

CPU プログラムカウンタ/レジスタ用 自己診断プログラム アプリケーションノート

概要

このアプリケーションノートは、CPU の自己診断プログラムを説明した資料です。

本資料で説明されている自己診断プログラムは CPU プログラムカウンタ/レジスタの確認をするためのライブラリです。

TXZ シリーズのペリフェラルドライバが同梱されたサンプルプログラムに対応しています。

ライブラリはサンプルプログラムに上書きして使用します。

目次

概要	1
目次	2
1. はじめに.....	4
2. 自己診断テストライブラリ概要	5
2.1. 自己診断サンプルプロジェクト	5
3. 自己診断テストライブラリ詳細	6
3.1. CPU レジスタテスト	6
3.2. CPU プログラムカウンタテスト	7
4. 使用ドライバー一覧.....	8
5. 参考資料.....	9
6. 改訂履歴.....	10
製品取り扱い上のお願い.....	11

Arm、Cortex および Keil は、Arm Limited（またはその子会社）の米国およびその他の国における登録商標です。

この資料に記載されている社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

1. はじめに

本アプリケーションノートは、CPU プログラムカウンタテスト/レジスタテストを使用した自己診断プログラムの説明資料です。

本ライブラリコードは、公開中のサンプルプログラムに追加(上書き)して使用します。

本資料の説明は、TMPM4K グループ(1)をベースに記載しております。

各製品への展開は、製品仕様に合わせて変更をお願いします。

本サンプルプログラムは、「自己診断プログラムアプリケーションノート 基本設定」の動作確認環境の条件、TMPM4KxA v1.0.0 のサンプルプログラム、2019年2月時点のリファレンスマニュアルを使用して開発/評価を実施しています。

2. 自己診断テストライブラリ概要

本自己診断テストライブラリは、Evaluation Board 上で動作確認を行っています。

以下のセルフテスト機能を提供します。

名称	テスト内容
CPU レジスタテスト	全ての読み書き可能な内部レジスタに対して 0x55555555 および 0xAAAAAAAA のチェッカパターンを書き込み、それが正常に読み出せることを確認します。
CPU プログラムカウンタテスト	ジャンプ命令実行後に、プログラムカウンタの値がプログラム記述時(ビルド時)に想定された値になっていることを確認する。 ジャンプ先アドレスのパターンを 10 通り用意し、全て正常に実行できたときに呼び出し元に返ってきます。

2.1. 自己診断サンプルプロジェクト

Project¥Examples¥Safety フォルダ以下には、以下の自己診断ライブラリ用サンプルプロジェクトが配置されます。

プロジェクト名	動作概要	利用する自己診断ライブラリ関数
CPU_Sample	CPU レジスタテストおよび CPU プログラムカウンタテストを実施し、結果を LED 表示します。	safety_CPU_Register() safety_CPU_ProgramCounter()

3. 自己診断テストライブラリ詳細

自己診断テストライブラリ機能の詳細を記載します。
本サンプルプログラムは、CPU プログラムカウンタ/レジスタ用自己診断プログラムです。
以下のテストは、TPPM4K グループ(1)を使用した場合の設定例です。

自己診断ライブラリのソースコード (.c ファイル) は Libraries¥Safety¥src フォルダに、ヘッダファイル (.h ファイル) は Libraries¥Safety¥inc に存在します。

3.1. CPU レジスタテスト

CPU レジスタの「Stuck at」エラーチェック(注 1)を以下の CPU レジスタに対して行います。

- ・ R0 – R12
- ・ R13 (Main SP および Process SP) (注 2)
- ・ R14 (LR)
- ・ CPSR (上位 5bit のみ)

CPU レジスタテストは順番に行われます。あるレジスタでエラー検出した場合にはその時点でテストを中断しエラーを返します。その際に、エラーの発生したレジスタを表すビットマスク値を同時に返します。

