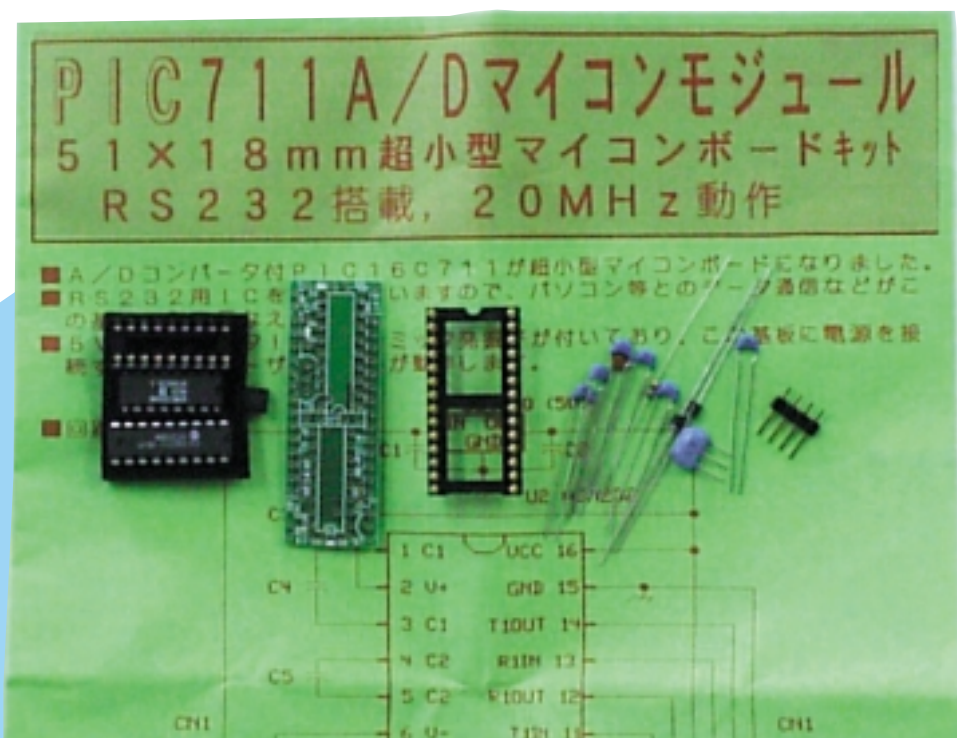


PIC711マイコンモジュールキット

51 × 18超小型マイコンボードキット。
RS232搭載、20MHz動作。



A/Dコンバータ付PIC16C711が超小型マイコンボードになりました。
RS232用ICを搭載していますので、パソコン等とのデータ通信などがこの基板のみで行えます。
5VレギュレータIC、セラミック発振子がついており、この基板に電源を接続するだけでユーザーソフトが動作します。

