公表１　第４９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機器である．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．

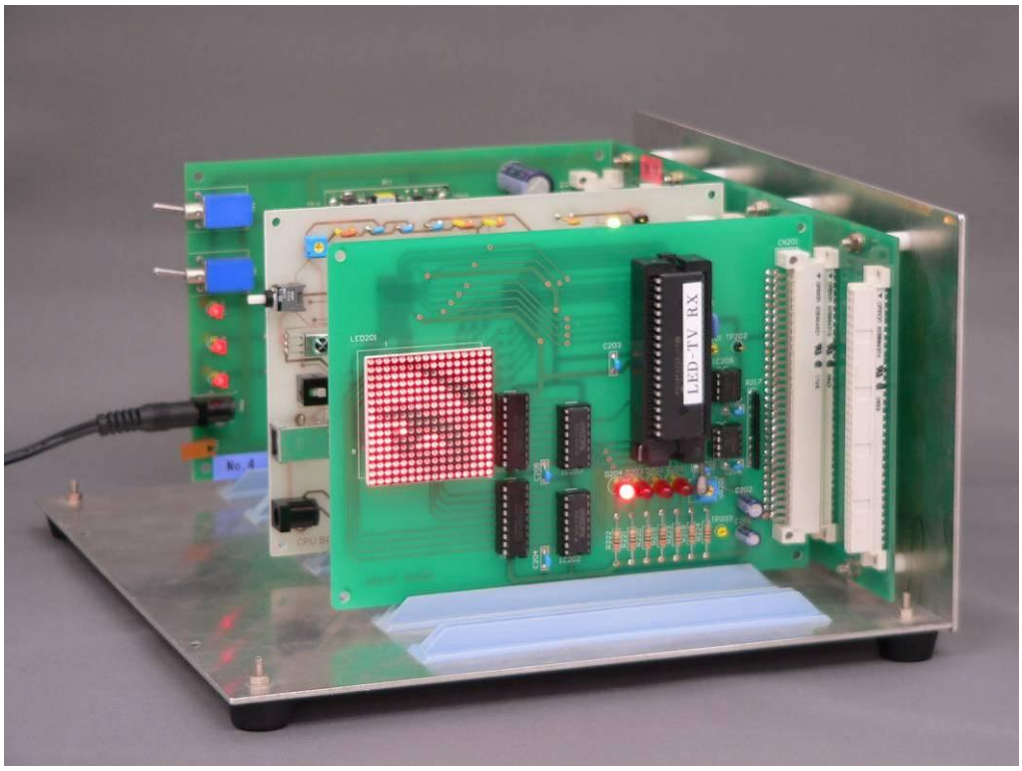
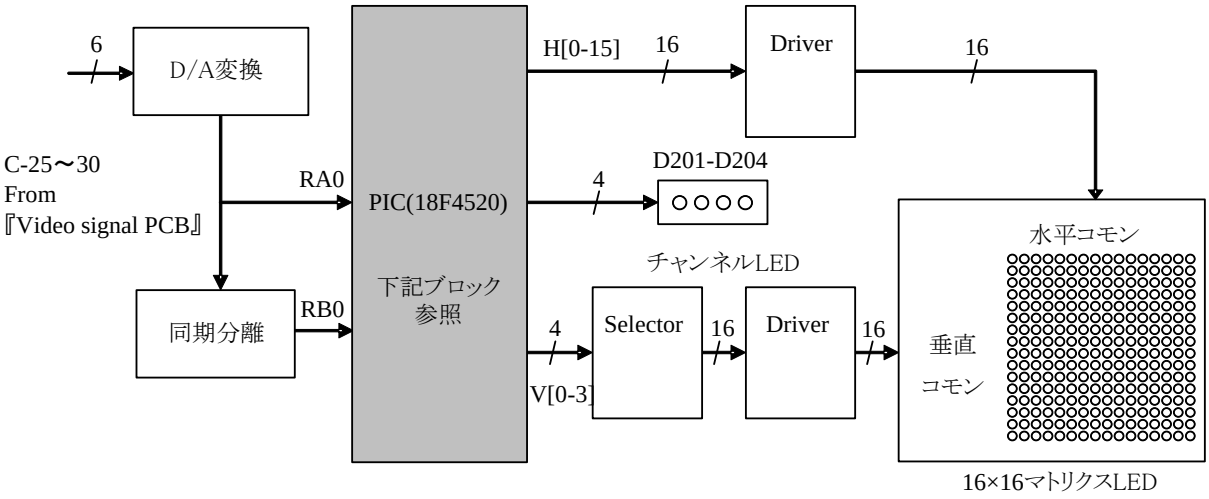
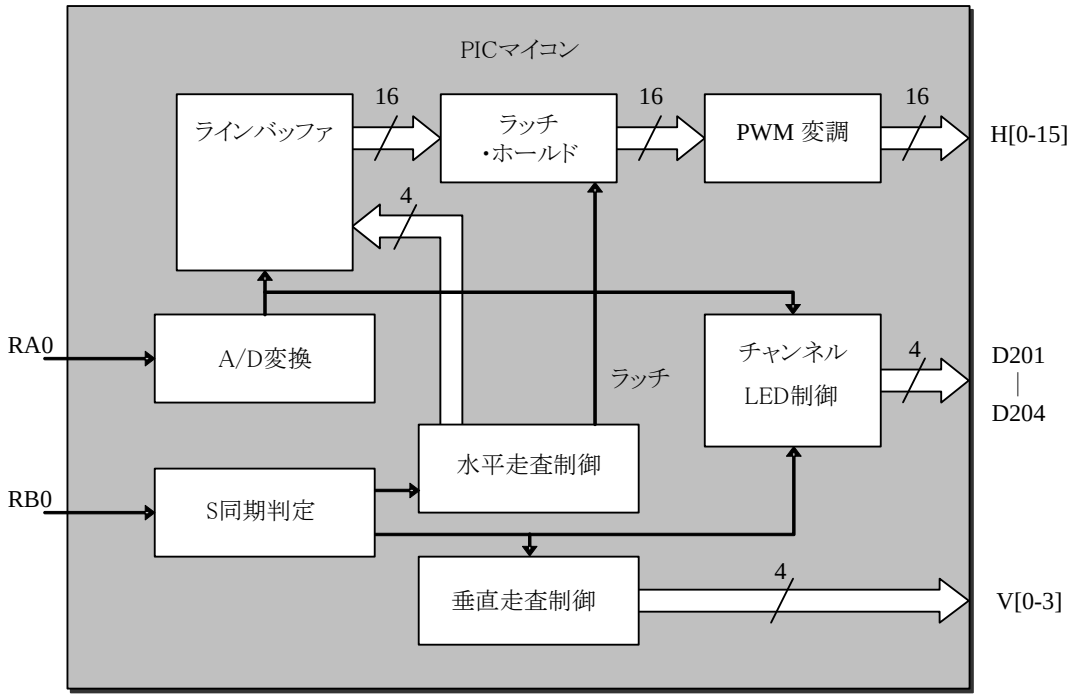


