



タッチスクリーン・コントローラ

特 長

- ADS7843と同じピン配列
- 2.2Vから5.25Vの動作
- 2.5Vの内部リファレンス
- 直接的なバッテリー測定(0V ~ 6V)
- オンチップの温度測定
- 接触圧の測定
- QSPI/SPIの3線インターフェース
- オートパワーダウン
- パッケージ: 16ピンTSSOP、16ピンSSOP

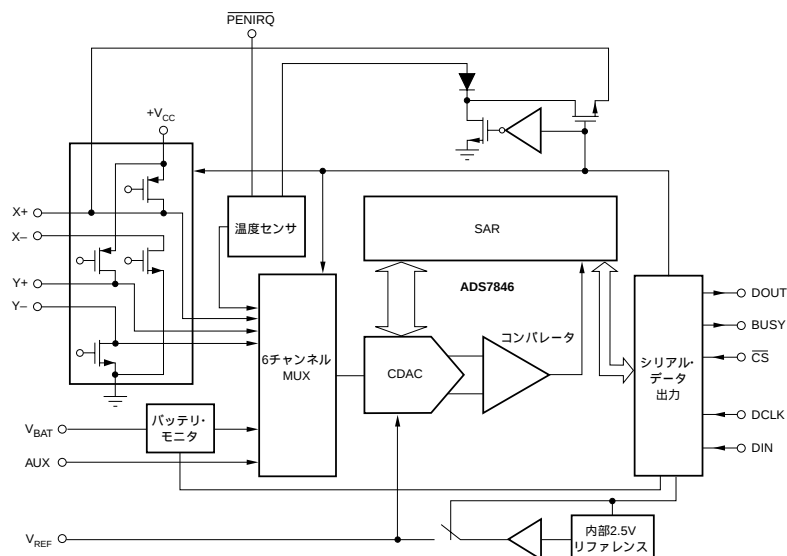
アプリケーション

- 携帯情報端末
- 携帯型機器
- POS端末
- ポケット・ベル
- タッチスクリーン・モニタ
- 携帯電話

概 要

ADS7846は、工業標準の4線タッチスクリーン・コントローラADS7843の次世代バージョンです。ADS7846は、既存のADS7843と100%ピン・コンパチブルで、同じソケットに実装することができます。このため、現在のアプリケーションを新バージョンに容易にアップグレードすることが可能です。ソフトウェアを変更するだけで、直接的バッテリー測定、温度測定、接触圧測定などの新しい機能を利用することができます。また、予備入力、バッテリーの監視、温度測定の各モードに使用できるオンチップの2.5Vリファレンスも内蔵されています。リファレンスを使用しないときはパワーダウンにより消費電力を低減することもできます。内部リファレンスは、0Vから6Vのバッテリー電圧を監視しながら、電源電圧2.7Vまで動作します。

低消費電力(リファレンスがオフ、2.7V時の標準値は0.5mW以下)、高速性(クロック・レート125kHz以上)、オンチップ・ドライバなどの特長を備えたADS7846は、抵抗性タッチスクリーン付き携帯情報端末(PDA)、ポケット・ベル、携帯電話などの各種バッテリー動作システムに最適です。パッケージは、16ピンTSSOPおよび16ピンSSOPで供給され、-40 から+85 の温度範囲で保証されています。



仕様

特に記述のない限り、 $T_A = -40 \sim +85$ 、 $+V_{CC} = +2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ 内部電圧、 $f_{SAMPLE} = 125kHz$ 、 $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$ 、12ビット・モード、デジタル入力 = GNDまたは $+V_{CC}$ です。

パラメータ	条件	ADS7846E、N			単位
		最小	標準	最大	
アナログ入力 フルスケール入力スパン 絶対入力範囲 キャパシタンス リーク電流	正入力 - 負入力 正入力 負入力	0 −0.2 −0.2	 25 0.1	V_{REF} $+V_{CC} + 0.2$ $+0.2$	V V V 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 雑音 電源除去	外部 V_{REF} 内部 V_{REF} を含む	11	12 70 70	 ± 2 ± 6 ± 4	Bits Bits LSB ⁽¹⁾ LSB LSB μVrms dB
サンプリング・ダイナミック特性 変換時間 アキュイジション時間 スループット・レート マルチプレクサのセトリングタイム アパーチャ遅延 アパーチャ・ジッタ チャンネル間分離	$V_{IN} = 2.5Vp-p$ 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⁾	時間100ms		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 入力インピーダンス 無信号時電流	内部リファレンス・オン 内部リファレンス・オフ	2.45	2.50 15 250 1 500	2.55	V ppm/ Ω GΩ μA
リファレンス入力 範囲 抵抗	PD1 = 0、内部リファレンス・オフ	1.0	1	V_{CC}	V GΩ
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 精度	$V_{REF} = 2.5V$ 内部リファレンス	0.5 −2 −3	 10 1	6.0 $+2$ $+3$	V kΩ GΩ % %
温度測定 温度範囲 分解能 精度	差動モード ⁽³⁾ TEMP0 ⁽⁴⁾ 差動モード ⁽³⁾ TEMP0 ⁽⁴⁾	−40	1.6 0.3 ± 2 ± 3	+85	
デジタル入出力 ロジック・ファミリ ロジック・レベル(PENIRQを除く) V_{IH} V_{IL} V_{OH} V_{OL} PENIRQ V_{OL} データ・フォーマット	$ I_{IH} \leq +5\mu A$ $ I_{IL} \leq +5\mu A$ $I_{OH} = -250\mu A$ $I_{OL} = 250\mu A$ $T_A = 0 \sim +85$ 、50kΩのプルアップ抵抗	$+V_{CC} \cdot 0.7$ −0.3 $+V_{CC} \cdot 0.8$	CMOS	$+V_{CC} + 0.3$ $+0.8$ 0.4 0.8	V V V V
			ストレート・バイナリ		

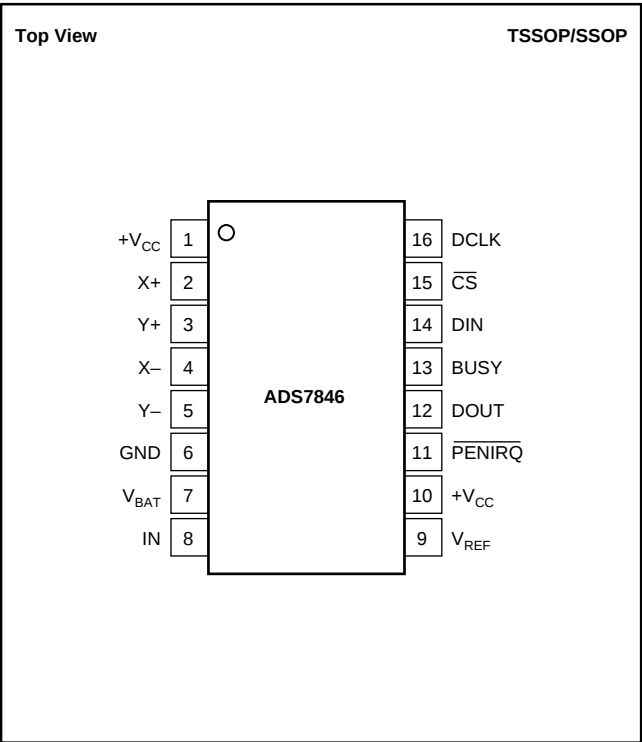
仕様(続き)

特に記述のない限り、 $T_A = -40 \sim +85$ 、 $+V_{CC} = +2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ 内部電圧、 $f_{SAMPLE} = 125kHz$ 、 $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$ 、12ビット・モード、デジタル入力 = GNDまたは $+V_{CC}$ です。

パラメータ	条件	ADS7846E、N			単位
		最小	標準	最大	
電源 $+V_{CC}^{(5)}$	仕様に規定された性能 動作範囲 内部リファレンス・オフ 内部リファレンス・オン $f_{SAMPLE} = 12.5kHz$ シャットダウン・モード、 $DCLK = DIN = +V_{CC}$ $+V_{CC} = +2.7V$	2.7		3.6	V
		2.2		5.25	V
無信号時電流			280	650	μA
			780		μA
			220		μA
消費電力				3	μA
				1.8	mW
温度範囲 仕様に規定された性能		-40		+85	

注：(1) 1LSBは最下位ビットを示します。 $V_{REF} = +2.5V$ 時の1LSBは610 μV です。(2) 設計によって保証されますが、試験は実施されません。ソース電流が50mAを超えると、デバイスが劣化することがあります。(3) TEMP0とTEMP1の測定値の差です。キャリブレーションは不要です。(4) 温度ドリフトは-2.1mV/ です。(5) ADS7846は2.2Vまで動作します。

ピン配置



ピン構成

ピン番号	ピン名	説明
1	$+V_{CC}$	電源
2	X+	X+位置入力、ADC入力チャンネル1
3	Y+	Y+位置入力、ADC入力チャンネル2
4	X-	X-位置入力
5	Y-	Y-位置入力
6	GND	グラウンド
7	V_{BAT}	バッテリー・モニタ入力
8	IN	予備入力、ADC入力チャンネル4
9	V_{REF}	リファレンス電圧入出力
10	$+V_{CC}$	電源
11	$\overline{PENIRQ}$	ベン割り込み。オープン・アノード出力(10k Ω から100k Ω の外部プルアップ抵抗が必要)
12	DOUT	シリアル・データ出力。DCLKの立ち下がりエッジでデータがシフトする。 $\overline{CS}$ が*ハイ'のとき、ハイ・インピーダンス状態になる。
13	BUSY	ビジー出力。 $\overline{CS}$ が*ハイ'のとき、ハイ・インピーダンス状態になる。
14	DIN	シリアル・データ入力。 $\overline{CS}$ が*ロー'のとき、DCLKの立ち上がりエッジでデータがラッチされる。
15	$\overline{CS}$	チップ・セレクト入力。変換の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する。 $\overline{CS}$ が*ハイ'のとき、パワーダウン・モード(ADCのみ)になる。
16	DCLK	外部クロック入力。このクロック信号によりSARの変換プロセスが実行され、シリアル・データI/Oの同期がとられる。

絶対最大定格⁽¹⁾

+V _{CC} (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 ~ +V _{CC} + 0.3V
消費電力	250mW
最大接合部温度	+150
動作温度範囲	-40 ~ +85
保存温度範囲	-65 ~ +150
リード温度(10秒間の半田付け)	+300

注：(1) 定格を超えるオーバーストレスは、デバイスに永久的な損傷を与えます。絶対最大条件下に長時間置いた場合は、デバイスの信頼性が低下することがあります。



静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切なESD保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

