

目次

| | | |
|------------------|-------|--------|
| 1 . 概要 | ----- | PAGE1 |
| 2 . 仕様 | ----- | PAGE1 |
| 3 . 入出力の接続 | ----- | PAGE2 |
| 4 . LED 表示 | ----- | PAGE3 |
| 5 . 終端抵抗の処理 | ----- | PAGE3 |
| 6 . その他の注意事項 | ----- | PAGE4 |
| 7 . 通信の概要と基本仕様 | ----- | PAGE4 |
| 8 . 通信プロトコルの詳細 | ----- | PAGE6 |
| 9 . 通信制御例 | ----- | PAGE11 |
| 1 0 . プログラムの書き込み | ----- | PAGE14 |
| 1 1 . 部品リスト | ----- | PAGE15 |
| 1 2 . 別売品 | ----- | PAGE16 |
| 1 3 . 情報源 | ----- | PAGE16 |

1 . 概要

この P I C マイコン・ボードはアナログ入力、デジタル I-O、RS-485 インターフェースを備えており、ネットワーク化したロボット・システムや産業用自動機におけるセンシング・モジュールや I-O モジュールとしての利用に適しています。

2 . 仕様

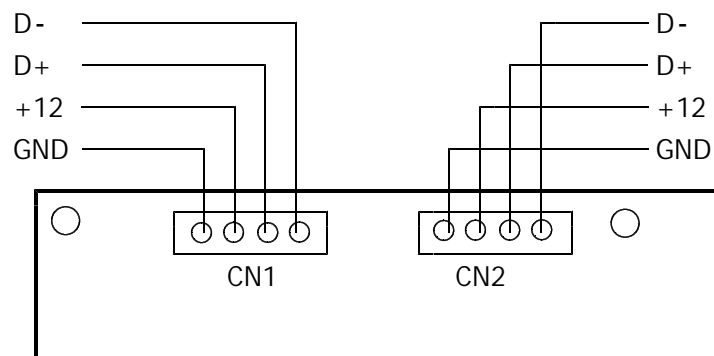
| 項目 | | 仕様 |
|-------------|---------|-----------------------------|
| アナログ入力 | 入力数 | 2 チャンネル(8 チャンネルまで増設可能.) |
| | A-D 分解能 | 1 0 b i t |
| | 入力感度 | 5 V / フルスケール |
| | 最大入力電圧 | ± 3 0 V d c |
| デジタル I-O | 入出力数 | 8 チャンネル |
| | 入力 | シュミット・トリガ |
| | 出力 | T T L |
| インターフェース | 通信規格 | RS-485 |
| | 通信条件 | データ長 8bit、パリティ 無し、ストップビット 1 |
| | 通信速度 | 9600bps ~ 1 M bps |
| 外部への供給電源 | | DC5V(200mA @ 電源電圧が 9V 以下の時) |
| 使用マイコン | | PIC16F877A (マイクロチップ) |
| 電源電圧 | | DC6 ~ 12V |
| 外形寸法 (mm) | | 約 30 × 50 |

3 . 入出力の接続

CN1,CN2 通信コネクタ (RS - 485)

| ピンNo. | 信号名 | 説明 |
|-------|------|--------------------|
| 1 | D- | RS - 485 通信線 (-) |
| 2 | D+ | RS - 485 通信線 (+) |
| 3 | +12V | ボードへの供給電源 |
| 4 | GND | グラウンド (回路アース) |

コネクタ型式 : ボード側 5267-04A-X(モレックス)
 ケーブル側 5264-04(モレックス)
 コンタクト 5263-PBTL(モレックス)



CN5 プログラム書込コネクタ

| ピンNo. | 信号名 | 説明 |
|-------|-----|---------------|
| 1 | Vpp | プログラミング電圧 |
| 2 | +5V | PIC への供給電源 |
| 3 | GND | グラウンド (回路アース) |
| 4 | PGD | プログラミング・データ |
| 5 | PGC | プログラミング・クロック |
| 6 | PGM | 低電圧プログラミング |

コネクタ型式 : ボード側 S6B-ZR-SM3A-TF (日圧)
 ケーブル側 ZHR-6(日圧)
 コンタクト SZH-002T-P0.5(日圧)

CN4 アナログ入力

| ボード上の端子 No. | 信号名 | PIC のポート | 説明 |
|-------------|-----|----------|-------------|
| 1 | +5V | | 回路電源 |
| 2 | AD0 | AN0(RA0) | アナログ入力(0) |
| 3 | GND | | グランド(回路アース) |
| 4 | +5V | | 回路電源 |
| 5 | AD1 | AN1(RA1) | アナログ入力(1) |
| 6 | GND | | グランド(回路アース) |
| 7 | AD2 | AN2(RA2) | アナログ入力(2) |
| 8 | AD3 | AN3(RA3) | アナログ入力(3) |
| 9 | GND | | グランド(回路アース) |
| 10 | AD4 | AN4(RA5) | アナログ入力(4) |
| 11 | AD5 | AN5(RE0) | アナログ入力(5) |
| 12 | GND | | グランド(回路アース) |
| 13 | AD6 | AN6(RE1) | アナログ入力(6) |
| 14 | AD7 | AN7(RE2) | アナログ入力(7) |

