

# 新 Windows表示 2軸対応 加速度計キット

基板が新しく、小さくなりました。

実際は組立てキットですが、写真は完成した見本です。

WINDOWS 95  
98/ME/2000  
専用ソフト付属

## WINDOWS表示


### 新 2軸対応 加速度計キット

半導体加速度センサーADXL-202E使用  
CD-R版WINDOWSデータ表示、ロガーソフト付

---

for WINDOWS95/98/ME/2000

- ★基板があたりしく、小さくなりました。
- ★ソフトはすべてWINDOWS版です。
- ★高精度、高精度半導体加速度センサ（アナログデバイス社）採用
- ★制御用にPIC16F84を採用（ソフト書込済み）
- ★1秒間にX軸、Y軸を最大40回サンプリング
- ★パソコン画面に数字やグラフで表示（データをパソコンに記録したりできます）
- ★パソコンとのインターフェイスはDサブ9ピン（Dサブ9ピン）
- ★加速度センサーなどのチップ部品が半田付けされていますので簡単に製作できます。
- ★付属のCD-Rにすべてのソフトが収録されています。
- ★電源はパソコンのRS232C信号から供給されるので（一部機種を除く）電源不要です。



**■部品表■**

半導体	U4	PIC16F84	1	制御用マイコン（シール貼付済）
ICチップ	X2	154	1	電源用ICチップ（9ピン）
ICチップ	X1	4MHz（ICチップ内蔵）	1	セラミック発振子（3本足）
LED	D1		1	
ICチップ		16P	1	U4用
コネクタ	Dサブ9P	メス	1	RS232C用
CD-R		専用ソフト	1	WINDOWS用 CD-R
基板	AC-ADXL202A		1	チップ部品実装済み

基板には次の部品がすでに実装（半田付け）されて取り付けてあります。

半導体	U1	29301-35	1	5V定電圧IC
	U2	ADM7132MKN	1	RS232CレシーバIC
	U3	ADXL202E	1	加速度センサーIC
ICチップ	C1, C2	10μF/16V	2	チップ積層セラミックコンデンサ
	C3, 4, 5, 8	0.1μF/50V	7	積層セラミックコンデンサ
	C6, C7	0.47μF/16V	2	チップフィルムコンデンサ
	抵抗	R1	120KΩ	1
	R2	470Ω	1	チップ抵抗

- 1 -

# WINDOWS表示

WINDOWS 95  
98/ME/2000  
専用ソフト付属

## 新2軸対応 加速度計キット

半導体加速度センサー-ADXL-202E使用

CD-R版WINDOWSデータ表示、ロガーソフト付

for WINDOWS95/98/ME/2000

- ★基板があたらしく、小さくなりました。
- ★ソフトはすべてWINDOWS版でパソコンに対応です。
- ★高信頼、高精度半導体加速度センサーADXL202（アナログデバイセス社）採用
- ★制御用にPIC16F84を採用（コントロールソフト書込済み）
- ★1秒間にX軸、Y軸を最大40回測定します。
- ★パソコン画面に数字やグラフで表示したり、データをパソコンに記録したりできます。
- ★パソコンとのインターフェイスはRS232Cを使用（Dサブ9ピン）
- ★加速度センサーなどのチップ部品はすでに実装（半田付け）されていますので簡単に製作できます。
- ★付属のCD-Rにすべてのソフトが納められています。
- ★電源はパソコンのRS232C信号から取るため（一部機種を除く）電源不要です。

### ■部品表■

半導体	U 4	PIC16F84	1	制御用マイコン(シール貼付済)
ダイオード	X 2	1S4	1	整流用ショットキーダイオード
セラミック	X 1	4MHz(コンデンサ内蔵)	1	セラミック発振子(3本足)
LED	D 1		1	
ICソケット		18P	1	U4用
コネクタ	Dサブ9P	メス	1	RS232C用
CD-R		専用ソフト	1	WINDOWS用CD-R
基板	AE-ADXL202A		1	チップ部品実装済み