パッケージ情報/ご発注の手引き

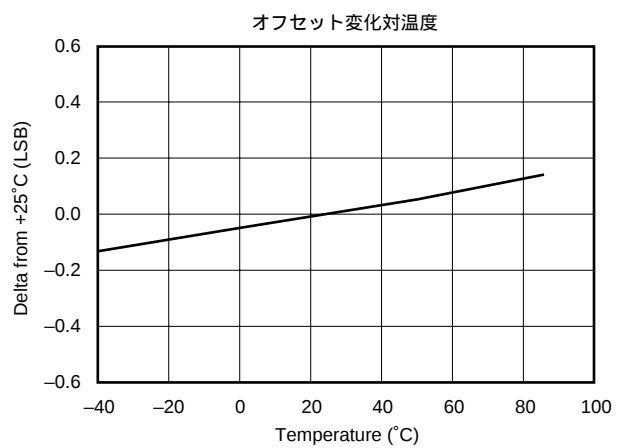
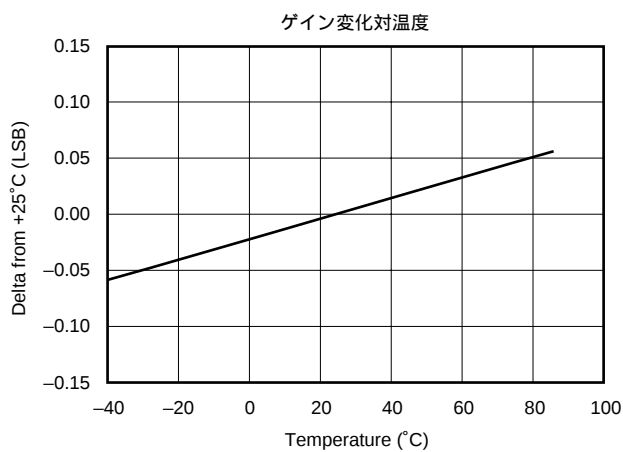
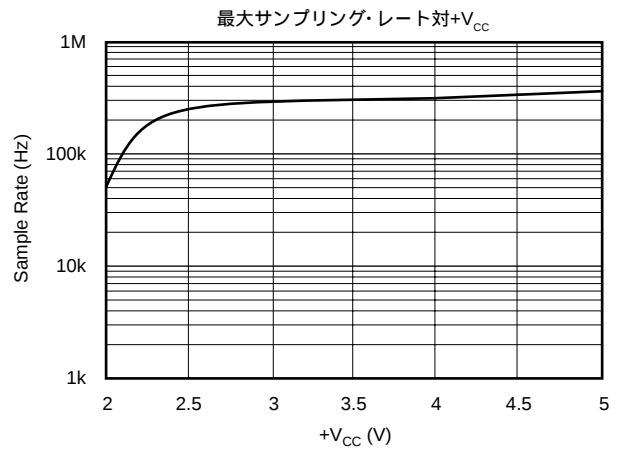
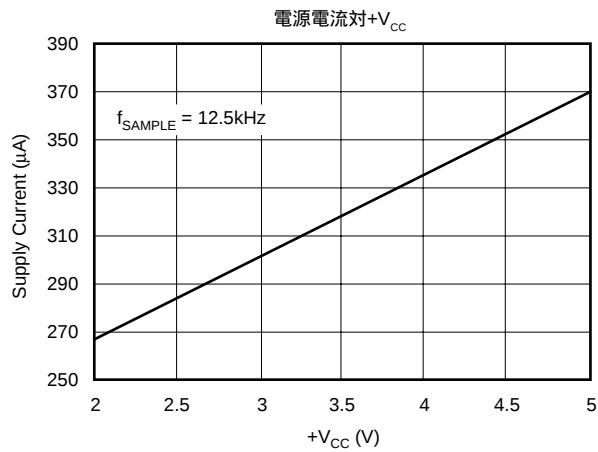
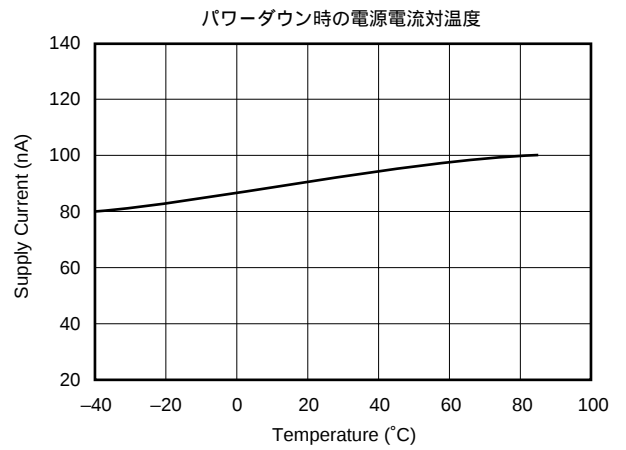
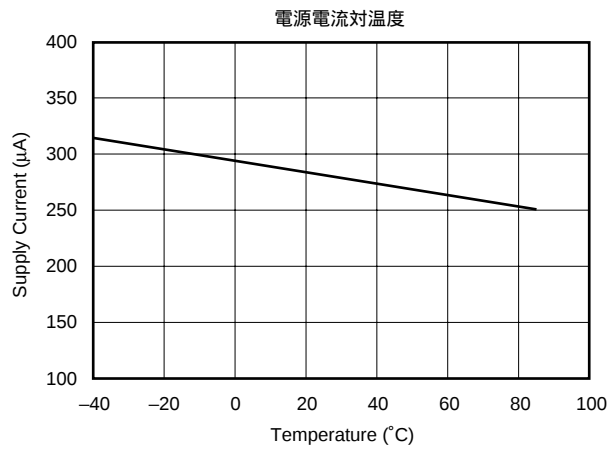
モデル	最大積分直線性誤差(LSB)	パッケージ	パッケージ図番号	仕様温度範囲	発注番号 ⁽¹⁾	供給時の状態
ADS7846E	±2	16ピンSSOP	322	-40 ~ +85	ADS7846E	マガジン
ADS7846E	±2	16ピンSSOP	322	-40 ~ +85	ADS7846E/2K5	テーブリール
ADS7846N	±2	16ピンTSSOP	363	-40 ~ +85	ADS7846N	マガジン
ADS7846N	±2	16ピンTSSOP	363	-40 ~ +85	ADS7846N/2K5	テーブリール

注：(1) スラッシュ(/) が付記されたモデルは、表示数量のテーブリールでのみ供給されます(例えば、/2K5はリール1本あたり2,500個入りであることを示します)。 “ADS7846E/2K5” を発注すると、2,500個入りテーブリール1本が納品されます。

このデータシートに記載されている情報は、信頼しうるものと考えておりますが、不正確な情報や記載漏れ等に関して弊社は責任を負うものではありません。情報の使用について弊社は責任を負えませんが、各ユーザーの責任において御使用下さい。価格や仕様は予告なしに変更される場合がありますのでご了承下さい。ここに記載されているいかなる回路についても工業所有権その他の権利またはその実施権を付与したり承諾したりするものではありません。弊社は弊社製品を生命維持に関する機器またはシステムに使用することを承認しまたは保証するものではありません。

代表的性能曲線

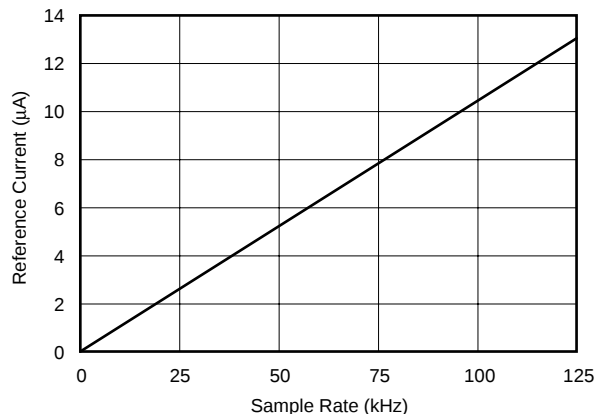
特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $+V_{CC} = +2.7V$ 、 $V_{REF} = \text{外部}2.5V$ 、 $f_{SAMPLE} = 125kHz$ 、 $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$ です。



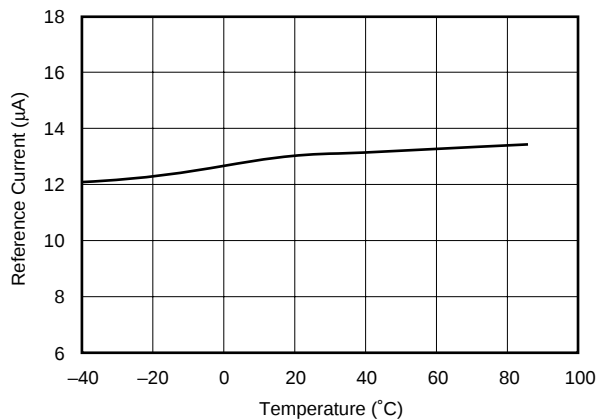
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $+V_{CC} = +2.7\text{V}$ 、 $V_{REF} = \text{外部}2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{SAMPLE}} = 125\text{kHz}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 16 \cdot f_{\text{SAMPLE}} = 2\text{MHz}$ です。

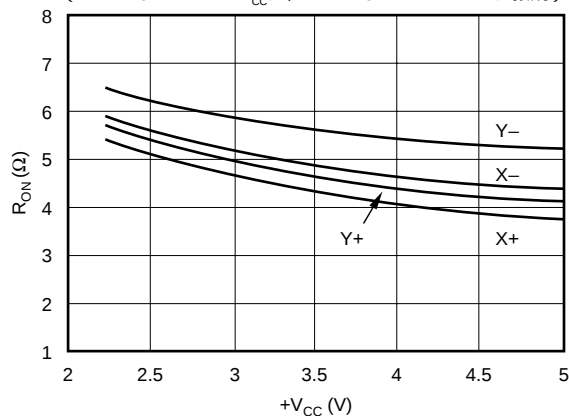
リファレンス電流対サンプリング・レート



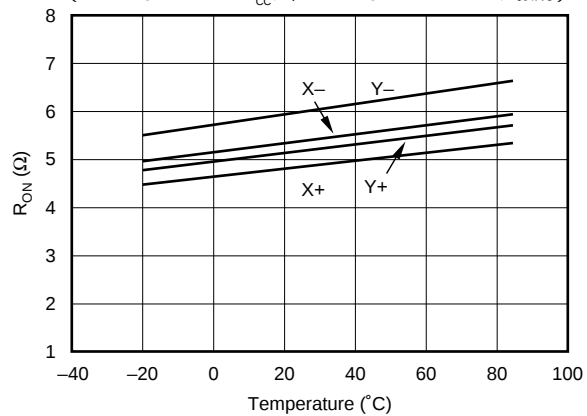
リファレンス電流対温度



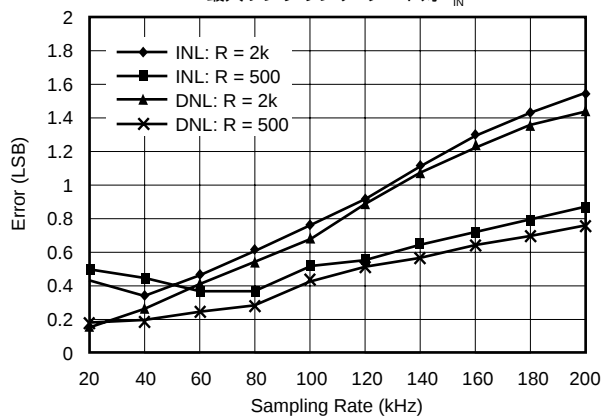
スイッチのオン抵抗対 $+V_{CC}$
(X+およびY+ピンを $+V_{CC}$ に、X-およびY-ピンをGNDに接続)



