

# TITech Driver

PC-0121-1

取扱説明書

(第 7 版)

各種移動ロボット・マニピュレータ・自動制御装置

歩行ロボット TITAN-VII、TITAN-VIII

2014年4月

# [ 目 次 ]

1. 概要 .....	1
2. 駆動回路の諸仕様.....	1
3. 全体ブロック・ダイアグラムと部品配置図 .....	2
4. 動作モードの設定 .....	3
4.1. 電流制御モード .....	4
4.2. 速度制御モード .....	5
4.3. 位置制御モード .....	8
5. 放熱器の設計と取り付け方 .....	9
5.1. 放熱器の設計.....	9
6. コネクタのピン説明 .....	12
7. 外形図 .....	13
8. 付属品 .....	13
9. サポート .....	15
9.1. お問い合わせ.....	15
9.2. 修理・点検依頼.....	15
10. 保証範囲 .....	16
10.1. 標準価格.....	16
10.2. 保証要項.....	16

## 1. 概要

PC-0121-1(以下、本製品)は次のような特徴を持っています。

- 小型、軽量、高出力(750[W])、低自己消費型(PWM駆動)。
- 電流(トルク)制御、速度制御、位置制御モードに対応。
- タコジェネ無しで速度制御を実現(「電子ガバナ回路」)。
- タコジェネ無しで即応性の良い位置制御を実現。
- ロボット胴体や収納ケースを放熱器として使用可能。

## 2. 駆動回路の諸仕様

表1. 駆動回路の諸仕様

項目	仕様	備考
定格出力電圧	±30[V]	
定格出力電流	±8[A]	
最大出力電圧	±48[V]	十分な放熱板使用時
最大出力電流(連続)	±16.7[V]	
最大出力(連続)	750[W]	
主電源	DC6~48[V]	35[V]以上はバッテリー推奨
制御電源	5[V]・±15[V]	
指令入力電圧	±10[V]	
外形寸法(LWH)	100×90×35[mm]	端子台含まず
重量	130[g]	放熱板無
制御モード	電流制御	フルスケールの調整可
	速度制御	電子ガバナ回路使用 外部タコジェネ使用可(要調整)
	位置制御	タコジェネ不要、PD制御 別途ポテンシオメータなど必要
保護機能	電流制限(0~16.7[A])	調整可
モータブレーキ機能	電機ブレーキ	モータ端子短絡
	フリー	モータ端子開放
	正逆転限界	モータ端子短絡