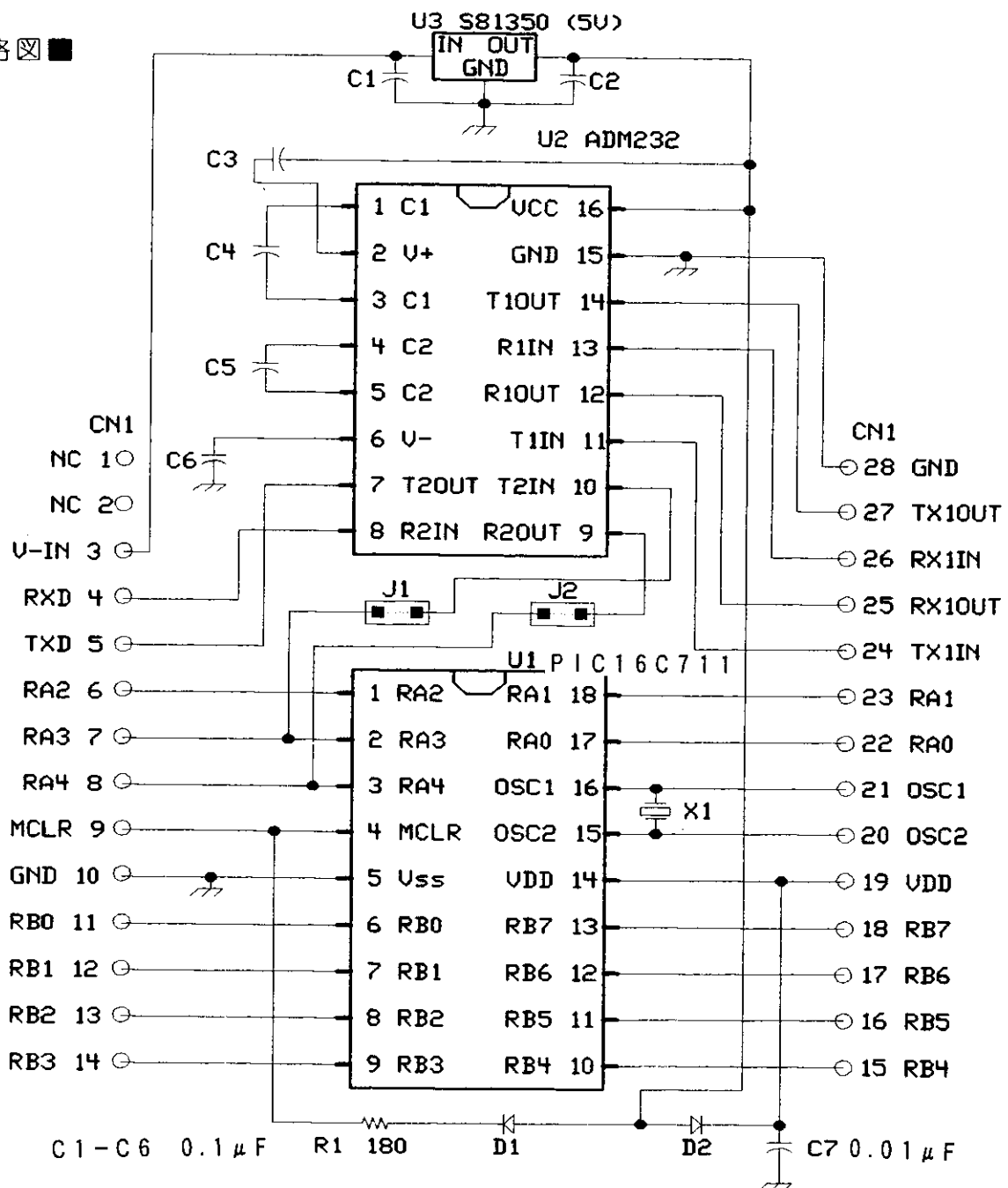
PIC711A/Dマイコンモジュール

51×18mm超小型マイコンボードキット

RS232搭載，20MHz動作

- A/Dコンバータ付PIC16C711が超小型マイコンボードになりました。
- RS232用ICを搭載していますので、パソコン等とのデータ通信などがこの基板のみで行なえます。
- 5VレギュレータIC，セラミック発振子が付いており，この基板に電源を接続するだけでユーザーソフトが動作します。

■回路図■



■ 部品表 ■

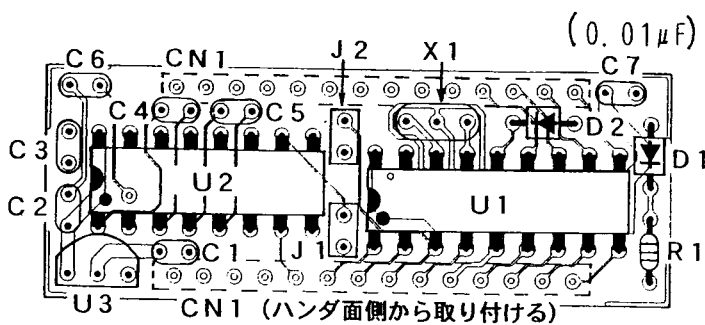
番号	名称	数	備考
C 1 - 6	コンデンサ 0.1 μ F	6	積層セラミックコンデンサ (104)
C 7	コンデンサ 4700~10000pF	1	セラミックコンデンサ(472) 472~103
D 1, 2	ダイオード	2	ショットキーダイオード
R 1	抵抗 180 Ω	1	1/6W 茶灰茶金
U 1	16C711	1	20MHz (ワンタイム版)
U 2	ADM232	1	232レベルコンバータ
U 3	S81350	1	低ドロップ5Vレギュレータ
X 1	セラロック	1	セラミック発振子20MHz (コンデンサ内蔵)
基板	AE-PIC18	1	両面スルーホール基板
	ICソケット	1	18ピン (16C711) 用
	連結ソケット	1	28PIN用
	ピンヘッド		J1、J2用

■ 製作 ■

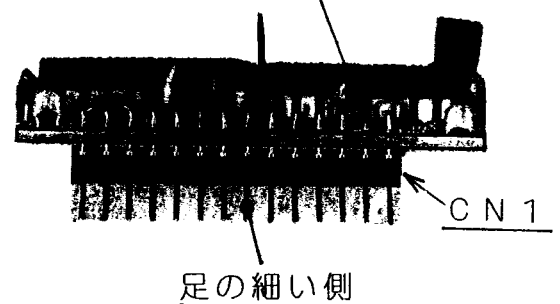
あらかじめ部品表と部品をてらしあわせ、数等をチェックしてから製作してください。連結ソケット以外の部品は部品面側（白い印刷のある面）にとりつけます。

- ① コンデンサ、抵抗、ダイオードの順で半田付けしていきます。
コンデンサの足が5mmピッチになっている場合はあらかじめ、2.5mmピッチになるようにピンセット等で加工してください。
ダイオードには極性がありますので基板印刷のマークにあわせてください。
- ② セラロック、ICソケット、ICをとりつけます。
セラロックは3本足のまんながコモン端子ですので、向きはどちらの向きでも同じです。ICの取り付け方向は部品配置図を参考に取り付けてください。
16C711はユーザプログラムを書き込んでからICソケットに差ししてください。
- ③ J1、J2にピンヘッドをつけます。
ピンヘッドは、あらかじめ2Pずつに切り離してください。
- ④ ここまで半田付けを終了したところで、ハンダ面側のリードをニッパーで切って短くしてください。
連結ソケットはハンダ面側から取り付けます。連結ソケットは、良く見ると足の太い側と細い側があります。太い側を基板にさして部品面側から半田付けしてください。
細い側はICソケットに入る太さです。

■ 部品配置図 ■



部品面側から半田付け



■ CN1 接続表 ■

CN1	機能	CN1	機能
1	NC (無接続)	28	GND
2	NC (無接続)	27	TX1 (232)
3	V-IN (電源+)	26	RX1 (232)
4	RXD2 (232)	25	RX1 (TTL)
5	TXD2 (232)	24	TX1 (TTL)
6	RA2 (AN2)	23	RA1 (AN1)
7	RA3 (TXD2) (AN3)	22	RA0 (AN0)
8	RA4 (RXD2)	21	OSC1
9	MCLR	20	OSC2
10	GND	19	VDD (5VOUT)
11	RB0	18	RB7
12	RB1	17	RB6
13	RB2	16	RB5
14	RB3	15	RB4

■ 回路の説明 ■ 回路図を参考にお読みください。

① CN1

外部に接続するコネクタです。28ピンICの形をしています。それぞれの機能はCN1接続表をごらんください。

② 16C711

16F0711は全ピンがCN1に接続されています。OSC1, OSC2, MCLRは基板内で各部品に接続されています。RA3, RA4はJ1, J2で232に接続出来るようになっていました。接続せずにそのまま通常のI/Oとして、使用する事もできます。RA0-2, RB0-7はそのままCN1に接続されています。