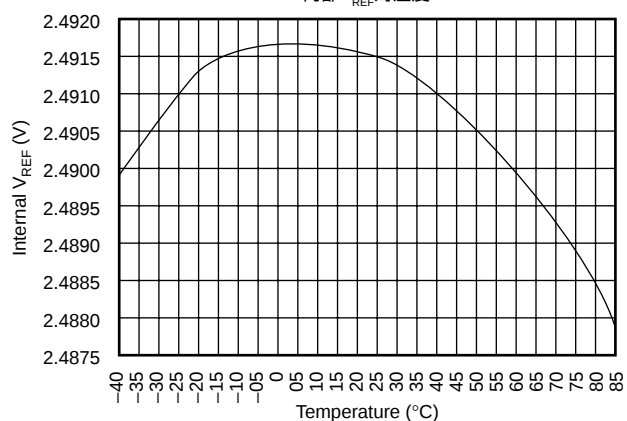
スイッチのオン抵抗対温度
(X+およびY+ピンを $+V_{CC}$ に、X-およびY-ピンをGNDに接続)



最大サンプリング・レート対 R_{IN}

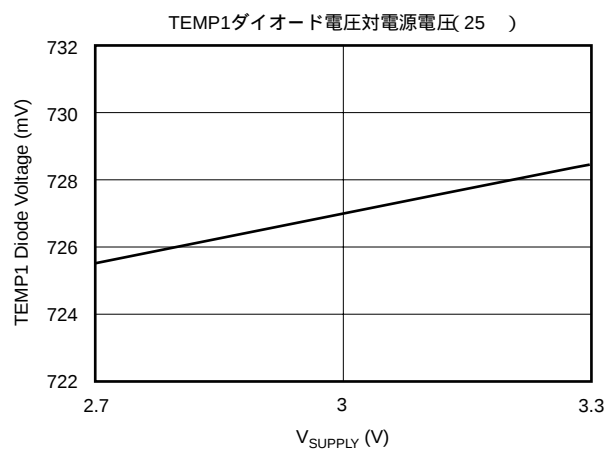
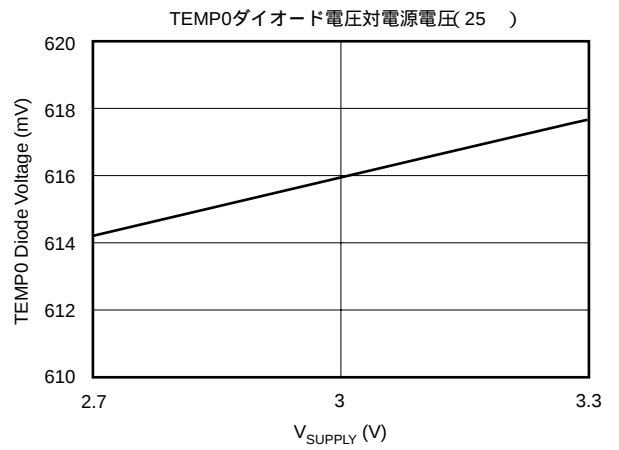
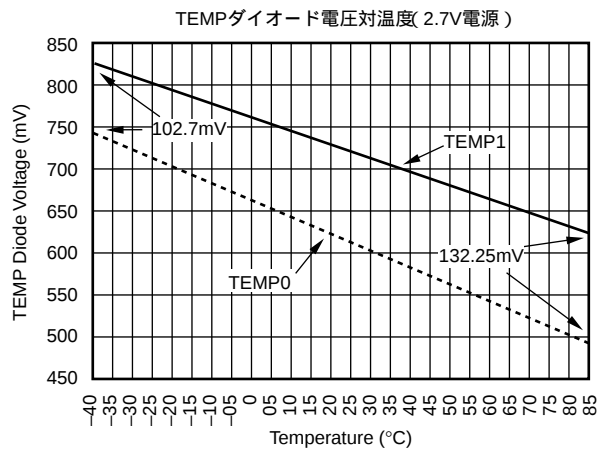
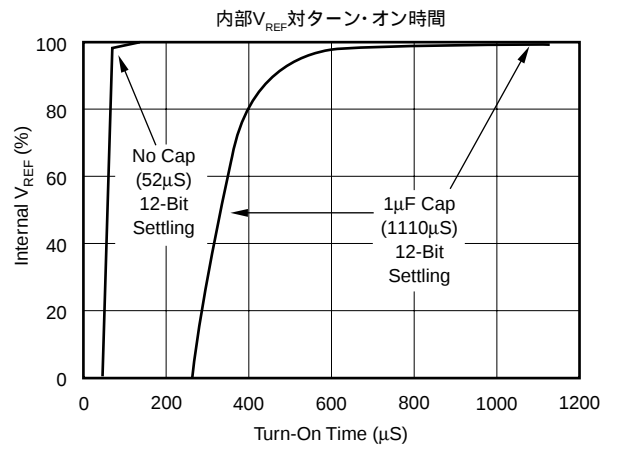
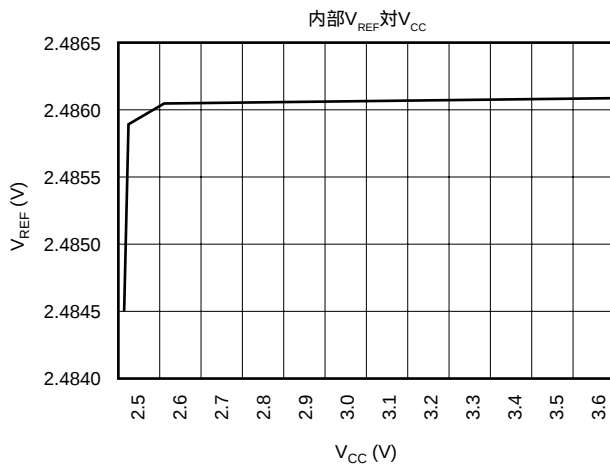


内部 V_{REF} 対温度



代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $+V_{CC} = +2.7V$ 、 $V_{REF} =$ 外部2.5V、 $f_{SAMPLE} = 125kHz$ 、 $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE} = 2MHz$ です。



動作原理

ADS7846は、クラシックな逐次比較型レジスタ(SAR)を使用したアナログ/デジタル(A/D)コンバータです。このコンバータは、本質的にサンプル/ホールド機能をもつ容量再分配に基づくアーキテクチャを採用し、0.6μmのCMOSプロセスで製造されています。

ADS7846の基本動作を図1に示します。ADS7846は、2.5Vの内部リファレンスと外部クロック入力を備え、+2.7Vから+5.25Vのシングル電源で動作します。内部リファレンスは、1Vから+V_{CC}までの低インピーダンスの外部リファレンスでオーバードライブできます。コンバータの入力範囲は、リファレンス電圧の値により直接設定されます。

コンバータのアナログ入力(X、Y、Zのパネル座標、バッテリー電圧、チップ温度)は、マルチプレクサから供給されます。オン抵抗の小さいスイッチを使用したユニークな構成により、選択していないADCの入力チャンネルから外部デバイスに電源を供給し、対応するピンをグランドとして使用することができます。コンバータの差動入力と差動リファレンスを使用することにより、

スイッチのオン抵抗の誤差を除去できます(特定の測定でオン抵抗が誤差の原因になっている場合)。

アナログ入力

図2にADS7846の入力マルチプレクサ、差動入力、差動リファレンスのブロック図を示します。表 および表 に、制御ビットA2、A1、A0およびSER/DFRと、ADS7846の構成との関係を示します。制御ビットは、DINピンからシリアルに入力されます。詳細については、「デジタル・インターフェース」の項を参照して下さい。

コンバータがホールド・モードになると、+INおよび-IN入力(図2参照)の電圧の差が内部キャパシタ・アレイでキャプチャされます。アナログ入力の入力電流は、ADS7846の変換レートに依存します。ソースは、サンプリング周期の間に内部サンプリング・キャパシタ(標準値25pF)を充電しなくてはなりません。キャパシタが完全に充電された後、入力電流は流れなくなります。アナログ・ソースからコンバータへの電荷の移動速度は、変換レートの関数です。

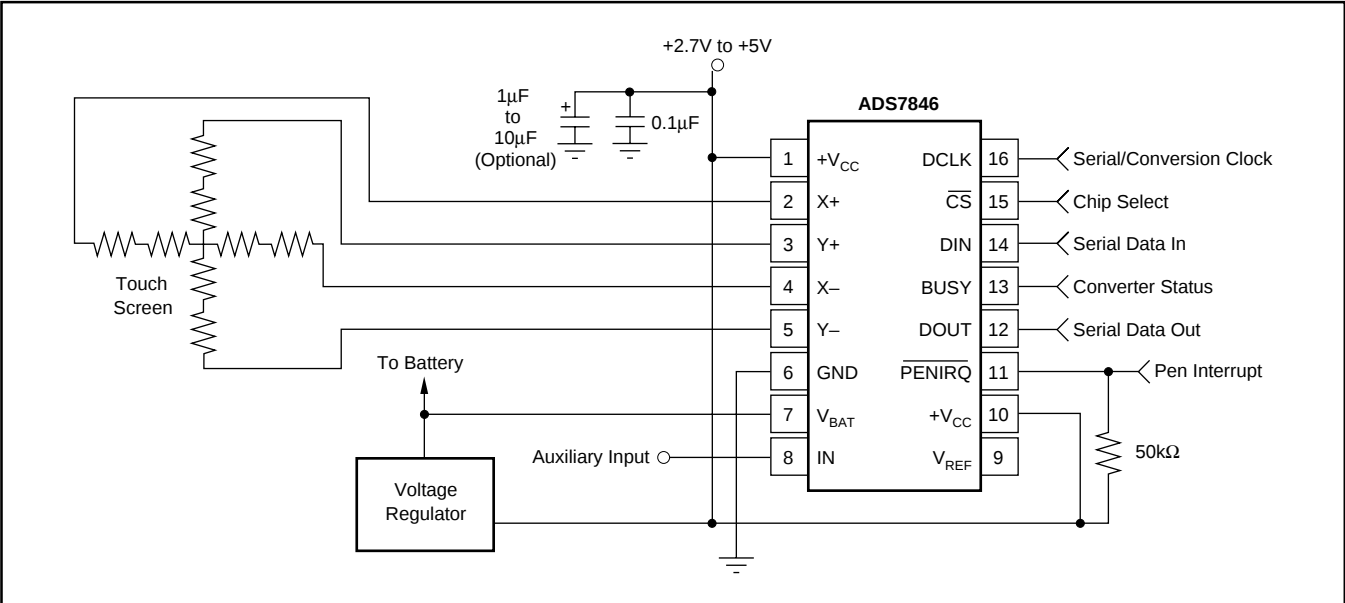


図1. ADS7846の基本動作

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		+IN (TEMP 0)		+IN		Measure		Measure	Measure	OFF	OFF
0	0	1											OFF	ON
0	1	0											OFF	OFF
0	1	1											X-, ON	Y+, ON
1	0	0	+IN		+IN (TEMP 1)	+IN		+IN	Measure		Measure	Measure	X-, ON	Y+, ON
1	0	1											ON	OFF
1	1	0											OFF	OFF
1	1	1											OFF	OFF

