

LaunchPadベースのMSP430 UART BSL インターフェイス

Leo Hendrawan

概要

このアプリケーション・レポートでは、低コストのLaunchPad™ベースMSP430 汎用非同期送受信回路 (UART)のブートストラップ・ローダー(BSL)・インターフェイスの実装について説明します。実装の目標は、2つより少ないシリアル・インターフェイス・モジュールを備えたMSP430バリュー・ライン・デバイスを、BSL Scripterソフトウェア・ツール~MSP430のターゲット・デバイス間のブリッジとして配置することです。

付随するプロジェクト(資料)およびこのアプリケーション・レポートに付属するソース・コードは、次のURLからダウンロードできます。 <http://www.ti.com/lit/zip/slaa535>.

1 はじめに

1.1 MSP430 ブートストラップ・ローダー(BSL)

MSP430 BSLはMSP430のメモリ内容の読み出しと修正用にMSP430デバイスに内蔵されたプログラムであり、ファームウェアのアップデートに使用できます。MSP430デバイスの大部分にはUARTインターフェイスを介してUART BSLへアクセスする機能が付いていますが、USBインターフェイス付きのMSP430デバイスにはUSB BSLが内蔵されているため、例外となります。MSP430 BSLの詳細については、ウィキサイト(wiki)「BSL (MSP430)」を参照してください。

1.1.1 UART BSL

UART BSLを起動するには、RSTとTEST (共有JTAGピンを持つデバイスの場合)、およびTCK (専用JTAGピンを持つデバイスの場合)で信号伝送を行う特定のBSLエントリ・シーケンスを使用します。MSP430デバイスのBSLエントリ・シーケンスの種類は、そのデバイスが共有JTAGピンを持つか専用JTAGピンを持つかによって異なります。両タイプのデバイスのBSLエントリ・シーケンスの違いを図1と図2に記載します。

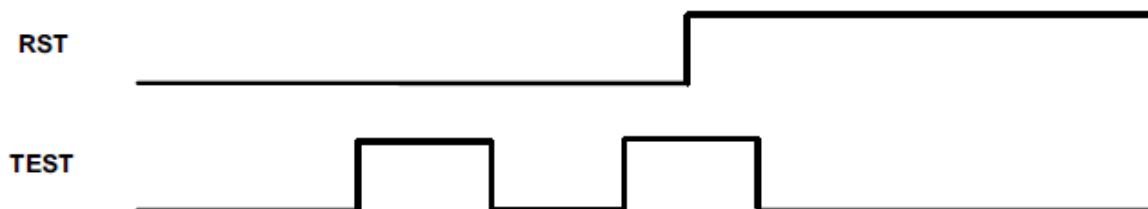


図1 BSLエントリ・シーケンス(共有JTAGピンを持つデバイスの場合)

LaunchPadは、Texas Instrumentsの商標です。
それ以外の商標はすべて、各所有者の知的財産です。

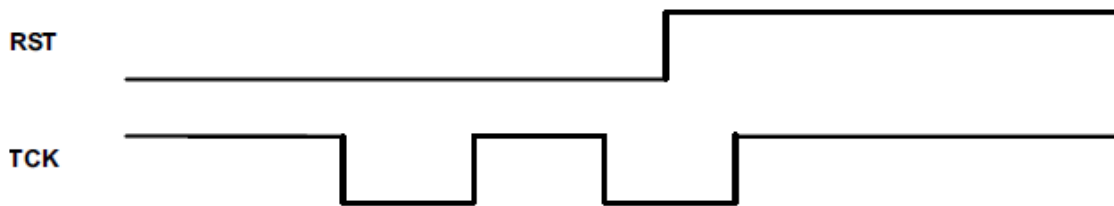


図2 BSLエントリ・シーケンス(専用JTAGピンを持つデバイスの場合)

UART BSLのプロトコル・データ・フレームは、ROMベースのBSLとフラッシュ・ベースのBSLでは基本的に異なります。ROMベースのBSLは1xx、2xx、4xxの各デバイスで使用できますが、フラッシュ・ベースのBSLは5xxおよび6xxデバイスで使用されます。2つのBSLタイプでのBSLプロトコルに関する詳細については、MSP430 Programming Via the Bootstrap Loader User's Guide (SLAU319)を参照してください。

