time according to AC timing of SRAM datasheet,base clock: EXBCLK(fsys) */
	InitStruct.Cycles.Wait = EXB_WAIT_8;
	InitStruct.Cycles.ReadSetupCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.Cycles.WriteSetupCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.Cycles.ALEWaitCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.Cycles.ReadRecoveryCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.Cycles.WriteRecoveryCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.Cycles.ChipSelectRecoveryCycle = EXB_CYCLE_2;
	InitStruct.WaitSignal = EXB_WAIT_SIGNAL_LOW;
	InitStruct.WaitFunction = EXB_WAIT_FUNCTION_INT;
```

GPIO の EXB 設定を行い、外部 SRAM アクセスを行えるようにします。外部 SRAM へ w_data[]を書き込みます。その後、外部 SRAM からリードしたデータを r_data[]へ保存します。外部 SRAM へのライト/リードが成功したかを rw_result にて確認します。

```
#ifdef SRAM_RW
	EXB_GPIOConfig();
#endif

	EXB_SetBusMode(BusMode);
	EXB_SetBusCycleExtension(Cycle);
	EXB_Init(chip, &InitStruct);
	EXB_Enable(chip);

#ifdef SRAM_RW
	/* SRAM Read/Write demo */
	addr = (uint32_t *) (((uint32_t) InitStruct.StartAddr) | EXB_SRAM_START_ADDR);

	for (i = 0U; i < TEST_DATA_LEN; i++) {
		w_data[i] = i;
	}

	rw_cnt = TEST_DATA_LEN * sizeof(w_data[0]);
	memcpy(addr, w_data, (uint32_t) rw_cnt);
	__DSB();
```

```
    memcpy(r_data, addr, (uint32_t) rw_cnt);

    /* check rw_result to see if SRAM write/read is sucessful or not */
    if (memcmp(w_data, r_data, (uint32_t) rw_cnt) == 0U) {
        rw_result = SUCCESS;
        common_uart_disp("rw_result = SUCCESS\r\n");
    } else {
        rw_result = ERROR;
        common_uart_disp("rw_result = ERROR\r\n");
    }
#endif
    while (1) {
        /* Do nothing */
    }
```

7-5 FLASH

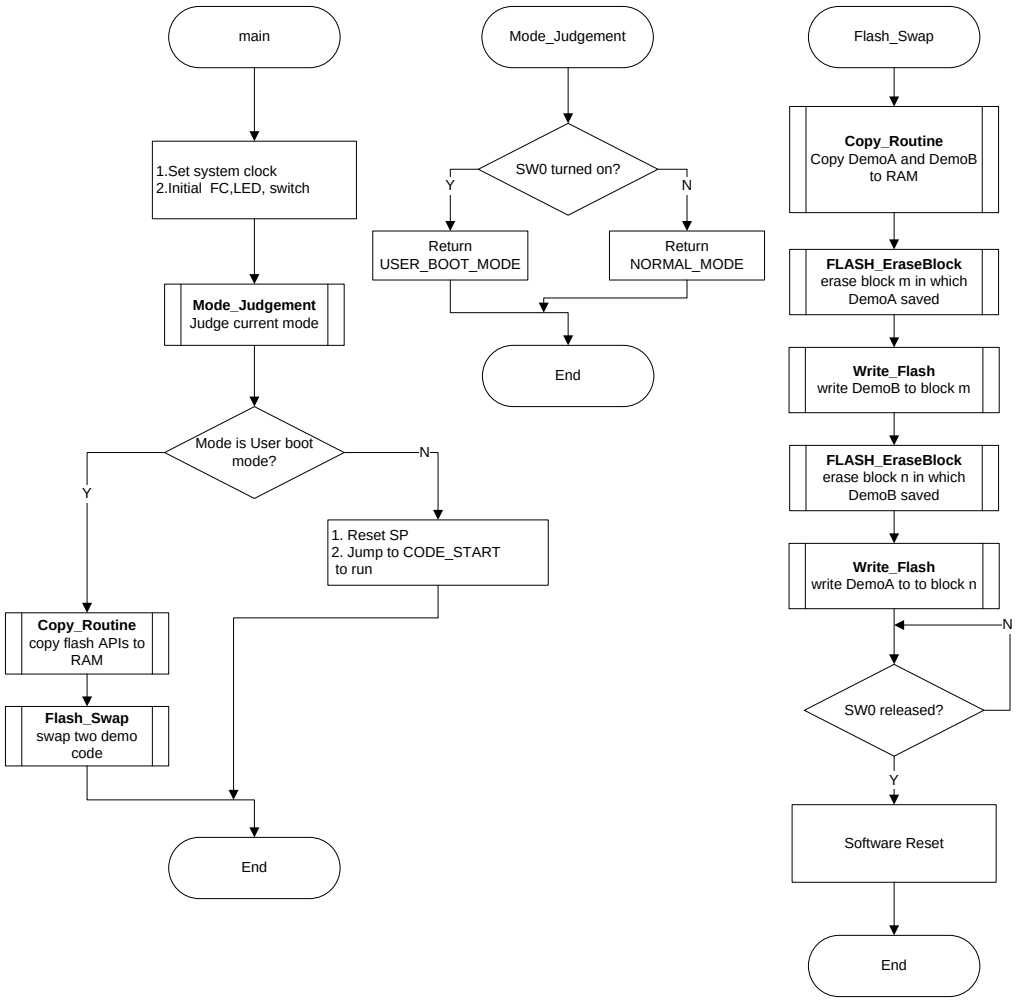
7-5-1 例: Flash_UserBoot

ペリフェラルドライバ(FLASH, GPIO)を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. FLASH メモリのオンボードプログラミング (書き込み/消去)
2. 動作モード:シングルチップモード (ノーマルモード、ユーザーブートモード)
3. ユーザーブートモードを使用し、Flash メモリのコードを更新。

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず SW0 と LED を初期化します。リセット時に現在のモード判定を SW0(GPIO) で行います。

```
    FC_init();
    LED_Init();
    SW_Init();
```

リセット後にどのモードになっているのか判断するために、Mode_Judgement() 関数を使用します。

```
uint8_t Mode_Judgement(void)
{
    return (SW_Get(SW0) == 1U) ? USER_BOOT_MODE : NORMAL_MODE;
}
```

リセット時に SW0 が離されている場合、ノーマルモードになります。SP をリセットし、“CODE_START” にジャンプします。デモ A はブロックm内の“CODE_START” に保存され

ているため、デモ A が動作します(LED2 が点滅)。

```
#if defined ( __CC_ARM     )          /* RealView Compiler */
            ResetSP();                  /* reset SP */
#elif defined ( __ICCARM__ )        /* IAR Compiler */
            asm("MOV R0, #0");          /* reset SP */
            asm("LDR SP, [r0]");
#endif
            SCB->VTOR = DEMO_START_ADDR;       /* redirect vector table */
            startup = CODE_START;
            startup();                  /* jump to code start address to run */
```

リセット時に SW0 が押されている場合、ユーザブートモードになります。Flash メモリは自分自身で消去/書き込みを実行できないため、Flash 動作用 API を、Flash メモリ内の アドレス “FLASH_API_ROM” から RAM の “FLASH_API_RAM”にコピーします。

```
            Copy_Routine(FLASH_API_RAM, FLASH_API_ROM, SIZE_FLASH_API);
          /* copy flash API to RAM */
```

Flash 動作用 API を RAM にコピー後、ルーチンプログラムは Flash_Swap()関数にジャンプします。この関数は、上記の Copy_Routine() を使用し、Flash メモリから RAM にコピーされます。

Flash_Swap() 関数では,まずデモ A、デモ B を Flash メモリから RAM にコピーします。次に、Flash メモリの消去/書き込みを行うため、関数 FC_EraseBlock () と Write_Flash() を呼び出します。デモ A とデモ B のプログラムは Flash メモリ内にて差し替えられます。

```
       Copy_Routine(DEMO_A_RAM,        DEMO_A_FLASH,        SIZE_DEMO_A);
/* copy A to RAM */
      Copy_Routine(DEMO_B_RAM,        DEMO_B_FLASH,        SIZE_DEMO_B);
/* copy B to RAM */
      FC_SelectArea(FC_AREA_ALL);
      if (FC_SUCCESS == FC_EraseBlock((uint32_t) DEMO_A_FLASH)) { /* erase
A */
            /* Do nothing */
      } else {
            return ERROR;
      }

      if    (FC_SUCCESS    ==    Write_Flash(DEMO_A_FLASH,    DEMO_B_RAM,
SIZE_DEMO_B)) {        /* write B to A */
            /* Do nothing */
      } else {
            return ERROR;
      }
      if (FC_SUCCESS == FC_EraseBlock((uint32_t) DEMO_B_FLASH)) { /* erase
B */
            /* Do nothing */
      } else {
            return ERROR;
      }

      if    (FC_SUCCESS    ==    Write_Flash(DEMO_B_FLASH,    DEMO_A_RAM,
SIZE_DEMO_A)) {        /* write A to B */
            /* Do nothing */
      } else {
            return ERROR;
```

```
    }

     FC_SelectArea(FC_AREA_NONE);
```

SW0 が離されると、NVIC_SystemReset()を用いてソフトリセットを行います。その後、ノーマルモードになります。デモ A、デモ B が差し替えられているため、アドレス “CODE_START” はデモ B のスタートアドレスになり、デモ B が動作します(LED1 が点滅、LED3 が点灯)。

```
    while (SW_Get(SW0) == 1U) {
    }
    /* software reset */
    NVIC_SystemReset();
```

Flash メモリ動作関数 FC_EraseBlock() は指定されたブロックを消去します。このブロックは最初に引数 “block_addr” で指定します。まず、この関数で引数“block_addr” を確認します。次に、Flash ドライバ FC_GetBlockProtectState() を使用し、指定されたブロックがプロテクトされているか確認します。

```
    if (ENABLE == FC_GetBlockProtectState(BlockNum)) {
        retval = FC_ERROR_PROTECTED;
    }
```

ブロックにプロテクトがかかっている場合、“FC_ERROR_PROTECTED” を返します。プロテクトされていない場合は、ブロック消去コマンドにて、ブロックを消去します。

```
        *addr1 = (uint32_t) 0x000000AA; /* bus cycle 1 */
        *addr2 = (uint32_t) 0x00000055; /* bus cycle 2 */
        *addr1 = (uint32_t) 0x00000080; /* bus cycle 3 */
        *addr1 = (uint32_t) 0x000000AA; /* bus cycle 4 */
        *addr2 = (uint32_t) 0x00000055; /* bus cycle 5 */
        *BA = (uint32_t) 0x00000030;       /* bus cycle 6 */
```

次に、消去が完了すると、Flash ドライバ FC_GetBusyState() を用いビジーチェックを行います。同時に、タイムアウトカウンタを使用し、動作が指定時間を越えていないか確認します。

```
        while (BUSY == FC_GetBusyState()) {         /* check if FLASH is busy with
overtime counter */
            if (!(counter--)) { /* check overtime */
                retval = FC_ERROR_OVER_TIME;
                break;
            } else {
                /* Do nothing */
            }
        }
```

関数 Write_Flash() は FLASH_WritePage() を呼び出し、1 ページにデータを書き込みます。この動作は、自動ページプログラム命令を除き、基本的に FLASH_EraseBlock () と同じです。

```
        *addr1 = (uint32_t) 0x000000AA; /* bus cycle 1 */
        *addr2 = (uint32_t) 0x00000055; /* bus cycle 2 */
        *addr1 = (uint32_t) 0x000000A0; /* bus cycle 3 */
        for (i = 0U; i < PROGRAM_UNIT; i++) {
            *PA = *source;
            source++;
        }
```

7-5-2 例: Flash_Swap

ペリフェラルドライバ(FLASH, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. Flash ROM のオンボードプログラミング (リード/ページ書き込み、メモリスワップ)

- **フローチャート:**


main
LED_Init();
SW_Init();
Mode_Judgement
Judge current mode
Mode is User boot mode?
Y
N
Swap routine
swap two demo code
LED flash routine
Led flash
End
Mode_Judgement
SW0 turned on?
Y
N
Return USER_BOOT_MODE
Return NORMAL_MODE
End
Swap routine
Copy_Routine
copy flash API to RAM
FC_SetSwpsrBit(FC_SWPSR_BIT_8);
set SWP size to 8KB
FC_GetSwapState() == FC_SWAP_INITIAL
Release swap routine
Release the swap function
Set swap routine
set the swap function
N
SW0 released?
Y
Software Reset
End
Set swap routine
FC_GetProtectState() ==ENABLE
N
Y
Do nothing
FC_SetSecurityBit(DISABLE);
FC_EraseProtectState();
Copy_Routine(SWP_RAM, SWP_FLASH, SIZE_SWP);
FC_ErasePage(PAGE2ADDR);
FC_ErasePage(PAGE3ADDR);
Write_Flash((uint32_t *)PAGE2ADDR, SWP_RAM, SIZE_SWP);
FC_SetSwpsrBit(FC_SWPSR_BIT_0);
End
LED flash routine
While(1)
Flash LED

- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず SW とLED を初期化します。

```
    LED_Init();
    SW_Init();
```

その後モード判定を行います。

```
        if (Mode_Judgement() == SWP_BOOT_MODE) {    /* if SW0 is turned on, enter SWP boot mode */                }
```

現在のモードがSWP_BOOT_MODEモードの場合flash APIをRAMへコピーし、スワップサイズを8KBに設定します。

```
        Copy_Routine(FLASH_API_RAM, FLASH_API_ROM, SIZE_FLASH_API); /* copy flash API to RAM */
        FC_SetSwpsrBit(FC_SWPSR_BIT_8);                 /* set SWP size to 8KB*/                }
```

次にスワップ状態を確認します。

```
        if (FC_GetSwapState() == FC_SWAP_INITIAL) {
```

スワップ状態がFC_SWAP_INITIALの場合、Flash ROMのプロテクトを解除し、スワップ状態を有効にします。

```
        if(FC_GetProtectState() == ENABLE){
                FC_EraseProtectState();
            } else {
                /* Do nothing */
            }
            Copy_Routine(SWP_RAM, SWP_FLASH, SIZE_SWP);    /* copy program to RAM */
            FC_ErasePage(PAGE2ADDR);
            FC_ErasePage(PAGE3ADDR);
            Write_Flash((uint32_t   *)PAGE2ADDR,   SWP_RAM,   SIZE_SWP); /* write program to PAGE2ADDR */
            FC_SetSwpsrBit(FC_SWPSR_BIT_0);      /* enable swp function */
```

スワップ状態がFC_SWAP_INITIALではない場合、スワップ状態を解除します。

```
        } else {
            FC_EraseProtectState();                 /* release swp function */
        }
```

スワップ状態の有効または解除を行った後、LED2を点灯します。SW0が離されるのを待ち、ソフトウェアリセットを行います。

```
        delay(4000000U);
        LED_On(LED2);
        /* wait for Key SW0 to release */
        while(Mode_Judgement() == SWP_BOOT_MODE){
            /* Do nothing */
        }
        /* software reset */
        NVIC_SystemReset();
```

現在のモードがNORMAL_MODEの場合、LEDを点滅します (サンプルAの場合は LED0、サンプルBの場合はLED1です)

