

第 7 回 若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」職種競技仕様書 (1)事前配布**【競技課題】 波形発生・処理回路の製作**

- (1) 電子回路組立て基板の組立て
- (2) 制御プログラムの作成

【競技時間】 4 時間 延長なし**【持参するもの】**

・ 電子回路組立て用工具類	1 式
・ プログラム開発環境	1 式
・ パソコンシステム (Windows XP SP3 以上)	1 式
・ プログラム開発環境用ソフトウェア	1 式
・ 同上マニュアル	適宜
・ 組立て基板動作チェックプログラム	1 式

【支給するもの】

・ 競技仕様書 (1), (2)	各 1 冊
・ 組立て基板組立て用部品	1 式
・ 制御ボード (事前配布)	1 枚
・ PIC ライタ (PICkit2 ケーブル付き : 事前配布)	1 式
・ PIC ライタ・制御ボード接続ケーブル (事前配布)	1 本
・ USB メモリ	1 個
・ 提出用紙、荷札他	1 式

【注意事項】

- ・ 競技中の服装は作業に適したものであること。
- ・ はんだ付け作業中は保護めがねを着用すること。(めがね着用者も着用が望ましい)
- ・ 支給された部品・材料が「2. 1 (6) 組立て基板支給部品及び材料」のとおりであるか確認すること。(競技前日に実施)
- ・ 支給された部品・材料以外は、一切使用しないこと。
- ・ 競技中に部品・材料が損傷・不足・紛失したときには申し出ること。
- ・ 使用する工具類は、使用工具一覧表で指定したもの以外は、原則として使用しないこと。
- ・ 競技中は工具等の貸し借りを禁止する。
- ・ 競技終了前に作業が完了したなら、その旨を競技委員に申し出て、競技委員の指示に従うこと。
- ・ 競技終了の合図で直ちに作業を中止し、競技委員の指示に従うこと。
- ・ 競技終了後、競技委員の指示に従って、清掃・後片づけを行うこと。

競技者番号 : _____ 氏名 : _____

目次

1 波形発生・処理回路の概要

2 組立て基板の組立て

2. 1 組立て基板仕様

- (1) 回路図
- (2) 部品配置図（表面）
- (3) 部品配置図（裏面）
- (4) 配線パターン図（表面）
- (5) 配線パターン図（裏面）
- (6) 支給部品および材料

2. 2 部品取付け仕様

- (1) 部品の取付け方向
- (2) 部品の取付け方法
- (3) はんだ付けに関する仕様

2. 3 組立て基板の動作試験

3 制御プログラムの作成

3. 1 制御プログラムの基本仕様

- (1) SW1（押しボタンスイッチ）の操作に関する仕様
- (2) SW2（押しボタンスイッチ）の操作に関する仕様
- (3) LCD（液晶表示器）に関する仕様
- (4) キースイッチに関する仕様
- (5) IC2（波形発生回路）の動作に関する仕様

3. 2 制御プログラムの動作仕様

- (1) テストモードの仕様
- (2) 動作モードの仕様

3. 3 プログラム記述の作法

- (1) ガイドライン
- (2) 記述例

4 組立て基板の動作試験の実施

5 制御プログラムの動作試験の実施

6 作業の終了

7 清掃・後片づけ

1 波形発生・処理回路の概要

波形発生・処理回路は、「電子回路組立て基板」と「制御ボード」の2枚の電子回路基板で構成される。図1は、波形発生・処理回路のハードウェアブロック図を示す。

「組立て基板」

主に、波形発生回路とテンキー回路、LCD表示回路からなり、所望の波形データを発生させ、それをデータ処理する機能を有した電子回路組立て基板(以下「組立て基板」という)。

「制御ボード」

PICマイコンを用いて組立て基板を制御する電子回路基板。

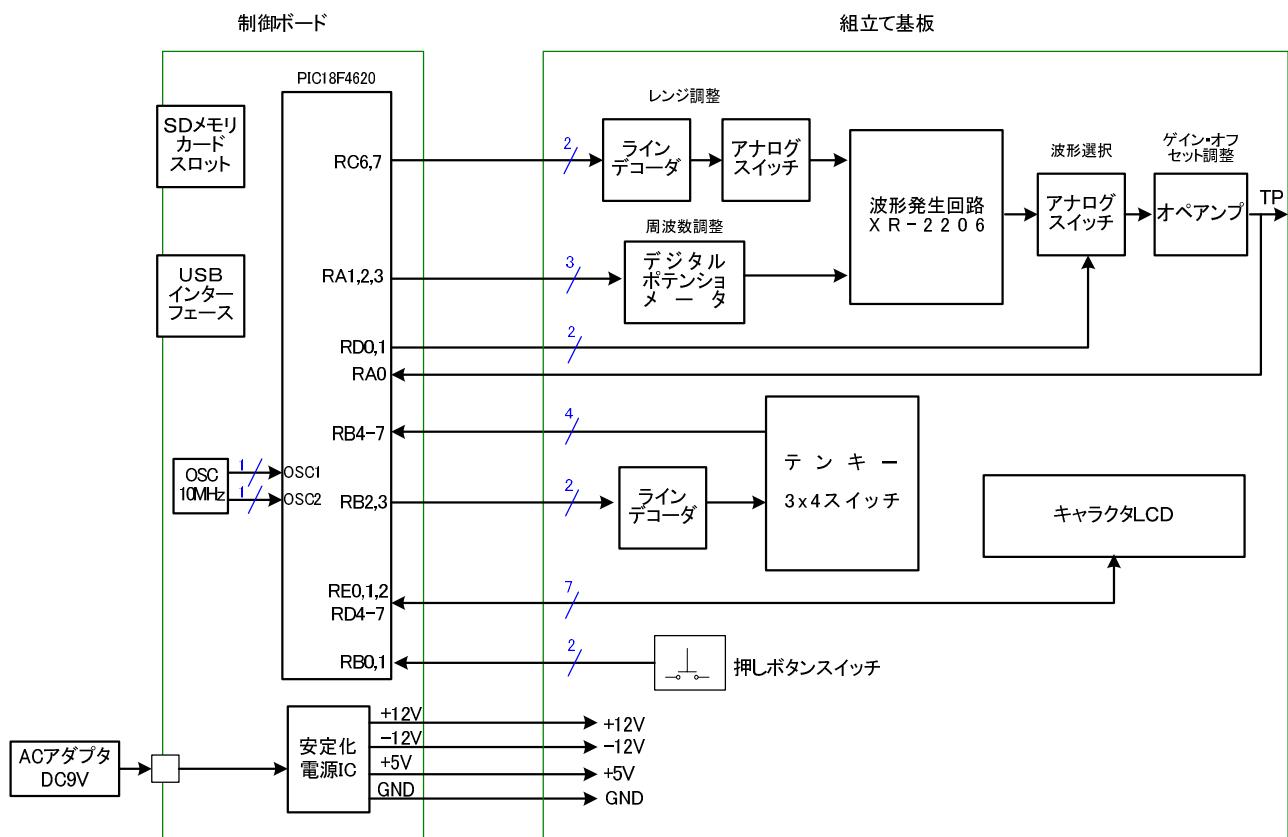


図1 波形発生・処理回路ハードウェアブロック図

2 組立て基板の組立て

「2.1 組立て基板仕様」および、

「2.2 部品取付け仕様」に基づいて組立て基板を組立て、

「2.3 組立て基板の動作試験」に沿って動作試験を行う。

当該作業にあたっては、必要に応じて、事前配布してある CD にある主要部品データシートを参照のこと。

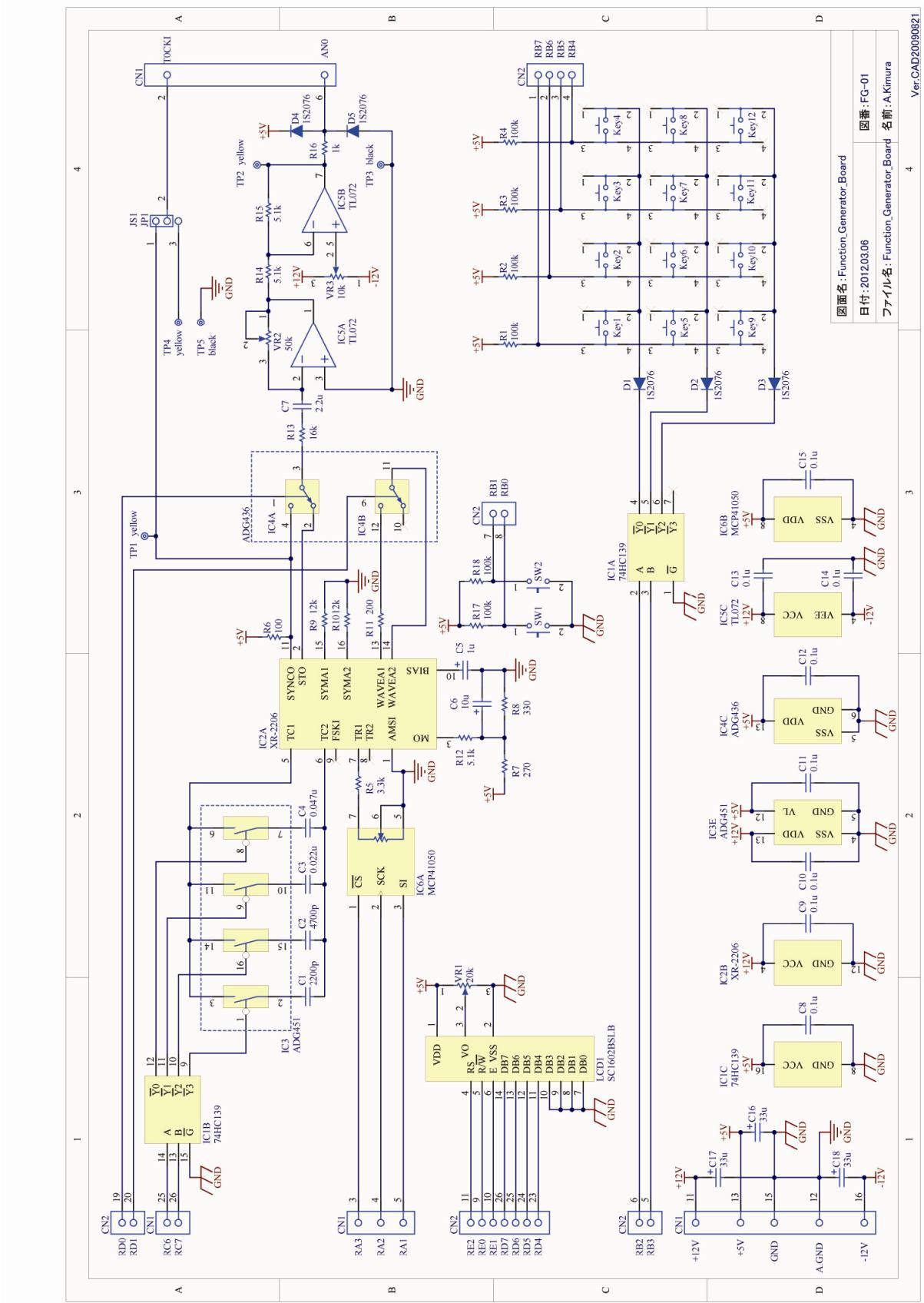
なお、組立て基板の組立てに手間取り、当該ボードを制御するプログラムを作成する時間的余裕がないと判断したとき、あるいは、組立てた当該ボードが正常に動作しなくて、当該ボードを制御するプログラムの作成が困難になると判断した場合には、競技委員にその旨を申し出ること。

