

9 章 表示器とその実験

9. 1 表示器とその種類

表示器には、古くから使用されているデジタル置き時計における数字板を機械的に反転させる方式、バスや電車の行き先表示によく使われている布地に印刷した文字や数字を巻き上げで表示する機械的な方式があります。これらは、表示内容の変化が早い場合、形状、寸法が小さいことが要求される場合には対応できません。

そこで、これらの要求を満たす電子式の表示器として考えられたのがニキシ管である。しかし、ニキシ管も動作電圧が高すぎるということで、低電圧で動作する数字表示器の開発が待たれ、そこで登場したのが発光ダイオード (Light Emitting Diode : 以下LEDと略す) です。LEDは①固体である②駆動が容易である③機械的に丈夫である等の特徴を持ち、現在多く用いられています。また、LEDの欠点である用途によっては消費電力が大きすぎることも等から消費電力の少ないことも等が特徴の液晶表示器 (Liquid Crystal Display : 以下LCDと略す) も多く用いられています。

この他、現在多く使われているものとしてブラウン管、プラズマディスプレイ、エレクトロルミネセンスディスプレイ等があります。

(1) 発光ダイオード

発光ダイオードは、順方向に電圧を加えると、その名のとおり発光します。

発光色は、主に赤色ですが、ダイオードの材料に含まれる不純物によりその色も異なります。

発光ダイオードの光出力は、電流 (LED順電流 : I_F) に依存しているため、順電流のON, OFFによって光出力をコントロールすることができます。発光ダイオードの点灯方法は①直流点灯②交流点灯③パルス点灯等ありますが、今回は直流点灯について説明します。図9-1は、直流電源 (電池等) を用いて点灯させる基本回路です。

抵抗 : R は、順電流をどのくらい流すかを定めるための抵抗です。

順電圧 : V_F は、発光ダイオードが発光するための電圧です。この電圧は材料によって異なり、赤色発光ダイオードは約1.8V、緑色発光は約2.0Vです。

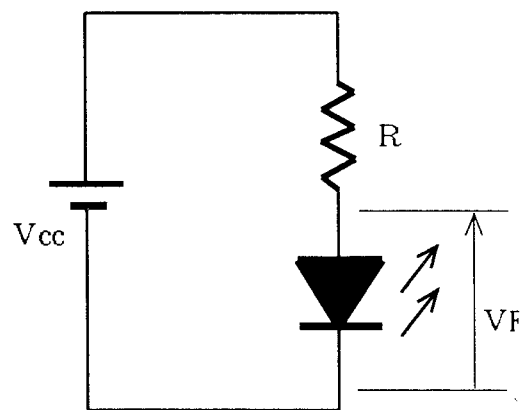


図9-1 LED駆動回路

表9-1 は、赤色発光ダイオード（TLR101）の電気・光学的特性の一例です。

表9-1 TLR101の特性表

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
順電圧	V _F	I _F =30mA	—	2.2	2.8	V
逆電流	I _R	V _R =4V	—	—	5	μA
光度（軸上）	I _V	I _F =15mA	0.2	0.7	—	mcd
ピーク発光波長	λ _P	I _F =10mA	—	700	—	nm
スペクトル半値幅	Δλ	I _F =10mA	—	100	—	nm

(2) LCD

LCDとは最初に記したように液晶表示器のことであり、現在電卓の表示器からデジタル時計の文字板まで広く使われ、数年前からはポータブルのテレビ用パネルディスプレイとして実用化され市販されるに至っています。このように広く使われ始めたのは、次のような特徴を持っているためです。

- ① 消費電力が少ない
- ② 低い電圧で制御される
- ③ 表示板全体の厚さが薄い
- ④ 大きさ、形状が自由にとれる
- ⑤ 明るい所ほどよく見える

しかし、良い面ばかりではなく、液晶自体は発光しないので暗い所では補助光が必要となるし、応答速度が速くない、というような欠点も持っています。

ここで液晶とは、分子が一方向に規則的に配列し、他の方向については不規則な流動体のことで、色々な構造のものがあります。液晶は、温度、電場、圧力などの条件によって分子配列が変わるという性質を持っています。液晶表示器にはこのうち電場依存性液晶を使っています。