```
while(1){
    LED_On(LED0);
    delay(4000000U);
    LED_Off(LED0);
    delay(4000000U);
}
```

7-6 FUART

7-6-1 例: ループバック

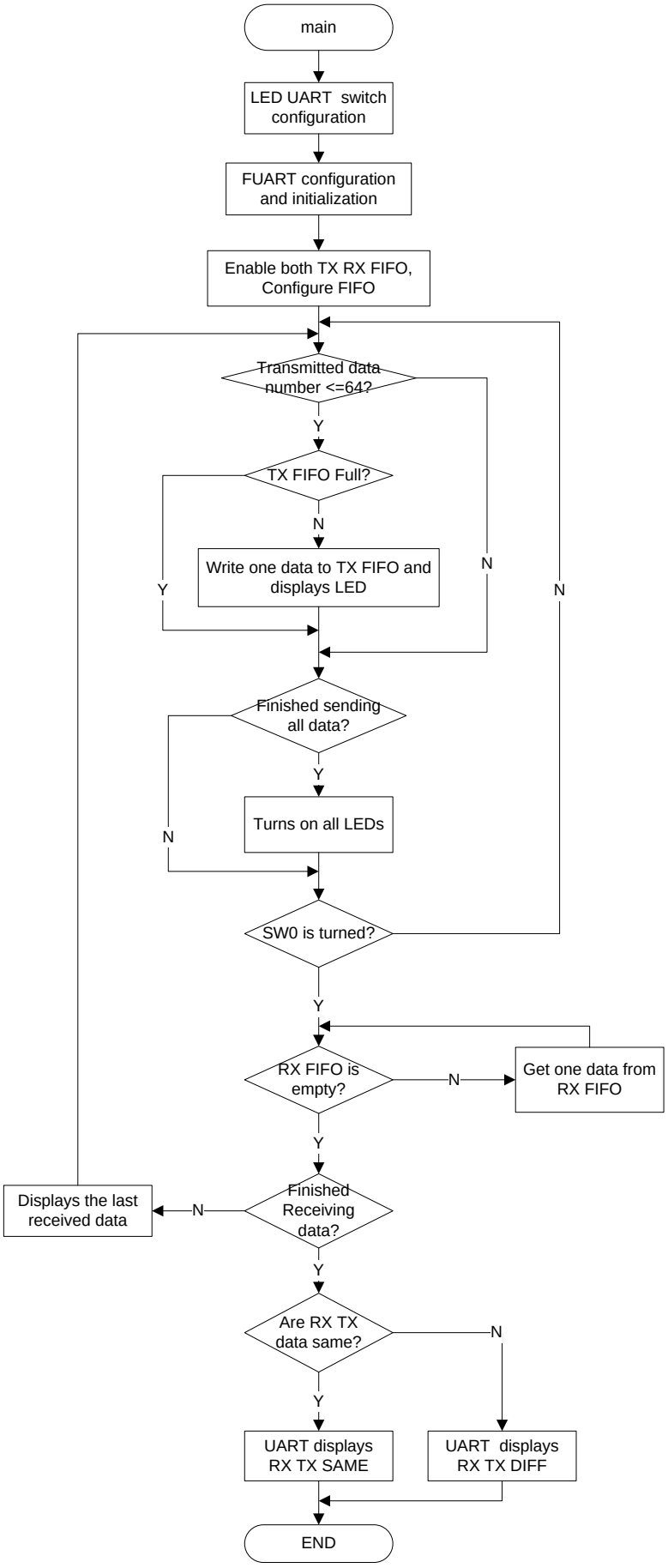
ペリフェラルドライバ(FUART, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

本プログラムはハードウェアフロー制御機能を確認するために 2 回実行することができます。
1 回目:UT0RTS と UT0CTS ハードウェアフロー制御をイネーブルにします。
2 回目:UT0RTS と UT0CTS ハードウェアフロー制御ををディセーブルにします。

この例は以下を行います。

1. LED、UART、スイッチの初期化、フル UART の設定と初期化
2. フル UART 送信データ処理
3. データ受信のため、SW0 を ON にする
4. データ受信終了後、受信データを送信データと比較

- **フローチャート:**


main
LED UART switch configuration
FUART configuration and initialization
Enable both TX RX FIFO, Configure FIFO
Transmitted data number <=64?
Y
TX FIFO Full?
N
Write one data to TX FIFO and displays LED
Y
N
N
Finished sending all data?
Y
Turns on all LEDs
N
SW0 is turned?
Y
RX FIFO is empty?
N
Get one data from RX FIFO
Y
Finished Receiving data?
N
Displays the last received data
Y
Are RX TX data same?
N
Y
UART displays RX TX SAME
UART displays RX TX DIFF
END

- **サンプルプログラムのコードと説明**

プログラム実行前に、UT0RTS あるいは UT0CTS フロー制御のどちらを使用するかを決定してください。RUN_NONE_FLOW_CONTROL が未定義の場合、UT0RTS あるいは UT0CTS フロー制御はプログラム内でイネーブルにします。RUN_NONE_FLOW_CONTROL が定義された場合、プログラム内でイネーブルになるフロー制御はありません。

```
/* #define RUN_NONE_FLOW_CONTROL */
```

まず、プログラムは LED と UART を初期化します。
LED/UART 用に GPIO を設定します。

```
    LED_Init();
    SW_Init();
    hardware_init(UART_RETARGET);
```

FUART0 用 GPIO を設定します。

```
   /* Configure port PK0 to be UT0TXD */
    GPIO_SetOutput(GPIO_PK, GPIO_BIT_0);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PK, GPIO_FUNC_REG_2, GPIO_BIT_0);

    /* Configure port PK1 to be UT0RXD */
    GPIO_SetInput(GPIO_PK, GPIO_BIT_1);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PK, GPIO_FUNC_REG_2, GPIO_BIT_1);

    /* Configure port PK6 to be UT0CTS */
    GPIO_SetInput(GPIO_PK, GPIO_BIT_6);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PK, GPIO_FUNC_REG_2, GPIO_BIT_6);

    /* Configure port PK7 to be UT0RTS */
    GPIO_SetOutput(GPIO_PK, GPIO_BIT_7);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PK, GPIO_FUNC_REG_2, GPIO_BIT_7);
```

FUART_InitTypeDef 構成を生成し、全データフィールドを入力します。その後 FUART0 を初期化します。

```
    FUART_InitTypeDef myFUART;

    myFUART.BaudRate = 300U;
    myFUART.DataBits = FUART_DATA_BITS_8;
    myFUART.StopBits = FUART_STOP_BITS_1;
    myFUART.Parity = FUART_1_PARITY;
    myFUART.Mode = FUART_ENABLE_TX | FUART_ENABLE_RX;

#ifdef RUN_NONE_FLOW_CONTROL
    myFUART.FlowCtrl = FUART_NONE_FLOW_CTRL;
#else
    myFUART.FlowCtrl = FUART_CTS_FLOW_CTRL |
FUART_RTS_FLOW_CTRL;
#endif

    FUART_Init(FUART0, &myFUART);
```

FUART 周辺ドライバを使用して FUART0 の許可、と FIFO の設定を行います。

```
    FUART_Enable(FUART0);
    FUART_EnableFIFO(FUART0);
    FUART_SetINTFIFOLevel(FUART0, FUART_RX_FIFO_LEVEL_16,
```

```
FUART_TX_FIFO_LEVEL_4);
```

その後 FUART0 はデータ送信を開始します。フル UART は 64 種のデータ値のみ送信したのち、送信 FIFO が正常あるいは空の場合、データを送信します。各データが送信されると、LED はデータを表示します。全データが送信されると、全 LED が点灯します。

```
        if (cntTx < MAX_BUFSIZE) {
            FIFOStatus = FUART_GetStorageStatus(FUART0, FUART_TX);
            if ((FIFOStatus == FUART_STORAGE_EMPTY)
                || (FIFOStatus == FUART_STORAGE_NORMAL)) {
                FUART_SetTxData(FUART0, Tx_Buf[cntTx]);
                LED_TXDataDisplay(Tx_Buf[cntTx]);
                cntTx++;
                if(64U==cntTx){
                   LED_On(LED_ALL);        /* sending data is finished */
                }
            }
        }
```

SW0 が On するごとに、プログラムは受信 FIFO からのデータ読み出しを開始します。 データが存在している場合、プログラムは FIFO が空になるまでデータの読み出しを継続します。このとき UART に最終受信データを出力します。SW0 が On であり、データが存在しない場合には、UART に“RX FINISH” プログラムを出力し、受信データと送信データの比較を開始します。受信データが送信データと同一の場合、UART には“RX TX SAME”と出力します。受信データが送信データと異なる場合、UART には “RX TX DIFF”と出力します。

```
    SW0_this = SW_Get(SW0);
    rxlast = rxthis;
    rxthis = cntRx;

    if (rxlast != rxthis) {        /* there are some data that has been received    */
        common_uart_disp("LAST RX DATA:");
        rxnum[0] = ('0' + receive/10U);
        rxnum[1] = ('0' + receive%10U);
        common_uart_disp(rxnum);     /* dispaly the last received data */
    } else {                    /* receiving data is finished */
        common_uart_disp("RX FINISH");
        result = Buffercompare(Tx_Buf, Rx_Buf, MAX_BUFSIZE);
        if (result == SAME) {
            /* received data are same with trnsmitted data */
            /* UT0RTS and UT0CTS flow control has worked normally */
                common_uart_disp("RX TX SAME");
                while(1){}
        } else {
            /* received data are different with trnsmitted data */
            /* UT0RTS and UT0CTS flow control doesn't work */
                common_uart_disp("RX TX DIFF");
                while(1){}
        }
    }
```

7-7 GPIO

7-7-1 例: GPIO データリード

ペリフェラルドライバ(GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例は以下を行います。

1. GPIO の初期化
2. GPIO へのデータ書き込み
3. GPIO からのデータ読み出し

- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、LED 用 GPIO の設定を GPIO_SetOutput()関数を用いて行い、スイッチ用 GPIO の設定を GPIO_SetInput()関数を用いて行います。

```
    GPIO_SetOutput(GPIO_PB,  GPIO_BIT_0  |  GPIO_BIT_1  |  GPIO_BIT_2  |
GPIO_BIT_3);

    GPIO_SetInput(GPIO_PH,   GPIO_BIT_4 | GPIO_BIT_5 | GPIO_BIT_6);
    GPIO_SetInput(GPIO_PJ,   GPIO_BIT_4);
```

for(;;)内において、スイッチ状態に応じて LED 点灯/消灯を切り替えます。

GPIO_ReadDataBit()関数を使用してスイッチ状態を判断します。

```
    if (GPIO_ReadDataBit(GPIO_PJ, GPIO_BIT_4) == 1U) {
                    tmp = 1U;
    } else {
                /*Do nothing */
    }
```

GPIO_WriteData()関数を使用して LED を点灯します。

```
    uint16_t tmp;
    tmp = GPIO_ReadData(GPIO_PB);
    tmp |= led;
    GPIO_WriteData(GPIO_PB, tmp);
```

GPIO_WriteData()関数を使用して LED 消灯します。

```
    uint16_t tmp;
    tmp = GPIO_ReadData(GPIO_PB);
    tmp &= ~led;
    GPIO_WriteData(GPIO_PB, tmp);
```

7-8 I2C

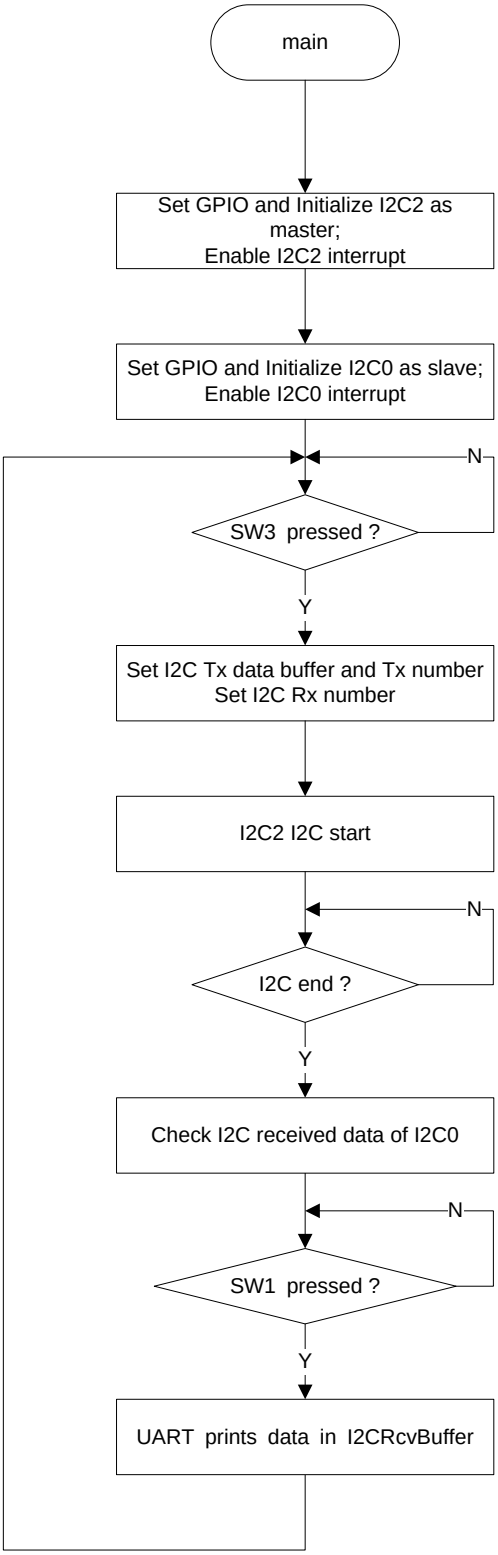
7-8-1 例: I2C Slave

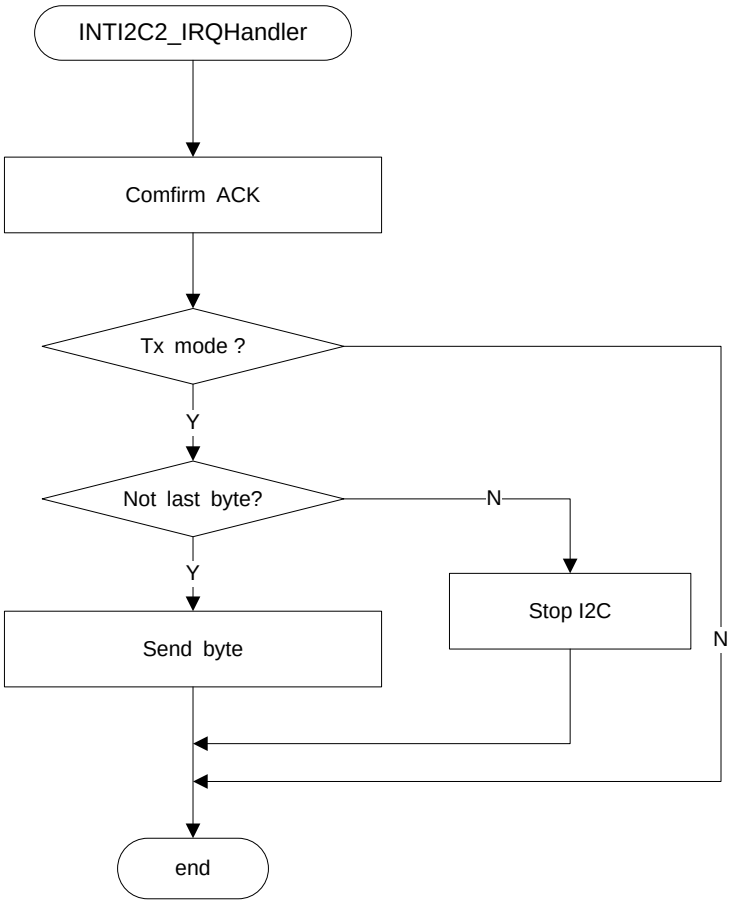
ペリフェラルドライバ (I2C, GPIO) のプログラムサンプルです。

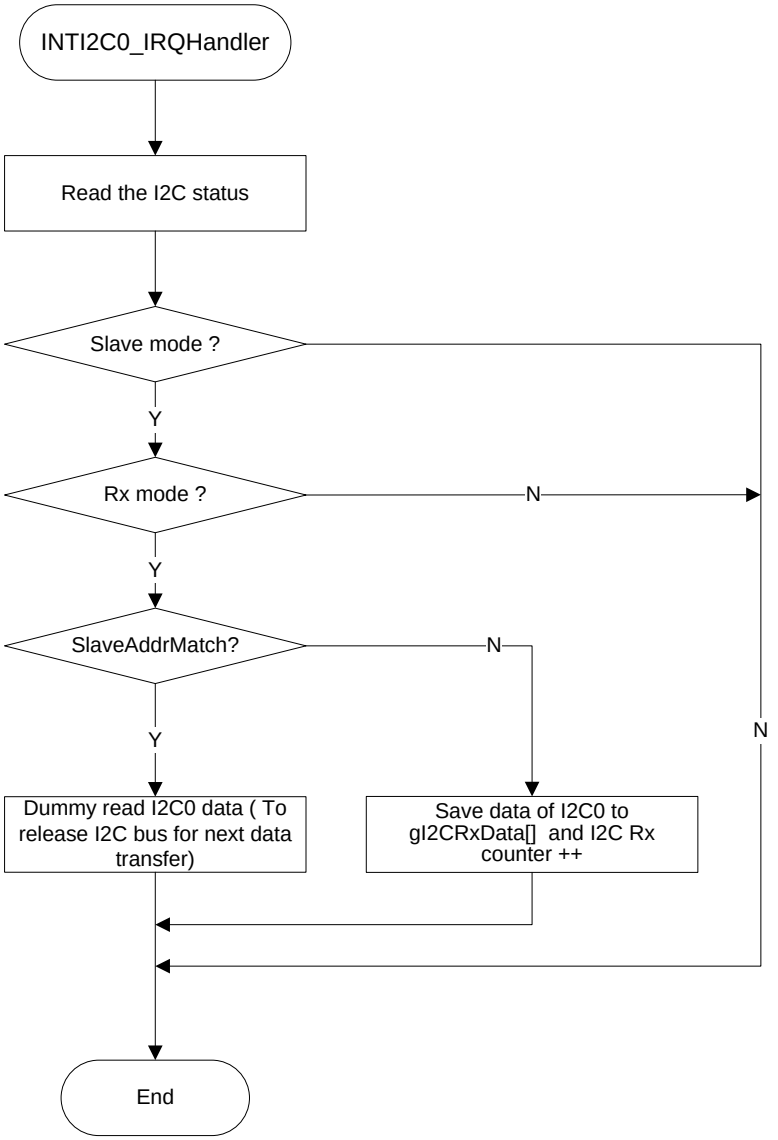
この例では以下を行います。

1. I2C の初期化
2. I2C マスタ送信処理
3. I2C スレーブ受信処理

- **フローチャート:**


main
Set GPIO and Initialize I2C2 as master;
Enable I2C2 interrupt
Set GPIO and Initialize I2C0 as slave;
Enable I2C0 interrupt
N
SW3 pressed ?
Y
Set I2C Tx data buffer and Tx number
Set I2C Rx number
I2C2 I2C start
N
I2C end ?
Y
Check I2C received data of I2C0
N
SW1 pressed ?
Y
UART prints data in I2CRcvBuffer


INTI2C2_IRQHandler
Comfirm ACK
Tx mode ?
Y
Not last byte?
N
Y
Stop I2C
Send byte
N
end



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、GPIO(I2C2)を I2C に設定します。