1.2 汎用非同期送受信回路(UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

汎用非同期送受信回路(UART)はシリアル通信用の規格であり、組み込みシステムで一般的に使用されています。データはシリアル方式で非同期的に(クロック信号を使用せずに)転送されるため、送信側と受信側両方で、データ転送速度(通常はボー・レートとして定義されます)、データ・ビット数、パリティ・ビット使用の有無について同じ設定を使用する必要があります。基本的なUARTフレームを図3に示します。

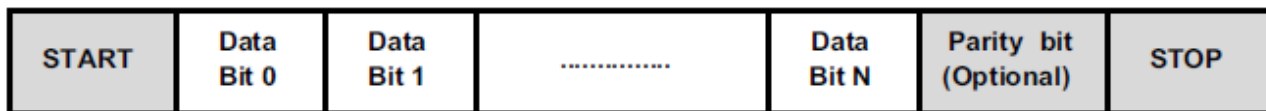


図3 UARTフレーム

デフォルトでは、UART線路は論理Highレベルでアイドル状態になっています。STARTビット信号は基本的に、最初の論理変化の遷移(Highレベル Lowレベル)として示されます。STARTビットの後に、データ・ビットが転送されます。大部分のシステムではリトル・エンディアン形式で(最下位バイト(LSB)から順に)データが送信され、データ・ビットが通常7ビットまたは8ビットとなります。STOPビットの前に、必要に応じてパリティ・ビットをオプションで送信してフレームを検査することもできます。最後に、STOPビット信号により論理LowレベルからHighレベルへの遷移が1回行われて、UARTフレームの終了が示されます。

1.3 MSP-EXP430G2 Launchpad 実験キット(Experimenter Kit)

MSP-EXP430G2開発キット(通称Launchpad)は、MSP430G2xxxバリュウ・ライン・デバイス用の低コストの実験キット(experimenter kit)です。実験キットには、ボー・レート9600でUART (COM PORT)インターフェイスとしても使用できるUSBインターフェイスを備えたオンボード・エミュレータが搭載されています。Launchpad 実験キット(experimenter kit)の詳細については、ウィキサイト(wiki)「MSP430 LaunchPad (MSP-EXP430G2)」を参照してください。

2 実装

このアプリケーション・レポートでは、MSP-EXP430G2 Launchpad開発キットと併せて提供されるMSP430G2231デバイスを使用します。MSP430-EXP430G2 Launchpad UART (ボー・レート9600、パリティ無し)と、MSP430 UART BSL (ボー・レート9600、偶数パリティ(even parity))の仕様ではパリティのサポート状況が異なるため、MSP430G2231ではPCから着信するバイトを検査して、必要があればMSP430のターゲット・デバイスに偶数パリティを付加します。Launchpad BSLインターフェイスは、TI開発キット上で1xx、2xx、4xx、5xxファミリのいくつかのデバイスを使用してテスト済みです。

図4は、Launchpad ~ MSP430F2274開発ボード上のMSP430F2274間のテスト・セットアップ例です。テスト対象デバイスの完全なリストは、付録Aに記載されています。