③ 電源

電源はCN1-3がV-IN, CN1-28がGNDです。電源電圧入力は5~12Vです。レギュレータS81350は自己のドロップが0.03Vと小さい為システム全体が5Vの場合でも、そのままV-INに5Vを入力して動作します。

④ 発振子

20MHzセラミックロックがついています。コンデンサ内蔵ですので、このままで20MHz動作します。

⑤ RS232

RS232は送信2CH、受信2CH分あります。1CH分はJ1, J2で16C711のRA3, RA4に接続できるようになっています。他の1CH分は入出力とも、CN1に出ていますので必要にあわせて、接続してください。

⑥ リセット

MCLRピンが抵抗でプルアップされ、電源リセットが働くようになっています。外部にリセット回路を接続することもできます。

■ PIC16C711の書き込み ■

16C711はワンタイム版ですので、キット付属の16C711は何も書かれていない状態(新品)です。サンプルプログラム等を参考にプログラムを作り、AKIプログラマキット等で書き込んでからご使用ください。

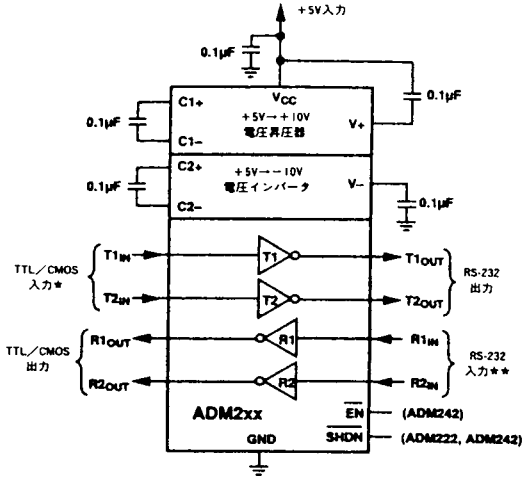


ANALOG DEVICES

ADM232AAN

高速、+5V、0.1 μ F
CMOS RS-232ドライバ/レシーバ

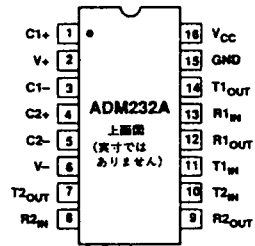
機能ブロック図



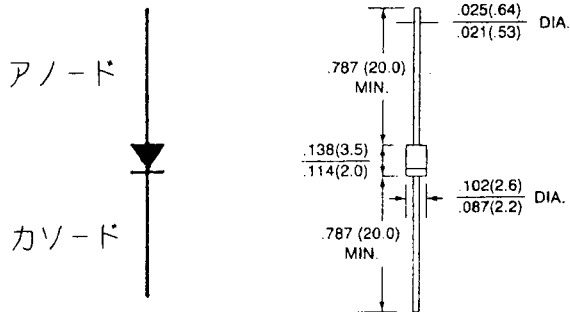
*各TTL/CMOS入力上に400k Ω のプルアップ抵抗を内蔵
 **各RS-232入力上に5k Ω のプルダウン抵抗を内蔵

特長

- 200kB/秒の転送レート
- 小容量 (0.1 μ F) 値のチャージ・ポンプ用コンデンサ
- +5V単一電源動作
- EIA-232-EおよびV.28規格に適合
- 2個のドライバと2個のレシーバ
- DC-DCコンバータを内蔵
- +5V電源で \pm 9Vの出力振幅
- \pm 30Vのレシーバ入力レベル
- MAX222/MAX232A/MAX242とピン・コンパチブル

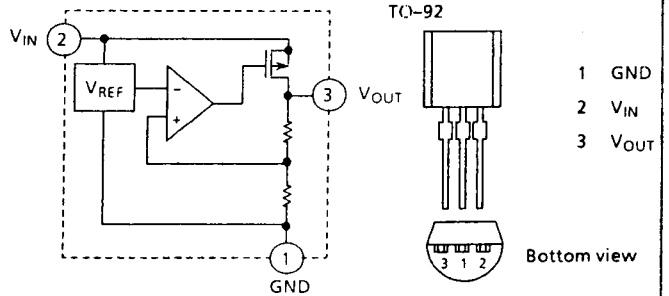


1S10 ショットキーダイオード
VOLTAGE 100 Volts
CURRENT - 1.0 Ampere



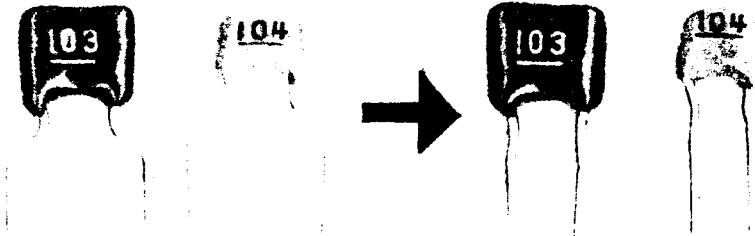
高精度ボルテージレギュレータ S81350HG

入出力電圧差が小さい
 S-81350HG: 0.12 V typ. $I_{OUT} = 40$ mA



積層セラミックコンデンサ
 0.1 μ F (表示104)
 0.01 μ F (表示103)

あらかじめリードを真っすぐ
 にのばし、2.5mmピッチ
 になるようにする。



AKI-PI-Cユニバーサルボードキット 製作技術マニュアル

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にてお願いいたします。
 電話、ファックス、E-mailでのお問い合わせは受け付けておりません。
 当社ホームページに新製品情報、バージョンアップ情報等が掲載されることが
 ございます。ぜひご覧ください。(URL) <http://www.tomakomai.or.jp/akizuki>
 ☎158-0095 東京都世田谷区瀬田5-35-6 秋月電子通商

