

M4G グループ(1)
アプリケーションノート
32 ビットタイマイイベントカウンタ
(T32A-B)
プログラマブル矩形波出力機能

概要

このアプリケーションノートは、M4G グループ(1)を使用して 32 ビットタイマイイベントカウンタ(T32A)によるプログラマブル矩形波出力機能を用いる製品を開発する際、参考となる資料です。動作確認用またはプログラム開発の参考用にご利用願います。

対象サンプルプログラム : Timer_PPG

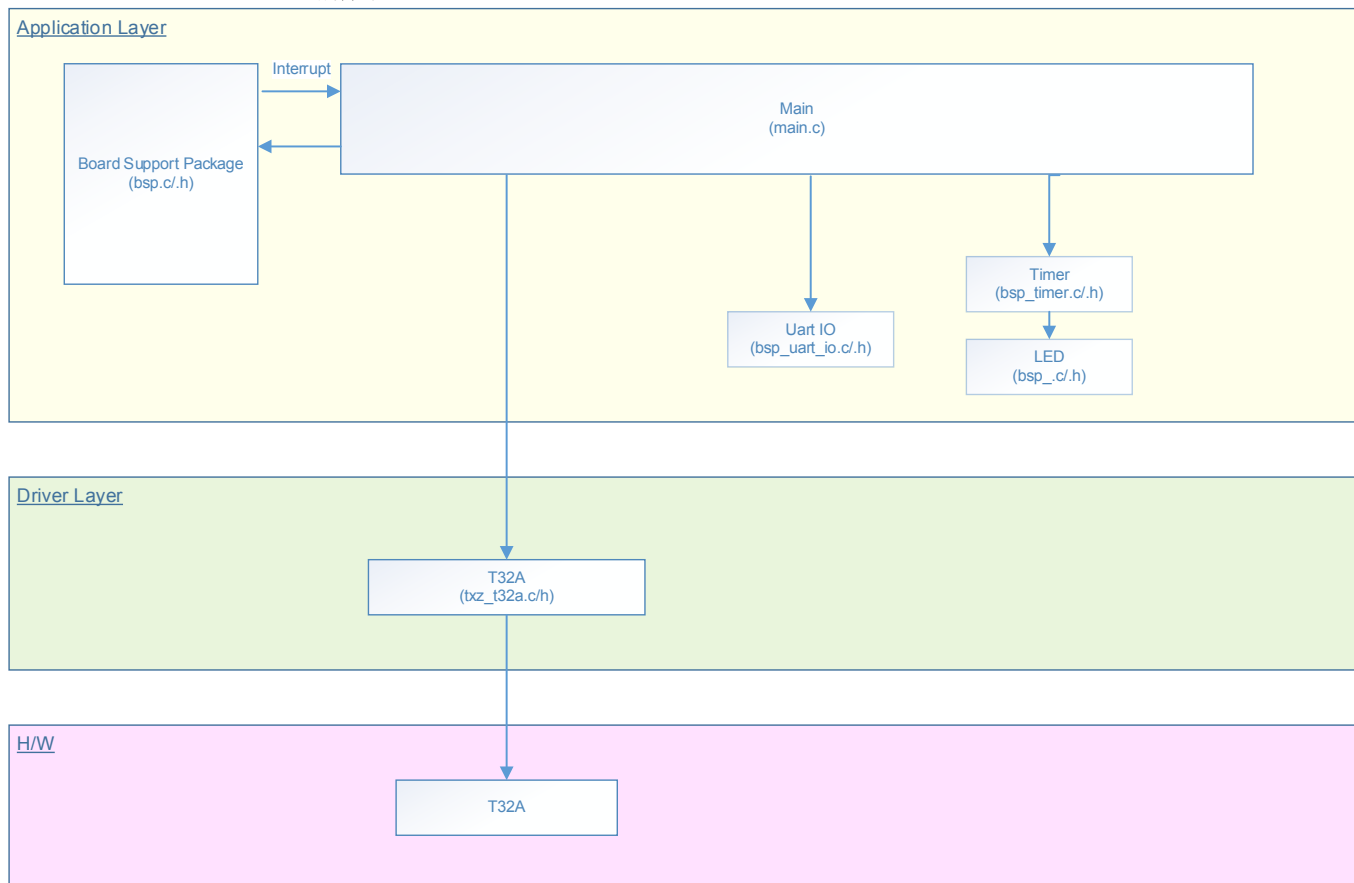
目次

概要	1
目次	2
1. はじめに.....	3
2. 関連するドキュメント.....	4
3. 使用する機能.....	4
4. 対象製品.....	4
5. 動作確認条件.....	5
6. 評価ボード設定方法	6
7. 評価ボード操作方法	6
8. T32A 機能概要	7
9. T32A_PPG サンプルプログラム	9
9.1. 初期化動作	9
9.2. サンプルプログラムメイン動作	10
9.3. サンプルプログラム出力例.....	11
9.3.1. ターミナルソフト設定方法	11
9.4. Duty の設定変更.....	12
9.5. サンプルプログラム動作フロー	13
10. ご使用上の注意事項	20
11. 変更履歴.....	20
製品取り扱い上のお願い.....	21

1. はじめに

本サンプルプログラムは、PL4 のプッシュスイッチ(S4)を押すとタイマ機能の PPG 出力を開始します。PL5 のプッシュスイッチ(S5)が押されるごとに PPG 出力を停止し、Duty 比率を 10%、25%、50%、75%、90%と切り替えが出来ます。

サンプルプログラムの構成図



2. 関連するドキュメント

- データシート
 - TMPM4G グループ(1)データシート Rev1.0
- リファレンスマニュアル
 - 32 ビットタイマイイベントカウンタ (T32A-B) Rev2.1
 - 非同期シリアル通信回路 (UART-C) Rev3.0
 - 入出力ポート (PORT-M4G(1)) Rev1.0
 - 例外 (EXCEPT-M4G(1)) Rev1.0
- アプリケーションノート
 - M4G グループ(1)アプリケーションノート Startup(CMSIS System &Clock Configuration) Rev1.0
- 参考資料
 - TMPM4G (1) Group Peripheral Driver User Manual (Doxygen)

3. 使用する機能

IP	チャンネル	ポート	機能/動作モード
非同期シリアル通信回路	ch0	PE2(UT0RXD) PE3(UT0TXDA)	UART モード
入出力ポート	-	PL4(INT12b)	外部割り込み
	-	PL5(INT13b)	
32ビットタイマイイベントカウンタ	ch0	-	インタバルタイマ
	ch3	PB4(T32A03OUTA)	PPG 動作

4. 対象製品

本アプリケーションノートの対象製品は以下となります。

TMPM4G9F15FG	TMPM4G9F10FG	TMPM4G9FEFG	TMPM4G9FDFG
TMPM4G9F15XBG	TMPM4G9F10XBG	TMPM4G9FEXBG	TMPM4G9FDXBG
TMPM4G8F15FG	TMPM4G8F10FG	TMPM4G8FEFG	TMPM4G8FDFG
TMPM4G8F15XBG	TMPM4G8F10XBG	TMPM4G8FEXBG	TMPM4G8FDXBG
	TMPM4G7F10FG	TMPM4G7FEFG	TMPM4G7FDFG
	TMPM4G6F10FG	TMPM4G6FEFG	TMPM4G6FDFG

