

Stellaris® LM4F232 評価ボード

ユーザーズ・マニュアル



著作権

Copyright © 2012 Texas Instruments, Inc. All rights reserved. Stellaris およびStellarisWare はTexas Instruments の登録商標です。ARM およびThumb はARM Limited の登録商標です。Cortex は同社の商標です。その他の名称および商標は、他社の財産として主張される可能性があります。

Texas Instruments
108 Wild Basin, Suite 350
Austin, TX 78746
<http://www.ti.com/stellaris>



この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。
日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。
製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。
TI および日本 TI は、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

目次

第 1 章: ボードの概要	6
キットの内容	6
EK-LM4F232 を使用する	7
機能	7
仕様	8
ハードウェアの説明	9
機能の説明	10
マイクロコントローラ、USB OTG、ユーザー・スイッチ/ナビゲーション・スイッチ、ユーザーLED、GPIO ヘッダ (回路図 1 枚目)	10
データ・ロガー、加速度計、温度センサ、OLED、SD カード (回路図 2 枚目)	12
ハイバネーション、電流シャント、電源、リセット、クリスタル (回路図 3 枚目)	17
デバッグと仮想 COM ポート (回路図 4 枚目)	20
Chipcon ワイヤレス 評価モジュール・コネクタ (回路図 5 枚目)	19
第 3 章	20
ソフトウェアの開発	20
ソフトウェアの説明	20
ソース・コード	20
ツールのオプション	20
EK-LM4F232 ボードのプログラミング	22
回路図	23
部品配置	28
部品表 (BOM)	29
参考文献	33

図一覧

図 1-1. Stellaris® LM4F232 評価ボード	6
図 2-1. EK-LM4F232 評価ボードのブロック図	9
図 B-1. EK-LM4F232 の部品配置 (上面図)	28
図 B-2. EK-LM4F232 の部品配置(下面図)	28

表一覧

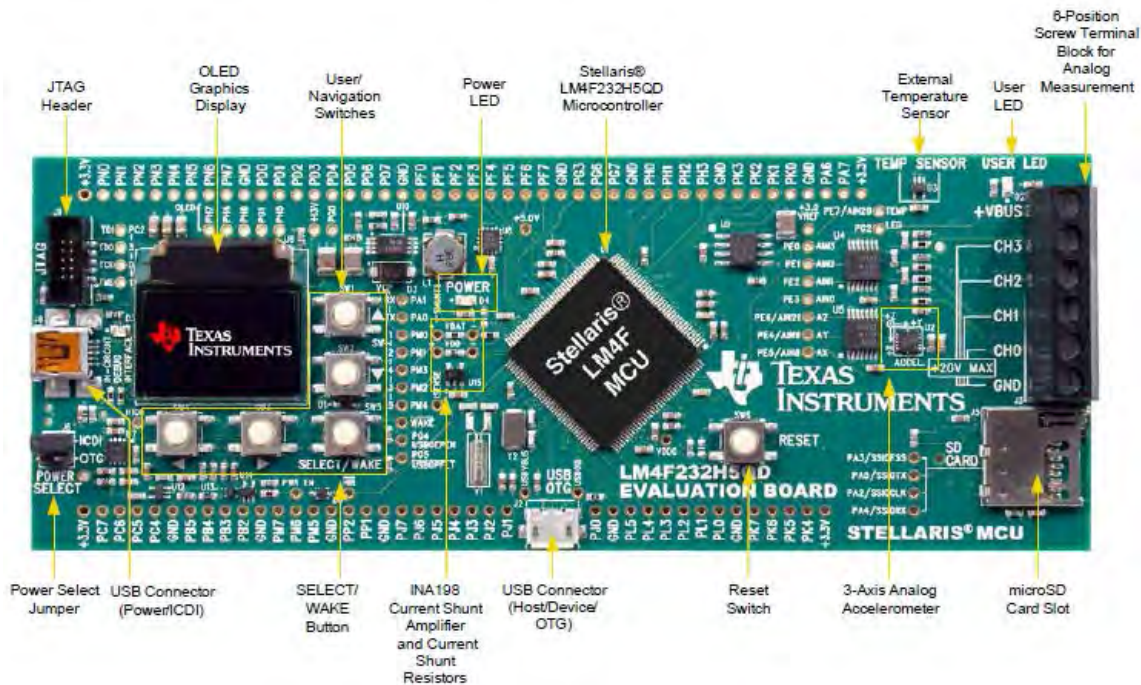
表 1-1. EK-LM4F232 の仕様値.....	8
表 2-1. USB ホスト/デバイス/OTG の信号	10
表 2-2. ユーザー・スイッチとユーザーLED の信号	12
表 2-3. 4 チャンネルのアナログ測定の信号.....	13
表 2-4. 3 軸アナログ加速度計の信号	14
表 2-5. 温度センサの GPIO	14
表 2-6. 共通の温度範囲を選択した場合の線形伝達関数	15
表 2-7. マイクロコントローラの動作電流の信号	16
表 2-8. OLED ディスプレイの信号	16
表 2-9. SD カードの信号	16
表 2-10. 電力要件.....	20
表 2-11. ブレークアウト要件	20
表 2-12. Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)の信号.....	20
表 2-13. 仮想 COM ポートの信号	19
表 C-1. EK-LM4F232 の部品表 (BOM)	29

第 1 章

ボードの概要

Stellaris® LM4F232 評価ボード (EK-LM4F232)は、Stellaris LM4F232H5QD ARM® Cortex™-M4F ベースのマイクロコントローラ用の評価プラットフォームです。評価ボードの設計の特徴は、LM4F232H5QD マイクロコントローラのUSB 2.0 On-The-Go/ホスト/デバイス (USB OTG/ホスト/デバイス) インターフェイス、12ビットのアナログ-デジタル・コンバータ(ADC)、リアルタイム・クロック(RTC)、バッテリー・バックアップ式ハイバネーション・モジュールです。図 1-1 は、EK-LM4F232の写真です。

図 1-1. Stellaris® LM4F232 評価ボード



キットの内容

EK-LM4F232 評価キットには、次のものが同梱されています。

- Stellaris EK-LM4F232 評価ボード
- オンボードStellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)
- ケーブル類
 - USB ミニB ~ USB A プラグ・ケーブル (デバッグ用)
 - USB マイクロ A プラグ ~ USB A レセプタクル・ケーブル
 - USB マイクロ B プラグ ~ USB A プラグ・ケーブル
- USB フラッシュ・ドライブ
- CR2032 コイン型リチウム・セル・バッテリー3 V
- 次のものが入っているCD:
 - StellarisWare® ペリフェラル・ドライバ・ライブラリとソース・コード例

- Stellaris® ファームウェア開発パッケージ(ソース・コード例付き)
- クイックスタート・アプリケーション(ソース・コード付き)
 - Windows 付属アプリケーション(クイックスタート・アプリケーション用)
- ドキュメンテーション一式
- 次の中で、サポートされているバージョン
 - Keil™ RealView® マイクロコントローラ開発キット(MDK-ARM)
 - IAR 組込みワークベンチ® 開発ツール
 - Sourcery CodeBench 開発ツール
 - Code Red Technologies 開発ツール
 - Texas Instrumentsの Code Composer Studio™ IDE

EK-LM4F232 を使用する

EK-LM4F232 評価キットを使用するための推奨手順は次の通りです。

1. キットに同梱の、**README First** ドキュメンテーションの指示に従ってください。README First ドキュメントを使用すると、EK-LM4F232 評価ボードを数分間で組み立てて動作させることが容易に可能になります。
2. **任意のARMツール・チェーンとStellaris ペリフェラル・ドライバ・ライブラリを使用して、アプリケーションを開発します。**ソフトウェア・アプリケーションは、オンボードStellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)を使用してロードされます。プログラミングの手順については、第3章“Software Development”を参照してください。*StellarisWare Peripheral Driver Library Software Reference Manual* には、ソフトウェアの構造と機能についての具体的な情報が記載されています。
3. **ハードウェアのカスタマイズと統合を行って、エンド・アプリケーションに適合させます。**このユーザーズ・マニュアルは、回路の動作を理解し、ハードウェアの修正を完成させるための重要な参考文献となります。