```
GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PD, GPIO_FUNC_REG_3, GPIO_BIT_0);
GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PD, GPIO_FUNC_REG_3, GPIO_BIT_1);
GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PD, GPIO_BIT_0, ENABLE);
GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PD, GPIO_BIT_1, ENABLE);
GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PD, GPIO_BIT_0, ENABLE);
GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PD, GPIO_BIT_1, ENABLE);
GPIO_SetOpenDrain(GPIO_PD, GPIO_BIT_0, ENABLE);
GPIO_SetOpenDrain(GPIO_PD, GPIO_BIT_1, ENABLE);
```

次に GPIO(I2C0)を I2C に設定します。

```
GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PG, GPIO_FUNC_REG_1, GPIO_BIT_4);
GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PG, GPIO_FUNC_REG_1, GPIO_BIT_5);
GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PG, GPIO_BIT_4, ENABLE);
GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PG, GPIO_BIT_5, ENABLE);
GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PG, GPIO_BIT_4, ENABLE);
```

```
GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PG, GPIO_BIT_5, ENABLE);
GPIO_SetOpenDrain(GPIO_PG, GPIO_BIT_4, ENABLE);
GPIO_SetOpenDrain(GPIO_PG, GPIO_BIT_5, ENABLE);
```

I2C2 の許可と初期設定を行い、その後 INTI2C2 割り込みを許可します。

```
myI2C.I2CSelfAddr = SELF_ADDR;
myI2C.I2CDataLen = I2C_DATA_LEN_8;
myI2C.I2CACKState = ENABLE;
myI2C.I2CClkDiv = I2C_SCK_CLK_DIV_32;
myI2C.PrescalerClkDiv = I2C_PRESCALER_DIV_12;
I2C_SWReset(TSB_I2C2);
I2C_Init(TSB_I2C2, &myI2C);
NVIC_EnableIRQ(INTI2C2_IRQn);
I2C_SetINTReq(TSB_I2C2,ENABLE);
```

I2C0 の許可と初期設定を行い、その後 INTI2C0 割り込みを許可します。

```
myI2C.I2CSelfAddr = SLAVE_ADDR;
myI2C.I2CDataLen = I2C_DATA_LEN_8;
myI2C.I2CACKState = ENABLE;
myI2C.I2CClkDiv = I2C_SCK_CLK_DIV_32;
myI2C.PrescalerClkDiv = I2C_PRESCALER_DIV_12;
I2C_SWReset(TSB_I2C0);
I2C_Init(TSB_I2C0, &myI2C);
NVIC_EnableIRQ(INTI2C0_IRQn);
I2C_SetINTReq(TSB_I2C0,ENABLE);
```

上記設定を行った後、I2C 送信を開始します。
I2C 受信バッファのクリア、I2C 送信バッファとバッファ長の初期設定を行います。

```
        /* Initialize TRx buffer and Tx length */
    case MODE_I2C_INITIAL:
        gI2CTxDataLen = 7U;
        gI2CTxData[0] = gI2CTxDataLen;
        gI2CTxData[1] = 'T';
        gI2CTxData[2] = 'O';
        gI2CTxData[3] = 'S';
        gI2CTxData[4] = 'H';
        gI2CTxData[5] = 'I';
        gI2CTxData[6] = 'B';
        gI2CTxData[7] = 'A';
        gI2CWCnt = 0U;
        for (gICnt = 0U; gICnt < 8U; gICnt++) {
            gI2CRxData[gICnt] = 0U;
        }
        gI2CMode = MODE_I2C_START;
        break;
```

I2C バスが空いているかどうか、“SLAVE_ADDR” データを I2C_SetSendData()に設定します。そして、送信方向を“I2C_SEND”から I2C データバッファへ設定します。その後、I2C_GenerateStart(TSB_I2C2) を使用して、I2C 動作を開始します。

```
        /* Check I2C bus state and start TRx */
    case MODE_I2C_START:
        i2c_state = I2C_GetState(TSB_I2C2);
        if (!i2c_state.Bit.BusState) {
            I2C_SetSendData(TSB_I2C2, SLAVE_ADDR | I2C_SEND);
            I2C_GenerateStart(TSB_I2C2);
            gI2CMode = MODE_I2C_TRX;
```

```
        } else {
            /* Do nothing */
        }
        break;
```

INTI2C2 でデータ転送を行います。

INTI2C0 でデータ受信を行います。

INTI2C2 ハンドラ内で、I2C バス状態を取得し、その値で I2C マスタ送信プロセスを決定します。I2C マスタ送信中は、I2C_SetSendData() で次のデータを送信し、I2C プロセス終了時には、I2C_GenerateStop() で I2C を停止します。

```
void INTI2C2_IRQHandler(void)
{
    TSB_I2C_TypeDef *I2Cx;
    I2C_State i2c_sr;

    I2Cx = TSB_I2C2;
    I2c_sr = I2C_GetState(I2Cx);

    if (i2c_sr.Bit.MasterSlave) {           /* Master mode */
        if (i2c_sr.Bit.TRx) {    /* Tx mode */
            if (i2c_sr.Bit.LastRxBit) { /* LRB=1: the receiver requires no further data. */
                I2C_GenerateStop(I2Cx);
            } else {                /* LRB=0: the receiver requires further data. */
                if (gI2CWCnt <= gI2CTxDataLen) {
                    I2C_SetSendData(I2Cx, gI2CTxData[gI2CWCnt]);            /* Send next data */
                    gI2CWCnt++;
                } else {            /* I2C data send finished. */
                    I2C_GenerateStop(I2Cx);   /* Stop I2C */
                }
            }
        } else {                    /* Rx Mode */
            /* Do nothing */
        }
    } else {                        /* Slave mode */
        /* Do nothing */
    }
}
```

INTI2C0 ハンドラで、I2C バス状態を取得し、その値で I2C スレーブ受信プロセスを決定します。SBI バッファの受信データ読み出しは I2C_GetReceiveData() 関数を用いて行います。I2C 停止状態はマスタによって制御します。

```
void INTI2C0_IRQHandler(void)
{
    uint32_t tmp = 0U;
    TSB_I2C_TypeDef *I2Cy;
    I2C_State I2c0_sr;

    I2Cy = TSB_I2C0;
    i2c0_sr = I2C_GetState(I2Cy);

    if (!i2c0_sr.Bit.MasterSlave) {       /* Slave mode */
        if (!i2c0_sr.Bit.TRx) { /* Rx Mode */
```

```
                if (i2c0_sr.Bit.SlaveAddrMatch) {
                    /* First read is dummy read for Slave address recognize */
                    tmp = I2C_GetReceiveData(I2Cy);
                    gI2CRCnt = 0U;
                } else {
                    /* Read I2C received data and save to I2C_RxData buffer */
                    tmp = I2C_GetReceiveData(I2Cy);
                    gI2CRxData[gI2CRCnt] = tmp;
                    gI2CRCnt++;
                }
            } else {                    /* Tx Mode */
                /* Do nothing */
            }
        } else {                        /* Master mode */
            /* Do nothing */
        }
}
```

7-9 IGBT

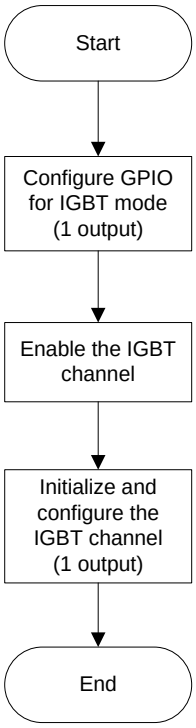
7-9-1 例: 1 相 PPG 出力

ペリフェラルドライバ(IGBT , GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. IGBT タイマ設定と初期化 (1 相 PPG 出力).
2. IGBT タイマ EMG 保護機能
3. IGBT タイマ状態と EMG 割り込みの使用方法

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

LED 設定後、IGBT_InitTypeDef 構成を生成し、全データフィールドを入力します。

```
    IGBT_InitTypeDef myIGBT;
    /* IGBT trigger start: falling edge start and active level is "Low" */
    myIGBT.StartMode = IGBT_FALLING_TRG_START;
    /* IGBT operation: continuous operation */
    myIGBT.OperationMode = IGBT_CONTINUOUS_OUTPUT;
    /* IGBT stopping status: initial output satus and counter */
    myIGBT.CntStopState = IGBT_OUTPUT_INACTIVE;
    /* Trigger edge accept mode: Don't accept trigger during active level */
    myIGBT.ActiveAcceptTrg = DISABLE;
    /* Interrupt cycle: Every one cycle */
    myIGBT.INTPeriod = IGBT_INT_PERIOD_1;
    /* For M462F10:fperiph = fc = 16MHz*6 = 96MHz, T0 = fperiph = 96MHz, figbt = T0/2
= 48MHz */
    myIGBT.ClkDiv = IGBT_CLK_DIV_2;
    /* MT0OUT0 initial state is Low, and active level is High */
    myIGBT.Output0Init = IGBT_OUTPUT_HIGH_ACTIVE;
    /* Disable MT0OUT1 output */
    myIGBT.Output1Init = IGBT_OUTPUT_DISABLE;
    /* Trigger input noise elimination time: 240/fsys */
    myIGBT.TrgDenoiseDiv = IGBT_DENOISE_DIV_240;
    myIGBT.Output0ActiveTiming = 1U;
    myIGBT.Output0InactiveTiming = 1U + IGBT_PPG_PERIOD_50US / 2;
```

```
    /* Period: 50us */
    myIGBT.Period = IGBT_ PPG _PERIOD_50US;
    /* The polarity of MTOUT0x at EMG protection: High-impedance */
    myIGBT.EMGFunction = IGBT_EMG_OUTPUT_HIZ;
    /* EMG input noise elimination time: 240/fsys */
    myIGBT.EMGDenoiseDiv = IGBT_DENOISE_DIV_240;
```

IGBT チャネルと EMG 保護割り込みをイネーブルにし、初期化と構成設定前に EMG 状態をキャンセルします。

```
    /* Enable IGBT and EMG interrupt */
    IGBT_Enable(IGBT0);
    NVIC_EnableIRQ(INTMTEMG0_IRQn);

    /* If the timer is still running, wait until it stops */
    do {
        counter_state = IGBT_GetCntState(IGBT0);
    } while (counter_state == BUSY);
    /* Cancel the EMG protection state */
    do {
        cancel_result = IGBT_CancelEMGState(IGBT0);
    } while (cancel_result == ERROR);
```

IGBT_CancelEMGState() の戻り値が SUCCESS の場合、IGBT_Init()を呼び出して IBGT の初期化を行います。

```
  IGBT_Init(IGBT0, &myIGBT);
```

スタートコマンドを送信して IGBT タイマを開始します。

```
  IGBT_SetSWRunState(IGBT0, IGBT_RUN);
```

その後、対応するポートは開始トリガを検出するごとに PPG 波形を出力します。

GEMG の EMG 保護レベルがアクティブの場合、EMG 割り込みが発生します。LED1 を点灯し、タイマを停止します。