基板には次の部品がすでに実装（半田付け）されて取り付けられています。

半導体	U 1	2930L-05	1	5V定電圧IC
	U 2	ADM232AARN	1	RS232CレベルコンバータIC
	U 3	ADXL202E	1	加速度センサーIC
コンデンサ	C 1, C 2	10 $\mu$ F/16V	2	チップ積層セラミックコンデンサ
	C 3, 4, 5, 8 C 9, 10, 11	0.1 $\mu$ F/50V	7	積層セラミックコンデンサ
	C 6, C 7	0.47 $\mu$ F/16V	2	チップフィルムコンデンサ
抵抗	R 1	120K $\Omega$	1	チップ抵抗
	R 2	470 $\Omega$	1	チップ抵抗

## ■製作■


部品は予告なく相当品・互換品に変更になることがあります。メーカーにより若干型番が異なることがあります。製作前に部品表と照らし合わせてご確認ください。

部品表、回路図、部品配置図を参考にしてください。

U1、2、3、コンデンサ、抵抗は、すでに基板に実装（半田付け）してありますので、取り付け、半田付けする必要はありません。

部品はすべて、部品面（U2などが半田付けされている面）に取り付けます。

これから半田付けする部品はすべて極性（方向）がありますのでよく確認して取り付けてください。（セラロックは外側2本が同じですので、実際にはどちらの向きに取り付けても同じです。）

1、U4用ICソケットを取り付けます。基板印刷のマーク（)にソケットの形をあわせて取り付けてください。

2、セラロック、LED、ダイオードを取り付けます。

この3種の部品は基板にチップ用パターンと、リード用パターンの両方があります。このキットではリード用部品ですので、すべて穴に差しして裏側から半田付けしてください。

セラロックは真ん中のリードがGNDですので、左右2本の極性はありません。

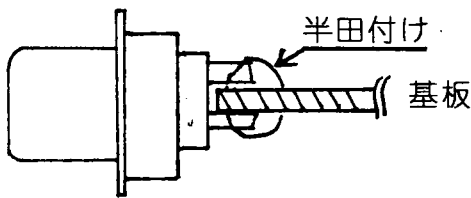
LEDは基板印刷の・印がカソード（リードの短い方）です。

ダイオードは基板印刷の・印がカソード（ダイオードの本体の白線側）です。

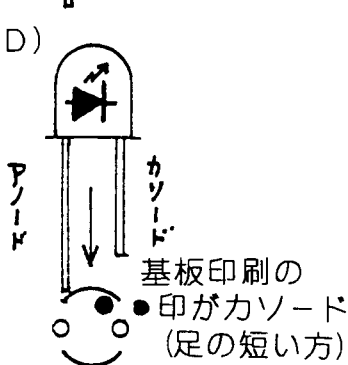
3、Dサブ9Pを基板の横から差し込み、ピンを基板の表裏9本半田付けします。

4、ここまで製作したところで、もう一度半田付け、部品の向きなどを確認してから、U4（PIC16F84）をICソケットに差し込んでください。

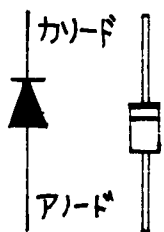
(Dサブコネクタ)



(LED)