機能

EK-LM4F232評価キットには、次のような機能があります。

- Stellaris® LM4F232H5QD マイクロコントローラ
- データ・ロガーのデモ・アプリケーション
 - 6つのネジ端子
 - 4つのアナログ入力 (0~20V)
 - 電源
 - グラウンド
 - 3軸アナログ加速度計
 - 2つのアナログ温度センサ
 - 外部TMP20 温度センサ
 - 内蔵マイクロコントローラ温度センサ
 - マイクロコントローラの電流シャント・アンプ
- 96 x 64色OLED ディスプレイ
- USB マイクロAB コネクタ(ホスト/デバイス/OTG用)
- マイクロSDカード・スロット

- 5つのユーザー・スイッチ/ナビゲーション・スイッチ
- ユーザーLED
- 高精度リファレンス(基準電圧)3.0V
- 0.1インチのグリッド間隔でヘッダまで引き出された使用可能な I/O
- デバッグ
 - Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)
 - 標準的な10ピンJTAGヘッダ
- シャント抵抗(V_{BAT} と V_{DD} の電流測定用)
- コイン型セル・バックアップ・バッテリー(ハイバネーション・モード用)
- リセット・ボタン

仕様

表1-1は、EK-LM4F232 評価ボードの仕様値です。

表 1-1. EK-LM4F232 の仕様値

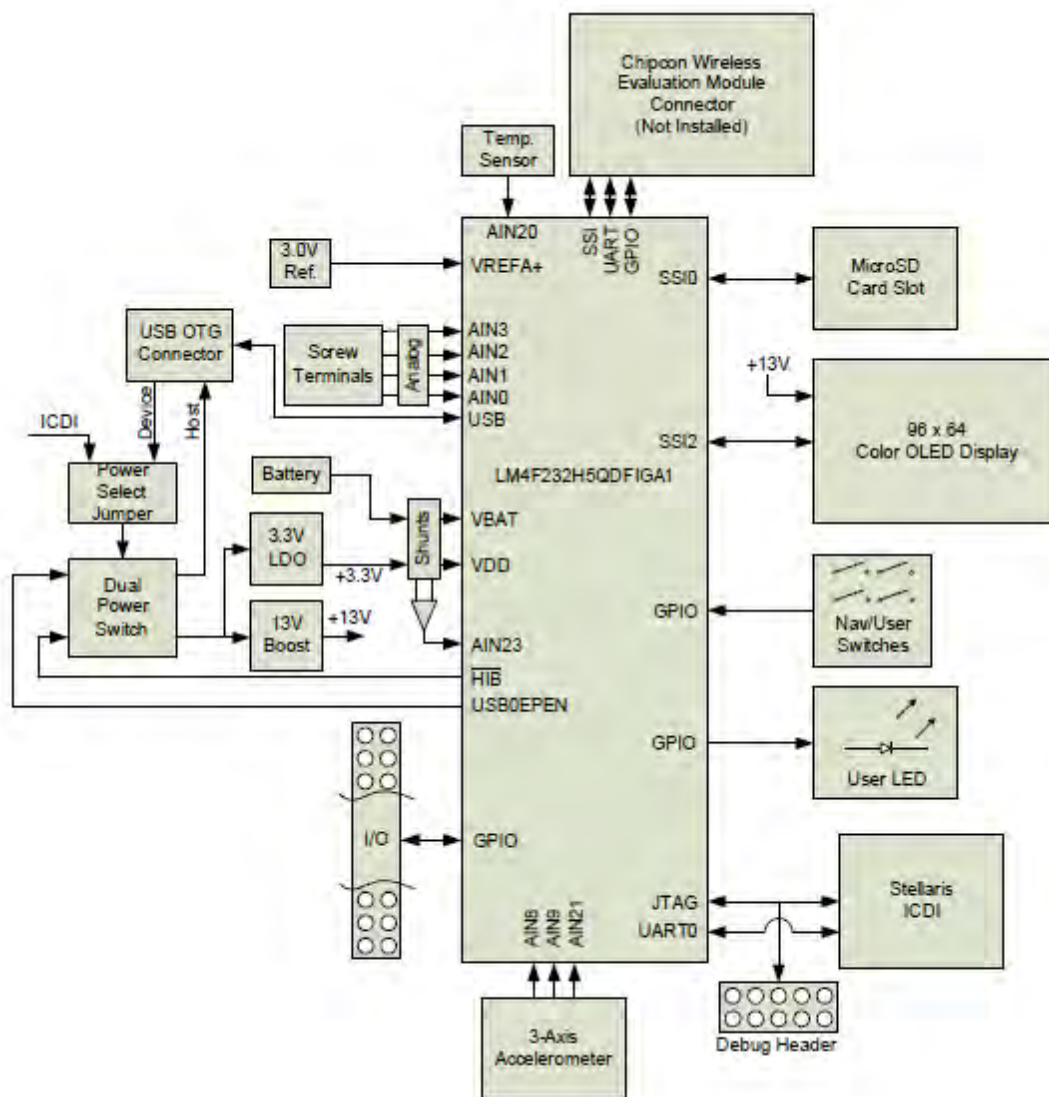
パラメータ	値
ボード電源電圧	4.75~5.25 V
寸法	6.0インチ x 2.25インチ x 0.84インチ (長さ x 幅 x 高さ)
RoHS指令ステータス	適合

第 2 章

ハードウェアの説明

EK-LM4F232 評価ボードには、Stellaris LM4F232H5QD マイクロコントローラが搭載され、Stellaris® センサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI) が組み込まれている他、役に立つ様々なペリフェラル機能があります(図2-1のブロック図参照)。この章では、これらのペリフェラルの動作と、マイクロコントローラへの接続方法を説明します。

図 2-1. EK-LM4F232 評価ボードのブロック図



機能の説明

マイクロコントローラ、USB OTG、ユーザー・スイッチ/ナビゲーション・スイッチ、ユーザーLED、GPIO ヘッダ (回路図 1 枚目)

マイクロコントローラ

Stellaris LM4F232H5QDは、ARM® Cortex™-M4F ベースのマイクロコントローラであり、256KBのフラッシュ・メモリ、32KBのSRAM、80MHzの動作、USBホスト/デバイス/OTG、ハイバネーション・モジュール等の様々な種類のペリフェラルを備えています。デバイスの完全な詳細については、LM4F232H5QD マイクロコントローラのデータ・シート(注文番号DS-LM4F232H5QD)を参照してください。

マイクロコントローラの信号の大部分はピッチ0.1インチのブレイクアウト・パッドにルーティングされ、各パッドのGPIOリファレンス(参照記号)で区別されます。これらのGPIOパッドには、内蔵マルチプレクサを使用して各種ペリフェラル機能を割り当てることが可能です。外付けの回路を追加する場合は、評価ボードの電源ラインに追加される負荷について考慮する必要があります。

LM4F232H5QDマイクロコントローラには、工場出荷時にクイックスタート・デモ・プログラムがプログラミングされています。クイックスタート・プログラムはオンチップ・フラッシュ・メモリに常駐しており、クイックスタート・アプリケーションがユーザー・プログラムに置き換えられない限りは電源が投入されるごとに実行されます。

USB ホスト/デバイス/OTG

EK-LM4F232にはUSB マイクロAB (OTG)コネクタが搭載されており、ホスト、デバイス、OTGの各USB動作が可能になります。次に示す信号はUSB OTGで使用されます。

表 2-1. USB ホスト/デバイス/OTG の信号

GPIO ピン	ピン機能	USB OTG
PL6	USB0DP	D+
PL7	USB0DM	D-
PB0	USB0ID	ID
PB1	USB0VBUS	USB VBUS
GPIO ピン	ピン機能	負荷スイッチ
PG4	USB0EPEN	USB VBUS電源のイネーブル (EN2)
PG5	USB0PFLTn	電源故障(OC2n)

USBのホスト・モードでは、評価ボード からOTGコネクタに電力を供給できます。USB0EPEN 信号では、コネクタの V_{BUS} ピンへの電力供給をイネーブルにするTexas Instrumentsの 負荷スイッチ製品TPS2052B (U7)のチャンネル2のイネーブル (EN2) を制御します。POWER SELECT ジャンパを“ICDI” の位置にする必要があります。

