

公表 1

第 4 7 回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

組立競技課題
「LED-TV 基板」の組立て

1. 電子機器の概要

電子機器「LED-TV」は、PIC マイコンで擬似的に発生させた映像信号（コンポジット信号）を受信し、階調表示でマトリクス LED に画像を表示する電子回路である。電子機器「LED-TV」の動作状態を図 1 に、また図 2 に動作ブロック図を示す。

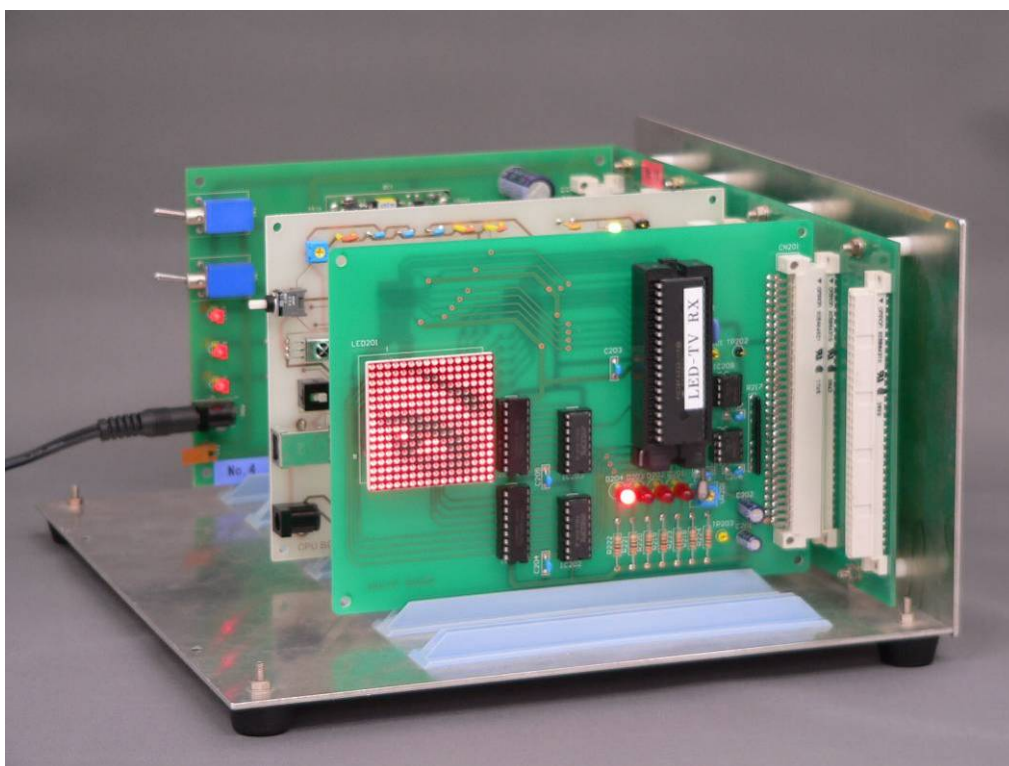
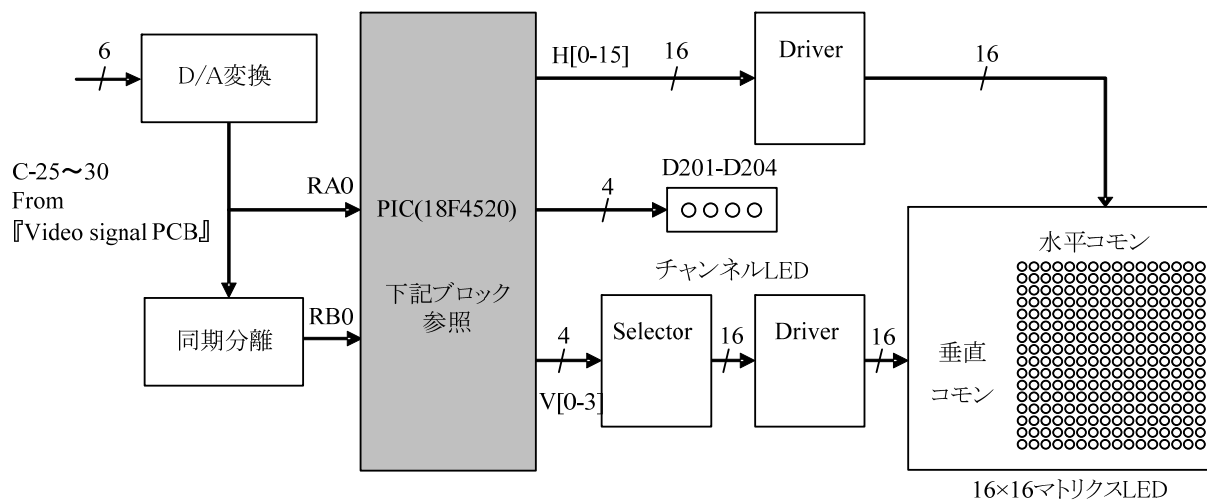