適合コネクタ : ボード側 B14B-PH-K-S(日圧)
 ケーブル側 PHR-14(日圧)
 コンタクト SPH-002T-P0.5S(日圧)

CN3 デジタル入力

| ボード上の端子 No. | 信号名 | PIC のポート | 説明 |
|-------------|------|----------|-------------|
| 15 | +5V | | 回路電源 |
| 16 | I-O0 | RD0 | デジタル I-O(0) |
| 17 | I-O1 | RD1 | デジタル I-O(1) |
| 18 | I-O2 | RD2 | デジタル I-O(2) |
| 19 | I-O3 | RD3 | デジタル I-O(3) |
| 20 | I-O4 | RD4 | デジタル I-O(4) |
| 21 | I-O5 | RD5 | デジタル I-O(5) |
| 22 | I-O6 | RD6 | デジタル I-O(6) |
| 23 | I-O7 | RD7 | デジタル I-O(7) |
| 24 | GND | | グランド(回路アース) |

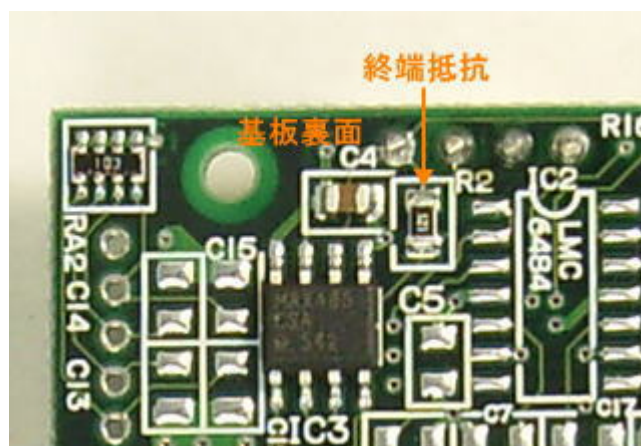
適合コネクタ : ボード側 B10B-PH-K-S(日圧)
 ケーブル側 PHR-10(日圧)
 コンタクト SPH-002T-P0.5S(日圧)

4 . L E D 表示

D 1 (アカ) : + 5 V 電源オンで点灯
 D 4 (ミドリ) : 応答処理中に点灯

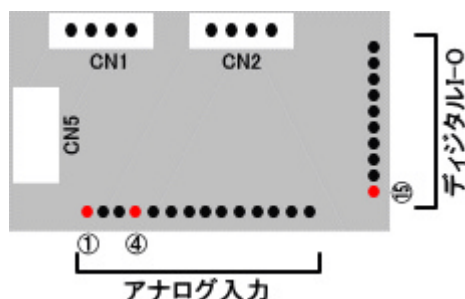
5．終端抵抗の処理

RS-485 の終端抵抗は TIR1-S/CQ をネットワークの最終端に配置する時のみ必要となります。TIR1-S/CQ の出荷時には終端抵抗 R2 (120) が実装されていますが不要な場合は取り外してください



6．その他の注意事項

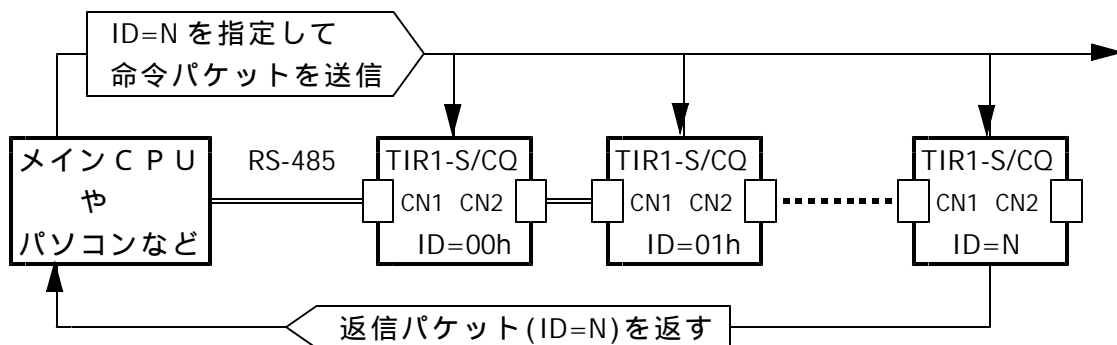
端子番号 1, 2, 3 から外部供給電圧 (+5V) が出力されています。この電圧が GND やセンサ出力とショートすると故障や破損の原因となりますので、結線作業においては十分注意してください。