デバイス・モードでは、Stellaris® ICDIまたはOTGコネクタのどちらかから評価ボードに電源を供給することが可能です。ユーザー側でPOWER SELECTジャンパを該当する位置に動かすことにより、電源を

選択できます。

OTGモードでは、システムとコードの構成(設定)に応じて、POWER SELECTジャンパの位置に関する特別な考慮が必要となります。

ユーザー・スイッチとユーザーLED

ボード上の5つのスイッチにより、プリロードされたクイックスタート・アプリケーション内の項目間移動と選択が可能になります。これらのスイッチは、ユーザーのカスタム・アプリケーションで他の目的にも使用できます。

評価ボードには、緑のユーザーLEDもあります。

表2-2に、これらの機能がどのようにマイクロコントローラのピンに接続されているかを示します。

表 2-2. ユーザー・スイッチとユーザーLED の信号

GPIO ピン	ピン機能	機能
PM0	GPIO	SW1 (上)
PM1	GPIO	SW2 (下)
PM2	GPIO	SW3 (左)
PM3	GPIO	SW4 (右)
PM4	GPIO	SW5 (選択/ウェイク)
PG2	GPIO	ユーザーLED

GPIO ヘッド

マイクロコントローラ上の未使用ピンはすべて、ボード端の0.1インチ・ヘッドにルーティングされ、便宜的にポート名とピン名で区別されます。

その他のピンは、それらを使用するハードウェア機能に近い場所のヘッドまで引き出されます。これらは、0.1インチ・グリッドにも接続されます。これらのすべてのヘッドにはポート名とピン名が記載され、記載可能な位置に機能名も記載されます。これらの信号の詳細については、“回路図”を参照してください。

データ・ロガー、加速度計、温度センサ、OLED、SD カード (回路図 2 枚目)

データ・ロガー

EK-LM4F232のフラッシュ・メモリには、クイックスタート・アプリケーションがあらかじめロードされています。このアプリケーションで実行されるマルチチャネルのデータ・ロガーでは、最大4つのアナログ・チャネル (0~20V)、3軸アナログ加速度計、2つのアナログ温度センサ、マイクロコントローラを駆動する電流の測定が可能です。

Windows クイックスタート付属アプリケーションは評価キットのCDにも入っており、データ・ロガーアプリケーションのサブディスプレイとして機能します。詳細については、“ソフトウェアの説明”を参照してください。

4チャネルのアナログ測定

評価ボードに搭載された6個のネジ端子ブロックを使用すると、外部信号への接続が容易になります。表 2-3 はネジ端子とチャネルの配置です。

表 2-3. 4 チャンネルのアナログ測定信号

GPIO ピン	ピン機能	端子
-	-	+VBUS
PE0	AIN3	CH3
PE1	AIN2	CH2
PE2	AIN1	CH1
PE3	AIN0	CH0
-	-	GND

4つの各チャンネルでは、0～20Vを約0.01 Vの分解能で測定できます。各チャンネルの分圧回路(voltage divider)では、端子での0～20V範囲をLM4F232H5QDマイクロコントローラの12ビット・アナログ-デジタル・コンバータ(ADC)の0～3V範囲に縮小します。縮小された各信号はユニティゲイン・アンプを通過して、マイクロコントローラのADC用の低インピーダンス・ソースを提供します。次に示すのは、4つのデータ・ローガーチャンネルを使用する場合に参考にと役立つ式です。

$$V_{\text{TERMINAL}} = \frac{V_{\text{ADC}}}{\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)} = \left(\frac{V_{\text{ADC}}}{\frac{18000}{105000 + 18000}}\right) \approx \frac{V_{\text{ADC}}}{0.146}$$

$$V_{\text{ADC}} = \frac{V_{\text{REFA+}}}{2^{12} - 1} \times \text{ADCCODE} = \frac{3.0V}{4095} \times \text{ADCCODE} \approx 0.7326mV \times \text{ADCCODE}$$

例えば、ADCから読み取られたコードが2048であれば、ADCにより測定される電圧は次のように計算されます。

$$V_{\text{ADC}} = 0.7326mV \times 2048 = 1.5V$$

したがって、ネジ端子で測定されている電圧は次のようになります。

$$V_{\text{TERMINAL}} = \frac{V_{\text{ADC}}}{0.146} = \frac{1.5V}{0.146} = 10.27V$$

注意 – ネジ端子とADCピンのどちらかで電圧が入力範囲を超過すると、それが直接的な原因となってアナログ回路が損傷する可能性があります。

3軸アナログ加速度計

評価ボードには、Bosch社の3軸アナログ加速度計製品BMA140が組み込まれています。加速度計の電源はTexas InstrumentsのREF5030 高精度 3.0 V 基準電圧 (U9)であり、3.0V電圧源の1/2を中心とするアナログ信号を出力します。したがって、出力では0g が1.5 Vとなります。センサでは、最大±4 gの加速度を測定できます。

各軸には独自のアナログ信号 A_X 、 A_Y 、 A_Z があります。センサの出力は、ユニティゲイン・アンプを通過して、マイクロコントローラのADC用の低インピーダンス・ソースを提供します。表 2-4 では、どのマイクロコントローラのピンが加速度計に使用されているかを示しています。

表 2-4. 3 軸アナログ加速度計の信号

GPIO ピン	ピン機能	加速度計
PE5	AIN8	A_X
PE4	AIN9	A_Y
PE6	AIN21	A_Z

Bosch Sensortec Triaxial, Analog Acceleration Sensor Data Sheet (BMA140) から引用した次の各式では、 g の各方向(a_X 、 a_Y 、 a_Z)の加速度ベクトルに基づいて、センサ出力 A_X 、 A_Y 、 A_Z をボルト単位で定義し、センサ感度 (S) を V/g 単位で定義します。3つの軸は同じ関係を共有しているため、 X 軸の式のみを示します。

$$S = \frac{V_{DD}}{10} = 0.3V$$

$$A_X = \left(\frac{V_{DD}}{2} + S \times a_X \right) = 1.5V + 0.3V \times a_X$$

ADCから読み取られたコードを使用すると、加速度ベクトルは次のように計算されます。

$$A_X = V_{ADC} = \frac{V_{REF+}}{2^{12}-1} \times ADCCODE = \frac{3.0V}{4095} \times ADCCODE \approx 0.7326mV \times ADCCODE$$

$$a_x = \frac{A_X - 1.5V}{0.3V} = \frac{(0.7326mV \times ADCCODE) - 1.5V}{0.3V} = (0.002442 \times ADCCODE) - 5$$

例えば、 A_X でADCから読み取られたコードが 2457であれば、測定された加速度は次のように計算されます。

$$a_x = (0.002442 \times ADCCODE) - 5 = (0.002442 \times 2457) - 5 = 1g$$

加速度計の詳細については、Bosch Sensortec Triaxial, Analog Acceleration Sensor Data Sheet (BMA140)を参照してください。

温度センサ

温度は、Texas Instrumentsのアナログ温度センサ製品TMP20(U3) および/または内蔵マイクロコントローラの温度センサで測定できます。

外部 TMP20 温度センサ

センサの出力はユニティゲイン・アンプを通過して、マイクロコントローラのADC用の低インピーダンス・ソースを提供します。表2-5に、温度センサに使用される信号を示します。

表 2-5. 温度センサの GPIO

GPIO ピン	ピン機能	温度センサ
PE7	AIN20	V_{OUT}

温度範囲-55°C～+130°Cに渡るセンサのアナログ出力は、次のように放物線伝達関数に対応しています。(TMP20のデータ・シートより引用)

$$V_{OUT} = (-3.88 \times 10^{-6} \times T^2) + (-1.15 \times 10^{-2} \times T) + 1.8639V$$

ここで、温度 T の単位は °C です。温度について式を解くと、次の式ようになります。

$$T = -1481.96 + \sqrt{\frac{2.19262 \times 10^6 + (1.8639 - V_{OUT})}{3.88 \times 10^{-6}}}$$

対象とする温度範囲が小さい場合は、線形伝達関数による計算が可能です。ここで述べた計算の詳細については、±2.5°C Low-Power, Analog Out Temperature Sensor Data Sheet (TMP20) を参照してください。表 2-6 は、共通の温度範囲を選択した場合の線形伝達関数です。