2.1 組立て基板仕様

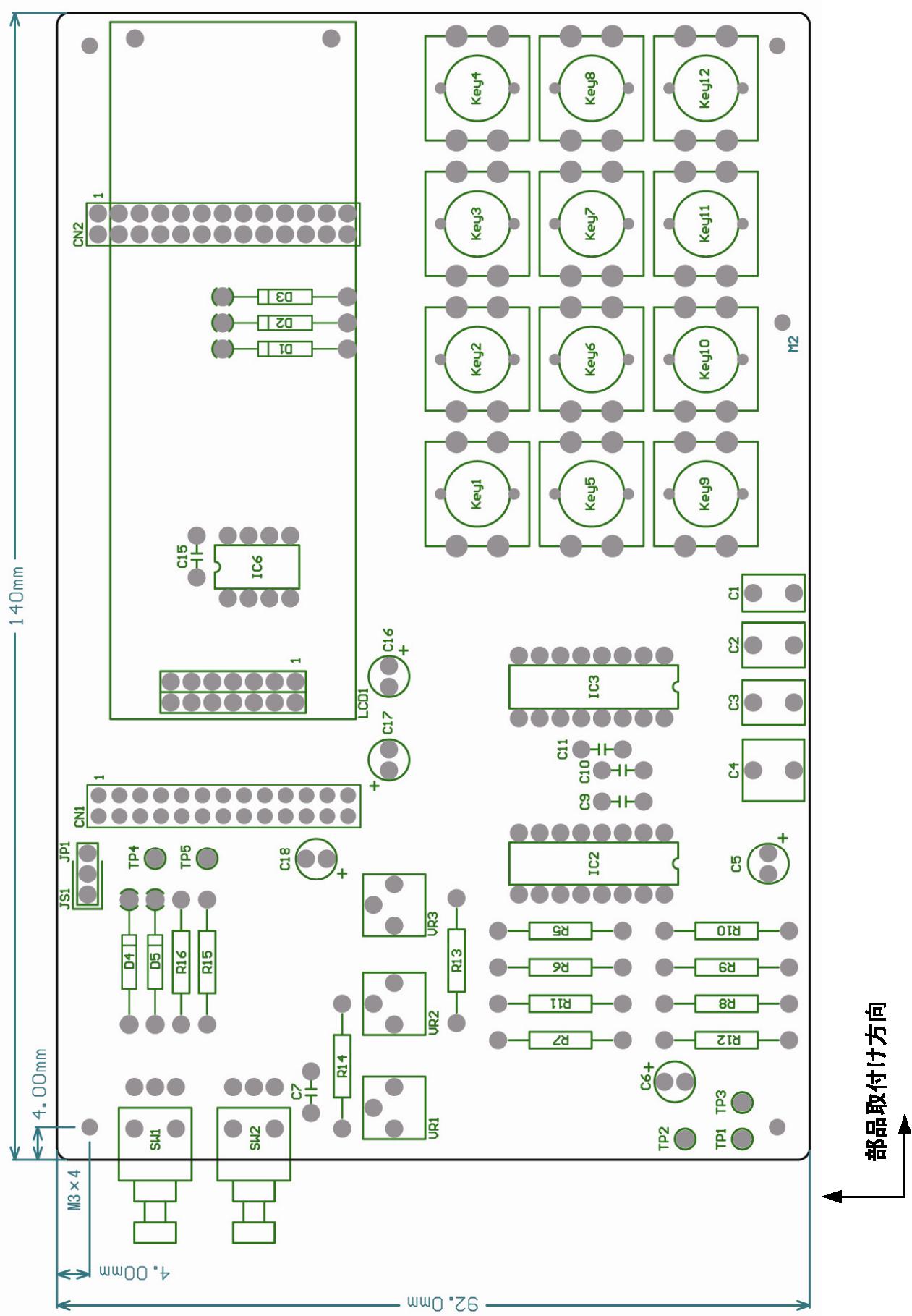
以下に組立て基板の仕様を示す。

- (1) 回路図
- (2) 部品配置図（表面）
- (3) 部品配置図（裏面）
- (4) 配線パターン図（表面）
- (5) 配線パターン図（裏面）
- (6) 支給部品及び材料

