

低電圧 I/O タッチスクリーン・コントローラ

特長

- ADS7846と同じピン配列
- 2.2V~5.25V動作
- 1.5V~5.25Vデジタル入出力
- 2.5V内部リファレンス
- ダイレクト・バッテリー電圧測定 (0V~6V)
- 温度測定機能内蔵
- タッチ圧測定機能
- QSPI™およびSPI™3線式インターフェイス
- 自動パワー・ダウン
- TSSOP-16、QFN-16、およびVFBGA-48パッケージにて提供

- POS端末
- ページャ
- タッチスクリーン・モニタ
- 携帯電話

概要

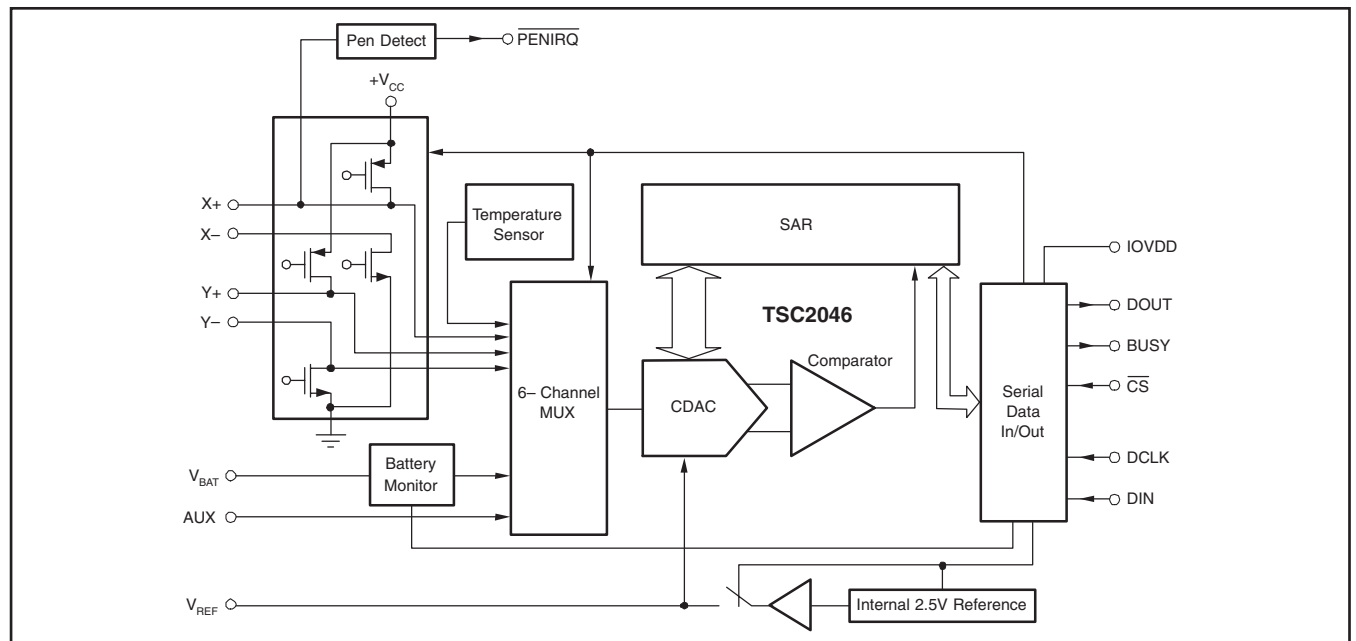
TSC2046はADS7846、4線式タッチスクリーン・コントローラの次世代バージョンであり、1.5Vから5.25Vまでの低電圧I/Oインターフェイスに対応しています。TSC2046は既存のADS7846と完全にピン配列互換であり、同じソケットに挿入できます。したがって、現行のアプリケーションを新バージョンへ容易に更新することができます。また、TSC2046には2.5Vリファレンスが内蔵されており、補助入力、バッテリー監視、および温度測定の各モードで使用できます。この内部リファレンスは、非使用時の電力を節約するためにパワー・ダウンすることもできます。また、内部リファレンス電圧は、2.7Vの電源電圧まで動作し、0Vから6Vまでのバッテリー電圧を監視できます。

アプリケーション

- 携帯情報端末 (PDA)
- 携帯機器

米国特許番号6246394

QSPIおよびSPIはモトローラ社の登録商標です。



すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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。

2.7Vにて標準0.75mW未満の低消費電力(リファレンス電圧源オフ)、高速性(最大125kHzのサンプリングレート)、および内蔵のドライバにより、TSC2046は抵抗性タッチスクリーンの携帯情報端末(PDA)、ページャ、携帯電話、およびその他の携帯機器といったバッテリー動作のシステムに最適です。TSC2046はTSSOP-16、QFN-16、およびVFBGA-48パッケージで提供され、-40°Cから+85°Cの温度範囲で仕様が規定されています。



静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的なESD(静電破壊)保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時に、MOSゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを伝導性のフォームに入れる必要があります。

絶対最大定格 (1)

+V _{CC} 、IOVDD(対GND)	-0.3V ~ +6V
アナログ入力(対GND)	-0.3V ~ +V _{CC} + 0.3V
デジタル入力(対GND)	-0.3V ~ IOVDD + 0.3V
消費電力	250mW
最大接合部温度	+150°C
動作温度	-40°C ~ +85°C
保存温度	-65°C ~ +150°C
リード温度(10秒間の半田付け)	+300°C

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、致命的なダメージを製品に与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示してあり、このデータシートの「推奨動作条件」に示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

パッケージ/製品情報 (1)

製品名	PENIRQ プルアップ 抵抗 (TYP)	最大積分 直線性誤差 (LSB)	パッケージ	パッケージ・ コード	規定温度範囲	パッケージ 捺印	製品型番	出荷形態、 数量
TSC2046I	50kΩ	±2	TSSOP-16	PW	-40°C to +85°C	TSC2046I	TSC2046IPW	Rails, 100
			4x4, 1mm QFN-16	RGV	-40°C to +85°C	TSC2046	TSC2046IPWR	Tape and Reel, 2500
							TSC2046IRGVT	Tape and Reel, 250
							TSC2046IRGVR	Tape and Reel, 2500
							TSC2046IRGVRG4	Tape and Reel, 2500
			4x4 VFBGA-48	GQC	-40°C to +85°C	AZ2046	TSC2046IGQCR	Tape and Reel, 2500
ZQC	-40°C to +85°C	BC2046		TSC2046IZQCT	Tape and Reel, 250			
TSC2046I(2)	90kΩ	±2	4x4	GQC	-40°C to +85°C	AZ2046A	TSC2046IGQCR-90	Tape and Reel, 2500
				ZQC	-40°C to +85°C	BC2046A	TSC2046IZQCR-90	Tape and Reel, 2500

(1) 最新の仕様とパッケージ情報については、www.ti.com、またはwww.tij.co.jpにあるTIのWebサイトを参照してください。

(2) 高インピーダンスのバージョン。

r see the TI web

電気的特性 : $V_S = +2.7V$ to $+5.5V$

$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, $+V_{CC} = +2.7V$, $V_{REF} = 2.5V$ internal voltage, $f_{SAMPLE} = 125kHz$, $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$, 12ビット・モード、デジタル入力 = GND または IOVDD, $+V_{CC} \geq IOVDD$ (特に記述がない限り)

パラメータ	条件	TSC2046			単位
		MIN	TYP	MAX	
アナログ入力 フルスケール入力範囲 絶対入力範囲	正入力 — 負入力 正入力 負入力	0 -0.2 -0.2		V_{REF} $+V_{CC} + 0.2$ $+0.2$	V V V
容量 リーク電流			25 0.1		pF μA
システム性能 分解能 ノー・ミッシング・コード 積分直線性誤差 オフセット誤差 ゲイン誤差 ノイズ 電源除去比	外部 V_{REF} 内部 V_{REF} を含む	11	12 70 70	± 2 ± 6 ± 4	Bits Bits LSB ⁽¹⁾ LSB LSB μV_{rms} dB
サンプリング・ダイナミック特性 変換時間 アキュジション・タイム スループット・レート マルチプレクサ・セトリング・タイム アパーチャ・ディレイ アパーチャ・ジッタ チャンネル間アイソレーション	$V_{IN} = 2.5V_{pp}$ at 50kHz	3	 500 30 100 100	12 125	CLK Cycles CLK Cycles kHz ns ns ps dB
スイッチ・ドライバ オン抵抗 Y+, X+ Y-, X- ドライブ電流 ⁽²⁾	100ms間		5 6	50	Ω Ω mA
リファレンス出力 内部リファレンス電圧 内部リファレンス・ドリフト 静止電流		2.45	2.50 15 500	2.55	V ppm/ $^\circ C$ μA
リファレンス入力 電圧範囲 入力インピーダンス	SER/DFR = 0, PD1 = 0 内部基準電圧オフ 内部基準電圧オン	1.0	1 250	$+V_{CC}$	V G Ω Ω
バッテリー・モニタ 入力電圧範囲 入力インピーダンス バッテリー・サンプリング時 バッテリー・モニタ・オフ時 精度	$V_{BAT} = 0.5V$ to $5.5V$, External $V_{REF} = 2.5V$ $V_{BAT} = 0.5V$ to $5.5V$, Internal Reference	0.5	 10 1	6.0	V k Ω G Ω % %
温度測定 温度範囲 分解能 精度	差分法 ⁽³⁾ TEMP0 ⁽⁴⁾ 差分法 ⁽³⁾ TEMP0 ⁽⁴⁾	-40	1.6 0.3 ± 2 ± 3	+85	$^\circ C$ $^\circ C$ $^\circ C$ $^\circ C$

(1) LSBは最下位ビットを示します。 $V_{REF} = +2.5V$ 時の1LSBは610 μV 。

(2) 設計保証であり、試験は実施していません。50mAを超えるソース電流は、デバイスを劣化させる事があります。

(3) TEMP0とTEMP1の差であり、補正は不要です。

(4) 温度ドリフトは-2.1mV/ $^\circ C$ です。

(5) TSC2046は2.2Vまで動作します。

(6) $IOVDD \leq +V_{CC}$

(7) $+V_{CC}$ と $IOVDD$ の電源電流の合計。代表的な値は、PD0 = 0時にAUX入力を変換したものです。

電気的特性: $V_S = +2.7V$ to $+5.5V$

$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, $+V_{CC} = +2.7V$, $V_{REF} = 2.5V$ internal voltage, $f_{SAMPLE} = 125kHz$, $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$, 12ビット・モード、デジタル入力 = GND または IOVDD, $+V_{CC} \geq IOVDD$ (特に記述がない限り)

パラメータ	条件	TSC2046			単位
		MIN	TYP	MAX	
デジタル入力/出力 ロジック・ファミリー 入力容量 V_{IH} V_{IL} V_{OH} V_{OL} データ・フォーマット	すべてのデジタル制御入力端子 $ I_{IH} \leq +5\mu A$ $ I_{IL} \leq +5\mu A$ $I_{OH} = -250\mu A$ $I_{OL} = 250\mu A$	$IOVDD \cdot 0.7$ -0.3 $IOVDD \cdot 0.8$	CMOS 5 Straight Binary	15 $IOVDD + 0.3$ $0.3 \cdot IOVDD$ 0.4	pF V V V V
電源 $+V_{CC}^{(5)}$ IOVDD ⁽⁶⁾ 静止時電流 ⁽⁷⁾	仕様による規定 動作範囲 内部リファレンス・オフ 内部リファレンス・オン $f_{SAMPLE} = 12.5kHz$ パワー・ダウン・モードおよび、 $\overline{CS} = DCLK = DIN = IOVDD$ $+V_{CC} = +2.7V$	2.7 2.2 1.5	280 780 220	3.6 5.25 $+V_{CC}$ 650 3	V V V μA μA μA μA
消費電力 温度範囲 仕様による規定				1.8	mW
		-40		+85	$^\circ C$