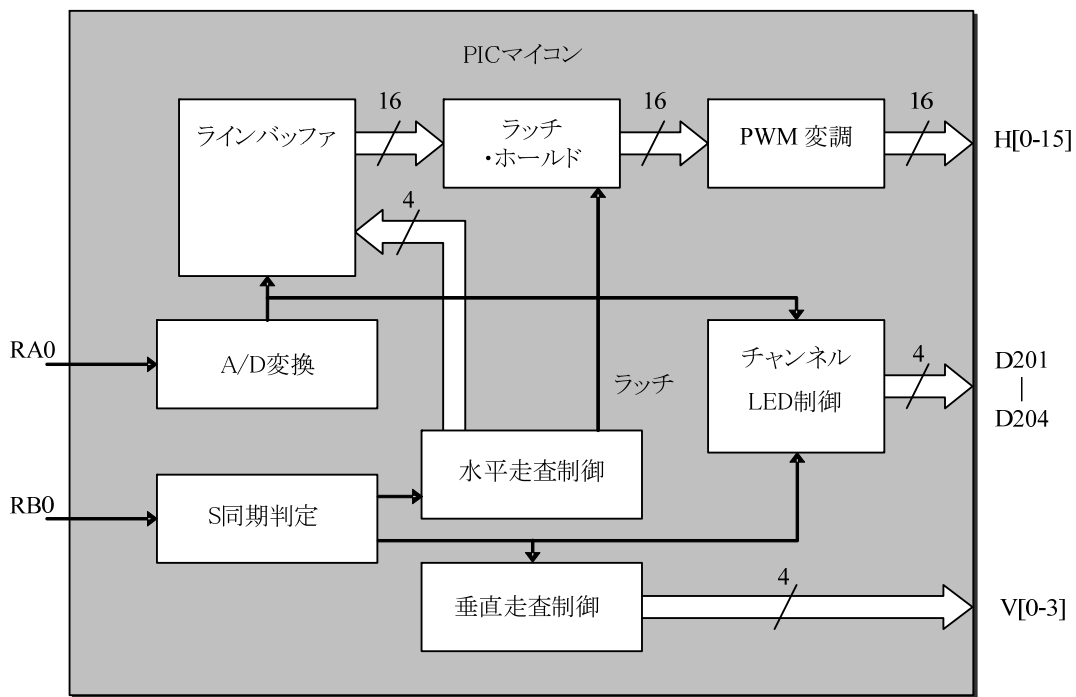


図 1 電子機器「LED-TV」の動作状態



(a) 全体の動作



(b) PIC (18F4520) の内部動作

図2 LED-TV基板の動作ブロック図

2. 動作概要

(1) D/A 変換

映像信号生成基板 (CPU ボード) から送られたデジタルデータを D/A 変換回路でコンポジット信号 (アナログ) にし, その信号を PIC のアナログポート (RA0) に出力する. 図 3 に, デフォルトのテストパターン映像のコンポジット信号波形を示す. (TP201 の波形)