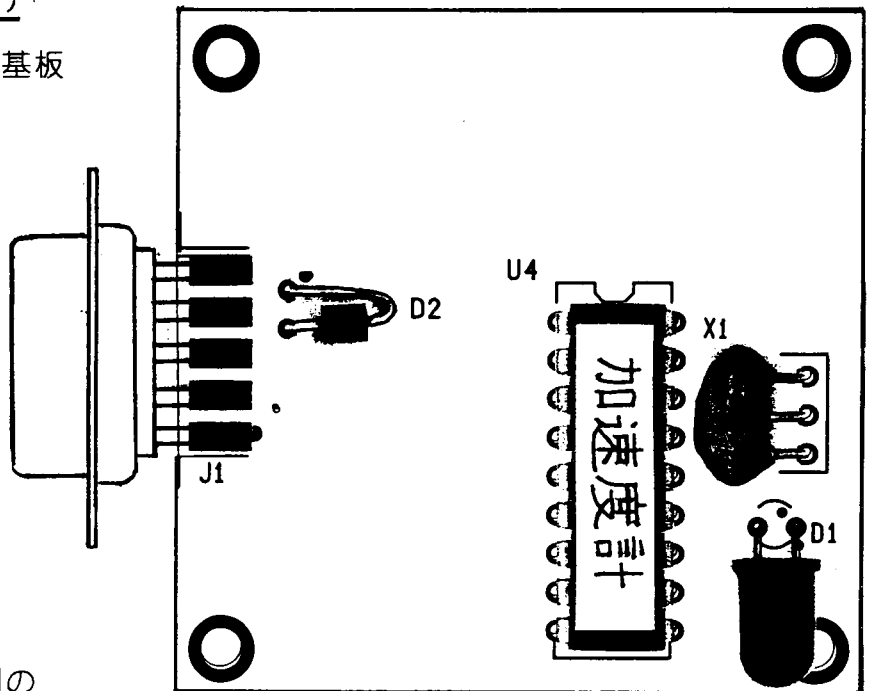
(ダイオード)



基板印刷の  
●印がカソード  
(白線の方)

【部品配置図】

(実装済みの部品は消してあります。)





## ■ソフトの説明と動作■

このキットには、電源確認用のLEDがついています。

キットに電源を入れた直後にLEDが3回点滅します。

外部電源の場合はパソコン接続に関係なく電源をいれると3回点滅します。


パソコンのRS232Cから電源を取る場合はソフト起動時にLED確認メッセージを「OK」とすると点滅します。


(COMポートの状態により、パソコンに接続するだけで点滅する場合があります。)


ソフト起動後、ツールバーの (Running) を押すと計測開始します。


—画面の説明—

### ①、ツールバーのボタン

A,  Run (測定を開始します。)

B,  Run Continuously (測定を再開します。このキットではA, Runと同じです。)

C,  Abort Execution (測定を中止します)

D,  Pause (ポーズ このキットでは未対応です。)