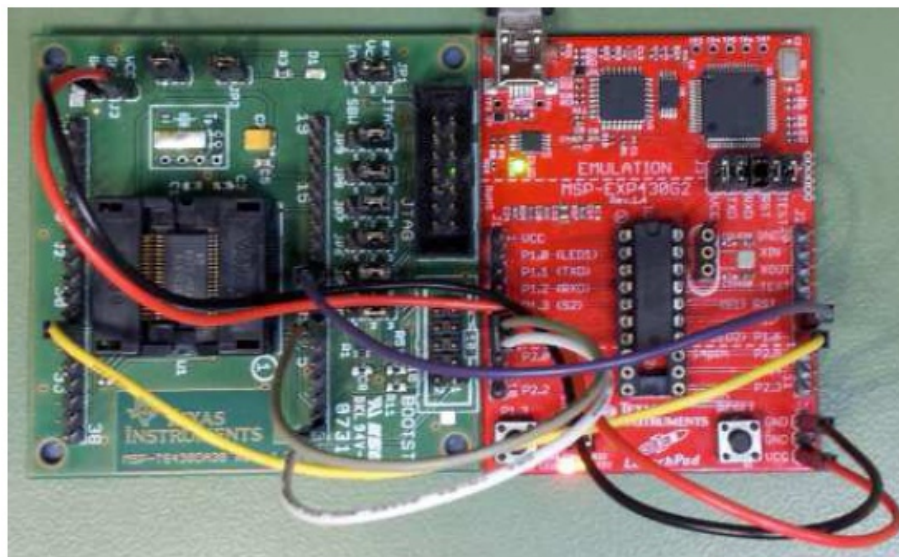


図4 Launchpad UART BSLインターフェイス - MSP-TS430DA38上のMSP430F2274間のテスト・セットアップ

2.1 ハードウェアの接続

MSP430 Launchpad MSP430 UART BSLインターフェイスの実装には、MSP430G2231のポート1 (P1)のピンがすべて必要になります。BSL Scriptorでは本来、MSP430ターゲット・デバイス上でDTRピンとRTSピンを使用してBSLエントリ・シーケンスを生成していましたが、これらのピンはMSP-EXP430G2 Launchpad 実験キットのUART接続では使用できません。そのため、オンボードのS2プッシュ・ボタンを代替の入力として使用して、Launchpad上のMSP430G2231でMSP430ターゲット・デバイスへのBSLエントリ・シーケンスが生成されるようにする必要があります。表1は、MSP430G2231の汎用入出力(GPIO)ピンの割り当ての一覧です。

表 1 MSP430G2231ピンの割り当て

GPIO ピン	説明
P1.0	BSL エントリ・シーケンス生成用の、MSP430 ターゲットへの TCK ピン接続 (専用 JTAG ピンを使用)
P1.1	PC への UART 送信ピン(PC の UART RX ピンに接続)
P1.2	PC からの UART 受信ピン(PC の UART TX ピンに接続)
P1.3	BSL エントリ・シーケンス生成用のプッシュ・ボタン入力
P1.4	BSL エントリ・シーケンス生成用の、MSP430 ターゲットへの RST ピン接続
P1.5	BSL エントリ・シーケンス生成用の、MSP430 ターゲットへの TEST ピン接続 (共有 JTAG ピンを使用)
P1.6	MSP430 ターゲットからの UART 受信ピン(MSP430 ターゲットの BSL 送信(TX)ピンに接続)
P1.7	MSP430 ターゲットへの UART 送信ピン(MSP430 ターゲットの BSL 受信(RX)ピンに接続)

図5に、BSL Scriptor とBSLDEMO2 ソフトウェアを実行しているPC ~ MSP-EXP430G2 Launchpad ~ MSP430ターゲット・デバイス間のハードウェア的な接続の一例を示します。