表 2-6. 共通の温度範囲を選択した場合の線形伝達関数

温度範囲		線形方程式 (V)	放物型方程式からの最大偏差 (°C)
T _{MIN} (°C)	T _{MAX} (°C)		
-55	130	V _{OUT} = -11.79mV/°C x T + 1.8528	±1.41
-40	110	V _{OUT} = -11.77mV/°C x T + 1.8577	±0.93
-30	100	V _{OUT} = -11.77mV/°C x T + 1.8605	±0.70
-40	85	V _{OUT} = -11.67mV/°C x T + 1.8583	±0.65
-10	65	V _{OUT} = -11.71mV/°C x T + 1.8641	±0.23
35	45	V _{OUT} = -11.81mV/°C x T + 1.8701	±0.004
20	30	V _{OUT} = -11.69mV/°C x T + 1.8663	±0.004

内蔵マイクロコントローラの 温度センサ

LM4F232H5QD マイクロコントローラに組み込まれた内蔵温度センサを使用すると、内部温度が高すぎるか低すぎるために動作の信頼性が保証されない場合に、システムにそれを通知することが可能になります。温度センサは、ADCにより内部的にサンプリングできます。ADCの読み取り値を使用すると、内部温度 T (単位°C) は次のように計算できます。(LM4F232H5QDのデータ・シートからの引用)

$$T = 147.5 - \frac{225 \times ADCCODE}{4095}$$

内蔵マイクロコントローラの温度センサの詳細については、LM4F232H5QDのデータ・シートを参照してください。

マイクロコントローラの動作電流

マイクロコントローラの動作電流 I_{DD} は、マイクロコントローラ自体で測定できます。Texas Instruments の電流シャント・アンプ製品 INA198 (U15) の出力は、マイクロコントローラ上のADCに接続されています。このアンプにより、マイクロコントローラ用のV_{DD} ソースに合わせて、0.1オームの電流シャント抵抗での電圧降下が大きくなります。

表2-7は、アンプ出力の測定に使用される信号です。

表 2-7. マイクロコントローラの動作電流の信号

GPIO ピン	ピン機能	アンプ
PP0	AIN23	OUT

ADCの読み取り値から動作電流を計算する方法の詳細については、“電流シャント抵抗”を参照してください。

OLED ディスプレイ

評価ボードには、96 x 64 色の有機LED (OLED)ディスプレイが組み込まれています。OLEDディスプレイの電源となるオンボード13Vレギュレータは、ディスプレイの使用前にイネーブルにしておく必要があります。

データをディスプレイに書き込むには、SSI2 ペリフェラルを使用します。表2-8は、ディスプレイで使用する信号です。

表 2-8. OLED ディスプレイの信号

GPIO ピン	Pin機能	OLED機能
PH7	SSI2TX	SDIN
PH5	SSI2FSS	CSn
PH4	SSI2CLK	SCLK
PH6	GPIO	D/Cn
PG1	GPIO	RSTn
PG0	GPIO	+13VEN

SDカード

ESK-LM4F232 はマイクロ SD カード・スロットを持っています。表 2-9 は SD カードで使用する信号です。

表 2-9. SD カードの信号

GPIO ピン	Pin 機能	SDカード機能
PA5	SSI0TX	DI
PA4	SSI0RX	DO
PA3	SSI0FSS	CSn
PA2	SSI0CLK	CLK

ハイバネーション、電流シャント、電源、リセット、クリスタル(回路図 3 枚目)

ハイバネーション

EK-LM4F232では、LM4F232H5QDのハイバネーション・モジュールのクロック・ソース用のクロック・ソースとして32.768 kHzのクリスタル (Y1)を提供します。また、独立した3.0VのCR2032 コイン型リチウム・セル・バックアップ・バッテリーも、 V_{BAT} に接続して提供します。マイクロコントローラのハイバネーション・モード中に、このバッテリーによりハイバネーション・モジュールに電力が供給されます。ハイバネーション・モード中の引き込み電流 は、電流シャント抵抗1k Ω の両端の電圧を測定することで間接的に測定できます。詳細については、“電流シャント抵抗”を参照してください。

リアルタイム・クロック (RTC)のマッチ、低バッテリー(電圧)、および/または $\overline{WAKE}$ ピンのアサートという条件が発生した場合に、ハイバネーション・モジュールに対してウェイク(起動)信号が生成される可能性があります。SELECT/WAKEスイッチは、マイクロコントローラの $\overline{WAKE}$ ピンに接続されます。マイクロコントローラが $\overline{WAKE}$ のアサート時に起動するように設定されている場合は、スイッチを使用してハイバネーション・モードからマイクロコントローラを起動させることができます。SELECT/WAKE スwitchを、ダイオードを経由してPM4にも接続することで、マイクロコントローラがハイバネーション・モードに入った時にPM4が $\overline{WAKE}$ をアサートしないようにすることもできます。詳細については、付録Aの“回路図”を参照してください。

ハイバネーション・モード中の消費電力を最低限にするために、 $\overline{HIB}$ 信号をTexas Instrumentsの負荷スイッチ製品TPS2052B (U7)のチャンネル1のイネーブル(EN1)信号に接続します。ハイバネーション・モードになると $\overline{HIB}$ 信号がアサートされ、負荷スイッチによりボード全体への主電源が切断されます。ハイバネーション・モードは、バックアップ・バッテリーのみにより起動されます。

EK-LM4F232には、バッテリーが存在していないか、バッテリー電圧が低すぎる場合でも評価ボードをオンにできるようにするための補助的な回路があります。バッテリー電圧が2.1Vよりも大きくなると、Texas InstrumentsのTPS3803-01 電圧検出回路(U12) により V_{BAT} が監視され、 V_{BAT_GOOD} 信号が生成されます。標準的な論理ゲートと、 V_{BAT} と V_{DD} のステートを使用すると、 V_{BAT} が有効でなく、マイクロコントローラにまだ電源が投入されていない場合でも、 $\overline{HIB}$ 信号を強制的にHighにできます。この回路を使用すれば、バックアップ・バッテリー自体が無かったり、あるいは完全に放電されている場合でも、USB電源ボードそれ自体によりボードの電源をオンにすることが可能になります。詳細については、付録 Aの“回路図”を参照してください。

この補助的な回路を必要としないアプリケーションもあります。例えば、バックアップ・バッテリー兼用のメイン・バッテリー1つを電源とするデバイスではこの回路は必要ありません。また、ハイバネーション・モジュールをVDD3ONモードで使用している場合はマイクロコントローラへの電力が内部的にカットされるために、 $\overline{HIB}$ を使用して外部電源をオフにする必要がなくなります。

組み込みシステムにハイバネーション・モードを実装するには様々な方法があります。実装方法ごとに、設計に関する独自の考慮が必要になります。

電流シャント抵抗

評価ボードでは、2つの電流シャント抵抗を使用して、マイクロコントローラの動作電流 I_{DD} とハイバネーション・モード時のバッテリー電流 I_{BAT} を測定します。 I_{DD} は、Texas Instrumentsの電流シャント・アンプ製品INA198(U15)を介して、マイクロコントローラにより測定できます。“マイクロコントローラの動作電流 I_{DD} ”を参照してください。 I_{BAT} は、外部的に測定する必要があります。

マイクロコントローラの動作電流 I_{DD}

I_{DD} 用のシャント抵抗 $R_{VDDSHUNT}$ は 0.1オームであり、INA198アンプのゲインは100 V/Vです。

したがって、次のようになります。

$$I_{DD} = \frac{V_{VDDSHUNT}}{R_{VDDSHUNT}} = \frac{V_{VDDSHUNT}}{0.1}$$
$$V_{ADC} = V_{VDDSHUNT} \times Gain = V_{VDDSHUNT} \times 100$$

ADCの測定値が分かれば、 I_{DD} を次のように計算できます。

$$I_{DD} = \frac{V_{VDDSHUNT}}{R_{VDDSHUNT}} = \frac{\left(\frac{V_{ADC}}{100}\right)}{0.1} = \frac{V_{ADC}}{10}$$

