

AKM AK4181A

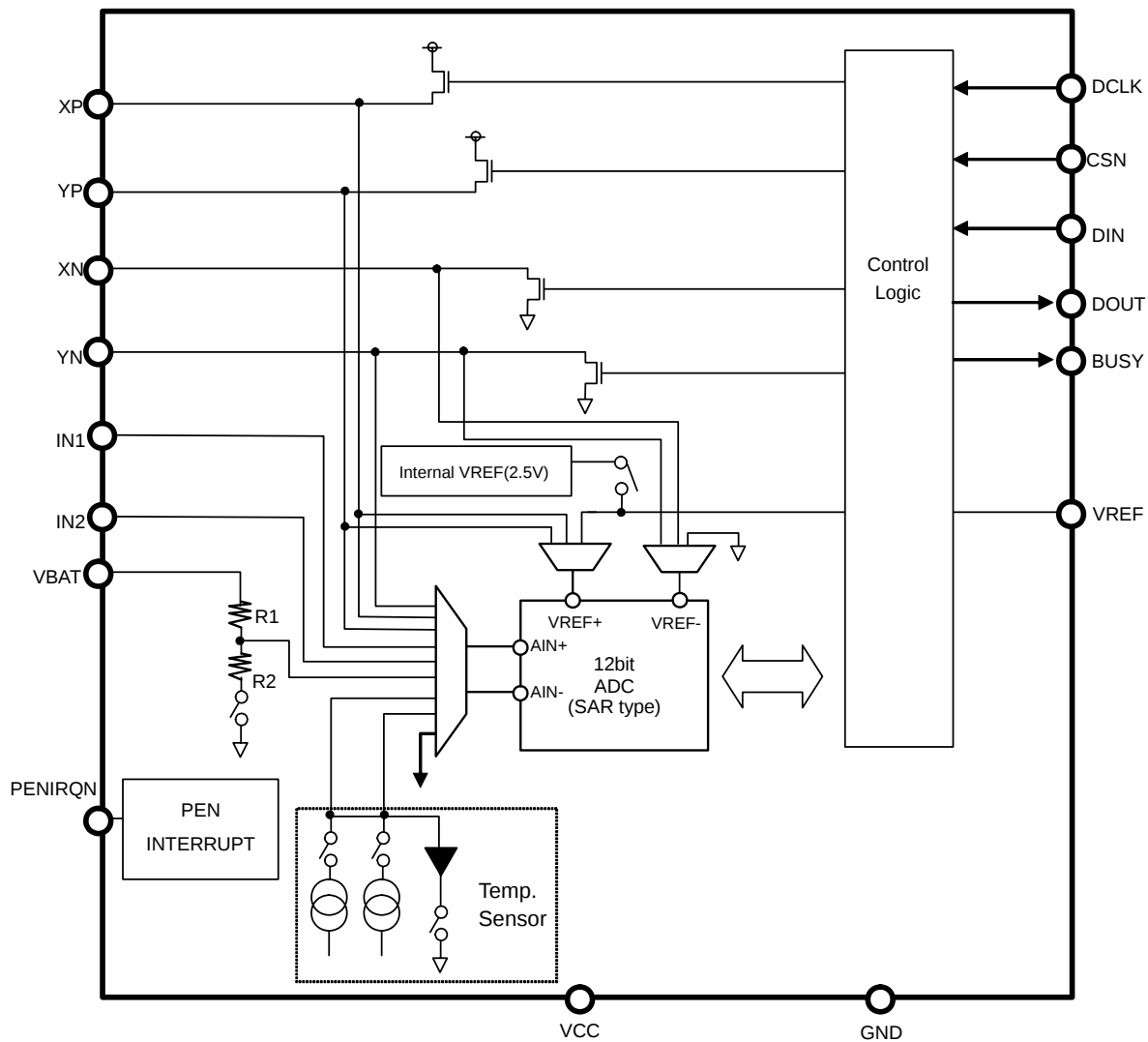
タッチスクリーンコントローラ

特長:

- サンプル周波数: 125kHz (max)
- 筆圧測定
- 温度センサ内蔵
- 2アナログ入力
- バッテリ電圧測定
- 4線式インタフェース
- 基準電圧内蔵 (2.5V)
- 逐次比較型12bit ADC内蔵 (S/H回路内蔵)
- 低消費電流 (250 μ A)
- 低電圧動作 (2.7V ~ 3.6V)
- Package 16pin TSSOP

概要:

AK4181Aは、逐次比較型12ビットA/Dコンバータを内蔵した4線式タッチスクリーンコントローラです。
AK4181Aは、2.7Vから動作し、且つサンプル周波数として125kHzまで動作可能です。
X軸/Y軸の位置検出に加え筆圧検出も可能です。基準電圧を内蔵しているため、バッテリー電圧を測定することも可能です。また、温度センサを内蔵しているため、温度測定も可能です。外部アナログ電圧測定用に2入力を持ちます。