### 3. 全体ブロック・ダイアグラムと部品配置図

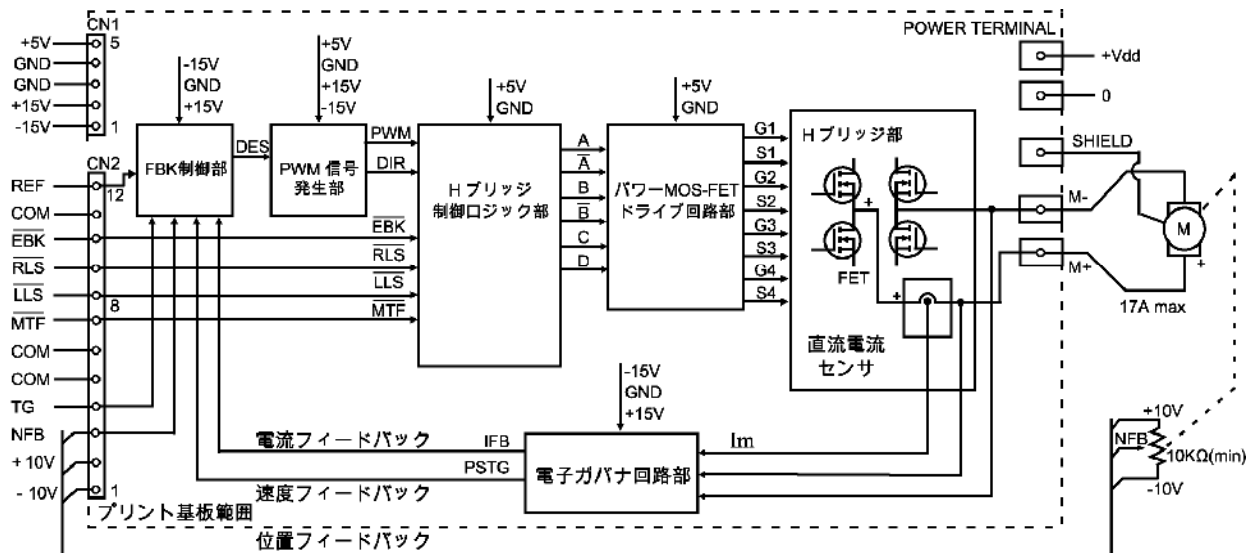


図1. 全体ブロック図

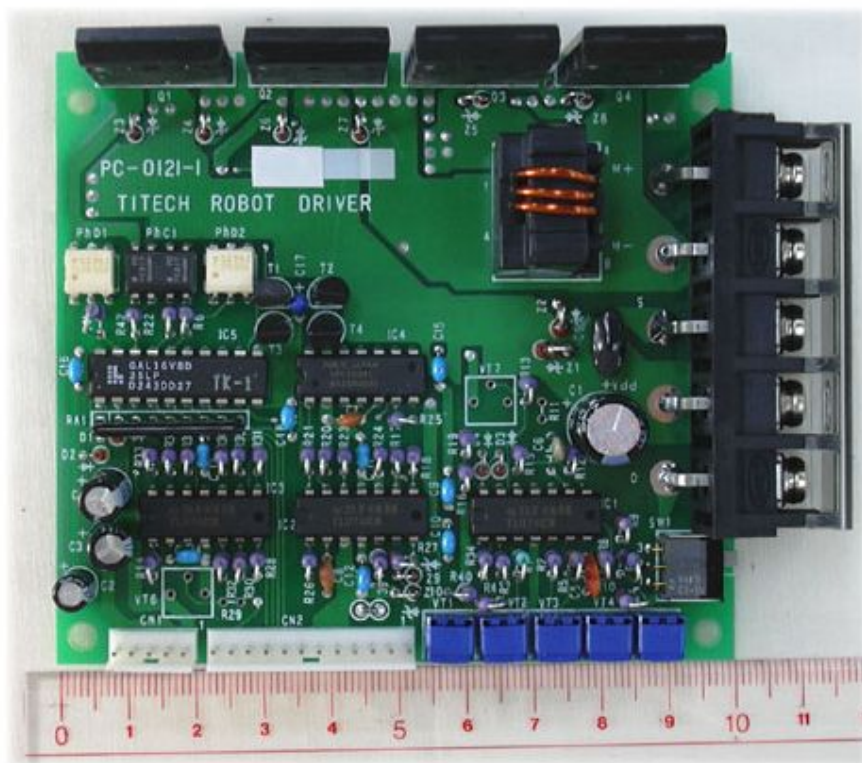


図2. 製品画像

## 4. 動作モードの設定

電流制御、速度制御、位置制御モードの切替えは、スイッチ SW1 と VT3 によって行われ、諸設定は下表に示すように行います。

各調整部品の配置については外形図を参照ください。

表2. 制御モード設定の早見表

調整部品	機能	電流制御	速度制御*1	位置制御
VT1	モーター電機子巻線抵抗値補償	×	◎	◎
VT2	入力信号用零点調整	○	○	○
VT3	位置制御比例ゲイン ( $K_p$ ) 調整	<	<	◎
VT4	速度フルスケール ( $K_t$ ) 調整	×	○	<
VT5	電流制限/フルスケール調整	○	○	○
VT6*2	電子ガバナオフセット調整	×	△	△
VT7*2	電流センサオフセット調整	△	△	△
SW1	電流制御/位置速度モード切替	1-2	2-3	2-3
NFB 入力信号		OPEN	OPEN	POT

◎ ⇒ 絶対に調整必要。

○ ⇒ 調整可、動作に影響する。

△ ⇒ 特に調整の必要なし。(半固定抵抗はオプション)

×

< ⇒ 半固定抵抗を左いっぱいに戻す。

OPEN ⇒ 開放しておくかグラウンドに接地する。(外部信号を接続してはならない)

P O T ⇒ 位置制御用ポテンシオメータ信号を接続する。

\*1 ⇒ 電子ガバナ回路を使用した場合の設定。

\*2 ⇒ VT6,R29 と VT7,R11 は、標準では実装されていませんので必要があればユーザー側で取り付けてください。

## 4.1. 電流制御モード

### 4.1.1. 【電流フルスケール／電流制限調整(VT5)】

最大入力指令電圧に対する出力電流 $I_{fs}$ をフルスケール電流と呼びます。電流センサの最大電流を $I_{smax}$ [A](標準では $I_{smax}=16.7$ [A]【電流センサ改造】参照)とすれば、 $I_{fs}$ は半固定抵抗 VT5 の回転量 $VT5_{POS}$ (0~100%)によって次式のように設定されます。