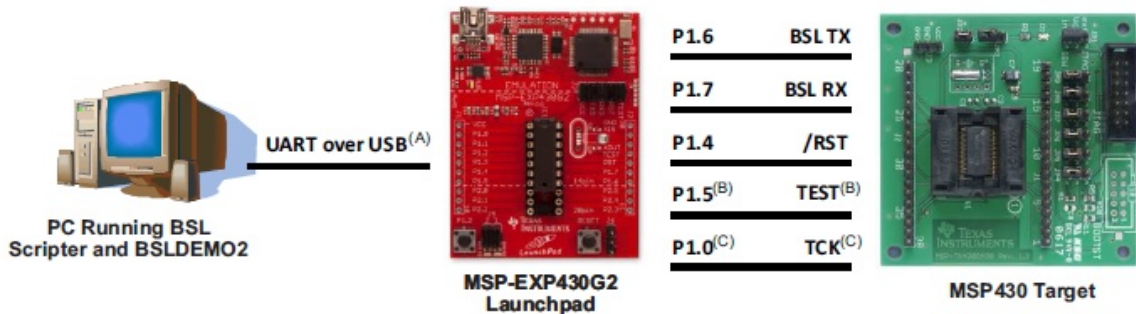


図5. LaunchpadベースのBSLインターフェイスとMSP430ターゲットのハードウェア接続

- A: J3ジャンパはLaunchpadに接続してください。
 B: 共有JTAGピンのあるデバイス用
 C: 専用JTAGピンのあるデバイス用

2.2 Launchpad MSP430 BSL インターフェイスを使用する

MSP430 UART BSLインターフェイスとしてLaunchpadを使用するための手順を以下に説明します。

- このアプリケーション・レポートの関連zipファイルに入っているLaunchpad BSLインターフェイスのコードをコンパイルします。またこのアプリケーション・レポートにはソース・コードの他に、CCSTUDIO (Code Composer Studio)とIARプロジェクト・ファイルも付属しており、無償のコード・サイズ制限版CCSTUDIO (<http://www.ti.com/tool/ccstudio>)とIARキックスタート(<http://www.ti.com/tool/iar-kickstart>) IDEを使用してオープンできます。
Code Composer Studioを使用してCCSTUDIOプロジェクトのインポートを試みる場合は、[Copy projects into workspace]チェック・ボタンをクリックしないでください。ソース・コードはCode Composer Studioプロジェクトに静的にリンクされているため、Code Composer Studioプロジェクトを別のワークスペース・ディレクトリに直接コピーしようとしてもソース・コードはコピーされません。試みた場合は、コンパイル障害(compilation fail)が発生します。
- コンパイルされたファームウェアを、MSP430G2231のフラッシュに書き込みます。このアプリケーション・レポートの関連zipファイルには、コンパイル済みのTI-TXTまたはIntel-HEXバイナリ・ファイルも含まれており、これらのファイルをMSP430 Flasher (http://processors.wiki.ti.com/index.php/MSP430_Flasher_-_Command_Line_Programmer)で使用することが可能です。
- LaunchpadのUSB接続を切断して、セクション2.1の説明のようにLaunchpadをMSP430 ターゲット・デバイスと接続します。また、LaunchpadのJ3およびJ5ジャンパすべてが接続されていることを確認してください。MSP430ターゲット・ボードにLaunchpadから直接(例: J6コネクタで)給電することも可能です。ただしMSP430ターゲットが独自の電源で動作している場合は、Launchpad上のMSP430G2231により供給される信号レベルが、各MSP430ターゲット・デバイス固有のデータ・シートで定義されている「任意のピンに印加される電圧」の指定パラメータを超えないようにすることが重要になります。
- USBを再度接続して、Launchpadに電源を再投入します。約1秒後、Launchpad上のMSP430G2231が自動的にBSLエントリ・シーケンスを生成します。ターゲットのBSLが正常に起動されると、Launchpadの赤いLEDと緑のLEDが両方点灯するはずですが、赤いLEDはMSP430G2231がTCKピンをプルアップしていることを示し、緑のLEDはターゲットのBSLがUART TXピンをHigh(アイドル状態)にプルアップしていることを示します。BSLの起動が正常に行われなかった場合は、赤と緑のLEDが連続して交互に点滅します。Launchpad上のMSP430G2231は、リセット直後に1回だけBSLエントリ・シーケンスを生成できます。したがって、BSLエントリ・シーケンスを再度生成するには、S1リセット・ボタンを押してLaunchpad上のMSP430G2231をリセットする必要があります。
- 前述のように、Launchpad上のMSP430G2231はデフォルトでは、PCからMSP430ターゲットに送信される各バイトにパリティ・ビットを付加します。ただし、MSP430F54xx (A以外)ファミリ・デバイスのBSLのようにパリティ・ビットが想定されない場合は、起動中にLaunchpad上のS2ボタンを押すことでパリティ・ビットの付加をディセーブルにできます。これは赤いLEDの点滅1回で示されます。この赤の点滅後に入力が確定され、パリティ・ビットの付加がディセーブルになります。
- BSL_ScriptorまたはBSLDEMO2プログラムを実行して、BSLとの通信を行います。BSL_ScriptorまたはBSLDEMO2は、正しいシリアルCOM PORTを使用して実行する必要があります。PCによりLaunchpadに割り当てられているシリアルCOM PORTを「MSP430アプリケーションのUART」と呼びます。

3 参考文献

- BSL (MSP430) wiki: BSL (MSP430) wiki
- MSP430 Programming Via the Bootstrap Loader User's Guide (SLAU319)
- MSP430x5xx/MSP430x6xx Family User's Guide (SLAU208)