図 1　電子機器「LED-TV」の動作状態



(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）から送られたディジタルデータを 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）

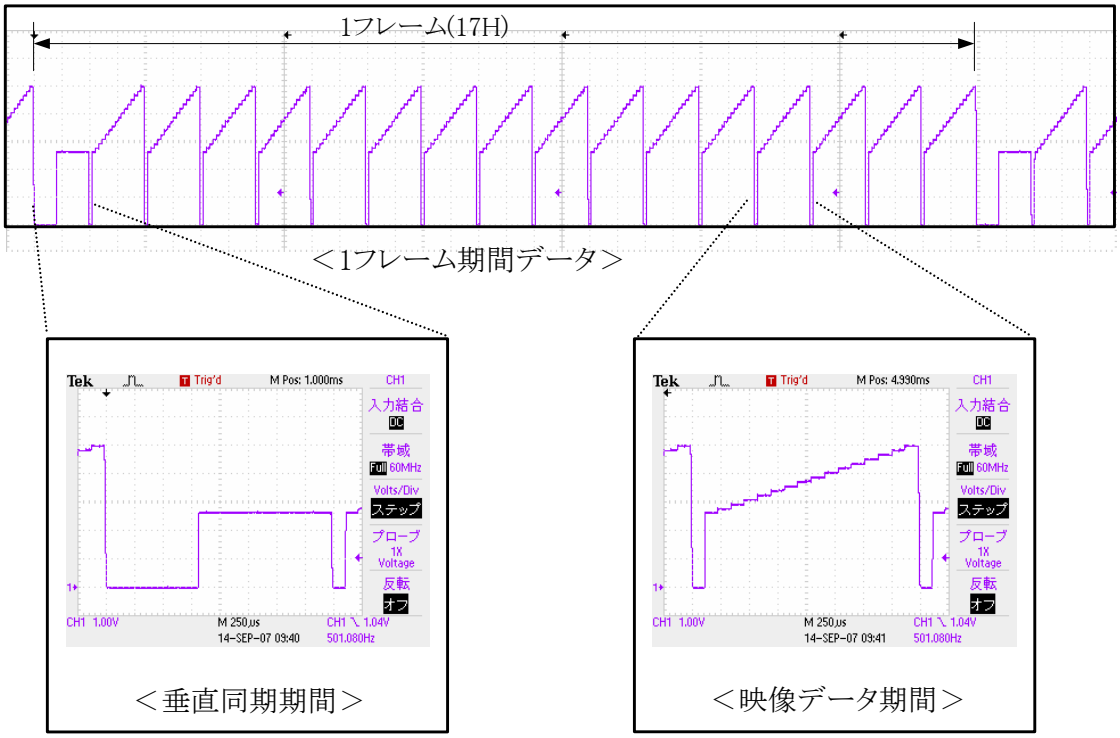


図 3　コンポジット信号波形

（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 のディジタルポート（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 16 ピクセル，垂直ライン数 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．

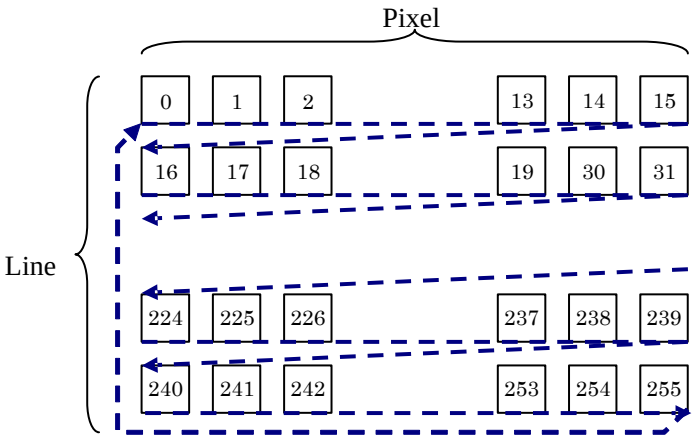


図 4　LED 画面の走査順序

図 5 に垂直走査（ライン）制御のタイミングを示す．垂直走査制御は，V0～V3 の 4 ビット信号出力で行われ，セレクタによって 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．