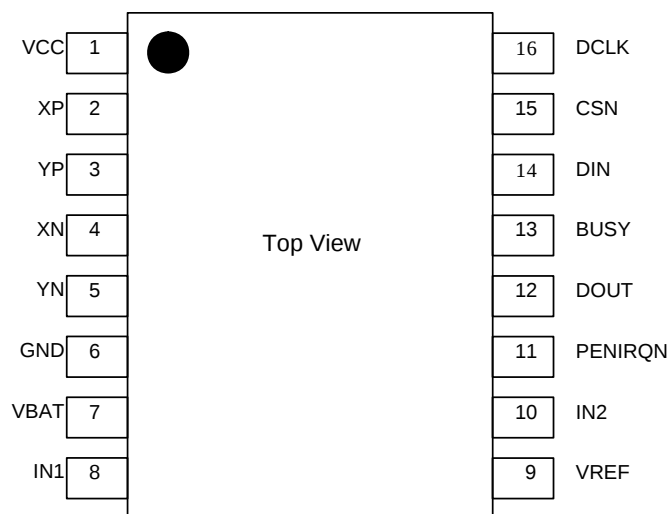
ブロック図

■オーダリングガイド

AK4181AVT

-20°C ~ +70°C

16pin TSSOP

■ピン配置

ピン / 機能

No.	Signal Name	I/O	Description
1	VCC	-	Power Supply
2	XP	I/O	Touch Screen X+ plate Voltage supply ■X 軸方向の位置測定時：タッチパネルの X+軸側に電圧供給します ■Y 軸方向の位置測定時：ADC への被測定電位入力端子として使用されます。 ■筆圧検出時：Z1 測定では、ADC への被測定電位入力端子として使用されます。 ■温度・バッテリー電圧・外部アナログ電圧測定時：OPEN です。 ■ペン割り込み検出時：内部抵抗 50k でプルアップしています。
3	YP	I/O	Touch Screen Y+ plate Voltage supply ■Y 軸方向の位置測定時：タッチパネルの Y+軸側に電圧供給します ■X 軸方向の位置測定時：ADC への被測定電位入力端子として使用されます。 ■筆圧検出時：タッチパネルの Y+軸側に電圧供給します ■温度・バッテリー電圧・外部アナログ電圧測定時：OPEN です。 ■ペン割り込み検出時：OPEN です。
4	XN	I/O	Touch Screen X- plate Voltage supply ■X 軸方向の位置測定時：タッチパネルの X-軸側に電圧供給します ■Y 軸方向の位置測定時：OPEN です。 ■筆圧検出時：タッチパネルの X-軸側に電圧供給します ■温度・バッテリー電圧・外部アナログ電圧測定時：OPEN です。 ■ペン割り込み検出時：OPEN です。
5	YN	I/O	Touch Screen Y- plate Voltage supply ■Y 軸方向の位置測定時：タッチパネルの Y-軸側に電圧供給します ■X 軸方向の位置測定時：OPEN です。 ■筆圧検出時：Z2 測定では、ADC への被測定電位入力端子として使用されます。 ■温度・バッテリー電圧・外部アナログ電圧測定時：OPEN です。 ■ペン割り込み検出時：GND です。
6	GND	-	Ground
7	VBAT	I	Analog Input for Battery Monitor
8	IN1	I	Auxiliary 1 Analog Input
9	VREF	I/O	Voltage Reference Input/Output 内部基準電圧を使用する場合は、2.5V を出力します。
10	IN2	I	Auxiliary 2 Analog Input
11	PENIRQN	O	Pen Interrupt Output 100K Ω の PullUp 抵抗を接続して下さい。 CSN = “H” でペン割り込み Enable 状態では、タッチパネルが押されている期間 “L” で、それ以外は “H” です。CSN = “H” でペン割り込み Disable 状態では、タッチパネルの接触 / 非接触に関係なく常に “H” です。CSN = “L” では、パワーダウンモード、入力チャネル等により状態が変化します。詳細は、■ パワーダウン制御 および ■ ペン割り込みの項を参照下さい。
12	DOUT	O	Serial A/D Data Output A/D データを DCLK の↓で MSB から順にシリアル出力します。 MSB は、BUSY の↓で出力します。 CSN = “L” では AD データを出力していない時は “L” を出力します。 CSN = “H” では Hi-Z 状態です。
13	BUSY	O	BUSY Output CSN↓で “L” になります。8DCLK↓と 9DCLK↓の間は “H” になります。 CSN = “H” では Hi-Z 状態です。
14	DIN	I	Serial Data Input CSN = “L” で制御用データ (8ビット) をシリアル入力します。 AK4181A は、DCLK の↑でデータをラッチします。データ入力時以外は “L” を入力して下さい。
15	CSN	I	Chip Select Input CSN = “L” で、レジスタへの書き込みが可能です。
16	DCLK	I	External Clock Input

絶対最大定格

GND = 0V (Note 1)

Parameter	Symbol	min	max	Units
Power Supplies	VCC	-0.3	6.0	V
Input Current (any pins except for supplies)	IIN	-	±10	mA
Input Voltage	VIN	-0.3	6.0(VCC+0.3)	V
Touch Panel Drive Current	IOUTDRV		50	mA
Ambient Temperature (power supplied)	Ta	-20	70	°C
Storage Temperature	Tstg	-65	150	°C

Note 1. 電圧は全てグランドピンに対する値です。

注意: この値を超えた条件で使用した場合、デバイスを破壊することがあります。
また、通常の動作は保証されません。

動作条件

GND = 0V (Note 1)

Parameter	Symbol	min	typ	max	Units
Power Supplies	VCC	2.7	3.3	3.6	V

Note 1. 電圧は全てグランドピンに対する値です。

注意: 本データシートに記載されている条件以外のご使用に関しては、当社では責任負いかねますので
十分ご注意ください。

アナログ特性

Ta = -20°C to 70°C, VCC = 2.7V, External Vref = 2.5V, fs = 125kHz, fDCLK = 16*fs, 12bit mode

Parameter	min.	typ.	max.	Units
ADC for Touch Screen				
Resolution		12		Bits
No Missing Codes	11	12		Bits
Integral Linearity Error			±2	LSB
DNL		±1		LSB
Analog Input Voltage Range	0		Vref	V
Offset Error			±6	LSB
Gain Error			±4	LSB
Touch Panel Driver				
XP, YP, RL = 300Ω		5		Ω
XN, YN, RL = 300Ω		5		Ω
XP Pull Up Register (when pen interrupt enable)		50		KΩ
PSRR (10KHz 100mVpp)		70		dB
Reference Output				
Internal Reference	2.44	2.50	2.56	V
Drift		30		ppm/°C
Load Capacitance	0.1			μF
Reference Input				
Input Voltage Range			VCC	V
Battery Monitor				
Input Voltage Range			5.0	V
Input Impedance (Battery Measure Mode)	5	10		KΩ
Accuracy (Note 2) (外部VREF使用時)			±2	%
Accuracy (Note 2) (内部VREF使用時)			±3	%
Temperature Measurement				
Temperature Range	-20		70	°C
Resolution (Note 3)		1.6		°C
Accuracy (Note 4)		±3		°C
Power Supply Current				
Normal Mode (Internal VREF OFF)		250	500	μA
Normal Mode (Internal VREF ON)		520	800	μA
Full Power Down (制御コマンドPD1=PD0= "0" 書き込み時)		0	3	μA

Note 2. 2.5VをVBATピンに印加した場合に実際に出力されるコードと、1.25Vが入力された場合の理想コードとの差です。

Note 3. 計算上の理論値です。

Note 4. 特定の温度下で、2つの電流源に対する内部ダイオードの電位差と、理想的な場合の電位差との差です。

DC特性

Ta=-20 to 70°C, VCC=2.7V to 3.6V

Parameter	Symbol	min.	typ.	max.	Units
"H" level input voltage	VIH	0.8×VCC	-		V
"L" level input voltage	VIL		-	0.2×VCC	V
Input Leakage Current	IILK	-10		10	μA
"H" level output voltage (@ Iout = -250uA)	VOH	VCC-0.4	-		V
"L" level output voltage (@ Iout = 250uA)	VOL	-	-	0.4	V
Tri-state Leakage Current All pins except for XP, YP, XN, YN pins XP, YP, XN, YN pins	IOLK	-10 -50		10 50	μA μA
PENIRQN "L" level output voltage (100KΩ Pull-Up)	VOLP			0.8	V