次に、LCDの動作原理を考えてみます。図9-2に示すように2枚の透明電極を付加した偏光板の偏光軸を互いに直行するように、極板間距離を約10ミクロンあけて平行に配置し、液晶を注入します。

電圧を加えない状態では光が入射すると光は液晶分子に沿って進み、極板間を透過することにより極板間は明るくなります。極板間に電圧を加えると液晶は電場方向にねじ曲げられ、光が入射するとそのまま直進するので、互いに直角に配置された偏光板のために光はさえぎられて透過しません。

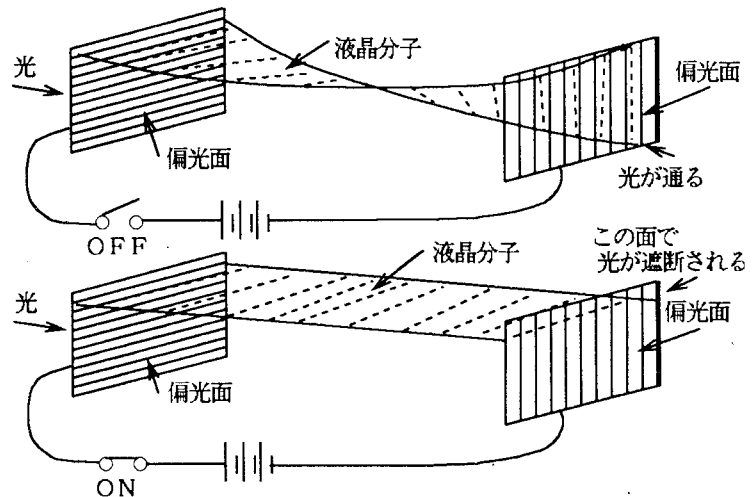


図9-2 LCDの動作原理

9. 2 デコーダ回路の働き

9. 1 であげたような表示器は、表示内容により分類すると表9-2 のようになります。ここでは、数字表示器の表示方法について示します。

表9-2 表示器の表示内容別分類

種 類	表示可能内容
数字表示器	数字及び符号、文字の1部
アルファ・ニューメリック表示器 (キャラクタ・ディスプレイ)	数字及びアルファベット カタカナ
グラフィック・ディスプレイ	図形を主とし、数字、文字、記号

数字表示器は0～9の数字を主として表示するもので、小数点付きの表示器もあり、そのほか+、-の記号およびアルファベットの一部を表示できるものもあります。数字表示の具体的な方法として図9-3 に示す7セグメント形式が主に用いられています。

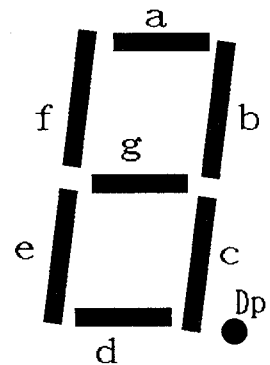


図9-3 7セグメント

★ 7セグメントLEDによる数字表示

LEDセグメント、a～gを点灯させて0～9までの数字を表示するには、図9-4 のように表示数字が1の時はb、c 2の時はa, b, d, e, g 3の時はa, ……というようにしなければなりません。



図9-4 7セグメントLEDによる数字表示

前に行なったカウンタからはBCDコードが出力されており、このままでは表示ができずデコードする必要があります。

ここでデコーダについて少しふれておきます。BCDコード等のように1と0の組合せはデジタル機器内の信号として意味を持っていますが、このままでは人間にとってわかりにくいものです。これをわかりやすい信号に直すことをデコードするといひ、この機能を持ったICをデコーダと呼んでいます。