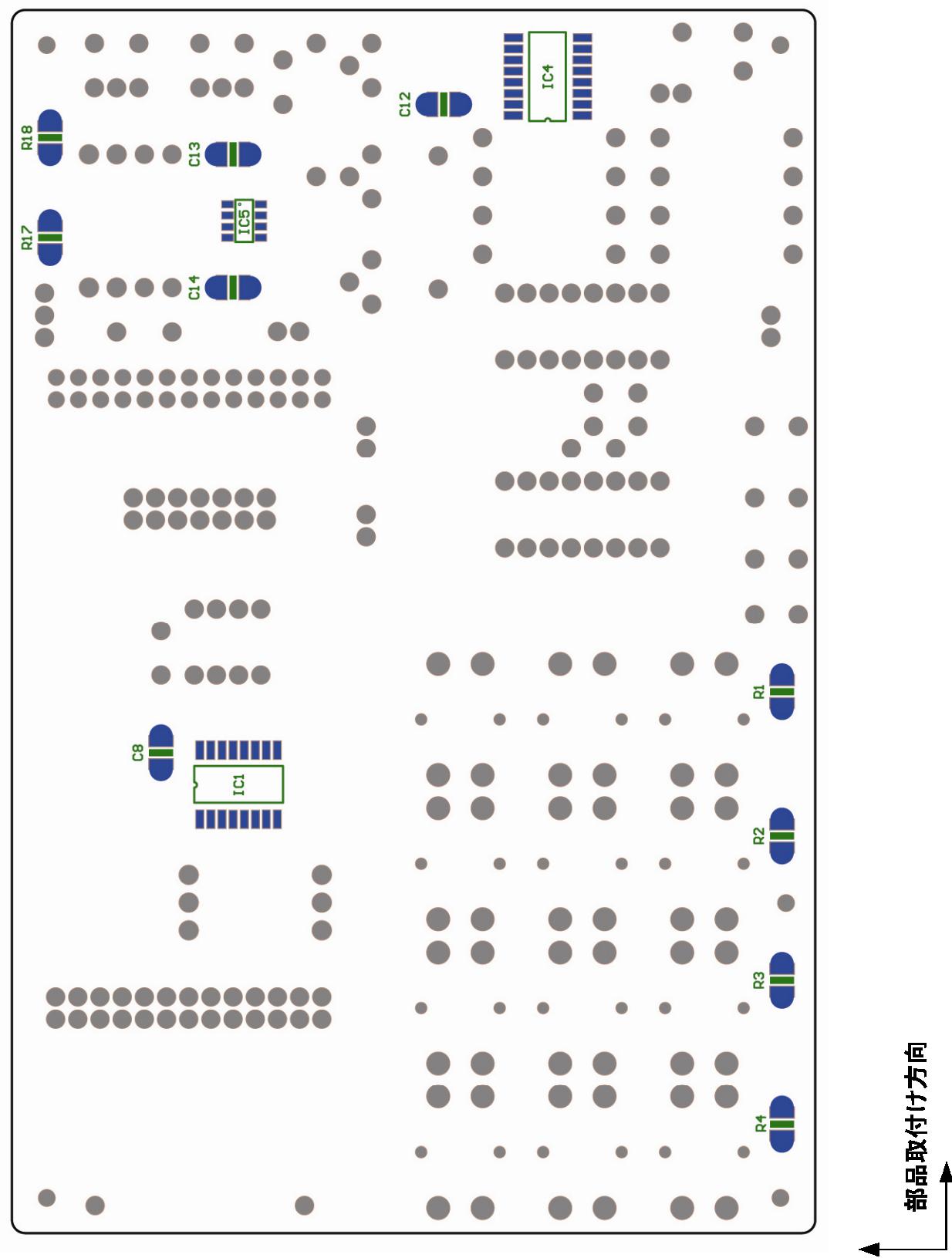
2. 1 (1) 回路図



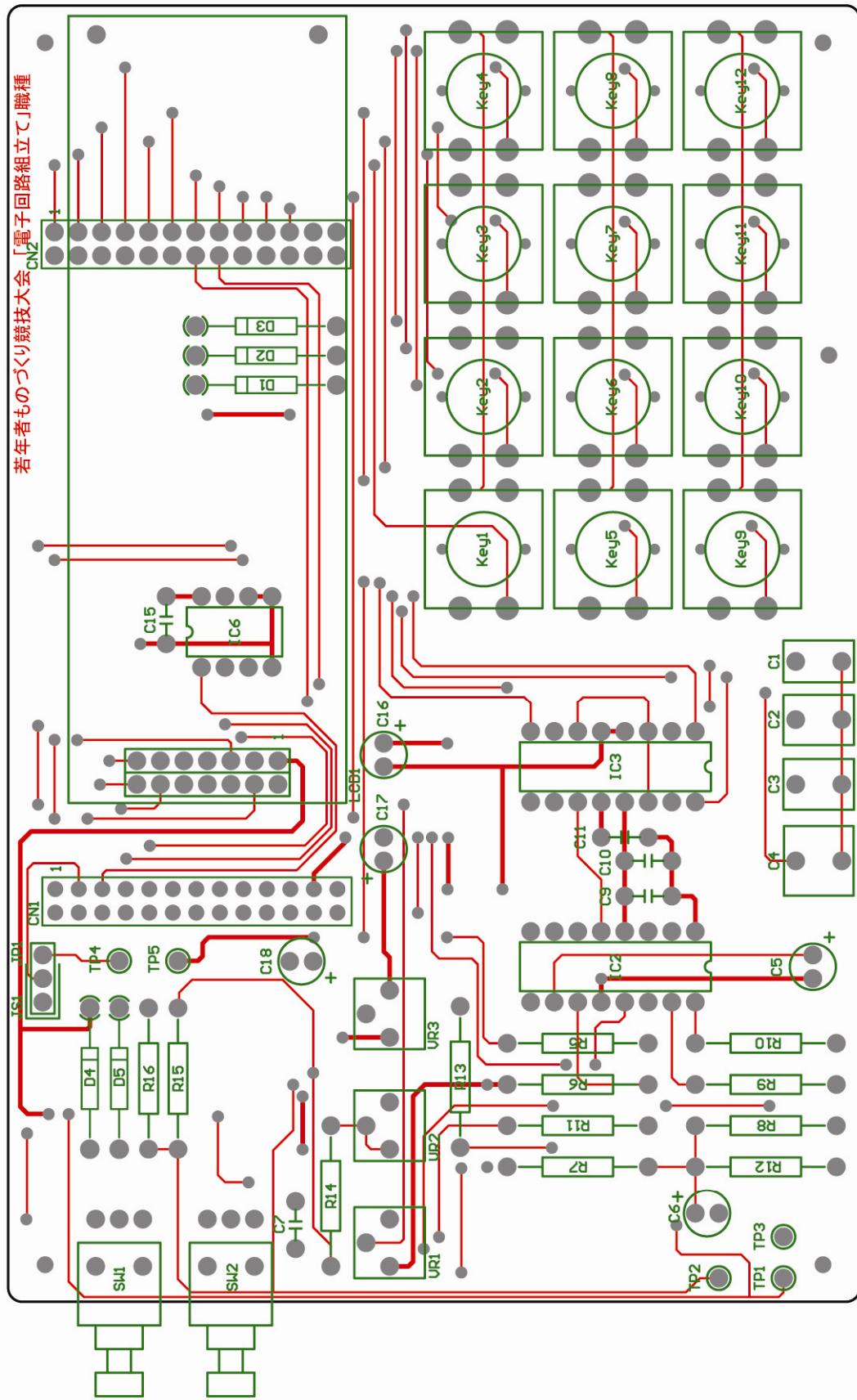
2. 1 (2) 部品配置図 (表面)



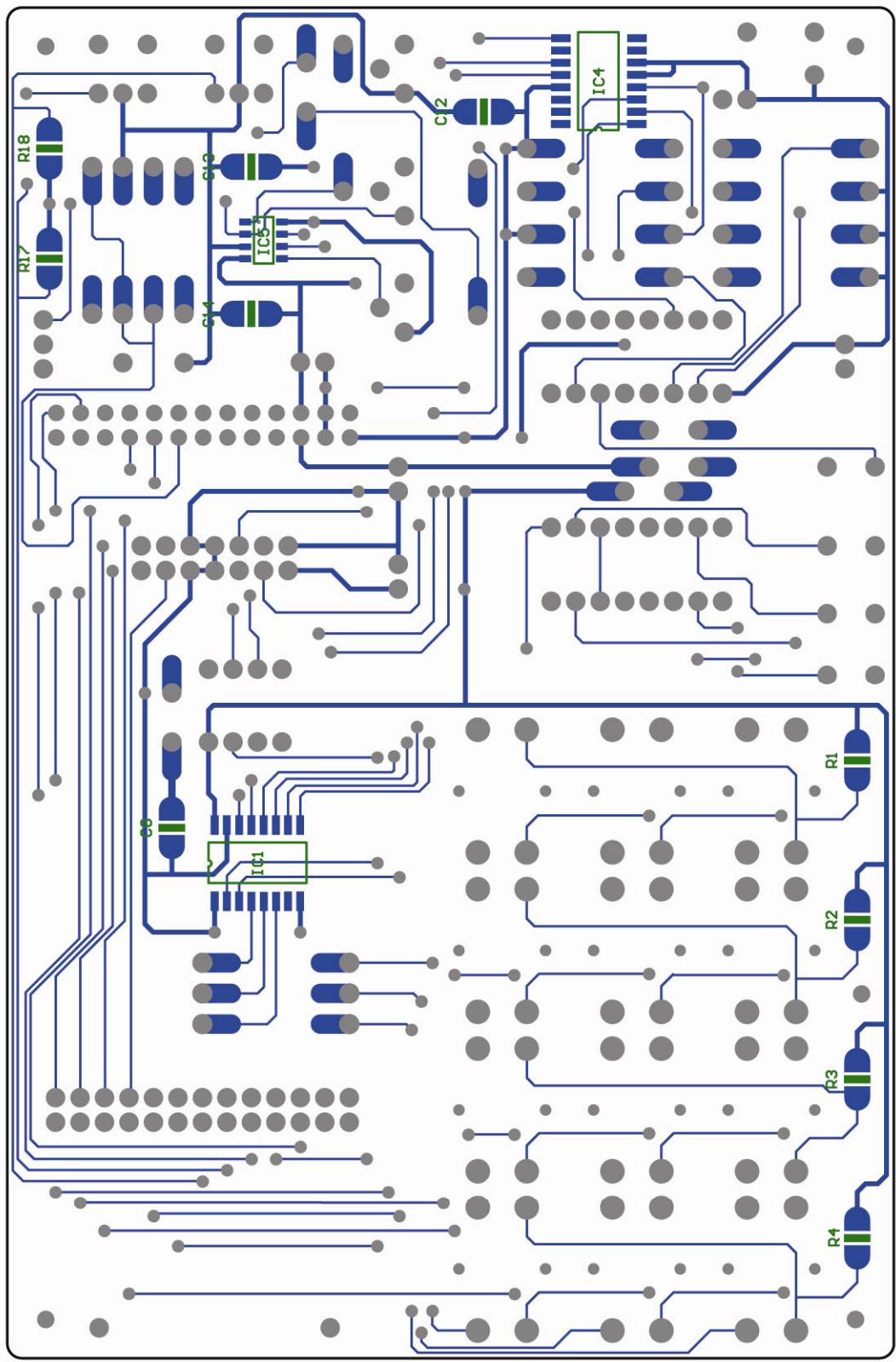
2. 1 (3) 部品配置図（裏面）



2. 1 (4) 配線パターン図（表面）



2. 1 (5) 配線パターン図（裏面）



2. 1 (6) 支給部品及び材料

第7回若年者ものづくり競技大会組立て基板部品表

No.	部品番号	品名	定格・型式	メーカー	数量	備考
1	IC1	Dual 2-to-4 Line Decoder	SOIC TC74HC139AF(F)	東芝セミコンダクタ	1	RSコンポーネンツ RS型番 540-7765
2	IC2	ファンクションジェネレーターIC	DIPIC XR-2206CP-F	EXAR	1	秋月電子通商 通販コード I-02896
3	IC3	5 Ω RON SPST Analogue Switches	DIPIC ADG451BNZ	ANALOGDEVICES	1	RSコンポーネンツ RS型番 709-7685
4	IC4	2.5 Dual SPDT Analogue Switch	SOIC ADG436BRZ	ANALOGDEVICES	1	RSコンポーネンツ RS型番 412-523
5	IC5	汎用OPアンプ	SOIC TL072CD	Texas Instruments	1	RSコンポーネンツ RS型番 857-907
6	IC6	デジタルレポテンションメータ	DIPIC MCP41050-I/P	Microchip	1	RSコンポーネンツ RS型番 669-6360
7	D1~5	小信号スイッチングダイオード	IS2076-E	ルネサスエレクトロニクス	5	RSコンポーネンツ RS型番 242-453
8	C1	フィルムコンデンサ 2200pF/100V	KP1830-222/011	Vishay	1	RSコンポーネンツ RS型番 117-820
9	C2	フィルムコンデンサ 4700pF/100V	KP1830-247/011	Vishay	1	RSコンポーネンツ RS型番 117-842
10	C3	フィルムコンデンサ 0.022 μF/160V	MKP1837-322/011	Vishay	1	RSコンポーネンツ RS型番 166-6443
11	C4	フィルムコンデンサ 0.047 μF/160V	MKP1837-347/011	Vishay	1	RSコンポーネンツ RS型番 166-6465
12	C5	アルミ電解コンデンサ 1 μF/50V	ECA1HM010	パナソニック	1	RSコンポーネンツ RS型番 228-6846
13	C6	アルミ電解コンデンサ 10 μF/50V	ECA1HHG100	パナソニック	1	RSコンポーネンツ RS型番 365-4240
14	C7	積層セラミックコンデンサ 2.2 μF/50V	KTD500B225M32A0	日本ケミコン	1	RSコンポーネンツ RS型番 502-0267
15	C8, 12~14	積層セラミックチップコンデンサ 0.1 μF/250 3225サイズ	GRM32DR72E104KW01L	村田製作所	4	チップワニストップ 通販コード FF-5849-7970
16	C9~11, 15	積層セラミックコンデンサ 0.1 μF/50V	RPEF11H104Z2K1A01B	村田製作所	4	RSコンポーネンツ RS型番 318-2010
17	C16~18	アルミ電解コンデンサ 33 μF/50V	ECA1HM330	パナソニック	3	RSコンポーネンツ RS型番 727-0571
18	R1~4, 17, 18	角形チップ抵抗器 100kΩ ±5% 1/3W 3216サイズ	RK73B2ETTD104J	KOA	6	チップワニストップ 通販コード FF-5377-6488
19	R5	炭素皮膜抵抗器 3.3kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 332J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6662
20	R6	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 103J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6410
21	R7	炭素皮膜抵抗器 270Ω ±5% 1/4W	CF 1/4C 271J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6476
22	R8	炭素皮膜抵抗器 330Ω ±5% 1/4W	CF 1/4C 331J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6498
23	R9, 10	炭素皮膜抵抗器 12kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 123J	KOA	2	RSコンポーネンツ RS型番 475-6741
24	R11	炭素皮膜抵抗器 200Ω ±5% 1/4W	CF 1/4C 201J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6454
25	R12, 14, 15	炭素皮膜抵抗器 5.1kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 512J	KOA	3	RSコンポーネンツ RS型番 475-6690
26	R13	炭素皮膜抵抗器 16kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 163J	KOA	1	チップワニストップ 通販コード FF-5377-1771
27	R16	炭素皮膜抵抗器 1kΩ ±5% 1/4W	CF 1/4C 102J	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6577
28	VR1	1回転型サーメットリマ 20kΩ	CT-6E P20kΩ(203)	コバル電子	1	RSコンポーネンツ RS型番 474-7006
29	VR2	1回転型サーメットリマ 50kΩ	CT-6E P50kΩ(503)	コバル電子	1	RSコンポーネンツ RS型番 474-7012
30	VR3	1回転型サーメットリマ 10kΩ	CT-6E P10kΩ(103)	コバル電子	1	RSコンポーネンツ RS型番 474-6996
31	Key1~12	タクトスイッチ 12mm角	SKHCBJA010	アルブス電気	12	
32		タクトスイッチ キートップ+キャップ 黒	SK2AA00090	アルブス電気	12	
33	SW1, 2	押ボタンスイッチ PC-H端子形	BB-15AH	日本開閉器工業	2	
34		押ボタンスイッチ 操作部ボタン 黒	AT-475K	日本開閉器工業	1	
35		押ボタンスイッチ 操作部ボタン 白	AT-475W	日本開閉器工業	1	
36	CN1, 2	ピンヘッダ(オス) 2×13(26P)	通販コード C-00079	秋月電子通商	2	
37	LCD1	LCDキャラクタディスプレイモジュール	SC1602BSLB	Sunlinke Display Teck	1	秋月電子通商 通販コード P-00038
38	J1	ピンソケット(メス) 2×7(14P)	通販コード C-00169	秋月電子通商	1	※LCDモジュールに付属のものを使用
39	TP1, 2, 4	測定用チェック端子 黄色	LC-2-G黄	マック8	3	RSコンポーネンツ RS型番 464-2412
40	TP3, 5	測定用チェック端子 黒色	LC-2-G黒	マック8	2	RSコンポーネンツ RS型番 464-2399
41	JP1	ディップショートプラグ 1列プラグ(オス型) 3極	DSP03-003-432G	KEL	1	チップワニストップ 通販コード FF-3100-1073
42	JS1	ディップショートプラグ レセプタクル(メス型) 黒	DSP01-002-430G-0	KEL	1	チップワニストップ 通販コード FF-3100-0101
43		専用基板			1	
44		鉛フリーはんだ(やに入り) φ 0.6mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ 0.6	千住金属		
45		鉛フリーはんだ(やに入り) φ 0.8mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ 0.8	千住金属		
46		ポリカーボネート セットナベ小ネジ M2 L=6mm	PC-0206-T	廣杉計器	5	
47		ジュラコンスペーサー(六角) M2 L=11mm	AS-2011	廣杉計器	3	LCDモジュール取付用 Key部の基板支え用