(1) LSBは最下位ビットを示します。 $V_{REF} = +2.5V$ 時の1LSBは610 μV 。

(2) 設計保証であり、試験は実施していません。50mAを超えるソース電流がは、デバイスを劣化させる事があります。

(3) TEMPOとTEMP1の差であり、補正は不要です。

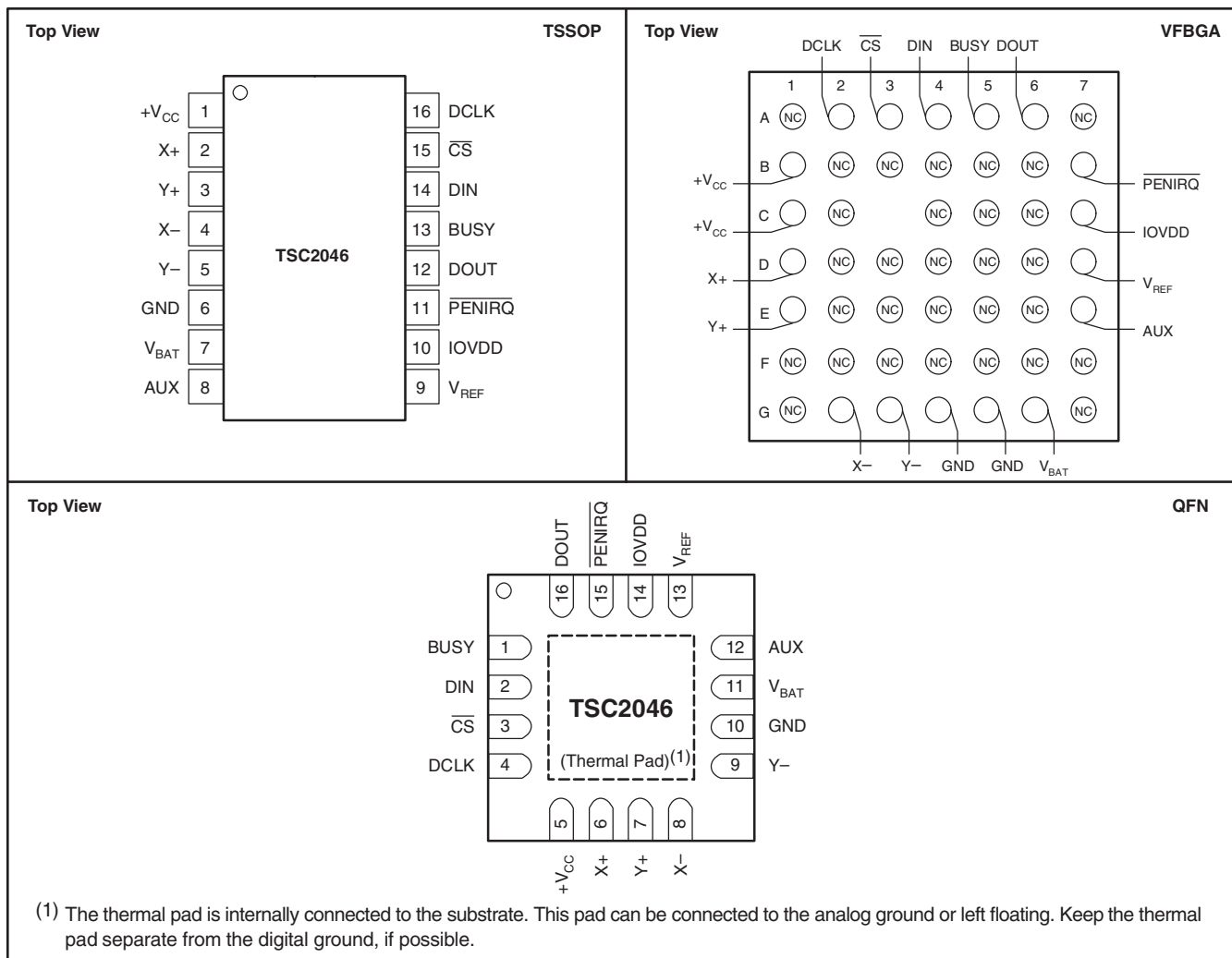
(4) 温度ドリフトは-2.1mV/ $^\circ C$

(5) TSC2046は2.2Vまで動作します。

(6) $IOVDD \leq +V_{CC}$

(7) $+V_{CC}$ とIOVDDの電源電流の合計。代表的な値は、PDO = 0時にAUX入力を変換したものです。

ピン配置

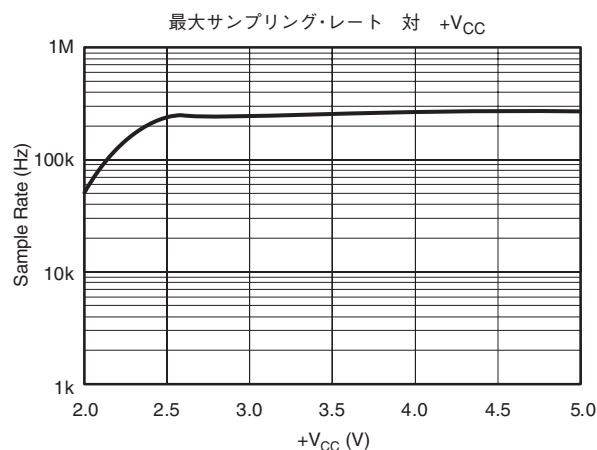
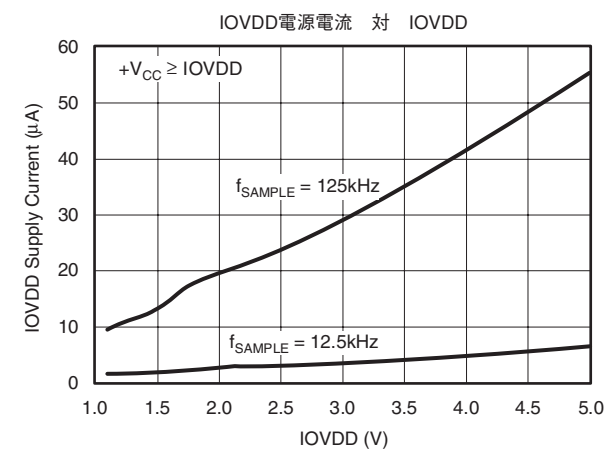
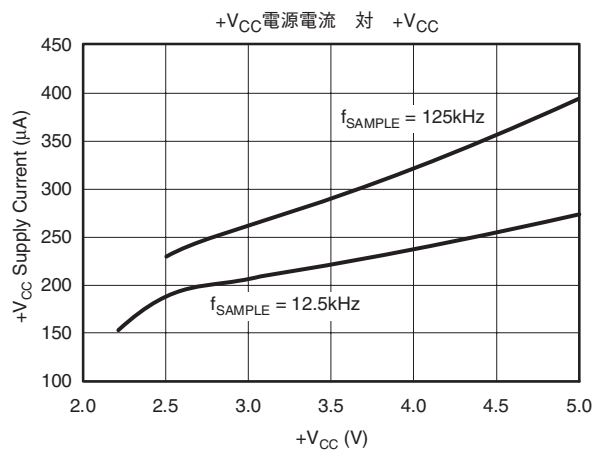
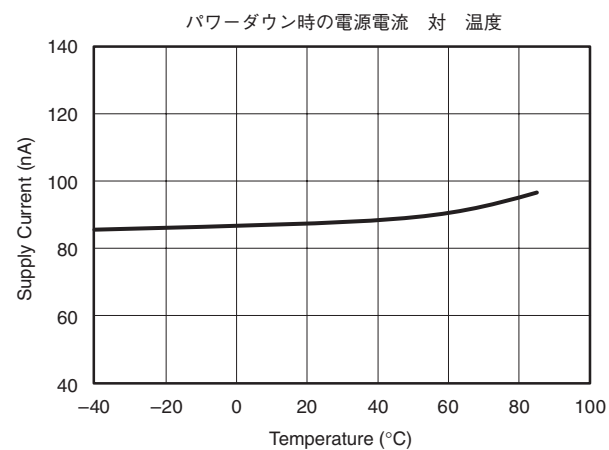
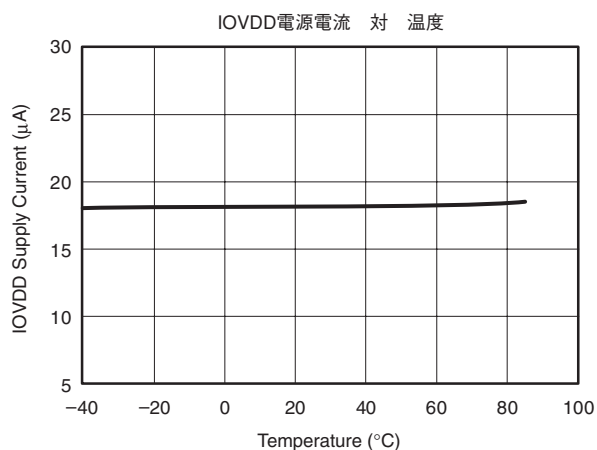
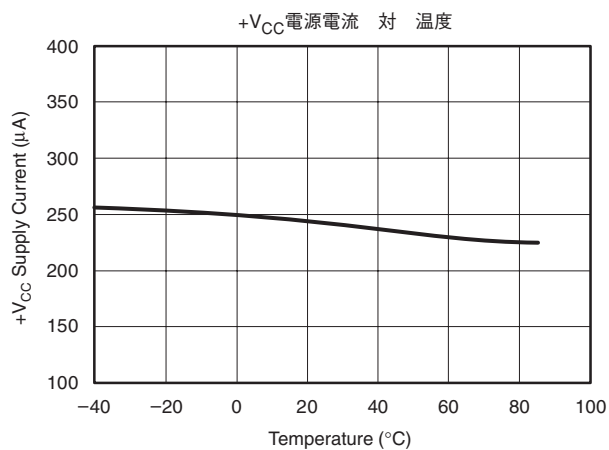


ピン構成

TSSOP PIN #	VFBGA PIN #	QFN PIN #	名称	説明
1	B1 and C1	5	+VCC	電源
2	D1	6	X+	X+ポジション入力
3	E1	7	Y+	Y+ポジション入力
4	G2	8	X-	X-ポジション入力
5	G3	9	Y-	Y-ポジション入力
6	G4 and G5	10	GND	グラウンド
7	G6	11	VBAT	バッテリー監視入力
8	E7	12	AUX	ADCへの補助入力
9	D7	13	VREF	リファレンス入力/出力
10	C7	14	IOVDD	デジタルI/O電源
11	B7	15	PENIRQ	ペン割り込み
12	A6	16	DOOUT	シリアル・データ出力。データはDCLKの立ち下りエッジでシフトされる。 CSが“High”の場合、この出力はハイ・インピーダンスです。
13	A5	1	BUSY	ビジー出力。CSが“High”の場合、この出力はハイ・インピーダンスです。
14	A4	2	DIN	シリアル・データ入力。CSが“Low”の場合、データはDCLKの立ち上りエッジでラッチされる。
15	A3	3	CS	チップ・セレクト入力。変換タイミングを制御し、シリアル入出力レジスタをイネーブルにする。 CSが“High”の場合はパワーダウン・モード(ADCのみ)である。
16	A2	4	DCLK	外部クロック入力。このクロックは、SAR変換プロセスおよびシリアル・データ入出力の同期に使用される。

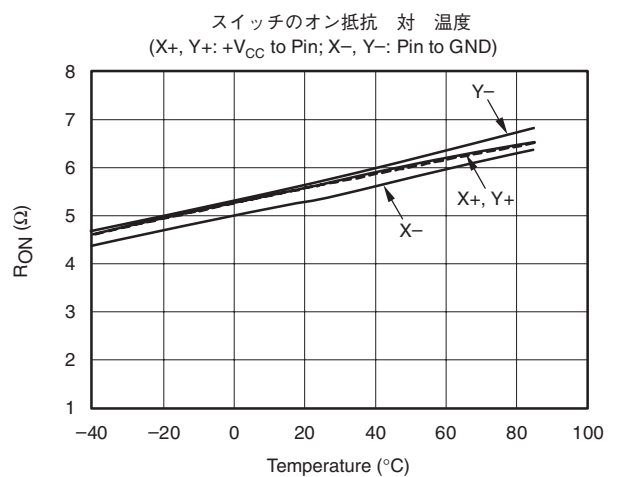
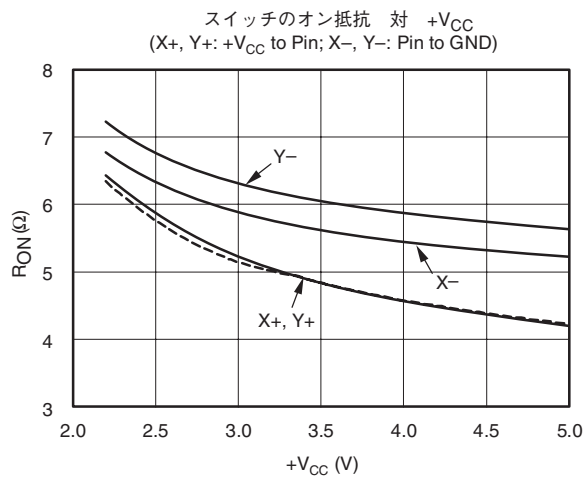
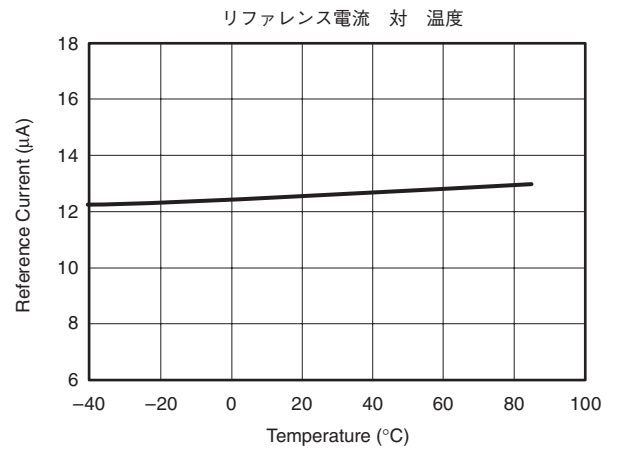
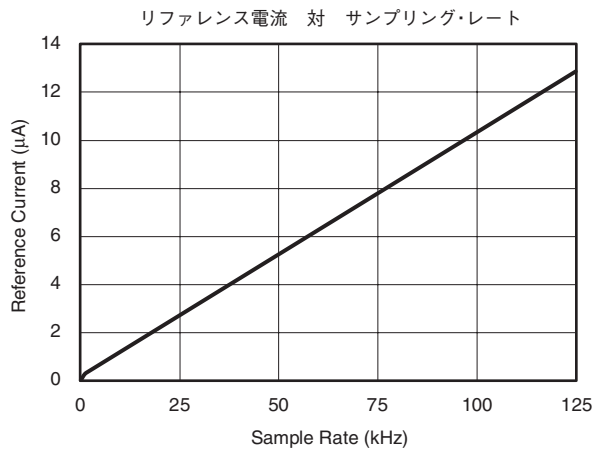
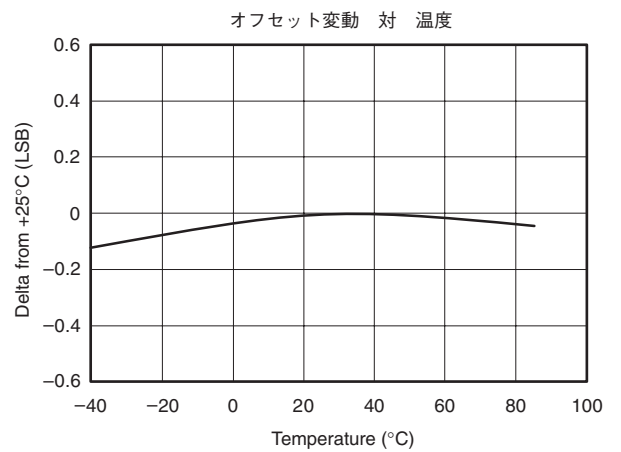
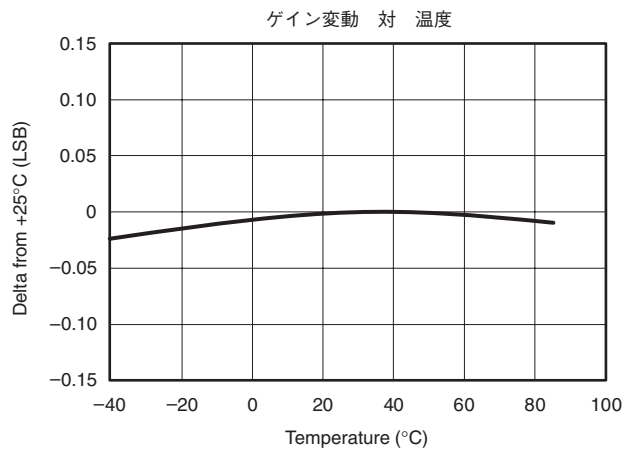
代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $+V_{CC} = +2.7\text{V}$, $\text{IOVDD} = +1.8\text{V}$, $V_{REF} = \text{External } +2.5\text{V}$, 12-bit mode, $\text{PD0} = 0$, $f_{\text{SAMPLE}} = 125\text{kHz}$,
and $f_{\text{CLK}} = 16 \cdot f_{\text{SAMPLE}} = 2\text{MHz}$, (特に記述がない限り)



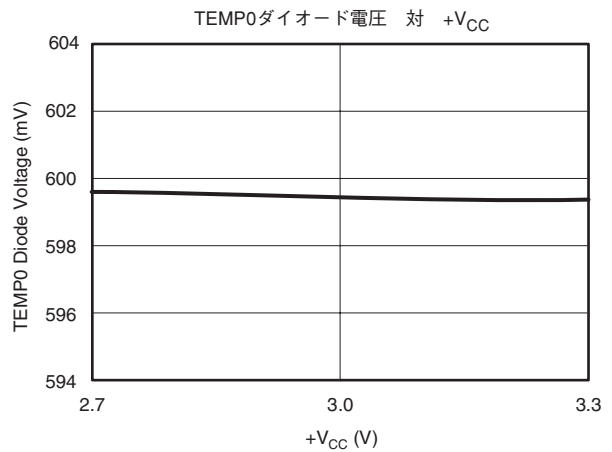
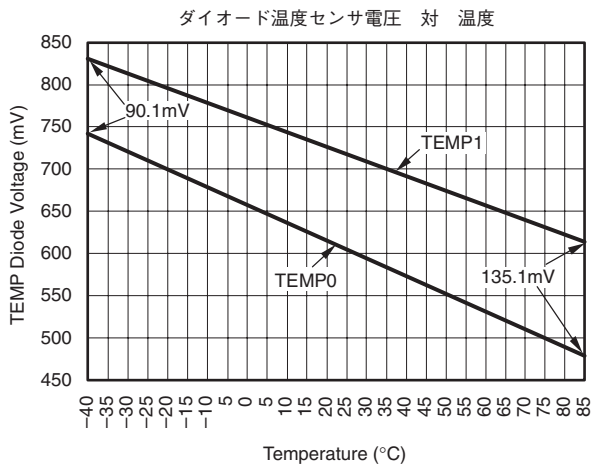
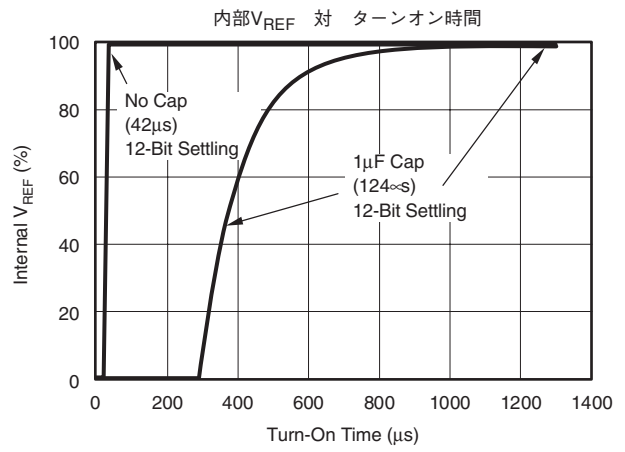
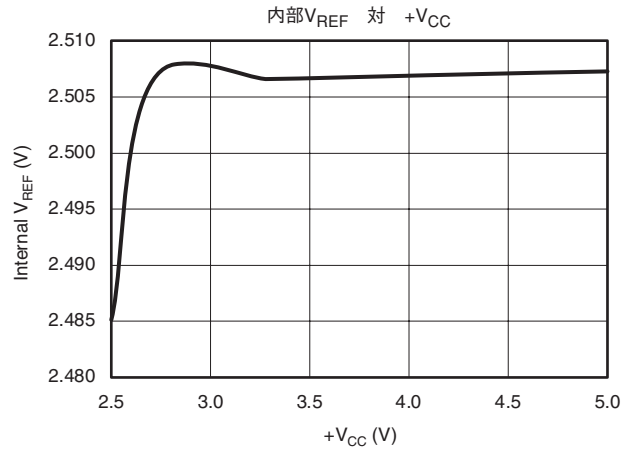
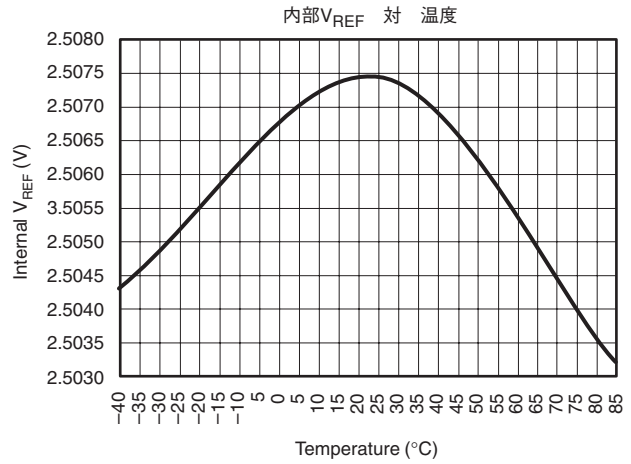
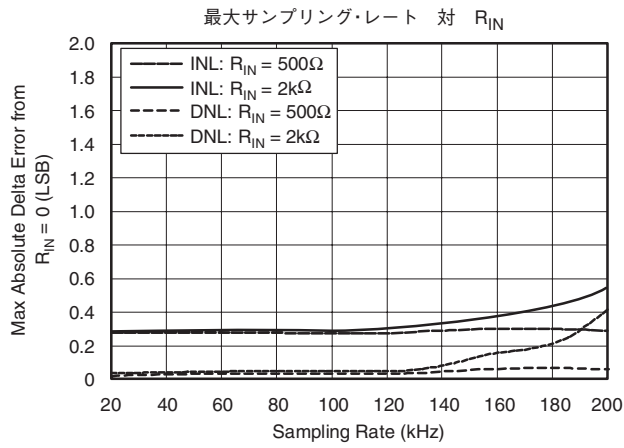
代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $+V_{CC} = +2.7\text{V}$, $\text{IOVDD} = +1.8\text{V}$, $V_{REF} = \text{External } +2.5\text{V}$, 12-bit mode, $\text{PD0} = 0$, $f_{\text{SAMPLE}} = 125\text{kHz}$, and $f_{\text{CLK}} = 16 \cdot f_{\text{SAMPLE}} = 2\text{MHz}$, (特に記述がない限り)