*サンプルプログラムは、TMPM4G9F15FG の評価ボードで動作するように準備されています。

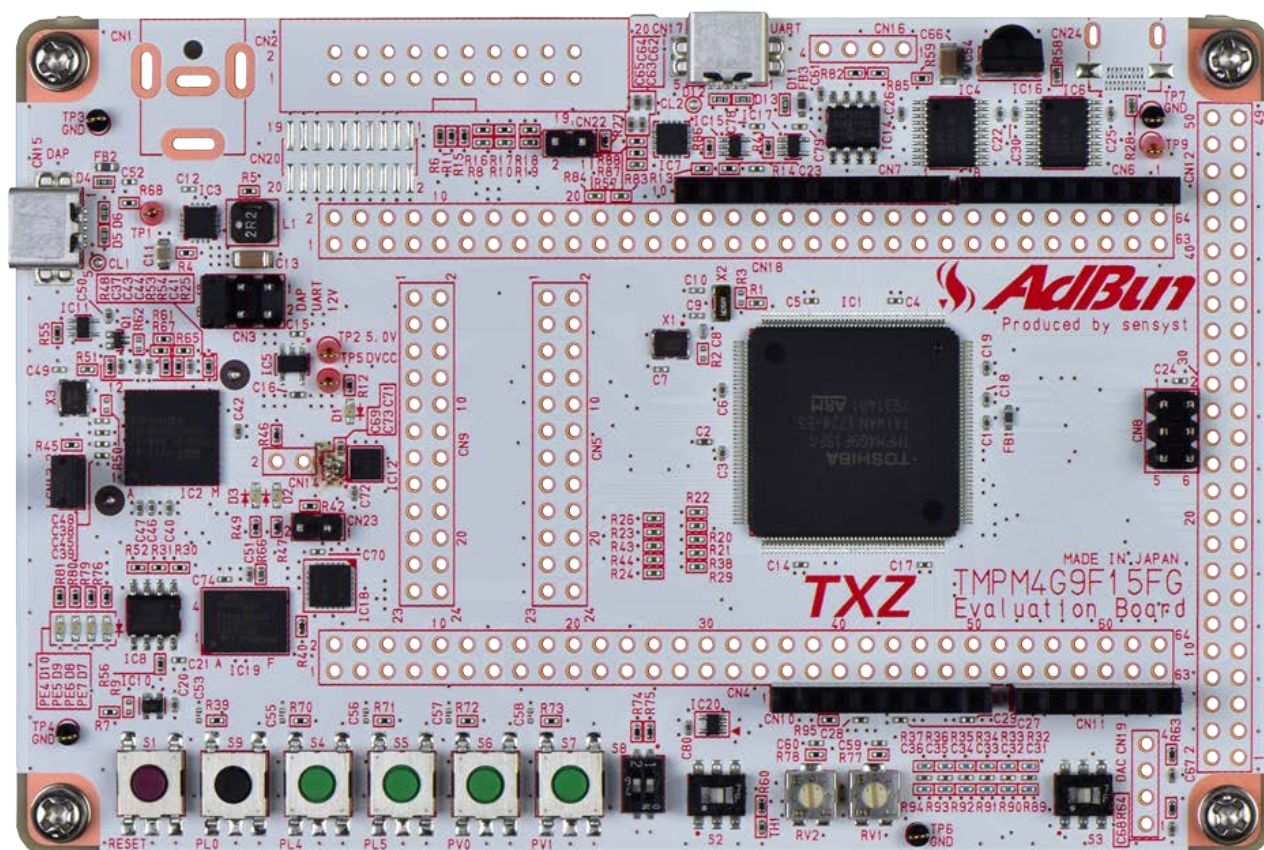
TMPM4G9F15 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (C startup ファイル、I/O ヘッダファイル) を変更する必要があります。

BSP 関連ファイルは評価ボード専用 (TMPM4G9F15) ファイルなので、TMPM4G9F15 以外の動作確認をする場合は、BSP 関連ファイルを変更する必要があります。

5. 動作確認条件

使用マイコン	TMPM4G9F15FG
使用ボード	TMPM4G9F15FG Evaluation Board (株) センシスト製
統合開発環境	IAR Embedded Workbench for ARM 8.11.2.13606
統合開発環境	μVision MDK Version 5.24.2.0
ターミナルソフト	Tera Term V4.96
サンプルプログラム	V1000

評価ボード (TMPM4G9F15FG Evaluation Board) 外観図



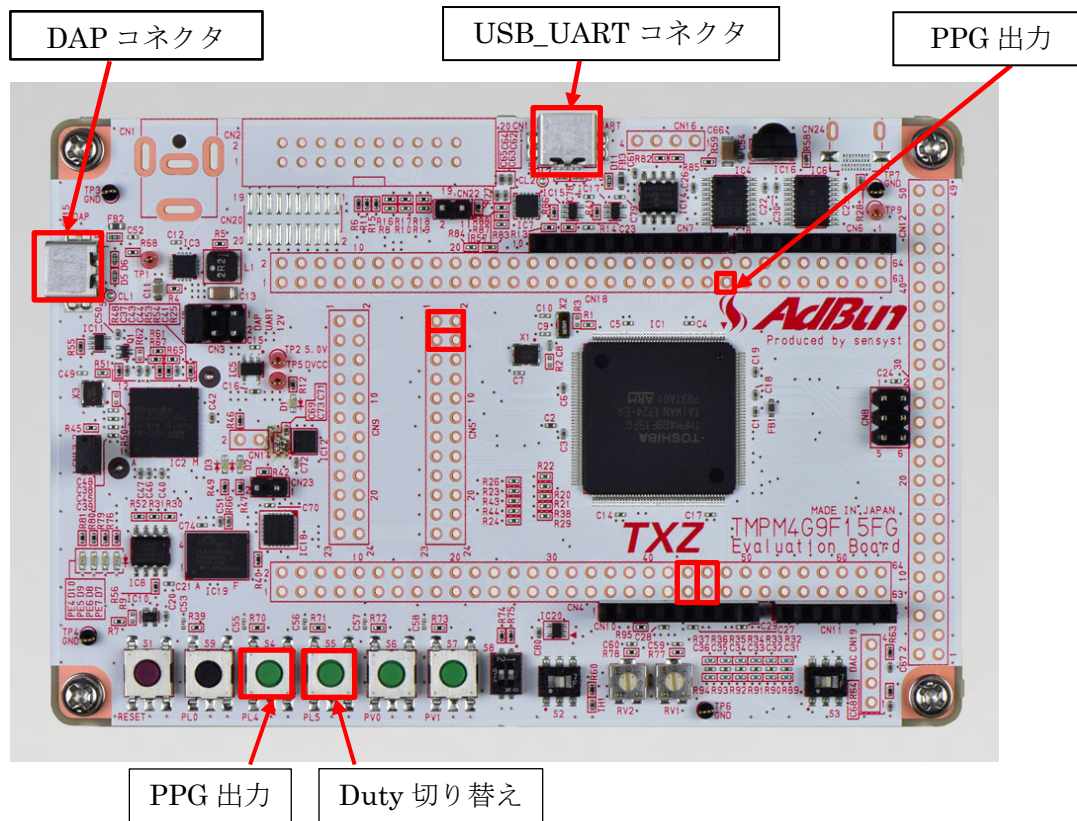
評価ボードは下記サイトより入手できます。 (<http://www.sensysst.co.jp/>)