●PICプログラマキット用ですのでキット付属のP.A. EXEでアセンブルしてください。

■サンプルプログラム1 ADコンバータ■

ANO (基板CN1-22)をAD入力とし、入力したアナログデータをRB (基板CN1-11~18)に8ビットで出力します。ADコンバータのリファレンス電圧はVDD設定されています。

```

; PIC16C711 ADコンバータサンプルプログラム
; by M.Ochiai

.include 16c71x.h

.16c711

.osc hs
.wdt off
.pwrt on
.protect off

org 0
goto start

org 0ch
cn ds 1 ; waitカウンタ用レジスタ

start
mov lra, #1111b ; RAポートを入力に!
clr rb ; RB初期値=0
mov lrb, #00000000b ; RBポートを出力に!

bsf rp0
mov adcon1, #10b ; RA1, 0をアナログ入力
; RA2, 3をデジタル入力
; Vref = Vddに設定

bcf rp0

main
mov adcon0, #10000001b ; Fosc/32, Ch0, ADON

bsf go ; AD変換開始!
; AD変換開始は必ずbsf命令
; を使って行ってください。
ad_wait
blfsc done ; AD変換終了を待つ
goto ad_wait ; ループ

mov rb, adres ; AD変換データ(8ビット)を
; RBポートに直接出力

call wait ; ちょっと待つ
goto main ; はじめから
; -----ウエイトサブルーチン-----
wait
clr cn ; 約800ステップ待ちます
djnz cn, $ ; これは、次のAD変換の
; 為のサンプル時間です。

ret

```

■サンプルプログラム2 RS232C送受信■

パソコンのRS232Cから1バイトデータを受信し、その内容をBポートに出力し、同じ内容をRS232Cに送信します。

①通信フォーマット

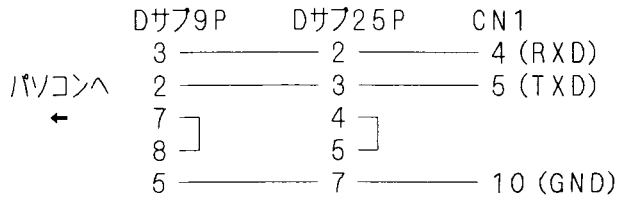
9600bps・8ビット・ストップビット1

パリティ無し・フロー制御無し

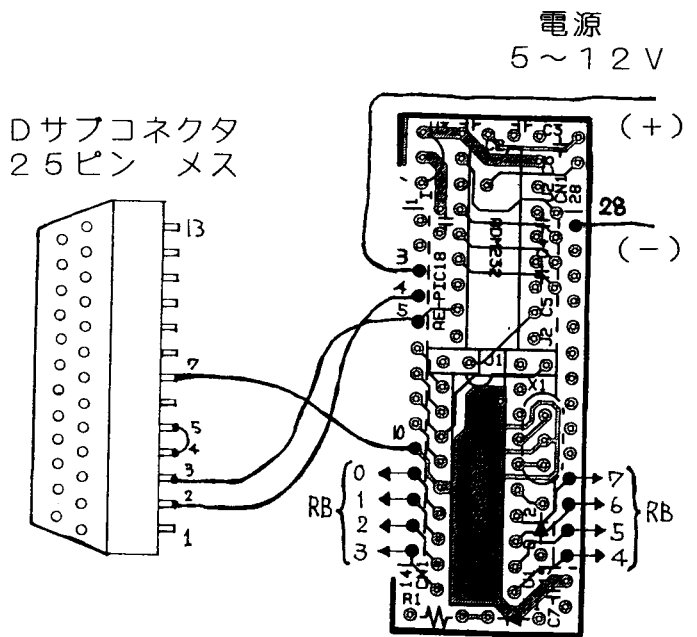
②パソコンとの接続

パソコンとの接続は一般の通信ソフト(WTERM等)やWINDOWSのハイパーターミナルがご使用になれます。

パソコンとDサブコネクタ間は9P又は25Pのストレートケーブルで接続してください。



★接続図



③動作

パソコンから1バイト(例'1')を送信するとBポート00110001(31H)を出力し、パソコンに同じ文字('1')を返します。

フロー制御無しで1バイトずつ受信送信しますので、連続したデータを取ることはいけません。1バイトずつパソコンから送信してください。

;RS232C送受信サンプルプログラム

;AK1-PIC18基板用

;For PIC16C711

;送信・受信フォーマット:

;9600bps, 8ビット, 1ストップビット

;パリティ無し, フロー制御なし

;送信時:

;chに送信データをセットして

;transmitをcallしてください。

;受信時:

;receiveをcallしてください。

;データが受信できるまでこのルーチンから戻ってきません。

;受信したデータはchに格納されます。

;フロー制御はありません。又、受信割り込み等ありません。

;場合によっては、データの取りこぼしが発生することがあります。

;通信ボーレートはblimeの値を変えることで変更できます。

;又、動作周波数でも異なります。

blime = { (動作周波数 (Hz) ÷ 転送スピード (bps) ÷ 4) - 10 } ÷ 3

blimeは四捨五入してください。動作周波数にもよりますが、

あまり高速すると、ビット時間の誤差が大きくなり、

エラーの原因になります

このプログラムでは、受信したデータをBポートに出力し、その後

同じデータをRS232に送信します。

フロー制御を行っていないので、1バイトづつしか、受信できません。

include 16C71x.h

. 16C711

. osc hs
. wdt off
. pwrt off
. protect off

btime equ 170 ; 9600bps @20MHz

txd equ ra.3

rxid equ ra.4

led equ rb

org 0ch ; 送信受信データ(8ビット)

rs ds 1 ; ウェイト時間調整用

cn ds 1 ; ビット数

org 0

goto start

org 4

start mov !ra, #10111b ; RA.3を出力ポートへ

; RA.4を出力ポートへ

mov !rb, #00000000b ; RBを出力ポートへ

endless

call receive ; 1バイト受信 (ch=受信データ)