一般的なデコーダとしては、TTLの74LS47(表9-3)があげられ、BCDコードを0～9までの数字に変換する機能を持っています。

表9-3 74LS47の真理値表

DECIMAL	INPUTS				BI/RBO	OUTPUTS								
	LT		DCBA			a	b	c	d	e	f	g		
0	H	H	L	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
1	H	X	L	L	L	H	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
2	H	X	L	L	H	L	H	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON
3	H	X	L	L	H	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON
4	H	X	L	H	L	L	L	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
5	H	X	L	H	L	H	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
6	H	X	L	H	H	L	L	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
7	H	X	L	H	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
8	H	X	H	L	L	L	L	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
9	H	X	H	L	L	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
10	H	X	H	L	H	L	L	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON
11	H	X	H	L	H	H	H	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON
12	H	X	H	H	L	L	L	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
13	H	X	H	H	L	H	H	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
14	H	X	H	H	H	L	L	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
15	H	X	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
BI	X	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
RBI	H	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
LT	L	X	X	X	X	X	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON

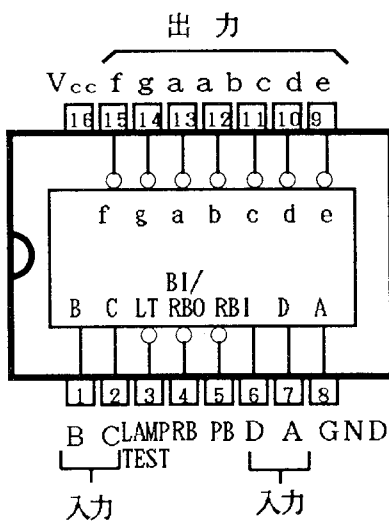


図9-5 74LS47のピン配置

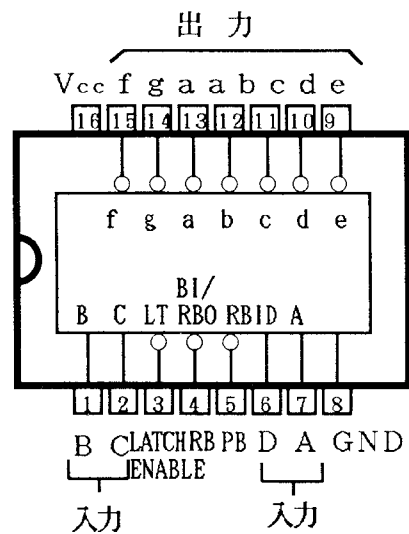


図9-6 9370のピン配置

74LS47は7セグメントLEDの数字表示をおこないます。そのピン配置を、図9-5に示します。このICは、BCD入力に対応する数字表示出力が得られ、LEDドライバ（出力のシンク電流が大きい：20mA）も含まれています。

また、多桁表示が必要な場合不用なゼロの表示を消す時に使われる入力RBI（Ripple Blanking Input）、および7つのセグメントが同時に表示[8]される入力LT（Lamp Test）を備えています。

DECIMAL	INPUTS				BI/RBO	OUTPUTS							
	LE		D	C		B	A	a	b	c	d	e	f
0	L	H	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
1	L	X	L	L	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
2	L	X	L	L	H	L	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON
3	L	X	L	L	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON
4	L	X	L	H	L	L	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
5	L	X	L	H	L	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
6	L	X	L	H	H	L	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
7	L	X	L	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
8	L	X	H	L	L	L	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
9	L	X	H	L	L	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
10	L	X	H	L	H	L	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON
11	L	X	H	L	H	H	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
12	L	X	H	H	L	L	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF
13	L	X	H	H	L	H	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	ON
14	L	X	H	H	H	L	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
15	L	X	H	H	H	H	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
BI	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
RBI	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
LE	H	X	状態保持			H							