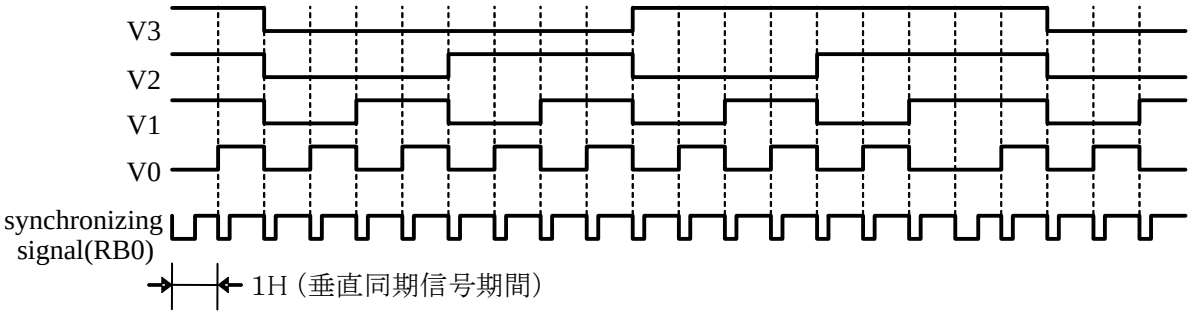


図 5　垂直走査制御のタイミング

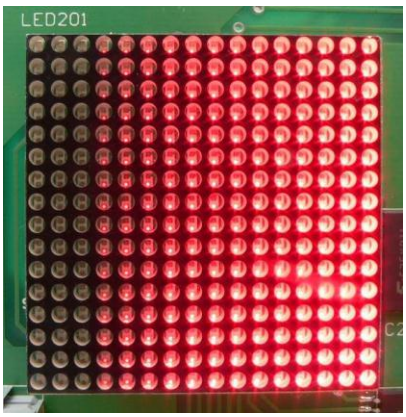


図 6　テストパターン映像表示時の LED 画面

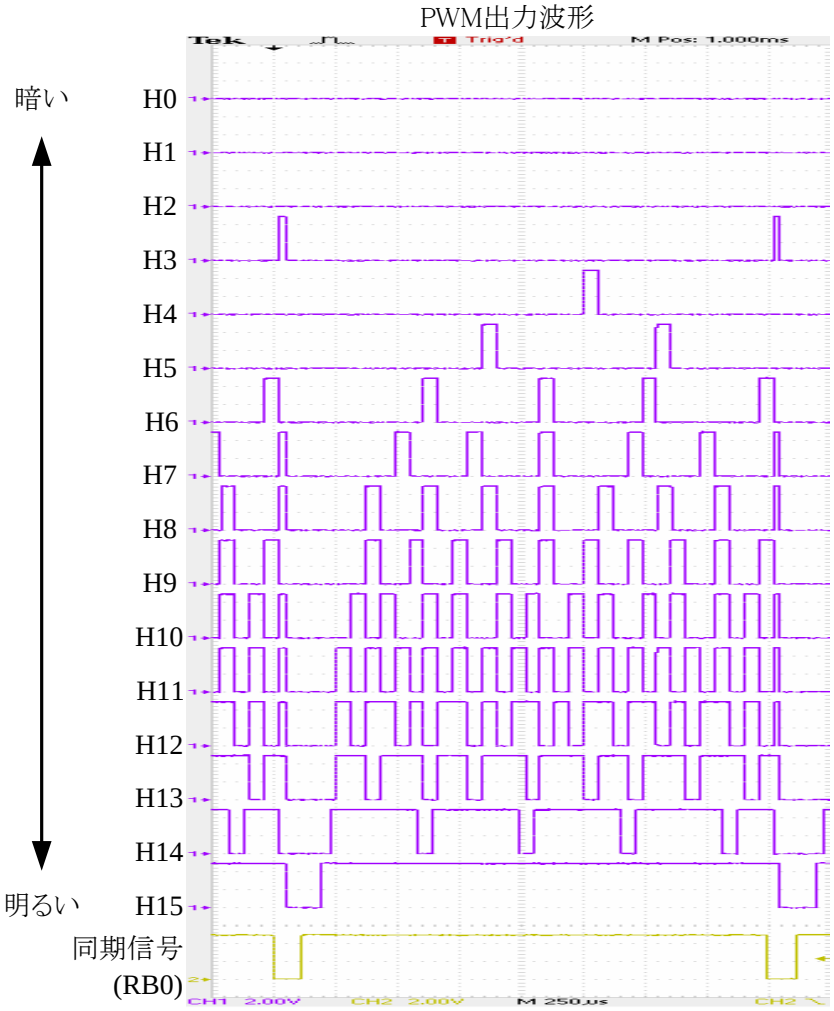


図 7　テストパターン表示時の PWM 出力波形

（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（D201～D204）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 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 ビットのディ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．