mov led, ch ; 受信データをBポートに出力する

call transmit ; その受信したデータを送信する

goto endless

RS232C送信サブルーチン

transmit bcf txd

mov rs, #blime

trans10 djnz rs, trans10

mov cn, #8

nop

transmit0 rrf ch

nop

movb txd, c ; データ出力 (LSBから)

mov rs, #blime

trans11 djnz rs, trans11

djnz cn, transmit0

nop

nop

nop

nop

nop

nop

bsf txd

mov rs, #blime

trans12 djnz rs, trans12 ; STOPビット分ウエイト

ret

RS232C受信サブルーチン

receive

btfsc rxd

goto receive ; STARTビットがくるまで待つ

mov rs, #btime/2 ; 1/2ビット分待つ

recv10 djnz rs, recv10

mov cn, #8

nop

recv0 mov rs, #btime

recv11 djnz rs, recv11

nop

movb c, rxd ; データ入力

rrf ch

djnz cn, recv0

ret

13.0 アナログ・デジタル変換器 (A/D) モジュール

演習デバイス							
710	71	711	72	73	73A	74	74A

A/Dアナログ・デジタル(A/D)変換器モジュールは、PIC16C710/711には14個のA/D入力、PIC16C72/73/73Aには5個、PIC16C74/74Aには8個あります。

A/Dは、アナログ入力電圧を対応する8ビットのデジタルに変換することができます(A/D変換器の使い方は、アプリケーションノートANS416を参照)。サンプルホールドの出力は変換器への入力であり、それは漸近法によって数値を発生します。アナログの基準電圧は、デバイスの正電源電圧(VDD)かRA3/AN3/VREFの電圧レベルのどちらかのソフトウェアが選択可能です。A/D変換器にはデバイスがSLEEPモードの間にも動作できるといった特徴があります。

A/Dモジュールには次のような3個のレジスタがあります。

- A/D結果レジスタ(ADRES)
- A/D制御レジスタ0(ADCON0)
- A/D制御レジスタ1(ADCON1)

図13-1と13-2に示すように、ADCON0レジスタはA/Dモジュールの動作を制御します。ADCON1レジスタは、図13-3と13-4に示すように、ポートピンの機能を設定します。ポートピンはアナログ入力(RA3)は基準電圧ともなえます。またはデジタルI/Oとして設定することもできます。

図13-1: ADCON0レジスタ PIC16C710/711/711(アドレス08h)

R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	ADIF	ADON				

bit7

bit 7-6: ADCS1:ADCS0: A/D変換クロック選択ビット

- 00 = Fosc/2
- 01 = Fosc/8
- 10 = Fosc/32
- 11 = Frc (RC発振器から出たクロック)

bit 5: 未使用: '0' としてリード。

bit 4-3: CHS2:CHS0: アナログ・チャンネル選択ビット

- 00 = チャンネル0 (RA0/AN0)
- 01 = チャンネル1 (RA1/AN1)
- 10 = チャンネル2 (RA2/AN2)
- 11 = チャンネル3 (RA3/AN3)

bit 2: GO/DONE: A/D変換ステータスビット

ADON=1の場合

- 1=A/D変換進行中 (このビットをセットすると A/D変換が開始)。
- 0=A/D変換は進行していない(A/D変換が完了すると、このビットは自動的にハードウェアによりクリアされる)。

bit 1: ADIF: A/D変換完了通知フラグビット

- 1=変換は完了(ソフトウェアでのクリアが必要)。
- 0=変換は完了していない。

bit 0: ADON: A/Dオンビット

- 1=A/Dコンバータモジュールが動作中。
- 0=A/Dコンバータモジュールがシャットオフされる動作中の電流を消費しない。

注1: ADCON0のビット5はPIC16C710だけの汎用R/Wビット。PIC16C710/711についてはこのビットは未使用で、'0' としてリード。

R = 読み込み可能なビット
W = 書き込み可能なビット
U = 未使用のビット、
'0' としてリード
- n = PORリセットでの値

13.1 A/D サンプルングリクエスト

演習デバイス							
710	71	711	72	73	73A	74	74A

A/D変換器の設定された精度を満たすためには、チャージ保持キャパシタ(C_{CHOLD})により入力チャンネル電圧レベルに完全に充電することができなければなりません。図13-7にアナログ入力モデルを示します。サンプルングインピーダンス(R_S)と内部サンプルングスイッチインピーダンス(R_{SS})は直接キャパシタC_{CHOLD}を充電するために必要な時間に影響します。図13-7に示すように、サンプルングスイッチインピーダンス(R_{SS})はデバイス電圧(V_{DD})で変わります。アナログ電源のインピーダンスは10kΩ以内をお勧めします。アナログ入力チャンネルを選択した(変化した)後、このサンプルングは変換が開始する前に終わらなければなりません。

最小のサンプルング時間を計算するためには、方程式13-1を使用します。この方程式は1/2LSbエラーが使われると仮定しています(A/Dに同じ512ステップ)。1/2LSbエラーは、設定された分解能を満たすためにA/Dに許されている最大エラーです。

方程式 13-1: A/Dの最小充電時間

$$t_{hold} = (V_{ref} - (V_{ref}/512)) \times (1 - e^{-(R_{SS} + R_S) / C_{CHOLD}}) \times (1 + \frac{R_{SS}}{R_S})$$