付録 A テスト対象のデバイス

表 2 テスト対象のデバイス

デバイス	製品 Ver.	ターゲット・ボード	接続(Launchpad – ターゲット・ボード)
CC430F6137	Rev E	EM430F6137RF900	J6.1 (VCC) - CON11.2 (VCC) J6.3 (GND) - CON11.9 (GND) J2.14 (P1.6) - CON10.1 (BSLTX) J2.15 (P1.7) - CON10.3 (BSLRX) J1.6 (P1.4) - CON10.4 (/RST) J1.7 (P1.5) - CON10.7 (TEST)
MSP430F5172	Rev C	MSP-TS430RSB40	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J4.36 (P3.7) J2.15 (P1.7) - J4.35 (P3.6) J1.6 (P1.4) - J4.33 (/RST) J1.7 (P1.5) - J4.32 (TEST)
MSP430F5342	Rev F	MSP-TS430RGZ48B	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J2.14 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J2.15 (P1.2) J1.6 (P1.4) - J4.46 (/RST) J1.7 (P1.5) - J4.41 (TEST)
MSP430F5438	Rev L	MSP-TS430PZ5x100	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.18 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J1.19 (P1.2) J1.6 (P1.4) - J4.96 (/RST) J1.7 (P1.5) - J4.91 (TEST)
MSP430F5438A	Rev E	MSP-TS430PZ5x100	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.18 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J1.19 (P1.2) J1.6 (P1.4) - J4.96 (/RST) J1.7 (P1.5) - J4.91 (TEST)
MSP430F149	Rev S	MSP-TS430PM64	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.13 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J2.22 (P2.2) J1.6 (P1.4) - J4.58 (/RST) J1.2 (P1.0) - J4.57 (TCK)
MSP430F249	Rev D	MSP-TS430PM64	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.13 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J2.22 (P2.2) J1.6 (P1.4) - J4.58 (/RST) J1.2 (P1.0) - J4.57 (TCK)
MSP430F1612	Rev B	MSP-TS430PM64	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.13 (P1.1) J2.15 (P1.7) - J2.22 (P2.2) J1.6 (P1.4) - J4.58 (/RST)

デバイス	製品 Ver.	ターゲット・ボード	接続(Launchpad – ターゲット・ボード)
			J1.2 (P1.0) - J4.57 (TCK)
MSP430F1232	Rev F	MSP-TS430PW28	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) - J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J2.22 (P1.1) J2.15 (P1.7) – J1.10 (P2.2) J1.6 (P1.4) – J1.7 (/RST) J1.7 (P1.5) – J1.1 (TEST)
MSP430F2274	Rev E	MSP-TS430DA38	J6.3 (GND) – J3.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J2.32 (P1.1) J2.15 (P1.7) – J1.10 (P2.2) J1.6 (P1.4) – J1.7 (/RST) J1.7 (P1.5) – J1.1 (TEST)
MSP430F2619	Rev E	MSP-TS430PN80	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) – J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.13 (P1.1) J2.15 (P1.7) – J2.22 (P2.2) J1.6 (P1.4) – J4.74 (/RST) J1.2 (P1.0) – J4.73 (TCK)
MSP430G2553	Rev A	MSP-EXP430G2	J6.1 (VCC) - J6.1 (VCC) J6.3 (GND) – J6.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J1.3 (P1.1) J2.15 (P1.7) – J1.7 (P1.5) J1.6 (P1.4) – J2.16 (/RST) J1.7 (P1.5) – J2.17 (TEST)
MSP430F449	Rev G	MSP-TS430PZ100	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) – J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J4.87 (P1.1) J2.15 (P1.7) – J4.86 (P1.5) J1.6 (P1.4) – J4.94 (/RST) J1.2 (P1.0) – J4.93 (TCK)
MSP430FG4619	Rev F	MSP-TS430PZ100	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) – J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J4.87 (P1.0) J2.15 (P1.7) – J4.86 (P1.1) J1.6 (P1.4) – J4.94 (/RST) J1.2 (P1.0) – J4.93 (TCK)
MSP430F47187	Rev A	MSP-TS430PZ100A	J6.1 (VCC) - J5.1 (VCC) J6.3 (GND) – J5.3 (GND) J2.14 (P1.6) - J4.91 (P1.0) J2.15 (P1.7) – J4.90 (P1.1) J1.6 (P1.4) – J4.100 (/RST) J1.2 (P1.0) – J4.99 (TCK)
MSP430FR5739	Rev D	MSP-EXP430FR5739	J6.1 (VCC) - J6.1 (VCC) J6.3 (GND) – J6.3 (GND) J2.14 (P1.6) - SV2.11 (P2.0) J2.15 (P1.7) – SV2.8 (P2.1) J1.6 (P1.4) – J3.7 (/RST) J1.7 (P1.5) – J3.9 (TEST)