6. 評価ボード設定方法

以下のスルーホール No.を結線します

CN5		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
USB UART 変換	1 : USB_UT_RX	2 : PE2
USB UART 変換	3 : USB_UT_TX	4 : PE3

CN4		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
プッシュスイッチ (S5)	43 : SW_INT1	44 : PL5
プッシュスイッチ (S4)	45 : SW_INT0	46 : PL4



7. 評価ボード操作方法

プッシュスイッチで、PPG 出力と Duty 比率を設定出来ます。

Key	機能
プッシュスイッチ (S4) : PL4	PPG 出力 ON 制御
プッシュスイッチ (S5) : PL5	Duty 切り替え/PPG 出力停止

本サンプルプログラムで準備された Duty 比率は、10%、25%、50%、75%、90%の5種類です。PPG 出力は PB4 (T32A03OUTA) で確認出来ます。(CN18 : 47pin で確認出来ます)

8. T32A 機能概要

T32A は 1UNIT 回路単位で、2ch の 16 ビットタイマ(タイマ A、タイマ B)、または、1ch の 32 ビットタイマ(タイマ C)として動作することができます。以下に、機能の一覧を示します。

機能分類		機能		動作説明または範囲
16bit タイマ タイマ A	時間管理	インタバルタイマ		一定周期で CPU に対して割り込みを発生させる機能です。
	測定制御	イベントカウンタ		アップカウント、ダウンカウント、アップ/ダウンカウントを選択でき、カウンタ値との一致時にタイマ割り込みを発生させることができます。
		キャプチャ	周波数測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から周波数を算出できます。
			パルス幅測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分からパルス幅を算出できます。
	時間差測定		入力される 2つのパルスの立ち上がりまたは立ち下がりのエッジでカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から時間差を算出します。	
	矩形波出力	PPG		任意周波数、任意デューティの矩形波を出力することができます。
	同期動作	カウント開始		マスタのタイマのカウント開始に同期してカウント開始します。
		カウント停止		マスタのタイマのカウント停止に同期してカウント停止します。
カウンタリロード		マスタのタイマのカウンタリロードに同期してカウンタをリロードします。		
16bit タイマ タイマ B	時間管理	インタバルタイマ		一定周期で CPU に対して割り込みを発生させる機能です。
	測定制御	イベントカウンタ		アップカウント、ダウンカウント、アップ/ダウンカウントを選択でき、カウンタ値との一致時にタイマ割り込みを発生させることができます。
		キャプチャ	周波数測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から周波数を算出できます。
			パルス幅測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分からパルス幅を算出できます。
	時間差測定		入力される 2つのパルスの立ち上がりまたは立ち下がりのエッジでカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から時間差を算出します。	
	矩形波出力	PPG		任意周波数、任意デューティの矩形波を出力することができます。
	同期動作	カウント開始		マスタのタイマのカウント開始に同期してカウント開始します。
		カウント停止		マスタのタイマのカウント停止に同期してカウント停止します。
カウンタリロード		マスタのタイマのカウンタリロードに同期してカウンタをリロードします。		

機能分類		機能		動作説明または範囲
32bit タイマ タイマ C	時間管理	インタバルタイマ		一定周期で CPU に対して割り込みを発生させる機能です。
	測定制御	イベントカウンタ		アップカウント、ダウンカウント、アップ／ダウンカウントを選択でき、カウンタ値との一致時にタイマ割り込みを発生させることができます。
		パルス カウンタ	1 相パルスカウンタ	T32AxINC0 または T32AxINC1 の入力の変化をカウントします。設定によりカウンタのインクリメントまたはデクリメントを選びます。
			2 相パルスカウンタ	T32AxINC0 および T32AxINC1 の入力の組み合わせの変化により、カウンタをインクリメントまたはデクリメントします。
		キャプチャ	周波数測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりによりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から周波数を算出できます。
			パルス幅測定	入力されるパルスの立ち上がり立ち下がりによりカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分からパルス幅を算出できます。
			時間差測定	入力される 2 つのパルスの立ち上がりまたは立ち下がりのエッジでカウンタ値をキャプチャします。このキャプチャ値の差分から時間差を算出します。
	矩形波出力	PPG		任意周波数、任意デューティの矩形波を出力することができます。
	同期動作	カウント開始	マスタのタイマのカウント開始に同期してカウント開始します。	
		カウント停止	マスタのタイマのカウント停止に同期してカウント停止します。	
カウンタリロード		マスタのタイマのカウンタリロードに同期してカウンタをリロードします。		

9. T32A_PPG サンプルプログラム

PL4 の Low 入力を検知すると PPG 出力を開始します。

PL5 の Low 入力を検知すると PPG 出力を停止し、Duty 比率を変更します。

ターミナルソフトで Duty 比率を表示します。

本サンプルプログラムでは、パルス幅を 500 μ s として設定しています。

PPG 出力の Duty 比設定用の 5 値を定義します。(50 μ s,125 μ s,250 μ s,375 μ s,450 μ s)