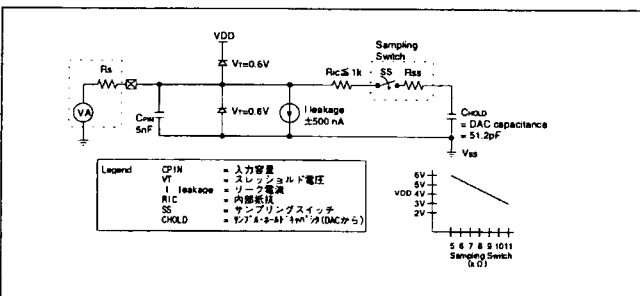
または

$$t_c = (51.2 \text{ pF}) / (1 \text{ k}\Omega + R_{SS} + R_S) \ln(1/511)$$

図13-1は必要とされる最小のサンプルング時間T_{CHOLD}の計算を示しています。この計算は次のようなシステムの仮定に基づいています。

- R_S = 10 kΩ
- 1/2LSb error
- V_{DD} = 5V → R_{SS} = 7 kΩ
- Temp (system max.) = 50°C
- t_{hold} = 0 @ t = 0

図13-7: アナログ入力モデル



- Legend
- CPH = 入力容量
 - VT = スレショルド電圧
 - I_{leakage} = リーク電流
 - RIC = 内部抵抗
 - SS = サンプルングスイッチ
 - CHOLD = RA3-4-8の1mF(DACから)

ADRESレジスタはA/D変換の結果を含んでいます。A/D変換が完了すると、結果はADRESレジスタにロードされ、GO/DONEビット(ADCON0<2>)がクリアされ、A/D制御フラグビットADIFがセットされます。A/Dモジュールのブロック図を図13-5に示します。

A/Dモジュールが必要により設定された後、選択されたチャンネルは変換が始まる前にサンプルングする必要があります。アナログ入力チャンネルは、対応するTRISビットを入力として選択する必要があります。サンプル時間を決めるためには、13-1章を参照してください。このサンプル時間が経過した後、A/D変換を開始することができます。A/D変換は次のように進みます。

- A/Dモジュールを設定する。
 - アナログピン/電圧基準/デジタルI/O(ADCON1)を設定
 - A/D入力チャンネルを選択(ADCON0)
 - A/D変換クロックを選択(ADCON0)
 - A/Dモジュールをオン(ADCON0)
- A/D制御ビットを設定する(必要の場合)。
 - ADIFビットをクリア
 - ADIFビットをセット
 - ADIFビットをセット
 - GIEビットをセット
- 必要とされるサンプルング時間を待つ。
- 変換を開始する。
 - GO/DONEビットをセット(ADCON0)
 - GO/DONEビットがクリアされるまでポーリングまたは
 - A/D制御ビットを待つ
- A/D結果レジスタ(ADRES)を読み込み、必要ならビットADIFをクリアする。
- 次の変換のために、ステップ1または2に戻ることが必要。ビットごとのA/D変換時間はT_{AD}として定義される。2T_{AD}の最少のウェイト時間が、次のサンプルングが始まる前に要求されます。

図13-5: A/Dブロック図 PIC16C710/711/711

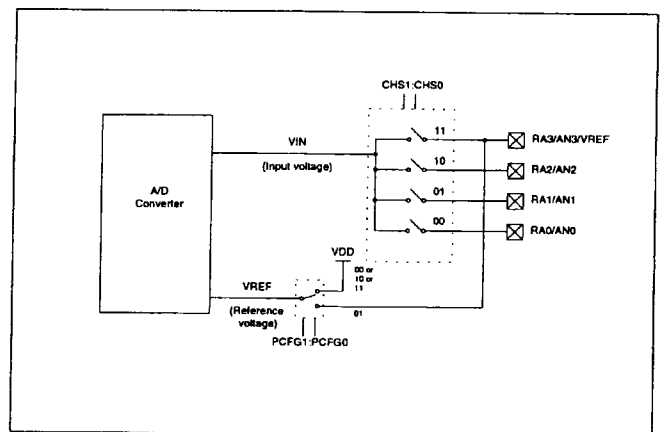


図13-3: ADCON1レジスタ PIC16C710/711/711(アドレス88h)

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
PCFG1	PCFG0	RA1 & RA0	RA2	RA3	VREF	PCFG1	PCFG0

bit7

bit 7-2: 未使用: '0' としてリード

bit 1-0: PCFG1:PCFG0: A/Dポート設定制御ビット

PCFG1:PCFG0	RA1 & RA0	RA2	RA3	VREF
00	A	A	A	V _{DD}
01	A	A	VREF	RA3
10	A	D	D	V _{DD}
11	D	D	D	V _{DD}

A = アナログ入力
D = デジタルI/O

R = 読み込み可能なビット
W = 書き込み可能なビット
U = 未使用のビット、
'0' としてリード
- n = PORリセットでの値

13.2 A/D 変換クロックの選択

演習デバイス							
710	71	711	72	73	73A	74	74A

ビットごとのA/D変換時間はT_{AD}として定義されています。A/D変換は8ビット変換につき9.5T_{AD}必要です。A/D変換クロック・ソースはソフトウェアで選択されます。T_{AD}は次のような4個のオプションが使用できます。

- 2Tosc
- 32Tosc
- 内蔵RCオシレータ

正しいA/D変換のためには、次のような最小のT_{AD}時間を確実にするためにA/D変換クロック(T_{AD})を選択する必要があります。

PIC16C711には2.0μs:

その他のPIC16C710/711には1.6μs:

表13-1と13-2に、デバイスの動作中の周波数と選択されたA/Dクロックから求めたT_{AD}時間を示します。

13.3 アナログポートピンの設定

演習デバイス							
710	71	711	72	73	73A	74	74A

ADCON1、TRISA、TRISEレジスタはA/Dポートピンの動作を制御します。アナログ入力として要求されるポートピンは、対応するTRISビットをセット(入力)しなければなりません。TRISビットがクリア(出力)されると、デジタル出力レベル(V_{OH}またはV_{OL})は変換されます。

A/D動作はCHS2:CHS0ビットとTRISビットの状態から独立しています。

注意1: ポートレジスタを読み込む時、アナログ入力チャンネルとして設定されたすべてのピンは、クリアされたものとして読み込まれます(Lowレベル)。デジタル入力として設定されたピンは、アナログ入力に変換されます。