スイッチング特性

Ta=-20°C to 70°C, VCC=2.7V to 3.6V

Parameter	Symbol	min	typ	max	Units
Touch Panel (A/D Converter)					
Throughput Rate	fs			125	kHz
DCLK frequency	fDCLK	10		2100	kHz
DCLK duty	duty	40	50	60	%
Tracking Time (Rin=600Ω) (Note 5)	tTRK	1.428			μs
Conversion Time	tCONV			12	1/fDCLK
CSN "↓" to First DCLK "↑"	t1	100			ns
CSN "↓" to BUSY Tri-State Disabled	t2			200	ns
CSN "↓" to DOUT Tri-State Disabled	t3			200	ns
DCLK High Pulse Width	t4	190			ns
DCLK Low Pulse Width	t5	190			ns
DCLK "↓" to BUSY "↑"	t6			160	ns
Data Setup Time	t7	100			ns
Data Valid to DCLK Hold Time	t8	10			ns
Data Output Delay after DCLK "↓"	t9			160	ns
CSN "↑" to DCLK Ignored	t10	0			ns
CSN "↑" to BUSY High-Z state	t11			200	ns
CSN "↑" to DOUT High-Z state	t12			200	ns

Note 5. 実際のトラッキング時間は、3tDCLKになります(tDCLK = 1/fDCLK)。

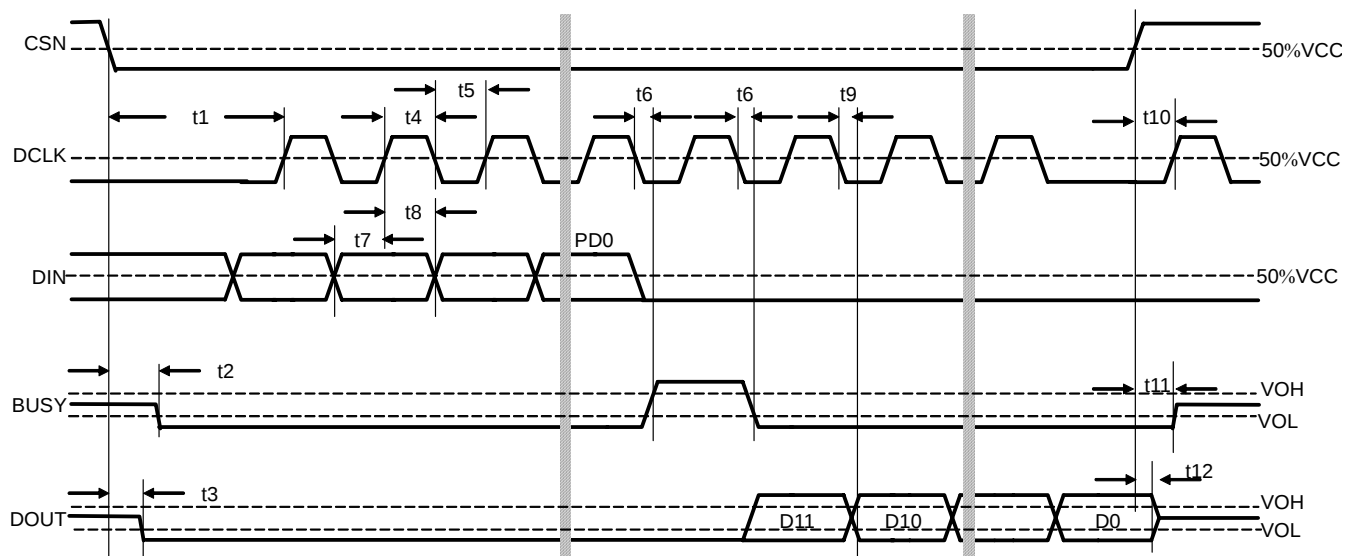


Figure 1 Timing Diagram

■ タッチスクリーンA/Dコンバータ

タッチパネルの軸に生じた電位差や筆圧、また、温度やバッテリー電圧測定用として、12 bit 逐次比較型 A/D コンバータを内蔵しています。この A/D コンバータは、電荷再分配方式を採用しており、内部のキャパシタアレイは、サンプル・ホールド回路としても機能します。

12 ビットA/Dコンバータの出力フォーマットは Table 1 のようにストレートバイナリです。

入力電圧	出力コード
$(\Delta VREF - 1.5LSB) \sim \Delta VREF$	FFFH
$(\Delta VREF - 2.5LSB) \sim (\Delta VREF - 1.5LSB)$	FFE H
-----	-----
0.5LSB $\sim$ 1.5LSB	001H
0 $\sim$ 0.5LSB	000H

$\Delta VREF : (VREF+) - (VREF-)$

Table 1 出力コード

A/D 変換のフルスケール $\Delta VREF$ は、入力モードにより異なります。タッチスクリーンコントローラは、8 ビットシリアルコマンドデータにより制御します。

■ アナログ入力

アナログ入力チャネルは、A2, A1, A0, $SER/\overline{DFR}$ により切り替えます。アナログ入力として、タッチパネル (XP, YP) が選択されかつ、コマンド中の $SER/\overline{DFR}$ ビットが“0”の場合 (ディファレンシャル方式)、A/D コンバータのフルスケール ($\Delta VREF$) は、測定対象軸に印加される電位差 (X 軸測定の場合、 $(XP) - (XN)$) になります。測定対象軸のネガティブ側と、もう一方の軸のポジティブ端子との電位差 (X 軸測定の場合、 $(YP) - (XN)$) が、A/D コンバータのアナログ入力 (ΔAIN) になります。 $SER/\overline{DFR}$ ビットが“1”に設定された場合 (シングルエンド方式)、A/D コンバータのフルスケール ($\Delta VREF$) は、内蔵基準電圧あるいは外部基準電圧と、GND との電位差がフルスケールになります。A/D コンバータのアナログ入力 (ΔAIN) は、選択されたチャネルと GND との電位差になります。IN2 ピンを使用する場合、シングルエンド測定ですが、 $SER/\overline{DFR} = “0”$ に設定して下さい。VBAT, IN1 同様、内蔵 VREF 電圧あるいは外部 VREF 電圧と GND との電位差が IN2 のフルスケールになります。

CSN = “L”で START ビットの検出後、5DCLK ↓ から 8CLK ↓ までの区間は、トラッキング時間になります。

内部キャパシタに電荷をチャージするための時間 (トラッキング時間) は、タッチスクリーンのソースインピーダンス (R_{in}) に依存しますが、 R_{in} が 600 Ω の場合、少なくとも、1.428 μs (2.1MHz で 3tDCLK) が必要です。また ADC の最大スループットは、125kHz です。

アナログ入力およびバッテリーのソースインピーダンスが高い場合は、上記トラッキング時間を長く取ってください。

■ タッチスクリーンの位置検出

タッチスクリーンの位置検出は、スクリーンの一方の軸 (例えば、XP, XN 間) に電圧を印可し、他方の軸 (例えば、YP) で検出される電位を測定することで得られます。位置検出は、X 軸・Y 軸の座標を計算する必要があるため、最低 2 回の A/D 変換が必要です。