```
  void INTMTEMG0_IRQHandler(void)
  {
      /* If EMG protection, turn on the LED and stop the timer */
      LED_On(LED1);
      IGBT_SetSWRunState(IGBT0, IGBT_STOP);
  }
```

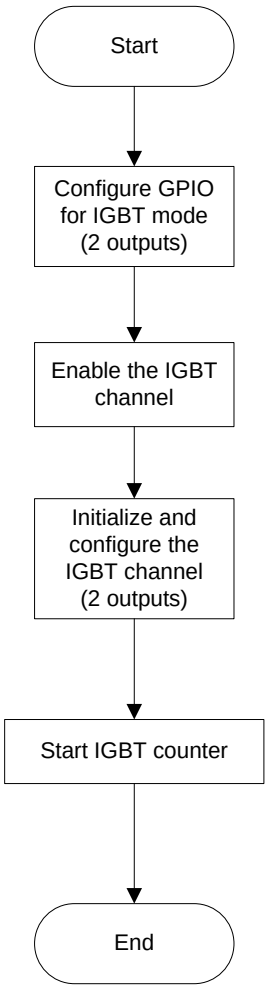
7-9-2 例: 2 相 PPG 出力

ペリフェラルドライバ(IGBT , GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. IGBT タイマ設定と初期化 (2 相 PPG 出力)
2. IGBT タイマ EMG 保護機能
3. IGBT タイマ状態と EMG 割り込みの使用方法

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

LED およびスイッチポートの設定後、IGBT_InitTypeDef 構造を生成し、全データフィールドを入力します。

```
IGBT_InitTypeDef myIGBT;
/* IGBT trigger start: command start */
```

```
    myIGBT.StartMode = IGBT_CMD_START;
    /* IGBT operation: continuous operation */
    myIGBT.OperationMode = IGBT_CONTINUOUS_OUTPUT;
    /* IGBT stopping status: initial output satus and counter */
    myIGBT.CntStopState = IGBT_OUTPUT_INACTIVE;
    /* Trigger edge accept mode: Don't accept trigger during active level */
    myIGBT.ActiveAcceptTrg = DISABLE;
    /* Interrupt cycle: Every one cycle */
    myIGBT.INTPeriod = IGBT_INT_PERIOD_1;
    /* For M462F10:fperiph = fc = 16MHz*6 = 96MHz, T0 = fperiph = 96MHz, figbt = T0/2
= 48MHz */
    myIGBT.ClkDiv = IGBT_CLK_DIV_2;
    /* MT0OUT0 initial state is Low, and active level is High */
    myIGBT.Output0Init = IGBT_OUTPUT_HIGH_ACTIVE;
    /* MT0OUT1 initial state is Low, and active level is High */
    myIGBT.Output1Init = IGBT_OUTPUT_HIGH_ACTIVE;
    /* Trigger input noise elimination time: no use */
    myIGBT.TrgDenoiseDiv = IGBT_NO_DENOISE;
    myIGBT.Output0ActiveTiming = 1U;
    myIGBT.Output0InactiveTiming = 1U + IGBT_ACTIVE_PERIOD_20US;
    myIGBT.Output1ActiveTiming = myIGBT.Output0InactiveTiming +
                                 IGBT_DEAD_TIME_5US;
    myIGBT.Output1InactiveTiming = myIGBT.Output1ActiveTiming +
                                 IGBT_ACTIVE_PERIOD_20US;
    /* Period: 50us */
    myIGBT.Period = IGBT_PPG_PERIOD_50US;
    /* The polarity of MTOUT0x at EMG protection: High-impedance */
    myIGBT.EMGFunction = IGBT_EMG_OUTPUT_HIZ;
    /* EMG input noise elimination time: 240/fsys */
    myIGBT.EMGDenoiseDiv = IGBT_DENOISE_DIV_240;
```

IGBT チャネルと EMG 保護割り込みを有効にします。
初期設定を行う前に EMG 状態をキャンセルします。

```
    /* Enable IGBT and EMG interrupt */
    IGBT_Enable(IGBT0);
    NVIC_EnableIRQ(INTMTEMG0_IRQn);

    /* If the timer is still running, wait until it stops */
    do {
        counter_state = IGBT_GetCntState(IGBT0);
    } while (counter_state == BUSY);
    /* Cancel the EMG protection state */
    do {
        cancel_result = IGBT_CancelEMGState(IGBT0);
```

```
    } while (cancel_result == ERROR);
```

IGBT_CancelEMGState() の戻り値が SUCCESS の場合、IGBT_Init()を呼び出して IBGT の初期化を行います。

```
  IGBT_Init(IGBT0, &myIGBT);
```

スイッチが ON になると、スタートコマンドを送信して IGBT タイマを開始します。

```
  /* If switch is ON, start to run IGBT timer */
  if (SWITCH_ON) {
      IGBT_SetSWRunState(IGBT0, IGBT_RUN);
  } else {
    /* Do nothing */
  }
```

GEMG の EMG 保護レベルがアクティブの場合、EMG 割り込みが発生します。LED1 を点灯し、タイマを停止します。

```
  void INTMTEMG0_IRQHandler(void)
  {
        /* If EMG protection, turn on the LED and stop the timer */
        LED_On(LED1);
        IGBT_SetSWRunState(IGBT0, IGBT_STOP);
  }
```

7-10　LVD

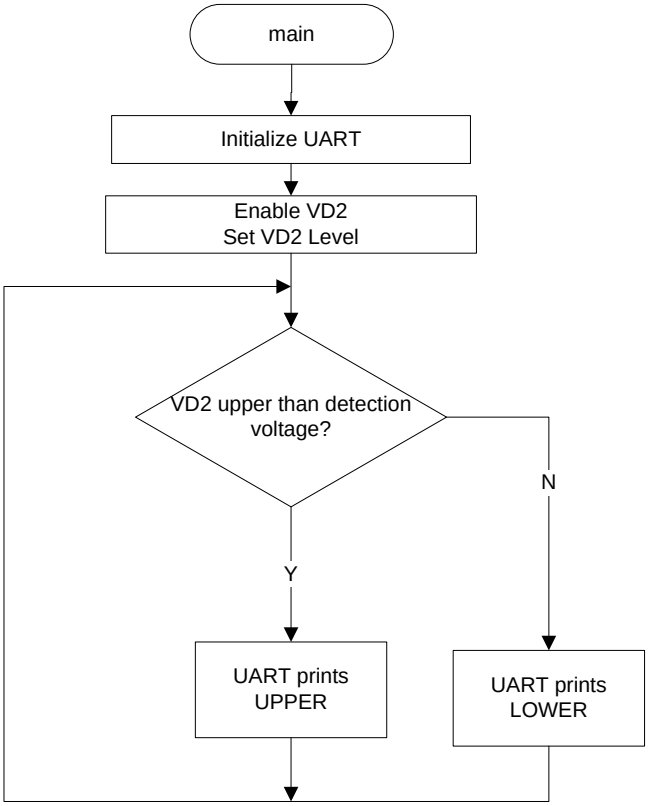
7-10-1　例: LVD

ペリフェラルドライバ(LVD, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. LVD の初期化。
2. LVD 状態の監視。

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

最初にシステムを初期化します。不用意な WDT 割り込みを避けるため WDT を無効にします。

```
hardware_init(UART_RETARGET)                    /* Initialize UART */;
```

電圧検出 2 の設定モードと検出レベルをイネーブルにします。

```
LVD_EnableVD2();
LVD_SetVD2Level(LVD_VDLVL2_315);
```

その後 while(1)内にて VD2 の状態を監視します。
VD2 が検出電圧より高い場合、UART に“UPPER”を出力し、VD2 が検出電圧より低い場合、UART 上には“LOWER”と出力します。

```
while (1) {
    if (LVD_GetVD2Status() == LVD_VD_UPPER) {
        common_uart_disp(“UPPER\n”);
    } else {
        common_uart_disp(“LOWER\n”);
    }
}
```

7-11 OFD

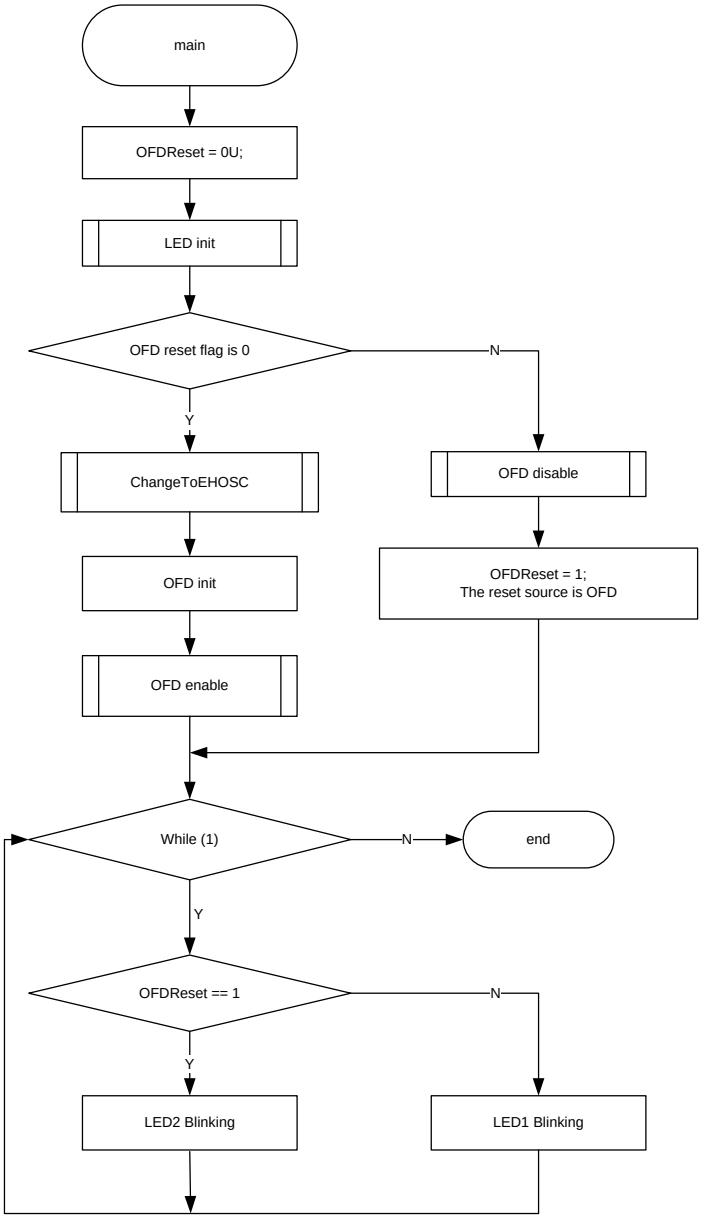
7-11-1 例: OFD

ペリフェラルドライバ(OFD, CG)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. OFD の初期化(検知周波数範囲の設定)
2. OFD リセットフラグの確認
3. OFD の有効／無効.

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、LED を初期化します。

```
    LED_Init ();
```

OFD のリセットフラグを確認します。

```
    resetFlag = CG_GetResetFlag();
    if (resetFlag.Bit.OFDReset == 0U) {
      /* reset source isn't OFD */
    }
```

例えば、通常のリセットでは、MCU は電源投入によるリセットで OFD フラグは"0"となり、プログラムは EHOSC を許可し、検知周波数範囲を OFD に設定し、OFD を初期化します。
以下は EHOSC を許可する CG の設定です。

```
void ChangeToEHOSC(void)
```

```
{
    uint32_t wup_flag = 0U;

    /* Use the external oscillation */
    TSB_CG->OSCCR &= 0x000FFFFFUL;
    TSB_CG->OSCCR |= 0xFFF00000UL;    /* Set the warm up time WUPT[11:0]
*/
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00000400UL;    /* Select external crystal oscillator */
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00000001UL;    /* Enable external oscillator */
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00020000UL;    /* Select warm-up clock */
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00004000UL;     /* Start warm up */

    while (wup_flag) {
        wup_flag = TSB_CG->OSCCR & 0x00008000UL; /* WUP finish or not */
    }                                          /* Warm-up */
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00000100UL;    /* Use the external oscillation */
    TSB_CG->OSCCR |= 0x00000004UL;    /* Enable internal oscillator for OFD */
}
```

OFD の設定のため、まずこのレジスタ設定にて許可します。次に OFD を禁止し、OFD モードを設定します。

```
    OFD_SetRegWriteMode(ENABLE);
    OFD_Disable();
    OFD_Reset(DISABLE);
    OFD_SetDetectionMonitor(OFD_MONITOR);
```

内蔵クロックの検知周波数と検知モードを設定します。

```
    OFD_SetDetectionFrequency(OFD_IHOSC, OFD_HIGHER_COUNT_10M,
OFD_LOWER_COUNT_10M);
```

次に外部クロックの検知周波数と検知モードを設定します。

```
    OFD_SetDetectionFrequency(OFD_EHOSC,
OFD_HIGHER_COUNT_NORMAL, OFD_LOWER_COUNT_NORMAL);
```

ABNORMAL_DEMO を定義すると異常な周波数範囲が設定されます。

```
    OFD_SetDetectionFrequency(OFD_EHOSC,
OFD_HIGHER_COUNT_ABNORMAL, OFD_LOWER_COUNT_ABNORMAL);
```

初期化し、その後、OFD を有効にします。

```
    OFD_Enable();
```

もしエラー検知フラグが'0'の場合、OFD リセットを許可し、OFD モードを変更します。

```
    while (OFD_St.Bit.OFDBusy == 0U) {
        OFD_St = OFD_GetStatus();
    }
    if (OFD_St.Bit.FrequencyError == 0U) {
        OFD_Disable();
```

```
        OFD_SetDetectionMonitor(OFD_NORMAL);
        OFD_Reset(ENABLE);
        OFD_Enable();
        OFD_SetRegWriteMode(DISABLE);
    } else {
        /* Do nothing */
    }
```

上記の設定を行い、その後 OFD は外部クロックを検知する準備を行います。このクロックが検知周波数範囲を超える(例えば、EHOSC が外れる、発振が乱れる、ABNORAL_DEMO が定義されている)と OFD はリセット信号を生成します。この結果 MCU は自動的にリセットを行います。

この OFD リセットフラグを検知すると、MCU はデフォルトの IHOSC で動作します。この結果、OFD 機能が無効となり、OFDReset 変数に"1"をセットします。

```
    OFD_Disable();
    OFDReset = 1U;
```

システムクロック状態を示す LED1 と LED2 の意味は次の通りです。

LED 状態	意味
LED1 点滅	EHOSC が正常であり、MCU は通常動作します。 OFD 機能は有効であり、異常周波数を検知できる状態になります。
LED2 点滅	EHOSC が異常であり、OFD リセットが行われるため、MCU は IHOSC で動作します。この場合、OFD 機能は無効です。