表 . シングルエンド・リファレンス・モード(SER/DFR' ハイ ")の入力構成(DIN)

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

表 . 差動リファレンス・モード(SER/DFR' ロー ")の入力構成(DIN)

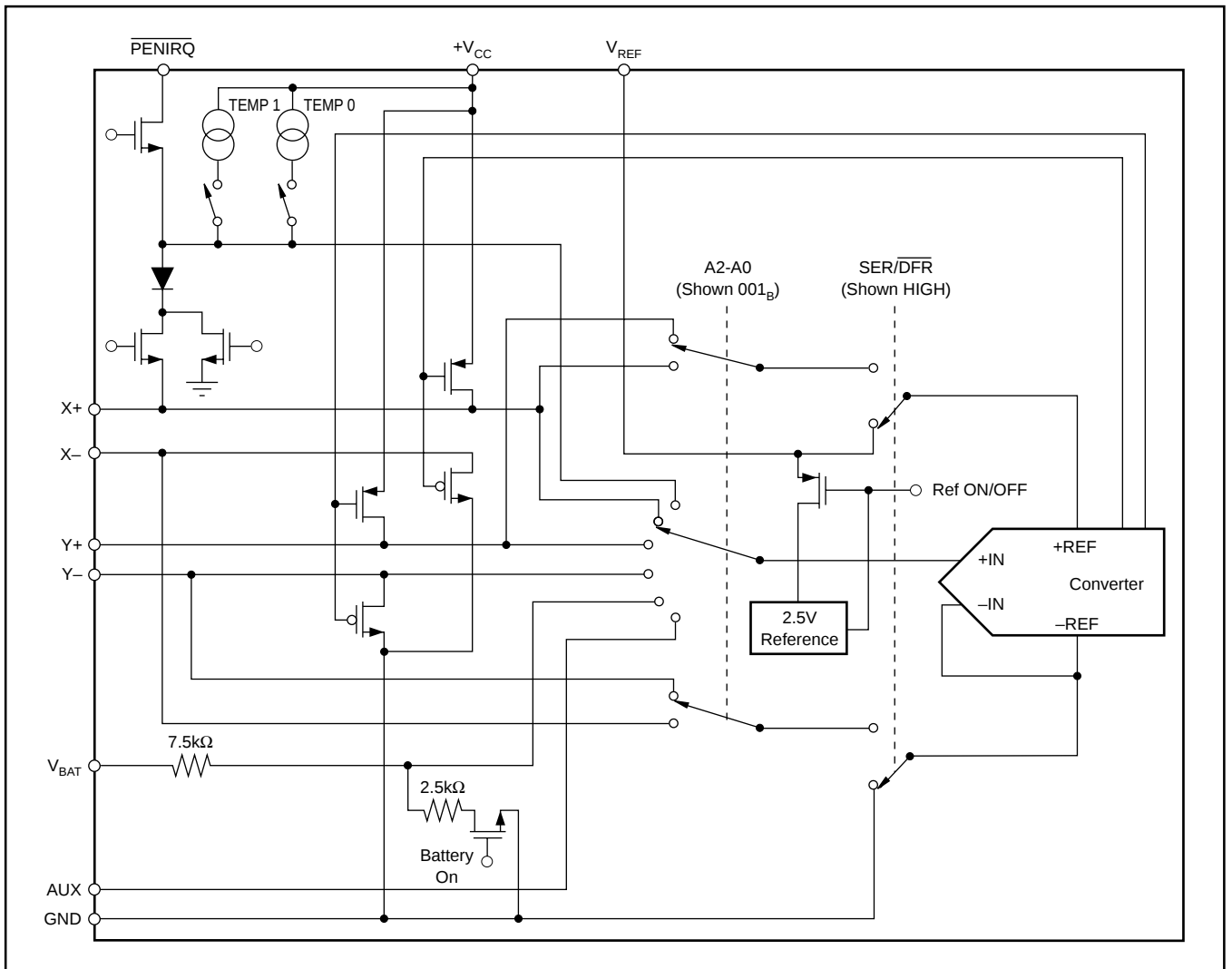


図2. アナログ入力の簡略回路図

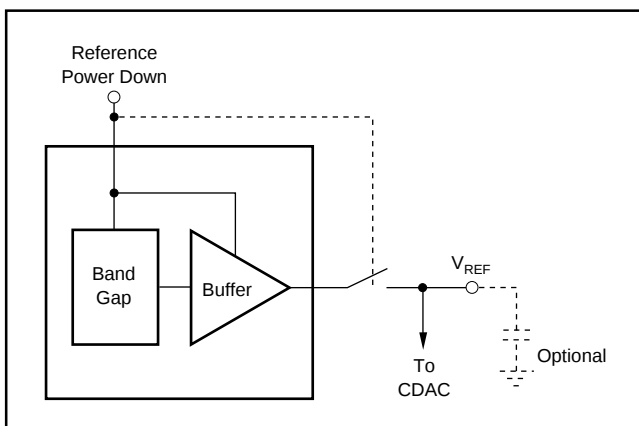


図3. 内部リファレンスの簡略回路図

内部リファレンス

ADS7846には、パワーダウン制御ビットPD1=1によりオンにできる2.5Vの内部リファレンス電圧があります(表Vおよび図3参照)。通常、内部リファレンス電圧は、シングルエンド・モード(バッテリーの監視、温度測定、予備入力の使用など)にのみ使用します。タッチスクリーンの最適な性能は、差動モードで得られません。ADS7843との互換性を保つには、ADS7846の内部リファレン

ス電圧をオフにする必要があります。このため、パワーアップ後にPD1=0の書き込みを実行し、確実にリファレンスをオフにします。リファレンスがパワーダウンからオンになるまでの時間については、代表的性能曲線を参照して下さい。

リファレンス入力

アナログ入力範囲は、+REFと-REFの電圧の差により設定されます(図2を参照)。ADS7846は、1Vから+V_{CC}までのリファレンス電圧で動作します。リファレンス入力とその広い電圧範囲については、いくつかの注意すべき重要な点があります。

リファレンス電圧の低下につれ、デジタル出力コードのアナログ電圧の重みも小さくなります。この値は、通常LSB(最下位ビット)サイズと呼ばれ、リファレンス電圧の1/4096に相当します。リファレンス電圧の低下につれ、LSBサイズで表したA/Dコンバータ固有のオフセットまたはゲイン誤差は増加します。例えば、2.5Vのリファレンスでコンバータのオフセットが2LSBになる場合、1Vのリファレンスでオフセットは5LSBになります。どちらの場合も、コンバータの実際のオフセットは1.22mVです。低いリファレンス電圧を使用する場合は、十分なバイパス、クリーンな(低雑音、低リップルの)電源、低雑音のリファレンス(外部リファレンスを使用する場合) 低雑音の入力信号など、ク

リーンなレイアウトにするために特に注意する必要があります。

V_{REF} 入力に加えられる電圧は、バッファリングされ、直接 ADS7846 のキャパシタ D/A コンバータ (CDAC) 部をドライブします。このため、入力電流はきわめて小さくなります (標準値 $< 1\text{nA}$)。

スイッチ・ドライバがオンの状態で測定を実行するときも、リファレンスについて注意すべき重要な点があります。ここでは、図1のADS7846の基本動作について検討します。このアプリケーションは、ADS7846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位置は、X+入力をA/Dコンバータに接続し、Y+およびY-ドライバをオンにし、X+の電圧をデジタル化することにより測定します (図4のブロック図を参照)。この測定では、X+のリード抵抗は変換に影響しません (セトリングタイムには影響しますが、通常は抵抗が十分に小さいために問題になりません)。

これに対して、Y+と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ってわずかな差が発生します。上記の条件では、内部スイッチで電圧が少し低下するため、タッチスクリーン上のポインティング・デバイスの位置にかかわらず、0Vまたはフルスケールの入力を得ることはできません。また、内部スイッチの抵抗がタッチスクリーンの抵抗をトラッキングしないことも誤差の原因になります。

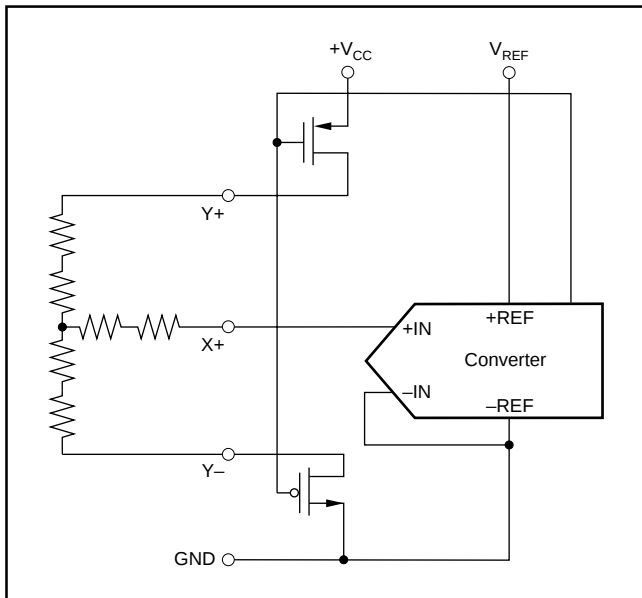


図4. シングルエンド・リファレンスの簡略回路図 (SER/DFR' ロー、Yスイッチはオン、X+はアナログ入力)