上記の 5 種類の設定で、10%,25%,50%,75%,90%の Duty 比を作成します。

9.1. 初期化動作

電源投入後は以下の初期化を実施します。

各クロック設定の初期化、ウォッチドックタイマの設定の初期化を実施します。

9.2. サンプルプログラムメイン動作

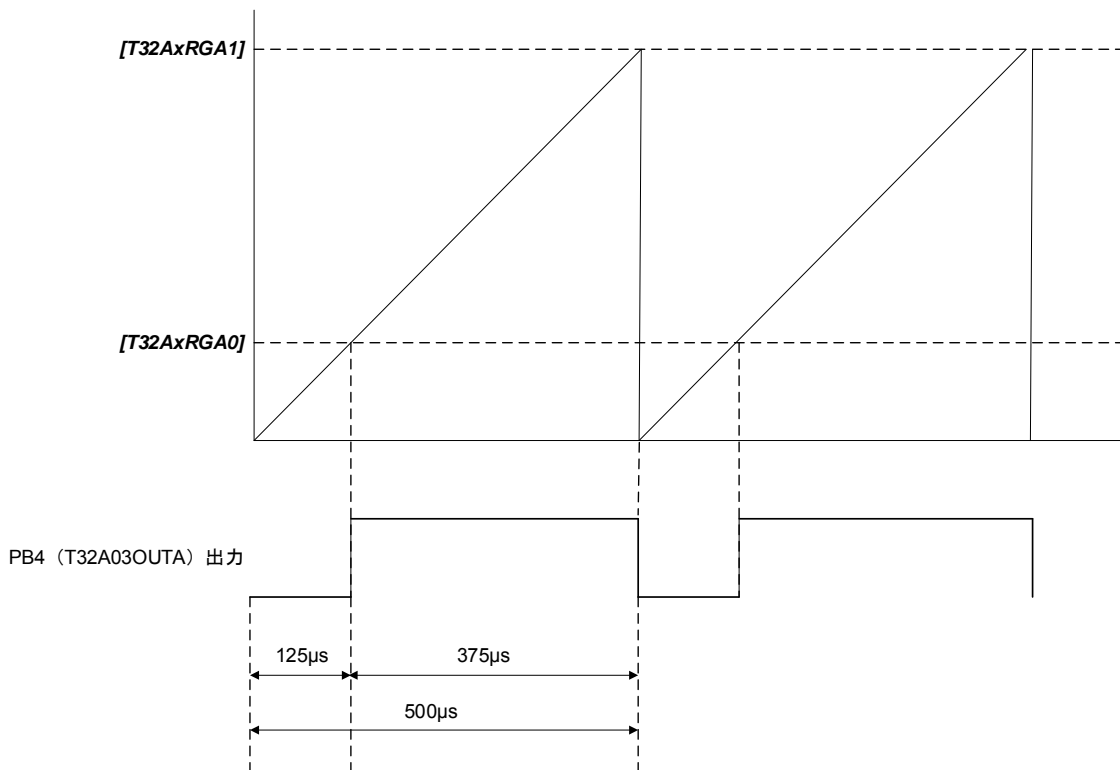
PPG 出力用 Duty 比の定義を設定します。
 BSP の初期化を行います。
 タイマの初期化を行います。
 パルス出力設定の初期化を行います。
 アプリケーションの初期化を行います。
 USB-UART、スイッチの各初期化終了後にタイマがスタートします。

スイッチの状態をポーリングにより監視して、スイッチ押下により各動作をスタートさせます。
 ポーリングはタイマ A の ch0 で実施します。
 初期値は 500ms、Duty 10% のパルスを出力します。
 パルスはタイマ A の ch3 を使用して作成されます。

SW4 の押下を検出すると出力します。
 SW5 の押下を検出すると、Duty 比を変更します。
 10%、25%、50%、75%、90%、10%の順番に Duty 比を変更します。
 動作状態をターミナルソフトで表示します。

タイマ A カウンタとタイマレジスタ ($[T32AxRGA0]$ 、 $[T32AxRGA1]$) の一致時にタイマ出力をセット/クリアすることにより任意の矩形波を T32A03OUTA 端子より出力しています。

以下に、Duty : 25%設定時 (Low Active) の出力例を示します。



9.3. サンプルプログラム出力例

サンプルプログラムを動作させると以下のとおり、コマンドの結果を出力します。

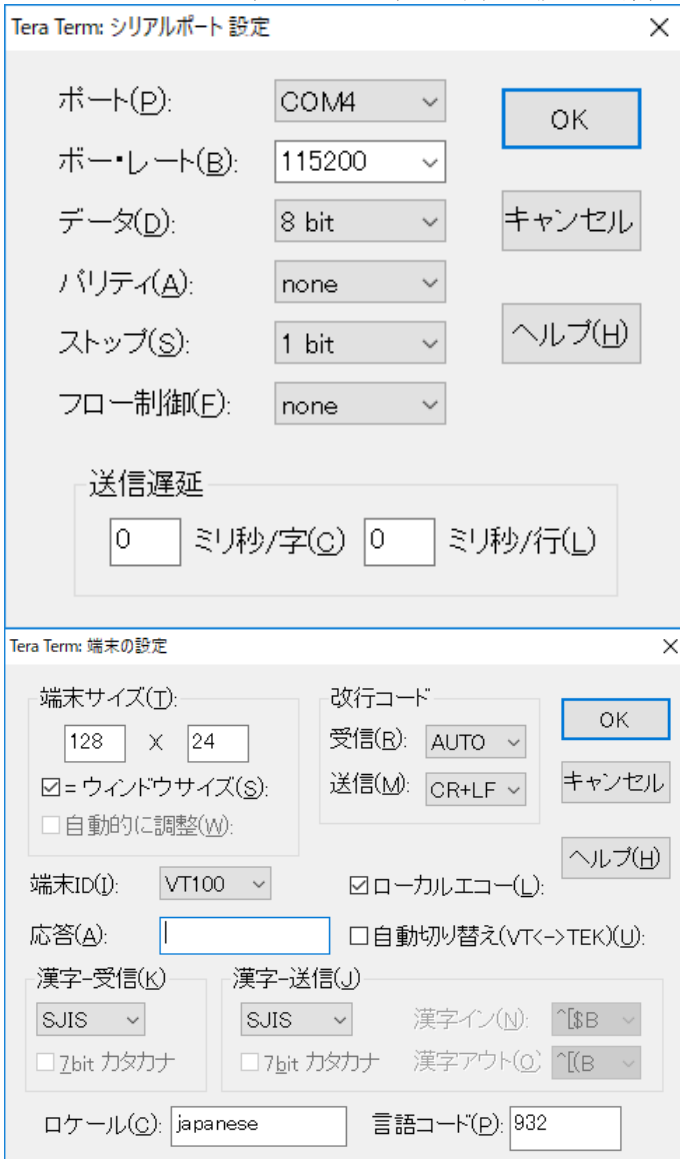
```

COM13:115200baud - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
PPG Output
Duty: 10%
Change to Duty: 25%
Change to Duty: 50%
Change to Duty: 75%
Change to Duty: 90%
Change to Duty: 10%
Change to Duty: 25%
PPG Output
Duty: 25%

```

9.3.1. ターミナルソフト設定方法

ターミナルソフト（Tera Term）は下記の設定で確認しています。



9.4. Duty の設定変更

Duty を変更する場合は、下記設定値を変更してください。

```
static uint32_t tgtRisingTiming[5U] = { 10U, 25U, 50U, 75U, 90U };
```