7．通信の概要と基本仕様

TIR1-S/CQ 上の P I C マイコンには ROBOTIS 社のアクチュエータ制御用プロトコルに準拠した通信プログラムが書き込み済みとなっております。以下は通信の概要と基本仕様です。

ボードの接続とデータの流れ



但しブロードキャスティング ID (FEh) で命令パケットを送ると全ての TIR1-S/CQ はこの命令を受け付けるが返信パケットは返さない。

通信条件

| | |
|---------|-------------|
| 通信方式 | 調歩同期式シリアル通信 |
| データ長 | 8 ビット |
| ストップビット | 1 |
| パリティ | なし |

通信速度

下表は TIR1-S/CQ で実現できる主な通信速度の一覧と設定誤差です。

| パラメータ | 設定 bps | 目標 bps | 誤差 (%) |
|-------|-----------|-----------|--------|
| 1 | 1000000.0 | 1000000.0 | 0.000 |
| 3 | 500000.0 | 500000.0 | 0.000 |
| 7 | 250000.0 | 250000.0 | 0.000 |
| 9 | 200000.0 | 200000.0 | 0.000 |
| 34 | 58823.5 | 576000.0 | 2.124 |
| 51 | 38461.5 | 384000.0 | 0.160 |
| 103 | 19230.8 | 19200.0 | 0.160 |
| 207 | 9615.4 | 9600.0 | 0.160 |

通信速度は PIC マイコンに書き込むパラメータ値により決定します。下に式はその計算式です。

$$\text{設定 bps} = 1000000 / (A + 1)$$

$$\text{但し } A = (\text{パラメータ} - 1) / 2 \quad (\text{小数点以下切り捨て。})$$

通信速度は後述の命令パケットにより、Baud Rate レジスタにパラメータ値を書き込むことで変更することができます。

デフォルト値 (工場出荷時またはプログラムを書き込み後の値) は 250000bps となっています。

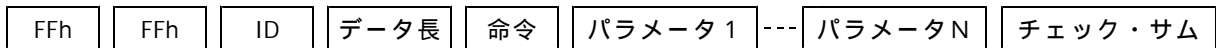
8 . 通信プロトコルの詳細

通信は TIR1-S/CQ に対する命令パケットと命令に対する返信パケットにより行われます。

例えば命令パケットでリードしたい相手の ID とレジスタのアドレスを指定して送ります。そしてその結果が返信パケットで返信されます。

命令パケットのデータ構成と各データの意味

命令パケットのデータ構成

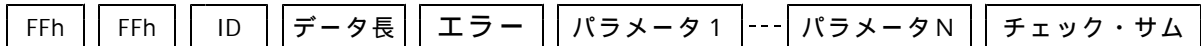


各データの意味

| データ | データの意味 |
|-------------|---|
| FFh FFh | パケットの始まりを意味するデータ。TIR1-S/CQ はこのデータを認識したらパケットの受信を開始する。 |
| ID | TIR1-S/CQ を個別に認識するための番号。00h から FDh までが付与される。 FEh はブロードキャスト ID といい、全ての TIR1-S/CQ に対して有効な ID である。よってこの ID で受けた命令に対しては返信パケットを返さない。 |
| データ長 | パケットの長さ情報である。この値はパラメータ数 (N) + 2 である。 |
| 命令 | TIR1-S/CQ が受ける命令。 |
| パラメータ 1 ~ N | 命令以外に追加情報が必要な場合に付加される。 |
| チェック・サム | パケットを受信した TIR1-S/CQ が全てのデータを正しく受信できたかを確認するための値。計算方法は以下。 $\text{チェック・サム} = \sim (\text{ID} + \text{データ長} + \text{命令} + \text{パラメータ 1} + \dots + \text{パラメータ N})$ 結果値が 255 より大きくなる場合は結果値の下位バイトがチェック・サムになる。 ~ は Not ビットの演算子 |

返信パケットのデータ構成と各データの意味

返信パケットのデータ構成



各データの意味

| データ | データの意味 |
|------------|--|
| FFh FFh | パケットの始まりを意味するデータ。TIR1-S/CQはこのデータをパケットの先頭に付加してパケット始まりを知らせる。 |
| ID | 自己のID。 |
| データ長 | パケットの長さ情報である。この値はパラメータ数(N) + 2である。 |
| エラー | 受信した命令パケットに不正値等があった場合、その状態を表す。各ビットの意味は下表を参照。 |
| パラメータ1 ~ N | 追加情報が必要な場合に付加する。 |
| チェック・サム | <p>パケットを受信したTIR1-S/CQが全てのデータを正しく受信できたかを確認するための値。計算方法は以下。</p> $\text{チェック・サム} = \sim (\text{ID} + \text{データ長} + \text{命令} + \text{パラメータ1} + \dots + \text{パラメータN})$ <p>結果値が255より大きくなる場合は結果値の下位バイトがチェック・サムになる。 \simはNotビットの演算子</p> |