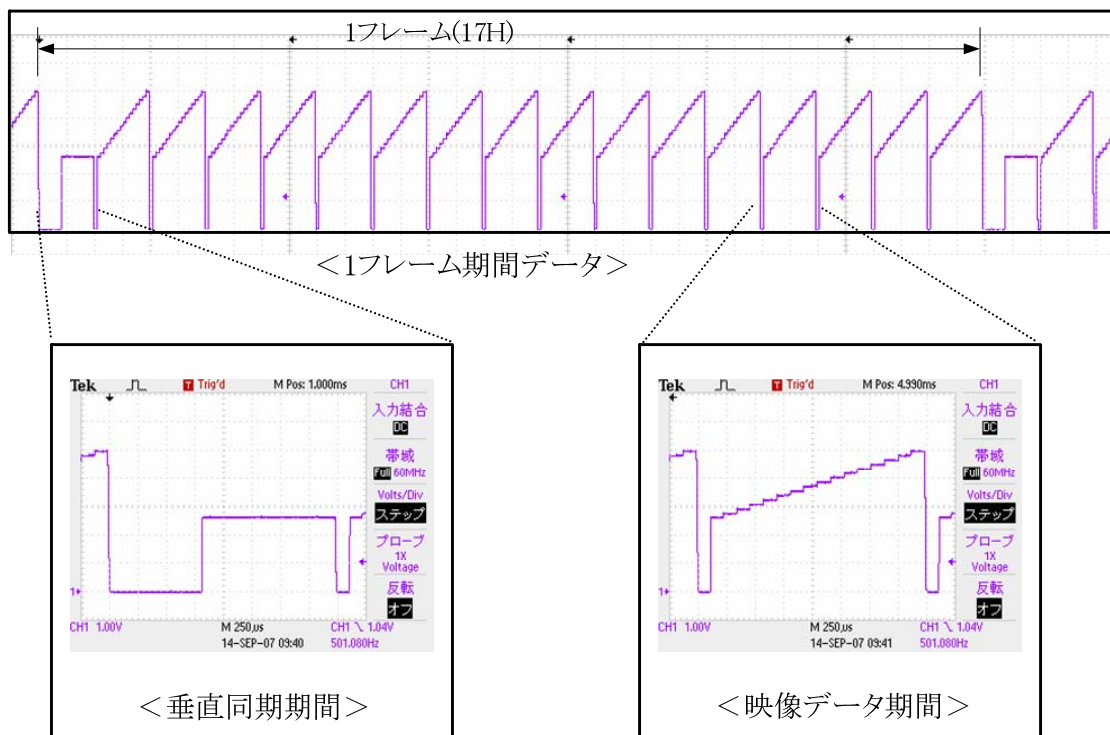


図 3 コンポジット信号波形

(2) 映像信号受信

同期分離は, コンポジット信号から同期信号の分離を行い, その信号を PIC のデジタルポート (RB0) へ出力する. 同期判定は, 同期信号期間 (電圧 0V) の長さで垂直同期か, 水平同期かを判定する.

A/D 変換は, 映像データ信号のピクセルデータ変化に合わせて等間隔でサンプリングを行い, その値を階調データに変換する.

(3) 映像表示

映像表示は水平ピクセル数が 16 ピクセル, 垂直ライン数が 16 ラインで設計されている. 図 4 に画面の走査順序を示す.

走査順序は, 左上から始まり, 右へ 16 ピクセル水平走査する. 同様に下方向へ 16 ライン順次走査する. 図 5 に垂直走査 (ライン) 制御のタイミングを示す.