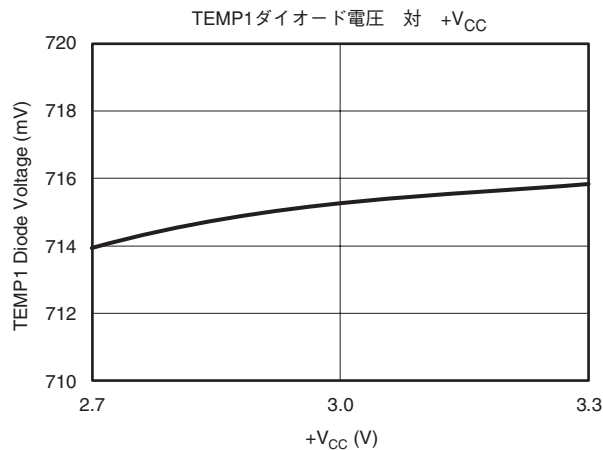
代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $+V_{CC} = +2.7\text{V}$, $\text{IOVDD} = +1.8\text{V}$, $V_{REF} = \text{External } +2.5\text{V}$, 12-bit mode, $\text{PD0} = 0$, $f_{\text{SAMPLE}} = 125\text{kHz}$,
and $f_{\text{CLK}} = 16 \cdot f_{\text{SAMPLE}} = 2\text{MHz}$, (特に記述がない限り)



代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $+V_{CC} = +2.7\text{V}$, $\text{IOVDD} = +1.8\text{V}$, $V_{REF} = \text{External } +2.5\text{V}$, 12-bit mode, $\text{PD0} = 0$, $f_{\text{SAMPLE}} = 125\text{kHz}$, and $f_{\text{CLK}} = 16 \cdot f_{\text{SAMPLE}} = 2\text{MHz}$, (特に記述がない限り)



動作原理

TSC2046は典型的な逐次比較(SAR)型ADコンバータ(ADC)です。アーキテクチャは、基本的にサンプル・アンド・ホールド機能を含む容量再分配方式に基づいています。また、このコンバータは0.6 μm のCMOSプロセスで製造されています。

TSC2046の基本動作を図1に示します。このデバイスには内部2.5Vリファレンス電圧源があり、外部クロックが使用されます。また、単電源の2.7Vから5.25Vの範囲で動作します。内部リファレンス電圧は、外部の低インピーダンスの1Vから+V_{CC}の電源でドライブすることができます。リファレンス電圧の値によりコンバータの入力範囲が直接設定されます。

コンバータへのアナログ入力(X、Y、およびZのパネル座標、Aux入力、バッテリー電圧、およびチップ温度)は、マルチプレクサを経由して供給されます。ユニークな構造の低オン抵抗のタッチパネル・ドライバ・スイッチにより、タッチスクリーンのような外部デバイスに、選択していないADC入力チャネルから電源を供給し、対応するピンをグランドに接続できます。さらに、コンバータの差動入力と差動リファレンス電圧を使用することにより、各タッチパネル・ドライバ・スイッチのオン抵抗(これが個々の測定誤差の原因になっている場合)に起因する誤差を打ち消すことができます。

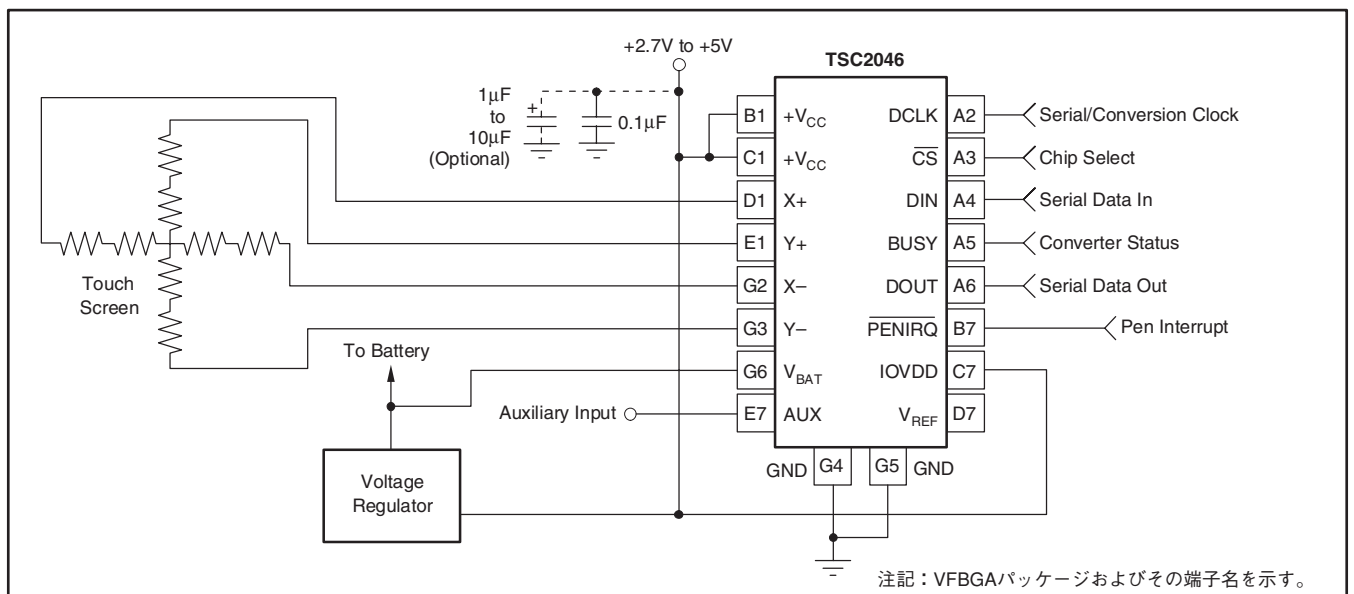


図 1. TSC2046の基本動作回路

アナログ入力

図2に、TSC2046の入力マルチプレクサ、ADCの差動入力、およびコンバータの差動リファレンス電圧のブロック図を示します。表1と表2はA2、A1、A0、およびSER/DFRの制御ビットとTSC2046の設定との関係を示しています。制御ビットはDIN端子からシリアルに供給されます。詳細は本データシートの「デジタル・インターフェイス」節をご覧ください。

コンバータがホールド・モードに入ると、+IN入力と-IN入力間の電位差(図2に示す)が内部コンデンサ・アレーに取り込まれます。アナログ入力への入力電流は、デバイスの変換レートに依存します。サンプル期間中に、信号源は内部サンプリング・コンデンサ(25pF-typ)を充電する必要があります。コンデンサが完全に充電されると、それ以上の入力電流はありません。アナログ信号源からコンバータへの電荷の転送レートは、変換レートの関数になります。

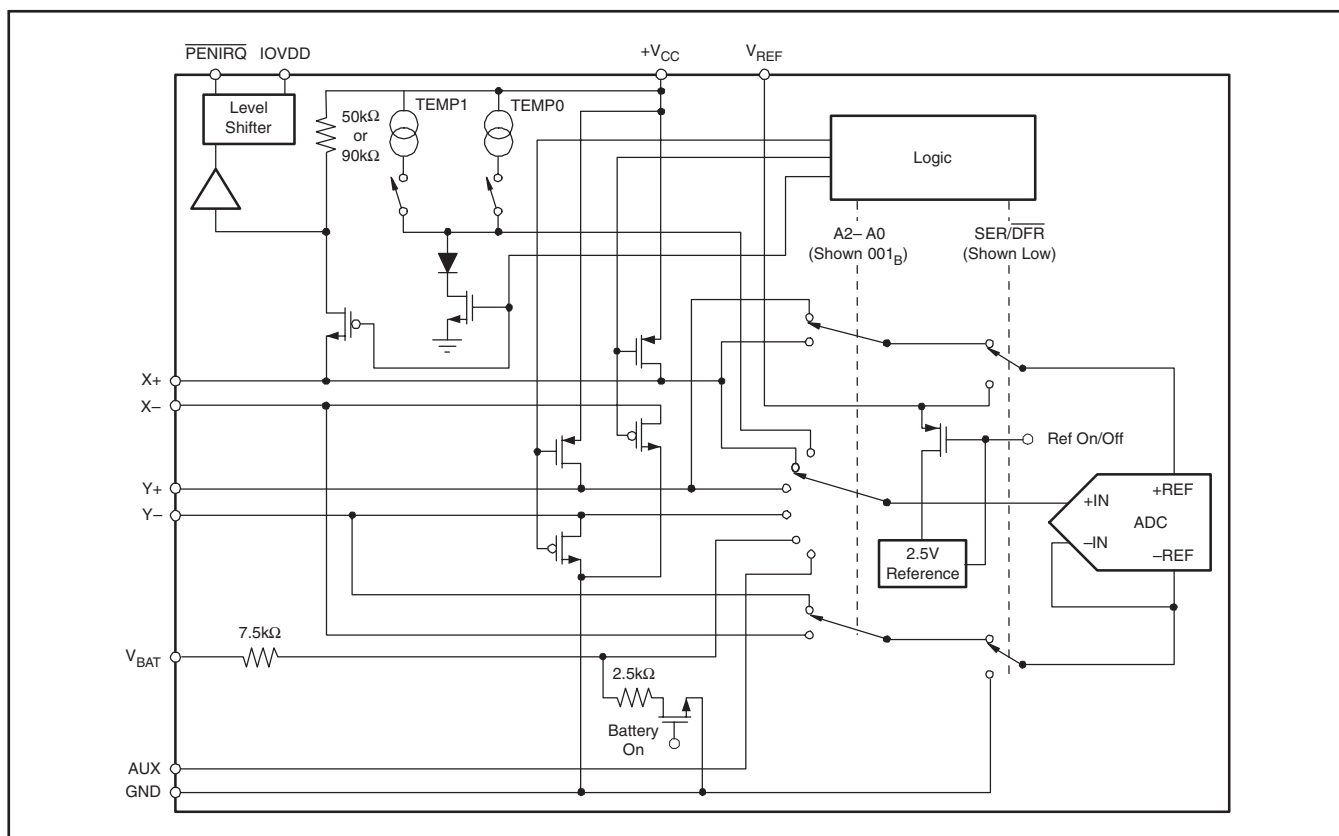


図 2. アナログ入力の単純化した図

A2	A1	A0	V _{BAT}	AUX _{IN}	TEMP	Y-	X+	Y+	Y-POSITION	X-POSITION	Z ₁ -POSITION	Z ₂ -POSITION	X-DRIVERS	Y-DRIVERS
0	0	0			+IN (TEMP0)								Off	Off
0	0	1					+IN		Measure				Off	On
0	1	0	+IN										Off	Off
0	1	1					+IN			Measure			X-, On	Y+, On
1	0	0									Measure		X-, On	Y+, On
1	0	1						+IN		Measure			On	Off
1	1	0		+IN									Off	Off
1	1	1			+IN (TEMP1)								Off	Off

表 1. 入力設定(DIN), シングルエンド・リファレンス・モード(SER/DFR = "High")

A2	A1	A0	+REF	-REF	Y-	X+	Y+	Y-POSITION	X-POSITION	Z ₁ -POSITION	Z ₂ -POSITION	DRIVERS
0	0	1	Y+	Y-		+IN		Measure				Y+, Y-
0	1	1	Y+	X-		+IN				Measure		Y+, X-
1	0	0	Y+	X-	+IN						Measure	Y+, X-
1	0	1	X+	X-			+IN		Measure			X+, X-

表 2. 入力設定(DIN), 差動・リファレンス・モード(SER/DFR = "Low")

内部リファレンス

TSC2046は制御ビットPD1によりオン・オフできる2.5Vリファレンス電圧源を持ちます(表5および図3参照)。内部リファレンス電圧は、主としてバッテリー監視、温度測定、および補助入力のシングルエンド・モードでのみ使用されます。最適なタッチスクリーン性能を実現するには、差動モードを使用します。また、ADS7843との互換性を保つには、TSC2046の内部リファレンス電圧源をコマンドによりオフにする必要があります。したがって、パワー・アップ後に、リファレンス電圧のオフを確実にするために、PD1 = 0を書き込む必要があります(リファレンス電圧の、パワー・ダウン時からのパワー・アップ時間については、代表的特性をご覧ください)。

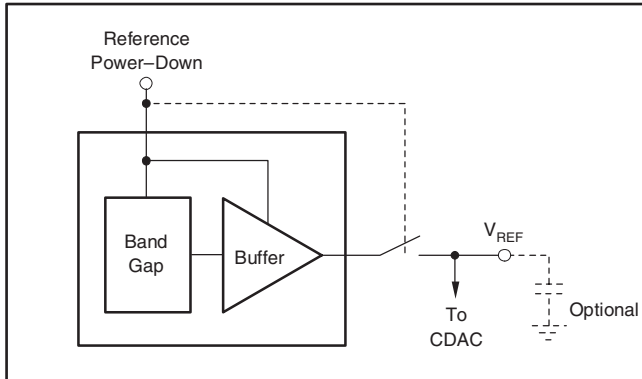


図 3. 内部リファレンス電圧源の単純化した図

リファレンス入力

+REFと-REF間の電位差(図2参照)によりアナログ入力範囲が設定されます。TSC2046は+1Vから+V_{CC}のリファレンス電圧で動作します。リファレンス電圧入力と、その広い電圧範囲について、いくつかの注意すべき重要な点があります。リファレンス電圧が下がると、各デジタル出力コードのアナログ電圧の重みも低くなります。これはLSB(最下位ビット)サイズとして参照され、12ビット・モードではリファレンス電圧を4096で割った値に等しくなります。ADC固有の、どの様なオフセットまたはゲイン・エラーも、リファレンス電圧の減少によって、LSBサイズを増加させる様に見えます。例えば、あるコンバータのオフセットが2.5Vの基準電圧で2LSBだとすると、それが1Vの基準電圧では一般に5LSBになります。しかし、それぞれの場合でデバイスの実際のオフセットは同一の1.22mVです。したがって、リファレンス電圧が低いほど多くの注意を払い、適切なバイパスを含めたクリーンなレイアウト、クリーン(低ノイズ、低リップル)な電源、低ノイズのリファレンス電圧(外部のリファレンス電圧源を使用する場合)、および低ノイズの入力信号を用意する必要があります。

V_{REF}に印加された電圧は、TSC2046のADコンバータのコンデンサ部(CDAC)を直接ドライブします。したがって、その入力電流は非常に小さくなります(13μA以下-typ)。

スイッチ・ドライバをオンにして、測定を行う場合にも、リファレンス電圧に関して注意すべき重要な点があります。この内容については、TSC2046の基本動作を考察することが有効です(図1参照)。このアプリケーションは、デバイスを使用して抵抗性タッチスクリーンの信号をデジタル化するものです。ポインティング・デバイスの現在のYポジションの測定は、X+入力をADCに接続し、Y+およびY-ドライバをオンし、X+の電圧をデジタル化することにより行われます(図4にブロック図を示す)。この測定では、X+端子における抵抗は変換に影響しません(セトリング時間には影響しますが、通常は、この抵抗は小さいため問題になりません)。しかし、Y+およびY-間の抵抗はかなり小さいため、Yドライバのオン抵抗により小さな差異が生じます。上記の条件では、内部スイッチで電圧が少し低下する為、タッチスクリーン上のポインティング・デバイスの位置によらず、0V入力またはフルスケールの入力を得ることはできません。さらに、内部スイッチ抵抗がタッチスクリーンの抵抗をトラッキングしないので、余分な誤差の原因となります。