(注意1) 部品の仕様(機能や端子図など)は、データシートを参照のこと。

2.2 部品取付け仕様

(1) 部品の取付け方向

- ① 部品は、部品配置図の表面および裏面をそれぞれ正面にして、プリント基板へ水平又は垂直に取付けるものとし、曲がり、傾きの限度は1mm以下とする。
- ② 部品の表示又は規格が、識別できるように取付ける。
- ③ 極性を有する部品は、回路図に従って取付ける。
- ④ 炭素皮膜抵抗器のカラーコードや、チップ抵抗器の数値は、下から上、左から右の方向（2.1（2）および（3）に示した矢印の方向）に読めるように取付ける。

(2) 部品の取付け方法

- ① 炭素皮膜抵抗器（R5～R16）、ダイオード（D1～D5）は、図2に示すように本体をプリント基板にほぼ密着させて取付ける。浮き上がり限度を図3に示す。



図2 抵抗器等の取付け方（良い例）

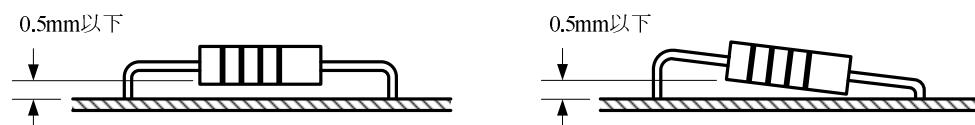


図3 抵抗器等の取付け方（浮き上がり限界）

- ② 炭素皮膜抵抗器（R5～R16）、ダイオード（D1～D5）は、左右のリードをバランスよく取付け、図4のように部品に無理な力が加わらないよう取付ける。



図4 抵抗器の取付け方（悪い例）

- ③ DIP型IC（IC2、IC3、IC6）は、端子の止まりまで差し込む。浮き上がり限度を図5に示す。



図5 DIP型ICの取付け方（浮き上がり限界）

- ④ フィルムコンデンサ（C1～C4）は、底面の突起が基板に密着するように取り付ける。積層セラミックコンデンサ（C7、C9～C11、C15）は、絶縁チューブをかぶせずリードの曲がりまで差し込む。電解コンデンサ（C5、C6、C16～C18）は、リードに無理な力がかからない範囲で基板に密着して取り付ける。コンデンサの傾き限度を図6に示す。

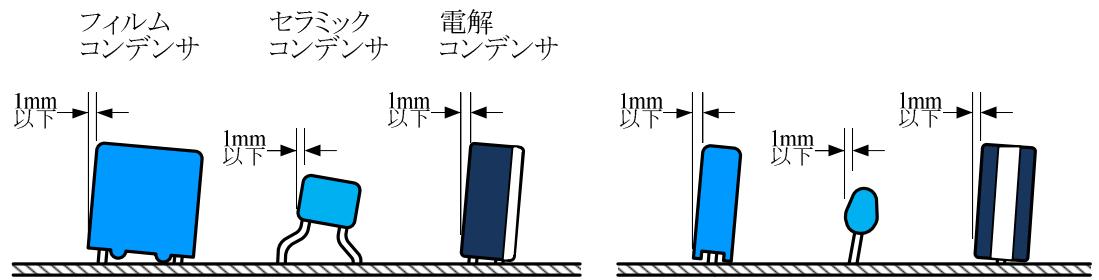
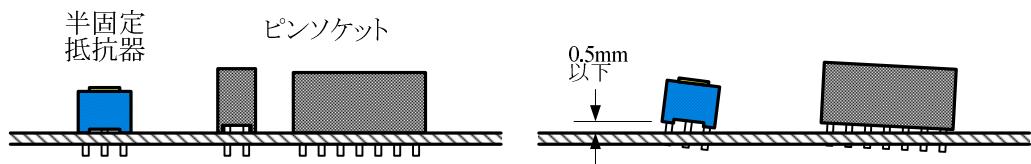


図 6 部品の取付け方 (傾き限界)

- ⑤ 半固定抵抗器 (VR1～VR3)、ピンソケット (J1) など、底面に突起がある部品の浮き上がり限度は、図 7 のように突起や挿入止めの先端からの寸法とする。

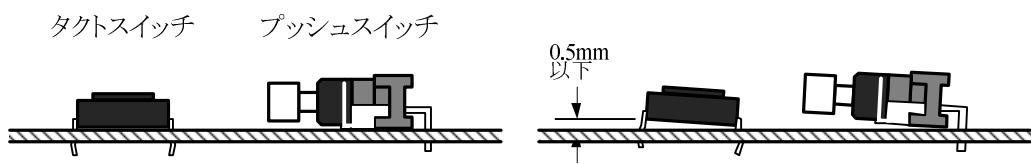


(a)取り付け方の良い例

(a)取り付け方の悪い例

図 7 底面に突起がある部品の取付け方 (浮き上がり限界)

- ⑥ タクトスイッチ (KEY1～KEY12)、プッシュスイッチ (SW1～SW2) は、基板に密着して取り付ける。浮き上がり限度を図 8 に示す。



(a)取り付け方の良い例

(b)取り付け方の悪い例

図 8 スイッチ等の取付け方 (浮き上がり限界)

- ⑦ ショートプラグ (JP1) は、浮き上がらないように取り付ける。ショートソケット (JS1) を取り付けた状態の傾きの限度を図 9 に示す。

なお、ソケットは、△マークが下向きになるように挿入する。

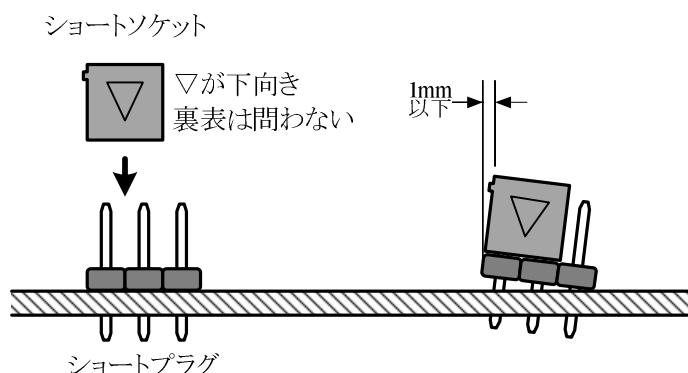


図 9 ショートプラグ、ショートソケットの取付け方

- ⑧ 炭素皮膜抵抗器、ダイオード、コンデンサのリードは、プリント基板に挿入した後、ランドにはほぼ密着させて折り曲げ、ランドの周囲を基準として切断する。折り曲げる方向は、小判形ランドにおいては長手方向に、丸形ランドにおいては任意とするが、ランドが並んでいる部分では向きを揃えること。折り曲げの寸法を図10に示す。