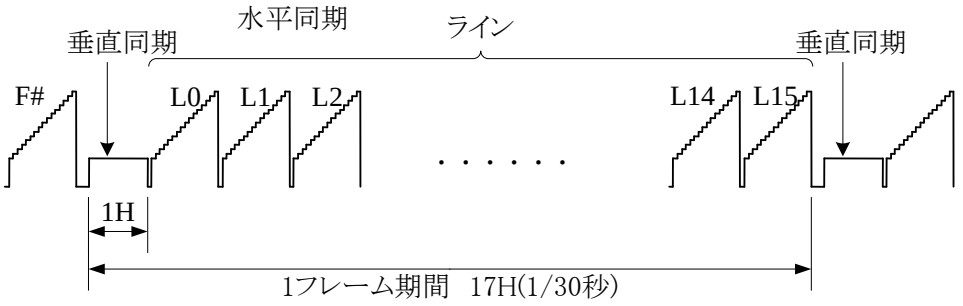


図 8　コンポジット信号の構成

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を表 4 に示す．

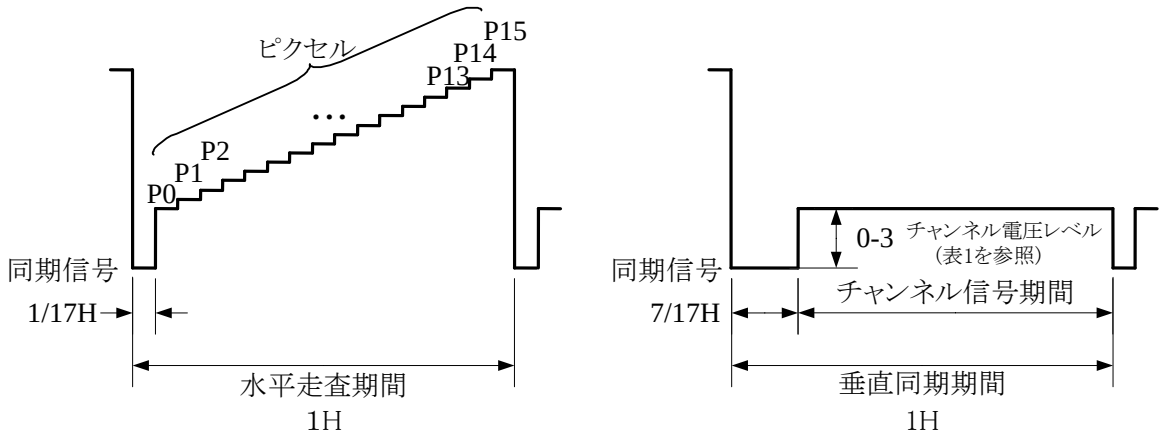


図 9　水平同期信号および垂直同期信号の構成

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』に従い組立てること．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．

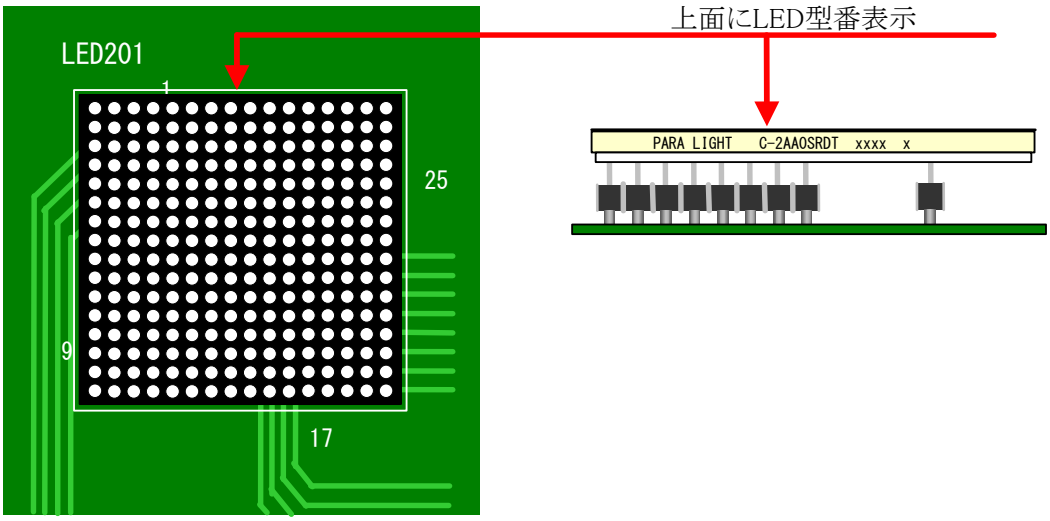


図 10　LED201 組付け状態

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_4520.hex」を書き込む．（オンボードで書き込んでも可．）
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．

（３）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±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 ボードのリセットスイッチ SW1 を押す毎に，チャンネルが 1→2→3→4→1…と切替わり，表 4 に示す各チャンネルに応じた映像が表示され，チャンネル LED が D201→D202→D203→D204→D201…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．）

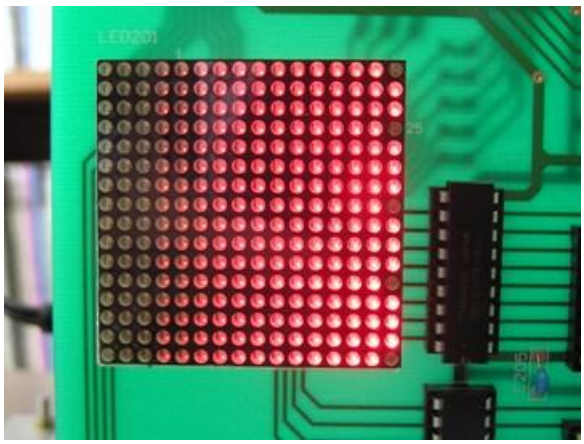
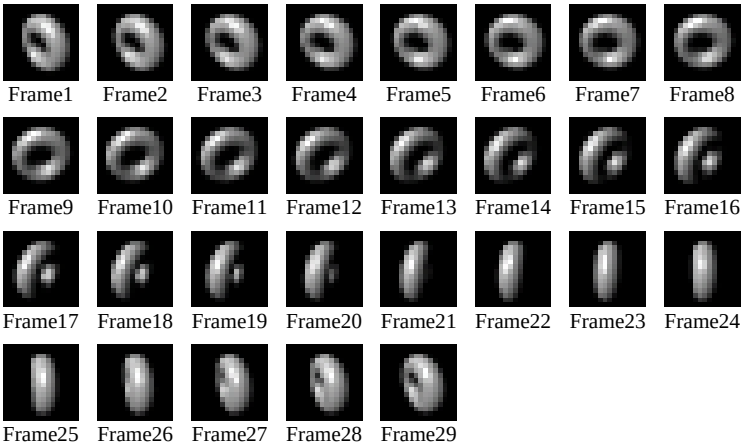
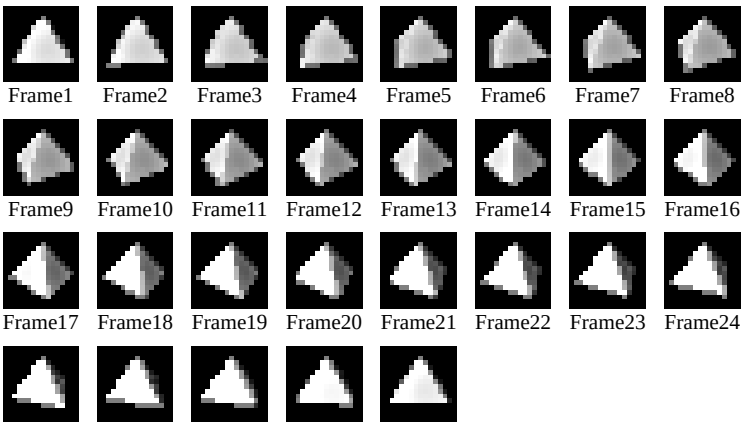