この状況は、図5の回路構成により解決することができます。SER/DFR' ビットを 'ロー' に設定すると、+REFと-REFの各入力がY+とY-に直接接続され、A/D変換がレシオメトリックになります。内部スイッチのオン抵抗に関して外部抵抗の値がどのように変化しても、これとは無関係に変換結果は常に外部抵抗の%値として表わされます。レシオメトリック・モードを使用するときは、消費電力に注意する必要があります (詳細については「消費電力」の項を参照して下さい)。

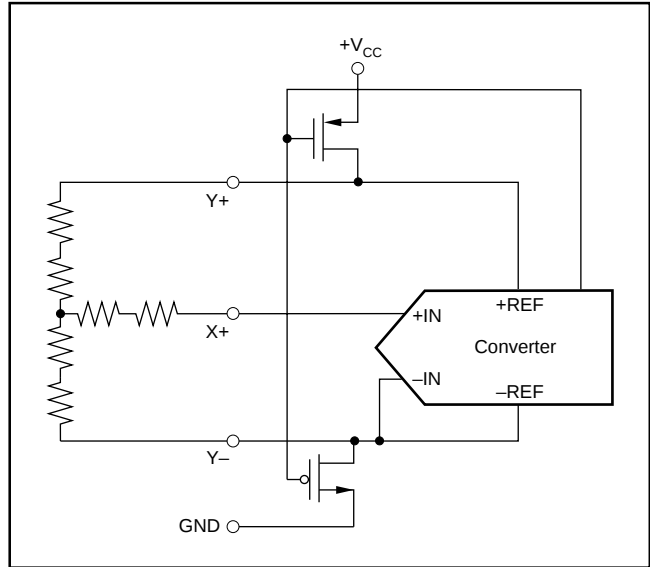


図5. 差動リファレンスの簡略回路図 (SER/DFR' ロー、Yスイッチはオン、X+はアナログ入力)

最後に、差動リファレンス・モードでは、+REFの電圧に $+V_{CC}$ を使用する必要があります、 $+V_{REF}$ を使用できないことに注意して下さい。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。高精度リファレンスから直接コンバータに電源を供給できる場合もあります。ほとんどのリファレンスはADS7846に十分な電源を供給できますが、外部負荷 (抵抗性タッチスクリーンなど) に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

一部のアプリケーションでは、LCDパネルやバックライト回路などからタッチスクリーンに入る雑音を除去するため、タッチスクリーンに外部コンデンサを接続する必要があります。このようなコンデンサは、雑音を低減するローパスフィルタとして機能しますが、パネルに触れたときのセトリングタイムを考慮する必要があります。通常、セトリングタイムは、ゲイン誤差として現れます。この影響は、各種の方法により低減または除去することができます。問題は、入力またはリファレンスが最終的な定常状態の値までセトリングしないうちにA/Dが入力をサンプリングしてデジタルデータを出力することです。また、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。対策として次のような方法があります。第1の方法は、必要なタッチスクリーンのセトリングタイムの間、ADS7846のDCLKを停止または低速にすることです。これにより、アキュイジション中 (ADS7846の3クロック・サイクル、図9参照) の入力とリファレンスの値が安定します。この方法は、シングルエンド・モードにも差動モードにも有効です。

第2の方法は、ADS7846をタッチスクリーン専用差動モードで動作させ、ADS7846をオンに保持して (タッチスクリーン・ドライバがオン) パワーダウンしないように設定することです (PD0 = PD1 = 1)。必要なセトリングタイムとADS7846のデータ・レートに応じて、数回の変換が必要です。必要な回数の変換が実行されたら、プロセッサからコマンドを送り、最後の測定でADS7846を

パワーダウン状態にします。このプロセスは、X位置、Y位置、およびZ位置に必要です。第3の方法は、A/D変換がオーバーラップされる15クロックの変換モードで動作させ、プロセッサから中止のコマンドを送るまでタッチスクリーン・ドライバをオンに保持することです。

温度測定

バッテリーの充電のようなアプリケーションでは、周囲温度の測定が必要です。ADS7846で使用する温度測定法は、一定の電流レベルにおける半導体接合部の動作特性によるものです。ダイオードの順方向電圧(V_{BE})の温度特性は、明確に定義されています。25 の V_{BE} 電圧を調べておき、温度変化による電圧の差を監視することにより、アプリケーションの周囲温度を予測できます。ADS7846には2つの動作モードがあります。

第1のモードは、既知の温度でキャリブレーションを実行する必要がありますが、1回の読み取りで周囲温度を予測できます。この測定サイクルでは、 $\overline{PENIRQ}$ のダイオードを使用し(オンにする)、ダイオード両端の電圧をMUXを通じてA/D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、 $A2 = 0$ 、 $A1 = 0$ 、 $A0 = 0$ に設定します(詳細については、表 および図6を参照)。この電圧の+25 における標準値は600mVで、20 μ Aの電流が流れます。このダイオードの電圧は、絶対値が数ミリボルト変動することがありますが、TCは-2.1mV/ で一定です。最終製品の最後のテストでは、ユーザーがキャリブレーションの目的に使用できるように、ダイオードの電圧を既知の室温でメモリに保存しています。この結果、0.3 /LSBの同等の温度測定の分解能が得られます。

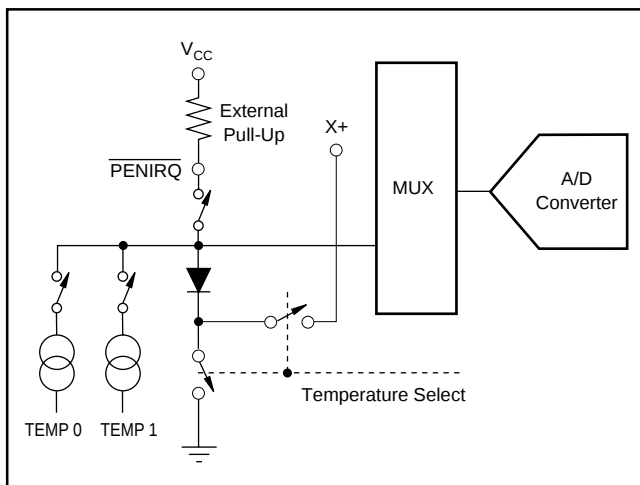


図6. 温度測定モードの機能ブロック図

第2のモードは、テスト温度のキャリブレーションが必要ありませんが、2回測定する方法です。絶対温度のキャリブレーションを実行する必要がなく、2 /LSBの精度が得られます。このモードでは、アドレスを $A2 = 1$ 、 $A1 = 1$ 、 $A0 = 1$ に設定し、82倍の電流を使用して2回目の変換を実行する必要があります。バイアス電流の64倍を使用した1回目と2回目の変換の電圧差は、 $kT/q \cdot \ln(N)$ で表されます。ここで、 N は電流の比($= 82$)、 k はボルツマン定数($= 1.38054 \cdot 10^{-23}$ 電子ボルト/°K)、 q は電子の電

荷($= 1.602189 \cdot 10^{-19}$)、 T は温度(°K単位)です。この方法では、絶対温度の測定が改善されますが、分解能が2 /LSBと低くなります。°Kで解いた式は、次のようになります。

$$^{\circ}\text{K} = q \cdot \Delta V / (k \cdot \ln(N)) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{ここで、} \quad \Delta V &= V(I_{82}) - V(I_1) (\text{mV単位}) \\ ^{\circ}\text{K} &= 2.68 \Delta V \text{ } ^{\circ}\text{K/mV} \\ &= 2.68 \cdot \Delta V (\text{mV}) - 273 \text{ } ^{\circ}\text{K} \end{aligned}$$

注：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(アキュジション・モード)だけオンになります。このため、電力が大幅に増加することはありません(特に温度測定の間隔が長い場合)。

バッテリー測定

ADS7846には、電圧レギュレータ(DC/DCコンバータ)の反対側のバッテリー電圧を監視する機能が追加されています(図7参照)。ADS7846の電圧が2.7V、3.3Vなどに維持されている間、バッテリー電圧は0.5Vから6Vまで変化します。入力電圧(V_{BAT})を4で割った値、すなわち6.0Vのバッテリー電圧が1.5VとしてADCに示されます。これにより、マルチプレクサと制御ロジックが単純になります。

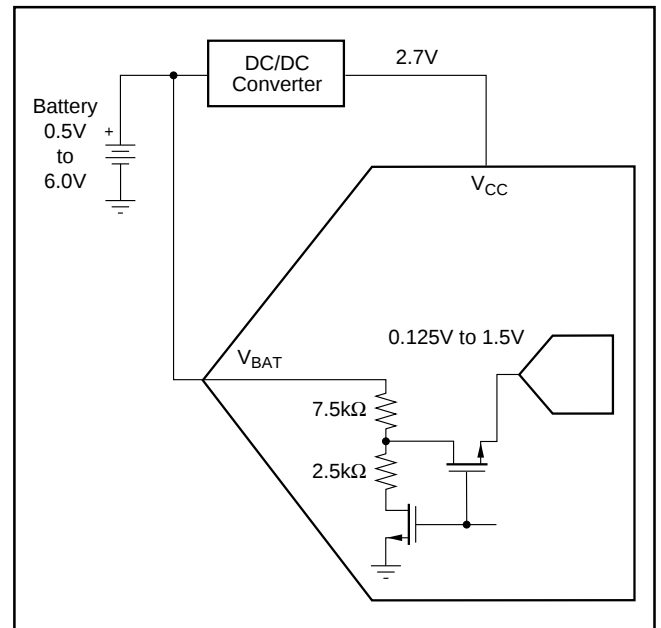


図7. バッテリー測定の機能ブロック図

消費電力を最小限に抑えるため、 $A2 = 0$ 、 $A1 = 1$ 、 $A0 = 0$ でDINをサンプリングしているときだけデバイダがオンになります。ADS7846の制御ビットと構成の関係については、表 および表を参照して下さい。

圧力測定

接触圧の測定もADS7846で実行することができます。ペンまたは指の接触を決定するには、“接触”の圧力を決定することが必要です。一般に、このテストには高い精度が要求されないため、8ビット分解能のモードを推奨します(ただし、計算は12ビット分

解能のモードにより示します)。この測定を実行するには、各種の方法があります。ADS7846では、2つの方法をサポートします。第1の方法では、Xプレートの抵抗、X位置の測定値、タッチスクリーンのパネル対角の2つの測定値(Z_2 と Z_1)が必要です(図8参照)。式2により接触の抵抗を計算します。

$$R_{\text{TOUCH}} = R_X - \text{plate} \cdot \frac{X - \text{Position}}{4096} \left(\frac{Z_2}{Z_1} - 1 \right) \quad (2)$$