7セグメントLCDの表示方法は、BCDコードをデコードし数字に対応した各セグメント出力により表示するのは7セグメントLEDと同じですが、交流駆動をしなければならない点が大きく異なります。図9-7 に実際の駆動例を示します。

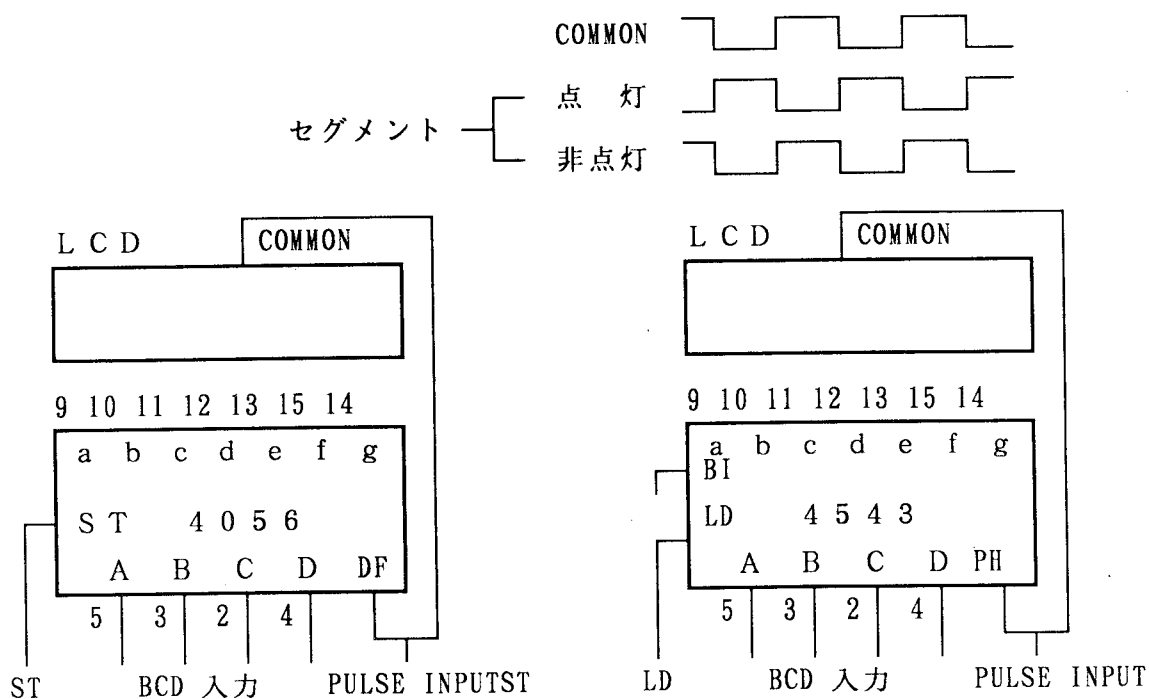


図9-7 1桁LCD駆動回路

9. 3 計数回路および表示器の実験

【実験 9 - 1】 カウンタの実験

〔目的〕

同期式 4 ビット アップ / ダウン カウンタ (2 進化 10 進 : B C D 出力) である SN 7 4 L S 1 9 2 を用いてカウンタの出力を確認します。

・使用ディジタル I C : アップ / ダウン カウンタ (SN74LS192)