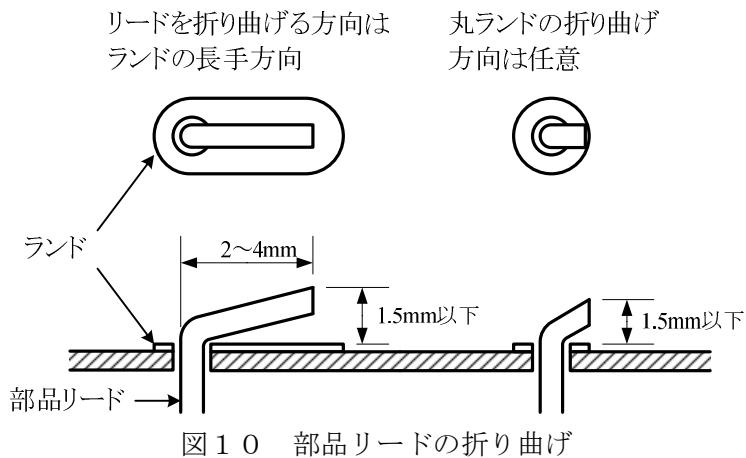


図10 部品リードの折り曲げ

- ⑨ 半固定抵抗器 (VR1~VR3)、チェック端子 (TP1~TP5) は、リードを折り曲げずに取付ける。突き出したリードが 2.5mm を超える場合は、図11のように 0.5mm~2.5mm となるよう切断する。

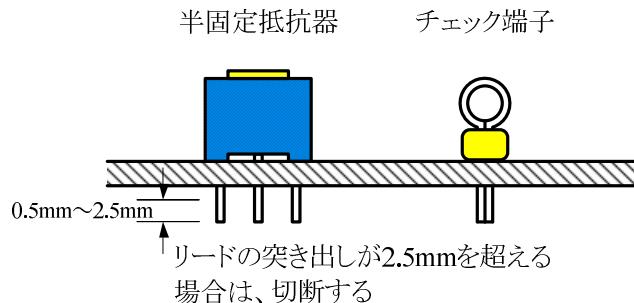


図11 リードの突き出し寸法

- ⑩ 組立て基板を制御ボードに差し込むためのピンヘッダ (CN1、CN2) は、プリント基板の裏面から取付け、表面のランドをはんだ付けする。
- ⑪ 以下の部品は、ピンまたはリードを折り曲げず、かつ、切断せず取付ける。
- ・ IC (IC2、IC3、IC6)
 - ・ タクトスイッチ (KEY1~KEY12)
 - ・ 押しボタンスイッチ (SW1、SW2)
 - ・ LCD1 のピンソケット (J1)
 - ・ ピンヘッダ (CN1、CN2)

- ⑫ チップ抵抗器 (R1~R4, R17, R18)、チップコンデンサ (C8, C12~C14) は、図 1 2(a)に示すように取付け、図 1 2(b)のように立てて取付けないこと。また、ランドとの位置ずれは、図 1 3 に示す範囲内となるよう取付ける。



図 1 2 チップ抵抗器の取付け方

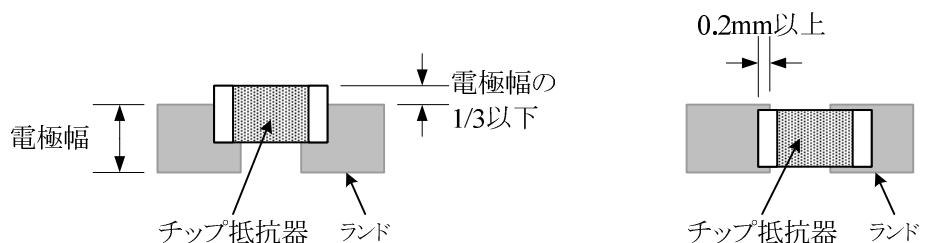


図 1 3 ランドに対するチップ抵抗器の位置ずれ

- ⑬ SOP IC (IC1, IC4, IC5) は、ランドとの位置ずれが図 1 4(a)に示す範囲内となるよう取付ける。また、リード方向のずれは、図 1 4(b)に示すようにランド間のほぼ中央に取付ける。

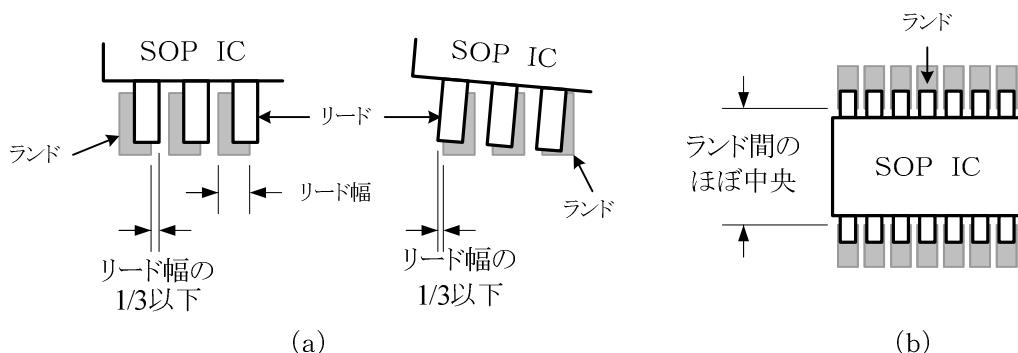


図 1 4 SOP IC の取付け方

- ⑭ LCD キャラクタディスプレイモジュール (LCD1) には、2列×7 (14 ピン) のピンヘッダを取り付け、図 1 5 のようにピンソケット (J1) に挿入する。ソケットとの隙間は、0.5mm 以下とする。
また、右側の取り付け穴に M2×11mm のスペーサーをセットなべ小ねじで取付ける。

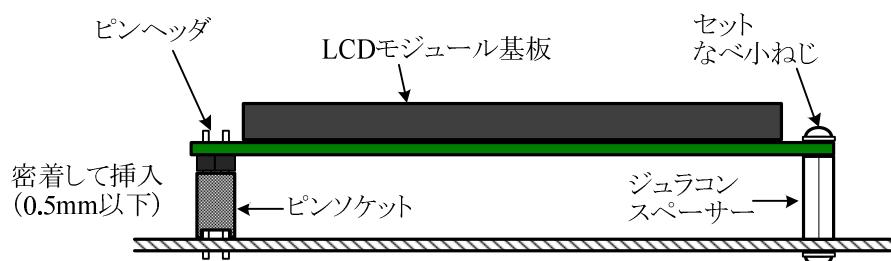
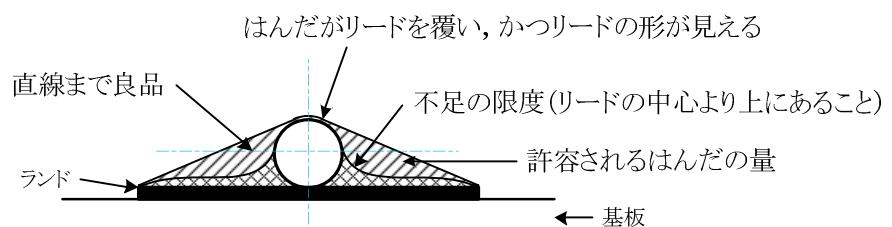


図 1 5 LCD キャラクタディスプレイモジュールの取付け

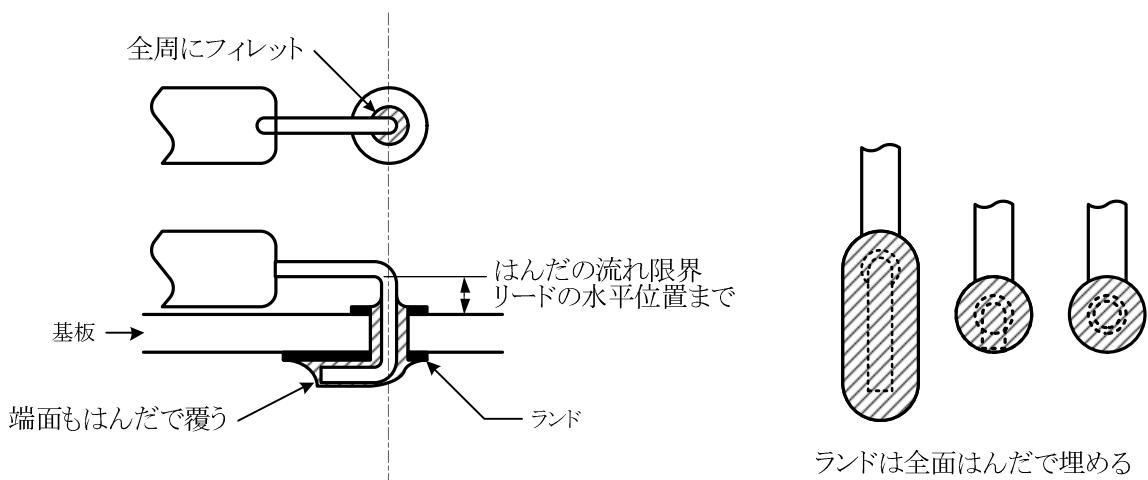
(3) はんだ付けに関する仕様

- ① はんだの“ぬれ”については、はんだがランドの表面によくに流れ、長く裾を引いていること。“イモはんだ”にならないように、また突起が生じないようにはんだ付けする。
- ② プリント基板のランドを剥離させないこと。
- ③ はんだ付け時の熱などで、部品が破損しないこと。
- ④ はんだ付けが不要な箇所には、はんだを付けないこと。
- ⑤ ランドのないところで部品リードを接続しないこと。
- ⑥ チップ部品の電極食われや、破損をさせないこと。
- ⑦ 部品を挿入しないスルーホールは、はんだ付けしないこと。
- ⑧ はんだの量について
 - イ) リードの形が判断できる程度の量であること。
 - ロ) ランド全体がはんだで覆われていること。
 - ハ) リードの折り曲げ部分や切り口部分が、はんだで覆われていること。
- ニ) 折り曲げず、かつ、切斷しないで取付ける部品においては、ピンやリードの先端まで全面はんだで覆われていなくてもよい。

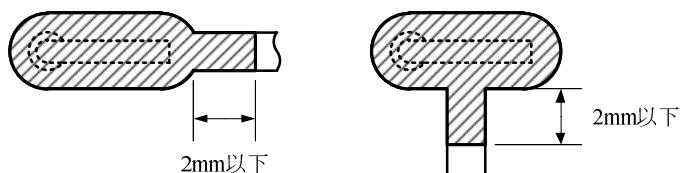
図16に挿入部品の、図17にチップ抵抗器の、図18にSOP ICのはんだ付け基準をそれぞれ示す。



(a)はんだ量の基準 (はんだの過剰、不足)