上記で 10% から 90% の 5 種類を設定しています。

サンプルプログラムでは以下の計算式で定義されています。

パルス幅の設定

```
p_pulse->init.pulse_trailing = 500U;
```

上記でパルス幅：500 μ s を定義しています。

Duty の設定

```
RisingTimingus[i] = tgtRisingTiming[i] * 5U;
```

上記で Low 時間を設定しています。

tgtRisingTiming[i]には、10,25,50,75,90 のそれぞれの Duty が定義されており、

Low 時間は上記計算より、50,125,250,375,450 μ s となります。

各設定値はパルス幅：500 μ s より Duty 比を計算しています。

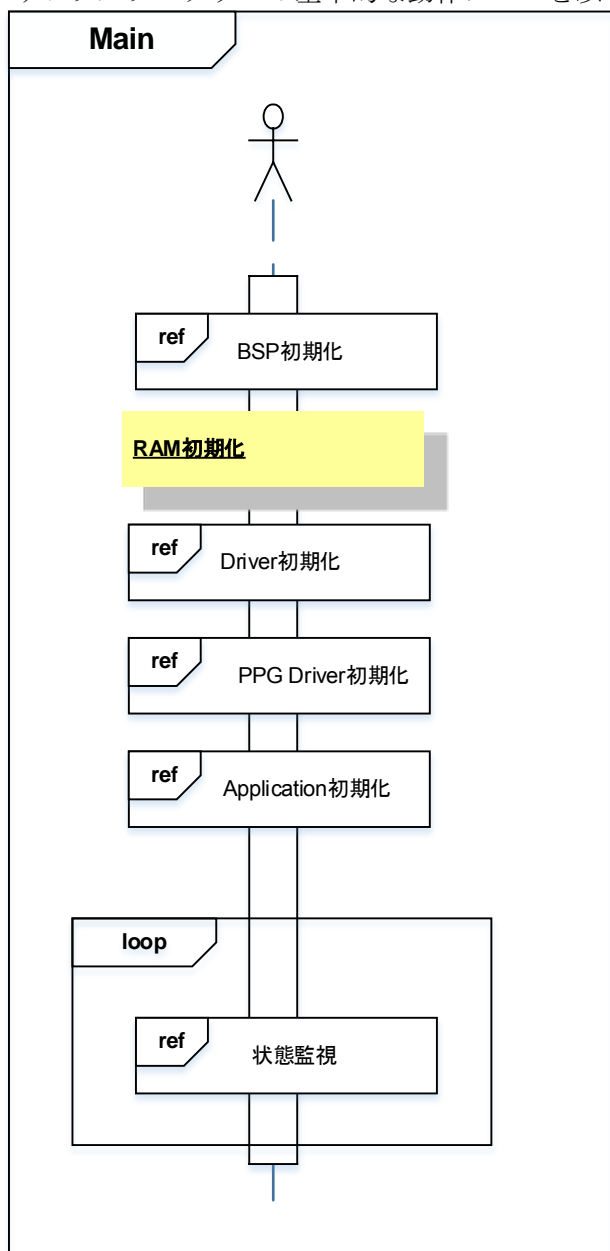
Duty 比を変更したい場合は、

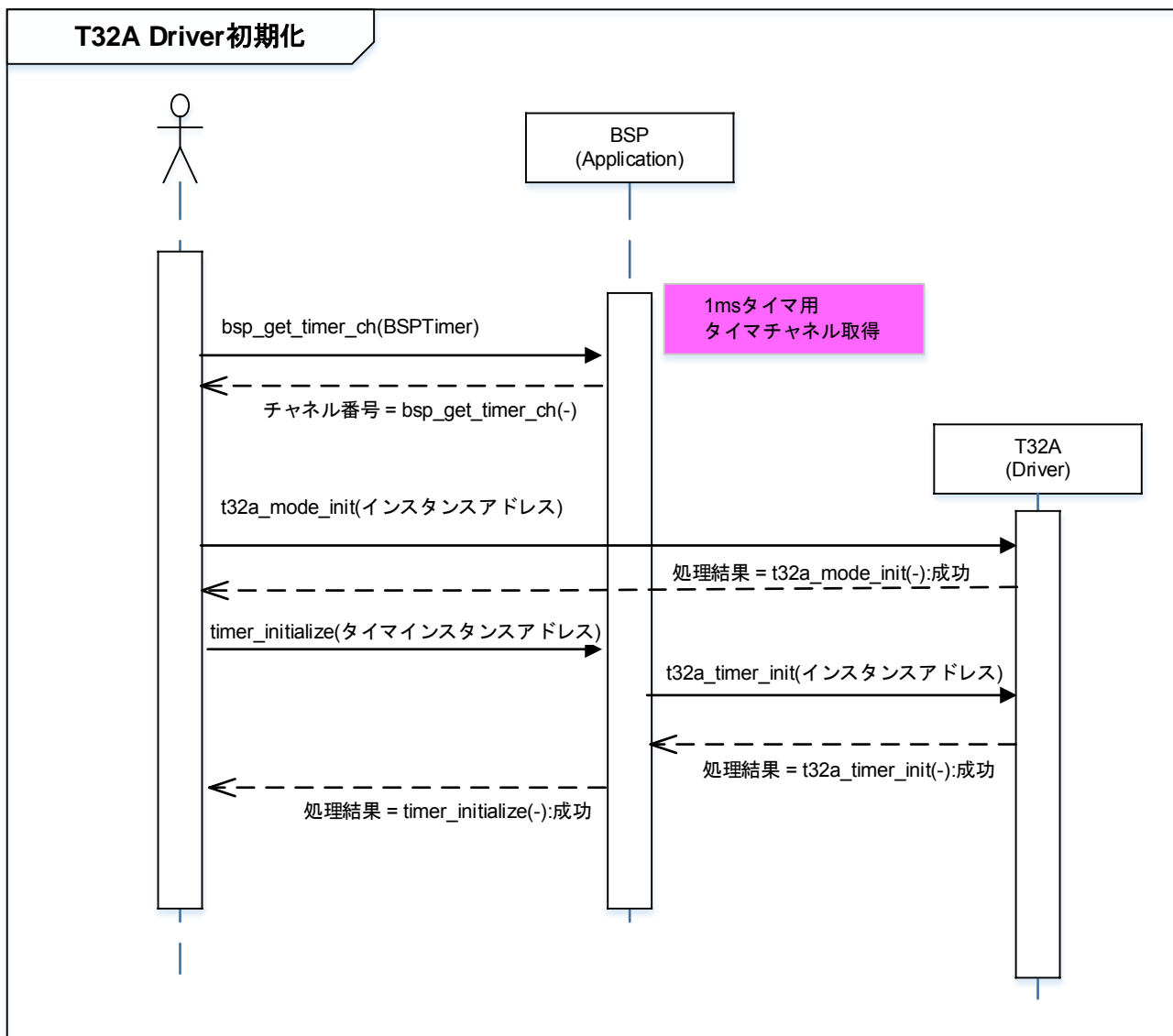
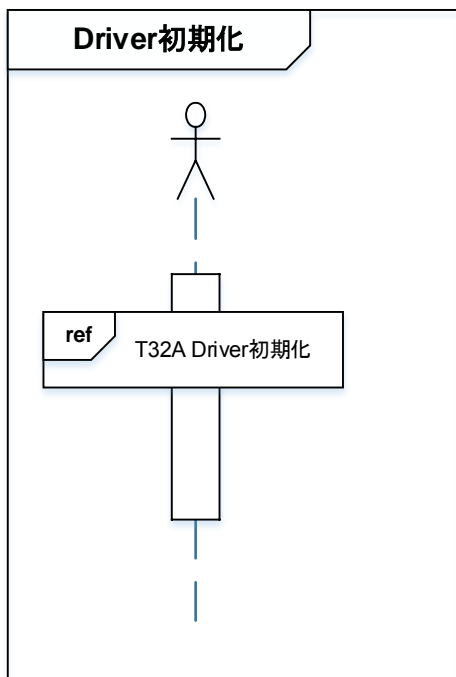
```
static uint32_t tgtRisingTiming[5U] = { 10U, 25U, 50U, 75U, 90U };
```