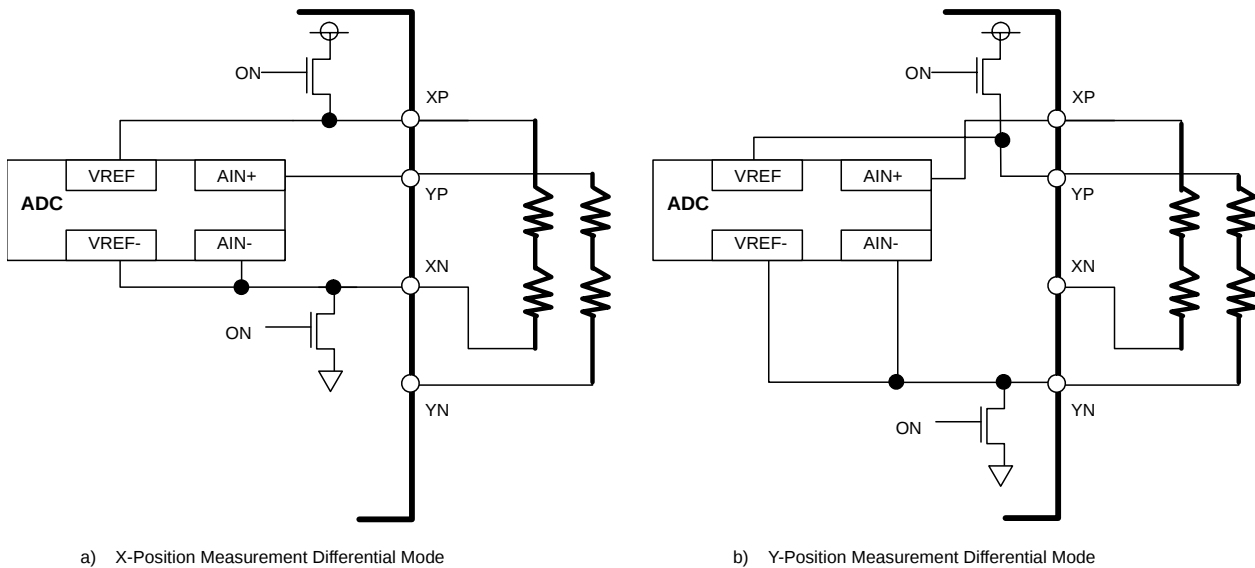


Figure 2 位置測定回路

一般にタッチスクリーンの位置検出は、ディファレンシャルモードの方が、高精度に測定することが可能です。測定電圧は電源電圧に比例しますが、シングルエンド方式では、フルスケールは、電源電圧の変動に関係なく内蔵あるいは外部基準電圧源の電圧に固定されます。従って、スクリーン上の同じ位置をタッチしても、別の位置として測定される可能性があります。また、入力電圧がフルスケールを超えてしまう可能性があります。ディファレンシャルモードでは、そのようなことは起きません。

ただし、ディファレンシャルモードでは、A/D変換中も、ドライバスイッチはONであり、タッチスクリーンに電流を流し続ける必要があります。これに対して、シングルエンド方式では、トラッキング時(3DCLK)のみドライバスイッチはONで、この期間のみタッチスクリーンに電流が流れ、A/D変換中はスイッチをOFFにすることが可能です(PD0ビットを“0”に設定した場合)。この点では、シングルエンド方式が有利です。

■ タッチスクリーンの筆圧検出

タッチスクリーンの筆圧検出は、YPにVREF+、XNにVREF-の電圧を印加した状態で、XP、YNの電圧を測定し、2枚のシートの接触抵抗を算出することで得られます。

これには2つの方法があります。

一つ目の方法は、X軸のシート抵抗(Rxplate)のみが既知の場合です。この場合、下式のように、接触抵抗が既知のシートの座標と、Z1位置、Z2位置を求めることで、接触抵抗を算出できます。

$$R_{\text{touch}} = (R_{\text{xplate}}) * (X_{\text{position}}/4096) * [(Z2/Z1) - 1]$$

二つ目の方法は、X軸、Y軸の両方のシート抵抗(Rxplate, Ryplate)が、既知の場合です。この場合、下式のように、接触したX位置、Y位置、Z1位置から接触抵抗を計算できます。

$$R_{\text{touch}} = (R_{\text{xplate}} * X_{\text{position}}/4096) * [(4096/Z1) - 1] - R_{\text{yplate}} * [1 - (Y_{\text{position}}/4096)]$$

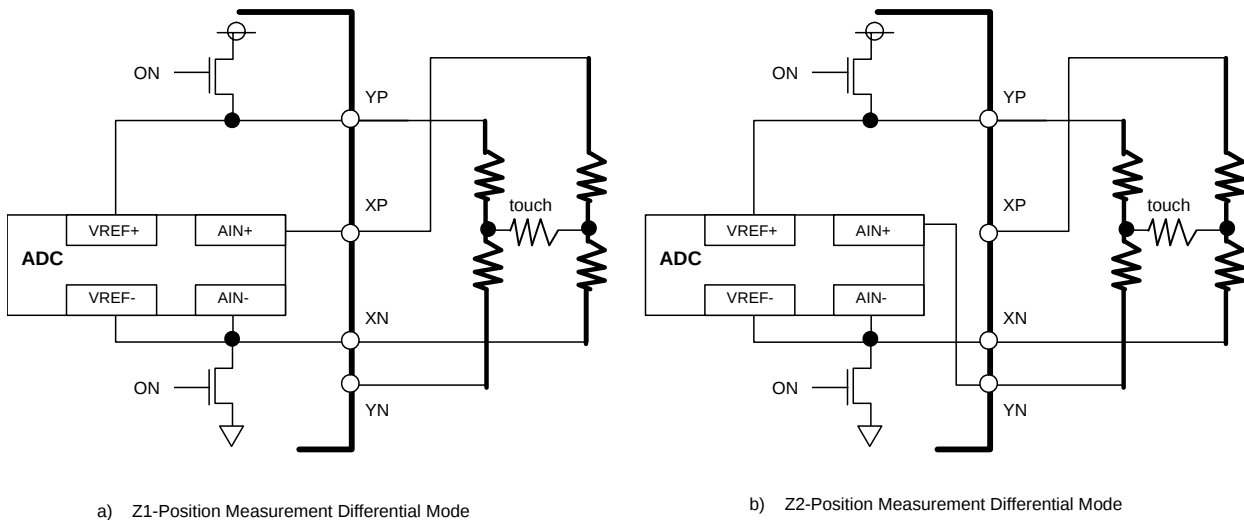


Figure 3 筆圧測定回路

■ 基準電圧源 (VREF)

AK4181Aは、2.5V出力の基準電圧源を内蔵しています。この内蔵VREFは、制御コマンドのPD1ビットを“1”に設定すると、パワーアップし、“0”に設定するとパワーダウンします。この内部基準電圧源を用いて、タッチスクリーンのシングルエンド測定を行う場合や、バッテリー電圧および温度測定時は、予めPD1ビットを“1”に設定する必要があります。VREF回路の安定性を確保するため、VREFピンに0.1 μ F以上のコンデンサを接続して下さい。VREFの立ち上がり時間は、外付けコンデンサの値に依存しますが、0.1 μ Fを接続した場合、セトリング時間として400 μ s程度取ってください。