### ②ストップボタン

測定を中止します。再開するには、ツールバー①AのRunボタンを押してください。

中止中に③データログボタンをONにした場合は、再開直後にロギングを開始します。

### ③データログボタン

ボタンを押すごとにON、OFFが切り替わります。

ファイル名は『Log File Name』の所に指定してください。

ファイル名を変更するときには②ストップボタンで中止中に変更してください。

測定中に必要な時にONまたはOFFすることでロギング開始、停止します。

停止後再びONすると、以前のファイルにデータが追加されます。

ログデータはセンサー出力のデューティ比(⑧で表示している値)でファイルに出力されます。

### ④COMポート指定

接続しているパソコンのCOMポートを指定してください。

0でCOM1

1でCOM2を指定します。

★注意★ パソコンのCOMポートが使用できるように、あらかじめWINDOWSで設定してください。

### ⑤スクリーンディスプレイ表示

センサーのX軸Y軸のg加速度的値をグラフで表示します。

青線がセンサーのX軸

赤線がセンサーのY軸 を表します。

### ⑥g表示

X軸、Y軸の現在のg加速度的値を数値で表示します。

### ⑦コンパスベクターディスプレイ表示

X軸加速度(g)対Y軸加速度(g)をプロットします。

これは、原点0, 0の2次ベクトル表示です。

### ⑧デューティ比表示

この加速度センサーADXL202は加速度の値をパルスのデューティ比の形で出力します。そのデューティ比をそのまま表示します。

パソコンにデータを保存する場合は、この値が保存されます。

デューティ比とg(重力加速度)の関係は、次の様になります。

0g = 0.5      1gあたり、0.125

(例)      0gの時      0.5

     +1gの時      0.625      -1gの時      0.375

     +2gの時      0.75      -2gの時      0.25

⑨ Yスケール切り替え

⑤スクリーンディスプレイの縦軸のスケールを切り替えます。

4. 00にすると、縦軸が-4.0gから+4.0g（フルスケール8g）になります。

⑩ アベレーシング（平均化）

データのアベレーシング（平均化）を指定します。

1 にすると、測定したそのままの値を毎回表示します。

20にすると、20回測定した平均を20回に1回表示します。

20にすると、小さい振動が平均化され消えますので大きな動きのみが測定されます。

この指定は⑤スクリーンディスプレイ⑥g表示⑦コンパスディスプレイ表示⑧デューティ比表示およびログデータに、反映されます。

⑪ リセットゼロGボタン（オフセット設定）

センサー出力のデューティ比をg（加速度）に変換するときの0gの値を設定します。

このボタンを押したときのセンサーの状態が、0gとして設定されます。

先の⑧の『デューティ比とg（重力加速度）の関係』の「0g=0.5」がこのボタンを押すことで、「0g=現在のデューティ比」になります。

センサーを機器などに固定した時の微妙な傾きなどをキャンセルするときに使います。この設定は⑤スクリーンディスプレイ⑥g表示⑦コンパスディスプレイ表示に反映しますが、⑧デューティ比表示およびログデータには反映されません。

⑫ 感度調整

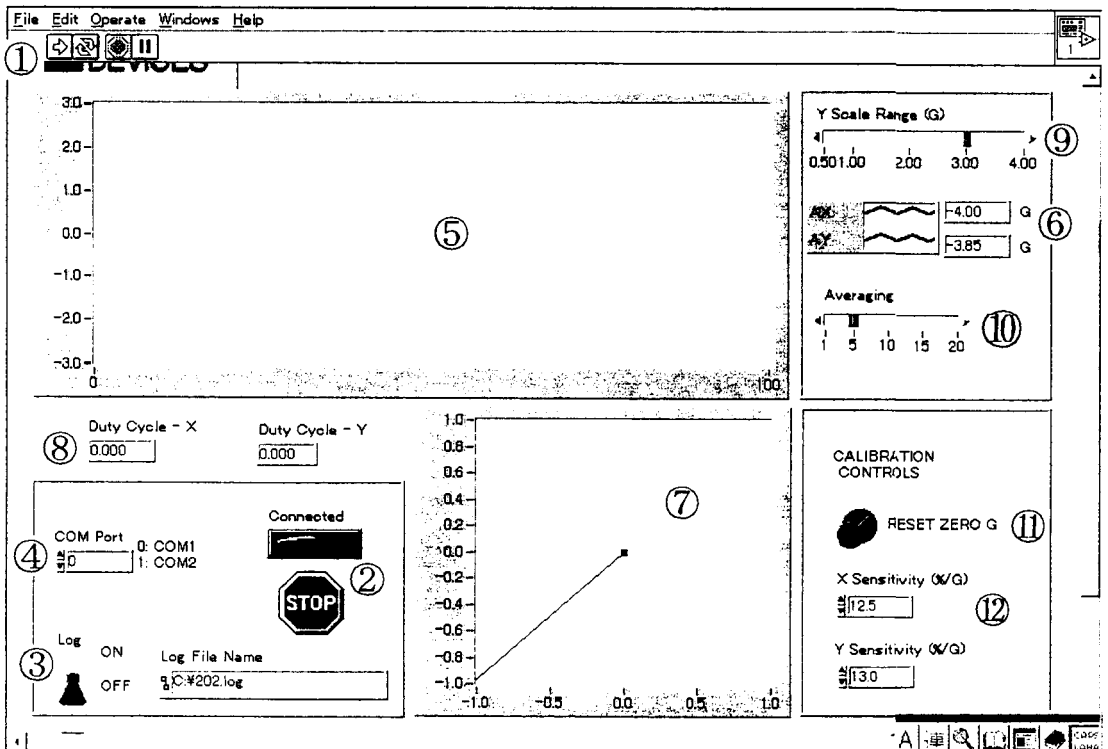
センサー出力のデューティ比をg（加速度）に変換するときの「1gあたりの値」を設定します。X軸Y軸独立にデューティ比（%表示）で調整できます。