内蔵 J - K トグル F F : 4 個、入力バッファゲート : 4 個
N A N D ゲート : 1 0 個

〔接続回路図〕

註 : クロック動作は、入力クロックパルスが論理「0」が論理「1」に変わる時にマスター・スレーブ F F の出力を変化させています。

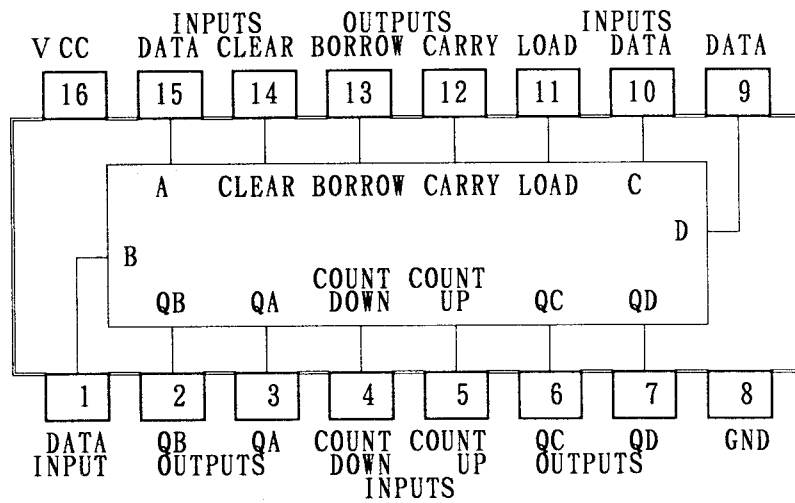