```
    while (1U) {
        if (OFDReset == 1U) {
            LED_On(LED2);
            Delay();
            LED_Off(LED2);
            Delay();
        } else {
            LED_On(LED1);
            Delay();
            LED_Off(LED1);
            Delay();
        }
    }
```

7-12 RMC

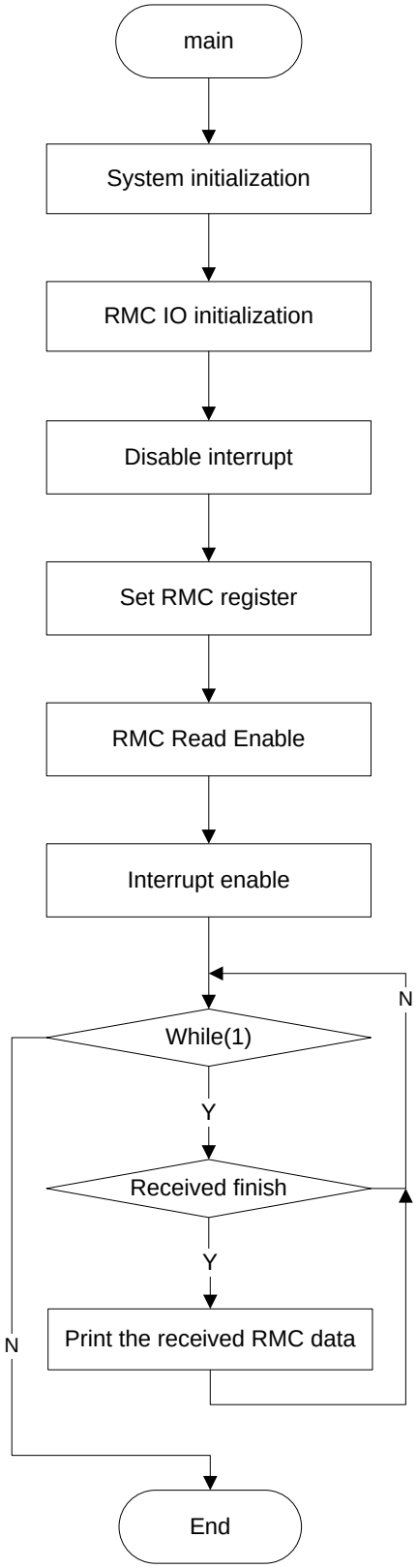
7-12-1 例: RMC 受信

ペリフェラルドライバ (RMC, UART, GPIO, TMRB)のサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. RMC IO 初期化
2. RMC データの受信

- **フローチャート:**


main
System initialization
RMC IO initialization
Disable interrupt
Set RMC register
RMC Read Enable
Interrupt enable
While(1)
N
Y
Received finish
N
Y
Print the received RMC data
N
End

- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、main()関数で, myRMC 構造を作成後、全てのデータ項目を記入します。

```
RMC_InitTypeDef myRMC;

myRMC.LeaderPara.MaxCycle = RMC_MAX_CYCLE;
myRMC.LeaderPara.MinCycle = RMC_MIN_CYCLE;
myRMC.LeaderPara.MaxLowWidth = RMC_MAX_LOW_WIDTH;
myRMC.LeaderPara.MinLowWidth = RMC_MIN_LOW_WIDTH;
myRMC.LeaderPara.LeaderDetectionState = ENABLE;
myRMC.LeaderPara.LeaderINTState = DISABLE;
myRMC.FallingEdgeINTState = DISABLE;
myRMC.SignalRxMethod = RMC_RX_IN_CYCLE_METHOD;
myRMC.LowWidth = RMC_TRG_LOW_WIDTH;
myRMC.MaxDataBitCycle = RMC_TRG_MAX_DATA_BIT_CYCLE;
myRMC.LargerThreshold = RMC_LARGER_THRESHOLD;
myRMC.SmallerThreshold = RMC_SMALLER_THRESHOLD;
myRMC.InputSignalReversedState = DISABLE;
myRMC.NoiseCancellationTime = RMC_NOISE_CANCELLATION_TIME;
```

次に、RMC チャネル 0 の許可と初期化を行います。

```
RMC_Enable(TSB_RMC0);
```

そして、システムがアイドル状態の場合、RMC を禁止します。

```
RMC_Init(TSB_RMC0, &myRMC);
```

指定の RMC0 チャネルの受信を許可します。

```
RMC_SetRxCtrl(TSB_RMC0, ENABLE);
```

割り込み INTRMCRX_IRQHandler()で、指定の RMC0 チャネルの割り込み要因を取得します。

```
RMC_INTFactor myRMC_INTFactor;
myRMC_INTFactor = RMC_GetINTFactor(TSB_RMC0);
```

指定の RMC0 チャネルのリーダー検出結果を取得します。

```
RMC_LeaderDetection myRMC_LeaderDetection;
myRMC_LeaderDetection = RMC_GetLeader(TSB_RMC0);
```

指定の RMC0 チャネルからの受信データを取得します。

```
RMC_RxDataTypeDef myRMC_RxDataDef;
myRMC_RxDataDef = RMC_GetRxData(TSB_RMC0);
```

7-13 RTC

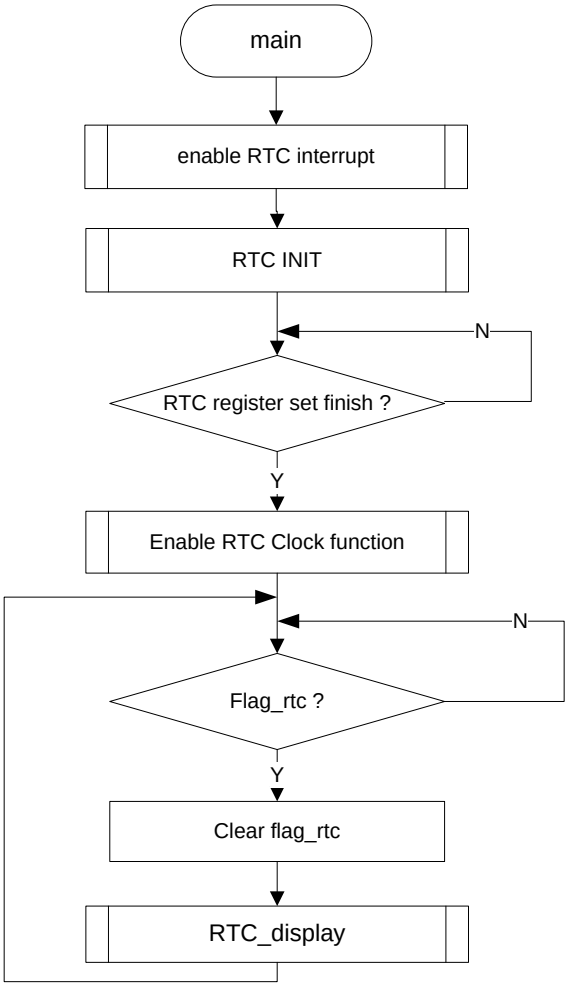
7-13-1 例: RTC

ペリフェラルドライバ (RTC, CG) のサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1 RTC の時間設定
2 RTC の時間取得

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、スリープモードから抜けるためにソース(RTC 割り込み)を設定します。

```
CG_SetSTBYReleaseINTSrc(CG_INT_SRC_RTC,
CG_INT_ACTIVE_STATE_FALLING, ENABLE);
```

RTC の初期化で、RTC_DateTypeDef と RTC_TimeTypeDef 構造を作成し、全データ項目を設定します。ここでは 2010/10/22 12:50:55, 24 時間表示フォーマットを初期設定としています。

```
RTC_DateTypeDef Date_Struct;
RTC_TimeTypeDef Time_Struct;

Date_Struct.LeapYear = RTC_LEAP_YEAR_2;
Date_Struct.Year = (uint8_t) 10U;
Date_Struct.Month = (uint8_t) 10U;
Date_Struct.Date = (uint8_t) 22U;
Date_Struct.Day = RTC_FRI;

Time_Struct.HourMode = RTC_24_HOUR_MODE;
Time_Struct.Hour = (uint8_t) 12U;
Time_Struct.Min = (uint8_t) 50U;
Time_Struct.Sec = (uint8_t) 55U;
```

クロックとアラーム機能を禁止します。

```
RTC_DisableClock();
RTC_DisableAlarm();
```

RTC 秒カウンタのリセット、1Hz 割り込みの許可、RTCINT の許可を行います。

```
RTC_ResetClockSec();
RTC_SetAlarmOutput(RTC_PULSE_1_HZ);
RTC_SetRTCINT(ENABLE);
```

RTC の時間と日付の値を設定します。

```
RTC_SetTimeValue(&Time_Struct);
RTC_SetDateValue(&Date_Struct);
```

上記項目を設定後、RTC 割り込みを許可します。 RTC レジスタ設定の終了を待ち、RTC 時計機能を許可します。

```
NVIC_EnableIRQ(INTRTC_IRQn);
RTC_EnableClock();
```

RTC 割り込みにおいて、RTC 割り込みを秒単位で発生するようにします。その後、RTC 割り込み要求をクリアします。

```
fRTC_1HZ_INT = 1U;
/* Clear RTC interrupt request */
CG_ClearINTReq(CG_INT_SRC_RTC);
```

割り込みが発生すると、RTC の秒の値の 1 の位の値を UART に出力します。
以下は、RTC データと時間値をどのように取得するかを示します。

```
Year = RTC_GetYear();
Month = RTC_GetMonth();
Date = RTC_GetDate(RTC_CLOCK_MODE);
Hour = RTC_GetHour(RTC_CLOCK_MODE);
Min = RTC_GetMin(RTC_CLOCK_MODE);
Sec = RTC_GetSec();
```

7-14 SSP

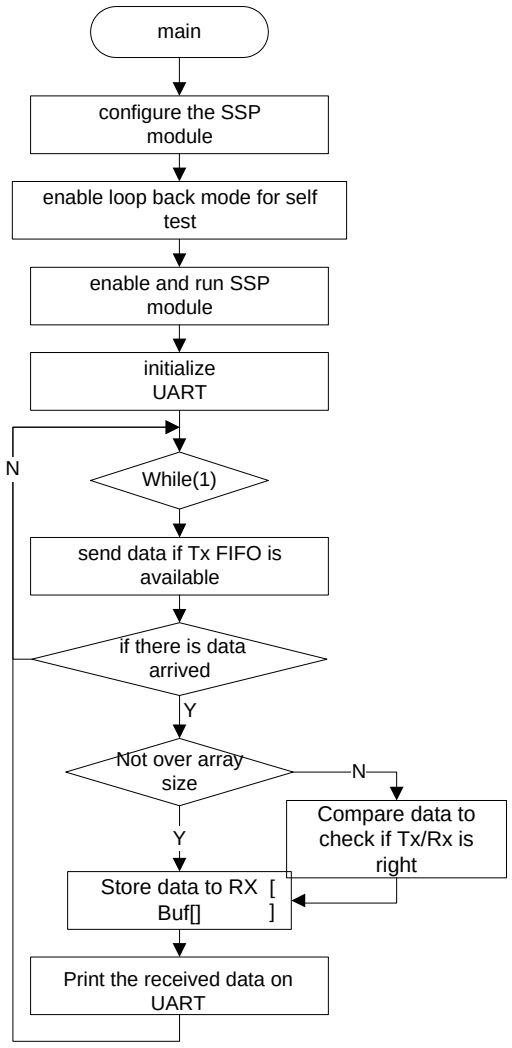
7-14-1 例: SSP0 セルフループバック

ペリフェラルドライバ (SSP, GPIO) のプログラムサンプルです。

この例では以下を行います。

1. SSP0 の初期化
2. ループバック設定

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

```
int main(void)
{
    SSP_InitTypeDef initSSP;
```

```
    SSP_FIFOState fifoState;

    uint16_t datTx = 0U;            /* must use 16bit type */
    uint32_t cntTx = 0U;
    uint32_t cntRx = 0U;

    uint16_t receive = 0U;
    char SSP_UART_Data[16];

    uint16_t Rx_Buf[MAX_BUFSIZE] = { 0U };
    uint16_t Tx_Buf[MAX_BUFSIZE] = { 0U };

    /* configure the SSP module */
    initSSP.FrameFormat = SSP_FORMAT_SPI;

    /* default is to run at maximum bit rate */
    initSSP.PreScale = 2U;
    initSSP.ClkRate = 1U;
    /* define BITRATE_MIN to run at minimum bit rate */
    /*    BitRate = fSYS / (PreScale x (1 + ClkRate)) */
#ifdef BITRATE_MIN
    initSSP.PreScale = 254U;
    initSSP.ClkRate = 255U;
#endif
    initSSP.ClkPolarity = SSP_POLARITY_LOW;
    initSSP.ClkPhase = SSP_PHASE_FIRST_EDGE;
    initSSP.DataSize = 16U;
    initSSP.Mode = SSP_MASTER;
    SSP_Init(TSB_SSP0, &initSSP);

    /* enable loop back mode for self test */
    SSP_SetLoopBackMode(TSB_SSP0, ENABLE);

    /* enable and run SSP module */
    SSP_Enable(TSB_SSP0);

    /* initialize LEDs on M462 board before display something */
    LED_Init();
    hardware_init(UART_RETARGET);

    while (1) {

        datTx++;
        /* send data if Tx FIFO is available */
        fifoState = SSP_GetFIFOState(TSB_SSP0, SSP_TX);
        if ((fifoState == SSP_FIFO_EMPTY) || (fifoState == SSP_FIFO_NORMAL))
{
            SSP_SetTxData(TSB_SSP0, datTx);
            if (cntTx < MAX_BUFSIZE) {
                Tx_Buf[cntTx] = datTx;
                cntTx++;
            } else {
                /* Do nothing */
            }
        } else {
            /* Do nothing */
```

```
        }

        /* check if there is data arrived */
        fifoState = SSP_GetFIFOState(TSB_SSP0, SSP_RX);
        if ((fifoState == SSP_FIFO_FULL) || (fifoState == SSP_FIFO_NORMAL)) {
            receive = SSP_GetRxData(TSB_SSP0);
            if (cntRx < MAX_BUFSIZE) {
                Rx_Buf[cntRx] = receive;
                cntRx++;
            } else {
                /* Place a break point here to check if receive data is right. */
                /* Success Criteria:       */
                /* Every data transmited from Tx_Buf is received in Rx_Buf. */
                /* When the line "#define BITRATE_MIN" is commented, the SSP
                   is run in maxium */
                /* bit rate, so we can find there is enough time to transmit date
                   from 1 to    */
                /* MAX_BUFSIZE one by one. but if we uncomment that line, SSP
                     is run in          */
                /*    minimum bit rate, we will find that receive data can't catch
                     "datTx++",     */
                /*    in this so slow bit rate, when the Tx FIFO is available, the
                     cntTx has       */
                /*    been increased so much.    */
                __NOP();
                result = Buffercompare(Tx_Buf, Rx_Buf, MAX_BUFSIZE);
                if (result    == NOT_SAME)
                {
                      LED_On(LED0);
                      LED_On(LED1);
                }else
                {
                      LED_On(LED2);
                      LED_On(LED3);
                }
            }

        } else {
            /* Do nothing */
        }

        sprintf((char *)SSP_UART_Data, "%d", receive);

        common_uart_disp("SSP RX DATA:");
        common_uart_disp("\n");
        common_uart_disp(SSP_UART_Data);
        common_uart_disp("\n");