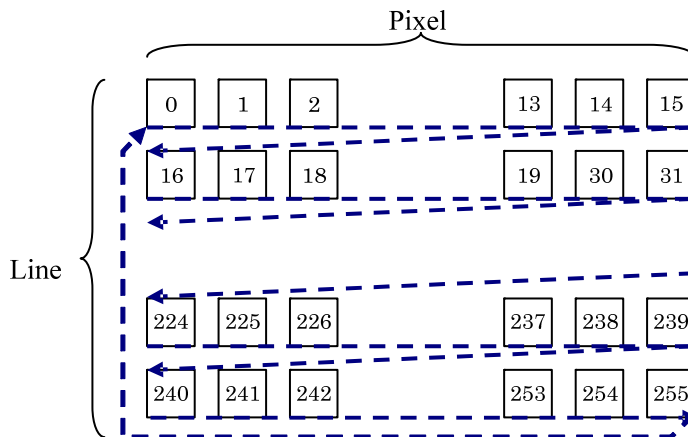


図4 LED画面の走査順序

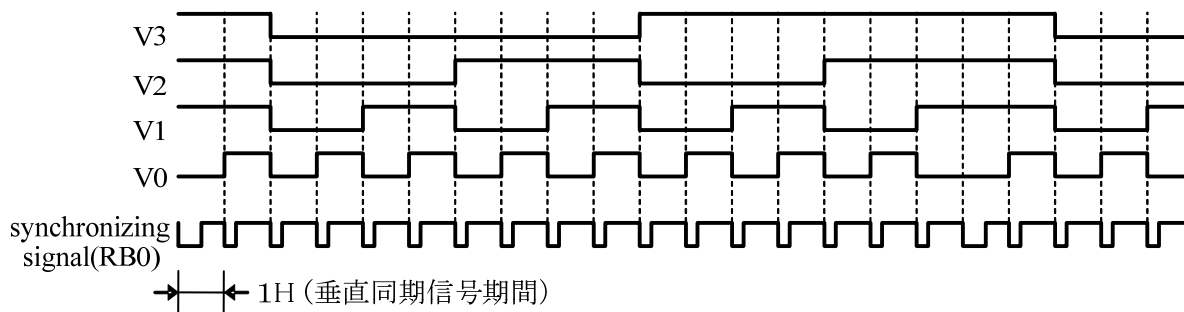


図5 垂直走査制御のタイミング

垂直走査制御は、V0～V3の4ビット信号出力で行われ、セクタによって16ラインの信号に変換し、制御を行う。水平走査制御は、H0～H15の16ビット信号出力で行われ、グレイスケール16階調を表現する。PWM変調は、電圧が高いほど明るく、低いほど暗くなるように、電圧を制御する。

