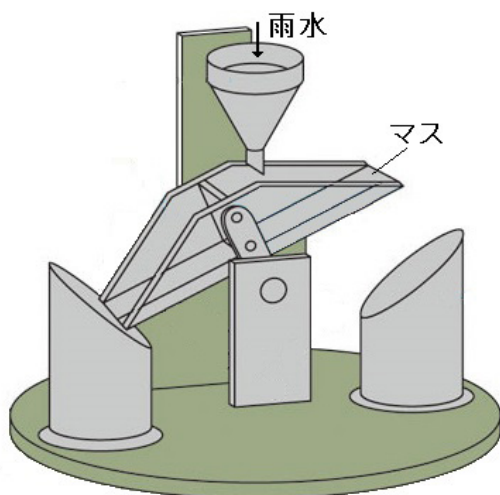


第 87 回 雨量計

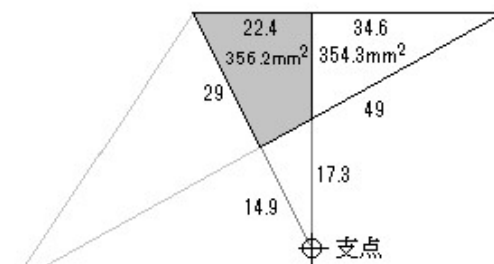
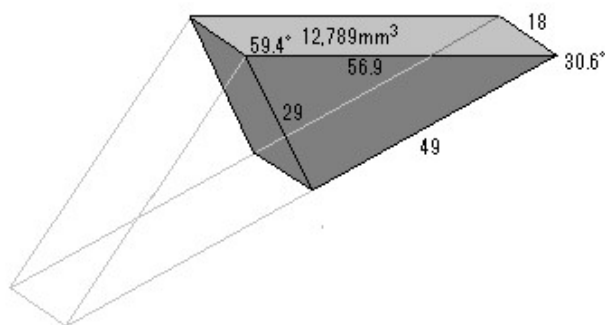
JA3FMP 櫻井紀佳

アマチュア無線の移動運用をする時天気が気になりますが、雨天の時の雨はどのように測るのか気になったので調べてみました。その雨量計はいくつか種類はあるようですが、転倒マス型雨量計に興味を引き作ってみようかと思いつきました。この雨量計は、雨がマスに一定量たまると日本庭園によくある鹿威しのように転倒して対向するマスに入れ替わるようになっていて、その転倒回数で雨量を計測するものです。



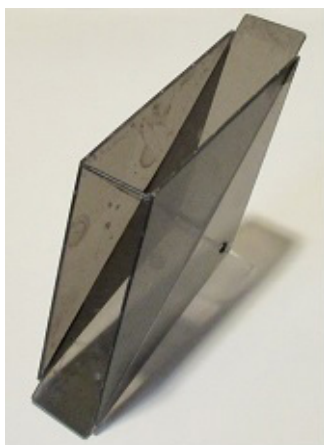
多くの雨量計は雨量 0.5mm 毎に測っているようですが、手元に詳しい資料はなく、インターネットの写真だけをたよりに考えてみます。雨量計の外観を円筒型で考えて直径 200mm 以下として、雨を受ける部分を半径 90mm とすると、0.5mm の雨の水量は $\pi r^2 \times 0.5$ で $12,723\text{mm}^3$ になります。

この水量を測れるマスは写真を元に何回か図面で試行錯誤の結果、三角形の部分は 49mm x 29mm で幅を 18mm にして、斜辺を上水平にすると容積が $12,789\text{mm}^3$ になり、後は微調整でなんとかかなりそうです。



このマスに雨水を注ぎ鹿威しのように転倒させるためには、この状態で三角形の部分を左右に分けて平衡する点を探して支点にすればいいと思います。これで雨水を注いでいくと最初は左側の方の水量が多く、次第に右側の方の水量の割合が増えてある点で平衡し、更に増えると重心が支点より右側となり転倒するはずですが。その左右に分けた分岐点は図のようになり、その垂直延長線と底辺の延長線との交点をマスの回転軸としました。

この条件でマスを試作してみます。1mm 厚のスモークの亚克力板を次のように 2 枚切って側板を作り、支点に当たる所に取りあえず 1mm の穴をあけ、後で 3mm に拡大して軸が通るようにしました。マスの底に当たる部分は亚克力板を 18mm x 110mm と少し長めにしてマスの傾きの調整に使います。また真ん中の仕切り板は 18mm x 30mm にします。