    }
}
```

7-15 TMRB

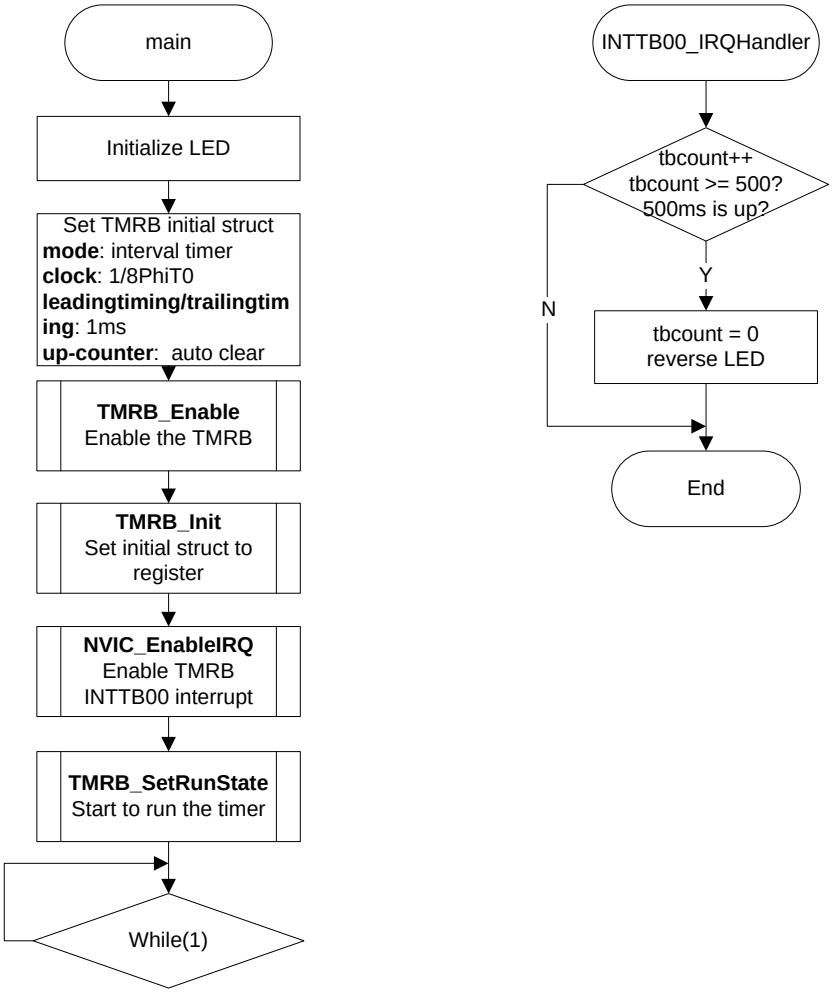
7-15-1 例: 汎用タイマ

ペリフェラルドライバ (TMRB, GPIO) のプログラムサンプルです。

この例では以下を行います。

1. TMRB0 の初期化
2. 1ms の汎用タイマ

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず LED の初期化を来ない、LED を ON します。

```
LED_Init();                                          /* LED initialize */
LED_On(LED_ALL);                                     /* Turn on LED_ALL */
```

TMRB 設定用の構造体を用意し TMRB モード、クロック、アップカウンタクリア方法、周期とデューティを設定します。このサンプルプログラムでは、1ms の周期とデューティを設定します。このカウント値は Tmrb_Calculator 関数で算出します。

```
TMRB_InitTypeDef m_tmrb;

m_tmrb.Mode = TMRB_INTERVAL_TIMER;       /* internal timer */
m_tmrb.ClkDiv = TMRB_CLK_DIV_8;          /* 1/8PhiT0 */
/* periodic time is 1ms(require 1000us) */
m_tmrb.TrailingTiming = Tmrb_Calculator(1000U, m_tmrb.ClkDiv);
m_tmrb.UpCntCtrl = TMRB_AUTO_CLEAR;      /* up-counter auto clear */
/* periodic time is 1ms(require 1000us) */
m_tmrb.LeadingTiming = Tmrb_Calculator(1000U, m_tmrb.ClkDiv);
```

TMRB 動作の許可、および初期化を行います。INTTB0 割り込み(1ms 毎にトリガ)を許可し、最後に TMRB を動作します。

```
TMRB_Enable(TSB_TB0);                    /* enable the TMRB0 */
TMRB_Init(TSB_TB0, &m_tmrb);             /* initial the TMRB0 */
NVIC_EnableIRQ(INTTB0_IRQn);             /* enable INTTB0 interrupt */
TMRB_SetRunState(TSB_TB0, TMRB_RUN);     /* run TMRB0*/
```

while(1)内にて割り込み発生を待ちます。

割り込みハンドラ内でカウントアップし、500ms までカウントすると LED を反転させ、カウントを再開します。

```
tbcount++;
if (tbcount >= 500U) {                   /* 500ms is up */
    tbcount = 0U;
    /* reverse LED output */
    ledon = (ledon == 0U) ? 1U : 0U;
    if (0U == ledon) {
        LED_Off(LED_ALL);
    } else {
        LED_On(LED_ALL);
    }
} else {
    /* Do nothing */
}
```

Tmrb_Calculator()関数 :

```
uint16_t Tmrb_Calculator(uint16_t Tmrb_Require_us, uint32_t ClkDiv)
{
    uint32_t T0 = 0U;
    const uint16_t Div[8U] = {1U, 2U, 8U, 32U, 64U, 128U, 256U, 512U};

    SystemCoreClockUpdate();

    T0 = SystemCoreClock / (1U << ((TSB_CG->SYSCR >> 8U) & 7U));
    T0 = T0/((Div[ClkDiv])*1000000U);
```

```
        return(Tmrb_Require_us * T0);
    }
```

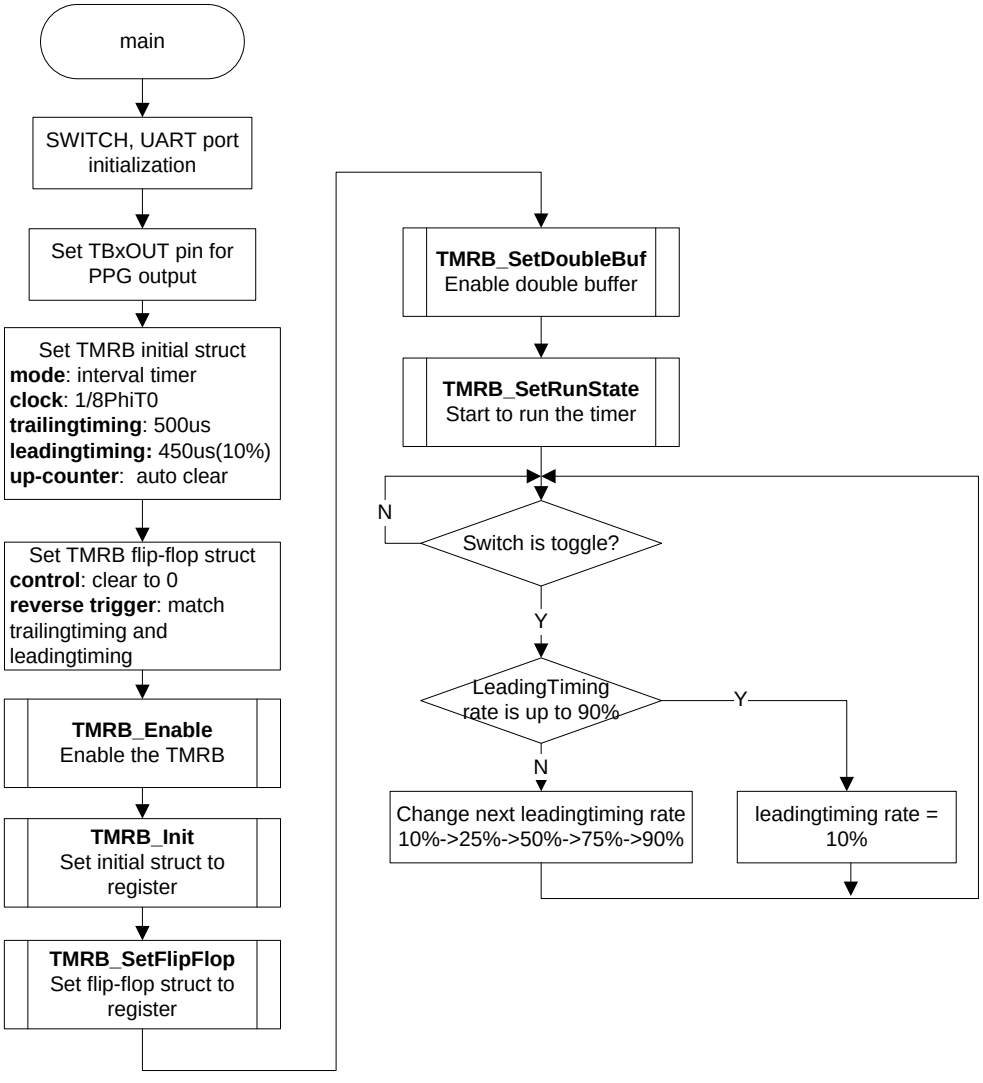
7-15-2　例: PPG 出力

ペリフェラルドライバ (TMRB, GPIO, UART) のプログラムサンプルです。

この例では以下を行います。

1. TMRB6 の初期化
2. PPG 動作の設定
3. PPG 波形の調整

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

最初に、配列 tgtLeadingTiming、LeadingTimingus、LeadingTiming を初期化し、 PF1 を PPG 出力の TB6OUT に設定します。

```
    TMRB_InitTypeDef m_tmrb;
    TMRB_FFOutputTypeDef PPGFFInital;
    uint8_t keyvalue;
    uint32_t i = 0U;
    uint32_t tgtLeadingTiming[5U] = { 10U, 25U, 50U, 75U, 90U }; /* leadingtiming:
10%, 25%, 50%, 75%, 90% */
    uint32_t LeadingTimingus[5U] = {0U};
    uint32_t LeadingTiming[5U] = {0U};

    /* LeadingTimingus: 50, 125, 250, 375, 450 */
    for (i=0U;i<=4U;i++) {
        LeadingTimingus[i] = tgtLeadingTiming[i] * 5U;
    }

    /* UART & switch initialization */
    hardware_init(UART_RETARGET);
    SW_Init();

    /* Set PF1 as TB6OUT for PPG output */
    GPIO_SetOutput(GPIO_PF, GPIO_BIT_1);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PF, GPIO_FUNC_REG_4, GPIO_BIT_1);
```

TMRB 初期化構造体を用意し、TMRB モード、クロック、アップカウンタクリア方法周期、デューティを設定します。本サンプルプログラムでは、500μs の周期とデューティを設定します。周期とデューティの設定値は Tmrb_Calculator()関数で算出します。

```
    TMRB_InitTypeDef m_tmrb;

    m_tmrb.Mode = TMRB_INTERVAL_TIMER;        /* internal timer */
    m_tmrb.ClkDiv = TMRB_CLK_DIV_8;                /* 1/8PhiT0 */
    m_tmrb.UpCntCtrl = TMRB_AUTO_CLEAR;       /* up-counter auto clear */
    for(i=0U;i<=4U;i++) {
        LeadingTiming[i] = Tmrb_Calculator(LeadingTimingus[i], m_tmrb.ClkDiv);
    }
    m_tmrb.TrailingTiming  =  Tmrb_Calculator(500U,  m_tmrb.ClkDiv);        /*
trailingtiming is 500us */
    m_tmrb.LeadingTiming  =  LeadingTiming[Rate];                           /*
leadingtiming, initial value 10% */
```

フリップフロップ初期化構造体、フリップフロップ制御、反転トリガ引数を設定します。反転トリガは、デューティとサイクルと一致するよう設定します。

```
    PPGFFInital.FlipflopCtrl = TMRB_FLIPFLOP_SET;
    PPGFFInital.FlipflopReverseTrg=TMRB_FLIPFLOP_MATCH_TRAILING|
    TMRB_FLIPFLOP_MATCH_LEADING;
```

TMRB モジュールを許可し、指定レジスタに初期化構造体、フリップフロップ構造体を設定します。ダブルバッファを許可し、キャプチャ機能を禁止にします。最後に、TMRB を動作させます。

```
    TMRB_Enable(TSB_TB6);
    TMRB_Init(TSB_TB6, &m_tmrb);
```

```
    TMRB_SetFlipFlop(TSB_TB6, &PPGFFInital);
    /* enable double buffer */
    TMRB_SetDoubleBuf(TSB_TB6,ENABLE, TMRB_WRITE_REG_SEPARATE);
    TMRB_SetRunState(TSB_TB6, TMRB_RUN);
```

スイッチが Low から High になるまで待ち、同時に UART に現在のデューティを表示します。

```
    do {                                /* wait if switch is Low */
            keyvalue = GPIO_ReadDataBit(KEYPORT, GPIO_BIT_4);
            LeadingTiming_display(); /* display current leadingtiming */
        } while (GPIO_BIT_VALUE_0 == keyvalue);
```

スイッチが High になると、下記のようにデューティを設定します。

10%->25%->50%->75%->90%。

その後 90% から、また 10% になります。

```
    Rate++;
    if (Rate >= LEADINGMAX) {
        Rate = LEADINGINIT;
        } else {
            /* Do nothing */
        }

    TMRB_ChangeLeadingTiming(TSB_TB6,  LeadingTiming[Rate]);     /*  change
leadingtiming rate */
```

Tmrb_Calculator 関数:

```
    uint16_t Tmrb_Calculator(uint16_t Tmrb_Require_us, uint32_t ClkDiv)
    {
        uint32_t T0 = 0U;
        const uint16_t Div[8U] = {1U, 2U, 8U, 32U, 64U, 128U, 256U, 512U};

        SystemCoreClockUpdate();

        T0 = SystemCoreClock / (1U << ((TSB_CG->SYSCR >> 8U) & 7U));
        T0 = T0/((Div[ClkDiv])*1000000U);

        return(Tmrb_Require_us * T0);
    }
```

7-16 SIO/UART

7-16-1 例: リターゲット(UART)

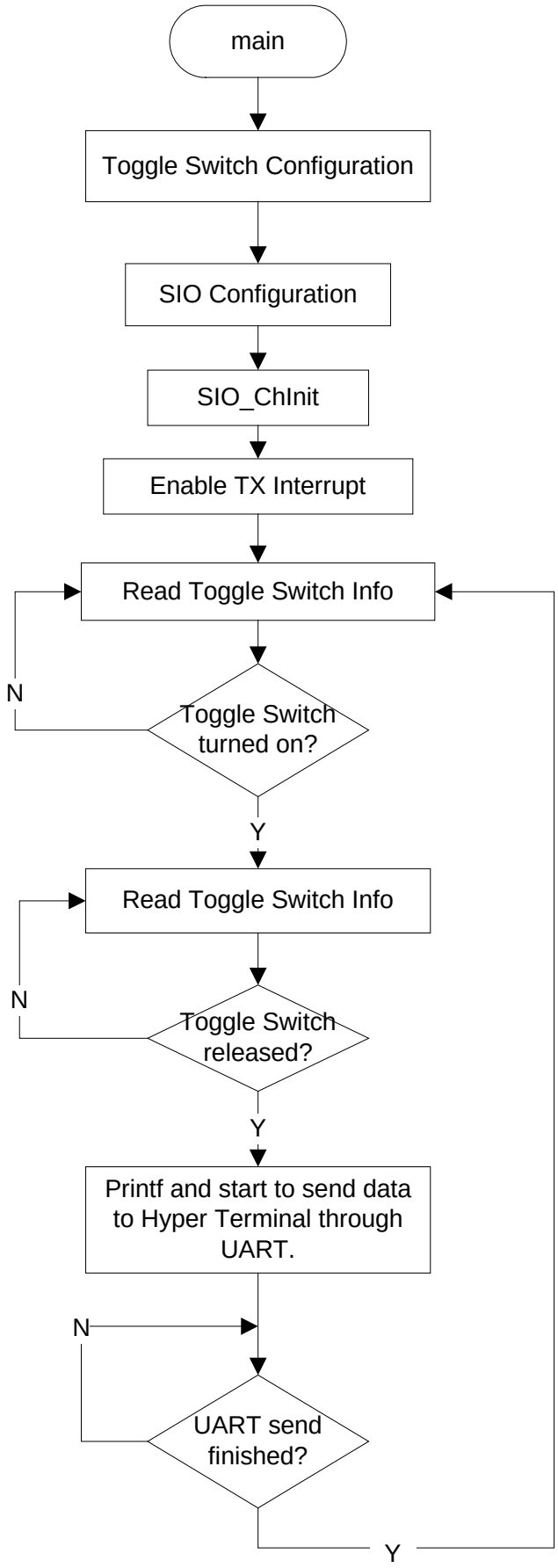
ペリフェラルドライバ (UART, GPIO)を用いたサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. UART 設定と初期化

2. UART 送信制御
3. データ送信に UART0 の TX 割り込みを使用
4. UART に printf()関数をリターゲット

- **フローチャート:**


main
Toggle Switch Configuration
SIO Configuration
SIO_ChInit
Enable TX Interrupt
Read Toggle Switch Info
N
Toggle Switch turned on?
Y
Read Toggle Switch Info
N
Toggle Switch released?
Y
Printf and start to send data to Hyper Terminal through UART.
N
UART send finished?
Y

- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず、GPIO 設定と UART の初期化を行います。
GPIO ペリフェラルドライバを使い、GPIO を UART に設定します。