図6にテストパターン映像を表示した16×16ドットマトリクスLED画面の写真を、図7にテストパターン映像信号受信時のH0～H15のPWM制御出力波形を示す。

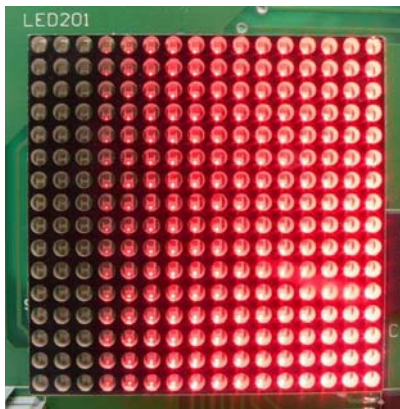


図6 テストパターン映像表示時のLED画面

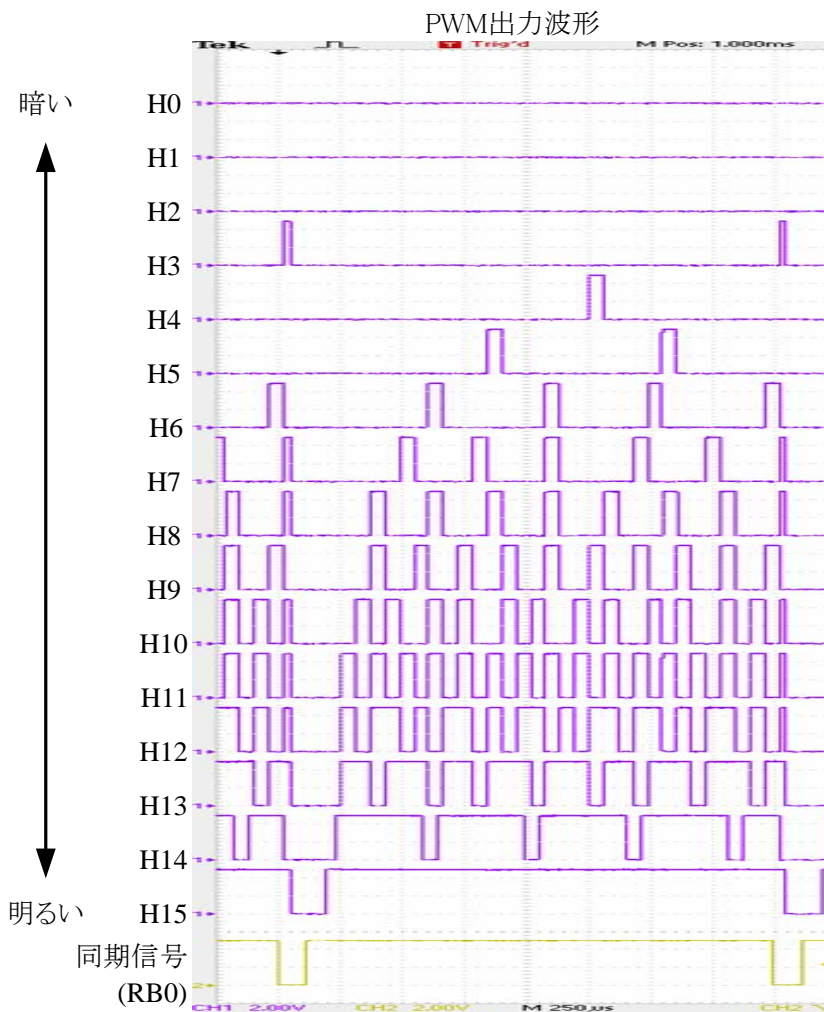


図7 テストパターン表示時のPWM出力波形

(4) チャンネル信号表示

マトリクスLEDに表示される画像は4つあり、4つ並んだチャンネルLEDで現在のチャンネルを表示している。チャンネルLEDの制御は、垂直同期信号期間のチャンネル信号期間（(5)リファレンス【参考資料】の図9参照）の電圧値を読み取り、D201～D204を制御する。

表1に、チャンネル信号期間の電圧値とチャンネルLED（D201～D204）の点灯パターンを示す。

表1 各チャンネル電圧レベルとLED点灯パターン

チャンネル番号	チャンネル電圧レベル	D201	D202	D203	D204
1	2.59V	○	×	×	×
2	2.75V	×	○	×	×
3	2.90V	×	×	○	×
4	3.06V	×	×	×	○

○…LED点灯, ×…LED消灯

(5) リファレンス【参考資料】

映像信号（モノクロコンポジット信号）

映像送信基板から出力される信号は、同期信号と輝度データを含むコンポジット（合成）信号である。CPU ボードからは、6 ビットのデジタル信号が出力され、その信号を LED-TV 基板上の D/A 変換器でアナログ信号に変換し、映像信号を生成している。表 2 にコンポジット信号のフォーマットを、表 3 にコンポジット信号の電圧と階調（同期信号含む）の仕様を示す。