または、単純に、1mAあたり10 mVとなります。

ハイバネーション・モードのバッテリー電流 I_{BAT}

I_{BAT} のシャント抵抗 $R_{VBATSHUNT}$ は、1 kOhmです。

$$I_{BAT} = \frac{V_{VBATSHUNT}}{R_{VBATSHUNT}} = \frac{V_{VBATSHUNT}}{1000}$$

または、単純に、1μAあたり1mVとなります。

クロッキング

EK-LM4F232では、16.0MHzのクリスタル (Y2) を使用してLM4F232H5QD マイクロコントローラのメイン内部クロック回路を完成させます。ソフトウェア的に構成されている内蔵PLLでは、このクロックを多重化(multiples)して、コアおよびペリフェラルのタイミング用に周波数を高くします。

ハイバネーション・モジュールには、外部クリスタル32.768 kHz (Y1)によりクロックが供給されます。

リセット

LM4F232H5QD マイクロコントローラへのRESET信号をRESETスイッチおよびStellaris® ICDI 回路に接続して、デバッグ制御のリセットを行います。

外部的なリセットは、次の任意の条件下でアサートされます(アクティブLow)。

■パワーオン・リセット**■RESET スイッチが押下される**

■デバッグの命令によりStellaris® ICDI回路がリセットを行う場合 (この機能はオプションであり、デバッグによってはサポートされていない場合もあります)

OLEDディスプレイには特殊なリセット・タイミング要件があるため、マイクロコントローラからの専用制御ラインが必要になります。

電源とジャンパ

EK-LM4F232には、次の2つの電源のどちらかから電力を供給できます。

■Stellaris® ICDI USB ケーブル (デフォルト)

■USB OTG ケーブル

POWER SELECTヘッダに接続した可動型のジャンパ・シャントを使用して、2つの電源のどちらかを選択します。一度に選択できる電源はひとつだけです。

個別のUSBモードの推奨ジャンパ位置については、“USB ホスト/Device/OTG” を参照してください。

評価ボードで電力を供給できる外部回路の数には上限があります。表2-10はボードの電力要件、表2-11はボードのブレークアウト要件です。

表 2-10. 電力要件

ボードの電源	最小値	標準値	最大値	単位
ICDI USB ケーブル	4.75	5.0	5.25	V
USB OTG ケーブル				

表 2-11. ブレークアウト要件

ブレークアウト	条件	最大値	単位
+3.3 V	—	260	mA
+5.0 V ^{a,b}	+3.3 V @ 260 mA, OLED オン	350	mA
	+3.3 V @ 260 mA, OLED オフ	380	mA

a. これは、+5.0 Vのブレークアウトと+V_{BUS} のブレークアウトを示しています。全体の電流 = I_{5V} + I_{VBUS} となります。

b. +5.0 Vは負荷スイッチ(U7)により切り替えられますが、+V_{BUS} は常に接続されます。

デバッグと仮想 COM ポート (回路図 4 枚目)

Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI) と仮想 COM ポート

EK-LM4F232 評価ボードには、オンボード Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI) が組み込まれています。Stellaris® ICDI により、LM フラッシュ・プログラマおよび/または任意のサポート・ツール・チェーンを使用したLM4F232H5QDのプログラミングとデバッグが可能になります。JTAGとシリアル・ワイヤ・デバッグ(SWD)の両方がサポートされています。

2 x 5 ファイン・ピッチ (0.05インチ) ARM JTAGヘッダを介して、外部デバッグを評価ボードに接続できます。外部デバッグを接続する時に、JTAGヘッダのピン3 をグラウンドに接続して、Stellaris® ICDIがJTAG信号の制御を解放できるようにします。ARMの標準的なピン配置ではピン3がグラウンドに指定されるため、標準的なサード・パーティ製デバッグであればどの製品でも動作するはずです。

表 2-12 は、JTAGとSWDIに使用されるピンです。

表 2-12. Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)の信号

GPIO ピン	ピン機能	JTAG ヘッダ・ピン
PC0	TCK/SWCLK	4
PC1	TMS/SWDIO	2
PC2	TDI	8
PC3	TDO/SWO	6

表 2-12. Stellaris® インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI) の信号(続き)

GPIO ピン	ピン機能	JTAG ヘッダ・ピン
RST	RST	10
GPIO ピン	ピン機能	ICDI 機能
—	EXTDBG	3

完全なヘッダ・ピン配列は、付録 A の“回路図”に記載されています。

仮想COMポート

PCに接続すると、デバイスはデバッグおよび仮想COMポートとしてエニユメレートされます。表 2-13は、COMポート～マイクロコントローラのピン間の接続です。

表 2-13. 仮想 COM ポートの信号

GPIO ピン	ピン機能	仮想COM ポート
PA0	U0RX	TXD
PA1	U0TX	RXD

Chipcon ワイヤレス 評価モジュール・コネクタ(回路図 5 枚目)

これらの機能は、ボードには装着されていません。ボード上にレイアウトされたパッドを使用すると、顧客側でヘッダをはんだ付けしてTexas Instrumentsのワイヤレス評価モジュールを接続することができます。パッド上に装着できる注文可能な部品(J9、J10、Y4、C66、C67)の番号については、付録Cの“部品表”を参照してください。

購入後すぐに使用できるワイヤレス・ソフトウェアのサポートは提供されていませんが、顧客とサード・パーティには、このインターフェイスを使用して既存のワイヤレス・プロジェクトをEK-LM4F232 評価ボードに移植することが推奨されます。ワイヤレスのヘッダに接続されているペリフェラルの種類を知るには、Chipcon ワイヤレス評価モジュール・コネクタの回路図を参照してください。

第 3 章 ソフトウェアの開発

この章では、フラッシュ・メモリのプログラミング方法とともに、ソフトウェア開発に関する 一般的な情報を提供します。

ソフトウェアの説明

EK-LM4F232で提供されるソフトウェアを使用すると、設計で供給されるペリフェラル・デバイスすべてに対するアクセスが可能になります。オンチップ・ペリフェラルを動作させるには、StellarisWare® ペリフェラル・ドライバ・ライブラリを使用します。

ソフトウェアには、StellarisWare® ペリフェラル・ドライバ・ライブラリを使用するアプリケーション例のセットが組み込まれています。これらのアプリケーションでは、LM4F232H5QDマイクロコントローラの機能のデモを行う他に、EK-LM4F232 評価ボード上で使用するための最終的なアプリケーションの開発の出発点を提供します。

EK-LM4F232 評価キットのCDには、データ・ロガー・クイックスタート・アプリケーション用のWindows クイックスタート付属アプリケーションも入っています。付属アプリケーションを使用すると、EK-LM4F232 評価ボードからの最大10チャンネル分のデータ用のストリップ・チャート表示が可能になります。各チャンネルごとに表示をイネーブルまたはディセーブルにして、カンマで区切った形式のCSVファイルにデータを記録できます。

ソース・コード

EK-LM4F232のCDには、Windows クイックスタート付属アプリケーションのソース・コードも含めた完全なソース・コードが入っています。ハードウェアのセットアップと、ソース・コードのインストール方法の詳細については、README First ドキュメントを参照してください。ソース・コード・ファイルとバイナリ・ファイルは、StellarisWare ツリーにインストールされます。

ツールのオプション

ソース・コードのインストーラには、次に示すツール・チェーン用のプロジェクトおよび/またはメイクファイルの入ったディレクトリが含まれています。

- Keil ARM RealView® マイクロコントローラ開発システム
- IAREmbedded Workbench (ARM用)
- Sourcery CodeBench
- Code Red Technology Red Suite
- Generic Gnu C コンパイラ
- Texas Instrumentsの Code Composer Studio™ IDE

これらのツールの評価版は、www.ti.com/stellaris からダウンロードできます。コードのサイズに制限があるために、評価版のツールではすべてのプログラム例をビルドすることはできません。すべての例のリビルドやデバッグには、完全なライセンスが必要です。

各評価版ツールのインストールと使用に関する指示は、弊社ウェブ・サイト www.ti.com/stellaris の評価キットのセクションからダウンロードして入手できるクイックスタート・ガイド(Quickstart-Keil、Quickstart-IAR等)に記載されています。

ツールの使用方法の詳細については、インストールしたツール・チェーンに含まれるドキュメンテーションを参照するか、ツールのサプライヤのウェブ・サイトにアクセスしてください。