```
    GPIO_SetOutputEnableReg(GPIO_PF, GPIO_BIT_3, ENABLE);
    GPIO_SetInputEnableReg(GPIO_PF, GPIO_BIT_3, DISABLE);
    GPIO_EnableFuncReg(GPIO_PF, GPIO_FUNC_REG_1, GPIO_BIT_3);
```

UART_InitTypeDef 構造体を準備し、データを設定します。以下は設定例です。

```
    UART_InitTypeDef myUART;

    /* configure SIO0 for reception */
    UART_Enable(UART_RETARGET);
    myUART.BaudRate = 115200U;   /* baud rate = 115200 */
    myUART.DataBits = UART_DATA_BITS_8; /* no handshake, 8-bit data, clock
by baud rate generator */
    myUART.StopBits = UART_STOP_BITS_1; /* 1-bit stop, LSB,   W-buff enable
*/
    myUART.Parity = UART_NO_PARITY;
    myUART.Mode = UART_ENABLE_TX;
    myUART.FlowCtrl = UART_NONE_FLOW_CTRL;
    UART_Init(UART_RETARGET, &myUART);
```

上記設定を行い、その後、UART の送信割り込みを有効にします。

```
    NVIC_EnableIRQ(RETARGET_INT)
```

送信データは TxBuffer に文字列として確認できます。

```
    printf("%s\r\n", TxBuffer);
```

データフローの残りのプロセスは UART0 送信割り込みルーチンの ISR にて終了します。
UART0 の送信割り込みルーチン:

```
void INTTX0_IRQHandler(void)
{
    if (gSIORdIndex < gSIOWrIndex) {       /* buffer is not empty */
        UART_SetTxData(UART_RETARGET,     gSIOTxBuffer[gSIORdIndex++]);
/* send data */
        fSIO_INT = SET;              /* SIO0 INT is enable */
    } else {
        /* disable SIO0 INT */
        fSIO_INT = CLEAR;
        NVIC_DisableIRQ(RETARGET_INT);
        fSIOTxOK = YES;
    }
    if (gSIORdIndex >= gSIOWrIndex) {     /* reset buffer index */
        gSIOWrIndex = CLEAR;
        gSIORdIndex = CLEAR;
    } else {
        /* Do nothing */
    }
}
```

printf()関数は IAR コンパイラの putchar()を、RealView コンパイラの fputc()をコールしてデータ出力を行います。

```
#if defined ( __CC_ARM      )          /* RealView Compiler */
```

```
struct __FILE {
      int handle;                         /* Add whatever you need here */
};
FILE __stdout;
FILE __stdin;
int fputc(int ch, FILE * f)
#elif defined ( __ICCARM__ )       /*IAR Compiler */
int putchar(int ch)
#endif
{
      return (send_char(ch));
}

uint8_t send_char(uint8_t ch)
{
      while (gSIORdIndex != gSIOWrIndex) {            /* wait for finishing sending */
            /* Do nothing */
      }
      gSIOTxBuffer[gSIOWrIndex++] = ch;     /* fill TxBuffer */
      if (fSIO_INT == CLEAR) {       /* if SIO INT disable, enable it */
            fSIO_INT = SET;               /* set SIO INT flag */
            UART_SetTxData(UART_RETARGET, gSIOTxBuffer[gSIORdIndex++]);
            NVIC_EnableIRQ(RETARGET_INT);
      }

      return ch;
}
```

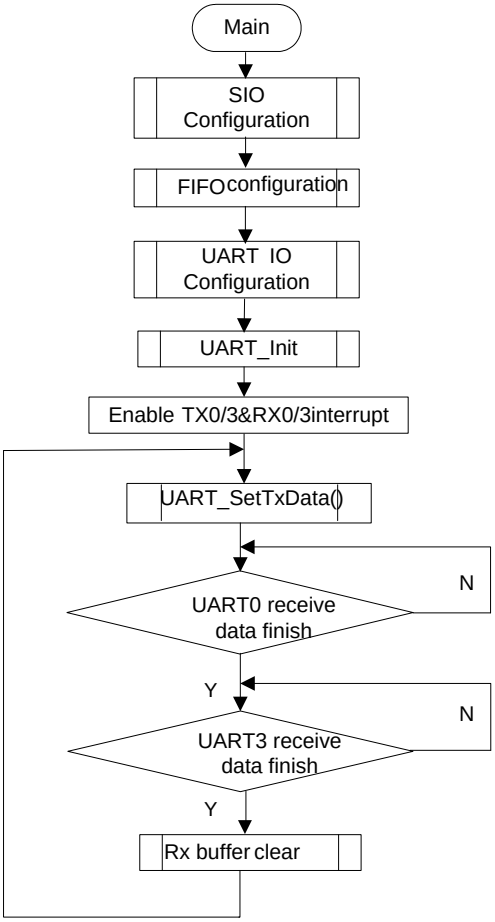
7-16-2　例: UART FIFO

ペリフェラルドライバ(UART, GPIO)を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. UART と FIFO の初期設定
2. FIFO を使用した UART の送受信

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず GPIO と UART の初期設定を行います。
GPIO を UART0 と UART3 に設定します。

```
void SIO_Configuration(TSB_SC_TypeDef * SCx)
{
    if (SCx == TSB_SC0) {
        TSB_PF->CR |= GPIO_BIT_3;
        TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_3;
        TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_4;
```

```
            TSB_PF->IE |= GPIO_BIT_4;
      } else if (SCx == TSB_SC1) {
            TSB_PF->CR |= GPIO_BIT_6;
            TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_6;
            TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_7;
            TSB_PF->IE |= GPIO_BIT_7;
      } else if (SCx == TSB_SC2) {
            TSB_PF->CR |= GPIO_BIT_9;
            TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_9;
            TSB_PF->FR1 |= GPIO_BIT_10;
            TSB_PF->IE |= GPIO_BIT_10;
      } else if (SCx == TSB_SC3) {
            TSB_PD->CR |= GPIO_BIT_0;
            TSB_PD->FR2 |= GPIO_BIT_0;
            TSB_PD->FR2 |= GPIO_BIT_1;
            TSB_PD->IE |= GPIO_BIT_1;
      }
}
```

UART_InitTypeDef 構造体を準備し、データを設定します。以下は設定例です。

```
      UART_InitTypeDef myUART;

      /* configure SIO0 for reception */
      UART_Enable(UART_RETARGET);
      myUART.BaudRate = 115200U;    /* baud rate = 115200 */
      myUART.DataBits = UART_DATA_BITS_8; /* no handshake, 8-bit data, clock
by baud rate generator */
      myUART.StopBits = UART_STOP_BITS_1; /* 1-bit stop, LSB,   W-buff enable
*/
      myUART.Parity = UART_NO_PARITY;
      myUART.Mode = UART_ENABLE_TX|UART_ENABLE_RX;
      myUART.FlowCtrl = UART_NONE_FLOW_CTRL;
      UART_Init(UART_RETARGET, &myUART);
```

UART0/3 の有効化と初期設定を行います。

```
       UART_Enable(UART0);
       UART_Init(UART0, &myUART);

       UART_Enable(UART3);
       UART_Init(UART3, &myUART);
```

FIFO の初期設定を行います。

```
      UART_RxFIFOByteSel(UART0,UART_RXFIFO_RXFLEVEL);
      UART_RxFIFOByteSel(UART3,UART_RXFIFO_RXFLEVEL);

      UART_TxFIFOINTCtrl(UART0,ENABLE);
      UART_TxFIFOINTCtrl(UART3,ENABLE);

      UART_RxFIFOINTCtrl(UART0,ENABLE);
      UART_RxFIFOINTCtrl(UART3,ENABLE);

      UART_TRxAutoDisable(UART0,UART_RXTXCNT_AUTODISABLE);
      UART_TRxAutoDisable(UART3,UART_RXTXCNT_AUTODISABLE);

      UART_FIFOConfig(UART0,ENABLE);
      UART_FIFOConfig(UART3,ENABLE);
```

```
    UART_RxFIFOFillLevel(UART0, UART_RXFIFO4B_FLEVLE_4_2B);
    UART_RxFIFOFillLevel(UART3, UART_RXFIFO4B_FLEVLE_4_2B);

    UART_RxFIFOINTSel(UART0,UART_RFIS_REACH_EXCEED_FLEVEL);
    UART_RxFIFOINTSel(UART3,UART_RFIS_REACH_EXCEED_FLEVEL);

    UART_RxFIFOClear(UART0);
    UART_RxFIFOClear(UART3);

    UART_TxFIFOFillLevel(UART0, UART_TXFIFO4B_FLEVLE_0_0B);
    UART_TxFIFOFillLevel(UART3, UART_TXFIFO4B_FLEVLE_0_0B);

    UART_TxFIFOINTSel(UART0,UART_TFIS_REACH_NOREACH_FLEVEL);
    UART_TxFIFOINTSel(UART3,UART_TFIS_REACH_NOREACH_FLEVEL);

    UART_TxFIFOClear(UART0);
    UART_TxFIFOClear(UART3);
```

上記設定を行い、その後、UART0/3 の送信割り込みを有効にします。

```
    NVIC_EnableIRQ(INTTX0_IRQn);
    NVIC_EnableIRQ(INTRX3_IRQn);

    NVIC_EnableIRQ(INTTX3_IRQn);
    NVIC_EnableIRQ(INTRX0_IRQn);
```

UART0 の送信割り込みルーチン:

```
void INTTX0_IRQHandler(void)
{
    volatile UART_Err err;

    if (TxCounter < NumToBeTx) {
        UART_SetTxData(UART0, TxBuffer[TxCounter++]);
    } else {
        err = UART_GetErrState(UART0);
    }
}
```

UART3 の送信割り込みルーチン:

```
void INTTX3_IRQHandler(void)
{
    volatile UART_Err err;

    if (TxCounter1 < NumToBeTx1) {
        UART_SetTxData(UART3, TxBuffer1[TxCounter1++]);
    } else {
        err = UART_GetErrState(UART3);
    }
}
```

UART0 の受信割り込みルーチン:

```
void INTRX0_IRQHandler(void)
{
    volatile UART_Err err;

    err = UART_GetErrState(UART0);
```

```
    if (UART_NO_ERR == err) {
        RxBuffer[RxCounter++] = (uint8_t) UART_GetRxData(UART0);
    }
}
```

UART3 の受信割り込みルーチン:

```
void INTRX3_IRQHandler(void)
{
    volatile UART_Err err;

    err = UART_GetErrState(UART3);
    if (UART_NO_ERR == err) {
        RxBuffer1[RxCounter1++] = (uint8_t) UART_GetRxData(UART3);
    }
}
```

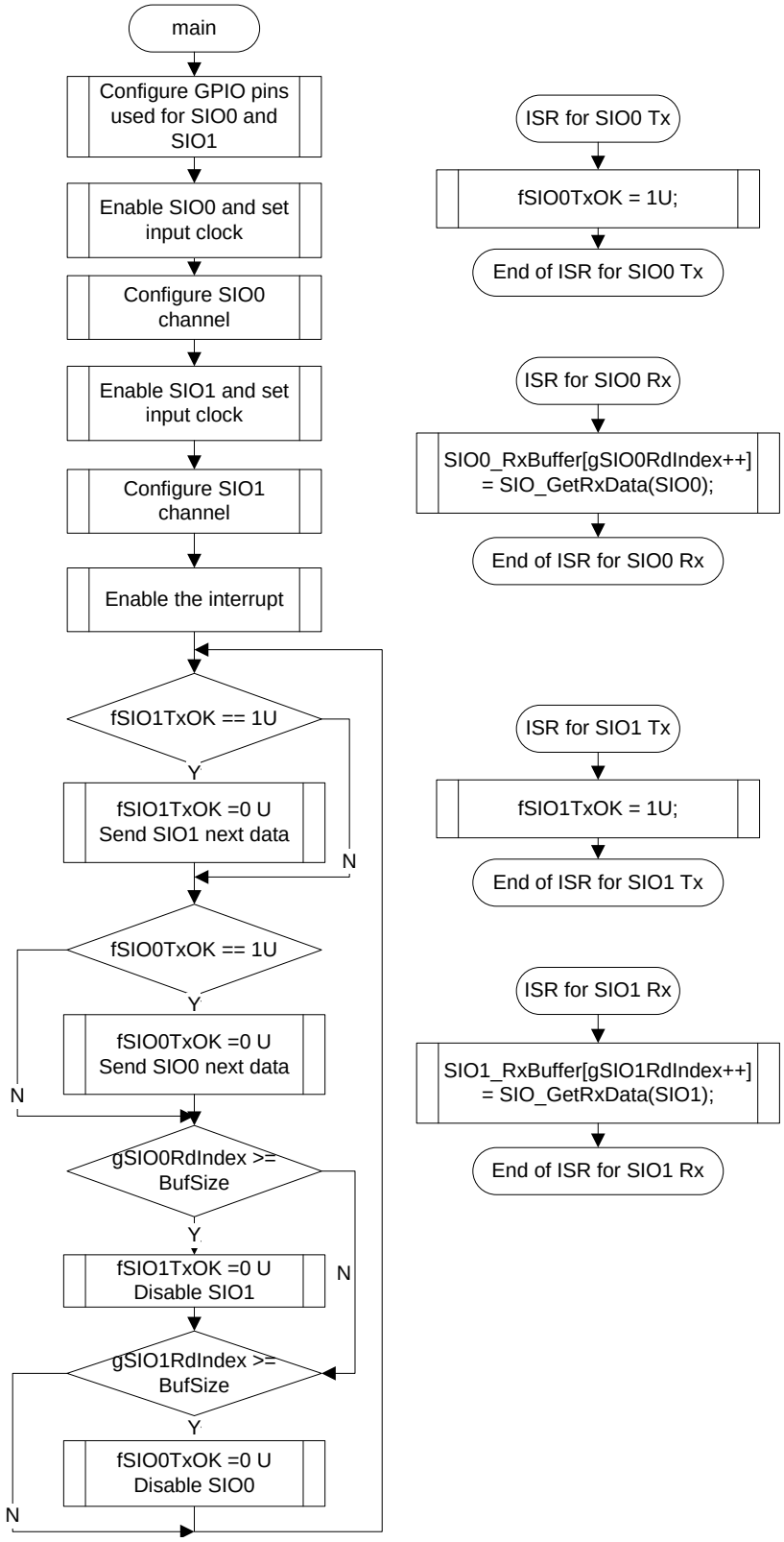
7-16-3　例: SIO

ペリフェラルドライバ(SIO)を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. SIO 動作の基本設定
2. SIO0 と SIO1 間のデータ転送
3. SIO の送受信割り込み

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

まず GPIO を SIO に設定します。

その後、SIO0 を有効にし、入力クロックの設定と SIO0 の初期化を行います。