第2の方法では、XプレートとYプレートの抵抗、X位置とY位置の測定値、 Z_1 が必要です。式3により接触の抵抗を計算します。

$$R_{\text{TOUCH}} = \frac{R_X - \text{plate} \cdot X - \text{Position}}{4096} \left(\frac{4096}{Z_1} - 1 \right) - R_Y - \text{plate} \cdot \frac{Y - \text{Position}}{4096} \quad (3)$$

デジタル・インターフェース

図9に、ADS7846のデジタル・インターフェースの標準的な動作を示します。この図では、デジタル信号のソースが基本的なシリアル・インターフェースを備えたマイクロコントローラまたはデジタル信号プロセッサであると仮定しています。プロセッサとコンバータ間の1回の通信(SPI/SSIまたはマイクロワイヤ同期シリアル・インターフェースなど)は、8クロック・サイクルで実行されます。完全な1回の変換は、3回のシリアル通信(DCLK入力の場合計24のクロック・サイクル)で完了します。

最初の8クロック・サイクルで、DINピンから制御バイトを読み込みます。次の変換について入力マルチプレクサ、スイッチおよびリファレンス入力を適切に設定する十分な情報が得られると、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、必要に応じて内部スイッチをオンにします。3クロック・サイクル後に制御バイトが完了し、コンバータは変換モードに入ります。このとき、入力サンプル/ホールドはホールド・モードに移行し、内部スイッチがオフになります(シングルエンド・モード、バッテリー監視モードまたは温度測定モードの場合)。次の12クロック・サイク

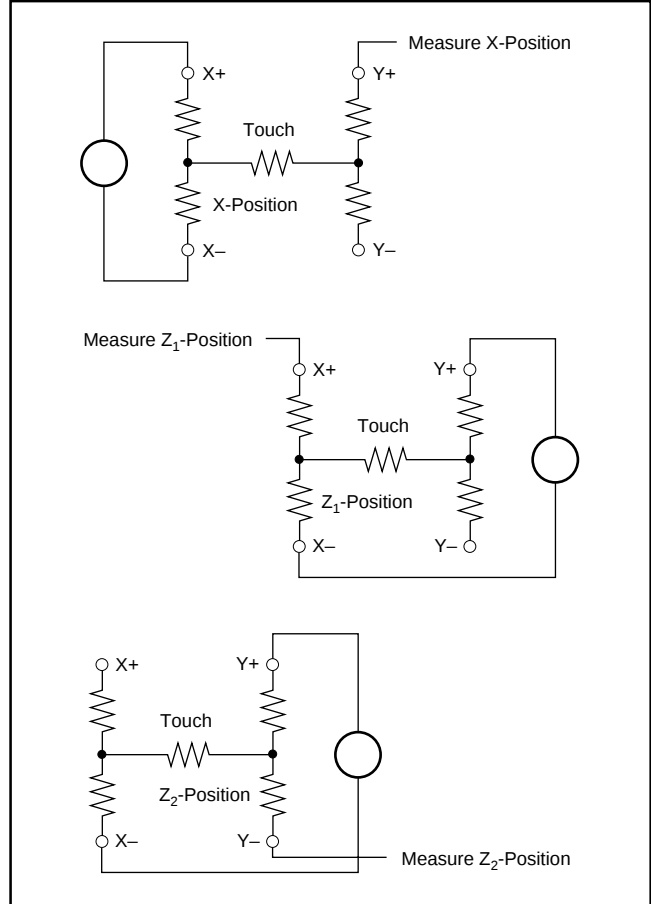


図8. 圧力測定のプロック図

ルで実際のA/D変換が実行されます。レシオメトリックな変換(SER/DFRビットがロー)の場合は、変換中も内部スイッチがオンになります。13番目のクロック・サイクルは、変換結果の最後のビットのために必要です。以後の3クロック・サイクル(DOUTはロー)は、最後のバイトが完了するために必要ですが、コンバータには無視されます。

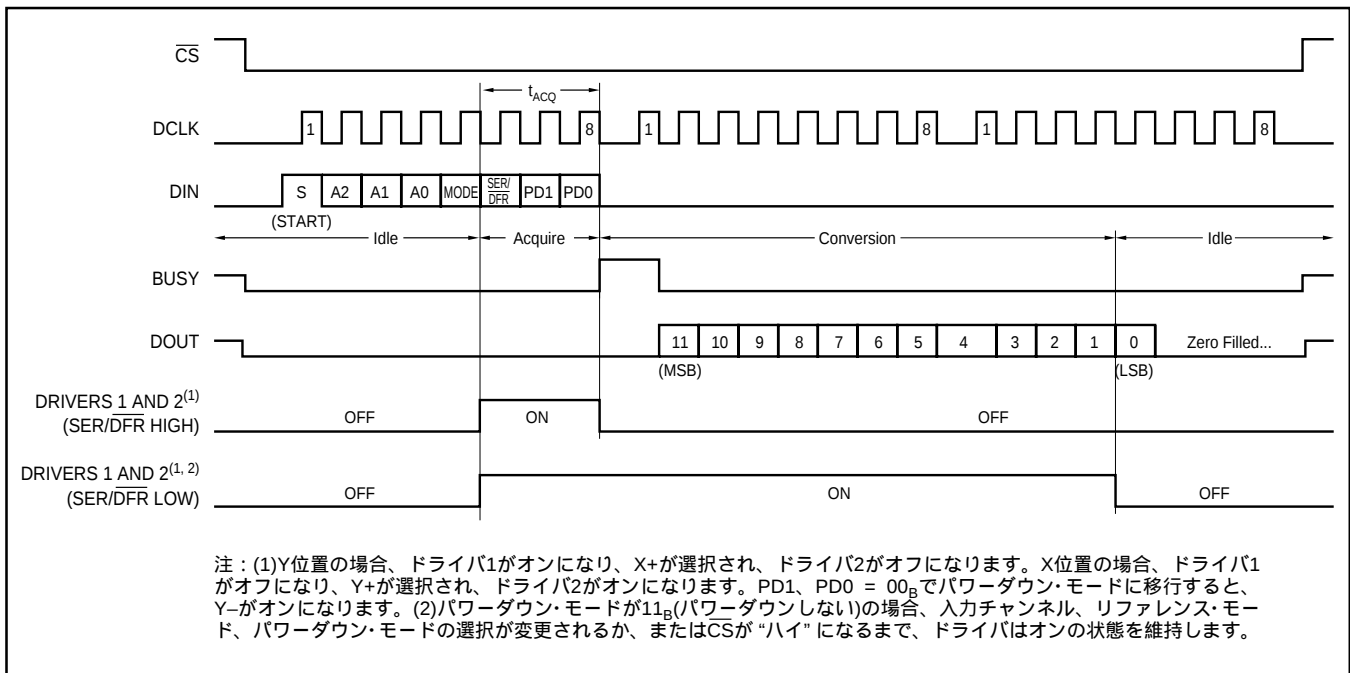


図9. 変換のタイミング(24クロックの変換サイクル、8ビット・バス・インターフェース)。専用シリアル・ポートでDCLKの遅延は不要。

制御バイト

表 の制御バイト(DIN)は、ADS7846の変換の開始、アドレス指定、A/Dコンバータの分解能、構成、パワーダウンを制御します。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 、表 を参照して下さい。

スタート

最初のビットの“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”にすることが必要です。スタート・ビットが検出されるまで、ADS7846はDINピンの入力信号を無視します。

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 . 制御バイトの制御ビットの順序

ビット	名称	説明
7	S	スタート・ビット。制御バイトは、DINの最初の“ハイ”のビットから開始される。12ビット変換モードでは15クロック・サイクルごとに、8ビット変換モードでは11クロック・サイクルごとに新しい制御バイトを開始できる。
6-4	A2-A0	チャンネル選択ビット。SER/DFRビットとともに、マルチプレクサ入力、スイッチおよびリファレンス入力の設定を制御する(表 および表 を参照)。
3	MODE	12ビット/8ビット変換選択ビット。次の変換のビット数を12ビット(“ロー”)または8ビット(“ハイ”)に設定する。
2	SER/DFR	シングルエンド/差動リファレンス選択ビット。A2-A0ビットとともに、マルチプレクサ入力、スイッチおよびリファレンス入力の設定を制御する(表 および表 を参照)。
1-0	PD1-PD0	パワーダウン・モード選択ビット(表 を参照)。

表 . 制御バイトの制御ビットの説明

アドレス指定

次の3ビット(A2、A1、A0)は、アクティブな入力マルチプレクサの入力チャンネル、タッチスクリーン・ドライバ、リファレンス入力を選択します(表 、表 、図2を参照)。

モード

モード・ビットは、A/Dコンバータの分解能を設定します。このビットが“ロー”のとき、次の変換の分解能が12ビットになります。このビットが“ハイ”のとき、次の変換の分解能が8ビットになります。

SER/DFR

SER/DFRビットは、リファレンス・モードを制御し、シングルエンド(ハイ)または差動(ロー)モードに設定します。差動モードは、レシオメトリック変換モードとも呼ばれます。X位置、Y位置、および接触圧の測定には、最適な性能が得られる差動モードが推奨されます。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。これは、タッチスクリーンの電圧とほとんど同じです。この場合、タッチスクリーンにかかる電圧がA/Dコンバータのリファレンス電圧になるため、リファレンス電圧は不要で

す。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}ピンとGNDピンの電圧の差になります。詳細については、表 、表 、図2から図4までを参照して下さい。

シングルエンド・モードでX位置、Y位置、接触圧を測定する場合は、外部リファレンス電圧が必要です。ADS7846にも外部リファレンスから電源を供給します。シングルエンド・モードを使用するときは、A/Dの入力電圧が内部リファレンス電圧を超えないように注意する必要があります(特に、電源電圧が2.7Vより高い場合)。

注：差動モードは、X位置、Y位置、および接触圧の測定にのみ使用できます。他のすべての測定には、シングルエンド・モードを使用する必要があります。

PD0、PD1

表 に、パワーダウンと内部リファレンス電圧の構成を示します。内部リファレンス電圧は、A/Dコンバータと独立にオンまたはオフにできます。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セトリングタイムがあります。内部リファレンスをパワーダウンしていた場合は、このウェークアップの時間も確保して下さい。A/Dコンバータにはウェークアップ時間が必要なく、直ちに使用できます。また、内部リファレンスのパワーダウン・ステータスは、BUSYの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。このため、リファレンスをオフにするには、チャンネルの変換が完了した後にADS7846の書き込みを実行する必要があります。