外部から基準電圧を入力する場合は、PD1ビットを“0”にして下さい。

■ バッテリー電圧の測定

AK4181Aは、電源電圧が2.7~3.6Vの状態、リチウムイオンバッテリー等5Vまでの電圧を直接VBATピンに入力し測定することが可能です。Figure 4のようにVBAT入力電圧は内部でR1、R2 (7.5k、2.5k)の抵抗により分圧されます。トラッキング時間は、バッテリーのソースインピーダンスに依存しますが、少なくとも5 μ s程度取ってください。ソースインピーダンスが大きい場合は、さらにトラッキング時間が必要です。

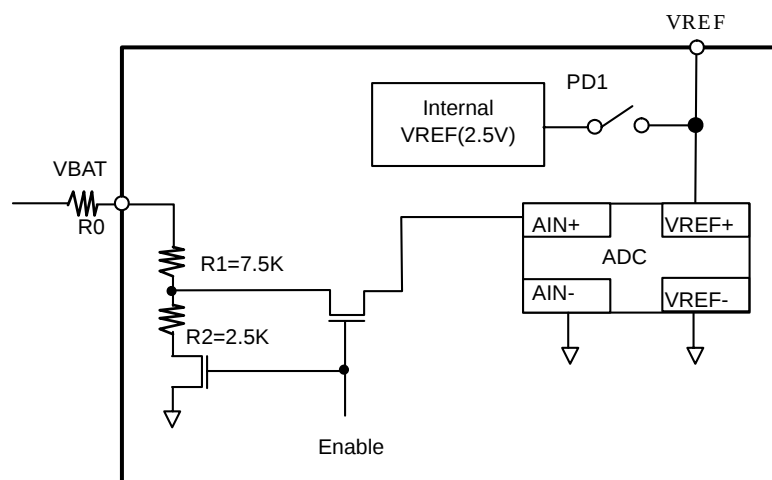


Figure 4 バッテリー電圧測定回路

■ 温度測定

ダイオードの特性は、以下の式で近似出来ます。

$$i_D = I_0 \exp(v_D / V_T) \quad (\text{ただし } V_T = kT/q) \quad <1>$$

I_0 : 暗電流

q : 1.602189×10^{-19} (電子の電荷)

k : 1.38054×10^{-23} (ボルツマン定数)

v_D : ダイオード接合電圧

T : 絶対温度

ダイオード接合電圧は温度に比例するため、この電圧を測定することで温度を知ることが可能です。

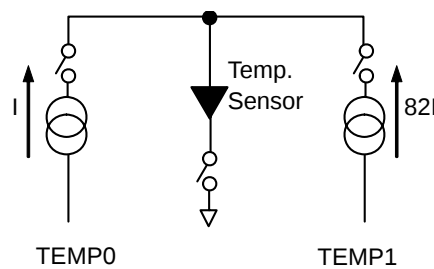


Figure 5 温度測定回路

AK4181Aは、Figure 5 のように異なる 2 種類の電流を出力する定電流回路とダイオードを内蔵しており、2 種類の方法（1 回変換方式、2 回変換方式）で温度測定を行うことが可能です。

2 回変換方式では、2 種類の異なる電流に対するダイオード接合電圧を測定することで、予め、特定温度に対するリファレンス電圧を知ることなく、直接絶対温度を知ることが可能です。

<1>式より

$$(i_{D2} / i_{D1}) = \exp \{ (V(82I) - V(I)) / V_T \} \quad \text{ただし } N = (i_{D2} / i_{D1}) = 82 \text{ (電流比)}$$

$$T^{\circ}\text{C} = \Delta V_{be} * q / (k * \ln N) - 273$$

$$\Delta V_{be} = V(82I) - V(I)$$

$$T^{\circ}\text{C} = 2.63 \times 103 \times \Delta V_{be} - 273$$

ある温度でダイオード接合電圧が分かっている場合は、<2>式より 1 回の測定でも現在の温度を知ることが可能ですが、高精度に温度測定可能な 2 回変換方式を推奨します。

$$T = (k/q) * v_D / \ln(i_D / I_0) \quad <2>$$

■ タッチスクリーンコントローラ制御コマンド

タッチスクリーン電圧を印加する軸の選択や、入力チャネルの切り替え等の制御は、8ビットで、CSN = “L”後、DCLKの立下りに同期して出力して下さい。AK4181Aは、DCLKの立ち上がりでラッチします。

Table 2 にAK4181Aの制御コマンドを示します。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
S	A2	A1	A0	MODE	SER/ $\overline{\text{DFR}}$	PD1	PD0

BIT	Name	機能
7	S	スタートビット。コマンドの先頭ビットで必ず“H”
6-4	A2-A0	チャネル選択ビット。ADC アナログ入力および基準電圧を選択。詳細は下表を参照。
3	MODE	A/D データ出力時 12 ビット/8 ビット切り替えビット。“L”：12 ビット出力 “H”：8 ビット出力。
2	SER/ $\overline{\text{DFR}}$	シングルエンド / ディファレンシャル選択ビット ADC 基準電圧として、シングルエンドかディファレンシャルかを選択するビット
3	PD1-PD0	パワーダウンモード選択ビット（詳細は、『■パワーダウン制御』参照）

制御コマンド				ドライバスイッチの状態				ADC入力(ΔAIN)		基準電圧 (ΔVREF)		
A2	A1	A0	SER/ $\overline{\text{DFR}}$	XP	XN	YP	YN	AIN+	AIN-	VREF+	VREF-	Note
0	0	0	1	OFF	OFF	OFF	OFF	TEMP0	GND	VREF	GND	TEMP0温度測定
0	0	1	1	OFF	OFF	ON	ON	XP	GND	VREF	GND	Y軸測定
0	1	0	1	OFF	OFF	OFF	OFF	VBAT	GND	VREF	GND	バッテリー電圧測定
0	1	1	1	OFF	ON	ON	OFF	XP(Z1)	GND	VREF	GND	筆圧(Z1)測定
1	0	0	1	OFF	ON	ON	OFF	YN(Z2)	GND	VREF	GND	筆圧(Z2)測定
1	0	1	1	ON	ON	OFF	OFF	YP	GND	VREF	GND	X軸測定
1	1	0	1	OFF	OFF	OFF	OFF	IN1	GND	VREF	GND	IN1 測定
1	1	1	1	OFF	OFF	OFF	OFF	TEMP1	GND	VREF	GND	TEMP1 温度測定
0	0	0	0									NA
0	0	1	0	OFF	OFF	ON	ON	XP	YN	YP	YN	Y 軸測定
0	1	0	0									NA
0	1	1	0	OFF	ON	ON	OFF	XP(Z1)	XN	YP	XN	筆圧(Z1)測定
1	0	0	0	OFF	ON	ON	OFF	YN(Z2)	XN	YP	XN	筆圧(Z2)測定
1	0	1	0	ON	ON	OFF	OFF	YP	XN	XP	XN	X 軸測定
1	1	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF	IN2	GND	VREF	GND	IN2 測定 (Note 6)
1	1	1	0									NA