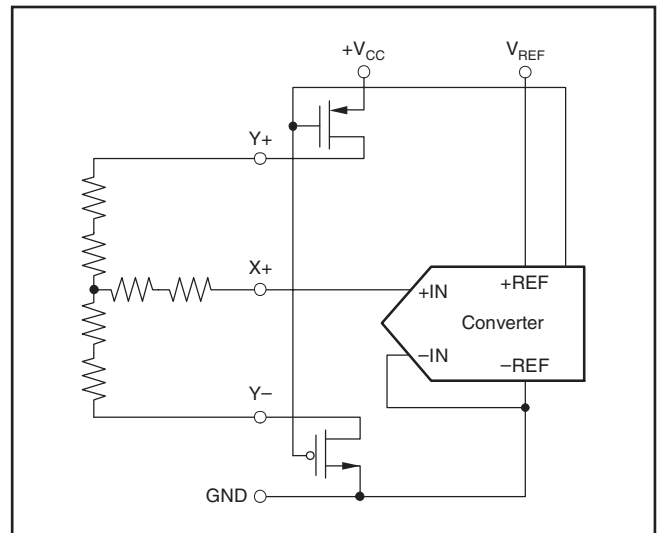


図 4. シングルエンド・リファレンス電圧の単純化した図 (SER/DFR = ハイ、Yスイッチはイネーブル、X+はアナログ入力)

この状況は図5に示すようにして改善できます。SER/DFRビットを“Low”に設定し、+REFおよび-REF入力をそれぞれY+およびY-に接続することにより、AD変換結果がレシオメトリックになります。この変換結果は、内部スイッチのオン抵抗がどのように変化しようとも、常に外部抵抗に対して一定の割合になります。なお、レシオメトリック動作モードを使用する場合、電力消費に注意する必要があります(詳細は「電力消費」の項を参照して下さい)。

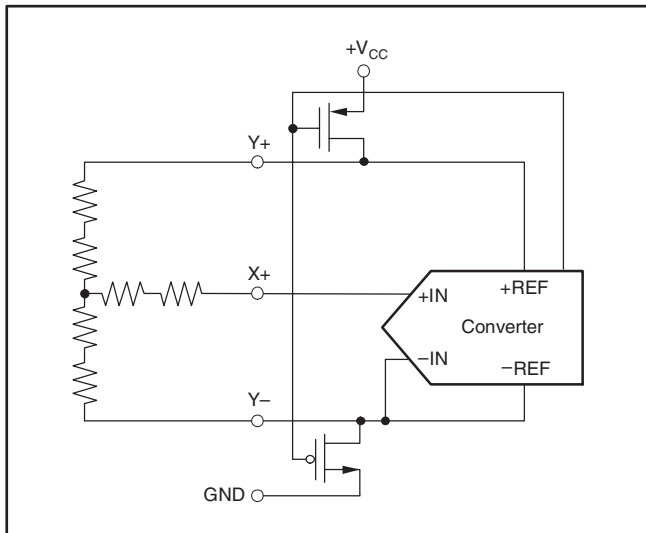


図 5. 差動リファレンス電圧の単純化した図 (SER/DFR = "Low"、Yスイッチはイネーブル、X+はアナログ入力)

差動リファレンス・モードに関する注意として最後に、+REF電圧源には+V_{CC}を使用する必要があり、+V_{REF}は使用することができません。レシオメトリックな変換の必要がない測定ではシングルエンド・リファレンス・モードでV_{REF}に高精度リファレンスを使用することができます。場合によっては、高精度リファレンス電圧源よりコンバータに電力を直接供給できる場合もあります。しかし、大半のリファレンス電圧源はTSC2046に十分な電力を供給できても、外部負荷(抵抗性タッチスクリーンなど)まで十分な電流を供給することはできません。

タッチスクリーンのセトリング

アプリケーションの中には、タッチスクリーンによるノイズ(例えば、LCDパネルやバックライト回路から発生するノイズ)を除去するために、タッチスクリーンの両端に外付けのコンデンサが必要な場合もあります。これらのコンデンサによりノイズを低減するローパス・フィルタが得られますが、パネルのタッチ時に一般にゲイン誤差として現れるセトリングタイムも生じます。この件を最小化あるいは解消する方法はいくつかあります。問題は、入力またはリファレンスが最終的な定常値にならないうちにADCがサンプリングしてデジタル・データを出力することです。さらに、リファレンス電圧が測定サイクル中に変化することもあります。対策として第1の方法は、タッチスクリーンの所要のセトリングタイムの間、TSC2046のDCLKを停止あるいは低速化することです。これにより、入力あるいはリファレンス電圧がアキュイジション期間(TSC2046の3クロック・サイクル：図9参照)に安定な値となります。この方法は、シングルエンドおよび差動モードの両方で有効です。第2の方法は、タッチスクリーン測定についてのみTSC2046を差動モードで動作させ、コマンドによりTSC2046のオン(タッチスクリーン・ドライバのオン)を維持させて、かつパワー・ダウン・モードに入

らない様にする事です(PD0 = 1)。必要なセトリングタイムとTSC2046のデータレートに応じて、数回の変換が必要です。必要な数の変換がなされると、最後の測定でプロセッサからコマンドを送り、TSC2046をパワー・ダウン状態にします。このプロセスはXポジション、Yポジション、およびZポジションの測定で必要です。第3の方法は、変換あたり15クロック変換モードで動作させることです。これはAD変換と重なり、プロセッサによる停止命令が出るまでタッチスクリーンのオンを維持することです(図13参照)。

温度測定

バッテリー充電のようなアプリケーションによっては、周囲温度の測定が必要になります。TSC2046で使用される温度測定手法は、定電流レベルにおける半導体接合の特性を利用しています。ダイオードの順方向電圧(V_{BE})は、温度に対して良く知られた特性を示します。+25°Cの電圧の値と温度が変化したときの電圧の差分を監視すると、アプリケーションによって周囲温度が予測できます。TSC2046には2つの温度測定モードがあります。第1のモードでは既知の温度での較正が必要ですが、必要な読み取りが1回だけで、周囲温度を予測できます。この測定サイクルではダイオードが使用(ターン・オン)されます。ダイオードの両端の電圧をMUXを通じてADCに接続して順方向バイアス電圧をデジタル化します。アドレスはA2 = 0、A1 = 0、およびA0 = 0に設定します(詳細は表1および図6参照)。この電圧は、25°Cの場合に、標準値は600mVで、20μAの電流が流れます。このダイオード電圧の絶対値は数mV変化することがあります。しかし、この電圧のTC(温度係数)は-2.1mV/°Cで常に一定です。最終製品の最後の試験で、ユーザによる較正のために、既知の室温におけるダイオード電圧がメモリに格納されています。このモードによる測定結果は、0.3°C/LSB(12ビット・モード時)の温度測定分解能に相当します。

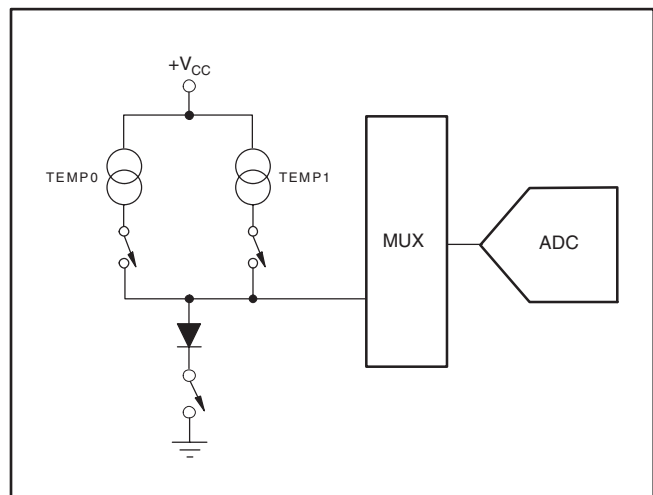


図 6. 温度測定の機能ブロック図

第2の測定モードでは温度較正用の試験が不要ですが、2回測定する方法です。絶対温度の較正を実行する必要がなく、2°Cの精度を実現しています。このモードでは、アドレスがA2 = 1、A1 = 1、およびA0 = 1で、91倍の電流による2回目の変換が必要です。1回目と、その91倍のバイアス電流を使用する2回目の変換における電圧差は、式(1)で表されます。

$$\frac{kT}{q} \cdot \ln(N) \quad (1)$$

ここで、

N = 91は電流の比。

k = ボルツマン定数 ($1.38054 \cdot 10^{-23}$ eV/°K)。

q = 電荷 ($1.602189 \cdot 10^{-19}$ C)。

T = 絶対温度 (°K)。

この手法では、分解能 (1.6°C/LSB) が低くなりますが、第1モードより絶対温度の測定を改善することができます。°Kで解いた式は、次のようになります。

$$^{\circ}\text{K} = q \cdot \frac{\Delta V}{(k \cdot \ln(N))} \quad (2)$$

ここで、

$$\Delta V = V(I_{q1}) - V(I_1) \quad (\text{mV})$$

$$\therefore ^{\circ}\text{K} = 2.573 \quad (^{\circ}\text{K}/\text{mV}) \cdot \Delta V.$$

$$^{\circ}\text{C} = 2.573 \cdot \Delta V \quad (\text{mV}) - 273 \quad (^{\circ}\text{K}).$$

注記：バイアス電流は、各ダイオードの温度測定で、3クロック・サイクル (アキュイジション・モード) だけオンになります。これによって、電力が大幅に増加することはありません。特に温度測定がたまに行われる場合は問題になりません。

バッテリー測定

TSC2046に追加された機能に、図7に示すような電圧レギュレータ (DC/DCコンバータ) の入力側のバッテリー電圧監視があります。TSC2046の電源電圧が2.7Vや3.3Vに維持されている間、バッテリー電圧は0Vから6Vまで変化します。入力電圧 (V_{BAT}) は、5.5Vのバッテリー電圧がADC入力で1.375Vになる様に、1/4に分圧されます。これは、マルチプレクサおよび制御ロジックを単純にします。電力消費を最小にするために、分圧回路はアドレスA2 = 0、A1 = 1、およびA0 = 0のサンプリング期間でのみオンになります (制御ビットとTSC2046の設定の関係は表1を参照)。

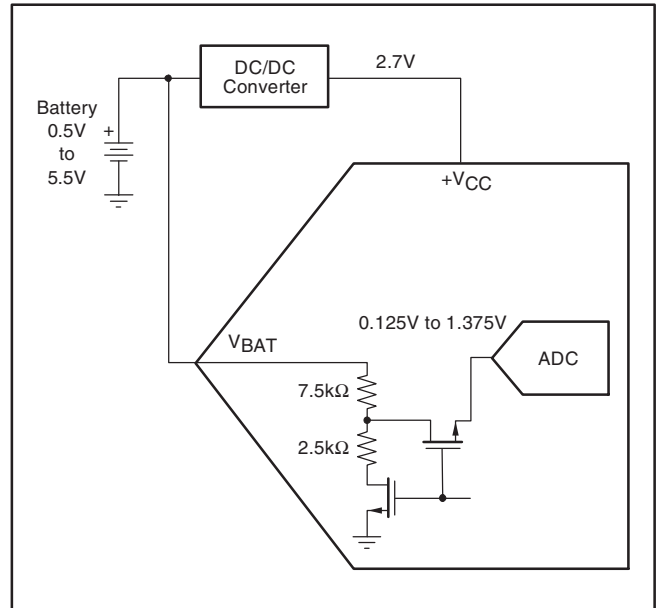


図 7. バッテリー測定の機能ブロック図

圧力測定

TSC2046ではタッチ圧の測定も可能です。ペンや指のタッチを識別するために、タッチの圧を判別する必要があります。一般に、このテストには、非常に高い性能は必要ありません。したがって、8ビット分解能を推奨します(しかし、ここで示す計算では12ビット分解能を使用しています)。この測定には、いくつかの異なる方法があります。TSC2046では2つの方法をサポートします。第1の方法では、図8に示すように、タッチスクリーンのXプレート抵抗がわかっている事、Xポジションの測定、および2つのクロス・パネルの測定(Z_1 および Z_2)が必要です。式(3)を使うとタッチ抵抗が計算できます。

$$R_{\text{TOUCH}} = R_{\text{X-Plate}} \cdot \frac{\text{X-Position}}{4096} \left(\frac{Z_2}{Z_1} - 1 \right) \quad (3)$$

第2の方法では、XプレートとYプレートの両方の抵抗がわかっている事、XポジションとYポジションの測定、および Z_1 の測定が必要です。これも式(4)でタッチ抵抗が計算できます。

$$R_{\text{TOUCH}} = \frac{R_{\text{X-Plate}} \cdot \text{X-Position}}{4096} \left(\frac{4096}{Z_1} - 1 \right) - R_{\text{Y-Plate}} \left(1 - \frac{\text{Y-Position}}{4096} \right) \quad (4)$$

デジタル・インターフェイス

図9に、TSC2046のデジタル・インターフェイスの標準的な動作を示します。この図では、デジタル信号源が基本的なシリアル・インターフェイスを備えたマイクロコントローラやデジタル・シグナル・プロセッサであると仮定しています。SPI、SSI、またはMicrowire™といった同期シリアル・インターフェイスによるプロセッサとコンバータ間の通信は、それぞれ8クロック・サイクルで構成されます。1回の変換は3回のシリアル通信で行なわれ、DCLK入力の24クロック・サイクルで行なわれます。

最初の8クロック・サイクルは、DINピンからの制御バイトの読み込みに使用されます。次の変換に関して、入力マルチプレクサおよびリファレンス入力を適切に設定する十分な情報をコンバータが得ると、コンバータはアキュイジション(サンプリング)・モードに入り、必要であればタッチパネル・ドライバがオンします。それから3クロック・サイクル後に制御バイトの読み込みが完了し、コンバータは変換モードに入ります。この時点で、入力サンプル・アンド・ホールド回路はホールド・モードに入り、タッチパネル・ドライバがオフします(シングルエンド・モードの場合)。次の12クロック・サイクルで実際のAD変換がなされます。変換がレシオメトリックの場合($\text{SER}/\overline{\text{DFR}} = 0$)、変換の間ドライバがオンであり、変換結果の最終ビットを得るためには13番目のクロックが必要です。さらに3クロック・サイクルが、最終バイト(DOUTが“Low”)の完了に必要ですが、これはコンバータに無視されます。

※Microwireはナショナル・セミコンダクタ社の登録商標です。

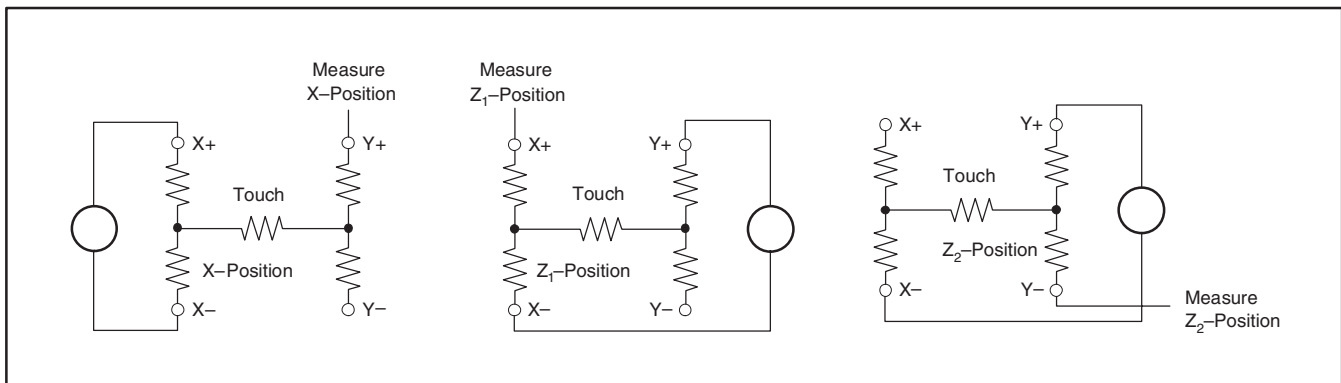


図 8. 圧力測定のプロック図

制御バイト

制御バイト (DINによる) は、表3に示すように、TSC2046の変換開始、アドレッシング、ADC分解能、構成、およびパワー・ダウンが設定されます。制御バイトの各制御ビットの順序と詳細については図9、表3、表4を参照して下さい。

START — 第1ビットであるSビットは制御バイトのスタート・ビットを示し、常にハイにする必要があります。TSC2046は、この開始ビットが検出されるまでDIN端子の入力信号を無視します。

アドレス指定 — 次の3ビット (A2、A1、およびA0) により、入力マルチプレクサの入力チャンネル(表1、表2、および図2参照)、タッチスクリーン・ドライバ、およびリファレンス電圧入力を選択されます。