図9-8 SN 7 4 L S 1 9 2 のブロック図

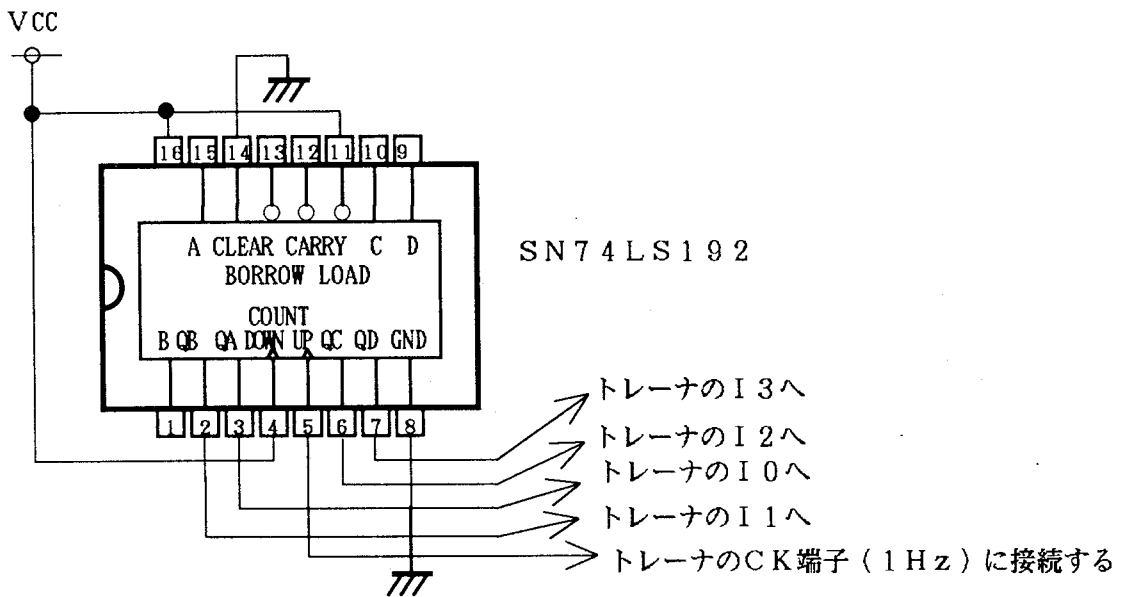
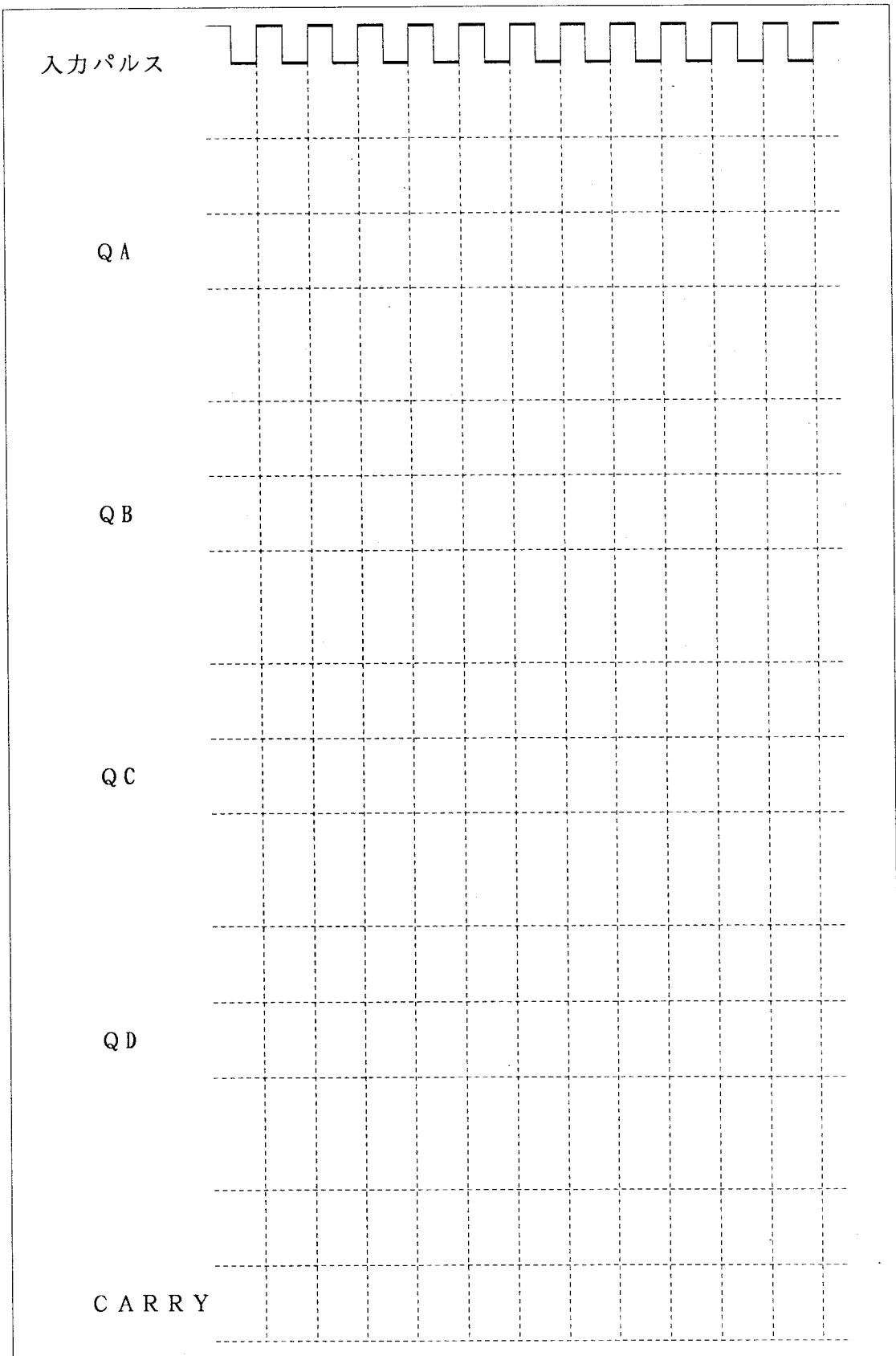


図9-9 SN 7 4 L S 1 9 2 の接続図

レポート (実験 9 - 1)