下表は返信パケットに含まれるエラー・データの各ビットの意味です。

| ビット | エラーの名称 | エラーの内容 |
|------|--------------|--|
| Bit7 | 未使用 | |
| Bit6 | 命令エラー | 定義されていない命令が転送された場合に1になる。 |
| Bit5 | 未使用 | |
| Bit4 | チェック・サム・エラー | 命令パケットのチェック・サムが正しくない場合に1になる。 |
| Bit3 | 書き込みアドレス・エラー | WRITE-DATA 命令を実効中に書き込みアドレスが不正の場合1になる。 |
| Bit2 | A-D アドレス・エラー | A / Dレジスタの READ-DATA 命令を実効中に読み出しアドレスが不正の場合1になる。 |
| Bit1 | 読み出しデータ長エラー | READ-DATA 命令においてパラメータ2で指定する読み出しデータ長が不正の場合1になる。 |
| Bit0 | 先頭アドレス・エラー | WRITE-DATA・READ-DATA 命令においてパラメータ1で指定する先頭アドレスが不正の場合に1になる。 |

命令一覧

下表は命令とその機能の一覧です。

| 命令の名称 | 機能 | 値 | パラメータ数 |
|------------|---------------------------|-----|--------|
| PING | TIR1-S/CQ から返信パケットを返送させる。 | 01h | 0 |
| READ-DATA | レジスタの値を読む。 | 02h | 2 |
| WRITE-DATA | レジスタに値を書き込む。 | 03h | 2 ~ 5 |
| RESET | レジスタの値を初期値に戻す。 | 06h | 0 |

下表は各命令パケットのデータ構成です。

| 命令 | パケットのデータ構成 | 設定値 |
|------------|------------|---------------------------|
| PING | データ長 | 02h |
| | 命令 | 01h |
| | パラメータ | 無し |
| READ-DATA | データ長 | 04h |
| | 命令 | 02h |
| | パラメータ 1 | 読み出そうとするレジスタの先頭アドレス |
| | パラメータ 2 | 読み出そうとするデータの長さ |
| WRITE-DATA | データ長 | N+3 (書き込もうとするデータが N 個の場合) |
| | 命令 | 03h |
| | パラメータ 1 | データを書き込もうとするレジスタの先頭アドレス |
| | パラメータ 2 | 書き込む最初のデータ |
| | パラメータ 3 | 書き込む 2 番目のデータ |
| | パラメータ N+1 | 書き込む N 番目のデータ |
| RESET | データ長 | 02h |
| | 命令 | 06h |
| | パラメータ | 無し |

レジスタ一覧と各レジスタの機能

レジスタには EEPROM エリアと RAM エリアがあります。EEPROM エリアのレジスタに書き込まれたデータは電源を切っても消えません。但し繰り返し書き込み回数が100万回という制限があります。

下表はレジスタの一覧です。

| メモリ・エリア | アドレス | レジスタ名称 | アクセス | 初期値 | |
|---------|------|---------------------|-------|-----|--|
| EEPROM | 00h | Model Number (L) | RD | 00h | |
| | 01h | Model Number (H) | RD | A0h | |
| | 02h | Version of Firmware | RD | 01h | |
| | 03h | ID | RD/WR | 10h | |
| | 04h | Baud Rate | RD/WR | 07h | |
| | 05h | Return Delay Time | RD/WR | 0Ah | |
| | | | | | |
| | 40h | Digital I-O Set | RD/WR | FFh | |
| | 41h | Averaging Number | RD/WR | 01h | |
| | 42h | Sampling Interval | RD/WR | 00h | |
| | 43h | Channel Interval | RD/WR | 0Ah | |
| | | | | | |
| RAM | 50h | Digital I-O | RD/WR | 不定 | |
| | 51h | AD0 (L) | RD | 不定 | |
| | 52h | AD0 (H) | RD | 不定 | |
| | 53h | AD1 (L) | RD | 不定 | |
| | 54h | AD1 (H) | RD | 不定 | |
| | 55h | AD2 (L) | RD | 不定 | |
| | 56h | AD2 (H) | RD | 不定 | |
| | 57h | AD3 (L) | RD | 不定 | |
| | 58h | AD3 (H) | RD | 不定 | |
| | 59h | AD4 (L) | RD | 不定 | |
| | 5Ah | AD4 (H) | RD | 不定 | |
| | 5Bh | AD5 (L) | RD | 不定 | |
| | 5Ch | AD5 (H) | RD | 不定 | |
| | 5Dh | AD6 (L) | RD | 不定 | |
| | 5Eh | AD6 (H) | RD | 不定 | |
| | 5Fh | AD7 (L) | RD | 不定 | |
| | 60H | AD7 (H) | RD | 不定 | |