$$I_{fs} = VT5_{POS} I_{smax} \quad [A] \quad (1)$$

注意:VT5 の調整によって速度制御や位置制御モードの最大出力電流 $I_{limit}$ を以下のように制限できます。

$$I_{limit} = 1.4 I_{fs} = 1.4VT5_{POS}I_{smax} \quad [A] \quad (2)$$

ただし、本駆動回路の最大電流は 16.7[A]ですので速度制御と位置制御モードでは VT5 の回転量を 70%以下に設定する必要があります。

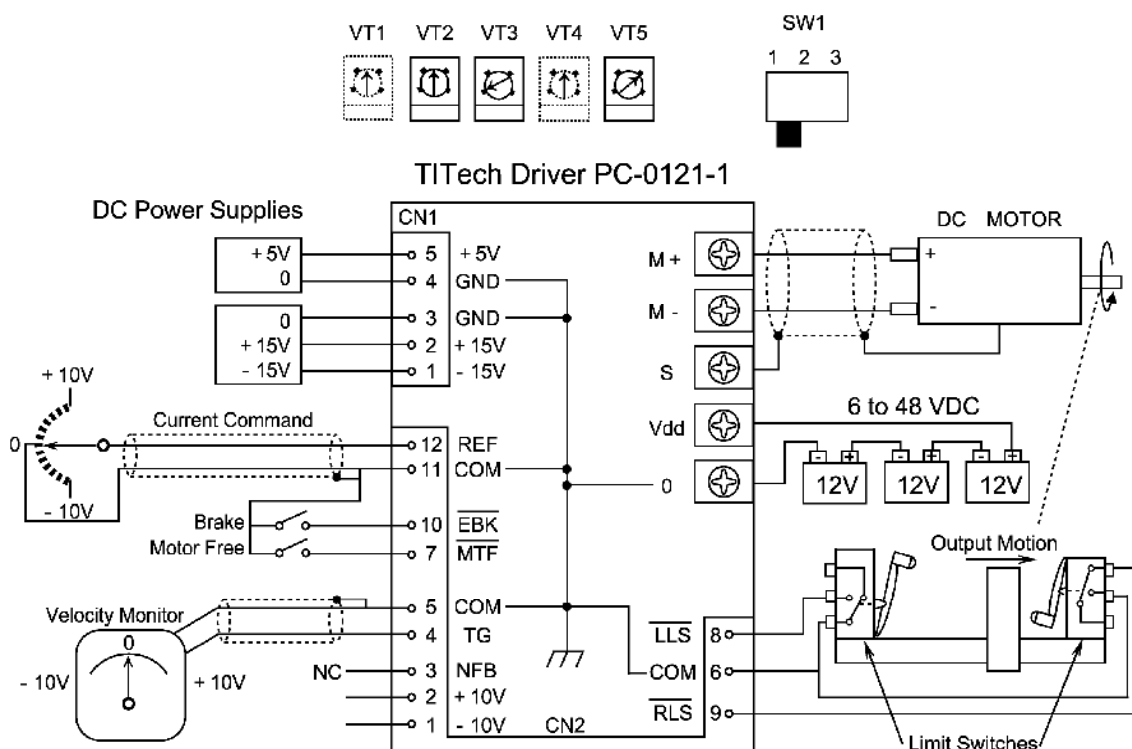


図3. 電流制御接続例

#### 4.1.2. 【電流センサ改造】

電流センサのフルスケール電流  $I_{smax}$  と一次側巻数  $n_{turns}$  の関係は次式の通りです。

$$I_{smax} = \frac{50}{n_{turns}} \text{ [A]} \quad (3)$$

図2に示すように、基板右上に配置されている電流センサの標準巻数は3巻ですので、 $I_{smax} = 16.7 \text{ [A]}$  になります。これは本プリント基板で流せる最大電流値です。 $n_{turns}$  は3より少なくしてはいけませんが、増やすことは可能です。低電流のDCモータを駆動する場合には  $n_{turns}$  を実際に使用する電流レンジに合わせることで信号/ノイズ比を向上できます。この改造はユーザ側で行ってください。

#### 4.2. 速度制御モード

速度制御モードでフィードバックに用いるモータ回転速度情報は、(1) 疑似タコジェネ回路によって演算する、(2) 外部の機械的タコジェネレータによって測定する、といった二つの方法で得ることができます。出荷状態では(1)の方法に設定されています。