表 2 コンポジット信号フォーマット

1 秒あたりのフレーム数	30 フレーム
走査線数	16 ライン
ピクセル数	16 ピクセル

表 3 コンポジット信号電圧と階調の仕様一覧

階調	電圧レベル	デジタル値 (16 進数)
同期信号	0.00V	0x00
0 階調	2.59V	0x84
1 階調	2.75V	0x8C
2 階調	2.90V	0x94
3 階調	3.06V	0x9C
4 階調	3.22V	0xA4
5 階調	3.37V	0xAC
6 階調	3.53V	0xB4
7 階調	3.69V	0xBC
8 階調	3.84V	0xC4
9 階調	4.00V	0xCC
10 階調	4.16V	0xD4
11 階調	4.31V	0xDC
12 階調	4.47V	0xE4
13 階調	4.63V	0xEC
14 階調	4.78V	0xF4
15 階調	4.94V	0xFC

※) 電圧レベルは理論値

図 8 にコンポジット信号の構成を示す．垂直同期信号で画面の位置の同期をとっており，以降 1 つの画像分の信号を出力する．1 秒あたりのフレーム数は 30 フレームとなっているので，1 つの画面データは $1/30$ （約 33ms）秒となる．

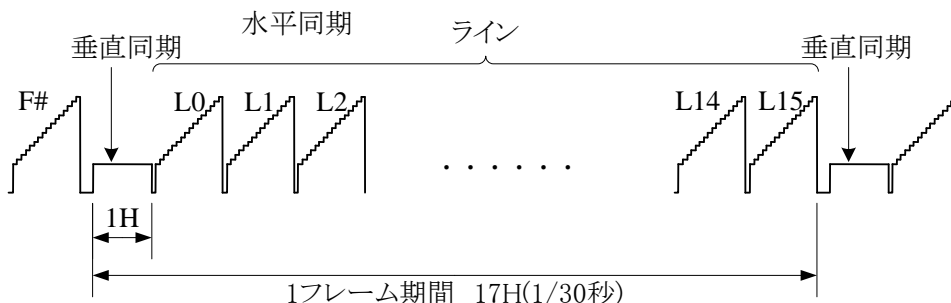


図 8 コンポジット信号の構成

図 9 に映像データと水平同期信号，垂直同期信号の構成を示す．垂直同期，水平同期は，同期信号の幅を変えて出力している．チャンネル信号期間のチャンネル番号，チャンネル電圧レベルおよび映像データの関係は表 4 に示している．

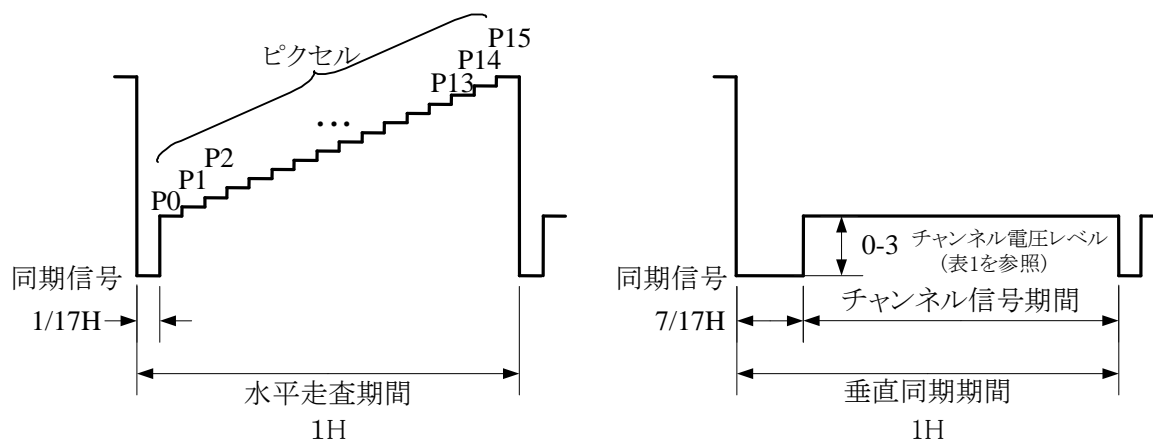


図 9 水平同期信号および垂直同期信号の構成

3. 基板組立て仕様

LED-TV 基板の組立ては、付録の回路図、基板図により、**公表2**「4-3組立基本仕様」にしたがい組立てること。以下に組付け仕様が記載されている部品については、それにもとづいて組立てること。