ご注意

Texas Instruments Incorporated 及びその関連会社 (以下総称して TI といいます) は、最新の JESD46 に従いその半導体製品及びサービスを修正し、改善、改良、その他の変更をし、又は最新の JESD48 に従い製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての半導体製品は、ご注文の受諾の際に提示される TI の標準販売契約約款に従って販売されます。

TI は、その製品が、半導体製品に関する TI の標準販売契約約款に記載された保証条件に従い、販売時の仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査及びその他の品質管理技法は、TI が当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、適用される法令によってそれ等の実行が義務づけられている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TI は、製品のアプリケーションに関する支援又はお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI 製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI 製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションに関連する危険を最小のものとするため、適切な設計上及び操作上の安全対策は、お客様にてお取り下さい。

TI は、TI の製品又はサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、又は方法に関連している TI の特許権、著作権、回路配置利用権、その他の TI の知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TI が第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TI が当該製品又はサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証又は是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない、又は TI の特許その他の知的財産権に基づき TI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TI のデータ・ブック又はデータ・シートの中にある情報の重要な部分の複製は、その情報に一切の変更を加えること無く、且つその情報と関連する全ての保証、条件、制限及び通知と共になされる限りにおいてのみ許されるものとします。TI は、変更が加えられて文書化されたものについては一切責任を負いません。第三者の情報については、追加的な制約に服する可能性があります。

TI の製品又はサービスについて TI が提示したパラメーターと異なる、又は、それを超えてなされた説明で当該 TI 製品又はサービスを再販売することは、関連する TI 製品又はサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、且つ不公正で誤認を生じさせる行為です。TI は、そのような説明については何の義務も責任も負いません。

TI からのアプリケーションに関する情報提供又は支援の一切に拘わらず、お客様は、ご自身の製品及びご自身のアプリケーションにおける TI 製品の使用に関する法的責任、規制、及び安全に関する要求事項の全てにつき、これをご自身で遵守する責任があることを認め、且つそのことに同意します。お客様は、想定される不具合がもたらす危険な結果に対する安全対策を立案し実行し、不具合及びその帰結を監視し、害を及ぼす可能性のある不具合の可能性を低減し、及び、適切な治癒措置を講じるために必要な専門的知識の一切を自ら有することを表明し、保証します。お客様は、TI 製品を安全でないことが致命的となるアプリケーションに使用したことから生じる損害の一切につき、TI 及びその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI 製品につき、安全に関連するアプリケーションを促進するために特に宣伝される場合があります。そのような製品については、TI が目的とするところは、適用される機能上の安全標準及び要求事項を満たしたお客様の最終製品につき、お客様が設計及び製造ができるようお手伝いすることにあります。それにも拘わらず、当該 TI 製品については、前のパラグラフ記載の条件の適用を受けるものとします。

FDA クラス III (又は同様に安全でないことが致命的となるような医療機器) への TI 製品の使用は、TI とお客様双方の権限ある役員の間で、そのような使用を行う際について規定した特殊な契約書を締結した場合を除き、一切認められていません。

TI が軍需対応グレード品又は「強化プラスチック」製品として特に指定した製品のみが軍事用又は宇宙航空用アプリケーション、若しくは、軍事的環境又は航空宇宙環境にて使用されるように設計され、かつ使用されることを意図しています。お客様は、TI がそのように指定していない製品を軍事用又は航空宇宙用を使う場合は全てご自身の危険負担において行うこと、及び、そのような使用に関して必要とされるすべての法的要求事項及び規制上の要求事項につきご自身のみの責任により満足させることを認め、且つ同意します。

TI には、主に自動車用に使われることを目的として、ISO/TS 16949 の要求事項を満たしているとして特別に指定した製品があります。当該指定を受けていない製品については、自動車用に使われるようには設計されてもいませんし、使用されることを意図しておりません。従いまして、前記指定品以外の TI 製品が当該要求事項を満たしていなかったことについては、TI はいかなる責任も負いません。

Copyright © 2013, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位 (外装から取り出された内装及び個装) 又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で (導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関する全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度: 0~40℃、相対湿度: 40~85% で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品 (外装、内装、個装) 及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限 260℃ 以上の高温状態に、10 秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質 (硫黄、塩素等ハロゲン) のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上