[アクセス] RD : 読み出しのみ
RD/WR : 読み出し及び書き込みが可能

下表は各レジスタの説明です。

| レジスタ名称 | レジスタの説明 |
|---------------------|--|
| Model Number(L),(H) | TIR1-S/CQ の製品番号。 TIR1-S/CQ は A000h である。 |
| Version of Firmware | マイコンに書き込まれているファームウェアのバージョン。 |
| ID | 個別の TIR1-S/CQ を識別するための固有番号。 設定範囲 00h ~ FDh (0 ~ 254) |
| Baud Rate | 通信速度 (b p s) のパラメータを設定する。 TIR1-S/CQ で実現可能な b p s は PEGE 5 を参照。 |
| Return Delay Time | 命令パケットを受けてから返信パケットを返送するまでの遅延時間。 設定値 1 ~ 255 ($\times 10 \mu \text{sec}$), (10 ~ 2550 μsec) |
| Digital I-O Set | 8 c h デジタル I-O の入出力方向を設定する。 論理「1」で入力、論理「0」で出力に設定される。 |
| Averaging Number | A-D 変換値の平均化回数を設定。 設定範囲 1 ~ 255 |
| Sampling Interval | A-D 変換周期の設定 設定値 1 ~ 255 ($\times 10 \mu \text{sec}$), (周期 10 ~ 2550 μsec) |
| Channel Interval | 複数チャンネルの A-D 変換を行う場合のチャンネル切替後のウェイト時間を設定。 設定値 1 ~ 255 ($\times 10 \mu \text{sec}$), (10 ~ 2550 μsec) |
| Digital I-O | 8 c h デジタル I-O への出力又は入力の読み取り。 論理「1」で H レベル、論理「0」で L レベル |
| ADn(L),(H) | A-D 変換値の下位 8 ビット(L)と上位 2 ビット(H)が読み出される。 このレジスタ読み取りの命令送信から応答返信までには Averaging Number ・ Sampling Interval 及び Channel Interval で決まる変換時間を要す。 |

その他の通信規約

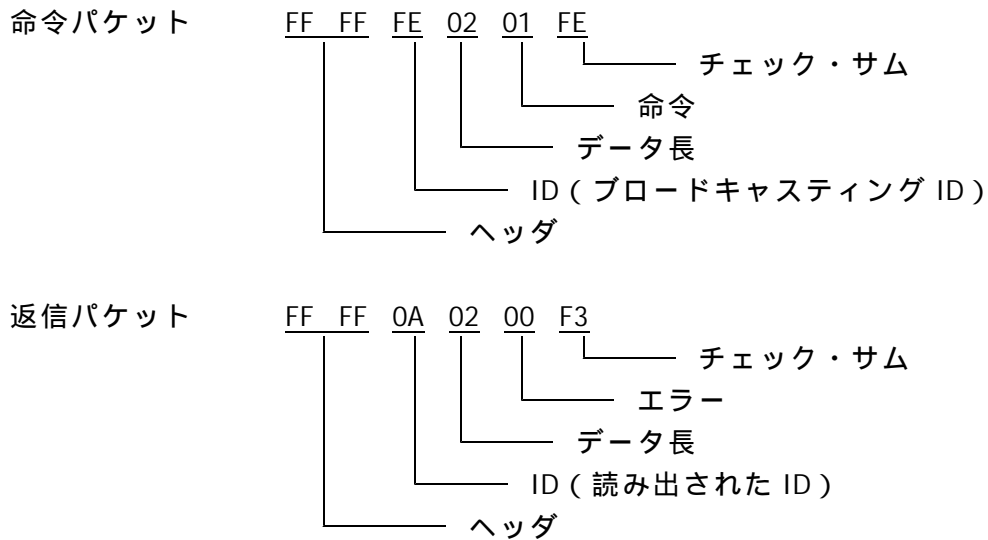
以下は通信を確立させるために設定してあるその他の通信条件です。

- ・ 通常 TIR1-S/CQ はブロードキャスト ID で受けた命令を実行するが返信は行わない。ただし PING 命令のみには返信を行う。
- ・ TIR1-S/CQ はブロードキャスト ID で受けた命令が無効な命令であればこれを無視する。
- ・ 上位 CPU などからのバイト間時間が 100msec を超える場合、TIR1-S/CQ は転送傷害が発生したとみなし、再びパケットのヘッダ (0xFF,0xFF) を待つ。