【実験9-2】 表示器の実験-1

〔目的〕 図9-10 に示す「LED 1桁表示回路」で数字（1～10）が表示されることを確認します。

- ・使用デジタルIC（SN74LS192，9370）
- LED（GL-9R04）

〔接続回路図〕

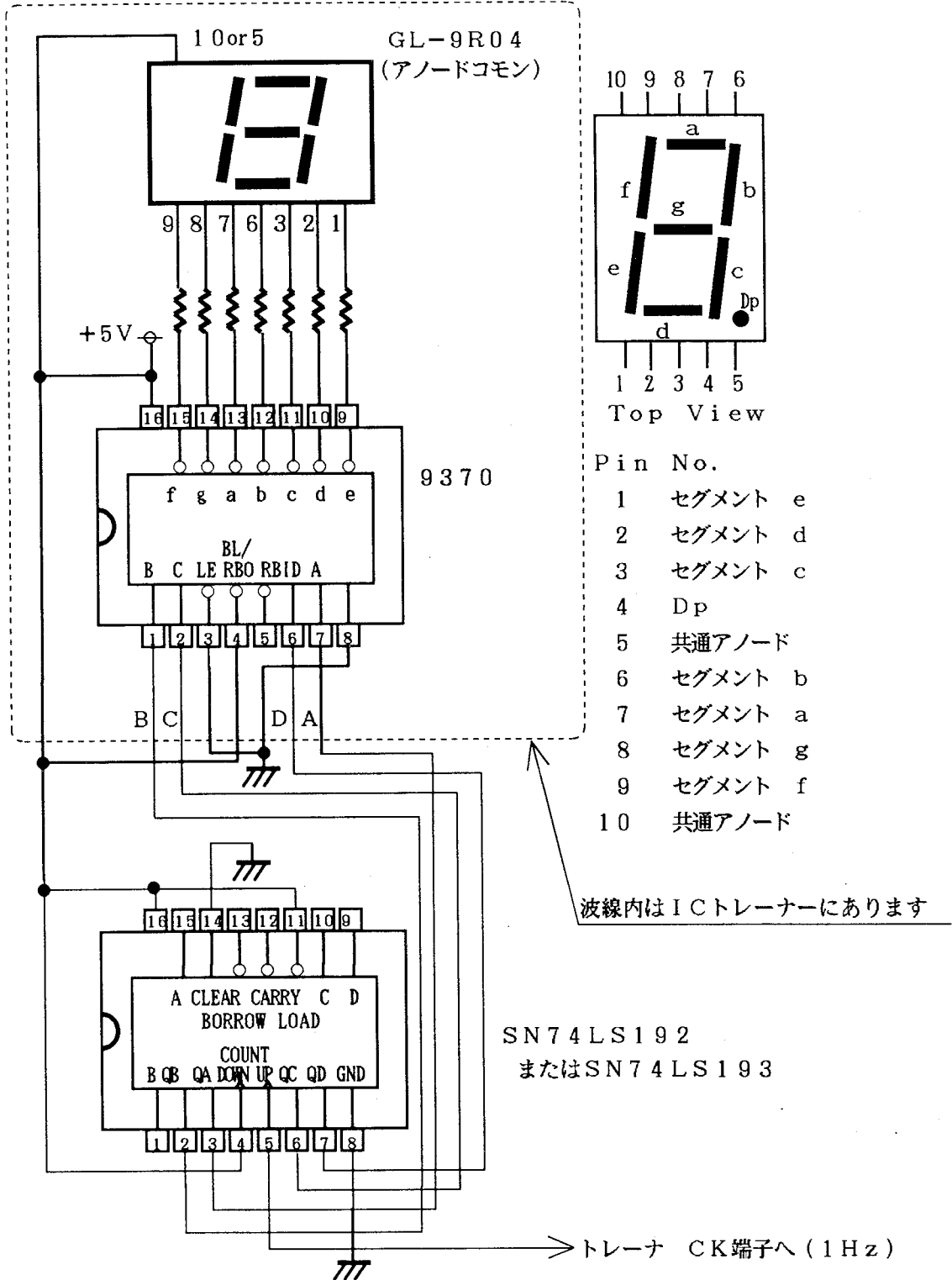


図9-10 LEDの1桁表示回路

【実験 9 - 3】 表示器の実験 - 2

〔実験方法〕

74LS192を74LS193に置き換え同様に確認します。