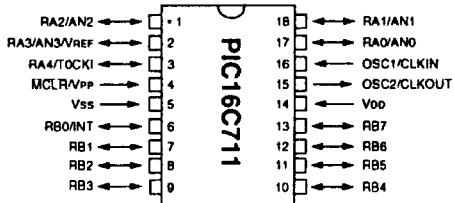
注意2: デジタル入力として設定されたピン(AN7:AN0ピンを含む)のアナログレベルにより、入力バッファがデバイスの仕様をこえた電流を消費することがあります。

表13-2: T_{AD}対デバイスの動作中の周波数 PIC16C710/711/72/73/73A/74/74A

AD Clock Source (TAD)	Operation	Device Frequency	20 MHz	5 MHz	1.25 MHz	333.33 kHz
2Tosc	ADCS1:ADCS0	00	100 ns (2)	400 ns (2)	1.6 us	6 us
	Tosc	01	400 ns (2)	1.6 us	6.4 us	24 us (3)
32Tosc	ADCS1:ADCS0	10	1.6 us	6.4 us	25.6 us (3)	96 us (3)
	RC ⁽¹⁾	11	2 ~ 6 us (1,4)	2 ~ 6 us (1,4)	2 ~ 6 us (1,4)	2 ~ 6 us (1)

- RC電源には4usの基準的なT_{AD}時間があります。
- これらの値は必要とされる最小のT_{AD}時間を違反します。
- 変換時間をより速くするためには、別のクロック・ソースを選ぶことをお勧めします。
- 1MHz以上のデバイス周波数で、RCモードは変換精度は規定外です。
- 拡張電圧仕様のデバイスについては、電気的仕様を参照。

PDIP, SOIC, Windowed CERDIP



13.4 A/D変換

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

注意: GO/DONEビットはA/Dをオンする同じ命令でセットしてはいけません。

例13-2と13-3に、A/D変換の実行方法を示します。RAピンはアナログ入力として設定されます。アナログ基準 (Vref) は、デバイス内部のVrefまたはA/D割込みがインテグレーションのA/D変換クロックはFRCです。その変換はRA0チャンネル上で実行されます。

変換中にGO/DONEビットをクリアすると電流変換を打ち切ります。ADRESレジスタは部分的に完了したA/D変換のサンプルではアップデートされません。すなわちADRESレジスタは最後に完了した変換の値を持ち続けます(またはADRESレジスタに書き込まれた最後の値)。A/D変換が打ち切られた後、次のサンプリングが開始する前に2Tadウェイトが必要です。この2Tadウェイトの後、サンプリングは選ばれたチャンネルで自動的に始動します。

例13-2: A/D変換の実行(PIC16C710/71/711)

```

BSF  STATUS,RPO      ; Select Page 1
CLRf  ADCON0        ; Configure A/D inputs
BSF  STATUS,RPO      ; Select Page 0
MOVLW 0x01         ; RC Clock, A/D is on, Channel 0 is selected
MOVWF ADCON0
BSF  INTCON,ADIE     ; Enable A/D Interrupt
BSF  INTCON,CIE      ; Enable all interrupts
;
; Ensure that the required sampling time for the selected input channel has elapsed.
; Then the conversion may be started.
;
BSF  ADCON0,GO       ; Start A/D Conversion
; The ADIF bit will be set and the GO/DONE bit
; is cleared upon completion of the A/D Conversion.
    
```

13.4.1 より速い変換—低分解能とのトレードオフ

すべての応用に8ビットの分解能の結果が必要とは限りませんが、代わりにより速い変換時間を要求することができます。A/Dモジュールは、変換スピードと分解能を交換することができます。要求された分解能は関係なくサンプリング時間は同じです。変換をスピードアップするために、A/Dモジュールのクロックソースは、Tad時間が指定された最小の時間を追及するように変更することができます(応用可能な電気仕様の参照)。Tad時間が規定された最小の時間を妨げると、次のようにすべてのA/D結果ビットが有効ではなくなります(電気仕様の参照)。A/D変換のタイミング参照)。クロックソースは、3個のオシレータのバージョンの間で交換されるだけで(RCからまたはRCへは交換不可能)、オシレータを変換される前に時間を決めるための方程式は次の通りです。

Tadはデバイスオシレータに基づいているので、A/Dオシレータを変更する時いくつかの方法があります(タイマ、ソフトウェアアルプなど)。例13-4に4ビットの分解能の変換と、8ビットの分解能の変換に必要な時間の比較を示します。その例は20MHzと16MHzで動作しているデバイスに適用するもので(A/Dクロックは32Toscでプログラムされたと仮定しています)。

2Toscは最小のTad時間を違反するので、最後の4ビットは正しい値に変換しません。

$$\text{変換時間} = 2Tad + N \cdot Tad + (8 - N) \cdot (2Tosc)$$

ただし: N = 要求分解能のビット数

例13-4: 4ビット対8ビットの変換時間

Tad	Freq. (MHz) ¹⁾	分解能	
		4-bit	8-bit
Tad	20	1.6 μs	1.6 μs
	16	2.0 μs	2.0 μs
Tosc	20	50 ns	50 ns
	16	62.5 ns	62.5 ns
2Tad + N · Tad + (8 - N) · (2Tosc)	20	10 μs	16 μs
	16	12.5 μs	20 μs

注1: PIC16C71の最小Tad時間は2.0 μsです。その他のPIC16C7Xデバイスの最小Tad時間には1.6 μsです。

表13-3: A/Dレジスタのまとめ PIC16C710/71/711

アドレス	名称	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	FOR BOR での値	その他のリセットでの値
08h/28h	INTCON	GIE	ADIE	T0IE	INT0E	RBIF	T0IF	INTF	RBIF	0000 000h	0000 000h
69h	ADRES	A/D Result Register								xxxx xxxx	xxxx xxxx
08h	ADCON0	ADCS1	ADCS0		CHS1	CHS0	GO/DONE	ADIF	ADON	00-0 0000	00-0 0000
88h	ADCON1							PCFG1	PCFG0	—00 —00	—00 —00
05h	PORTA					RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	—x 0000 —x 0000
05h	TRISA					TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	—1 1111 —1 1111