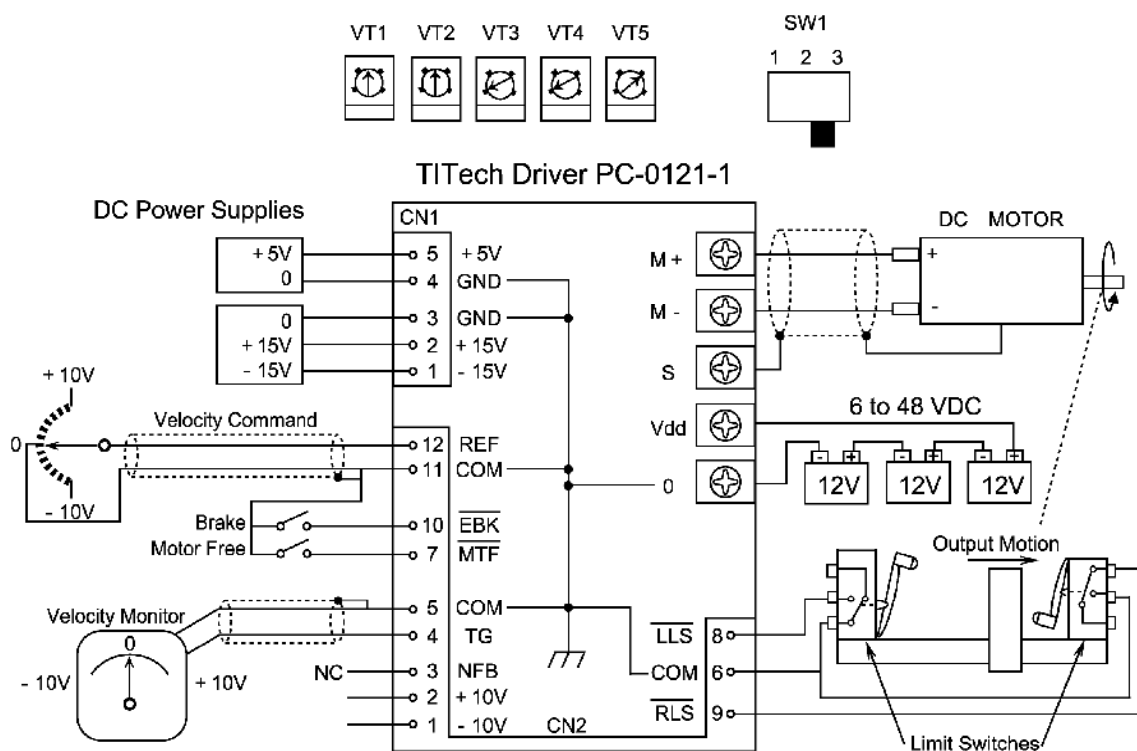


図4. 速度制御接続例

#### 4.2.1. 電子ガバナ回路使用

【モータ電機子抵抗値 $R_a$ の補償(VT1)】電子ガバナ回路を正常に動作させるには、使用するモータの電機子抵抗値 $R_a$ に合わせてVT1を調整する必要があります。そのためには $R_a$ をモータの説明書から、あるいは実測して調べ、(4)式によってVT1で調整すべき抵抗値 $VT1_{RES}$ を計算します。

$$VT1_{RES} = \frac{500}{3n_{turns}} R_a \text{ [k}\Omega\text{]} \quad (4)$$

VT1は(0~ $VT1_{max}$ [ $\Omega$ ])の範囲で調整できますので、その回転量 $VT1_{pos}$ は次式のように計算できます。

$$VT1_{POS} = \frac{VT1_{RES}}{VT1_{max}} \quad (5)$$

ただし、標準仕様では電流センサー次側巻数は $n_{turns}=3$ 、半固定抵抗VT1は $VT1_{max}=200$ [ $k\Omega$ ]です。なお、 $VT1_{pos}$ の設定は、VT1上に刻まれた印を基に目測で行いますので設定値に多少ずれが生じます。ここで注意すべきことはこの設定値を計算値より大きくした場合回路の動作が不安定になることです。そのため、計算値より少なめに設定するようにして下さい。



注) 出荷時の VT1 は 0~200[kΩ] の範囲で調整可能ですので最大  $R_a=3.6[\Omega]$  までのモータで使用できます。それ以上の  $R_a$  を有するモータで使用するには VT1 を取り替える必要があります。変更はユーザ側で行って下さい。

【モータ回転速度の計算】 電子ガバナ回路使用状態ではコネクタ CN2 の 4 番ピン(TG) からモータの回転速度  $\omega_{pseudo}[\text{rpm}]$  は TG 端子の出力電圧  $V_{pseudo}[\text{V}]$  に次式のように直線的に比例します。

$$\omega_{pseudo} = \frac{V_{rated}}{300} \omega_{free} V_{pseudo} \quad [\text{rpm}] \quad (6)$$

ただし、 $V_{rated}[\text{V}]$  はモータの定格電圧、 $\omega_{free}[\text{rpm}]$  は定格電圧での無負荷回転数であり、対象とするモータの取扱説明書から調べて下さい。

【速度フルスケール調整(VT4)】 最大入力電圧に対するモータ速度  $\omega_{fs}$  をフルスケール速度と呼びます。 $\omega_{fs}$  は VT4<sub>POS</sub> (0~100[%]) によって次式のように設定します。

$$\omega_{fs} = \frac{47}{100VT4_{POS} + 47} \omega_{pseudo_{MAX}} \quad [\text{rpm}] \quad (7)$$

ただし、 $\omega_{pseudo_{MAX}}$  は (5) 式において  $V_{pseudo}=10[\text{V}]$  とした回転速度です。

注) VT4 の調整はコネクタ CN2 の 4 番ピン(TG) の出力電圧レベルに影響しません。

#### 4.2.2. 外部タコジェネレータ使用

外部タコジェネレータを用いた速度制御ループを構成するためには、

- 1) ジャンパ JP1 を半田ごてを用いて取り除きます。
- 2) コネクタ CN2 の 4 番ピン(TG) にタコジェネレータ信号を接続します。
- 3) タコジェネレータの発生電圧定数  $K_E[\text{V}/\text{rpm}]$  に合わせてフルスケール速度  $\omega_{fs}$  を VT4 の回転量 VT4<sub>pos</sub> (0~100[%]) によって次式のように設定します。

$$\omega_{fs} = \frac{470}{(VT4_{POS} 100 + 47) K_E} \quad [\text{rpm}] \quad (8)$$