ライブラリ関数は（ユーザ状態ではなく）特権状態で呼び出されることを想定しています。

このライブラリ関数は割り込み禁止状態で呼び出す必要があります。C 言語で関数呼び出し時に非破壊とされているレジスタは、テスト前後で保存されます。

safety_CPU_Register 関数は割り込みを使用しません。

ソースファイル: safety_cpu_reg.c

ヘッダファイル: safety_cpu_reg.h

使用ライブラリ: txz_gpio.c/h

関数名	
bool safety_CPU_Register(uint32_t *result_word)	
入力パラメータ	
なし	-
出力パラメータ	
uint32_t *result_word	結果を格納するメモリバッファ bit0 : R0 テスト失敗 - bit12 : R12 テスト失敗 bit13 : Main SP テスト失敗 bit14 : Process SP テスト失敗 bit15 : LR テスト失敗 bit16 : CPSR テスト失敗
戻り値	
bool	テスト結果(true: 成功, false: 失敗)

※戻り値が数秒間確認できない場合は、上記関数以外の要因によりテストが正常に機能していないことが考えられるのでテスト失敗として処理してください。

ただし、ターミナル I/O 出力表示を使用しているときに表示終了まで数秒かかりますので、テスト失敗判断は表示を見ながら判定してください。

注 1: 「Stuck at」エラーチェックとは、あるビットが 0 または 1 に固定されている異常を検出するチェックです。

注 2: SP レジスタの下位 2bit は 0 固定です。これらの固定ビットはテストされません。

3.2. CPU プログラムカウンタテスト

CPU プログラムカウンタの「Stuck at」エラーチェックを行います。

この関数内ではプログラムカウンタに対して代入を行う代わりに複数回のジャンプ命令を実行します。テストが失敗した場合にはプログラムは復旧しません。逆に実行が終了した場合には必ずテスト成功となります。

ライブラリ関数は割り込み禁止状態で呼び出す必要があります。C 言語で関数呼び出し時に非破壊とされているレジスタは、テスト前後で保存されます。

safety_CPU_ProgramCounter 関数は割り込みを使用しません。

ソースファイル: safety_cpu_pc.c

ヘッダファイル: safety_cpu_pc.h

使用ライブラリ: txz_gpio.c/h

関数名	
bool safety_CPU_ProgramCounter(void)	
入力パラメータ	
なし	-
出力パラメータ	
なし	-
戻り値	
bool	テスト結果 正常に実行されたときは true: 成功が返ります。 失敗時は基本的には、呼び出し側に戻ってきませんが、false が返ってくる場合は正常にコンパイルされていないなどの内部エラーが考えられます。(注 1)

※ターミナル I/O 出力表示を使用しているときに表示終了まで数秒かかりますので、テスト失敗判断は表示を見ながら判定してください。

本テスト開発で使用した評価ボードでは、全テストが終了したらテスト結果を LED で表示します。

LED1 (PJ0) 点灯: 全テスト成功

LED2 (PJ2) 点灯: レジスタテスト失敗

LED3 (PJ4) 点灯: プログラムカウンタテスト失敗

注 1: 呼び出すサブルーチンがインライン展開されたときなどにこのようになることがあります。
このテストの実装では関数のインライン展開を無効にしています。

4. 使用ドライバー一覧

このテストライブラリではTMPM4KxA v1.0.0バージョンのドライバおよびプロジェクト内のコードを利用しています。

CMSIS ライブラリ

カテゴリ	ソースファイル名
スタートアップ	startup_TMPM4K4A.s
システム(クロック設定など)	system_TMPM4KxA.c

Periph_driver

カテゴリ	ソースファイル名
GPIO	txz_gpio.c

Project Examples 内

カテゴリ	ソースファイル名
BSP (評価ボードサポート)	bsp.c
LED 出力	bsp_led.c

5. 参考資料

以下の資料を使用して開発を実施しています。

- ・ データシート
- ・ リファレンスマニュアル
- ・ 自己診断プログラムアプリケーションノート基本設定
- ・ ARM® Cortex®-M4 Processor technical Reference Manual
- ・ ARMv7-M Architecture Reference Manual

6. 改訂履歴

Revision	Date	Description
1.0	2019-08-29	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。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 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用途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。