図 11　LED のドット抜け

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

５．提出

電子機器「LED-TV」の提出については，以下の通りとする．

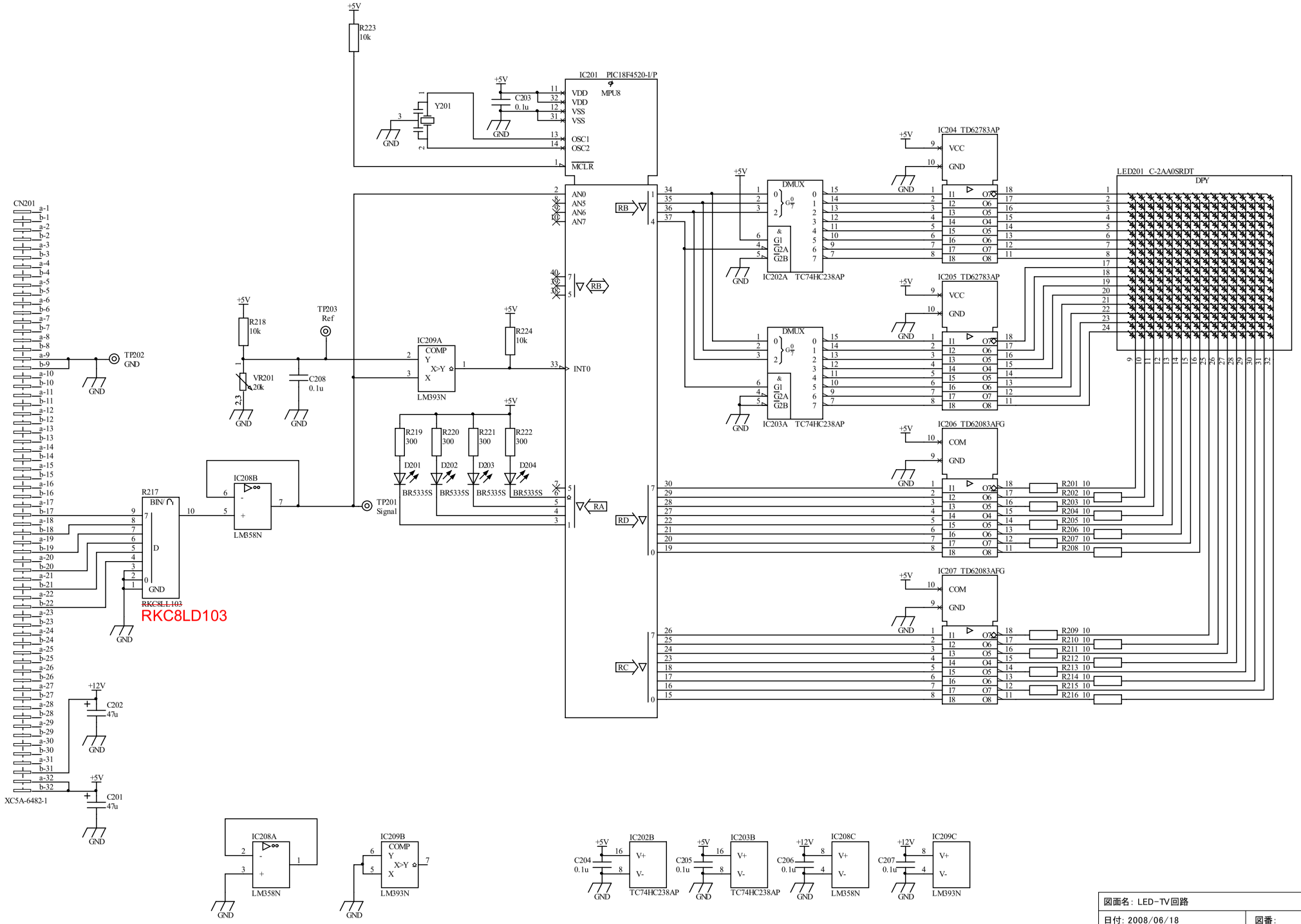
（１）提出時間

- 競技Ⅰの午前の競技時間終了時（12:30）に提出する．

（２）提出状態

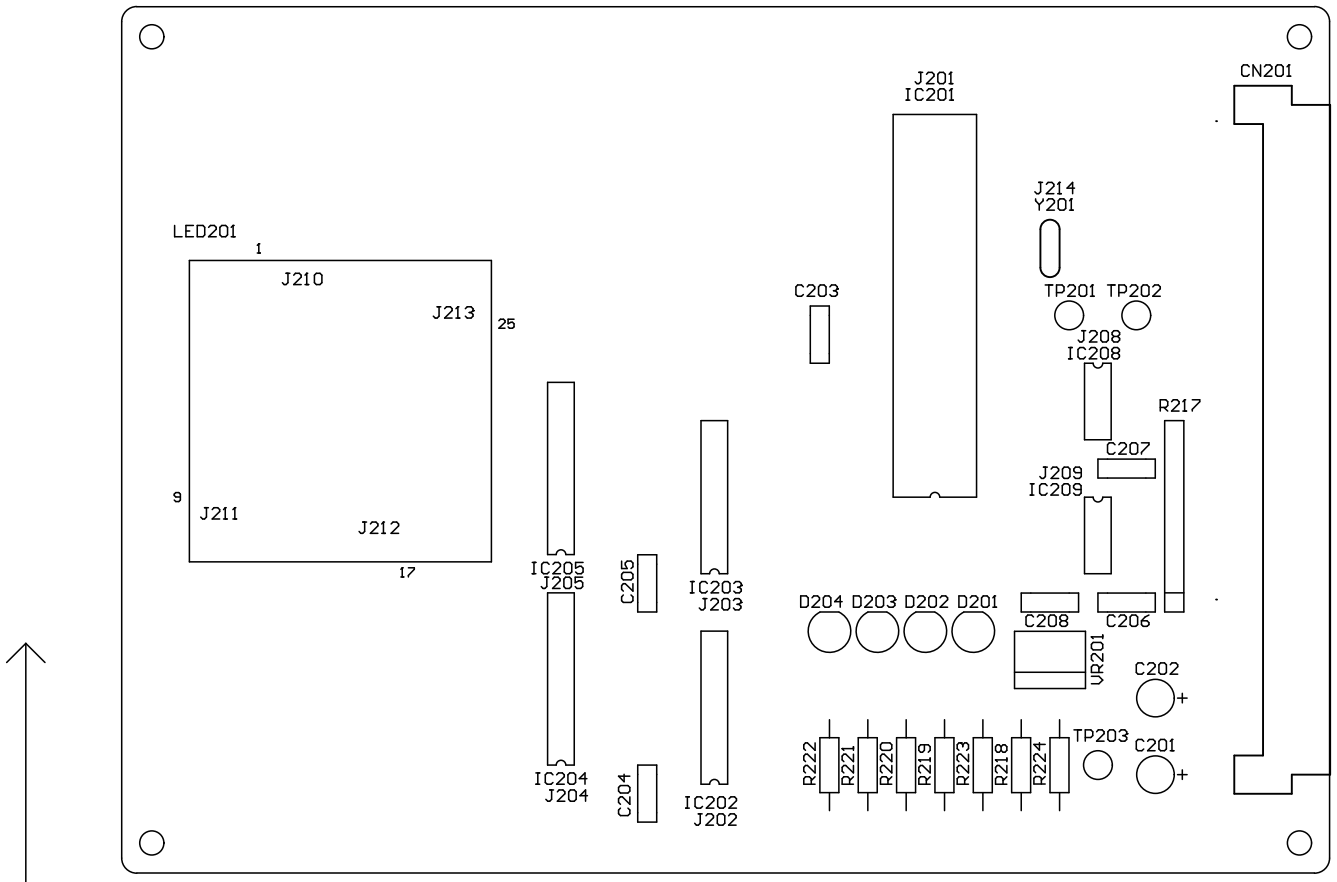
- 束線板に A3 用紙を敷き，その上に，シャーシを置き基板を配置する．
- LED-TV に必要な 3 枚の基板は，バックプレーンボードの次のスロットに差し込む．スロットの番号は左側から 1，2，….