#### 4.2.3. 電流制限

速度制御モードの電流制限の調整については【電流フルスケール／電流制限調整 (VT5)】を参照して下さい。

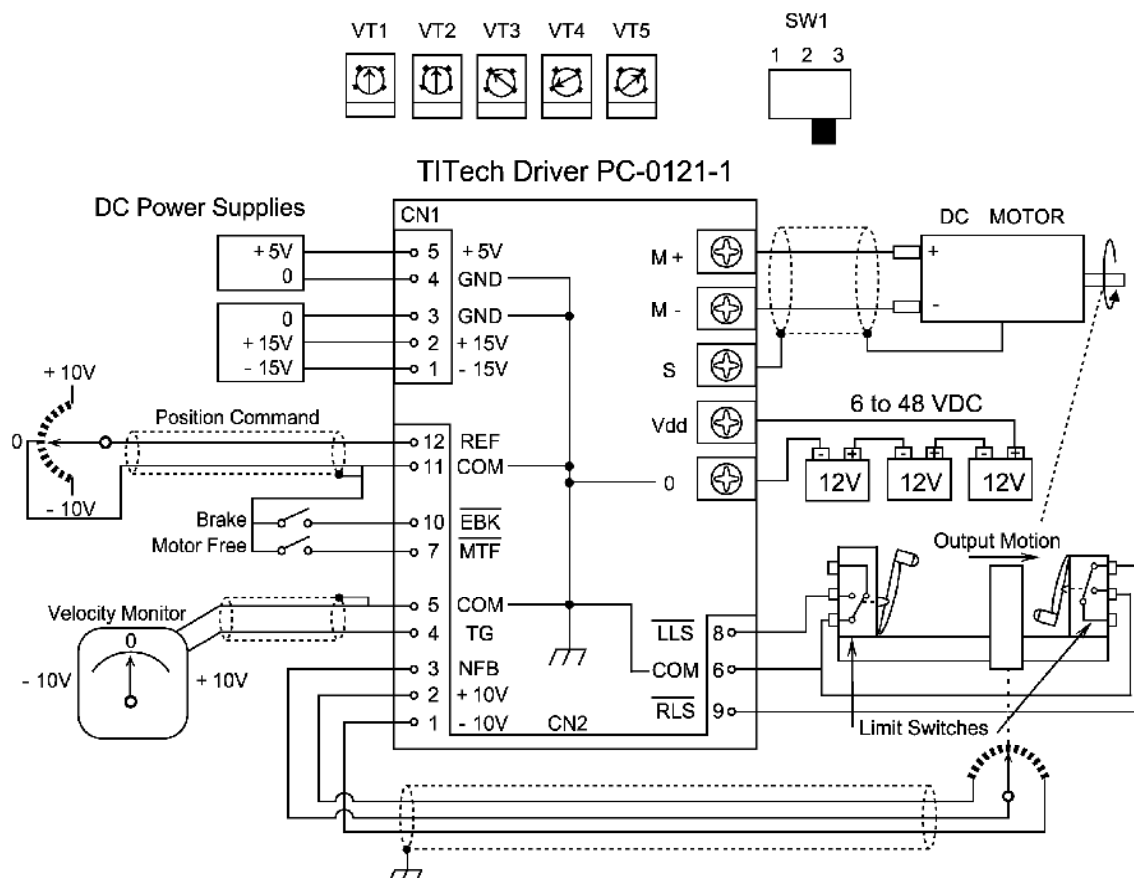


図5. 位置制御接続例

#### 4.3. 位置制御モード

位置制御を構成するにはコネクタ CN2 の 3 番ピン (NFB) にポテンショメータからのフィードバック情報を入力します。

即応性の高い位置制御を実現するには速度マイナーループは必要不可欠です。速度マイナーループは前節の「速度制御モード」で説明したように電子ガバナ回路あるいは外部タコジェネレータを使用して構成できます。

位置制御を正常に動作させるためには速度マイナーループを上述の説明に従って調整する必要があります。特に電子ガバナ回路を使用するには【モータ電機子抵抗値  $R_a$  の補償 (VT1)】の調整が必要です。

##### 4.3.1. 【位置制御ゲインの調整 (VT3)】

半固定抵抗 VT3 の調整によって位置制御比例ゲイン  $K_p$  を 1~21 倍まで調整できます。

##### 4.3.2. 電流制限

位置制御モードの電流制限の調整については【電流フルスケール／電流制限調整 (VT5)】を参照して下さい。

## 5. 放熱器の設計と取り付け方

本サーボ・アンプではパワー素子用の放熱器を標準装備していません。そのため、使用するモータの動作条件から放熱設計を行い、放熱器の大きさや形状はプリント基板を固定・収納する場所に合わせて選ぶ必要があります。

以下に放熱器を選ぶための設計を示します。

### 5.1. 放熱器の設計

- 1) 次の項目を調べます。

表3. 放熱板設計時の調査項目

項目	記号	定格値	単位
モータの電機子巻線抵抗	$R_a$		$\Omega$
VT5 によって設定されたフルスケール電流	$I_{fs}$		A
主電源電圧	$V_{dd}$		V

- 2) 最大電流の計算

$$I_{ON} = \begin{cases} \frac{V_{dd}}{R_a} & \frac{V_{dd}}{R_a} \leq I_{fs} \\ I_{fs} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

- 3) H-ブリッジの最大消費パワーの計算

$$P_{total} = 2.0R_{ON}I_{ON}^2 + 0.5V_{DSF}I_{ON} \quad [\text{W}] \quad (10)$$

- 4) パワーMOS-FETのチャンネルから外気までの熱抵抗 $R_{th(ch-a)_d}$ の計算

$$R_{th(ch-a)_d} = \frac{T_{ch} - T_a}{P_{total}} \quad [^\circ\text{C}/\text{W}] \quad (11)$$