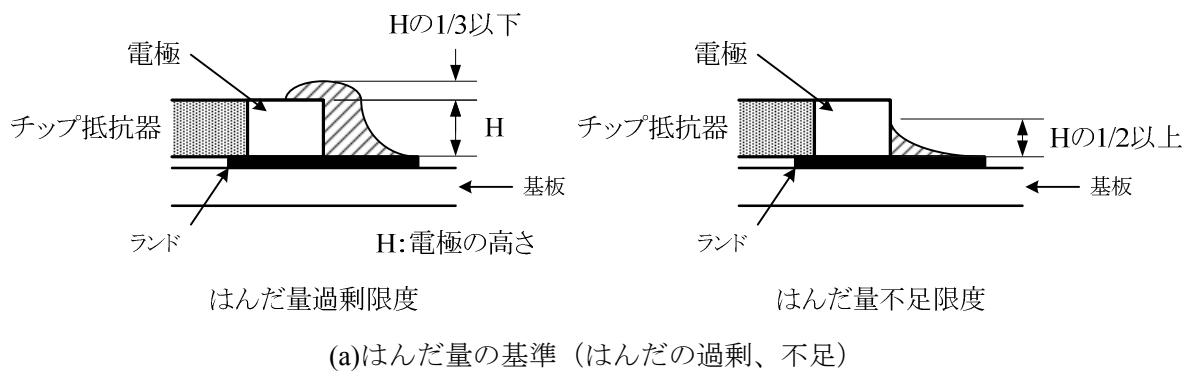


(b)はんだ付けの標準 (はんだのぬれ)

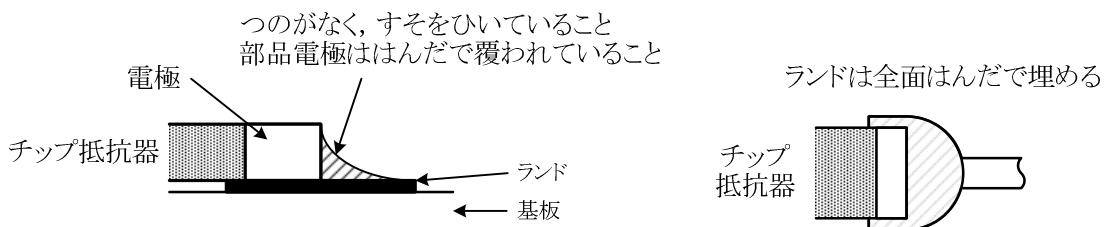


(c)はんだの拡散範囲 (はんだの流れ)

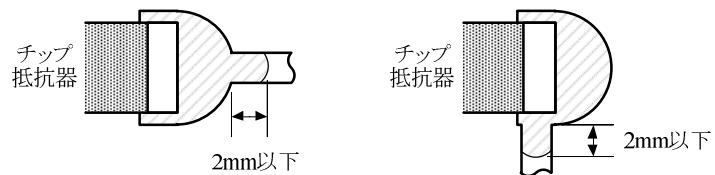
図16 挿入部品のはんだ付け基準



(a)はんだ量の基準 (はんだの過剰、不足)



(b)はんだ付けの標準 (はんだのぬれ)



(c)はんだの拡散範囲 (はんだの流れ)

図 1 7 チップ抵抗器のはんだ付け基準

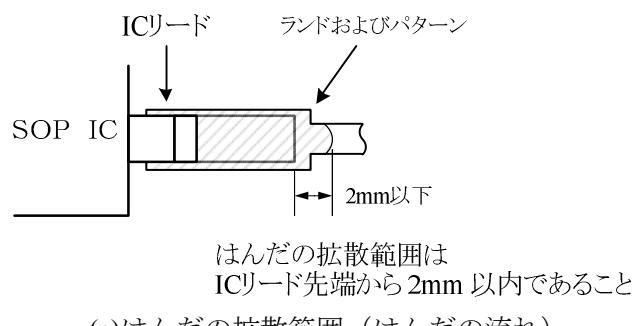
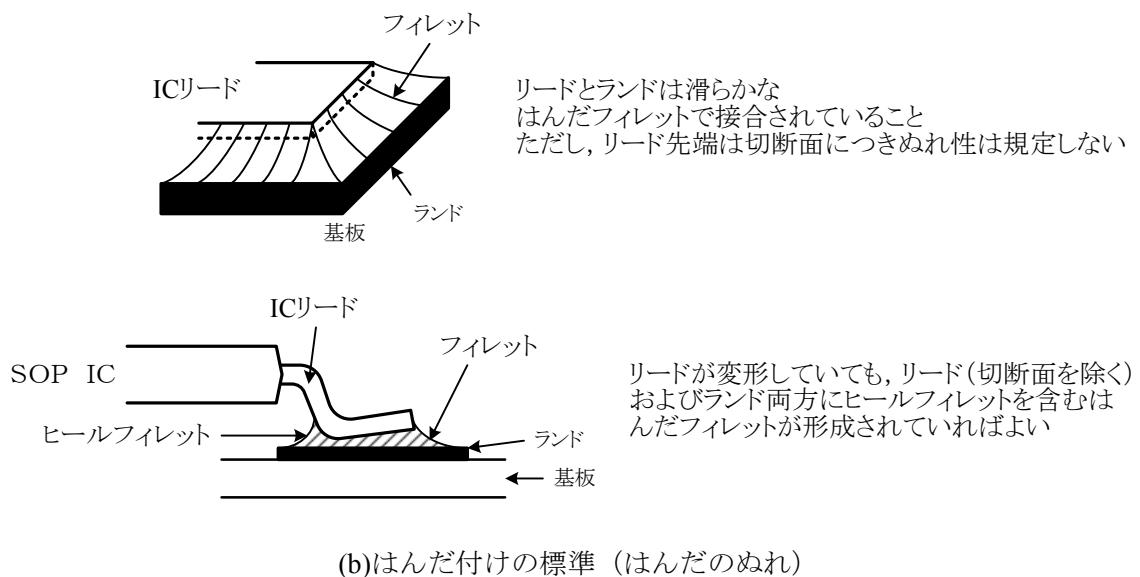
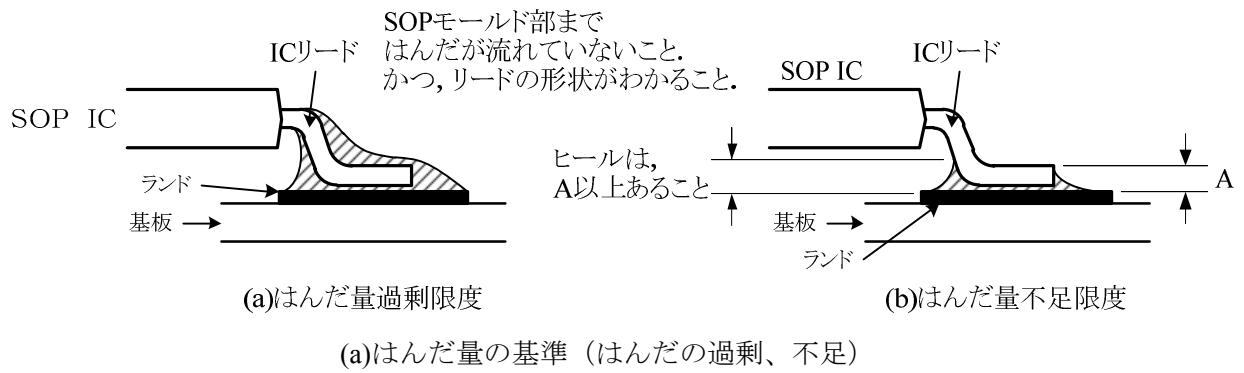


図 18 SOP IC のはんだ付け基準

2. 3 組立て基板の動作試験

「動作チェックプログラム」を、制御ボードの PIC に書き込み、制御ボードに組立て基板を装着し、動作をチェックする。(デバッグモードによる動作確認ではなく、プログラムを PIC に実際に書き込むこと)

「動作チェックプログラム」とは、「3. 1 制御プログラムの基本仕様」に基づいて作成したもので、図 1 9 「制御プログラムの状態遷移図」の競技当日提示する「動作モード」の「処理 1、処理 2、処理 3」以外のプログラム部分を指す。

[動作確認手順]

準備からプログラム書き込み

- ① 「制御ボード」に各自が組立てた「組立て基板」を装着する。
- ② 各自分で作成した「動作チェックプログラム」を「制御ボード」上の PIC18F4620 に書き込む。

電源投入から動作確認および電源切断

- ① 「組立て基板」の押しボタンスイッチ(SW1)を押した状態で、「制御ボード」の電源スイッチを ON にし、その後 SW1 を開放する。
- ② 押しボタンスイッチ(SW1)のプッシュ操作により、テストモードの「処理 1」および「処理 2」が正常に動作するか確認する。詳細は「3. 1 制御プログラムの基本仕様」と「3. 2 制御プログラムの動作仕様 (1) テストモードの仕様」により動作を確認すること。
- ③ 「制御ボード」の電源スイッチを OFF にする。

<動作試験を行う前に、以下に示す組立て基板のパラメータをセットすること>

- ①可変抵抗器(VR1)により、キャラクタ LCD ディスプレイの表示文字が容易に読み取れるようコントラスト調整を行っておくこと。
- ②波形発生回路の出力信号(TP2 出力)が、0V～5V (精度は問わない) となるように可変抵抗器(VR2,VR3)によりゲインとオフセットを調整すること。
- ③ジャンパースイッチ(JP1)の 1-2 間 (左側) にジャンパーソケット(JS1)を挿入しておくこと。これにより、波形発生回路からの方形波信号が、制御ボードのマイコンの RA4(T0CKI)に入力されることになる。(JP1 の 2-3 間に JS1 を挿入すると、テストピン(TP4)から入力される外部信号を RA4 に入力することができる。)

3 制御プログラムの作成

3. 1 制御プログラムの基本仕様

回路全体を制御する制御ボード用プログラムの基本仕様を以下に示す。

なお、以下の記述中の部品記号などについては、「2. 1 (1) 回路図」を参照すること。

(1) SW1 (押しボタンスイッチ) の操作に関する仕様

① 制御プログラム起動時の機能

制御プログラム起動時 (制御ボードのリセットスイッチをプッシュ操作時) に、SW1 の状態をチェックし、「テストモード」もしくは「動作モード」の各処理を実行させる。

SW1 の状態	実行されるモード
ON (押した状態)	テストモード (事前公表)
OFF (無操作状態)	動作モード (当日公表)