Note 6. IN2 の測定時のコマンドは SER/ $\overline{\text{DFR}}$ = “0” ですが、シングルエンドになります。

Table 2 制御コマンド

■ パワーダウン制御

PD1, PD0 の 2 ビットで、パワーダウン制御を行います。

PD1 ビットにより、内蔵基準電圧源のパワーダウン制御を行います。また、PD0 ビットは、A/D コンバータおよびタッチスクリーンドライバスイッチのパワーダウン制御を行います。

内蔵基準電圧源のパワーダウン制御の切り替えは、CSN = “L” の状態で、7DCLK↑で反映されます。

A/D コンバータのパワーダウン制御の切り替えは、CSN = “L” の状態で、8DCLK↑で反映されます。

PD0 = “1” に設定すると、次の CSN = “L” 後、5DCLK↑まで前回のドライバスイッチ状態を保持します（CSN = “H” では、YN を除き XP, YP, XN の各ドライバスイッチは OFF になります。）

PD1	PD0	PENIRQN	機能
0	0	Enabled	オートパワーダウンモード。 内蔵 A/D コンバータは、変換開始時に自動的にパワーアップし、変換が終了すると自動的にパワーダウンします。また、CSN = “H” でも、パワーダウン状態です。パワーダウン状態では、タッチスクリーンドライバスイッチは OPEN になります。（ただし、YN ピンは GND）。このモードでは、トラッキング中および A/D 変換中以外は、ペン割り込み機能が有効です（詳細は『■ ペン割り込み』参照）。内蔵基準電圧源は、A/D 変換中も含め常にパワーダウン状態です。
0	1	Enabled	ADC ON モード CSN = “L” では ADC は常に ON 状態です。内蔵基準電圧源は常にパワーダウン状態です。入力チャネルとして X 軸あるいは Y 軸が選択されている場合、CSN = “L” の期間は常にタッチスクリーンドライバは ON です。このため、A/D コンバータのセトリング時間を長く取る場合に有効です。CSN = “H” では、A/D コンバータはパワーダウン状態です。
1	0	Enabled	VREF ON モード CSN の状態に関係なく、基準電圧源は常に ON 状態です。AD コンバータはオートパワーダウンモードで動作します。5DCLK↓～20DCLK↓以外の区間では、CSN の状態に関係なく PENIRQN は有効です。
1	1	Disabled	基準電圧源、ADC 共に ON モード CSN = “H” では、PEN 割り込みは無効で、常に PENIRQN は “H” です。CSN = “L” の状態では、ドライバスイッチの ON/OFF を含む前回設定された入力チャネルに設定されます。

Table 3 パワーダウン制御

■ タッチスクリーンコントローラ制御シーケンス

タッチスクリーンの制御は、CSN, DCLK, DIN, DOUT の 4 線式インタフェースで行ないます。

詳細なタイミング規定に関しては、『スイッチング特性』を参照して下さい。

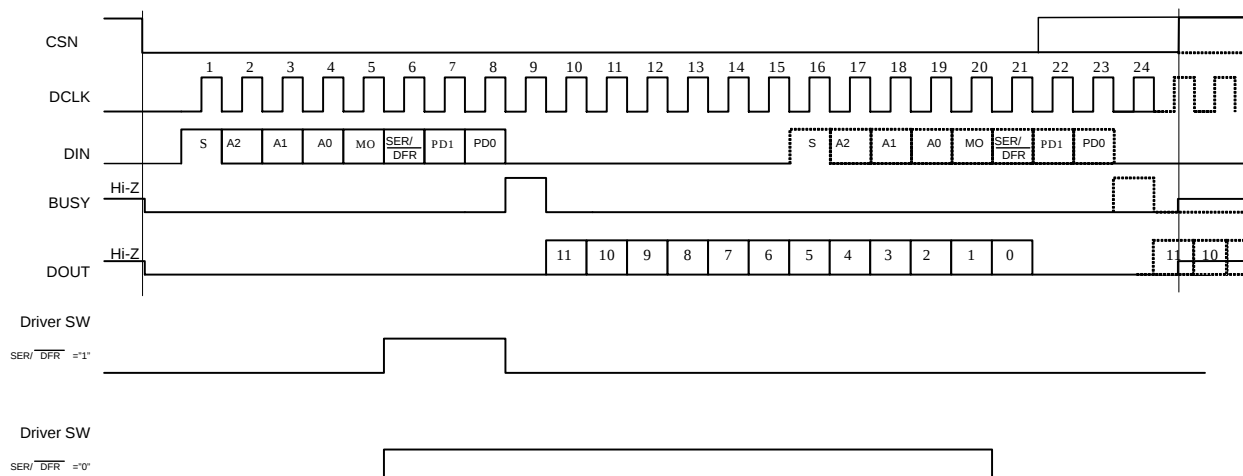


Figure 6 シリアルインタフェース

CSN の↓で、BUSY および DOUT は、Hi-Z 状態から、“L” になります。AK4181A は、DCLK の↑で、8 ビットのコマンドを DIN よりラッチします。CSN の↓後、最初に “H” をラッチした時点でコマンドの開始を認識するため、コマンドの MSB (S ビット) は必ず “H” でなければなりません。

5DCLK↓から、8DCLK↓までは、ADCのトラッキング時間になります。SER/DFR = “1”、パワーダウン制御ビット PD0 = “0” で、かつタッチスクリーンの位置検出あるいは筆圧検出の場合、この区間タッチスクリーンドライバが ON になります。SER/DFR = “0” の場合は、5DCLK↓から、20 DCLK↓までタッチスクリーンドライバは ON です。パワーダウン制御ビット PD0 = “1” でタッチスクリーンの位置検出あるいは筆圧検出の場合、5DCLK↓以降、CSN = “H” になるまでタッチスクリーンドライバは常に ON です。

8DCLK↓から、9DCLK↓まで、BUSY は “H” になります。それ以外の区間では “L” です。

9DCLK↓から、MSB ファーストで DOUT より A/D データを出力します。

8bit コマンド発行終了後、最低 7DCLK の間は DIN = “L” として下さい。

破線のように A/D データの出力中にコマンドデータを送出することで、最速 15DCLK サイクルで A/D 変換を行うことが可能です。

■ ペン割り込み

ペン割り込みは、ペンがタッチスクリーンに接触したことを知らせる機能で、A/D コンバータがパワーダウン状態時に動作します。割り込みイネーブルの状態では、YN ピンは GND に接続します。また、XP ピンは、内部抵抗 (Ri: 約 50KΩ) でプルアップ状態になります。また、外部抵抗 (100KΩを接続) によりプルアップされた PENIRQN は、内部で XP 端子と接続されます。ペン等によりタッチスクリーンが押されると、タッチスクリーンの 2 枚のシートが接続するため、(VCC)---(Ri)---(X+)---(Y-)経路で電流が流れます。タッチスクリーンの抵抗は、一般に数百Ωなので、PENIRQN は “L” になります。ペンを離すと電流が流れないため、PENIRQN は “H” になります。