  スロット 1……電源ボード
  スロット 3……CPU ボードⅢ
  スロット 6……LED-TV 基板
- 電源ボードのスイッチ SW1，SW2 を ON にし，チャンネル番号 1 のグラデーション画面を表示した状態にしておく．
- LED-TV 基板の右上のスペーサー取付け穴に，選手番号と名前を書いた荷札を取り付ける．
- 束線板は作業机の手前に置き，採点しやすいように周囲を整理整頓しておく．



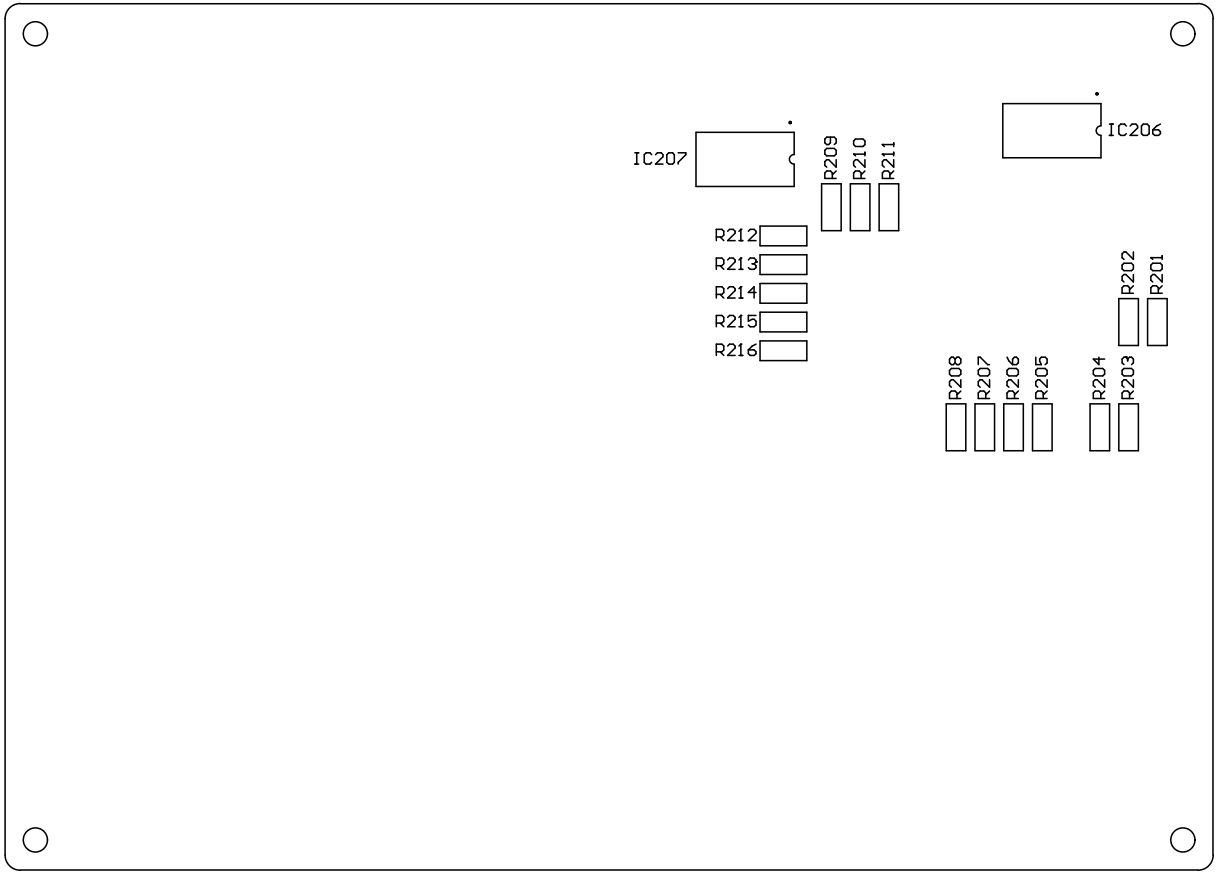
図面名: LED-TV回路	
日付: 2008/06/18	図番:
ファイル名: LED-TV.SchDoc	名前: 日産自動車㈱