② モード動作中の機能

「テストモード」もしくは「動作モード」の各処理の実行中は、以下のような機能を持たせる。

1. SW1 のプッシュ操作によって、図 1-9 に従い制御プログラムの状態を遷移させる。
2. プッシュ操作は、「テストモード」および「動作モード」の各処理(処理 1・処理 2・処理 3)中であっても有効に機能すること。

なお、プッシュ操作とは、「スイッチを押して離す」操作を意味する。

**SW1 のプッシュ操作の検出には、
P I C の割り込み処理機能を使用することが望ましい。**

(2) SW2 (押しボタンスイッチ) の操作に関する仕様

SW2 は、動作条件の変更などに使用され、基本的な操作仕様は SW1 と同様とする。

**SW2 のプッシュ操作の検出には、
P I C の割り込み処理機能を使用することが望ましい。**

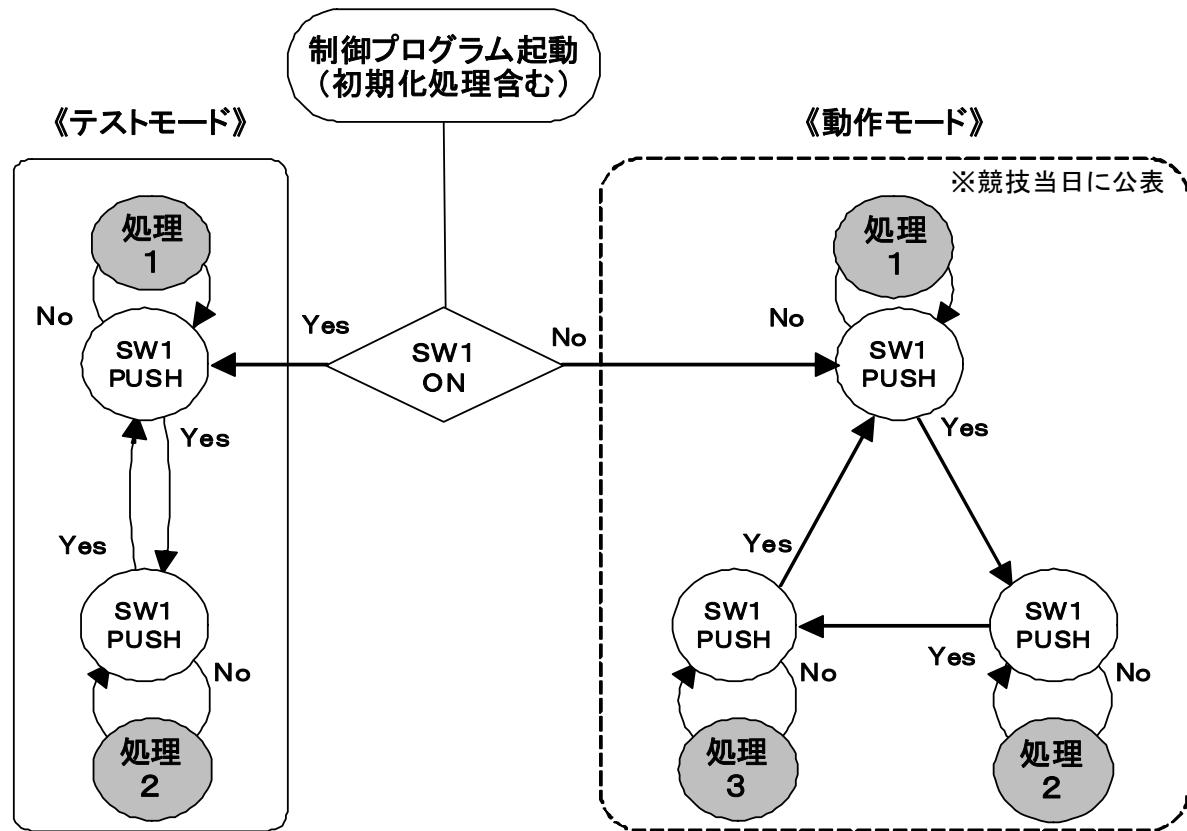


図 1 9 制御プログラムの状態遷移図

(3) LCD (液晶表示器) に関する仕様

LCDの表示制御は、技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種用に開発された、以下のプログラムを使用することとする。

” lcdlib_c18_v03.c ”

” lcdlib_c18_v03.h ”

これらのプログラムは、事前配布しているCDの” ¥C18_Lcd_Library ” ホルダーに保存されている。プログラムの使用方法は、同じホルダーにある” LCD モジュール用ライブラリの利用手引き.doc ” に記述されているので、参照すること。

(4) キースイッチに関する仕様

キースイッチ (KEY1～KEY12) は、ダイナミックスキャン方式によりスイッチの操作状態（押されているかどうか）が判定されること。判定の条件は、以下の通りとする。

- ① スイッチの操作状態は、任意のスイッチが押された瞬間に判定され、そのスイッチが解放されるまでは他のスイッチの操作は無視される。
- ② 制御プログラム実行中は、常にキースイッチの操作状態を監視する。
- ③ スイッチ接点のチャタリングについては、プログラムにより対処する。

KEY1	KEY2	KEY3	KEY4
KEY5	KEY6	KEY7	KEY8
KEY9	KEY10	KEY11	KEY12

図 2 0 スイッチの配列

(5) IC2(波形発生回路)の動作に関する仕様

IC2(波形発生回路)は、それに接続されるコンデンサ容量と抵抗値によって、発生信号の周波数を制御することが出来る。本競技では、発生信号の“信号周波数”範囲に対して IC2 に接続するコンデンサを以下の表で対応させる。ここで、“信号周波数”とは、実際に発生している信号の周波数ではなく、ユーザーがプログラムで設定、或いは指定する周波数を示している。従って、ある周波数の信号を発生させたい場合、IC2 に接続するコンデンサは、図 2 1 に従うように、プログラミングすること。

設定レンジ	信号周波数の範囲	接続コンデンサ
500Hzレンジ	500Hz以上1kHz未満	C4(0.047 μ F)
1kHzレンジ	1kHz以上5kHz未満	C3(0.022 μ F)
5kHzレンジ	5kHz以上10kHz未満	C2(4700pF)
10kHzレンジ	10kHz以上50kHz未満	C1(2200pF)

図 2 1 周波数範囲と接続コンデンサの対応

3. 2 制御プログラムの動作仕様

(1) テストモードの仕様

テストモードは SW1 のプッシュ操作によって、下表に示す 2 つの処理を切り替えて実行できるように構成すること。（「3. 1 制御プログラムの基本仕様」参照）

処理	機能															
処理 1	<p>◆ <u>キー&LCDチェックモード</u></p> <p>キースイッチの操作状態に伴い、LCDにキースイッチの番号を表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 他処理から本モード（処理 1）に入った場合は、図 2-2 の初期状態を表示する。 LCD下段は、スイッチの操作状態に応じ図 2-2 のようにキー番号を追加表示する。ただし、新たなキー入力が無い限り変化しない。 SW2 のプッシュ操作により、図 2-2 の初期状態の表示をする。 キー入力の繰り返しで、下段の表示が埋まった場合はキー入力を無視する。 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">LCD表示の詳細仕様は図 2-2 を参照</p>															
処理 2	<p>◆ <u>FGチェックモード</u></p> <p>キースイッチ（Key1～Key4）および SW2 の操作に応じ、FG制御ボードのFG出力端子に以下に示す信号波形の出力を行う。</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">キースイッチ</th> <th style="text-align: center;">出力の信号周波数</th> <th style="text-align: center;">出力波形種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">KEY1</td> <td style="text-align: center;">800Hz</td> <td style="text-align: center;">SW2 のプッシュ操作毎に</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KEY2</td> <td style="text-align: center;">2kHz</td> <td style="text-align: center;">波形種類が変わる。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KEY3</td> <td style="text-align: center;">8kHz</td> <td style="text-align: center;">方形波 → 三角波 → 正弦波</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KEY4</td> <td style="text-align: center;">20kHz</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>・他処理から本モード（処理 2）に入った場合は、図 2-3 の初期状態を表示する。尚、この場合の出力信号の周波数は不問とする。</p> <p>・LCD下段にはキースイッチに応じ、図 2-3 のように出力周波数、波形種類を表示し、新たなキー入力が無い限り変化しない。</p> <p>・キースイッチによる出力信号の切替時には、初期状態として方形波を出力する。</p> <p>・出力波形は、図 2-4 の状態遷移図に示す通り、SW2 によって 方形波 → 三角波 → 正弦波 → 方形波 → … の順に切替可能とする。</p> <p>・出力信号の周波数は、周期基準で指示値に対し±10%以内であること。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">LCD表示の詳細仕様は図 2-3 を参照</p>	キースイッチ	出力の信号周波数	出力波形種類	KEY1	800Hz	SW2 のプッシュ操作毎に	KEY2	2kHz	波形種類が変わる。	KEY3	8kHz	方形波 → 三角波 → 正弦波	KEY4	20kHz	
キースイッチ	出力の信号周波数	出力波形種類														
KEY1	800Hz	SW2 のプッシュ操作毎に														
KEY2	2kHz	波形種類が変わる。														
KEY3	8kHz	方形波 → 三角波 → 正弦波														
KEY4	20kHz															

操作順	操作スイッチ	LCD表示	下段文字数
1	(初期状態)	KEY&LCD CHECK KEY:	4
2	KEY1	KEY&LCD CHECK KEY:1	5
3	KEY2	KEY&LCD CHECK KEY:12	6
4	KEY3	KEY&LCD CHECK KEY:123	7
5	KEY4	KEY&LCD CHECK KEY:1234	8
6	KEY5	KEY&LCD CHECK KEY:12345	10
7	SW2 (入力リセット)	KEY&LCD CHECK KEY:	4
8	KEY8	KEY&LCD CHECK KEY:8	5
9	KEY9	KEY&LCD CHECK KEY:89	6

操作順	操作スイッチ	LCD表示	下段文字数
10	KEY10	KEY&LCD CHECK KEY:8910	8
11	KEY11	KEY&LCD CHECK KEY:891011	10
12	KEY12	KEY&LCD CHECK KEY:89101112	12
13	KEY7	KEY&LCD CHECK KEY:891011127	13
14	KEY10	KEY&LCD CHECK KEY:89101112710	15
15	KEY10 (入力一部無視)	KEY&LCD CHECK KEY:891011127101	16
16	KEY10 (入力無視)	KEY&LCD CHECK KEY:891011127101	16
17	SW2 (入力リセット)	KEY&LCD CHECK KEY:	4
18	KEY9	KEY&LCD CHECK KEY:9	5