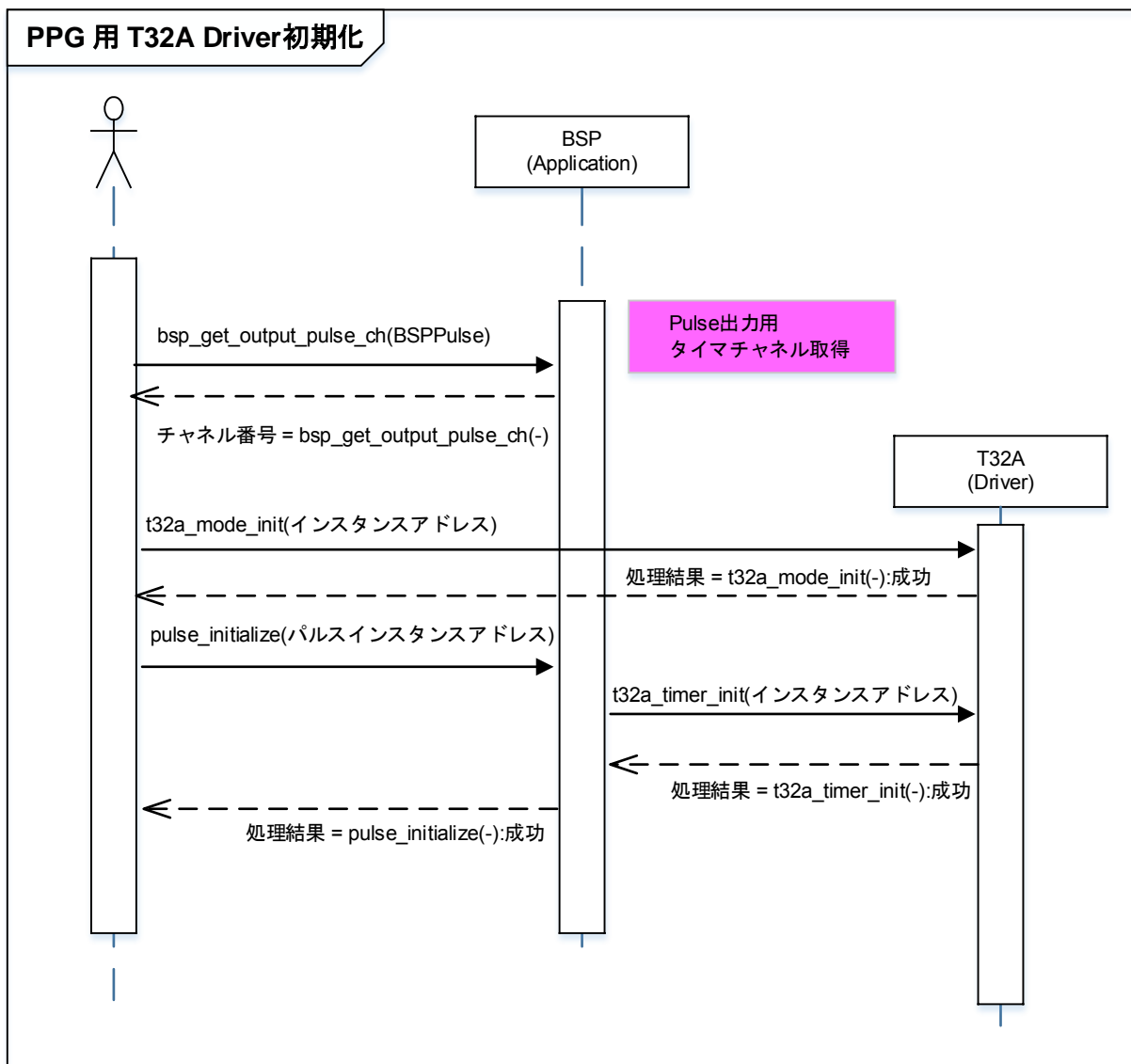
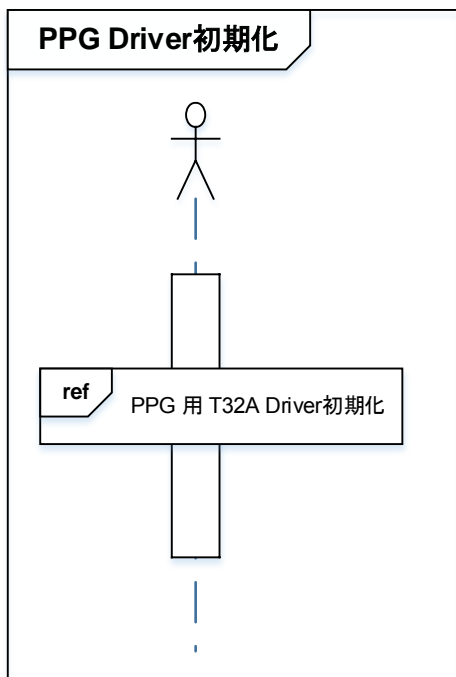
上記設定値を変更してください。