5) 放熱器から外気までの熱抵抗 $R_{th(d-a)}$ の計算

$$R_{th(d-a)} = R_{th(ch-a)_d} - R_{th(s-c)} - R_{th(ch-c)} \quad (12)$$

$$= \frac{150-60}{2.0 \times 0.15 I_{ON}^2 + 0.5 \times 1.6 I_{ON}} - R_{th(s-c)} - 0.625 \quad (13)$$

$$= \frac{90}{0.030 I_{ON}^2 + 0.8 I_{ON}} - R_{th(s-c)} - 0.625 \quad [^\circ\text{C}/\text{W}] \quad (14)$$

計算例 1 ( $I_{ON}=16.7$ ,  $R_{th(s-c)}=1.5$ ) 熱伝導コンパウンド塗布無しテフロン製の絶縁シート ( $R_{th(s-c)}=1.5$ ) を使用した場合。

$$R_{th(d-a)} = \frac{90}{0.030 \times 16.7^2 + 0.8 \times 16.7} - 1.5 - 0.625 = 1.5 \quad [^\circ\text{C}/\text{W}] \quad (15)$$

表4. パワーMOS-FETの特性

項目	記号	最大値	単位
ドレイン・ソース間オン抵抗	$R_{on}(V_{GS}=4[\text{V}], I_D=30[\text{A}])$	15	mΩ
寄生ダイオード順方向電圧	$V_{DSF}(I_{DR}=60[\text{A}], V_{GS}=0[\text{V}])$	1.6	V
最大チャンネル温度	$T_{ch}$	150	°C
チャンネル・ケース間熱抵抗	$R_{th(ch-c)}$	0.625	°C/W
チャンネル・外気間熱抵抗	$R_{th(ch-a)}$	35.7	°C/W

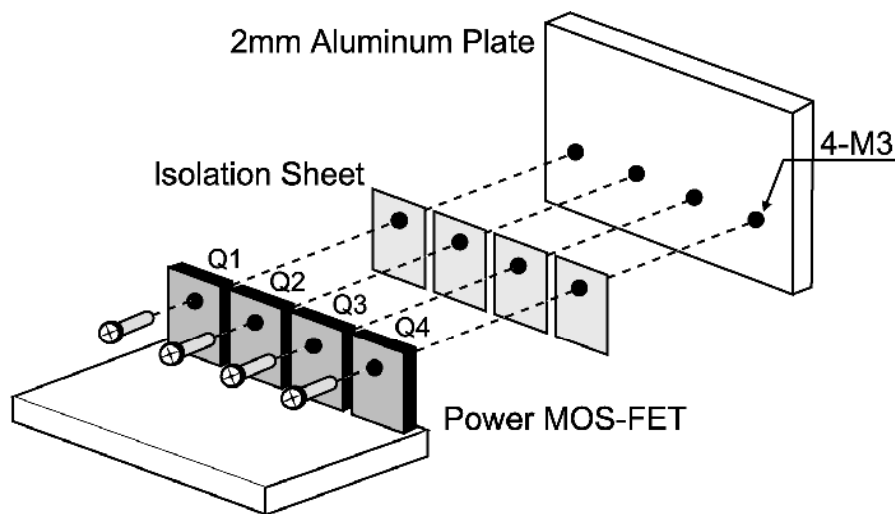


図6. 放熱器の取り付け例

計算例 2 ( $I_{ON}=16.7$ ,  $R_{th(s-c)}=0.5$ ) 熱伝導コンパウンド塗布したマイカ製の絶縁板 ( $R_{th(s-c)}=0.5$ )を使用した場合。

$$R_{th(d-a)} = \frac{90}{0.030 \times 16.7^2 + 0.8 \times 16.7} - 0.5 - 0.625 = 2.5 \quad [^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

これらの放熱器を厚さ2[mm]のアルミ板で作成する場合、例1では面積900[cm<sup>2</sup>]の板を必要とするに対して例2では400[cm<sup>2</sup>]ですみます。このように、使用する絶縁板の種類や熱伝導コンパウンド塗布の有無によって必要とする放熱器の熱抵抗が大きく異なります。これ以外にも熱抵抗は有効表面積、包絡体積、置き方(縦置き、横置き)や締め付け力によって大きく影響されます。

ロボットの胴体や収納用アルミ・ケースを放熱器として使用する場合には以上の事柄を十分考慮する必要があります。特に高パワーのモータを使用する際にはマイカ製の絶縁板を使用し、パワーMOS-FET-絶縁板と絶縁板-放熱器の間にシリコン・グリースや熱伝導コンパウンドの使用をお勧めします。また、ファンを用いて強制空冷するのも効果的です。

## 6. コネクタのピン説明

表5. CN1 のピン配置

PIN	信号名	備考
5	+5V	+5[V] (5~6[V]), 0.1[A]電源
4	GND	+5[V]電源のグラウンド
3	GND	±15[V]電源のグラウンド
2	+15V	+15[V]±10[%], 0.1[A]電源
1	-15V	-15[V]±10[%], 0.1[A]電源

表6. CN2 のピン配置

PIN	信号名	備考
12	REF	指令信号、入力インピーダンス:100[kΩ]
11	COM	グラウンド
10	$\overline{\text{EBK}}$	電機ブレーキ(モータ端子短絡)
9	$\overline{\text{RLS}}$	正回転リミットスイッチで電機ブレーキ作動
8	$\overline{\text{LLS}}$	逆回転リミットスイッチで電機ブレーキ作動
7	$\overline{\text{MTF}}$	フリー停止(モータ端子開放)
6	COM	グラウンド
5	COM	グラウンド
4	TG	タコジェネ入力/電子ガバナ出力
3	NFB	位置制御用ポテンシオメータ・フィードバック
2	+10V	最大 10[mA]供給可能
1	-10V	最大 10[mA]供給可能