〈付録〉

- ・回路図
- ・基板図 部品配置図（表面、裏面）、パターン図（表面、裏面）
- ・部品表

(1) LED201

16×16 ドットマトリクス LED (LED201) は、シングルラインソケット (8pin 切断支給品, J210~213) に挿入し、基板に組付ける。その際、LED 裏面と基板 (シルク) のピン番号表示を揃えること。(基板上側に LED の型番表示面が位置する。) 図 10 に LED201 の組付け状態を示す。

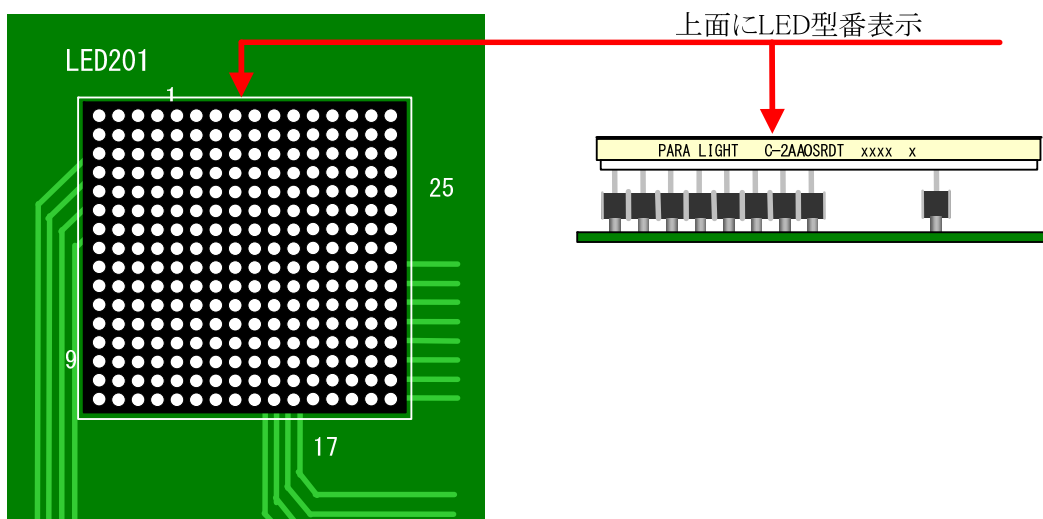


図 10 LED201 組付け状態

マトリクス LED のリードは、シングルラインソケットにしっかりと奥まで挿入すること。ただし、シングルラインソケットのピッチ (2.54[mm]) に対し、マトリクス LED のピッチ (2.5[mm]) が若干狭いため、リードが僅かに広がるように挿入される。

また、マトリクス LED 表面の保護フィルムは、剥がさなくてよい。

4. 動作確認手順

電子機器「LED-TV」の動作確認は、以下の手順にもとづいて行う。

(1) 電子機器「LED-TV」の構成

バックプレーンボードに、電源ボード、CPU ボード、および組立てた LED-TV 基板を差し込む。基板を差し込むスロットルの位置は任意とするが、LED-TV 基板が一番手前になること。

(2) LED-TV 用プログラムの書き込み

- ① CPU ボードへ搭載する PIC へ、送信用プログラム「LedTV_TX.hex」を書き込む。(オンボードで書き込んで可.)
- ② LED-TV 基板へ搭載する PIC へ、受信用プログラム「LedTV_RX.hex」を書き込む。
- ③ 上記の PIC をそれぞれの基板に装着する。