EK-LM4F232 ボードのプログラミング

EK-LM4F232 ソフトウェア・パッケージには、各アプリケーション例用に予めビルドされたバイナリが入っています。StellarisWareをデフォルトのインストール・パス「C:/StellarisWare」にインストールすると、アプリケーション例が「C:/StellarisWare/boards/ek-lm4f232」に置かれます。オンボードの Stellaris ICDI を Stellaris LM フラッシュ・プログラマ・ツールとともに使用して、EK-LM4F232ボード上でアプリケーションをプログラミングします。

Stellaris® ICDIを使用してアプリケーション例をEK-LM4F232 評価ボード上でプログラムするには、次の手順に従ってください。

1. LM フラッシュ・プログラマをWindows PCにインストールします。
2. USB-A ケーブルのプラグをPC上の使用可能なポートに接続し、ミニB プラグをボードに接続します。
3. ボード上のPOWER LED D4が点灯していることを確認します。
4. LM フラッシュ・プログラマを実行します。
5. Configuration タブで、Quick Set コントロールを使用してEK-LM4F232Evaluation Boardを選択します。
6. Program タブへ移動し、Browse (閲覧) ボタンをクリックします。アプリケーション例のディレクトリにアクセスします。(デフォルトの場所は「C:/StellarisWare/boards/ek-lm4f232/」です)
7. 各アプリケーション例 には、専用のディレクトリがあります。ロードする必要のある例のディレクトリ内を検索して、バイナリ (*.bin)・ファイルの入っているディレクトリにアクセスします。バイナリ・ファイルを選択して、Open をクリックします。
8. “Erase Method” を “Erase Necessary Pages” に設定して、“Verify After Program” ボックスにチェックを入れ、“Reset MCU After Program” をチェックします。
9. Program ボタンをクリックして、Erase、Program、Verify の各プロセスを開始します。この時点で、ボード上のDEBUG ACTIVE LED (D5)が点灯します。

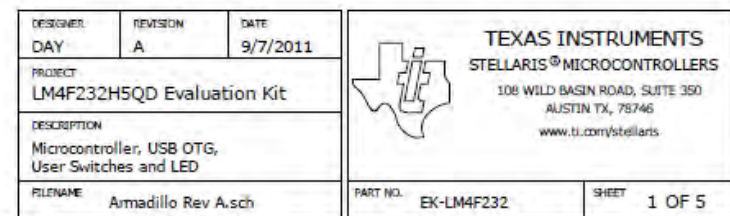
確認プロセスが完了すると、プログラムの実行が開始されます。

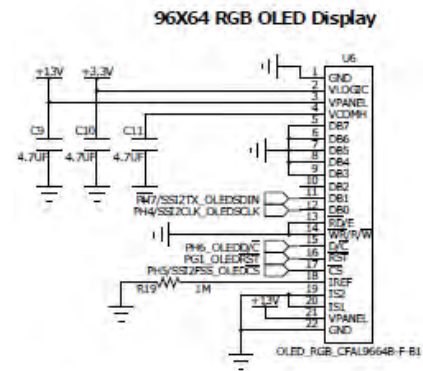
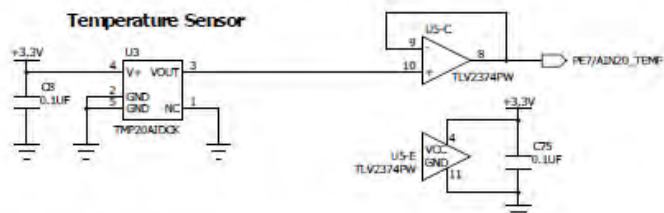
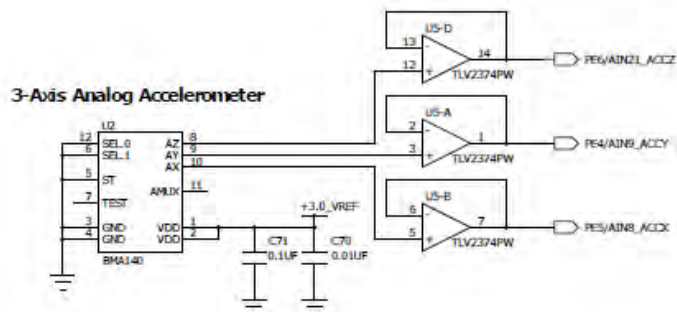
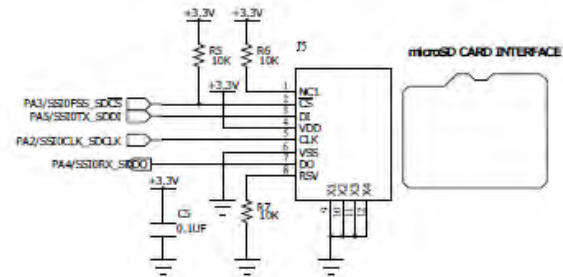
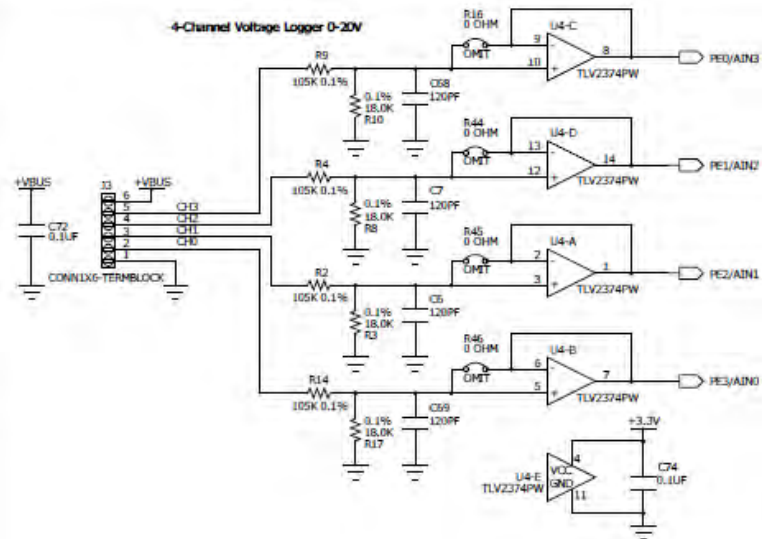
付録 A

回路図

このセクションには、EK-LM4F232ボード用の回路図が記載されています。

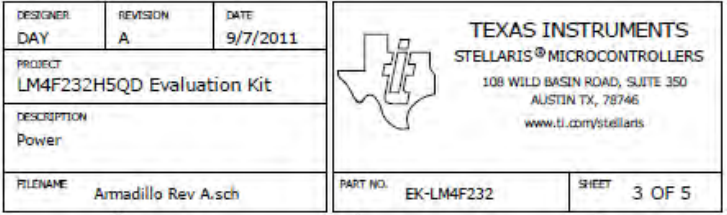
- マイクロコントローラ、USB OTG、ユーザー・スイッチ、LED
- データ・ロガー、温度センサ、OLED、SDカード
- 電源
- Stellaris インサーキット・デバッグ・インターフェイス (ICDI)
- Chipcon ワイヤレス評価モジュール・コネクタ

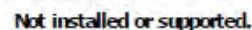




DESIGNER DAY	REVISION A	DATE 9/7/2011
PROJECT LM4F232H5QD Evaluation Kit		
DESCRIPTION Logger, Temp Sensor, OLED, SD Card		
FILENAME Armadillo Rev A.sch	PART NO. EK-LM4F232	SHEET 2 OF 5

TEXAS INSTRUMENTS
STELLARIS® MICROCONTROLLERS
100 WILD BASIN ROAD, SUITE 350
AUSTIN TX, 78746
www.ti.com/stellaris





 TEXAS INSTRUMENTS STELLARIS® MICROCONTROLLERS 108 WILD BASIN ROAD, SUITE 350 AUSTIN TX, 78746 www.ti.com/stellaris	
PART NO.	SHEET
EK-LM4F232	5 OF 5

付録 B

部品配置

上側と下側それぞれの部品配置のプロットを図 B-1 と図 B-2 に示します。

図 B-1. EK-LM4F232 の部品配置 (上面図)