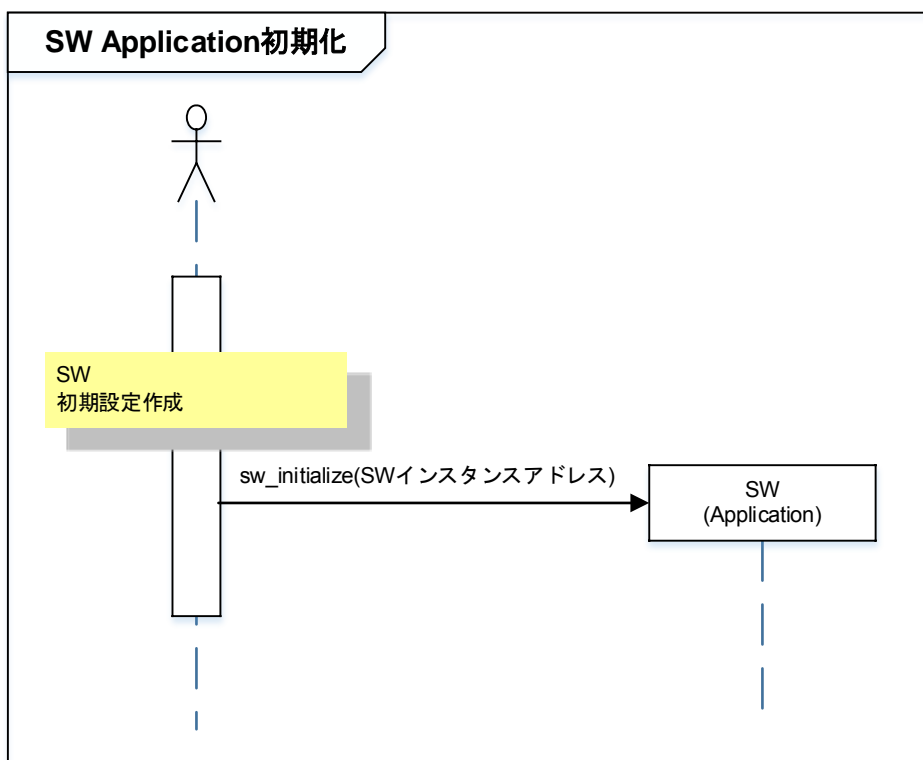
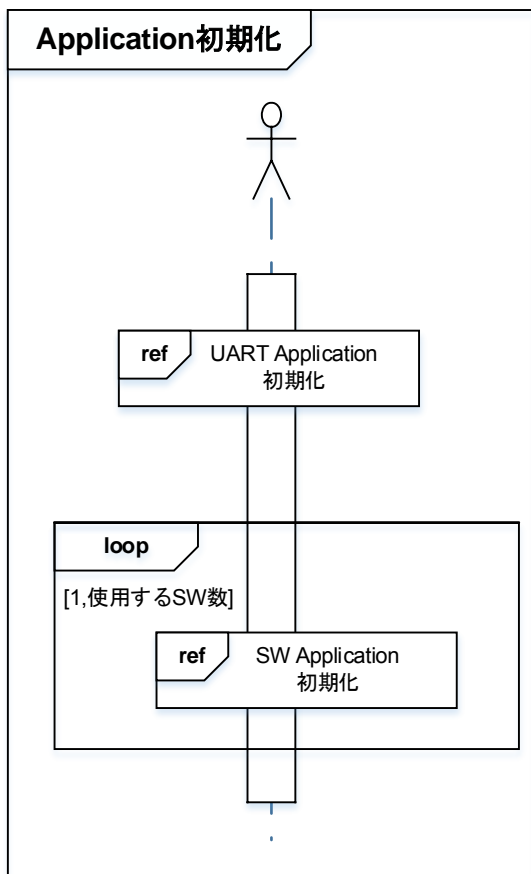
9.5. サンプルプログラム動作フロー