注 1)  $\overline{\text{EBK}}$ ,  $\overline{\text{RLS}}$ ,  $\overline{\text{LLS}}$ ,  $\overline{\text{MTF}}$  はTTL入力、保護回路無し。

表7. POWER TERMINAL

信号名	備考
M+	モータ端子(正側)
M-	モータ端子(負側)
SHIELD	シールド接続端子(モータ, 電源共通)
+Vdd	DC6~48[V], 16.7[A]
0	0[V]

## 7. 外形図

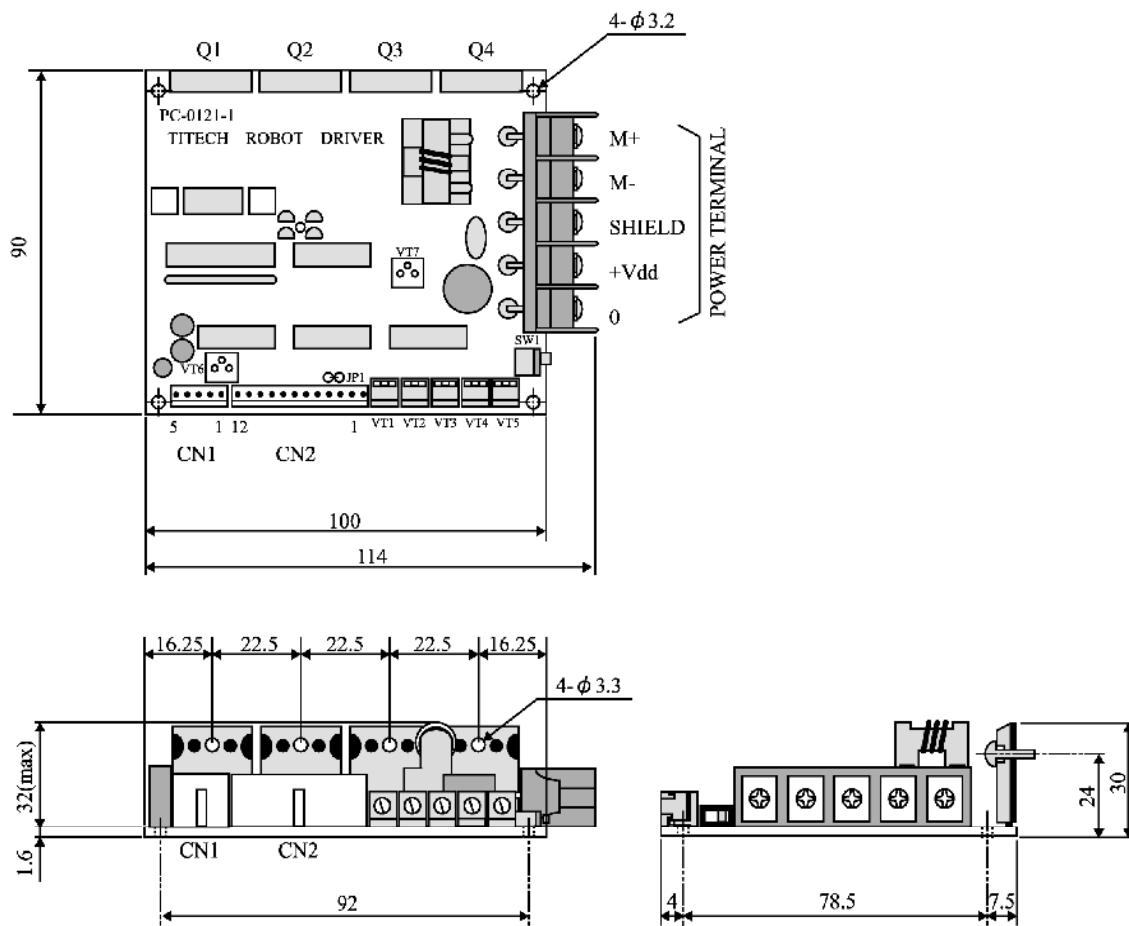


図7. 外形図

## 8. 付属品

- |    |                                  |      |
|----|----------------------------------|------|
| 1) | CN1用コネクタハウジング (AMP、171822-5 型)   | 1 個  |
| 2) | CN2用コネクタハウジング (AMP、1-171822-2 型) | 1 個  |
| 3) | CN1、CN2 用コンタクト (AMP、170204-1 型)  | 17 個 |
| 4) | パワーターミナル用圧着端子 (R2-4)             | 5 個  |
| 5) | パワーMOS-FET用絶縁シート                 | 4 枚  |