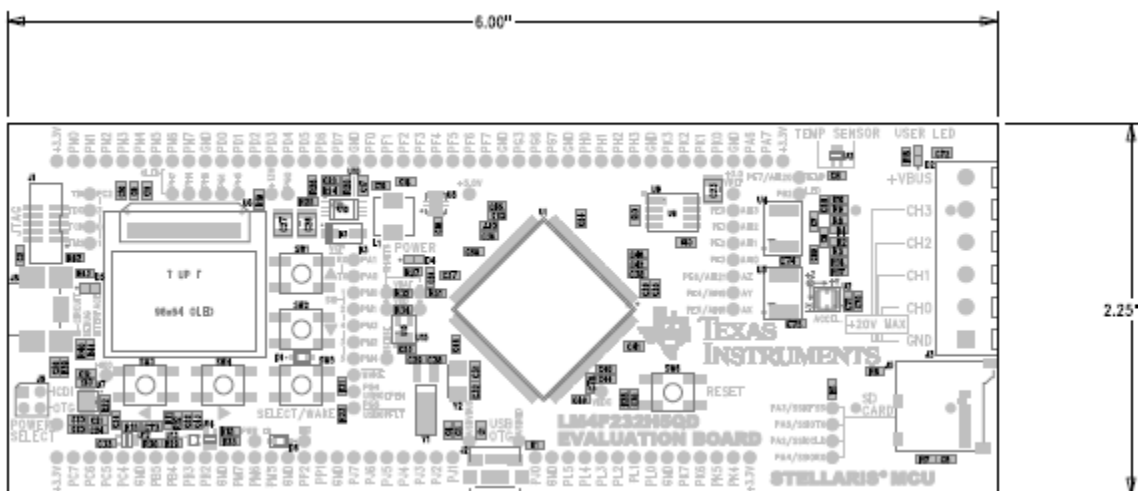
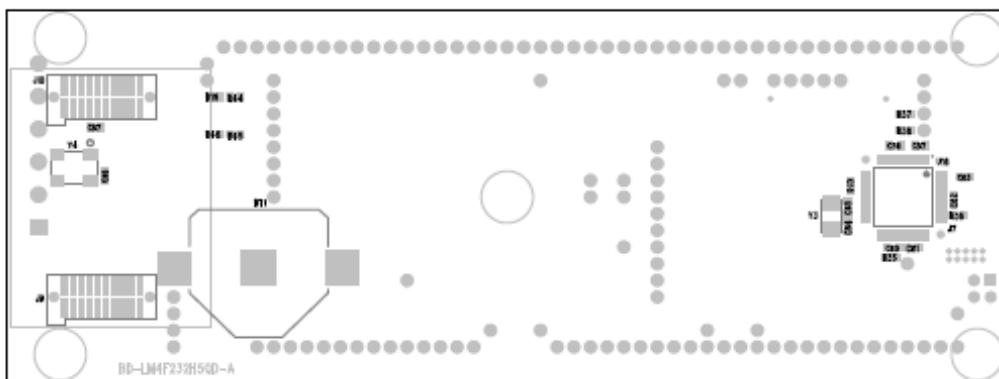


図 B-2. EK-LM4F232 の部品配置(下面図)



付録 C

部品表 (BOM)

表 C-1は、EK-LM4F232 評価ボード用の部品表です。

表 C-1. EK-LM4F232 の部品表 (BOM)

項目	リファレンス	数	説明	メーカー	部品番号
1	BT1	1	バッテリー・ホルダ, CR2032, SMT	Keystone	3002TR
				Keystone	3002TR
2	C2 C5 C8 C12 C17 C34-36 C40 C42-43 C45 C48-50 C52 C55-57 C59-60 C63 C71-75	27	コンデンサ, 0.1uF 50V, 10% 0603 X7R	Murata	GRM188R71H104 KA93D
3	C20	1	コンデンサ, 820pF, 50V, 5%, 0603, COG	TDK	C1608C0G1H821J
4	C23 C26-27	3	コンデンサ, 10uF, 50V, -20% +80%, 1210, Y5V	Murata	GRM32DF51H106 ZA01L
5	C29 C28	2	コンデンサ, 24pF, 50V, 5%, 0603, COG	TDK	C1608C0G1H240J
6	C31-32 C64-65	4	コンデンサ, 10pF 50V 5% セラミック NPO/COG 0603	Kemet	C0603C100J5GAC TU
				Kemet	C0603C100J5RAC TU
7	C33	1	コンデンサ, 200pF, 50V, 5%, 0603, COG	TDK	C1608C0G1H201J
8	C41 C37-39 C70 C18 C61-62	8	コンデンサ, 0.01uF 50V 5% 0603 X7R	Kemet	C0603C103J5RAC TU
9	C58 C1 C3-4 C13-16 C19 C21-22 C24-25 C44 C46-47 C53-54 C76	19	コンデンサ, 1.0uF 25V 10% X5R 0603	TDK	C1608X5R1E105K
				TDK	C1608X5R1E105K
10	C6-7 C68-69	4	コンデンサ, 120pF, 50V, 5%, 0603, COG	TDK	C1608C0G1H121J
11	C9-11	3	コンデンサ, 4.7uF 25V 10% 0805 X5R	Murata	GRM21BR61E475 KA12L
12	D1 D6	2	ダイオード, 高速スイッチング, 80V, 250mA, SOD-323	Diodes Inc	1N4448HWS-7-F

表 C-1. EK-LM4F232 の部品表 (BOM) (続き)

項目	リファレンス	数	説明	メーカー	部品番号
13	D2 D4-5	3	LED, 緑 565nm, Clear 0805 SMD	Lite-On	LTST-C171GKT
				Lite-On	LTST-C171GKT
14	D3	1	ダイオード, ショットキー, 20V, 1A	Taiwan Semiconductor	SS12
15	J1	1	ヘッダ 2x5, 0.050, SM, 垂直タイプ, 覆い付き	Samtec	SHF-105-01-S-D-SM
				Don Connex Electronics	C44-10BSA1-G
16	J2	1	コネクタ, USB マイクロ AB レセクプタクル SMD	Hirose	ZX62-AB-5PA
17	J3	1	端子, ネジ, 5mm, 6 Pos	Molex	0395430006
				Molex	0395430006
18	J5	1	コネクタ, Micro SDカード, push-push SMT	3M	2908-05WB-MG
19	J6	1	ヘッダ, 2x2, 0.100, Tホール, 垂直タイプ, 覆い無し, 0.230 Mate	FCI	67997-104HLF
				4UCON	00998
20	J8	1	コネクタ, USB ミニB SMT 5ピン	Molex	54819-0572
21	L1	1	インダクタ, 3.3uH, SMD, 6mm x 6mm, 1.7A, 0.044 Ohm	Panasonic	ELL-6PG3R3N
22	R1 R43	2	抵抗, 0 OHM 1/10W 0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEY0R00V
23	R12	1	抵抗, 20K OHM 1/10W 5% 0603 太い	Yageo	RC0603JR-0720KL
24	R13 R19	2	抵抗, 1M OHM 1/10W 5% 0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEYJ105V
25	R2 R4 R9 R14	4	抵抗, 105.0K Ohm, 1/10W, 0.1%, 0603, 細い	Susumu	RG1608P-1053-B-T5
26	R24	1	抵抗, 36.5K Ohm, 1/10W, 1%, 0603, 太い	Yageo	RC0603FR-0736K5L
27	R25	1	抵抗, 174K Ohm, 1/10W, 1%, 0603, 太い	Yageo	RC0603FR-07174KL
28	R26 R10 R8 R3 R17	5	抵抗, 18.00K Ohm, 1/10W, 0.1%, 0603, 細い	Panasonic	ERA-3AEB183V
29	R27 R18 R42	3	抵抗, 330 OHM 1/10W 5% 0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEYJ331V
30	R29	1	抵抗, 9.53M Ohm, 1/10W, 1%, 0603, 太い	Vishay	CRCW06039M53FKEA

表 C-1. EK-LM4F232 の部品表 (BOM) (続き)