(2) LED-TV 基板の調整と動作確認

- ① 電源ボードの SW1, SW2 を投入し、+5V, ±12V を印加する。
- ② 同期信号分離回路のレベル調整として、TP203 を $1.25 \pm 0.1[V]$ に調整する。調整が完了すると、表 4 に示すチャンネル番号 1 の映像が LED に表示される。
- ③ チャンネル番号 1 の映像の表示と同時に、D201 の点灯を確認する。
- ④ CPU ボードのリセット SW を押す毎に、チャンネルが 1→2→3→4→1…と切り替わり、表 4 に示す各チャンネルに応じた映像が表示され、D201～D204 の順で点灯することを確認する。

(！注意！)

LED-TV 基板に実装するセラロック Y201 の部品バラツキにより、図 11 のように一番右側の列のドットが点灯しない場合がある (ドット抜け)。セラロックと PIC の相性によるものなので、この場合は正常動作とみなして良い。(採点の際の減点はしない。)

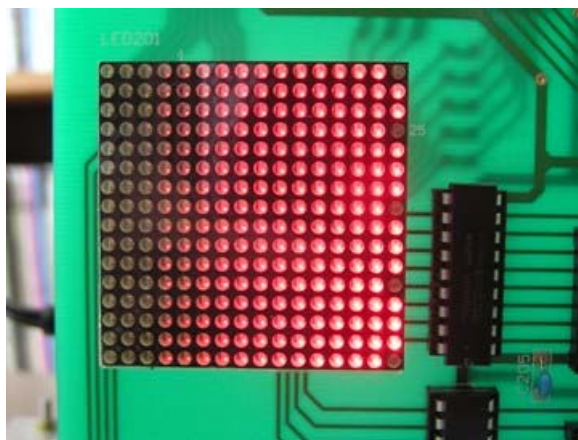

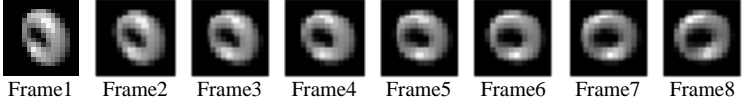
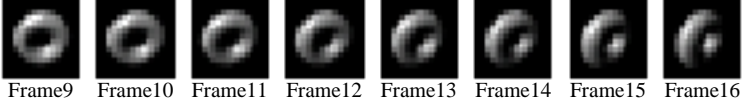
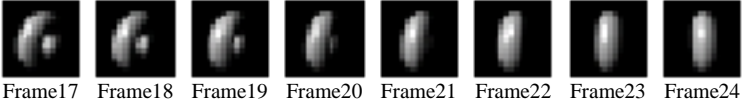
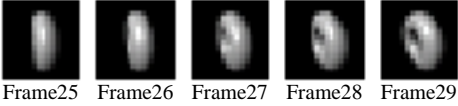







図 11 LED のドット抜け

表4 各チャンネルの電圧レベルおよび映像データ一覧

チャンネル番号	チャンネル電圧レベル	映像データ
1	2.59V	 Frame1
2	2.75V	 Frame1 Frame2 Frame3 Frame4 Frame5 Frame6 Frame7 Frame8  Frame9 Frame10 Frame11 Frame12 Frame13 Frame14 Frame15 Frame16  Frame17 Frame18 Frame19 Frame20 Frame21 Frame22 Frame23 Frame24  Frame25 Frame26 Frame27 Frame28 Frame29
3	2.90V	 Frame1 Frame2 Frame3 Frame4 Frame5 Frame6 Frame7 Frame8  Frame9 Frame10 Frame11 Frame12 Frame13 Frame14 Frame15 Frame16  Frame17 Frame18 Frame19 Frame20 Frame21 Frame22 Frame23 Frame24  Frame25 Frame26 Frame27 Frame28 Frame29
4	3.06V	 Frame1