```
    /*Enable the SIO0 channel */
    SIO_Enable(SIO0);

    /*initialize the SIO0 struct */
    SIO0_Init.InputClkEdge = SIO_SCLKS_TXDF_RXDR;
    SIO0_Init.TIDLE = SIO_TIDLE_HIGH;
    SIO0_Init.IntervalTime = SIO_SINT_TIME_SCLK_8;
    SIO0_Init.TransferMode = SIO_TRANSFER_FULLDPX;
    SIO0_Init.TransferDir = SIO_LSB_FRIST;
    SIO0_Init.Mode = SIO_ENABLE_TX | SIO_ENABLE_RX;
    SIO0_Init.DoubleBuffer = SIO_WBUF_ENABLE;
    SIO0_Init.BaudRateClock = SIO_BR_CLOCK_TS2;
    SIO0_Init.Divider = SIO_BR_DIVIDER_2;

    SIO_Init(SIO0, SIO_CLK_SCLKOUTPUT, &SIO0_Init);
```

次に SIO1 を有効にし、入力クロックの設定と SIO1 の初期化を行います。

```
    /*Enable the SIO1 channel */
    SIO_Enable(SIO1);

    /*initialize the SIO1 struct */
    SIO1_Init.InputClkEdge = SIO_SCLKS_TXDF_RXDR;
    SIO1_Init.TIDLE = SIO_TIDLE_HIGH;
    SIO1_Init.TransferMode = SIO_TRANSFER_FULLDPX;
    SIO1_Init.TransferDir = SIO_LSB_FRIST;
    SIO1_Init.Mode = SIO_ENABLE_TX | SIO_ENABLE_RX;
    SIO1_Init.DoubleBuffer = SIO_WBUF_ENABLE;
    SIO1_Init.TXDEMP = SIO_TXDEMP_HIGH;
    SIO1_Init.EHOLDTime = SIO_EHOLD_FC_64;

    SIO_Init(SIO1, SIO_CLK_SCLKINPUT, &SIO1_Init);
```

SIO 送受信割り込みを許可します。

```
   /* Enable SIO0 Channel TX interrupt */
    NVIC_EnableIRQ(INTTX0_IRQn);
    /* Enable SIO1 Channel RX interrupt */
    NVIC_EnableIRQ(INTRX1_IRQn);

    /* Enable SIO1 Channel TX interrupt */
    NVIC_EnableIRQ(INTTX1_IRQn);
    /* Enable SIO0 Channel RX interrupt */
    NVIC_EnableIRQ(INTRX0_IRQn);
```

すべて基本的な設定を行った後、データ送信を行います。

```
   while (1) {
            /* SIO1 send data from TXD1*/
            if (fSIO1TxOK == 1U) {
                fSIO1TxOK = 0U;
                SIO_SetTxData(SIO1, SIO1_TxBuffer[gSIO1WrIndex++]);
            } else {
                /*Do Nothing */
            }
            /* SIO0 send data from TXD0*/
            if (fSIO0TxOK == 1U) {
                fSIO0TxOK = 0U;
                SIO_SetTxData(SIO0, SIO0_TxBuffer[gSIO0WrIndex++]);
```

```
        } else {
            /*Do Nothing */
        }

        /*SIO0 receive data end */
        if (gSIO0RdIndex >= BufSize) {
            fSIO1TxOK = 0U;
            SIO_Disable(SIO1);
        } else {
            /*Do Nothing */
        }
        /*SIO1 receive data end */
        if (gSIO1RdIndex >= BufSize) {
            fSIO0TxOK = 0U;
            SIO_Disable(SIO0);
        } else {
            /*Do Nothing */
        }    }
```

SIO0 送信の割り込みハンドラにおいて、転送完了フラグをセットします。

```
void INTTX0_IRQHandler (void)
{
    fSIO0TxOK = 1U;
}
```

SIO0 受信の割り込みハンドラにおいて、受信バッファからデータを取得します。

```
void INTRX0_IRQHandler(void)
{
    SIO0_RxBuffer[gSIO0RdIndex++] = SIO_GetRxData(SIO0);
}
```

SIO1 送信の割り込みハンドラにおいて、転送完了フラグをセットします。

```
void INTTX1_IRQHandler(void)
{
    fSIO1TxOK = 1U;
}
```

SIO1 受信の割り込みハンドラにおいて、受信バッファからデータを取得します。

```
void INTRX1_IRQHandler(void)
{
    SIO0_RxBuffer[gSIO1RdIndex++] = SIO_GetRxData(SIO1);
}
```

7-17 uDMAC

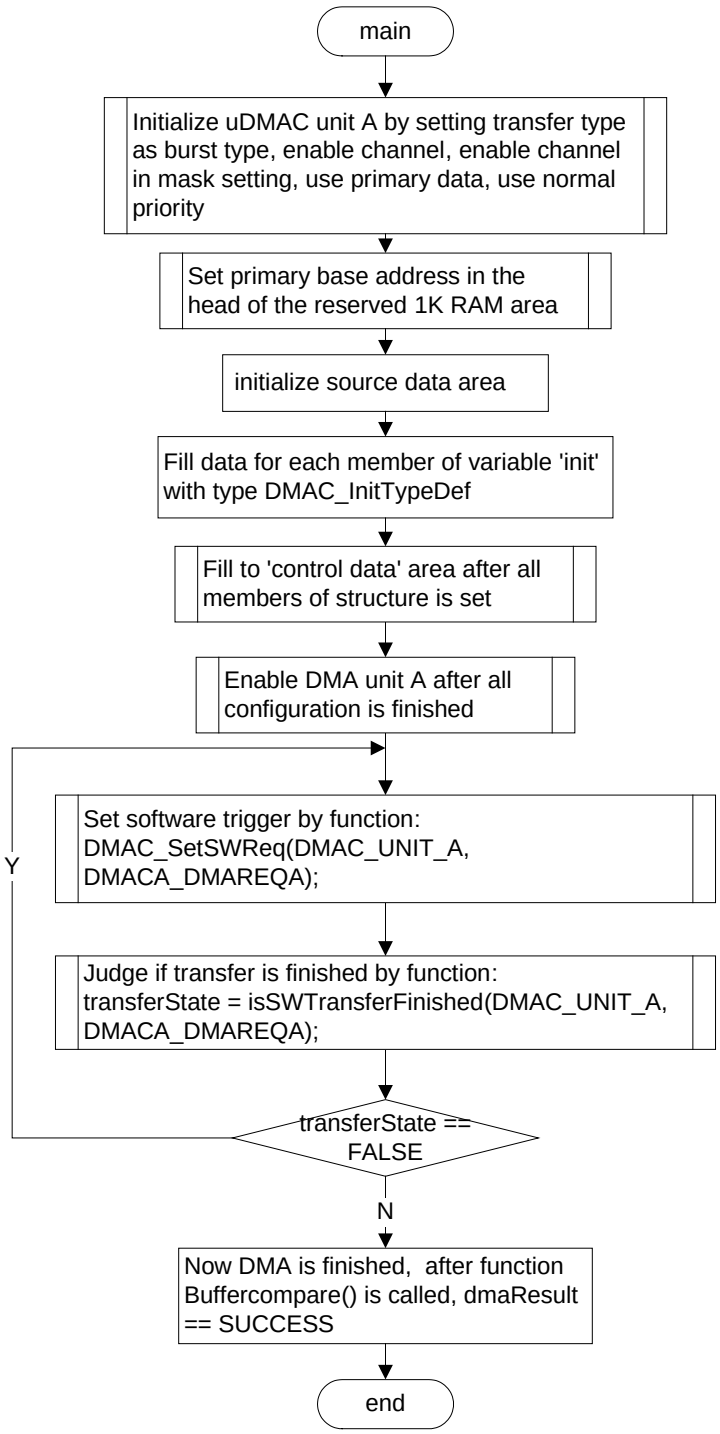
7-17-1 例: メモリ→メモリの DMA 転送

ペリフェラルドライバ(µDMAC) を使用したサンプルプログラムです。

この例では以下を行います。

1. 1K RAM 領域を μDMA 制御データ用に確保
2. μDMA 設定と初期化
3. ソフトウェアトリガによるメモリ間 DMA 転送開始

- **フローチャート:**



- **サンプルプログラムのコードと説明**

μDMAC は構成データを保存するため、1K バイトの RAM 領域を必要とします。本領域は、ベースアドレスのビット 0～9 を 0 にして、アプリケーションコード中に確保しなければなりません。例えば、0x20000400 は OK ですが、0x20000300 は使用できません。
IAR EWARM と Keil MDK(RealView)における、RAM 領域を確保するための例です。

```
#if defined (    __ICCARM__    )     /* IAR EWARM */
/* For TMPM462F15 uDMAC_CFG_A/B are defined in file
TMPM462F15_Flash_For_uDMAC.icf */
/* For TMPM462F10 uDMAC_CFG_A/B are defined in file
TMPM462F10_Flash_For_uDMAC.icf */
uint32_t uDMAC_A_Control_Data[256U] @ ".uDMAC_CFG_A" ;
uint32_t uDMAC_B_Control_Data[256U] @ ".uDMAC_CFG_B" ;

#elif defined ( __CC_ARM    )       /* Keil MDK */
#include <absacc.h>
#define uDMAC_CFG_A         (0x20000400U)
#define uDMAC_CFG_B         (uDMAC_CFG_A + 0x400U)
uint32_t uDMAC_A_Control_Data[256U] __at (uDMAC_CFG_A);
uint32_t uDMAC_B_Control_Data[256U] __at (uDMAC_CFG_B);
#endif
```

Keil MDK では、キーワード ‘__at’が使用されますが、IAR EWARM では十分ではありません。リンク設定ファイル(.lcf) が、下記内容に変更する必要があります。(UNIT A のみ). 詳細は、“TMPM462_Flash_For_uDMAC.icf”ファイルを参照してください。

```
    /* reserve 1K RAM for uDMAC configuration */
    define symbol uDMAC_RAM_START_A = 0x20000400;
    define symbol uDMAC_RAM_END_A     = 0x200007FF;

    define region uDMAC_CFG_RAM_A    = mem:[from uDMAC_RAM_START_A to
uDMAC_RAM_END_A];

    place in    uDMAC_CFG_RAM_A     { readwrite section .uDMAC_CFG_A };
```

RAM を確保した後、転送タイプとしてバーストタイプを設定し、チャネルをイネーブル、マスク設定のチャネルをイネーブル、初期データを使用、優先度通常を使用してください。

```
        DMACA_SetTransferType(DMACA_DMAREQA, DMAC_BURST);
        DMAC_SetChannel(DMAC_UNIT_A, DMACA_DMAREQA, ENABLE);
        DMAC_SetMask(DMAC_UNIT_A, DMACA_DMAREQA, ENABLE);
        DMAC_SetPrimaryAlt(DMAC_UNIT_A,                DMACA_DMAREQA,
DMAC_PRIMARY);
        DMAC_SetChannelPriority(DMAC_UNIT_A, DMACA_DMAREQA,
                                        DMAC_PRIOTIRY_NORMAL);
```

確保した1K バイトの RAM 領域の先頭に初期ベースアドレスを設定してください。

```
        DMAC_SetPrimaryBaseAddr(DMAC_UNIT_A,
                                    (uint32_t)&uDMAC_A_Control_Data);
```

転送する送信元のデータ領域を初期化してください。

```
        for(idx = 0U; idx < TX_NUMBERS; idx ++ ) {
            src[idx] = idx;
        }
```

“DMAC_InitTypeDef”タイプの変数‘init’のメンバ設定を開始します。
送信元と送信先の最終アドレスを設定します。

```
tmpAddr = (uint32_t)&src;
init.SrcEndPointer = tmpAddr + ((TX_NUMBERS - 1U) * sizeof(src[0U]));
tmpAddr = (uint32_t)&dst;
init.DstEndPointer = tmpAddr + ((TX_NUMBERS - 1U) * sizeof(dst[0U])) ;
```

BASIC あるいは AUTOMATIC モードを選択します。

```
#if defined(DMA_DEMOMODE_BASIC )
init.Mode = DMAC_BASIC;
#elif defined(DMA_DEMOMODE_AUTOMATIC)
init.Mode = DMAC_AUTOMATIC;
#endif
```

その他のメンバを設定します。

```
init.NextUseBurst = DMAC_NEXT_NOT_USE_BURST;
init.TxNum = TX_NUMBERS;
init.ArbitrationMoment = DMAC_AFTER_32_TX;

/* now both src and dst are use uint16_t type which is 2bytes long */
init.SrcWidth = DMAC_HALF_WORD;
init.SrcInc = DMAC_INC_2B;
init.DstWidth = DMAC_HALF_WORD;
init.DstInc = DMAC_INC_2B;
```

全ての構成メンバを設定した後、'control data' 領域を入力します。

```
DMAC_FillInitData(DMAC_UNIT_A, DMACA_DMAREQA, &init);
```

全設定が終了した後、DMA ユニット A をイネーブルにします。

```
DMAC_Enable(DMAC_UNIT_A);
```

ソフトウェアトリガを設定します。転送が完了したかどうかを確認します。

```
do{
  /* because of "init.Mode = DMAC_BASIC" above, here need to trigger it
until transfer is finished, */
  /* if DMAC_AUTOMATIC is used, only need to trigger it once */
  DMAC_SetSWReq(DMAC_UNIT_A, DMACA_DMAREQA);

  transferState = isSWTransferFinished(DMAC_UNIT_A,
DMACA_DMAREQA);

}while ( transferState == false );
```

転送が完了している場合、関数 Buffercompare()を呼び出し dmaResult が SUCCESS であるかを確認してください。

```
dmaResult = ERROR;
dmaResult = Buffercompare( src, dst, TX_NUMBERS);
```

7-18 WDT

7-18-1 例:WDT

ペリフェラルドライバ (WDT, GPIO) のプログラムサンプルです。

この例では以下を行います。

1. WDT の初期化
2. DEMO1 では、オーバーフロー前に WDT クリアを行わず、NMI 割り込みを発生させます。
3. DEMO2 では、オーバーフロー前に WDT クリアを行い、常時 LED0 を点滅させます。

- **サンプルプログラムのコードと説明**

以下のコードは WDT の初期化の例です。検出時間が 2^25/fsys にされ、オーバーフロー時に NMI 割り込みを発生します。

```
WDT_InitTypeDef WDT_InitStruct;
WDT_InitStruct.DetectTime = WDT_DETECT_TIME_EXP_25;
WDT_InitStruct.OverflowOutput = WDT_NMIINT;
```

WDT を初期化し、その後 WDT を有効にします。

```
WDT_Init(&WDT_InitStruct);
WDT_Enable();
```

DEMO1 では、NMI 割り込みの発生を待ちます。

```
while(1)
{
}
```

DEMO1 では、NMI 割り込み発生時に WDT を禁止にし、LED1 の点滅を停止します。

```
WDT_Disable();
```

DEMO2 では、WDT クリアを行い、常に LED0 を点滅させます。

```
WDT_WriteClearCode();
```