9 . 通信制御例

PING 命令の使用例

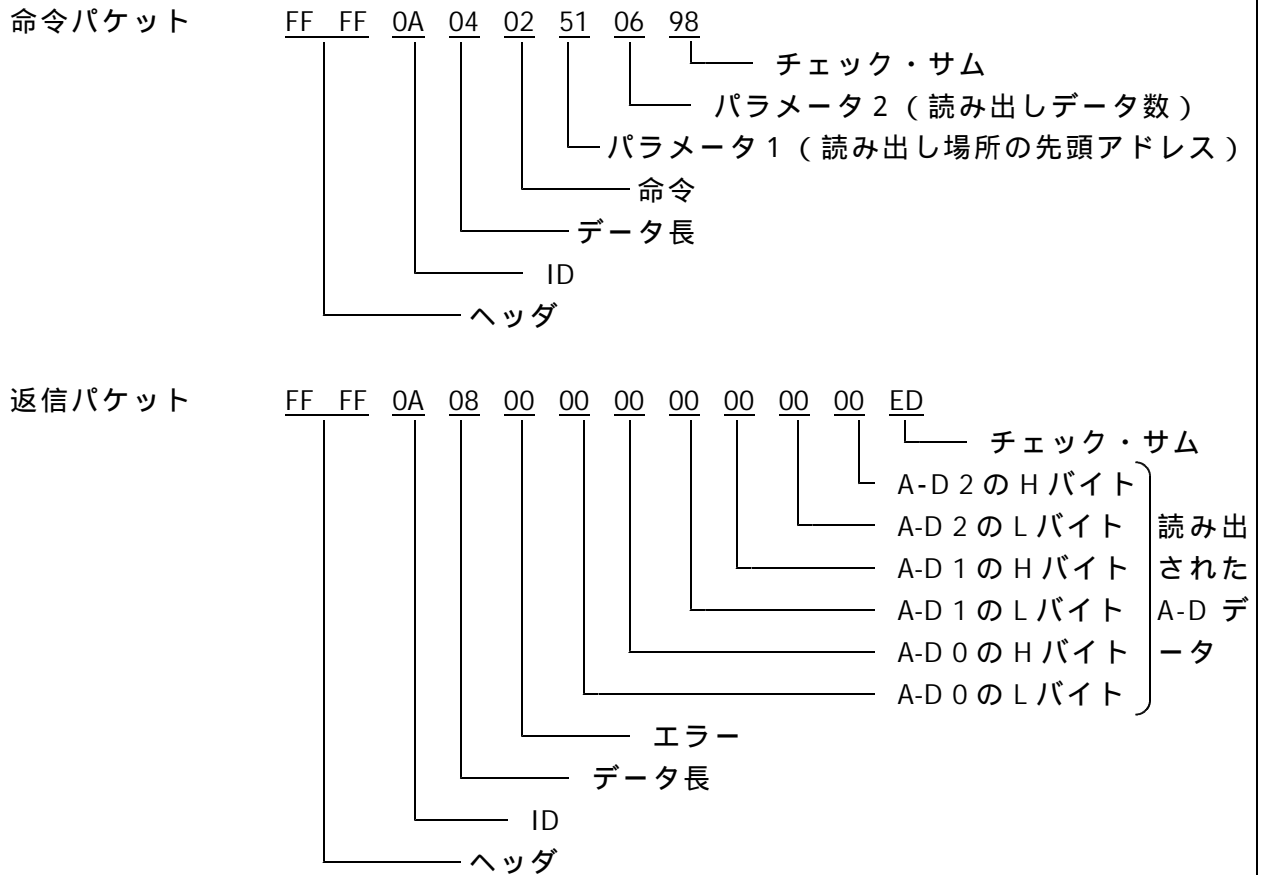
ID が不明な TIR1-S/CQ に対してブロードキャスト ID で PING 命令を送り ID を知る。