%で指定しますので設定値12.5%がデューティ比0.125になります。

先の⑧の『デューティ比とg（重力加速度）の関係』の「1gあたり0.125」が「1gあたり設定の値（%）」になります。

この調整はセンサーのX軸Y軸の誤差を調整するときなどに使用します。

この設定は⑤スクリーンディスプレイ⑥g表示⑦コンパスディスプレイ表示に反映しますが、⑧デューティ比表示およびログデータには反映されません。



## ADXL202E

### 特徴

- 2軸加速度センサを単一ICチップ上に搭載
- 分解能：5 milli-g
- 1msのアクイジション時間のデューティサイクル出力
- 低消費電力<0.6mA
- 安価なマイクロコントローラに直結できるインターフェース
- キャパシタ1つでバンド幅を調整可
- 作動電源範囲 3V to 5.25V Single Supply Operation
- 1000gのショックに耐える構造

### 概要

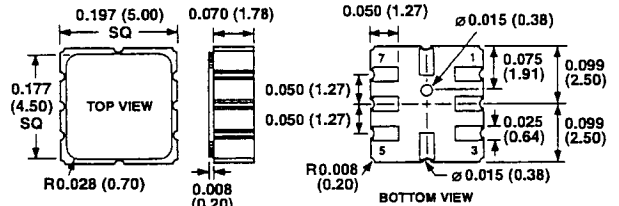
ADXL202は単一モノリシックIC上に、必要なすべてのコンポーネントを搭載したローコスト、低消費電力のデジタル信号出力型の完全2軸タイプ加速度センサです。ADXL202は±2gのフルスケール・レンジの加速度を測定することができ、DC傾斜度測定を含め幅広いアプリケーションに応用できます。

このセンサは加速度に正比例したデューティ比信号を出力します。出力はマイクロプロセッサのカウンタで直接測定することができ、ADコンバータやロジック回路の必要はありません。ノイズの通常値は500 μg/√Hzで、信号の分解能として5 milli-g以下を保

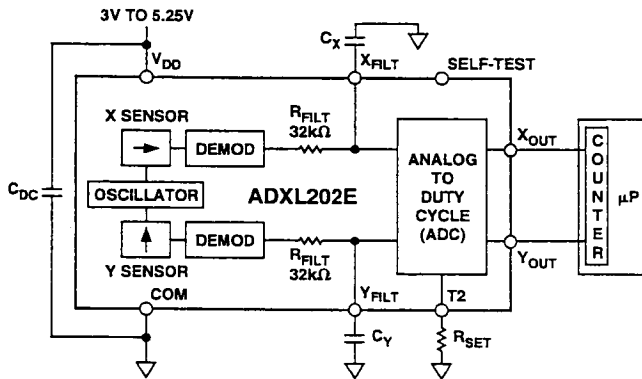
ちます。ADXL202はAC加速度センサ（通常の振動など）も、DC加速度（慣性力や重力）も測定することができるDC加速度センサです。

デューティサイクルの周期は、R<sub>SET</sub>抵抗値を選ぶだけで、1mSから10mSの範囲で選択が可能です。加速度センサのバンド幅はX<sub>FILT</sub>ピンとY<sub>FILT</sub>ピンに接続する、C<sub>X</sub>およびC<sub>Y</sub>キャパシタでセットします。デューティサイクル出力はフィルタを通過することで、アナログ信号に戻して出力することもできます。

The ADXL202E is available in 5 mm × 5 mm × 2 mm 8-lead hermetic LCC package.