Ver.CAD20071217



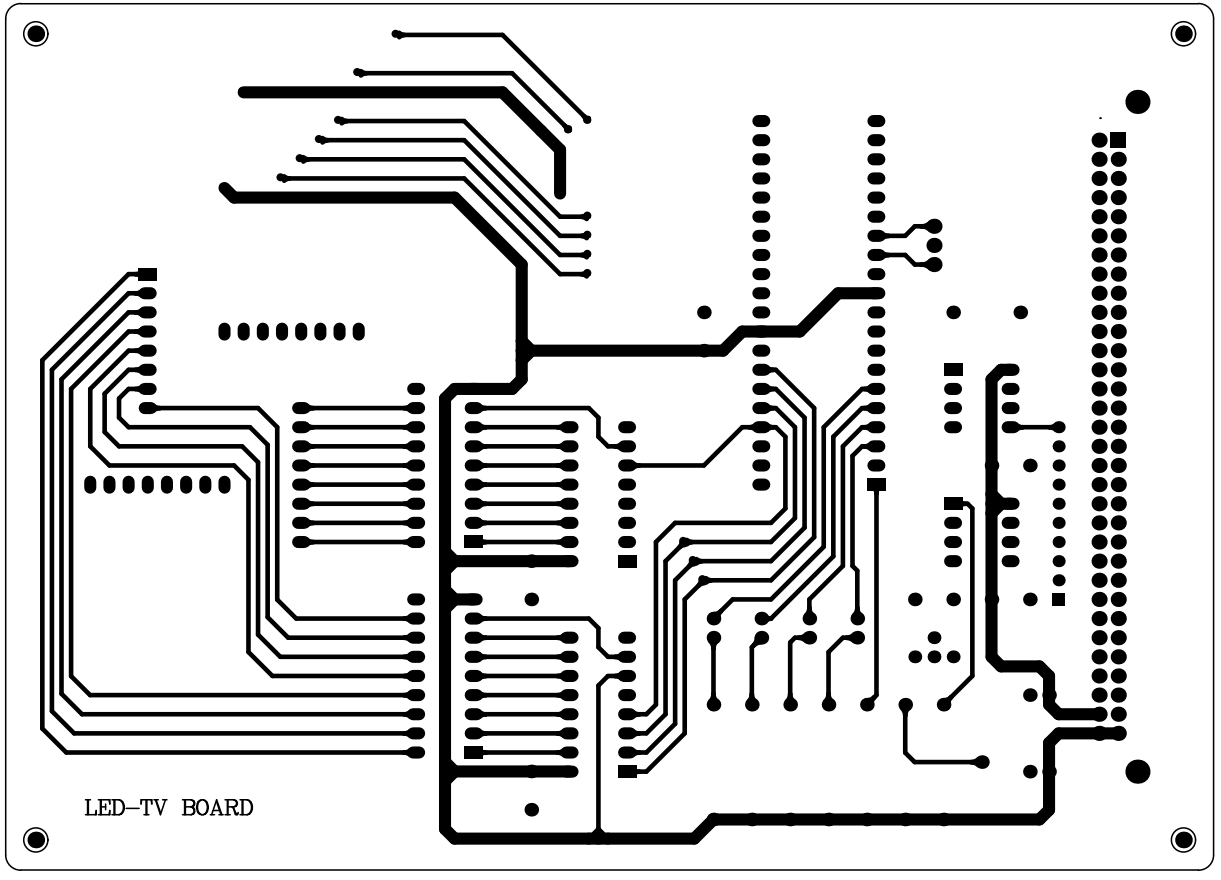
部品の取付方向又は型番・定格の表示方向(IC及び極性があるものはこの限りでない)