CSN = “H” の状態では、PD1 ビットと PD0 ビットが (1,1) 以外の場合、ペン等によりタッチスクリーンが押されると、PENIRQN は “L” になります。また、PD1 ビットと PD0 ビットが共に “1” の場合、CSN = “H” ではペンが押されたかどうかにかかわらず PENIRQN は常に “H” になります (割り込みディスエーブル)

また、CSN = “L” の状態では、PENIRQN の動作はパワーダウンモード中の PD0 ビットと関係があります。PD0 は 8DCLK↑で切り替えが発生 (詳細は、『■ パワーダウン制御』の項参照) し、状態が変化します。従って、その直前までは、前回設定された PD0 値となります。(PD1 ビットは内蔵基準電圧の ON/OFF です。CSN = “H” でも内蔵基準電圧源は ON 状態です。)

i. CSN = “L” で 5DCLK↓から 20DCLK↓までの区間

この区間では、選択された入力チャネルにより PENIRQN の動作が決まります。入力チャネルとして X 軸あるいは Y 軸が選択された場合、スクリーンの接触 / 非接触に関係なく常に “L” になります。また、入力チャネルとして、温度、VBAT、IN1IN2 が選択された場合、スクリーンの接触 / 非接触に関係なく常に “H” になります。

ii. CSN = “L” で 5DCLK↓までの区間

この区間での PENIRQN の動作は、前回選択された入力チャネルおよび PD0 ビットにより決まります。前回設定時 PD0 が “0” の場合、前回の入力チャネル設定に関係なく、ペントッチしている場合は “L”、していない場合は “H” になります。前回設定時 PD0 が “1” の場合、スクリーンの接触 / 非接触に関係なく前回の入力チャネル設定により PENIRQN が決まります。この場合、前回入力チャネルが X 軸あるいは Y 軸の場合、常に “L” です。また、前回入力チャネルが温度、VBAT、IN1、IN2 の場合は常に “H” です。

iii. CSN = “L” で 20DCLK↓以降の区間

この区間での PENIRQN の動作は、今回選択された入力チャネルおよび PD0 ビットにより決まります。今回の PD0 設定が “0” の場合、今回の入力チャネル設定に関係なく、ペントッチしている場合は “L”、していない場合は “H” になります。今回の PD0 設定が “1” の場合、スクリーンの接触 / 非接触に関係なく今回設定された入力チャネルにより PENIRQN が決まりますこの場合、この入力チャネルが X 軸あるいは Y 軸の場合、常に “L” です。また、この入力チャネルが温度、VBAT、IN1、IN2 の場合は常に “H” です。

コマンド発行中、および A/D データ出力中の不要な割り込みに関しては、CSN が “L” の間、ホストプロセッサ側が PEN 割り込みを禁止することで対処可能です。

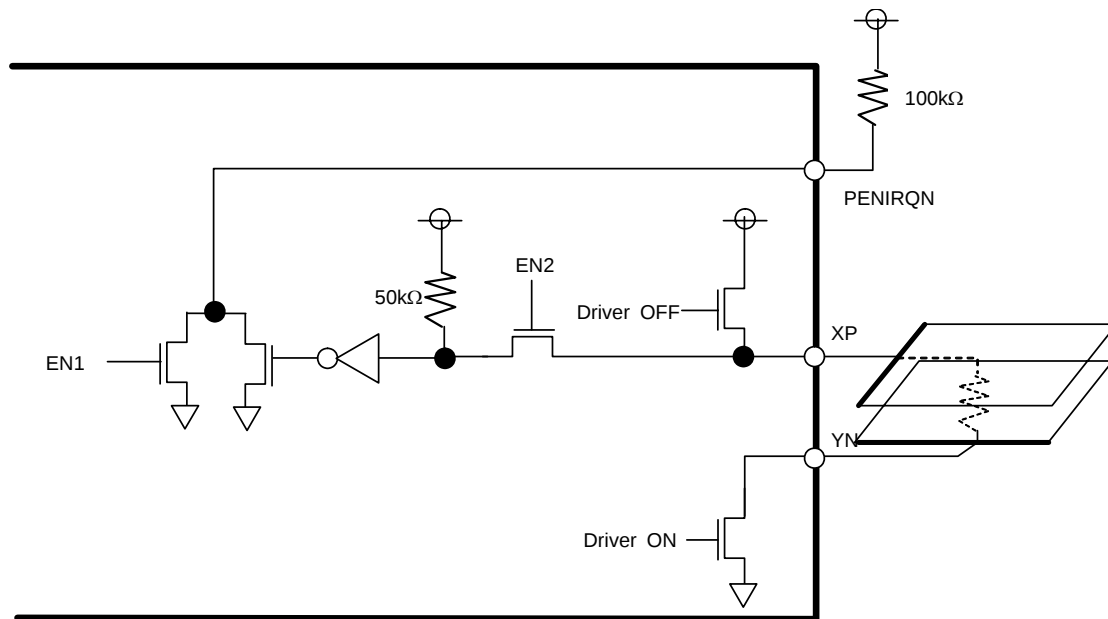
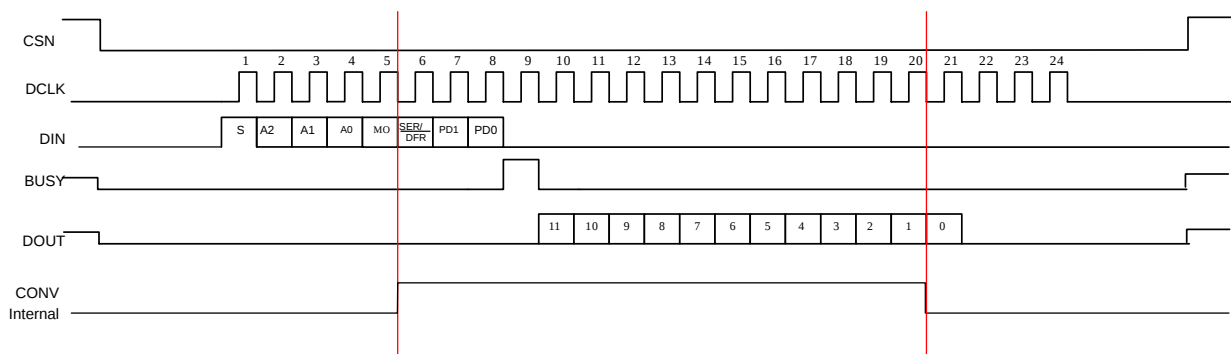


Figure 7 ペン割り込み回路



```

AXIS = ((!A2) & (!A1) & (A0)) /* X 軸測定 */
      | ((!A2) & (A1) & (A0)) /* Z1 測定 */
      | ((A2) & (!A1) & (!A0)) /* Z2 測定 */
      | ((A2) & (!A1) & (A0)); /* Y 軸測定 */