MODE — モード・ビットは、ADCの分解能を設定します。このビットが“Low”の場合、次の変換は12ビット分解能になりますが、逆にこのビットが“High”の場合、次の変換は8ビット分解能になります。

SER/DFR — SER/DFRビットは、シングルエンド (“High”) あるいは差動 (“Low”)、何れかのリファレンス・モードをコントロールします。差動モードはレシオメトリック変換モードとも呼ばれ、Xポジション、Yポジション、およびタッチ圧力の測定用に、性能を最適にするために選ばれます。スイッチ・ドライバの電圧をリファレンスとして使用します。それはタッチスクリーンの電圧とほぼ等しくなります。この場合、タッチスクリーンにかかる電圧がADCのリファレンス電圧になるため、リファレンス電圧源は必要ありません。シングルエンド・モードでは、コンバータのリファレンス電圧は常に V_{REF} とGND端子間の電位差になります (詳細は表1と表2、および図2から図5を参照して下さい)。

BIT 7 (MSB)	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0 (LSB)
S	A2	A1	A0	MODE	SER/DFR	PD1	PD0

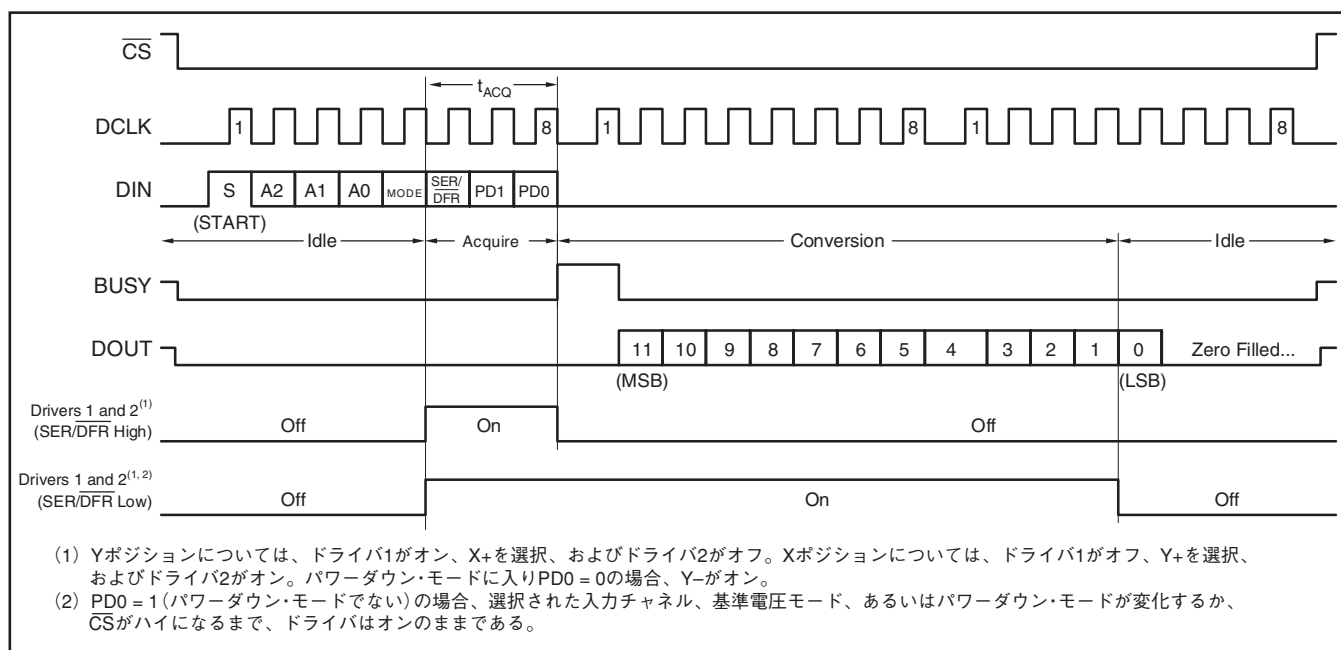
表 3. 制御バイトの制御ビットの並び

ビット	NAME	解説
7	S	スタート・ビット。制御バイトはDINにおける最初のハイ・ビットにより開始される。新しい制御バイトは、12ビット変換モード時では15クロック・サイクルごとに、8ビット変換モード時では11クロック・サイクルごとに開始される (図13参照)。
6-4	A2-A0	チャンネル選択ビット。SER/DFRビットとともに、これらのビットはマルチプレクサ入力、タッチ・ドライバ・スイッチ、およびリファレンス入力を制御します (表1と図13参照)。
3	MODE	12ビット/8ビット変換の選択ビット。このビットは、次の変換のビット数が12ビット (ロー) か、8ビット (ハイ) を制御します。
2	SER/DFR	シングルエンド/差動リファレンスの選択ビット。A2-A0とともに、このビットはマルチプレクサ入力、タッチ・ドライバ・スイッチ、およびリファレンス入力を制御します (表1と表2参照)。
1-0	PD1-PD0	パワーダウン・モード選択ビット。詳細は表5を参照のこと。

表 4. 制御バイトの制御ビットの説明

Xポジション、Yポジション、およびタッチ圧がシングルエンド・モードで測定される場合、外部リファレンス電圧が必要です。また、TSC2046自体も外部リファレンス電圧源から電力を供給される必要があります。シングルエンド・モードを使用する場合、ADCへの入力電圧が内部リファレンス電圧を超えないように、特に、電源電圧が2.7V以上の場合には、注意する必要があります。

注記: 差動モードはXポジション、Yポジション、およびタッチ圧の測定のために使用することができます。その他の測定では、すべてシングルエンド・モードが必要です。



PD0およびPD1 — 表5は、パワー・ダウンおよび内部リファレンス電圧の設定を説明しています。内部リファレンス電圧は、ADCとは独立してオンあるいはオフできます。このため、変換前に内部リファレンスが最終的な電圧になるまでの時間が必要となります。また、内部リファレンスがパワー・ダウンの場合、このウェーク・アップ時間の余裕を必ず確保して下さい。ADCの変換にはウェーク・アップ時間は不要であり、直に使用することができます。なお、内部リファレンスのパワー・ダウン・ステータスは、BUSYが立ち上がりでデバイスに内部的にラッチされることに注意して下さい。リファレンスをオフにするには、チャンネルが変換された後にTSC2046への追加書き込みが必要です。

PD1	PD0	PENIRQ	解 説
0	0	Enabled	変換間のパワーダウン。各変換が終了すると、コンバータは低消費電力モードに入る。次の変換の開始時に、デバイスは直にフル・パワーにパワーアップされる。フル動作を保証するための余分な遅延は不要であり、大変高速な変換が可能です。パワーダウンではYスイッチはオンしている。
0	1	Disabled	リファレンスはオフ、ADCはオン。
1	0	Enabled	リファレンスはオン、ADCはオフ。
1	1	Disabled	デバイスには常にパワーアップされている。リファレンスとADCはオン。

表 5. パワーダウンおよび内部リファレンスの選択

PENIRQ出力

ペン割り込み出力機能を図10に示します。PD0 = 0のパワー・ダウン・モードの間、Yドライバはオンであり、タッチスクリーンのYプレーンはGNDに接続されます。このとき、PENIRQ出力は2個のトランSMISSION・ゲートを通してX+入力に接続されています。スクリーンがタッチされると、X+入力はタッチスクリーンを通してグランドに引き下げられます。

TSC2046モデルの大半では、内部プルアップ抵抗が通常、50kΩです。しかし、これはプロセスおよび温度の変動により36kΩから67kΩの間で変化します。そこで、PENIRQ回路に入力される $0.35 \cdot (+V_{CC})$ のロジック“Low”を保持するには、X+およびY-端子間の合計抵抗は21kΩ未満でなければなりません。

TSC2046の-90バージョンには、公称値90kΩのプルアップ抵抗が使用されており、X+およびY-端子間の合計抵抗は30kΩまで可能です。プルアップ抵抗が高いとスクリーンのタッチに対するPENIRQの応答時間が遅れるので、ユーザはソフトウェアでこれを計算に入れるようしなければなりません。

PENIRQ出力はタッチスクリーンからグランドへの電流パスにより“Low”になり、プロセッサへの割り込みを開始します。X、Y、およびZポジションの測定サイクルの間、X+入力は

PENIRQの内部プルアップ抵抗から切り離されます。これは、内部プルアップ抵抗からタッチスクリーンへの漏れ電流を防止するために行われ、そのため、誤差が発生しません。

さらに、X、Y、およびZポジションの測定サイクルの間は、PENIRQ出力がディスエーブルされて“Low”になります。また、バッテリー監視、補助入力、およびチップ温度の測定サイクルの間は、PENIRQ出力がディスエーブルされて“High”になります。TSC2046に書き込まれる最終制御バイトがPD0 = 1の場合、ペン割り込み出力機能はディスエーブルされ、スクリーンのタッチを検出できません。これらのディスエーブルの状況下でペン割り込み出力機能を再度イネーブルにするには、TSC2046にPD0 = 0を含む制御バイトを書き込む必要があります。したがって、TSC2046に書き込まれた最後の制御バイトがPD0 = 0であれば、ペン割り込み出力機能は、変換の終了でイネーブルになります。変換終了は、変換データの第1ビットがTSC2046からクロックによって出力された後のDCLKの立下りエッジで生じます。

プロセッサがTSC2046に制御バイトを送信する場合は、関連した割り込みをマスクすることを推奨します。これは、この章で述べたPENIRQ出力がディスエーブルされた場合に偽トリガを防止します。

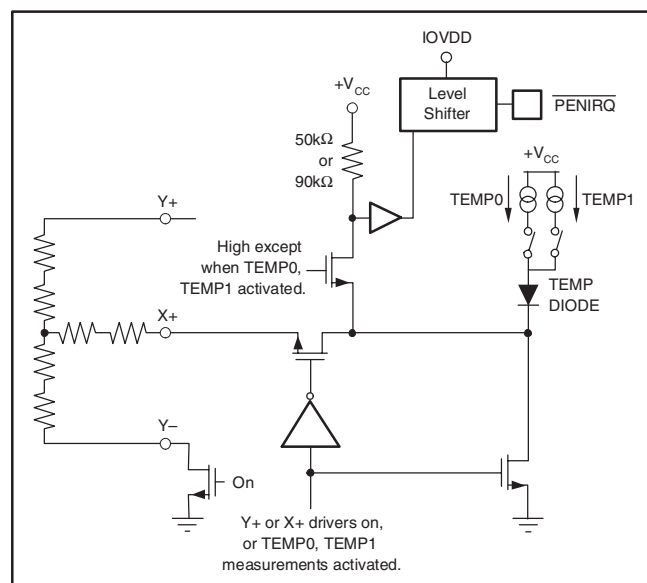


図 10. PENIRQ機能ブロック図

16クロック変換

図11に示すように、 $n+1$ 番目の変換の制御ビットは、16クロック・サイクルごとの変換を可能にするため、 n 番目の変換と重ねることができます。またこの図は、プロセッサからコンバータへの各バイト転送の間で、他のシリアル周辺機器とのシリアル通信が可能であることを示します。もし、各変換がその開始から1.6ms以内に完了するならば、これは可能です。そうでない場合は、入力サンプル・アンド・ホールドに取り込まれる信号は、信号レベルが低下して変換結果に影響します。なお、変換中に他とのシリアル通信が生じている間、TSC2046がフル・パワー・モードになることに注意して下さい。

デジタル・タイミング

図9、図12、および表6に、TSC2046のデジタル・インターフェースの詳細なタイミングを示します。

15クロックでの変換

図13に、TSC2046へのクロック供給の最も高速な方法を示します。この方法は、一般に15クロック・サイクル単位のシリアル転送ができないマイクロコントローラやデジタル・シグナル・プロセッサのシリアル・インターフェイスには使用できません。しかし、この方法はフィールド・プログラマブル・ゲートアレイ (FPGA) や特定用途向け集積回路 (ASIC) で使用できます。この方法は、16クロック・サイクルでの変換を仮定した特性表に比べて、コンバータの最大変換レートを上げることが可能です。

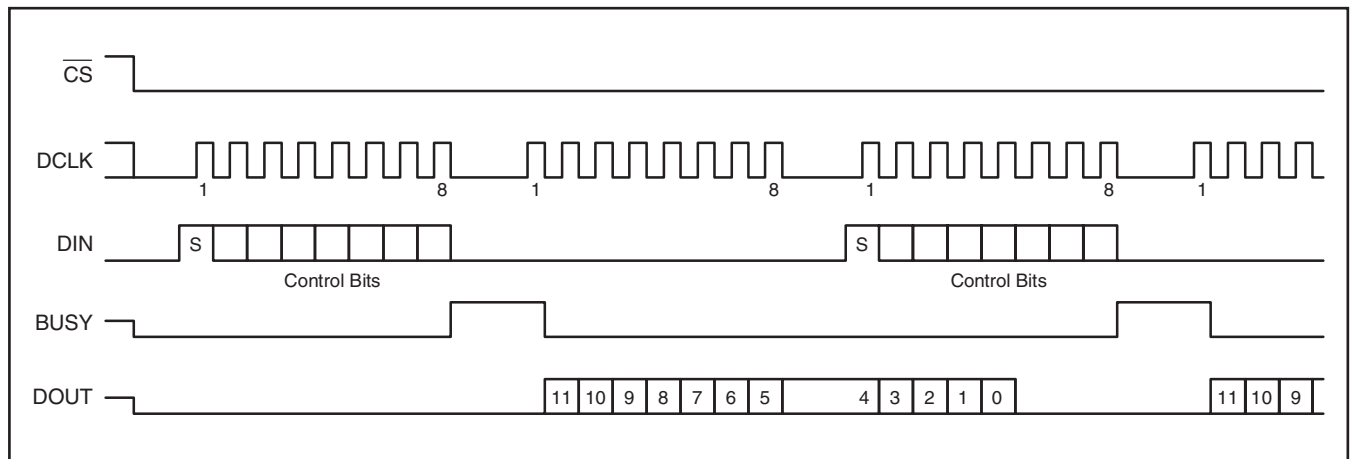


図 11. 変換タイミング、変換あたり16クロック、8ビット・バス・インターフェイス。専用シリアル・ポートでDCLK遅延がない場合

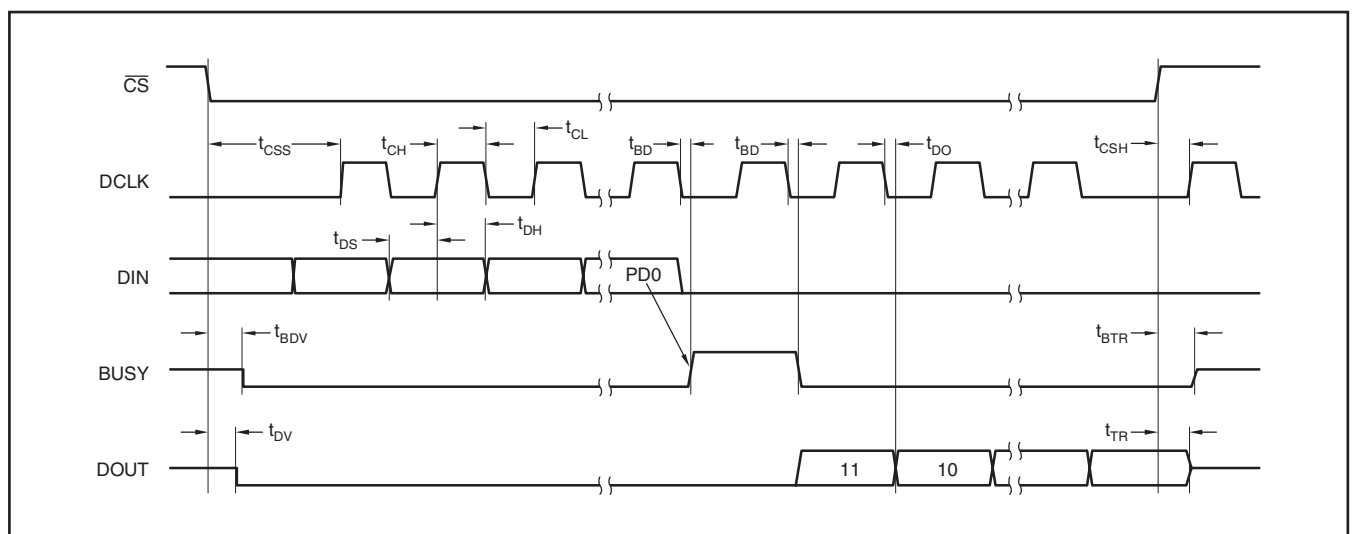


図 12. 詳細なタイミング図

SYMBOL	説明	+V _{CC} 2.7V, +V _{CC} • IOVDD • 1.5V, C _{LOAD} = 50pF			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
t _{ACQ}	アキュジション時間	1.5			μs
t _{DS}	DCLKの立ち上がり前のDIN有効	100			ns
t _{DH}	DCLK “High” 後のDINホールド	50			ns
t _{DO}	DCLKの立ち下がりからDOOUT有効まで			200	ns
t _{DV}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち下がりからDOOUTイネーブルまで			200	ns
t _{TR}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち上がりからDOOUTディスエーブルまで			200	ns
t _{CSS}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち下がりから最初のDCLKの立ち上がりまで	100			ns
t _{CSH}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち上がりからDCLK無視まで	10			ns
t _{CH}	DCLK “High”	200			ns
t _{CL}	DCLK “Low”	200			ns
t _{BD}	DCLKの立ち下がりからBUSYの立ち上がり/立ち下がりまで			200	ns
t _{BDV}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち下がりからBUSYイネーブルまで			200	ns
t _{BTR}	$\overline{\text{CS}}$ の立ち上がりからBUSYディスエーブルまで			200	ns