図面名: LED-TV基板　部品配置図(表面)	
日付: 2009/05/15	図番: 基板表面
ファイル名: LED-TV.PcbDoc	名前: 日産自動車㈱



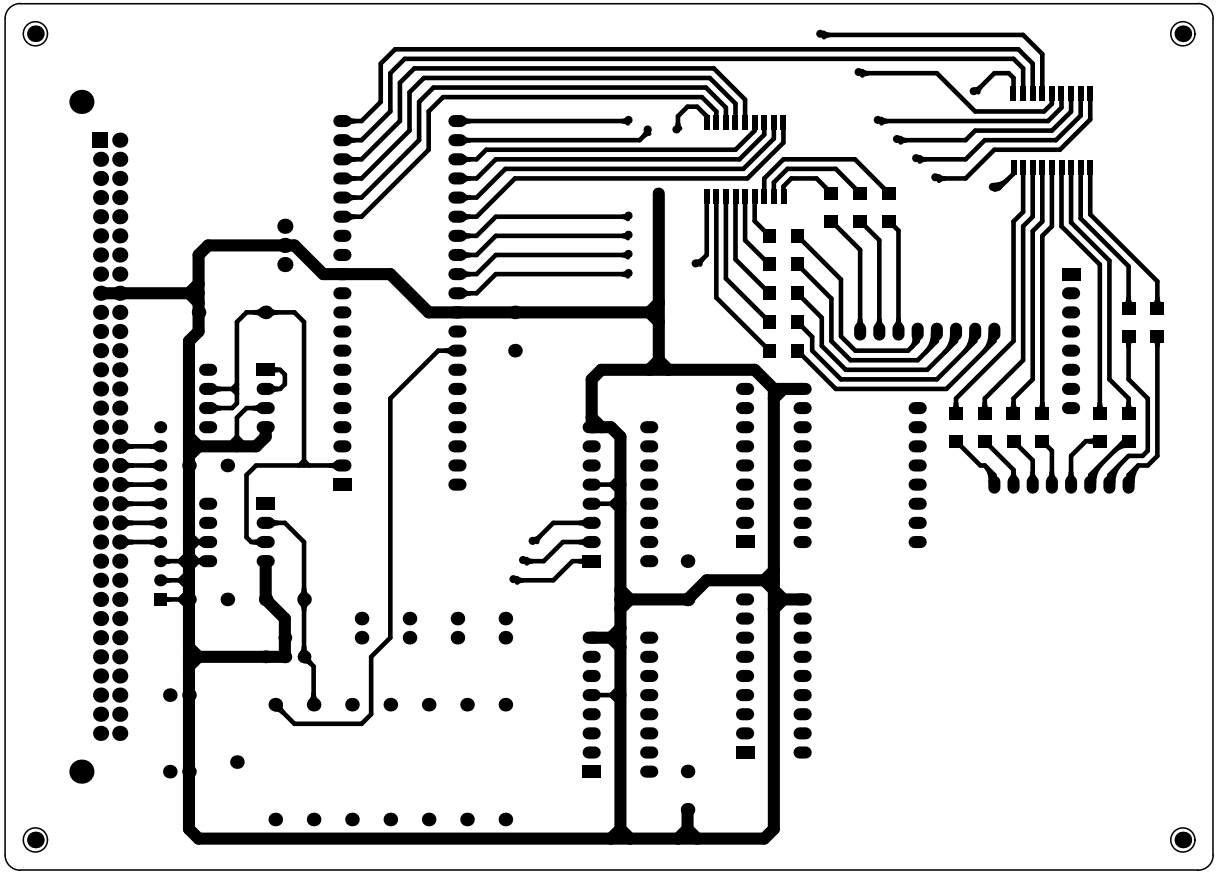
部品の取付方向又は型番・定格の表示方向（IC及び極性があるものはこの限りでない）

図面名：LED-TV基板　部品配置図（裏面）	
日付：2009/05/15	図番：基板裏面
ファイル名：LED-TV.PcbDoc	名前：日産自動車㈱



部品の取付方向又は型番・定格の表示方向(IC及び極性があるものはこの限りでない)

図面名: LED-TV基板　パターン図(表面)	
日付: 2009/05/15	図番: 基板表面
ファイル名: LED-TV.PcbDoc	名前: 日産自動車㈱



部品の取付方向又は型番・定格の表示方向（IC及び極性があるものはこの限りでない）

図面名：LED-TV基板　パターン図（裏面）	
日付：2009/05/15	図番：基板裏面
ファイル名：LED-TV.PcbDoc	名前：日産自動車㈱

LED-TV基板　部品表

	部品記号	品名	定格・形式	製造会社	数量
1	IC201	Enhanced Flash Microcontrollers	PIC18F4520-I/P	MicroChip	1
2	IC202,203	3to8 Line Decoder	TC74HC238AP	TOSHIBA	2
3	IC204,205	8ch High-Voltage Source Driver	TD62783AP	TOSHIBA	2
4	IC206,207	8ch Darlington Sink Driver	TD62083AFG	TOSHIBA	2
5	IC208	デュアル汎用オペアンプ	LM358N	NATIONAL SEMICONDUCTOR	1
6	IC209	低オフセット電圧コンパレータ	LM393N	NATIONAL SEMICONDUCTOR	1
7	J201	ICソケット　40Pin	ICC05-040-360T-F	KEL	1
8	J204,205	ICソケット　18Pin	ICC05-018-360T-F	KEL	2
9	J202,203	ICソケット　16Pin	ICC05-016-360T-F	KEL	2
10	J208,209	ICソケット　8Pin	ICC05-008-360T-F	KEL	2
11	J210-213	シングルライン　8pin切断支給	PM-1-8P	mac8	4
12	J214	シングルライン　3pin切断支給	PM-1-3P	mac8	1
13	Y201	ｾﾗﾛｯｸ ｺﾝﾃﾞﾝｻ内蔵ﾀｲﾌﾟ　10MHz	CSTLS-G 10MHz	村田製作所	1
14	D201-204	φ5丸型タイプLED　赤	BR5335S	STANLEY	4
15	LED201	16×16ドットマトリクスLED	C-2AA0SRDT	PARA LIGHT	1
16	C203-208	積層セラミックコンデンサ　0.1μF	RPER11H104K2K1A01B	村田製作所	6
17	C201	電解コンデンサ　47μF/16V	ECA1CM470( )	松下	1
18	C202	電解コンデンサ　47μF/35V	ECA1VM470( )	松下	1
19	R201-216	角型チップ抵抗器　10Ω	RK73B2BTTD100J	KOA	16
20	R217	集合抵抗器R-2Rラダー	RKC8LD103	KOA	1
21	R218,223,224	炭素皮膜抵抗器　10kΩ	CF1/4C103J	KOA	3
22	R219,220,221,222	炭素皮膜抵抗器　300Ω	CF1/4C301J	KOA	4
23	VR201	単回転型　可変抵抗器　20kΩ	GF06P203	東京コスモス	1
24	TP201,203	テストピン　黄	LC-2-G-Y	mac8	2
25	TP202	テストピン　黒	LC-2-G-BL	mac8	1
26	CN201	DINスタイルコネクタ 2列配列タイププラグ　64Pin	形XC5A-6482-1	OMRON	1
27	PB1	専用基板	LED-TV BOARD		1
28		鉛フリー半田　φ0.8	Sparkle ESC F3 M705	千住金属	1.5m
29		鉛フリー半田　φ0.3	Sparkle ESC21 F3 M705	千住金属	0.3m
30		絶縁チューブ	耐熱用　φ1.0	住友ファイン	0.3m