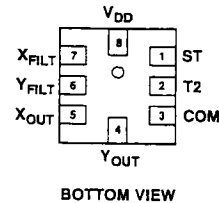
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



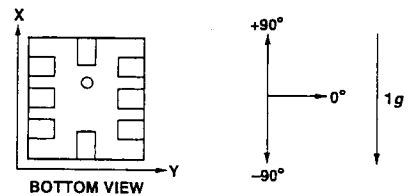
$$A(g) = (T1/T2 - 0.5)/12.5\%$$

$$0g = 50\% \text{ DUTY CYCLE}$$

$$T2 = R_{SET}/125M\Omega$$



BOTTOM VIEW



### PIN FUNCTION DESCRIPTIONS

Pin No.	Mnemonic	Description
1	ST	Self-Test
2	T2	Connect R <sub>SET</sub> to Set T2 Period
3	COM	Common
4	Y <sub>OUT</sub>	Y-Channel Duty Cycle Output
5	X <sub>OUT</sub>	X-Channel Duty Cycle Output
6	Y <sub>FILT</sub>	Y-Channel Filter Pin
7	X <sub>FILT</sub>	X-Channel Filter Pin
8	V <sub>DD</sub>	3 V to 5.25 V

このデバイスを硬いところに落とすと、衝撃により絶対最大値の1000gを超えることがありますので、取り扱いにはくれぐれもご注意ください。

Parameter	Conditions	TPC <sup>1</sup> Graph	ADXL202E			ADXL202AE			Unit	
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
<b>SENSOR INPUT</b>										
Measurement Range <sup>2</sup>	Each Axis		±2			±2			g	
Nonlinearity	Best Fit Straight Line		0.2			0.2			% of FS	
Alignment Error <sup>1</sup>		X	±1			±1			Degrees	
Alignment Error	X Sensor to Y Sensor		0.01			0.01			Degrees	
Cross-Axis Sensitivity <sup>1</sup>		X	±2			±2			%	
<b>SENSITIVITY</b>										
Duty Cycle per g	Each Axis		10.5	12.5	14.5	10	12.5	15	%/g	
Duty Cycle per g	T1/T2, V <sub>DD</sub> = 5 V	X	9.0	11	13.0	8.5	11	13.5	%/g	
Sensitivity X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>	T1/T2, V <sub>DD</sub> = 3 V	X	265	312	360	250	312	375	mV/g	
Sensitivity X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>	V <sub>DD</sub> = 5 V	X	140	167	195	140	167	200	mV/g	
Temperature Drift <sup>1</sup>	V <sub>DD</sub> = 3 V	X	±0.5			±0.5			%	
<b>ZERO g BIAS LEVEL</b>										
0 g Duty Cycle	Each Axis		34	50	66	30	50	70	%	
0 g Duty Cycle	T1/T2, V <sub>DD</sub> = 5 V	X	31	50	69	31	50	69	%	
0 g Voltage X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>	T1/T2, V <sub>DD</sub> = 3 V	X	2.1	2.5	2.9	2.0	2.5	3.0	V	
0 g Voltage X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>	V <sub>DD</sub> = 5 V	X	1.2	1.5	1.8	1.2	1.5	1.8	V	
0 g Duty Cycle vs. Supply	V <sub>DD</sub> = 3 V	X	1.0			1.0			%/V	
0 g Offset vs. Temperature <sup>1</sup>	Delta from 25°C	X	2.0			2.0			mg/°C	
<b>NOISE PERFORMANCE</b>										
Noise Density	@ 25°C	X	200			200			1000	µg/√Hz rms
<b>FREQUENCY RESPONSE</b>										
3 dB Bandwidth	At Pins X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>		6			6			kHz	
Sensor Resonant Frequency			10			10			kHz	
<b>FILTER</b>										
R <sub>FILT</sub> Tolerance	32 kΩ Nominal		±15			±15			%	
Minimum Capacitance	At Pins X <sub>MULT</sub> , Y <sub>FILT</sub>		1000			1000			pF	
<b>SELF-TEST</b>										
Duty Cycle Change	Self-Test "0" to "1"		10			10			%	
<b>DUTY CYCLE OUTPUT STAGE</b>										
F <sub>OUT</sub>	R <sub>SET</sub> = 125 kΩ		0.7	1.3		0.7	1.3		kHz	
Output High Voltage	I = 25 µA		V <sub>I</sub> - 200 mV			V <sub>I</sub> - 200 mV			V	
Output Low Voltage	I = 25 µA		200			200			mV	
T2 Drift vs. Temperature			50			50			ppm/°C	
Rise/Fall Time			200			200			ns	
<b>POWER SUPPLY</b>										
Operating Voltage Range			3	5.25		3.0	5.25		V	
Quiescent Supply Current			0.6			0.6			1.0	mA
Turn-On Time	C <sub>MULT</sub> in µF		160 × C <sub>MULT</sub> + 0.3			160 × C <sub>MULT</sub> + 0.3			ms	
<b>TEMPERATURE RANGE</b>										
Specified Performance AE			0			-40			+85	°C
Operating Range			0			-40			+85	°C