```

```

EN1 = ((!CSN) & (!CONV) & AXIS & PD0)
      /* CSN = "L", X/Y/Z1/Z2 軸測定、PD0 = 1、5DCLK↓~20DCLK↓ 以外の区間の場合アクティブ */
      | ((!CSN) & AXIS & CONV);
      /* CSN = "L", X/Y/Z1/Z2 軸測定、5DCLK↓~20DCLK↓ の区間の場合アクティブ */

```

```

EN2 = ((!CSN) & (!CONV) & (!PD0))
      /* CSN = "L", PD0 = 1、5DCLK↓~20DCLK↓ 以外の区間の場合アクティブ */
      | (CSN & (!DCLK) & (!PD1 & PD0));
      /* CSN = "H" かつ DCLK = "L" かつ (PD0, PD1) が(1,1)以外の場合アクティブ */

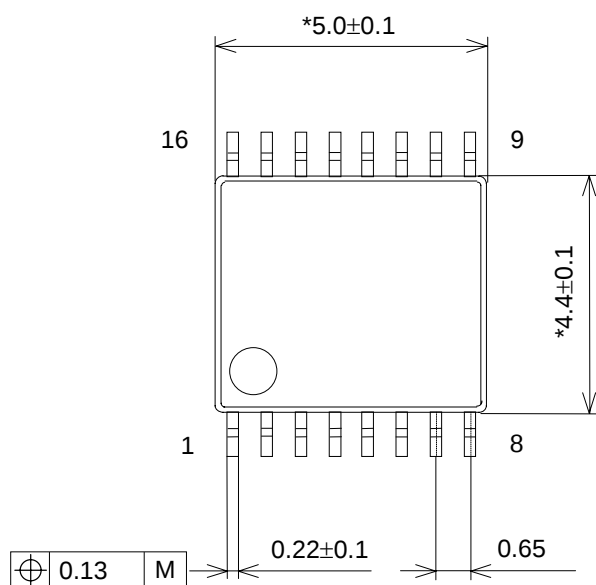
```

■ 電源立ち上げシーケンス

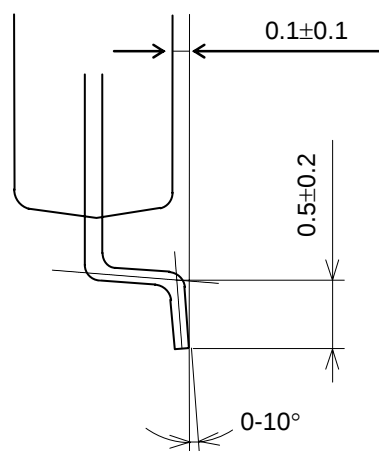
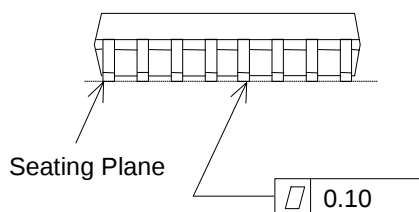
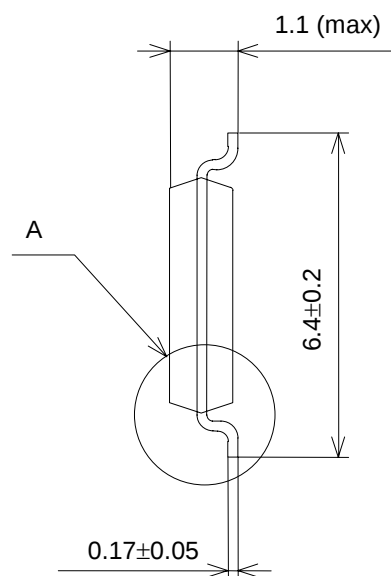
電源投入後、最初の制御コマンドを発行する以前の初期状態では、パワーダウンモード(PD1,PD0)、内蔵基準電圧源を含む内部レジスタの値は不定です。この状態では、ペン割り込みが無効([PD1,PD0]=[1,1])になったり、内部基準電圧がON状態になる場合があります。従って、電源投入後8ビット制御コマンドを発行し、内部レジスタの値を確定して下さい。電源立ち上げシーケンスはCSN="H"またはCSN="L"で電源投入後CSN="H"にしてからCSN="L"にしてコマンドを発行後、再度CSN="H"にして下さい。1度制御コマンド発行し内部レジスタを初期化すれば、それ以降、前回発行された制御コマンドの状態が保持されます。

パッケージ

16pin TSSOP (Unit: mm)



Detail A



NOTE: Dimension "*" does not include mold flash.

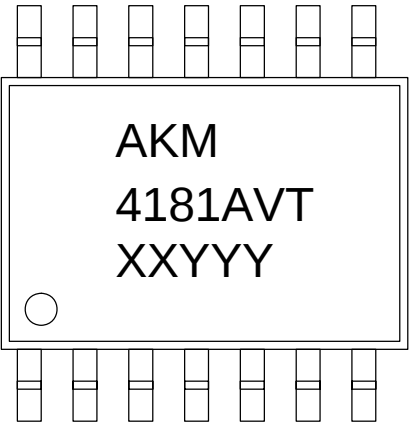
■ 材質・メッキ仕様

パッケージ材質: エポキシ系樹脂

リードフレーム材質: 銅

リードフレーム処理: 半田メッキ (無鉛)

マーキング



Contents of XXYYY
XX: Lot #
YYY: Date Code

改訂履歴

Date (YY/MM/DD)	Revision	Reason	Page	Contents
04/08/30	01	初版		
10/09/17	02	仕様変更	15	パッケージ パッケージ図の寸法を変更

重要な注意事項

- 本書に記載された製品、および、製品の仕様につきましては、製品改善のために予告なく変更することがあります。従いまして、ご使用を検討の際には、本書に掲載した情報が最新のものであることを弊社営業担当、あるいは弊社特約店営業担当にご確認ください。
- 本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器設計において本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用される場合は、お客様の責任において行ってください。本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報の使用に起因してお客様または第三者に生じた損害に対し、弊社はその責任を負うものではありません。また、当該使用に起因する、工業所有権その他の第三者の所有する権利に対する侵害につきましても同様です。
- 本書記載製品が、外国為替および、外国貿易管理法に定める戦略物資（役務を含む）に該当する場合、輸出する際に同法に基づく輸出許可が必要です。
- 医療機器、安全装置、航空宇宙用機器、原子力制御用機器など、その装置・機器の故障や動作不良が、直接または間接を問わず、生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼすことが通常予想されるような極めて高い信頼性を要求される用途に弊社製品を使用される場合は、必ず事前に弊社代表取締役の書面による同意をお取りください。
- この同意書を得ずにこうした用途に弊社製品を使用された場合、弊社は、その使用から生ずる損害等の責任を一切負うものではありませんのでご了承ください。
- お客様の転売等によりこの注意事項の存在を知らずに上記用途に弊社製品が使用され、その使用から損害等が生じた場合は全てお客様にてご負担または補償して頂きますのでご了承ください。