凡例: x=未知、u=変化なし、- =未使用、0 =としてリード。網掛け部分はA/D変換には使われません。

13.5 SLEEP中のA/D動作

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

A/DモジュールはSLEEPモード中に動作することができます。これはA/DクロックソースをRC(ADCS1:ADCS0=11)にセットすることが要求されます。RCクロックソースが選ばれると、A/Dモジュールは変換を始める前に1つ分のサイクルを待ちます。これによりSLEEP命令が実行されるのを確認し、変換からすべてのデジタルスイッチングノイズを消します。変換が完了すると、GO/DONEビットがクリアされ、その結果がADRESレジスタにロードされます。A/D割込みがインテグレーションと、デバイスはSLEEPからウェイクします。A/D割込みがインテグレーションの場合、ADONビットはセットされたままですが、A/Dモジュールはオフになります。

A/Dクロックソースが別のクロックオプション(RCでない)の時は、ADONビットはセットされたままですが、SLEEP命令により現在の変換が打ち切れ、A/Dモジュールがオフになります。

A/Dのオフは、A/Dモジュールを最も低い電流消費状態にすることで。

注意: A/DモジュールがSLEEPで動作するためには、A/DクロックソースがRC(ADCS1:ADCS0=11)にセットする必要があります。SLEEPでA/D変換を実行するには、GO/DONEビットがセットされSLEEP命令を続けなければならないようになります。

13.6 A/Dの精度/エラー

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

A/Dの総精度はVref=5V±10%とアナログのVref-Vrefに対して±1LSb以下です。この総精度は、オフセットエラー、ゲインエラー、積分エラーを含みます。A/D変換はモルトクロックであることが保証されています。分解能と精度は、アナログ基準(Vref)が5.0V以下か、アナログ基準(Vref)がVref以下のどちらかの時に少なくなります。

ピンの最大入電圧は±5.5Vです。

デバイス周波数が低いシステムでは、デバイスオシレータからのA/D RCクロックの同期を選択した方が良いです。高い周波数では、Tadはデバイスオシレータから引き出さなければなりません。Tadは最小を妨げることなく、選ばれた動作に対して±8μsである必要があります。これは、TadがToscから出ている時、チップ上のクロックの位相からずれているためです。これは広範囲にデジタルスイッチングノイズの影響を減らします。これはRCからのクロックでは不可能です。デジタルスイッチングノイズによる精度の損失は、多くのI/Oピンが動作中に大きくなります。

デバイスがA/D変換の始動後SLEEPモードに入るシステムでは、RCクロックソースの選択が必要です。このモードではSLEEP中のモジュールからのデジタルノイズは停止します。この方法により高精度となります。

13.7 RESETの影響

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

デバイスのリセットにより、すべてのレジスタがリセット状態になります。これによりA/Dモジュールはオフになり、どんな変換も打ち切られます。ADRESレジスタにある値はパワーオンリセットに際しては変更されません。ADRESレジスタはパワーオンリセット後の不明のデータを含みます。

13.8 CCPトリガの使用

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

注意: PIC16C72において、「スペシャルイベントトリガ」はCCP1モジュールに組み込まれています。

A/D変換はCCP2モジュールの「スペシャルイベントトリガ」により始動することができます(PIC16C72のみCCP1)。これはCCP2M0:CCP2M1ビット(CCP2CON3:4)が0111としてプログラムされ、A/Dモジュールがインテグレーション(ADONビットをセット)が必要となります。トリガが起るとA/D変換を始動しGO/DONEビットがセットされ、タイマ1カウンタはゼロにリセットされます。タイマ1はA/Dのサンプリング期間に、最小期間のソフトウェアのオーバヘッド(ADRESから他のレジスタへのデータ移動)を含めた時間自動的リセットを繰り返します。「スペシャルイベントトリガ」がGO/DONEビットをセットする前に(変換を始動)、適切なアナログ入力チャンネルが選択され、最小のサンプリングが行われる必要があります。

A/Dモジュールがインテグレーション(ADON)がクリアされない場合、「スペシャルイベントトリガ」はA/Dモジュールにより無視されますが、それでもタイマ1カウンタをリセットします。

13.9 接続の考慮

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

入力電圧がレール値(Vss=0.2VまたはVDD=5.2V)を超える場合、変換は保証範囲外となります。

注意: PIC16C710/71/711に関しては、OSC1ピンの隣がRA0ピンなので、A/D変換でのRA0ピンを使う時にはノイズに注意が必要です。

外部RCフィルタは時々入力信号のアンチエイリアシングのために付け加えられます。RCコンポーネントは、帯域幅インピーダンスが推奨値10kΩ以下となるような値を選択することを推奨します。アナログ入力ピン(ハイインピーダンス)に接続された外部のコンポーネント(キャパシタ、フェーダーイオードなど)は、ピンのもとで流れ電流が非常に低くなければなりません。

13.10 転送機能

通用デバイス	710	71	711	72	73	73A	74	74A
--------	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

A/D変換器の理想的な伝送関数は、次の通りです。最初の变化は、アナログ入力電圧(Vin)が1LSb(またはアナログVref / 256)の時に起こります(図13-8参照)。

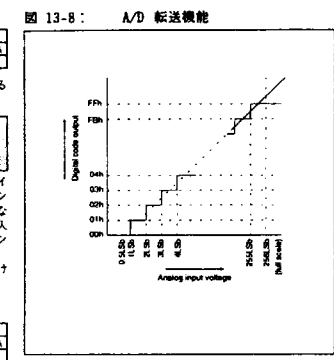


図 13-9: A/D 動作のフローチャート