PD1	PD0	PENIRQ	説明
0	0	イネーブル	変換から変換までの間パワーダウンする。コンバータは変換が終了するたびにパワーダウン・モードに入り、次の変換の最初で直ちにフルパワー・モードに戻る。完全な動作を保証するための遅延は必要なく、最初の変換から有効になる。パワーダウンの間、Yスイッチはオンになる。
0	1	イネーブル	リファレンスがオフ、ADCがオンになる。
1	0	イネーブル	リファレンスがオン、ADCがオフになる。
1	1	ディスエーブル	デバイスは常にパワーアップ状態になる。リファレンスとADCがオンになる。

表 . パワーダウンの選択

16クロックの変換サイクル

図10に示すように、変換ⁿ⁺¹の制御ビットを変換ⁿと重ねることにより、16クロック・サイクルごとに変換を実行することができます。この図は、プロセッサとコンバータ間のバイト転送と並行して他のシリアル周辺装置とのシリアル通信が可能なることも示しています。その場合、各変換が開始から1.6ms以内に完了することが条件になります。さもないと、入力のサンプル/ホールドでキャプチャされた信号がドループし、変換結果に影響します。変換中に他のシリアル通信を実行している間、ADS7846はフルパワー・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11および表 に、ADS7846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。

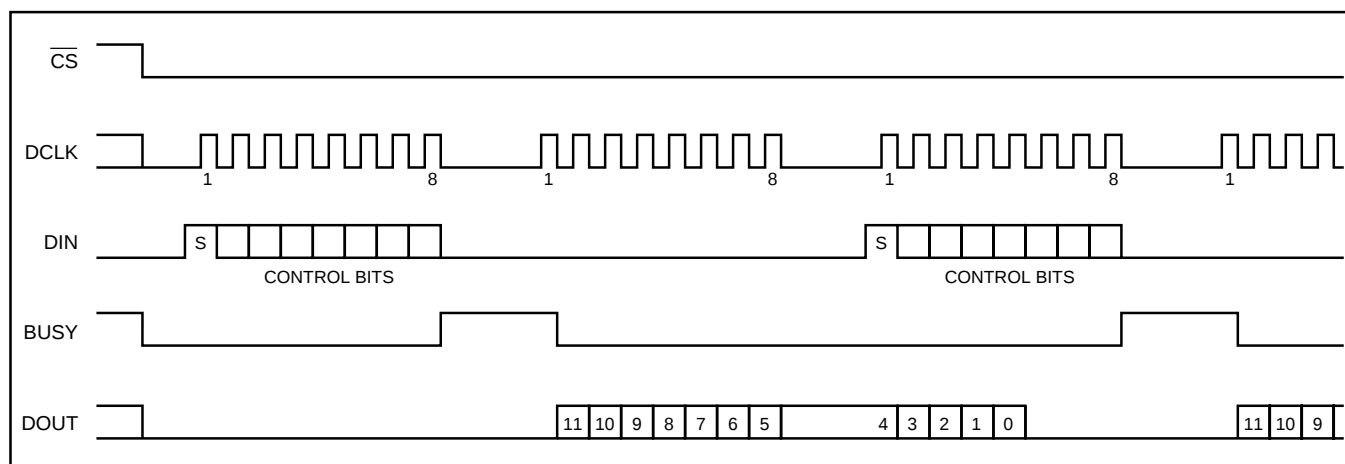


図10. 変換のタイミング (16クロックの変換サイクル、8ビット・バス・インターフェース)。専用シリアル・ポートでDCLKの遅延は不要。

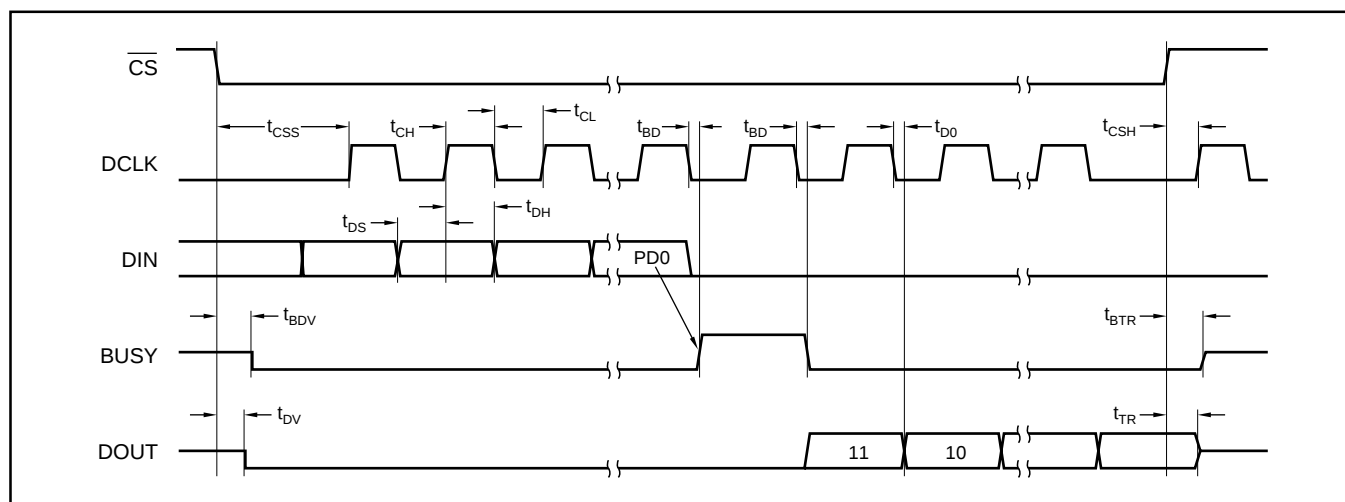


図11. 詳細なタイミング図

記号	説明	最小	標準	最大	単位
t_{ACQ}	アキュイジション時間	1.5			μs
t_{DS}	DCLKの立ち上がり前のDIN有効	100			ns
t_{DH}	DCLK“ハイ”後のDINホールド	10			ns
t_{DO}	DCLKの立ち下がりから DOUT有効まで			200	ns
t_{DV}	$\overline{CS}$ の立ち下がりから DOUTイネーブルまで			200	ns
t_{TR}	$\overline{CS}$ の立ち上がりから DOUTディスエーブルまで			200	ns
t_{CSS}	$\overline{CS}$ の立ち下がりから 最初のDCLKの立ち上がりまで	100			ns
t_{CSH}	$\overline{CS}$ の立ち上がりからDCLK無視まで	0			ns
t_{CH}	DCLK“ハイ”	200			ns
t_{CL}	DCLK“ロー”	200			ns
t_{BD}	DCLKの立ち下がりから BUSYの立ち上がりまで			200	ns
t_{BDV}	$\overline{CS}$ の立ち下がりから BUSYイネーブルまで			200	ns
t_{BTR}	$\overline{CS}$ の立ち上がりから BUSYディスエーブルまで			200	ns

表 . タイミング仕様 (+ $V_{CC} = +2.7V$ 以上、 $T_A = -40 \sim +85$ 、 $C_{LOAD} = 50pF$)

15クロックの変換サイクル

図12は、ADS7846にクロックを供給する最も高速な方法です。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信号プロセッサのシリアル・インターフェースには使用できませんが、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IC(ASIC)での使用が考えられます。この方法では、コンバータの最大変換レートが16クロック・サイクル単位の変換を想定している仕様の表の値より大きくなることに注意して下さい。

データ・フォーマット

ADS7846の出力データは、図13に示すようにストレート・バイナリ・フォーマットです。この図は、各入力電圧に対応する理想的な出力コードを表し、オフセット誤差、ゲイン誤差、雑音などの影響は含みません。

8ビットの変換

ADS7846には、8ビットの変換モードがあり、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・モードに切り替えると、変換が4クロック・サイクル速く完了します。このモードは、12ビットの転送を行うシリアル・インターフェースに使用できます。また、3回の8ビットの転

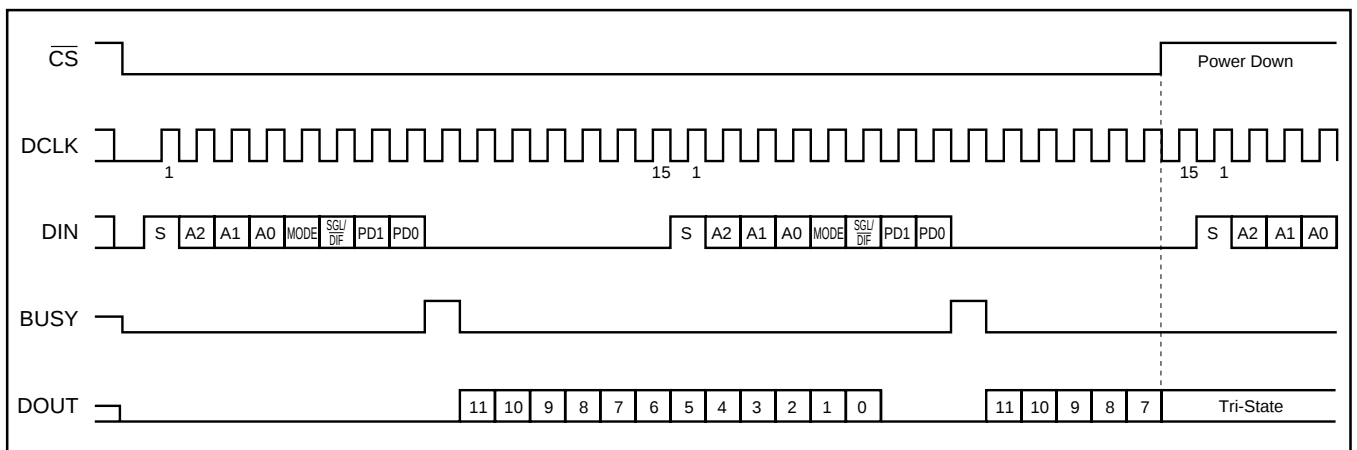


図12. 最大変換レート、15クロックの変換サイクル

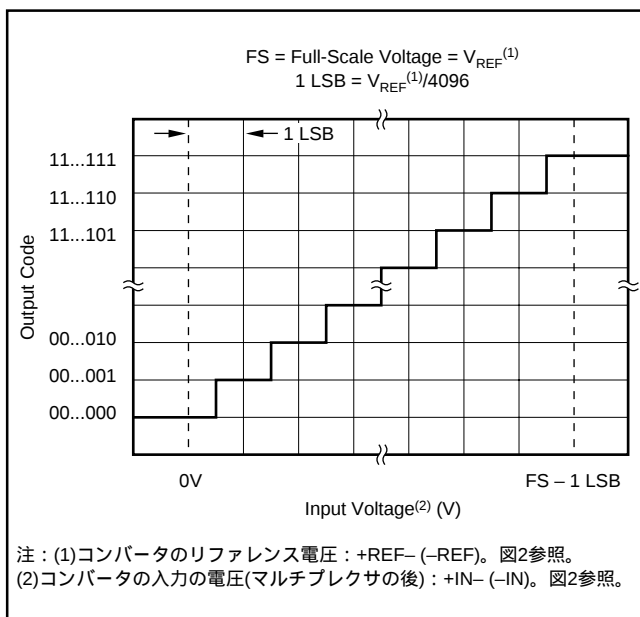


図13. 理想的な入力電圧と出力コード

送で2回の変換を完了することができます。このモードでは、各変換が4ビット短縮される(スループットの25%の増加)だけでなく、ADS7846の内部セトリングタイムが8ビット以上あればよいので、実際に高速なクロック速度で各変換を実行できます。クロック速度は50%まで高速にできます。クロック速度の増加とクロック・サイクルの減少により、変換レートは2倍になります。