この例はブロード・キャスト ID での命令ですが PING 命令のみは返信を行います。
またこのような例は通常一対一の通信で行います。

READ-DATA 命令の使用例

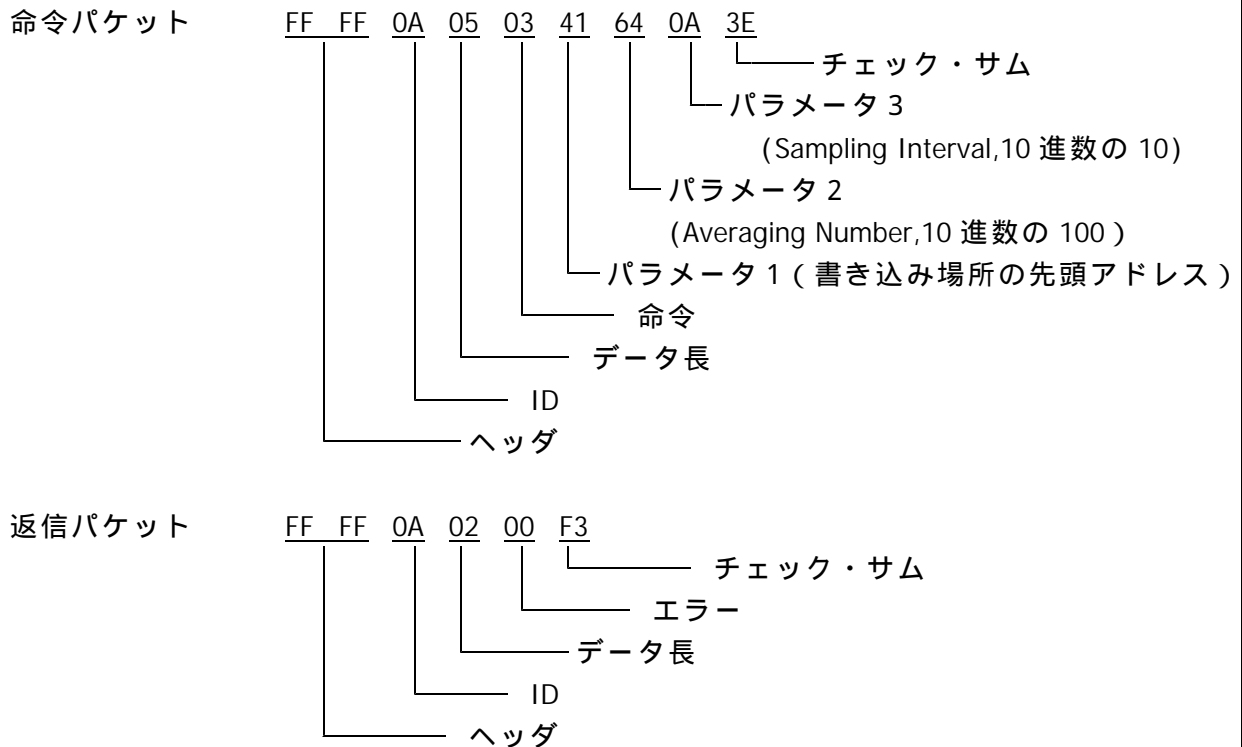
ID が 0Ah の TIR1-S/CQ の A-D 0 から A-D 2 まで 3 チャンネル分の A-D 値を読み出す。



この例のように連続したアドレスのレジスタ値は一回の命令で読み出すことができます。

WRITE-DATA 命令の使用例

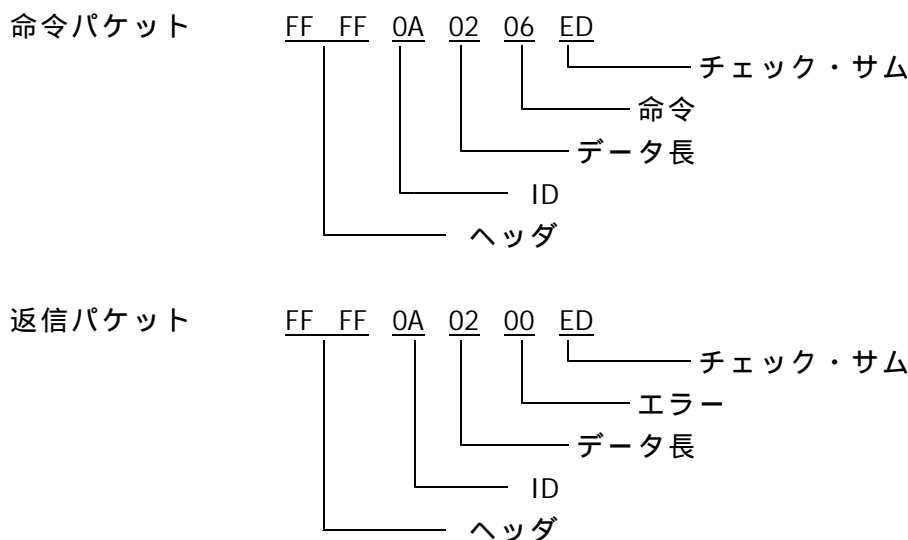
ID が 0Ah の TIR1-S/CQ に対し Averaging Number に 100 を、Sampling Interval に 10 を書き込む。