項目	リファレンス	数	説明	メーカー	部品番号
31	R30	1	抵抗, 6.8M Ohm, 1/10W, 5%, 0603, 太い	Yageo	RC0603JR-076M8L
32	R31	1	抵抗, 220K Ohm, 1/10W, 1%, SMD, 太い	Panasonic	ERJ-3EKF2203V
33	R32-33	2	抵抗, 1K OHM 1/10W 1% 0603 太い	Panasonic	ERJ-3EKF1001V
34	R34	1	抵抗, 0.1 Ohm, 1/10W, 1%, 0603, 太い	Panasonic	ERJ-3RSFR10V
35	R40	1	抵抗, 9.1K OHM 1/10W 1% 0603 太い	Panasonic	ERJ-3EKF9101V
36	R41	1	抵抗, 49.9 OHM 1/10W 1% 0603 太い	Panasonic	ERJ-3EKF49R9V
37	R5-7 R11 R15 R20-23 R28 R35-39	15	抵抗, 10K OHM 1/10W 5% 0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEYJ103V
38	SW1-6	6	スイッチ, タクト 6mm SMT, 160gf	Omron	B3S-1000
39	U1	1	Stellaris, LM4F232H5QDFIGA1	Texas Instruments	LM4F232H5QDFIGA1
40	U10	1	レギュレータ, 2.3V - 6V in, 18.5Vout max, 2.0A	Texas Instruments	TPS61085PW
41	U12	1	IC, 単一の電圧検出回路 補正可能, 5-SC70(DCK)	Texas Instruments	TPS3803-01DCKR
42	U13	1	IC, 単一の 2入力 ORゲート, 5SOT(DRL)	Texas Instruments	SN74AHCT1G32DRLR
43	U14	1	IC, 単一のトライステート・バッファ, SC70-5 (DCK)	Texas Instruments	SN74AHC1G125DCKR
44	U15	1	電流シャント・モニタ, INA198, 100V/V ゲイン, 5SOP(DBV)	Texas Instruments	INA198AIDBVR
45	U16	1	Stellaris MCU, LM3S3601	Texas Instruments	LM3S3601-IQR50
46	U2	1	IC, 3軸アナログ加速度計, +/- 4g	Bosch Sensortec	BMA140
47	U3	1	IC, アナログ温度センサ -55C~+130C, +/-2.5C, 5-SC70(DCK)	Texas Instruments	TMP20AIDCKR
48	U4-5	2	オペアンプ, 3 MHz, クワッド, レール・ツ ー・レール, 14TSSOP	Texas Instruments	TLV2374IPWR
49	U6	1	OLED ディスプレイ, 96x64, RGB	Crystalfontz	CFAL9664B-F-B1
50	U7	1	障害保護機能付きパワー・スイッチ, デュアル・チャネル, 8-SON	Texas Instruments	TPS2052BDRBR

表 C-1. EK-LM4F232 の部品表 (BOM) (続き)

項目	リファレンス	数	説明	メーカー	部品番号
51	U8	1	レギュレータ, 3.3V, 400mA, LDO	Texas Instruments	TPS73633DRBT
52	U9	1	高精度 3.0V リファレンス SOIC-8	Texas Instruments	REF5030AID
53	Y1	1	クリスタル, 32.768KHz ラジアル部品(缶型)	Abracon	AB26TRB-32.768KHZ-T
54	Y2-3	2	クリスタル, 16.00MHz 5.0x3.2mm SMT	NDK	NX5032GA-16.000000MHZ
				Abracon	ABM3-16.000MHZ-B2-T
55	PCB1	1	PCB (EK-LM4F232H5QD FR-4 用) 6層 ENIG Rev A		
PCBに装着されていない部品のリスト (情報のみ)					
56	C30 C51 C67	3	コンデンサ, 0.1uF 50V, 10% 0603 X7R	Murata	GRM188R71H104KA93D
57	C66	1	コンデンサ, 0.01uF 50V 5% 0603 X7R	Kemet	C0603C103J5RAC TU
58	J9, J10	2	ヘッダ, 2x10, 0.050, SMT, 垂直タイプ, 覆い付き, ソケット	Samtec	TFM-110-02-S-D-K-A
59	R16 R44-46	4	抵抗, 0 OHM 1/10W 0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEY0R00V
60	Y4	1	オシレータ, 32.768 kHz, SMT	Abracon	ASVK-32.768KHZ-LJT
最終組み立て部品表					
61	Z1	1	バッテリー, リチウム, CR2032, 再充電不可	Panasonic	CR2032
62	Z2	1	ジャンパ, 0.100, 金, 黒, 閉	Sullins	SPC02SYAN
63	Z3-7	5	ゴム製足、接着性、丸型, 0.312 x 0.200	3M	SJ-61A1

付録 D

参考文献

Stellaris LM4F232H5QD 評価キットCDには、このドキュメントの他にも次に示す参考文献が入っており、www.ti.com からダウンロードして入手できます。

- *Stellaris LM4F232H5QD Microcontroller Data Sheet*, publication DS-LM4F232H5QD
- StellarisWare Driver Library
- *StellarisWare Driver Library User's Manual*, publication SW-DRL-UG

さらに、次のような参考文献も含まれています。

- *±2.5°C Low-Power, Analog Out Temperature Sensor Data Sheet (TMP20)*
- *Voltage Output High-Side Measurement Current Shunt Monitor Data Sheet (INA198)*
- *Low Noise, Very Low Drift, Precision Voltage Reference Data Sheet (REF5030)*
- *Current-Limited, Power-Distribution Switches Data Sheet (TPS2052B)*
- *Single Voltage Detector Data Sheet (TPS3803-01)*

このデータ・シートは、メーカーから取得できます。

- *Bosch Sensortec Triaxial, Analog Acceleration Sensor Data Sheet (BMA140)*

使用されている開発ツールに関する情報は次の通りです。

- RealView MDK のウェブ・サイト, www.keil.com/arm/rvmdkkit.asp
- IAR Embedded Workbench web site, www.iar.com
- Sourcery CodeBench 開発ツールのウェブ・サイト
www.codesourcery.com/gnu_toolchains/arm
- Code Red Technologies開発ツールのウェブ・サイト, www.code-red-tech.com
- Texas Instrumentsの Code Composer Studio™ IDE のウェブ・サイト, www.ti.com/ccs

STANDARD TERMS AND CONDITIONS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, or documentation (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms and conditions set forth herein. Acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms and conditions.

- 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms and conditions that accompany such Software
- 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.

- 2 *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*

- 2.1 These terms and conditions do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
- 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI. Moreover, TI shall not be liable for any defects that result from User's design, specifications or instructions for such EVMs. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary or as mandated by government requirements. TI does not test all parameters of each EVM.
- 2.3 If any EVM fails to conform to the warranty set forth above, TI's sole liability shall be at its option to repair or replace such EVM, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

- 3 *Regulatory Notices:*

- 3.1 *United States*

3.1.1 *Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:*

This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 *For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:*

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- *Reorient or relocate the receiving antenna.*
- *Increase the separation between the equipment and receiver.*
- *Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.*
- *Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.*

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSS standard(s). Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。
http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan are NOT certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, User is required by Radio Law of Japan to follow the instructions below with respect to EVMs:

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】

本開発キットは技術基準適合証明を受けておりません。

本製品のご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 Notice for EVMs for Power Line Communication: Please see http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

4 EVM Use Restrictions and Warnings:

4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.

4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.

4.3 Safety-Related Warnings and Restrictions:

4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.

4.3.2 EVMS are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.

4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.

5. Accuracy of Information: To the extent TI provides information on the availability and function of EVMS, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.

6. *Disclaimers:*

6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY WRITTEN DESIGN MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS AND CONDITIONS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED PRIOR TO OR AFTER DELIVERY OF THE EVM.

7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS AND CONDITIONS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS AND CONDITIONS OR THE USE OF THE EVMS PROVIDED HEREUNDER, REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN ONE YEAR AFTER THE RELATED CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY WARRANTY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS AND CONDITIONS, OR ANY USE OF ANY TI EVM PROVIDED HEREUNDER, EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI FOR THE PARTICULAR UNITS SOLD UNDER THESE TERMS AND CONDITIONS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM AGAINST THE PARTICULAR UNITS SOLD TO USER UNDER THESE TERMS AND CONDITIONS SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated

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を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に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 © 2015, 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、半導体の実装に関わる全ての装置類は、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。)

- 直射日光が当たる状態で保管・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