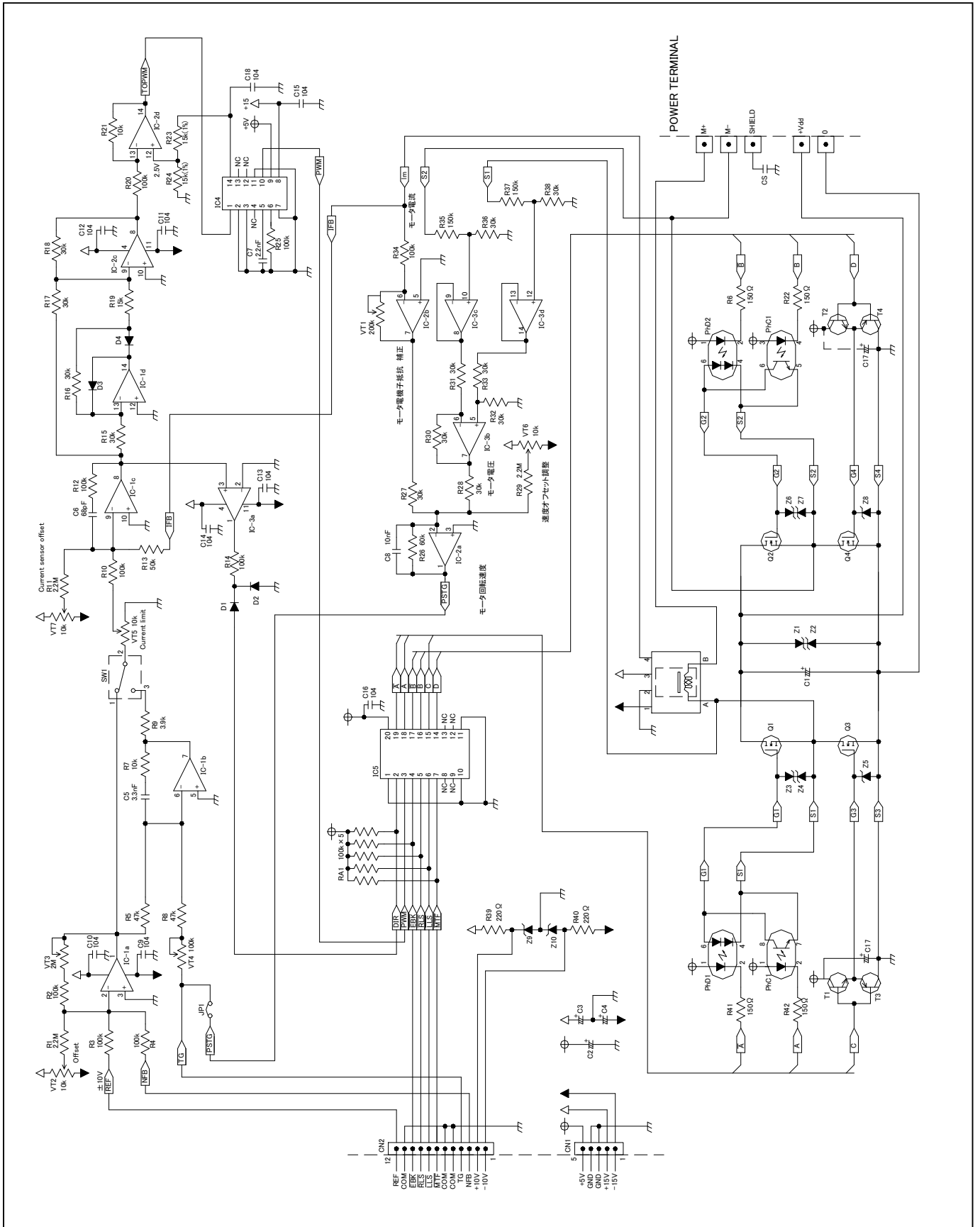


図8. 全体電子回路図



## 9. サポート

お問合せや修理・点検依頼の際は以下にしたがって対応しておりますのでご了承ください。

### 9.1. お問合せ

本製品の修理依頼または技術的なご質問・ご相談は、

**有限会社 函工**

TEL/0463-97-4891 , FAX/0463-97-4895 , e-mail/support@zuco.jp

### 9.2. 修理・点検依頼

修理・点検依頼は、弊社ウェブサイト(<http://www.zuco.jp>)の「サポート」>「修理・点検依頼について」で詳しく説明しておりますので、そちらをご覧ください。

## 10. 保証範囲

### 10.1. 標準価格

本製品の標準価格には、次の項目は含まれておりませんので予めご承知おき下さい。

- ① システム適合性の検討
- ② 試運転・調整
- ③ システム故障時の現地判定

### 10.2. 保証要項

保証期間は納入後6ヶ月とします。この期間内で使用上の注意が守られて、かつ故障した場合には、無償でこれを修理致します。ただし、次のような場合には保証期間内でも有償修理になります。

- ① 使用上の誤り、或は、不当改造や修理による故障及損傷の場合。
- ② 落下、振動などによる損傷。
- ③ 火災、天災、塩害、ガス、異常電圧などによる故障及び損傷の場合。
- ④ 接続している外部機器に起因して故障した場合。
- ⑤ 弊社以外の手で改造、修理がなされた場合、又は弊社の仕様書に基づかない改造、修理がなされた場合。

製造元

 株式会社 凶工

T E L : 0463-97-4891

F A X : 0463-97-4895

e - m a i l : support@zuco.jp

U R L : <http://www.zuco.jp>