表 6. タイミング特性、T_A = -40°C ~ +85°C

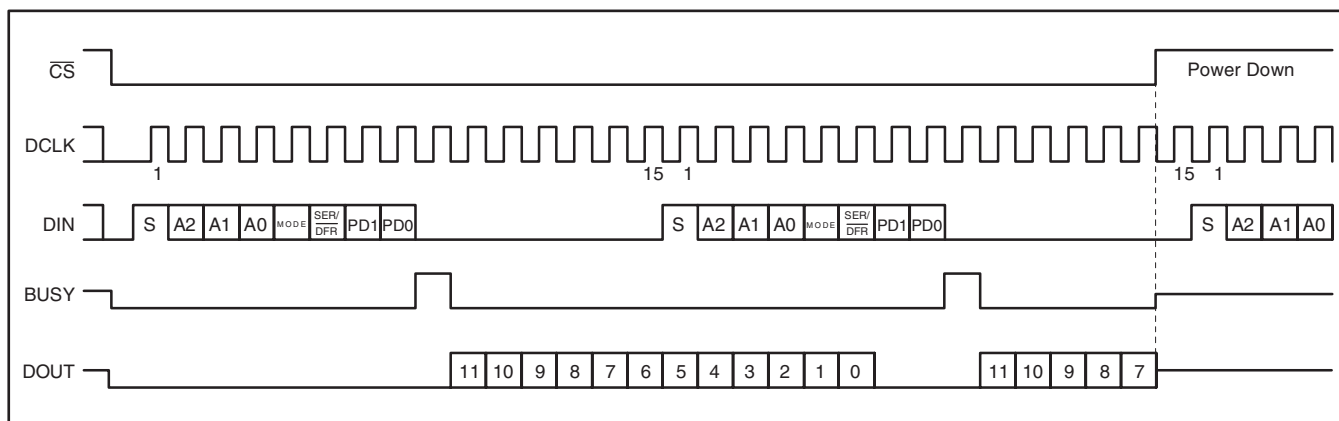


図 13. 最大変換レート、15クロック変換

データ・フォーマット

TSC2046の出力データは、図14に示すようなストレート・バイナリ・フォーマットです。この図は、与えられた入力電圧に対する理想出力コードを示し、オフセット誤差、ゲイン誤差、あるいはノイズの影響を含みません。

8ビット変換

TSC2046には8ビット変換モードがあり、デジタル・データの精度が低くても高速なスループットが必要なときに使用できます。8ビット・モードに切り換えると、変換が4クロック・サイクルだけ早く完了します。この4クロック分により、各変換が4ビットだけ短縮される(25%高速なスループット)だけでなく、実質的により高速なクロック・レートで変換することができます。なぜなら、TSC2046内部の設定時間はそれほどクリティカルではなく、必要な設定時間が最低8ビット分であるからです。そのため、クロック・レートは50%も高速化することができます。したがって、クロック速度の増加とクロック・サイクル数の減少により、2倍の変換レートが得られます。

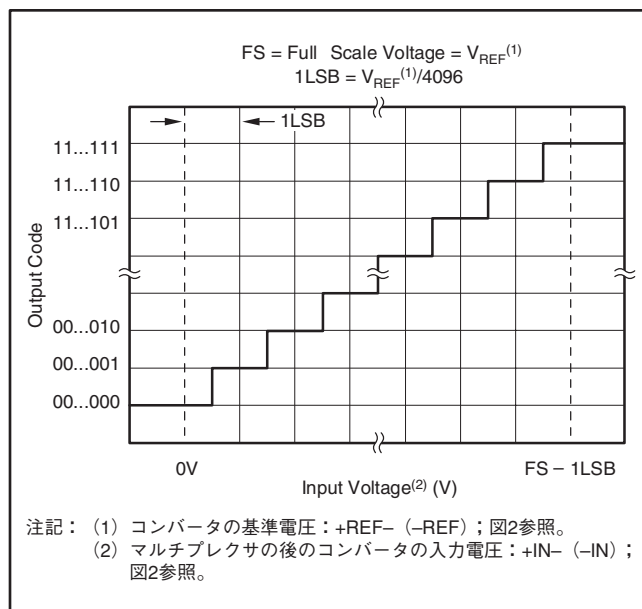


図 14. 理想入力電圧および出力コード

消費電力

TSC2046には、フル・パワー (PD0 = 1) およびオート・パワー・ダウン (PD0 = 0) の、2つの主要なパワー・モードがあります。最高速度で16クロック変換 (図11参照) の動作をしている場合、TSC2046の大半の時間がアクイジションと変換に費やされます。オート・パワー・ダウンの時間は、このモードがアクティブとしてもほとんどありません。したがって、フル・パワー・モードとオート・パワー・ダウン・モードでの消費電力の差は無視できます。DCLK入力の周波数を下げて変換レートを下げると、両モードは大体等しくなります。しかし、変換中のDCLK周波数を最大レートに保ちながら変換頻度が少ない場合、両モードの差は著しいものになります。

図15に、DCLK周波数を低減する場合 (DCLKを変換レートに合わせて変化) と、DCLKを最大周波数に保ちながら単位時間当たりの変換回数を少なくする場合の消費電力差を示します。後者では、コンバータは時間の増加した割合をパワー・ダウン・モードに使用します (オート・パワー・ダウン・モードがアクティブとする)。電力消費に関する別の重要な注意点は、コンバータのリファレンス・モードです。

シングルエンド・リファレンス・モードでは、タッチパネル・ドライバはアナログ入力電圧のアクイジション中のみオンしています (図9および表1参照)。したがって、外部デバイス (例えば、抵抗性タッチスクリーン) には、アクイジション時にのみ電力が供給されます。差動リファレンス・モードでは、外部デバイスにはアクイジションと変換の間、電力が供給される必要があります (図9参照)。変換レートが高い場合、事実上、電力消費が増加します。

\overline{CS} によってもTSC2046はパワー・ダウン・モードに入ります。 \overline{CS} が“High”になると、TSC2046はすぐにパワー・ダウン・モードに入り、現行の変換は完了しません。しかし、内部リファレンスは \overline{CS} の“High”によってオフしません。内部リファレンスをオフするには、 \overline{CS} が“High”になる前に追加の書き込み (PD1 = 0) が必要です。

TSC2046が最初にパワー・アップする場合、デバイスをパワー・ダウン・モードにするPD0 = 0を含む制御バイトがデバイスに書き込まれるまで、およそ20 μ Aの電流がデバイスで消費されます。この状況は、 \overline{CS} = “Low”かつDCLK = IOVDDでTSC2046をパワー・アップすると回避できます。

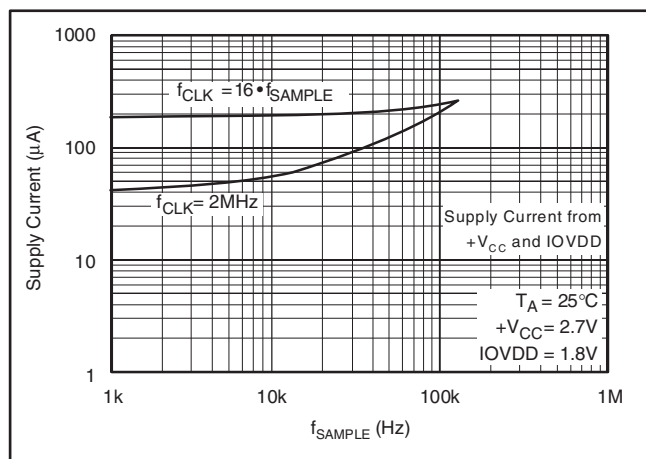


図 15. DCLKの周波数をサンプリング・レートに合わせてスケールした場合と最大周波数に保持した場合の電源電流の比較

レイアウト

以下のレイアウトの推奨事項を実施することにより、TSC2046の最適な性能が得られます。しかし、多くの携帯アプリケーションでは、電力、コスト、外形サイズ、および重量に関して相反する条件があります。一般にほとんどの携帯機器は、その内部部品の大半が非常に低消費電力であるため、電源およびグランドがかなりクリーンです。この状況は、コンバータの電源のバイパスやグランドの接地に有利な条件です。それでも、それぞれの状況に応じて次の推奨事項を十分に検討する必要があります。

最適性能を得るために、TSC2046回路の物理的なレイアウトに注意が必要です。基本的なSARアーキテクチャは、電源、リファレンス、グランド配線、およびデジタル入力などがアナログ・コンバータ出力をラッチする直前に発生するグリッチや急な電圧変動に敏感です。nビットのSARコンバータでは1回の変換に大きな外部の変化電圧が変換結果に影響を与えるn個の「窓」があることとなります。同様なグリッチは、スイッチング電源、近傍のデジタル論理回路、およびハイパワー・デバイスからも発生します。デバイスのデジタル出力における誤差の程度は、リファレンス、レイアウト、および外部イベントのタイミングに依存します。外部イベントとDCLK入力のタイミングが変化する場合、この誤差が変動します。このことを考慮して、TSC2046の電源はクリーンにして、かつ十分にバイパスすることが必要です。0.1 μ Fのセラミックのバイパス・コンデンサを、デバイスのできるだけ近くに配置します。また、+V_{CC} または IOVDDと電源間のインピーダンスが高い場合、1 μ Fから10 μ Fのコンデンサが必要になります。TSC2046のパワー・ダウン・モード時に、バイパス・コンデンサを経由する電力消費を最小にするために、低リーク特性のコンデンサを使用すべきです。

内部リファレンス電圧は内部のオペアンプによりバッファされているので、V_{REF}端子には一般にバイパス・コンデンサが不要です。オペアンプで外部リファレンス電圧を供給する場合は、オペアンプが発振せずにバイパス・コンデンサをドライブできることを確認して下さい。

TSC2046のアーキテクチャは、外部リファレンス入力を使用する場合に、そのノイズや電圧変動を除去する能力を備えていません。リファレンス入力電源に接続される場合、この件は特に問題になります。電源からのあらゆるノイズおよびリップルが、デジタルの変換結果に直接表れます。高周波ノイズはフィルタで除去できますが、ライン周波数(50Hzあるいは60Hz)に起因する電圧変動は除去するのが困難です。

GND端子はクリーンな接地点に接続する必要があります。多くの場合、これはアナログ・グランドになります。マイクロコントローラやデジタル・シグナル・プロセッサのグランドの接地点の近くには接続しないでください。必要であれば、グランド配線はコンバータから電源あるいはバッテリーの接続点へ直接引き回してください。レイアウトを理想的にするには、コンバータおよび関連アナログ回路に専用のアナログ・グランド・プレーンを設けます。

抵抗性タッチスクリーンを使用するという特定の場合では、コンバータとタッチスクリーン間の配線に注意する必要があります。抵抗性タッチスクリーンはかなり抵抗が小さいため、配線は極力短くかつ強固なものにして下さい。配線が長いと、内部スイッチのオン抵抗のように、誤差の原因になります。同様に接続が緩いと、曲げや振動により接触抵抗が変化し、誤差の原因になります。

先に示したように、タッチスクリーンのアプリケーション(例えば、バックライトLCDパネルを要するアプリケーション)では、ノイズが誤差の主因になることがあります。このEMIノイズがLCDパネルを経由してタッチスクリーンに結合し、変換データが不安定になります。

この誤差は、いくつかの方法により低減できます。例えば、タッチスクリーン裏面の金属層を接地すると、大部分の雑音がグランドに結合されます。また、フィルタリング用コンデンサをY+、Y-、X+、およびX-端子からグランドに接続することも有効です。これらの状況下では、タッチスクリーンのセトリング時間に注意する必要があり、特に、シングルエンド・モード動作時および高いデータレートの場合には注意が必要です。

パッケージ・オプション

製品情報

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
TSC2046EIPWG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	90	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046EIPWRG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046IGQCR	ACTIVE	BGA MICROSTAR JUNIOR	GQC	48	2500	TBD	SNPB	Level-2A-235C-4 WKS
TSC2046IPW	ACTIVE	TSSOP	PW	16	100	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TSC2046IPWG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	100	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TSC2046IPWR	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TSC2046IPWRG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TSC2046IRGVR	ACTIVE	QFN	RGV	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046IRGVRG4	ACTIVE	QFN	RGV	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046IRGVT	ACTIVE	QFN	RGV	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046IRGVTG4	ACTIVE	QFN	RGV	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TSC2046IZQCR	ACTIVE	BGA MICROSTAR JUNIOR	ZQC	48	2500	Pb-Free (RoHS)	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR
TSC2046IZQCR-90	ACTIVE	BGA MICROSTAR JUNIOR	ZQC	48	2500	Pb-Free (RoHS)	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR
TSC2046IZQCT	ACTIVE	BGA MICROSTAR JUNIOR	ZQC	48	250	Pb-Free (RoHS)	SNAGCU	Level-3-260C-168 HR

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

ACTIVE：製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

LIFEBUY：TIによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

NRND：新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

PREVIEW：デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

OBSELETE：TIによりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS)、Pb-Free (RoHS Expert) およびGreen (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。

TBD：Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

Pb-Free (RoHS)：TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

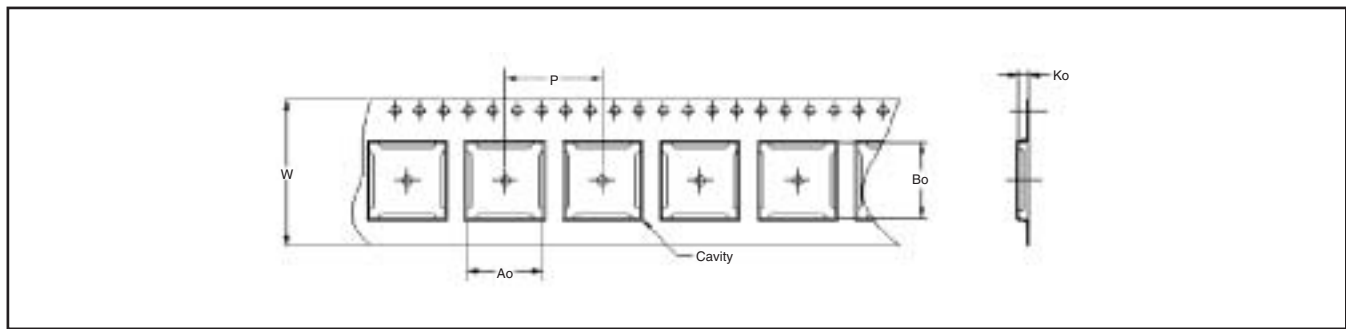
Pb-Free (RoHS Exempt)：この部品は、1) ダイとパッケージの間に鉛ベースの半田バンパ使用、または 2) ダイとリードフレーム間に鉛ベースの接着剤を使用、が除外されています。それ以外は上記の様にPb-Free (RoHS) と考えられます。

Green (RoHS & no Sb/Br)：TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素(Br)およびアンチモン(Sb)をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

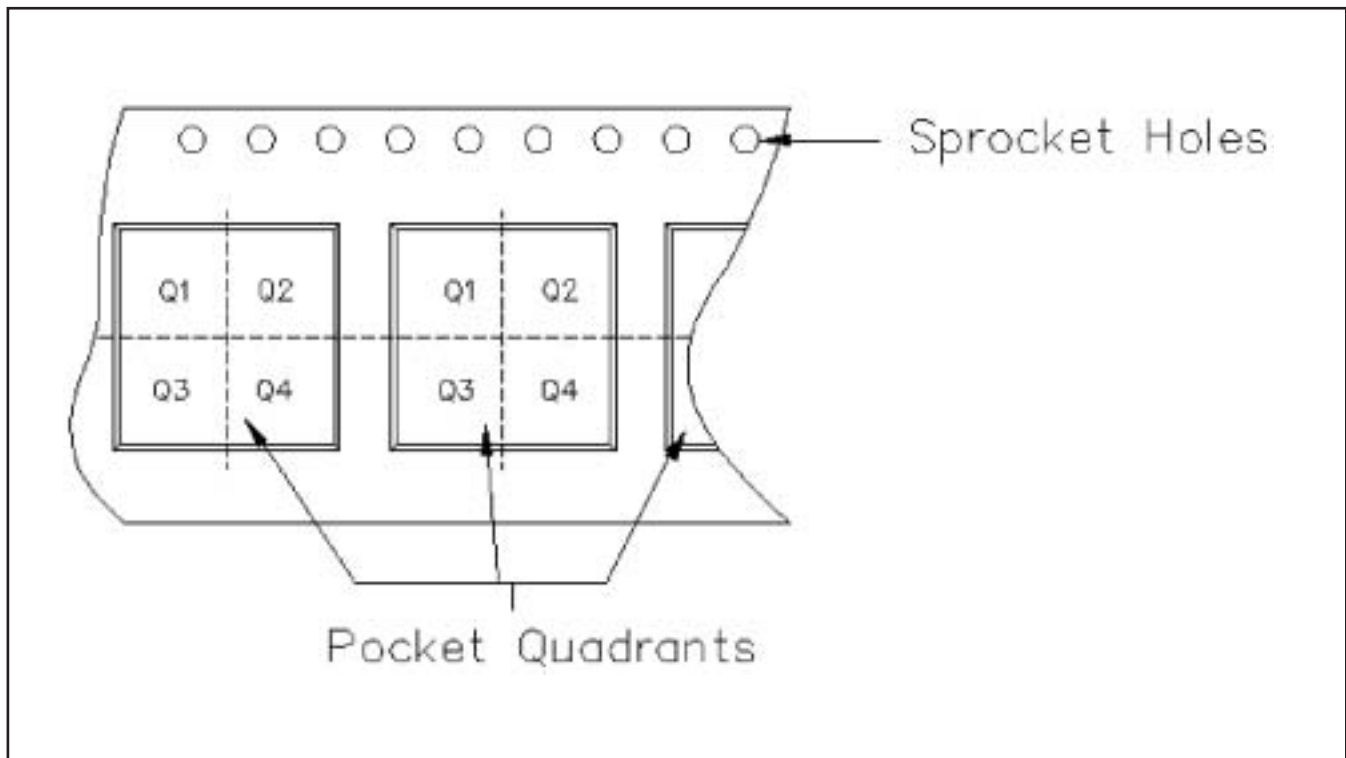
重要な情報および免責事項：このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

PACKAGE MATERIALS INFORMATION



Carrier tape design is defined largely by the component length, width, and thickness.