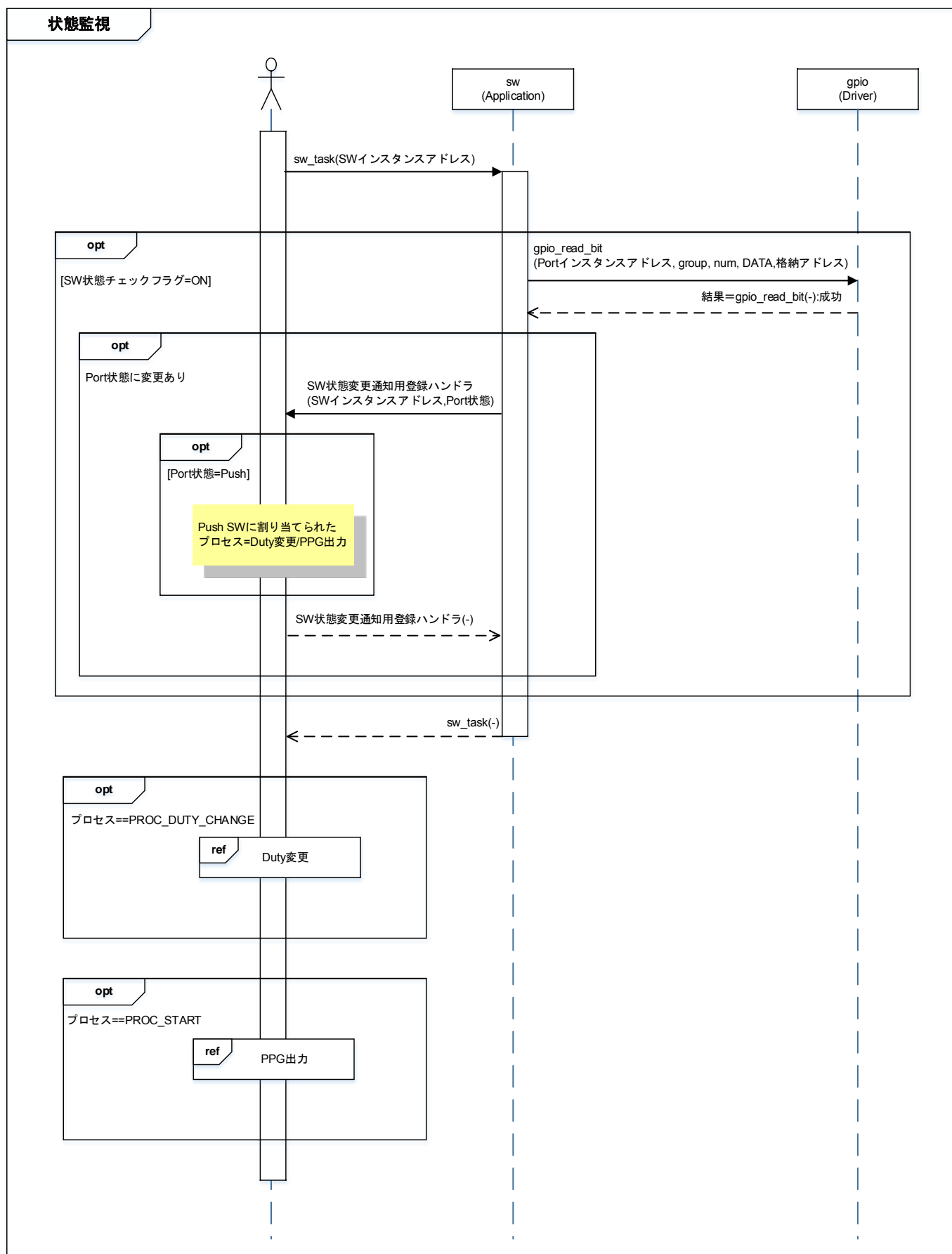
サンプルプログラムの基本的な動作フローを以下に示します。

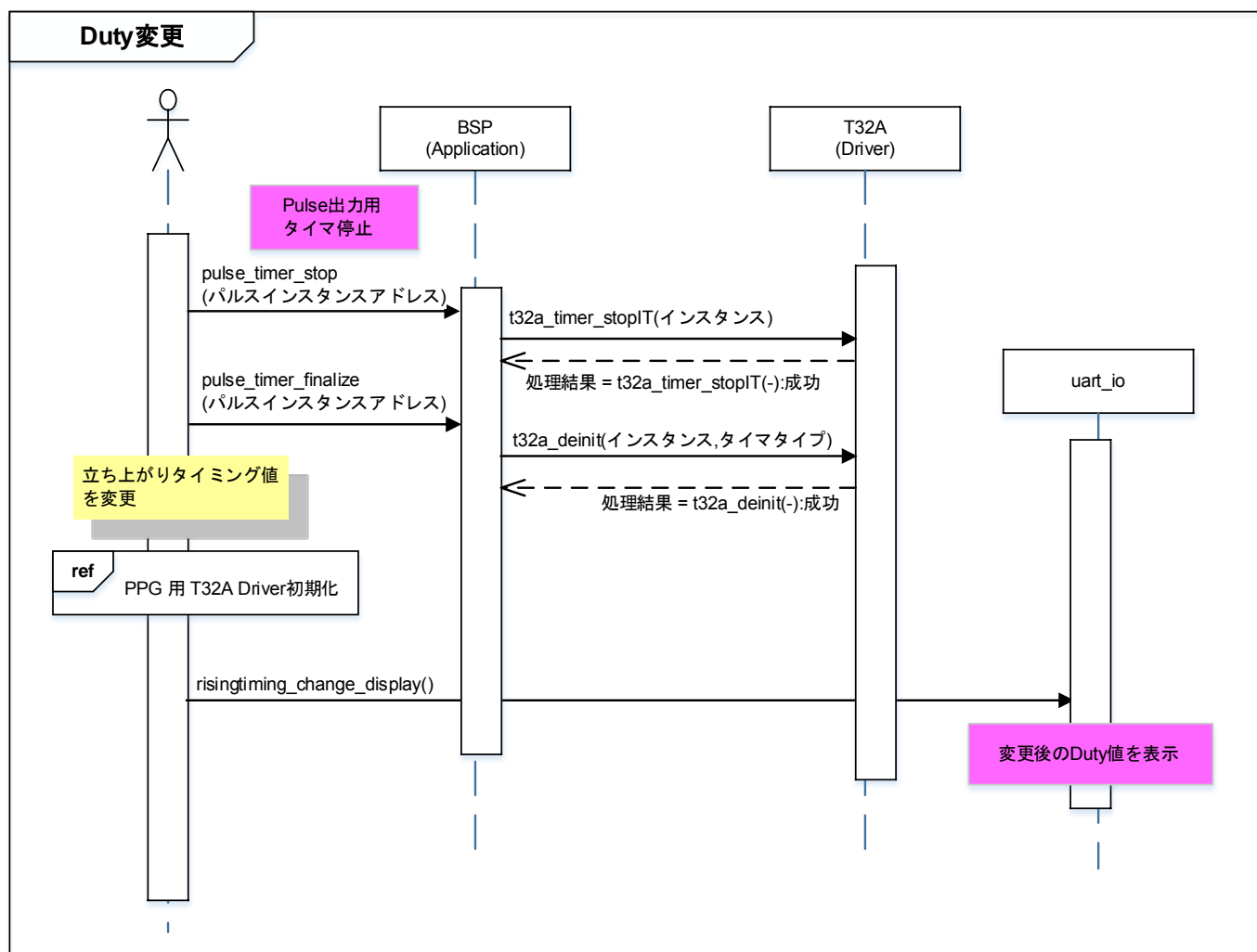


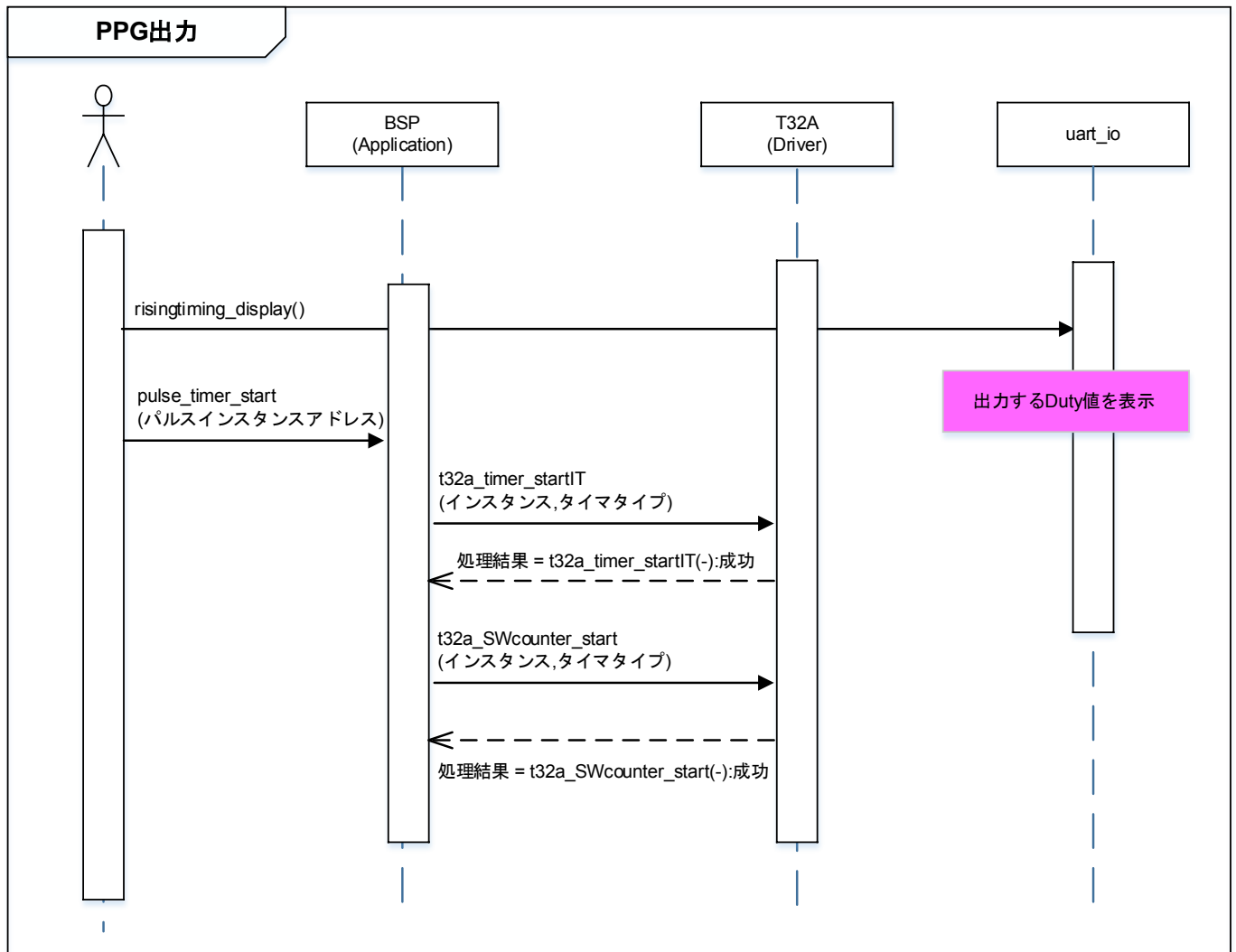












10. ご使用上の注意事項

TMPM4G9F15 以外で使用する場合は、十分に動作確認をお願い致します。

11. 変更履歴

Rev	日付	Page	変更履歴
1.0	2018-09-06	—	初版

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事情報の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。