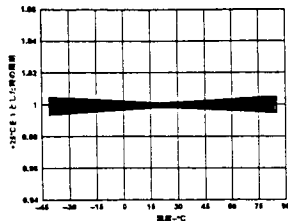


図2. 正規化DCM期間 (T2) 対温度

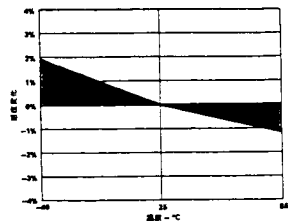


図5. 温度によるX軸感度ドリフトの典型値

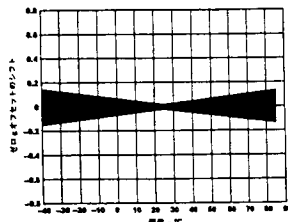


図3. 0gオフセット対温度の典型値

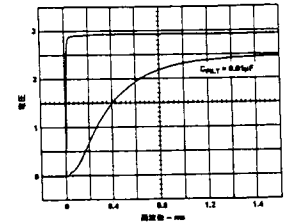


図6. ラーンオン時間の典型値

ADXL202の2軸傾斜センサについて

XL202のアプリケーションとしてよく利用するのが傾斜の測定です。加速度センサは空間での物体の方向を決めるベクトルとして重力を利用しています。

加速度センサは傾斜センサが重力に対し垂直になったときに、最も良く傾きを感知します。すなわち、物体が地面と平行になるときです。傾斜センサが最大の傾斜を感知するのがこの状態です。加速度センサと重力の軸がほぼ一致する状態では、加速度センサの読みは+1g、または-1gに近い値になり、傾斜度に対する加速度の変化は無視できるほど僅かです。加速度センサと重力が垂直になると、1°の傾斜変化に対し約17.5mgの変化量を出します。しかし加速度センサと重力が45°の状態になると、その変化量は12.2mgに下がり分解能は相当悪くなります。次の表はデバイスが重力に対し+90°から-90°傾斜したときの、XおよびY軸の変化量出力を示します。

2軸傾斜センサ：加速度を傾斜度に変換するにあたって

加速度センサX軸、Y軸がともにが地面に対し平行になるとき、2軸の傾斜センサはRoll軸およびPitch軸として使用されます。加速度センサの出力信号は加速度に変換され、-1gから+1gの間で変化し、傾斜度は次の式で表せます。

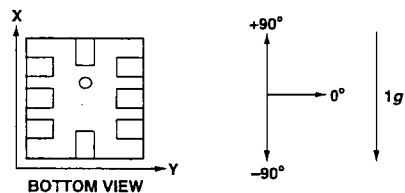
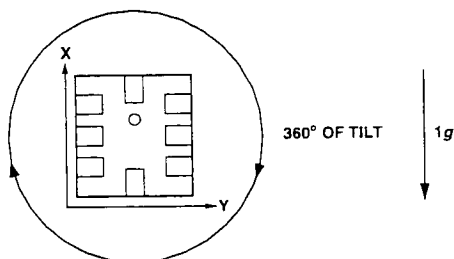
$$\text{Pitch} = \text{ASIN} (Ax/1g)$$

$$\text{Roll} = \text{ASIN} (Ay/1g)$$

ここでオーバーレンジについて考える必要があります。加速度センサの出力が振動やショックまたは他の重力の働きにより、+1gあるいは-1gを超えることがあります。

360°回転の場合の計測

重力方向に対して360°回転の場合でも、2つの加速度センサを互いに垂直になるように配置することで、加速度を測定することができます。1つのセンサが最大の変化量を読み取っているとき、片方の変化量の読み取りは最小です。しかし回転が45°を超えると片方のセンサの読み取りのほうが多くなり、分解能が上がります。2軸傾斜度センサが360°回転する場合、Pitch軸、およびRoll軸はさらに3番目のZ軸（地面に対して垂直軸）における加速度を加えて計算します。