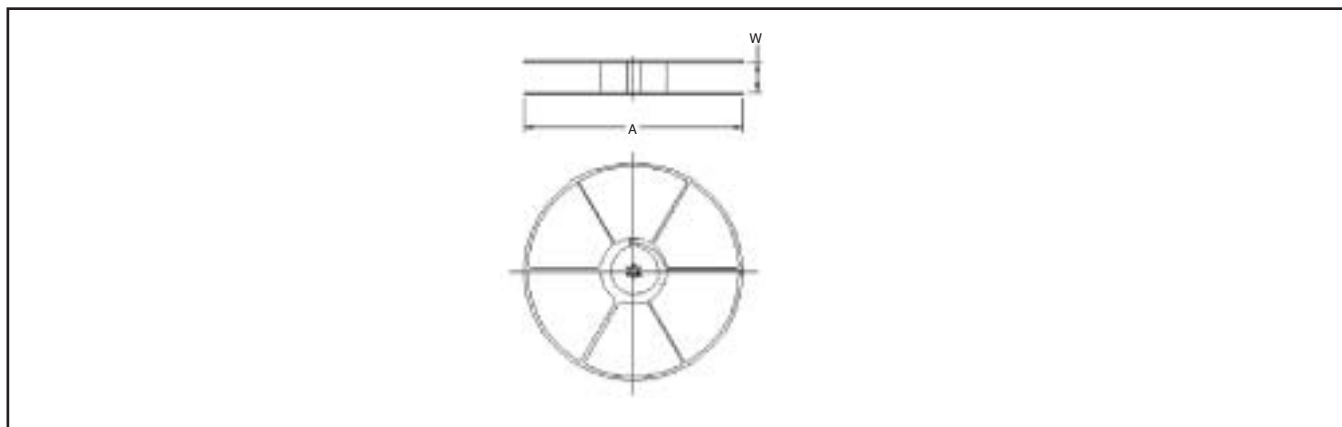
A_o = Dimension designed to accommodate the component width.
B_o = Dimension designed to accommodate the component length.
K_o = Dimension designed to accommodate the component thickness.
W = Overall width of the carrier tape.
P = Pitch between successive cavity centers.



PACKAGE MATERIALS INFORMATION

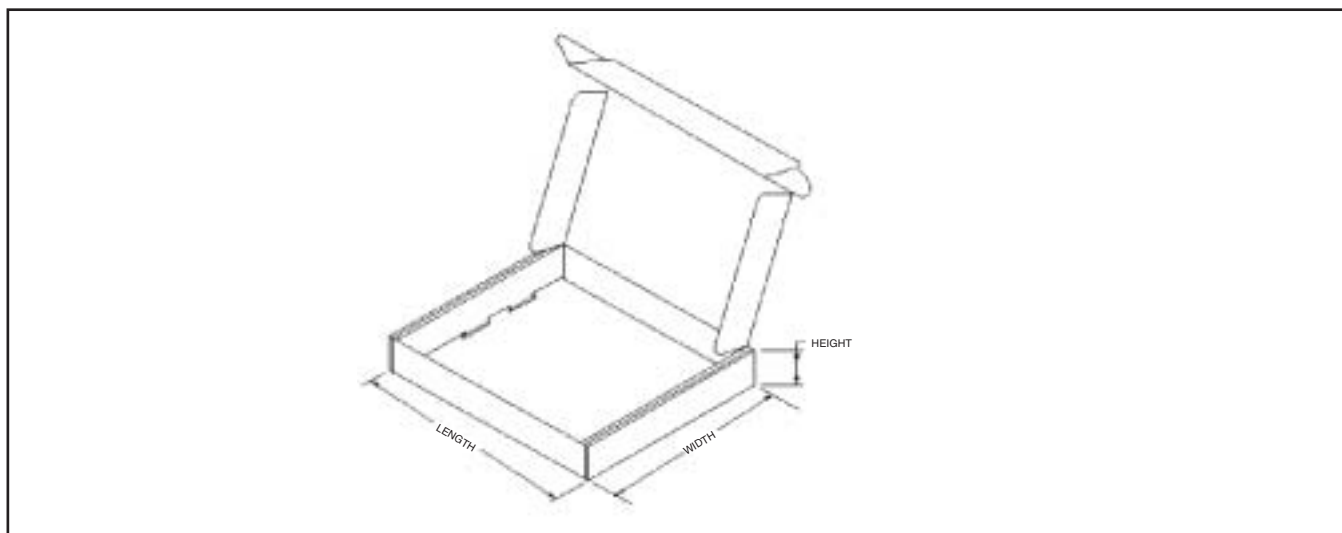
テープ/リール情報

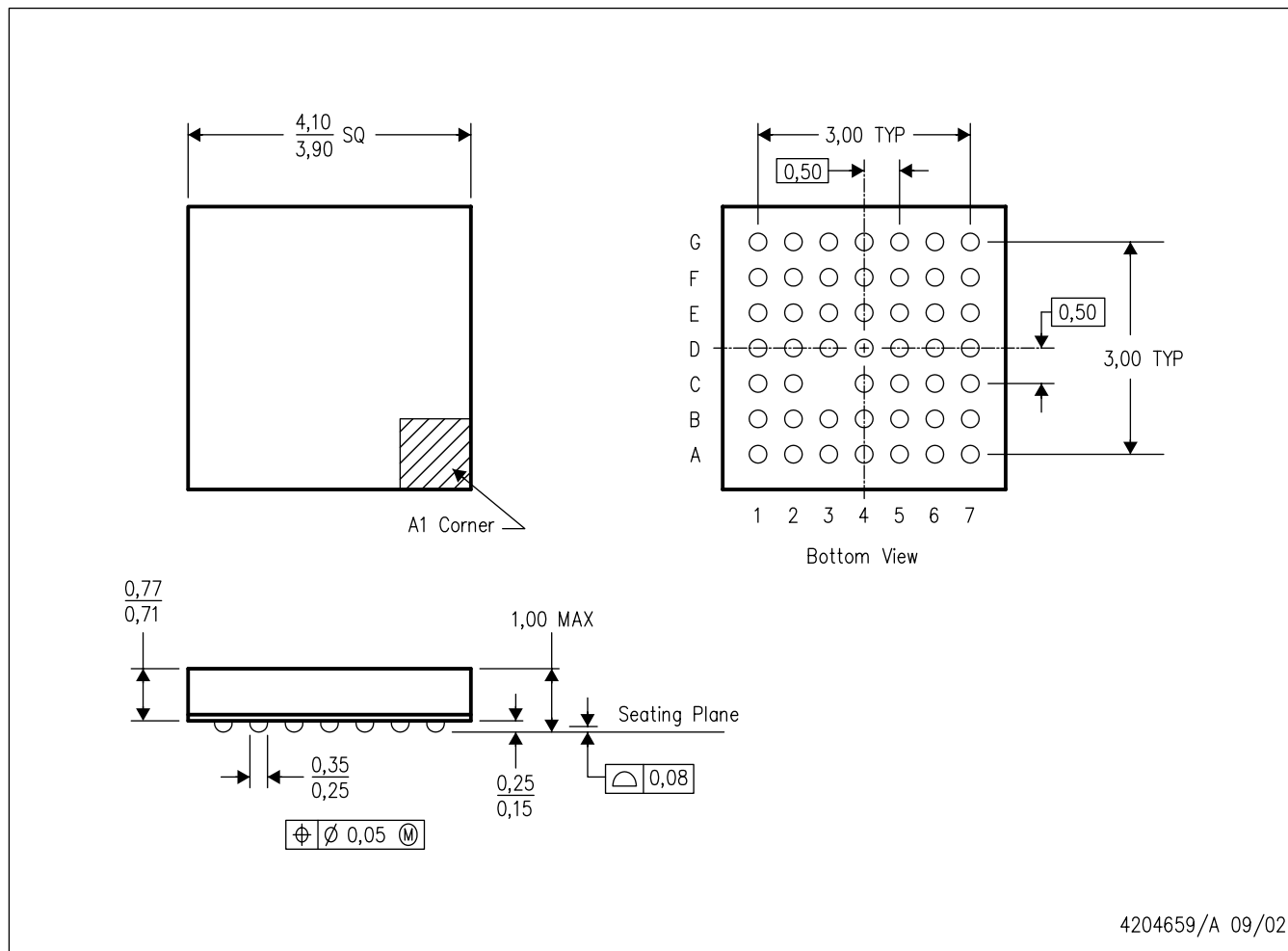
Device	Package	Pins	Site	Reel Diameter (mm)	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TSC2046IGQCR	GQC	48	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q1
TSC2046IPWR	PW	16	TAI	330	12	7.0	5.6	1.6	8	12	Q1
TSC2046IRGVR	RGV	16	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q2
TSC2046IRGVT	RGV	16	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q2
TSC2046IZQCR	ZQC	48	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q1
TSC2046IZQCR-90	ZQC	48	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q1
TSC2046IZQCT	ZQC	48	TAI	330	12	4.3	4.3	1.5	8	12	Q1



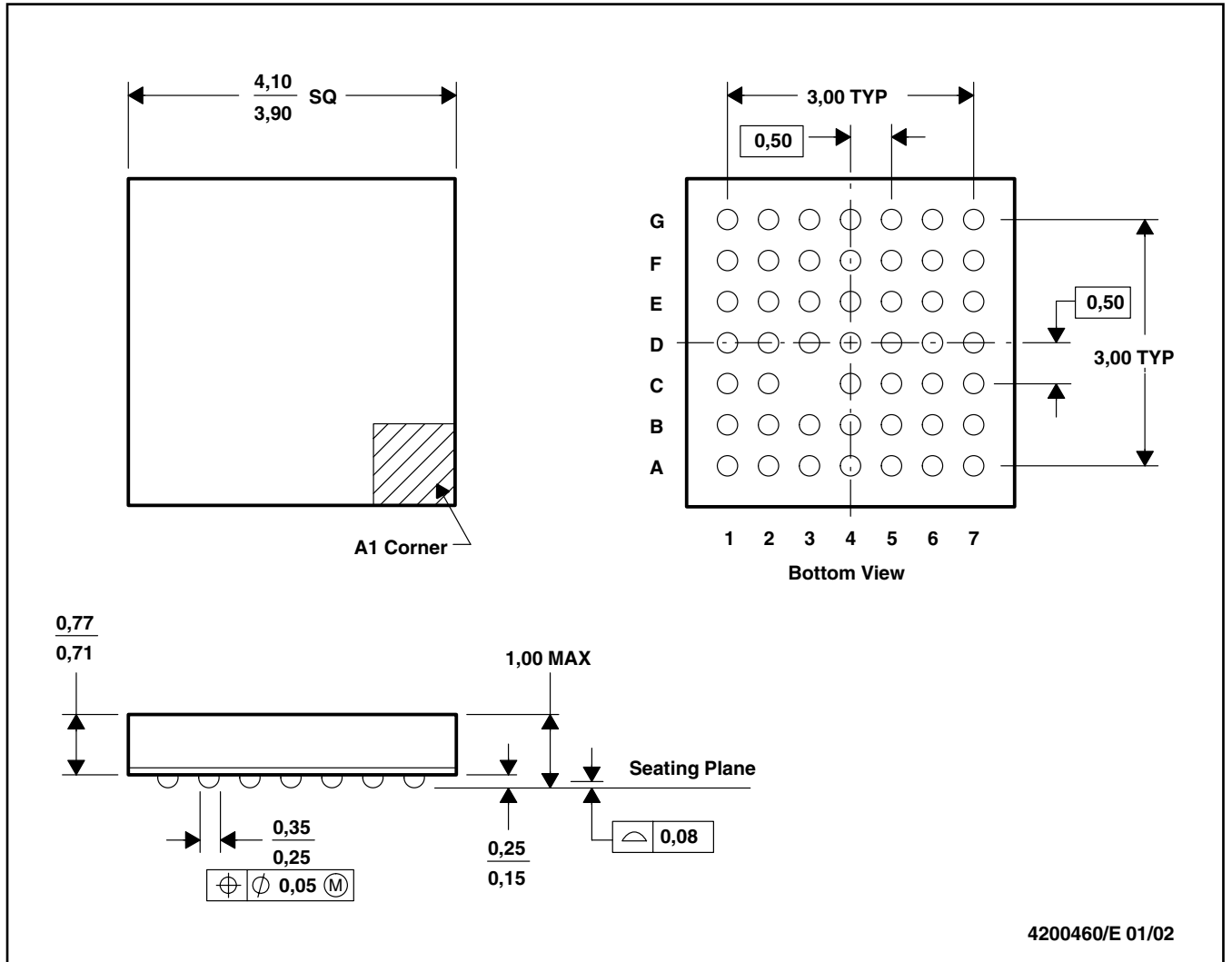
テープ/リール・ボックス情報

Device	Package	Pins	Site	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TSC2046IGQCR	GQC	48	TAI	342.9	336.6	20.64
TSC2046IPWR	PW	16	TAI	535.4	346.0	48.3
TSC2046IRGVR	RGV	16	TAI	342.9	336.6	20.64
TSC2046IRGVT	RGV	16	TAI	342.9	336.6	20.64
TSC2046IZQCR	ZQC	48	TAI	342.9	336.6	20.64
TSC2046IZQCR-90	ZQC	48	TAI	342.9	336.6	20.64
TSC2046IZQCT	ZQC	48	TAI	342.9	336.6	20.64