図22 キー&LCDチェックモードの操作・表示例

操作スイッチ (キースイッチ)	LCD表示及び出力波形		
	方形波出力 (初期状態)	三角波出力	正弦波出力
処理2突入時 (初期状態)	FG CHECK	FG CHECK	FG CHECK
KEY1	FG CHECK 500Hz SQUARE	FG CHECK 500Hz TRIANGLE	FG CHECK 500Hz SINE
KEY2	FG CHECK 1kHz SQUARE	FG CHECK 1kHz TRIANGLE	FG CHECK 1kHz SINE
KEY3	FG CHECK 5kHz SQUARE	FG CHECK 5kHz TRIANGLE	FG CHECK 5kHz SINE
KEY4	FG CHECK 10kHz SQUARE	FG CHECK 10kHz TRIANGLE	FG CHECK 10kHz SINE

図23 FGチェックモードのLCD表示仕様

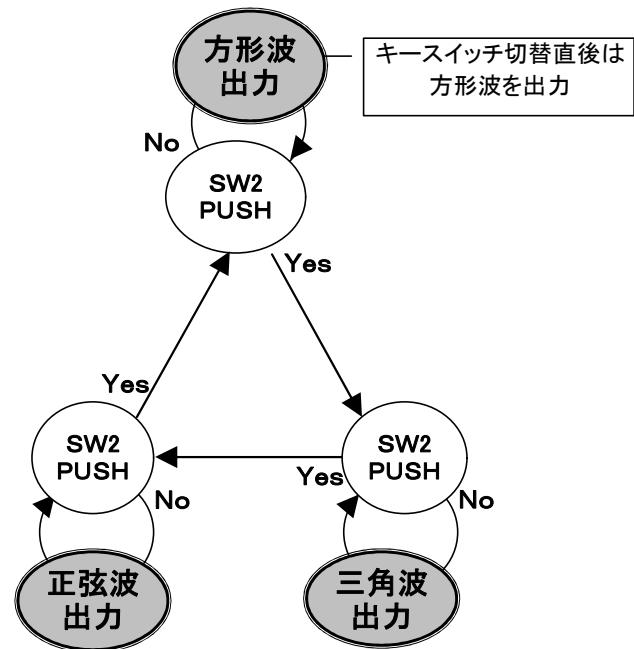


図24 FGチェックモードの出力波形の切替方法（状態遷移図）

(2) 動作モードの仕様

テストモードを応用した動作モードの仕様を競技大会当日に公表します。

3.3 プログラム記述の作法

(1) ガイドライン

① 可読性 (分かりやすい・読みやすいプログラムを制作する)

イ) ソースプログラムの読みやすさ

- ・原則として、1行に一つの文だけで記述する。
 - ・インデント (段付) を用いて読みやすくする。
なお、インデントについては4文字程度 (MPLAB では “Tab キー” 一回分) が適当である。
 - ・モジュール化 (ソースコードの分割ファイル化) を用いてソースコードの記述を簡素化する。
 - ・モジュール化する場合、そのレイアウトなどに統一性を持たせる。
 - ・半角空白を用いてソースコードを読みやすくする。
 - ・適切なコメント文を記述する。
- ロ) 変数名、関数名の命名について
- ・関数や変数で扱う処理や値を的確に表す名詞や名詞句を用いる。
 - ・命名のルールに一貫性を持たせる。
 - ・関数名や変数名に語句の連結や分割を行う場合には、アンダースコアを用いる。
- ハ) コメント文の記述について
- ・単純変数以外の配列や構造体・共用体など複雑なデータ構造を表すものは、その役割や構造などについてのコメントを記述する。
 - ・処理を伴うマクロや関数には、個々にその機能や引数の意味などのコメントを記述する。

② 保守性 (改修しやすいプログラムを制作する工夫)

イ) マクロを用いた工夫

- ・定数はマクロを用いて一箇所で定義する。

ロ) 文法上の工夫

- ・制御文は常に { } 付きの複文形式にする。
- ・switch 文の default は省略しない。
- ・配列の初期化リストの最後には、必ずカンマ (,) を付ける。
- ・プリプロセッサを用いて記号や定数を定義する。
- ・マクロの中での演算は、必ず () で囲む。
- ・グローバル変数はできるだけ避ける。
- ・深いネスト構造は避ける。(ネストの深さは4以下が望ましい)

(2) 記述例

- ① ソース 1 行に 1 文 (1 動作) の記述とする。

良い例	良くない例
<pre>int i; int j; int k = 0;</pre>	<pre>int i, j, k = 0;</pre>

- ② インデントと波括弧の使い方 (BSD スタイル準拠)。

良い例	良くない例
<pre>If (条件文) { 处理; } else { 处理; } while (条件文) { 处理 1; 处理 2; }</pre>	<pre>If (条件文) { 处理; } else { 处理; } while (条件文) { 处理 1; 处理 2; }</pre>

- ③ 空白の使い方。

良い例	良くない例
<code>j = i++;</code>	<code>j=i++;</code>
<code>for (i = 0; i < 10; i++)</code>	<code>for(i=0;i<10;i++)</code>
<code>If (条件文)</code>	<code>If(条件文)</code>

- ④ プリプロセッサの例。

良い例	良くない例
<pre>#define SW1 PORTAbits.RA0 #define X_OUT LATB #define DATA 0x85 void main(void) { if (SW1) { X_OUT = DATA; } }</pre>	<pre>void main(void) { if (PORTAbits.RA0) { LATB = 0x85; } }</pre>

⑤ モジュール化の例。

良い例

```
void main(void)
{
    处理 1;
    test();      // 处理 3

    处理 2;
    test();      // 处理 3

}

void test(void)
{
    处理 3;
}
```

良くない例

```
void main(void)
{
    处理 1;
    处理 3;

    处理 2;
    处理 3;

}
```

⑥ ネストの例。

良い例

```
void main(void)
{
    for ( 条件 )
    {
        for ( 条件 )
        {
            process();
        }
    }
}

void process(void)
{
    if ( JP1 )
    {
        if ( JP2 )
        {
            for ( 条件 )
            {
                处理;
            }
        }
    }
}
```

良くない例

```
void main(void)
{
    for ( 条件 )
    {
        for ( 条件 )
        {
            if ( JP1 )
            {
                if ( JP2 )
                {
                    for ( 条件 )
                    {
                        处理;
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

⑦ グローバル変数の例。

良い例

```
void main(void)
{
    int count;

    test();
    count を用いたコード;
}

void test(void)
{
    int count;

    count を用いたコード;
}
```

良くない例

```
//グローバル変数
int count;

void main(void)
{
    test();
    count を用いたコード;
}

void test(void)
{
    count を用いたコード;
}
```

4 組立て基板の動作試験の実施

組立て基板の製作が終了したと判断した場合、「2. 3 組立て基板の動作試験」に従って、組立て基板の動作試験を行う。問題なく動作試験が完了したら、競技委員にその旨を申し出ること。製作した組立て基板に明らかな不備が見つかり、その後の制御プログラムの作成に支障が予想され、製作済みの基板（選手が事前に製作して持参している組立て基板、或いは主催者側で製作した組立て基板）で制御プログラムを作成する方が良いと判断した場合、競技委員に申し出ること。また、持参した「動作チェックプログラム」に不備を感じ、組立て基板の動作試験が困難な場合は、主催者側で用意した動作チェックプログラムを用いて、組立て基板の動作試験を行うことができる。その旨、競技委員に申し出ること。

5 制御プログラムの動作試験の実施

製作した制御プログラム（テストモードと動作モードの両方を含むプログラム）を用い、以下の項目について、動作試験を行う。

（1）テストモードの動作試験

競技仕様書（1）の「3. 2 (1) テストモードの仕様」に示される「処理1」と「処理2」が、仕様通りに動作するか確認する。

（2）動作モードの動作試験

競技仕様書（1）の「3. 2 (2) 動作モードの仕様」に示される「処理1」、「処理2」、「処理3」が、仕様通りに動作するか確認する。

6 作業の終了

本競技仕様書に示した「2 組立て基板の組立て」および「3 制御プログラムの作成」に係る作業が全て完了したならば、举手にて競技委員に、その旨を知らせる。競技委員による作業終了の確認を受けたのち、以下の「成果物の提出に係る作業」を行うこと。

なお、競技時間内に当該作業が完了しなかった場合には、競技終了の合図で作業を中止し、終了時点での成果物を提出すること。

「成果物の提出に係る作業」

- ① 「課題提出用紙」に必要事項を記入する。
- ② 「荷札」に競技者番号と氏名を記入し、組立て基板の指定箇所に荷札を取付ける。
- ③ 支給した USB メモリに作成した波形発生・処理回路のプログラムのプロジェクト全体（ソースコードを含む）を下記のような名称のフォルダを作成し、格納する。

競技者番号：20 番 → フォルダ名
氏 名：若年 太郎 → : ¥20_若年太郎¥

- ④ 製作した制御プログラムを制御ボードの PIC に書込む。
- ⑤ 波形発生・処理回路の電源を切る（AC アダプタは接続しておく）。
- ⑥ 波形発生・処理回路のソースコード（ソースプログラム）を、主催者が用意したプリンタを用いてプリントアウトする。（印刷範囲については、競技委員の指示に従うこと。）
- ⑦ はんだごて、コンピュータシステムの電源を切る。
- ⑧ PIC ライタ、接続ケーブルをまとめておく。
- ⑨ 作業テーブル上の工具等の整理や清掃をする。
- ⑩ 競技委員の許可を得て退席する。

7 清掃・後片づけ

- ① 競技終了後、競技委員による波形発生・処理回路の動作チェック完了を待つ。
(この動作チェックに要する時間は、概ね1時間と予定している)
- ② 競技委員が制御ボード、PICライタ、ACアダプタ他の貸出した物品を回収する。
- ③ 競技委員による①と②の作業が終了し、競技委員からの指示があった後（それまで、競技エリアには入場できない）、『作業エリア』の清掃・後片づけ（搬出・発送など）を行い、退場する。なお、競技当日配布した競技仕様書他のドキュメントは、持ち帰ってもよい。持参したものは全て持ち帰り、忘れ物がないようにすること。