水平に対する X軸の傾斜 (deg)	X出力		Y出力	
	X出力 (g)	1°の傾斜 に対する変 化量 (mg)	Y出力 (g)	1°の傾斜 に対する変 化量 (mg)
-90	-1.000	-0.2	0.000	17.5
-75	-0.966	4.4	0.259	16.9
-60	-0.866	8.6	0.500	15.2
-45	-0.707	12.2	0.707	12.4
-30	-0.500	15.0	0.866	8.9
-15	-0.259	16.8	0.966	4.7
0	0.000	17.5	1.000	0.2
15	0.259	16.9	0.966	-4.4
30	0.500	15.2	0.866	-8.6
40	0.707	12.4	0.707	-12.2
60	0.866	8.9	0.500	-15.0
75	0.966	4.7	0.259	-16.8
90	1.000	0.2	0.000	-17.5

図12. 傾斜に対するX軸、Y軸の応答





## ■設定の保存■

前記の感度調整などの状態を保存することが、出来ます。

ソフトが測定中止の状態でも保存、呼び出しができます。

メニューバーの Operate の Data Logging の Log. . でファイル名を指定すると保存されます。

1つのファイルにいくつもの状態を保存することができます。

呼び出しは Change Log File でファイル名を指定し、Retrieve でツールバーに   [0.0] が出ますので矢印で番号を指定し、OK を押すと呼び出されます。

## 加速度センサキットのデータ仕様

### 1、概要

加速度センサーは加速度出力をパルスのデューティ比の形で出力します。

PICマイコンは、そのデューティ比を4バイトの数値でパソコンに送信します。

### 2、通信仕様

通信速度：9600ビット/秒

データ長：8ビット

パリティ：なし

ストップビット：1

### 3、コマンド

G (47h) : パソコンからの送信要求

パソコンからGを送ると、PICマイコンは、デューティ比を4バイトの数値で1回パソコンに送信します。連続して、測定する場合にはパソコン側は、〔Gを送信後、4バイト受信し、データを処理保存する〕を繰り返してください。

### 4、データ仕様

PICマイコンからの送信データは1回に4バイト送られてきます。

(各バイトは00からFFまでの16進数そのものですので、文字ではありません。そのためハイパータミナルなどで受信すると文字になりません。)

はじめの2バイトが、x軸のデューティ比×10000

次の2バイトが、y軸のデューティ比×10000

をあらわします。

データが 15 1B 14 2C ならば

x軸のデューティ比は、

15 1B (16進数) = 5403 (10進)

$5403 \div 10000 = 0.5403$

y軸のデューティ比は、

14 2C (16進数) = 5164 (10進)

$5164 \div 10000 = 0.5164$

です。

### 5、加速度(G)への変換

デューティ比は加速度センサーの説明書にありますように

0Gのとき0.5、1Gあたり0.125ですので、

次の式でGに変換してください。

$G = ((\text{デューティ比}) - 0.5) \div 0.125$

上の例では、

$G = ((0.5403) - 0.5) \div 0.125 = 0.3224$

(これらの数値は計算値です。有効数値の桁数などは考慮されていません) になります。

### 6、注意

加速度センサーキットはパソコンシリアルポート(COMポート)から、

電源をとります(LEDが点滅する)が、LEDが点滅しない場合は、

外部から基板に電源を供給してください。

WINDOWS版加速度計キット

秋月電子通商 KAKE 2001/12

お問い合わせは往復はがきまたは返信用切手同封の封書でお願いいたします。

電話・ファックス・Eメールでのお問い合わせは受け付けておりません。

☎158-0095 東京都世田谷区瀬田5-35-6 秋月電子通商 質問係宛