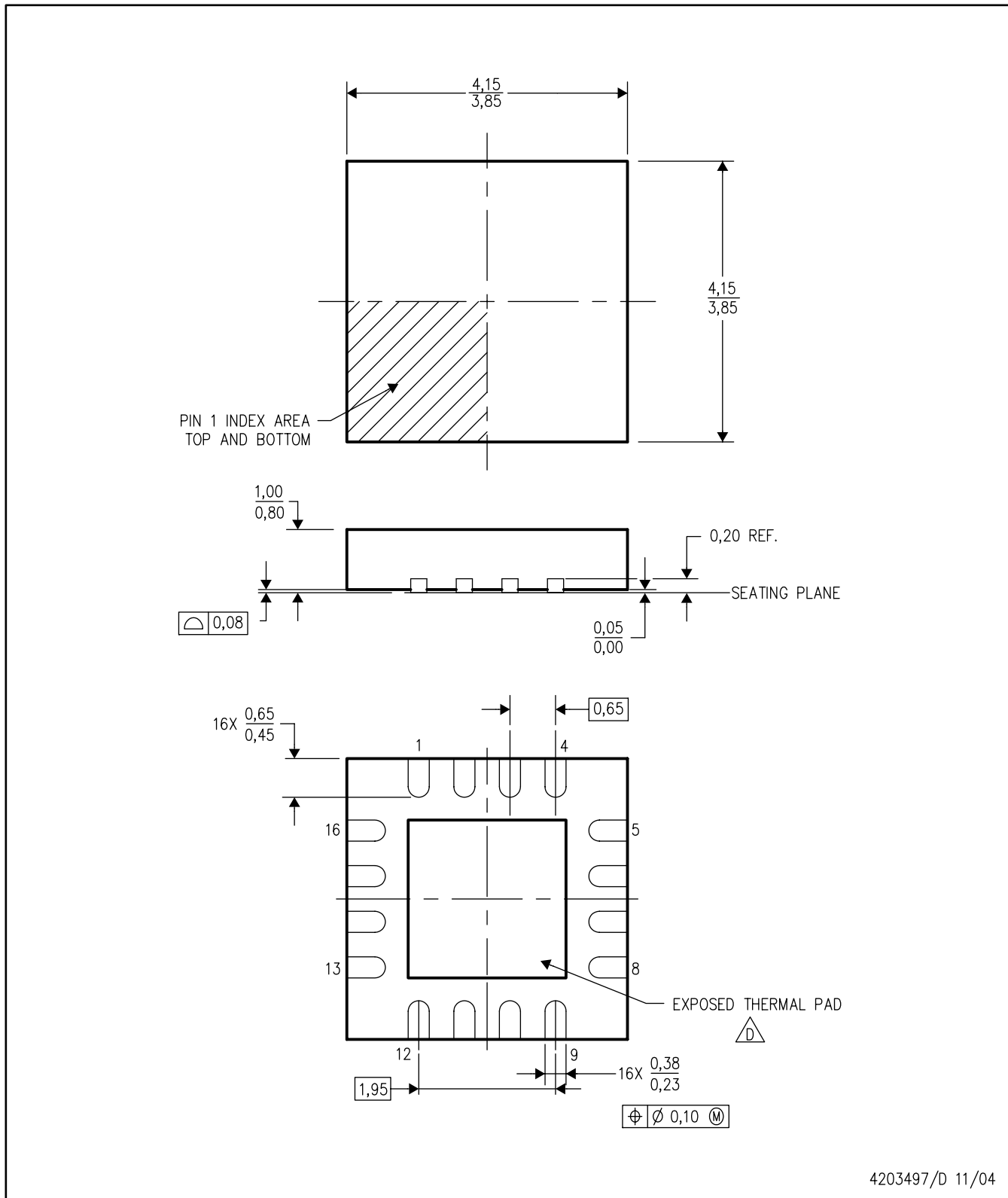




- 注： A. 寸法の単位はすべてミリメートルです。
 B. 本図は予告なしに変更することがあります。
 C. MicroStar Junior™ BGA構造。
 D. JEDEC MO-225に準拠。
 E. 本パッケージは鉛フリーです。



- 注： A. 寸法の単位はすべてミリメートルです。
 B. 本図は予告なしに変更することがあります。
 C. MicroStar Junior™ BGA構造。
 D. JEDEC MO-225に準拠。



4203497/D 11/04

- 注： A. 直線寸法の単位はすべてミリメートルです。寸法および許容誤差はASME Y14.5M-1994によります。
 B. 本図は予告なしに変更されることがあります。
 C. クワッド・フラットパック、ノーリード(QFN)パッケージ構造
 △ パッケージのサーマルパッドは、熱的および機械的特性を得るために基板に半田付けする必要があります。
 露出サーマルパッドの寸法の詳細は、製品データシートをご覧ください。
 E. JEDEC MO-220に準拠。

サーマルパッド・メカニカル・データ

RGV (S-PQFP-N16)

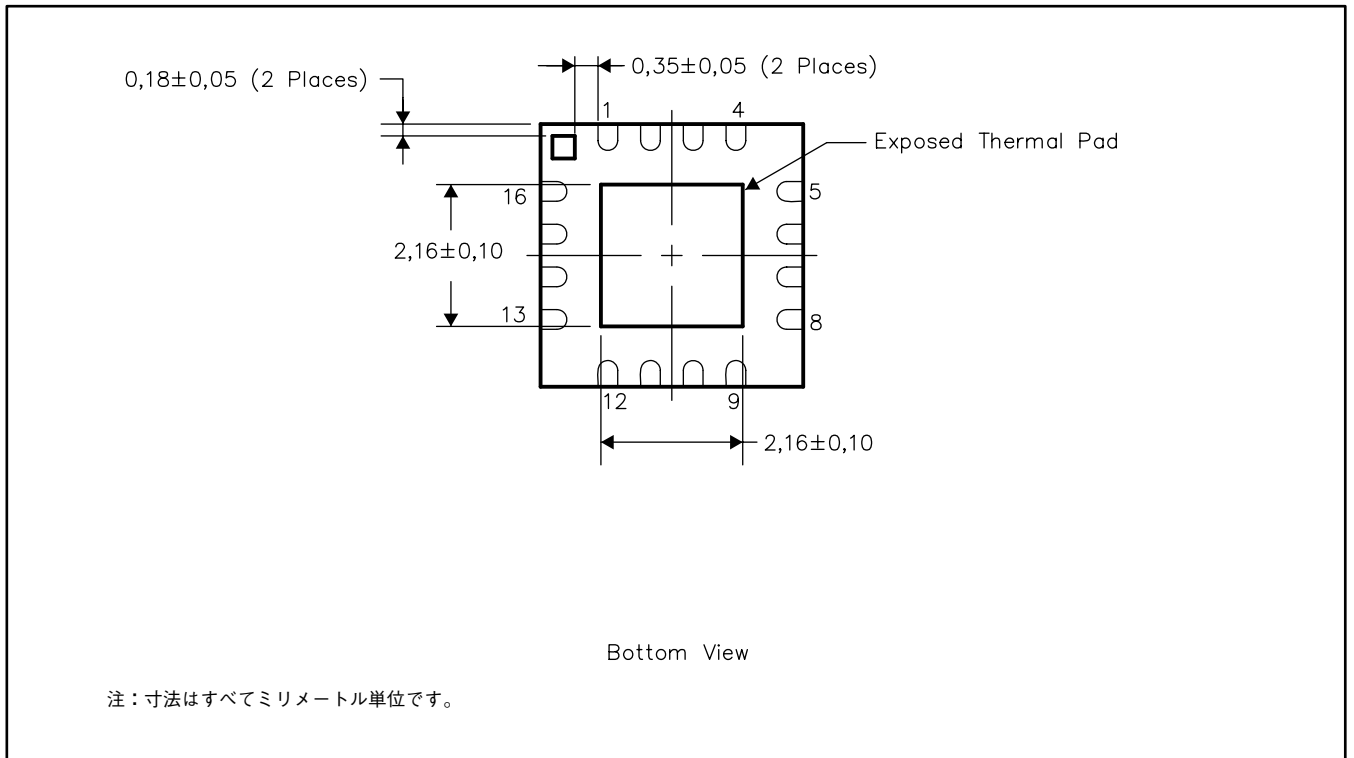
熱特性について

本パッケージには、外付けヒートシンクに直接取り付けられるように設計した、露出サーマルパッドがあります。サーマルパッドは必ずプリント基板 (PCB) に直接半田付けする必要があります。また、半田付けをした後は、PCBをヒートシンクとして使用できます。加えて、サーマル・ビアを使用すると、サーマル・パッドを直接、グランドまたは電源層 (どちらでも適用できる方) に直接、取り付けるか、代わりに、特別なヒート・シン

ク構造をPCBの中に設計する事が可能になります。この設計により、集積回路 (IC) からの熱伝導が最適化されます。

QFNパッケージとその長所に関する情報は、アプリケーション・レポート「Quad Flatpack No-Lead Logic Packages」テキサス・インスツルメンツ文献番号SCBA017を参照してください。この文献はwww.ti.comで入手できます。

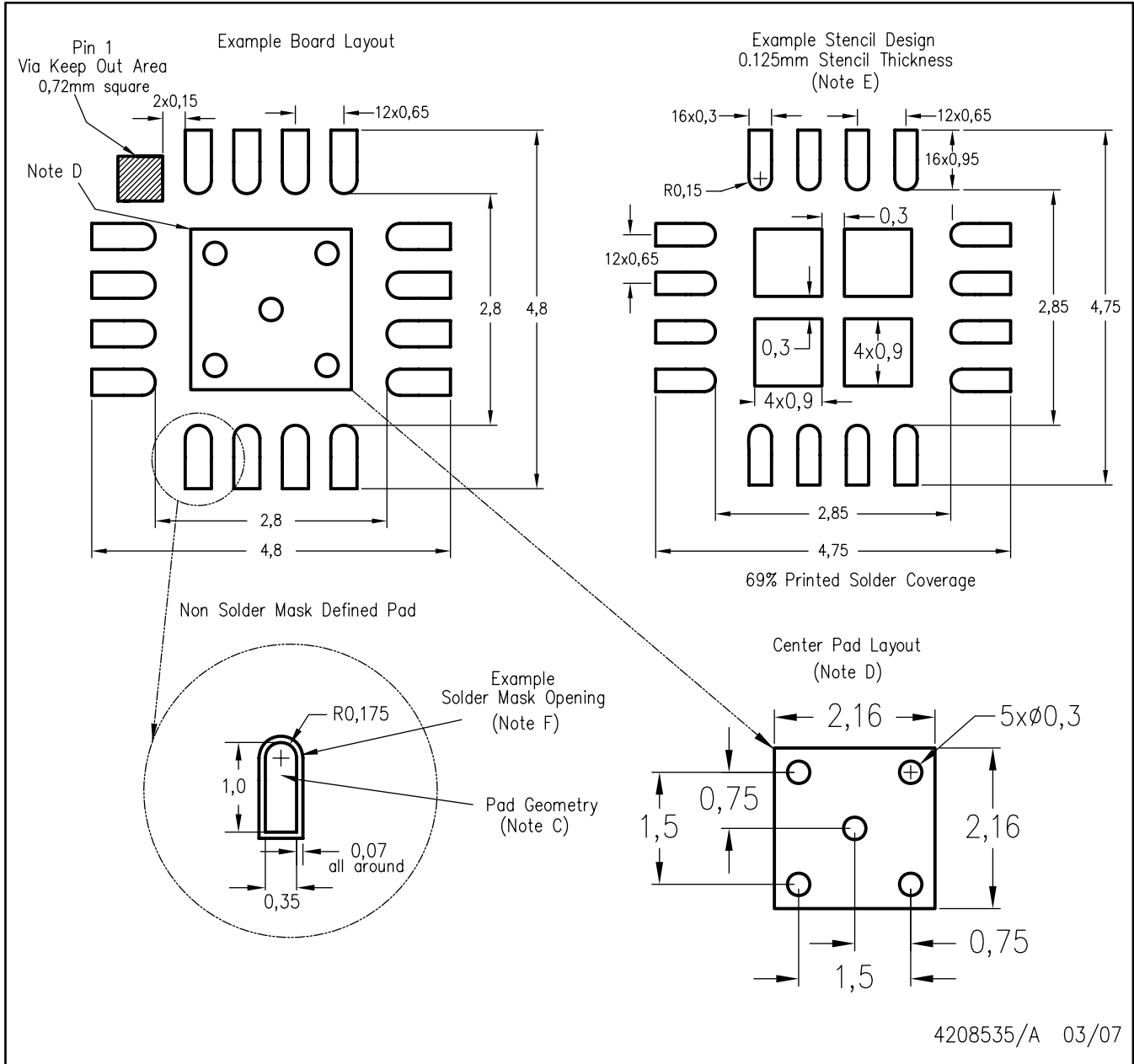
本パッケージの露出サーマルパッドの寸法を下図に示します。



露出サーマルパッドの寸法

LAND PATTERN

RGV (S-PQFP-N16)



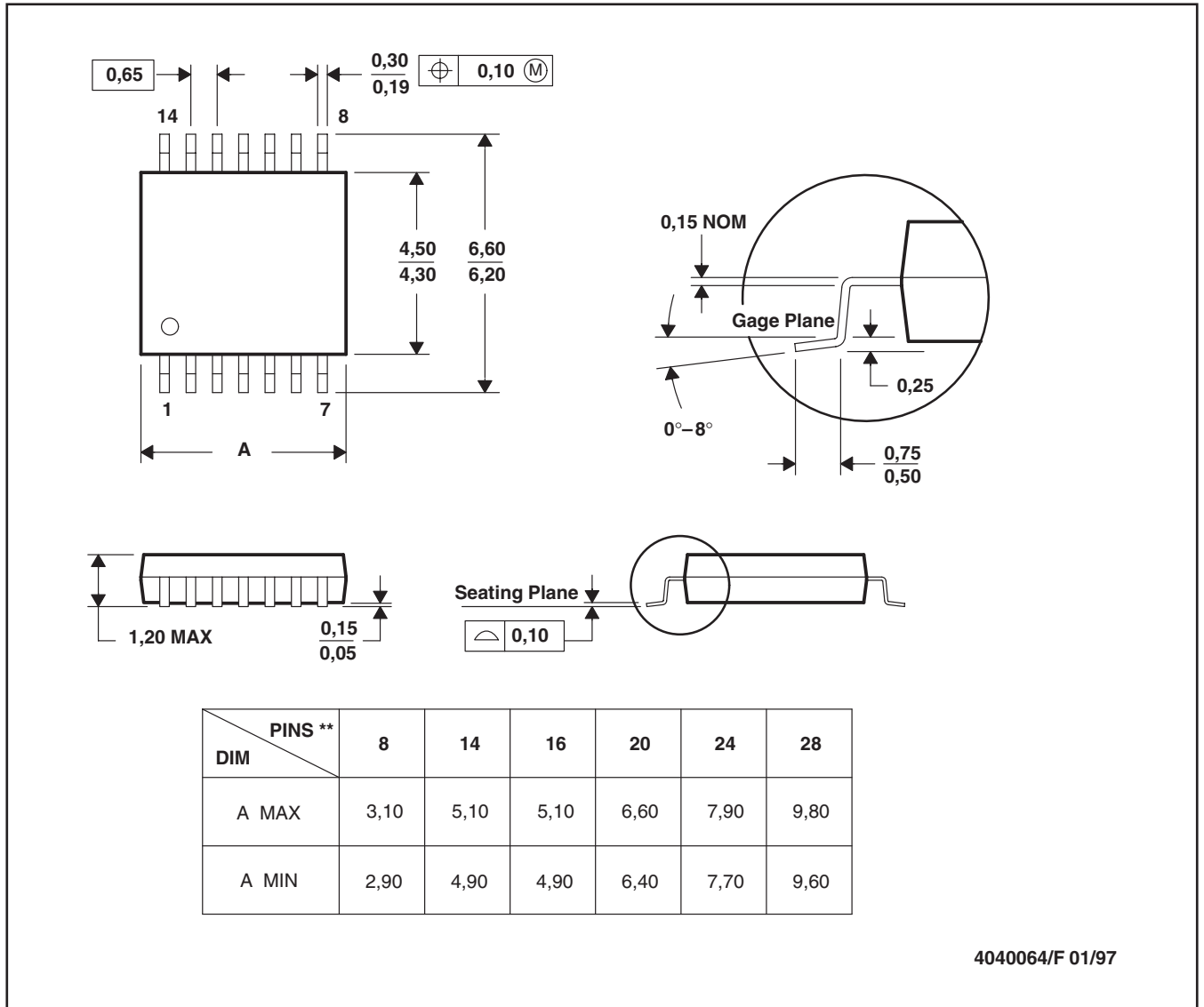
- 注： A. 寸法はすべてミリメートル単位です。
 B. 本図は予告なしに変更することがあります。
 C. 代替設計には、IPC-7351規格を推奨します。
 D. 本パッケージは、サーマルパッドを基板に半田付けするように設計されています。具体的な熱的特性資料、ビア条件、推奨基板レイアウトについては、アプリケーション・レポート「QFNパッケージ」テキサス・インスツルメンツ文献番号 SCBA017、SLUA271および製品データシートも参照願います。これらの文献はwww.ti.com <http://www.ti.com> で入手できます。
 E. 台形壁面やラウンドコーナーにレーザー・カッティング・アパーチャを行うと、ペーストのリリースが容易になります。推奨のステンシル設計については、基板組立元に関合せ願います。ステンシル設計の検討については、IPC7525規格を参照願います。
 F. 半田マスク許容値については、基板製造元に関合せ願います。

メカニカル・データ

PW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

14 PINS SHOWN



4040064/F 01/97

- 注： A. 寸法はすべてミリメートルです。
 B. 本図は予告なく変更することがあります。
 C. ボディの寸法には、0,15を超えるモールド・フラッシュや突起は含まれません。
 D. JEDEC MO-153に準拠します。

(SBAS265F)

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといひます）及びTexas Instruments Incorporated (TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは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。従ひまして、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ご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従ひ販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従ひ合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およ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、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、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もしく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ついて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしく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が当該製品もしく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、保証もしく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場合もあり、また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・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしく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、かつ不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ありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されてもありません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されてもいませんし、また使用されることを意図されてもありません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2007, 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ひ基板実装すること。
 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