この例のように連続したアドレスのレジスタ値は一回の命令で書き込むことができます。

RESET 命令の使用例

ID が 0Ah の TIR1-S/CQ のレジスタを初期値に戻す。

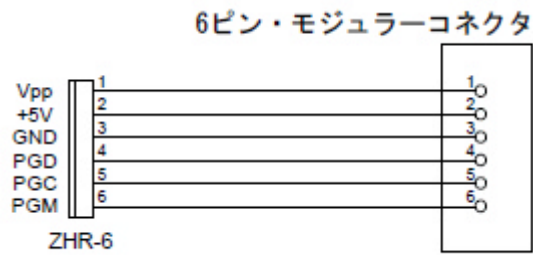


例にはありませんが指定したアドレスやデータ数が不正だった場合はエラー・データの相当するビットが立った状態で返信されます。

10. プログラムの書き込み

プログラムの書き込みは ICSP で行います。TIR1-S/CQ の CN5 が ICSP コネクタです。下記は ICD2 でプログラムを書き込む場合の例です。

書き込みケーブルの結線図



書き込みのようす



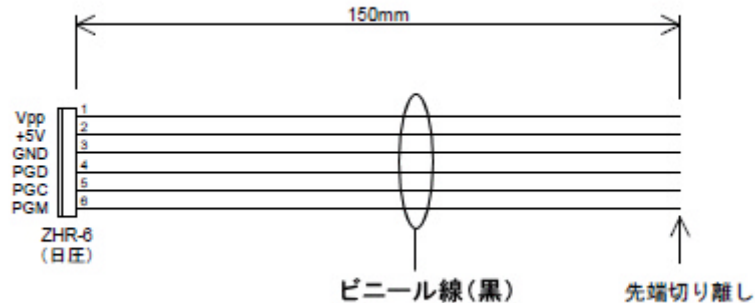
1 1 . 部品リスト

| 品名 | 型式 | メーカー | 部品番号 | 数量 |
|------------|---------------------|-----------|----------------------------|----|
| PIC マイコン | PIC16F877A-I/PT | マイクロチップ | IC4 | 1 |
| 3 端子レギュレータ | TA48M05-F (TE16L,S) | 東芝 | IC1 | 1 |
| RS485 ドライバ | MAX485CSA | マキシム | IC3 | 1 |
| オペアンプ | LMC6484-AIM | ナショ・セミ | IC5 | 1 |
| LED | SML-210LT | ローム | D1 | 1 |
| LED | SML-210MT | ローム | D4 | 1 |
| ダイオード | RB706D-40 | ローム | D9,10 | 2 |
| 水晶発振器 | CSX-750F-16.0MHz | シチズン | X1 | 1 |
| 抵抗アレー | BCN164AB103J | BI テクノロジ | RA1,2 | 2 |
| 抵抗 | ERJ6GEYJR00V | 松下 | R9,16,21,25, 29 | 5 |
| 抵抗 | ERJ6GEYJ102V | 松下 | R1,7 | 2 |
| 抵抗 | ERJ6GEYJ121V | 松下 | R2 | 1 |
| 抵抗 | ERJ6GEYJ103V | 松下 | R8,18,23,27 | 4 |
| コンデンサ | C2012X7R2A103M | TDK | C8,9,10,11, 12,13,14,15 | 8 |
| コンデンサ | C2012X7R1H104K | TDK | C2,4,16,20, 21,24,25 | 7 |
| コンデンサ | C3225Y5V1E106Z | TDK | C3 | 1 |
| コンデンサ | C3225Y5V1A226Z | TDK | C1,18 | 2 |
| コネクタ | 5267-04A-X | モレックス | CN1,2 | 2 |
| コネクタ | S6B-ZR-SM3A-TF | 日本圧着端子 | CN5 | 1 |
| 基板 | TIR1-S/CQ | FITDESIGN | | 1 |

使用部品は予告なく同等品へ変更する場合があります。

12. 別売品

ICSP 用ケーブル (Type TIR1-CA)



チャンネル増設部品セット (Type TIR1-PS)

セットの部品を対応する部品番号の位置に実装することでアナログ入力 8 チャンネル仕様となります。下表はセットの部品リストです。

| 品名 | 型式 | メーカー | 部品番号 | 数量 |
|-------|----------------|--------|------------------------|----|
| オペアンプ | LMC6484-AIM | ナショ・セミ | IC2 | 1 |
| ダイオード | RB706D-40 | ローム | D2,3,5,6,7,8 | 6 |
| 抵抗 | ERJ6GEYJ103V | 松下 | R3,5,10,12, 14,19 | 6 |
| コンデンサ | C2012X7R1H104K | TDK | C5,6,7,17,19, 22,23 | 7 |

使用部品は予告なく同等品へ変更する場合があります。

13. 情報源

トランジスタ技術誌 2006年9月号 (CQ出版)
特集記事 (P149 ~ P163) 及び 付録 CD-ROM

フィットデザインの Web サイト

<http://www001.upp.so-net.ne.jp/FITDESIGN/>

<http://www.fitdesign.biz/>