消費電力

ADS7846には、フルパワー(PD1・PD0 = 11_B)とオートパワーダウン(PD1・PD0 = 00_B)の2つの主要な電力モードがあります。ADS7846は、最大速度および16クロックの変換サイクルのとき(図10参照)、大部分の時間をアキュイジションまたは変換に使用しています。オートパワーダウンをアクティブにしている場合でも、オートパワーダウン・モードになっている時間はほとんどありません。このため、フルパワー・モードとオートパワーダウン・モードの差は無視できるほどわずかなものになります。単にDCLK入力の周波数を低くして変換レートを小さくした場合、2つのモードは、ほぼ同じに保たれます。これに対して、変換中のDCLKの周波数を最大レートに保ちながら変換レートを小さくした場合は、2つのモードの差はきわめて大きくなります。

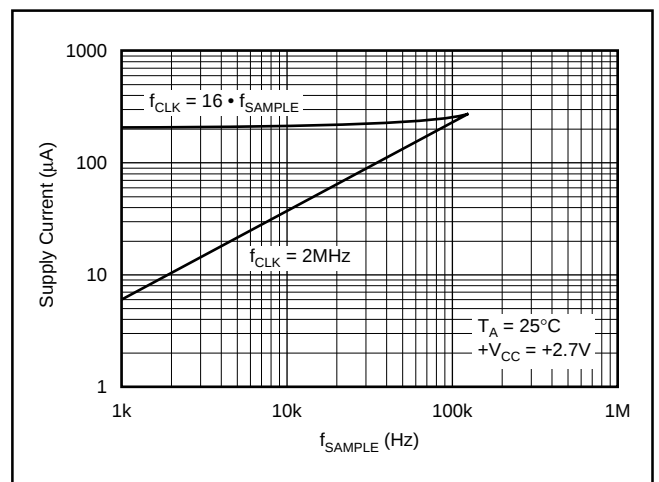


図14. DCLKの周波数をサンプリング・レートに合わせてスケールした場合と最大周波数に保持した場合の電源電流の比較

DCLK周波数を低くする(DCLKを変換レートに合わせて「スケール」する場合と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比較を図14に示します。後者の場合、コンバータがパワーダウン・モード(オートパワーダウン・モードがアクティブと仮定)になる時間の割合が増加します。消費電力については、コンバータのリファレンス・モードにも注意する必要があります。シングルエンドのリファレンス・モードでは、アナログ入力電圧のアキュイジションを実行しているときだけコンバータの内部スイッチがオンになり、抵抗性タッチスクリーンなどの外部デバイスに電源が供給されます(図9および表を参照)。差動リファレンス・モードでは、アキュイジションおよび変換中に外部デバイスに電源を供給する必要があり(図9参照)、変換レートが高いとき消費電力が大幅に増加します。

ADS7846は、 $\overline{CS}$ でもパワーダウン・モードになります。 $\overline{CS}$ が「ハイ」になると、ADS7846は直ちにパワーダウンし、現在の変換は完了されません。ただし、 $\overline{CS}$ が「ハイ」になると、内部リファレンスはオフになりません。リファレンスをオフにするには、 $\overline{CS}$ が「ハイ」になる前にPD1 = 0の書き込みを実行する必要があります。

レイアウト

次のレイアウトの推奨事項を実施することにより、ADS7846から最高の性能を引き出すことができます。しかし、多くの携帯型機器のアプリケーションには、消費電力、コスト、サイズ、重量などの相反する必要条件があります。一般に、携帯型デバイスは、ほとんどの内部コンポーネントが低消費電力であるため、かなり「クリーン」な電源とグラウンドを備えています。これはコンバータの電源のバイパスや接地に有利な条件ですが、やはり、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。

最適な性能を確保するためには、ADS7846の回路の物理的レイアウトに注意することが必要です。基本的なSARアーキテクチャは、電源、リファレンス、グラウンド、およびデジタル入力の子端子でアナログ・コンバータ出力をラッチする直前に発生するグリッチに敏感です。nビットのSARコンバータでは必ず1回の変換にn個の「窓」があり、変換結果が容易に大きな外部過渡電圧の影響を受けます。このようなグリッチは、スイッチング電源、付近のデジタル・ロジック、ハイパワー・デバイスなどから発生します。デジタル出力の誤差の程度は、リファレンス電圧、レイアウト、および正確な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、誤差が変動します。

このことを考慮して、ADS7846の電源は十分にバイパスしたクリーンなものを使用することが必要です。ADS7846のできるだけ近くに0.1μFのバイパス用セラミック・コンデンサを配置して下さい。また、+V_{CC}と電源間の接続のインピーダンスが高い場合は、1μFから10μFのコンデンサも必要なことがあります。

リファレンスは、内部オペアンプでバッファされているため、一般にバイパス・コンデンサは不要です。バイパス・コンデンサを使用し、オペアンプから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。

ADS7846のアーキテクチャは、本質的にリファレンス入力の雑音または電圧変動を除去しません。このことは、特にリファレンス入力が電源に接続されるときに問題になります。電源から雑音やリップルが入った場合は、直接デジタルデータに現われます。高周波雑音はフィルタで除去できますが、ライン周波数(50Hzまたは60Hz)による電圧変動の除去は難しいことがあります。

GNDピンは、クリーンなグラウンド・ポイントに接続して下さい。多くの場合、これには「アナログ」グラウンドを使用します。マイクロコントローラまたはデジタル信号プロセッサのグラウンド・ポイントと接近しすぎた位置に接続しないで下さい。必要な場合は、コンバータから電源のエントリ・ポイントまたはバッテリーの接続ポイントまで直接グラウンド・トレースを配置します。コンバータとそのアナログ回路に専用のアナログ・グラウンド・プレーンを設けたレイアウトが理想的です。

抵抗性タッチスクリーンを使用するケースでは、コンバータとタッチスクリーン間の接続に注意する必要があります。抵抗性タッチスクリーンの抵抗はかなり小さいため、相互の接続をできるだけ短く強固なものにして下さい。接続が長いと、内部スイッチのオン抵抗と同じ誤差の原因になります。また、接続が強固でないと、屈曲や振動により接触抵抗が変化して誤差の原因になります。

前にも述べたように、タッチスクリーンのアプリケーションでは、雑音が誤差の主因になることがあります(バックライトLCDパネルを使用する場合など)。EMI雑音がLCDパネルからタッチスクリーンに結合すると、変換データが不安定になります。この誤差は、各種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ウンドに結合されます。また、除去用コンデンサをY⁺、Y⁻、X⁺、X⁻とグラウンド間に接続することも有効です。タッチスクリーンのセトリングタイムにも注意する必要があります(特に、シングルエンド・モードで高速に動作させる場合)。

PENIRQ出力

ペン割り込み出力の機能を図15に示します。PENIRQ出力は、プルアップ抵抗(標準値100kΩ)を介してV_{CC}と接続することにより「ハイ」になります。PD0 = PD1 = 0のパワーダウン・モードでは、Y⁻ドライバがオンになってGNDに接続され、PENIRQ出力がX⁺入力に接続されます。パネルに触れると、X⁺入力タッチスクリーンを通じてグラウンド電位になり、パネルとGND間の電流経路によりPENIRQ出力が「ロー」になって、プロセッサの割り込みが開始されます。X位置とY位置を測定するサイクルでは、PENIRQ出力のダイオードが内部的にGNDに接続され、X⁺入力から切り離されます。このため、プルアップ抵抗からリーク電流がタッチスクリーンに流れることがなく、誤差が発生しません。

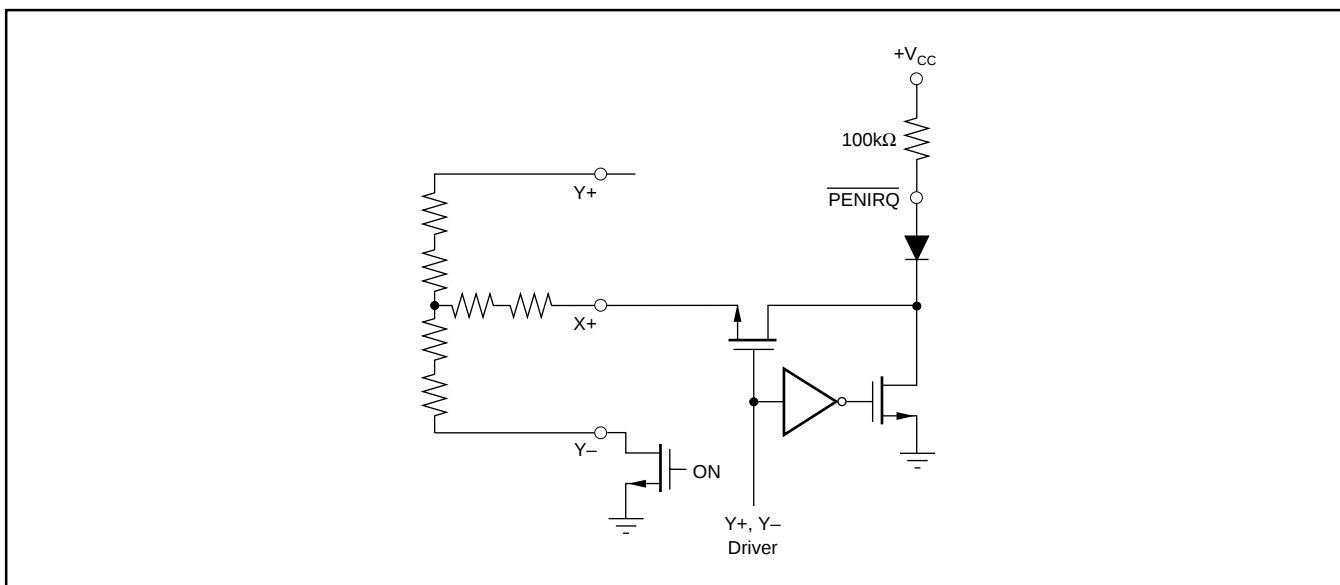


図15. PENIRQの機能ブロック図