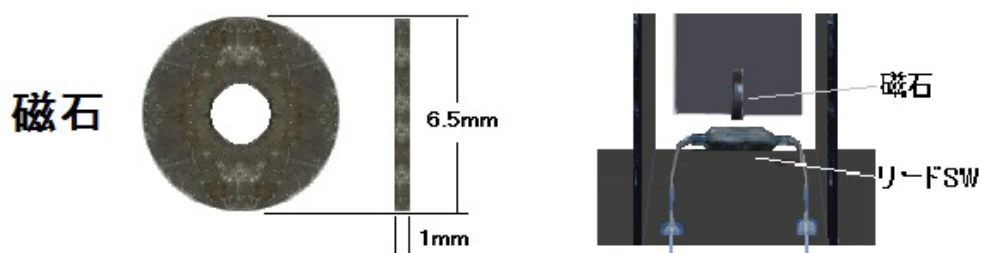


組み立てたマス

マスの転倒回数を検出するためにリードスイッチを使います。リードスイッチは小さなガラス管に入れられた接点に外から磁力をかけると ON になるので、ガラス管の中に不活性ガスが入れられていて長期間安定に動作します。



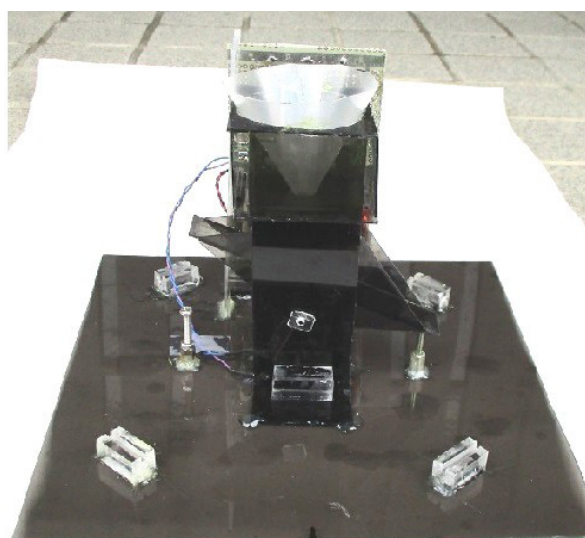
転倒で左右に揺れるマスの経路の下部にリードスイッチを固定して、マスの底に付けた小さな磁石がその経路を通過すると、その都度リードスイッチが ON になって転倒回数を計測できます。リードスイッチは昔ジャンク屋で多数売っていたものを買っていてまだ残っていました。また小さな磁石は不要なイヤホンを分解して取り出したものです。この磁石をマスの中心より回転軸の対称の部分にアクリル板を取付けて切れ目を入れて挟み込むように付けました。



この雨量計の全体図は次のようになりました。



完成図



雨水取り込みカバーなしの内部

雨水を取り込むための部分は、正確な寸法が必要なため直径 180mm の外周 565.5mm に合わせた 150mm 幅のアクリル板を用意して、まるく丸めて 20mm x 150mm の当て板で止めて円筒を作りました。半径 90mm より若干大きめのアクリル板の円盤の中心に 30mm の雨水取り込み穴をあけて、先に作った円筒の上部 20mm の所に無理やり押し込みます。大きめに作った分そのままでは入らないので外周から中心に向かって 1 カ所切れ目を入れておきます。無理やり入れているので中心部が膨らみ少し漏斗状にできます。

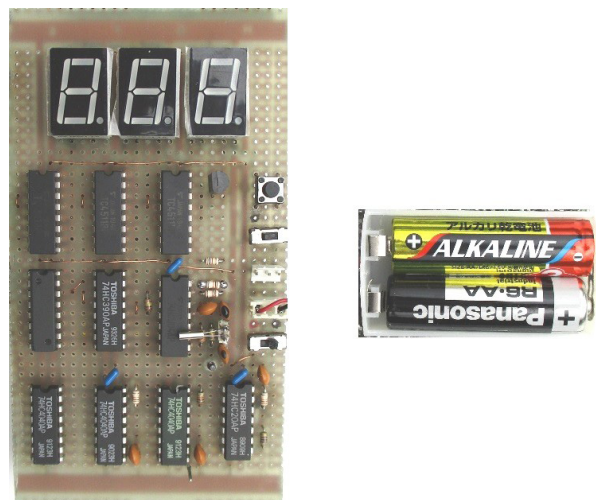
透明なアクリル板にしたのは中が透けて見えると面白いと思ったからです。しかし円盤と円筒の接着に瞬間接着剤アロンアルファを使ったので気化する時の白化現象で接着面近くがまだらに白くなり仕上がりが美しくなくなりました。

転倒マスを支える部分の上側には、上部雨水を集めて取り込み、転倒マスに注ぎ込む漏斗を取付けます。この漏斗は書類などを挟み込むクリヤーファイルを適当に切って、瞬間接着剤で貼り付けて作りました。この漏斗で真上からマスの片側に雨水を注ぎ込み、マスが転倒すると反対側のマスに雨水を注ぎ込むことになります。

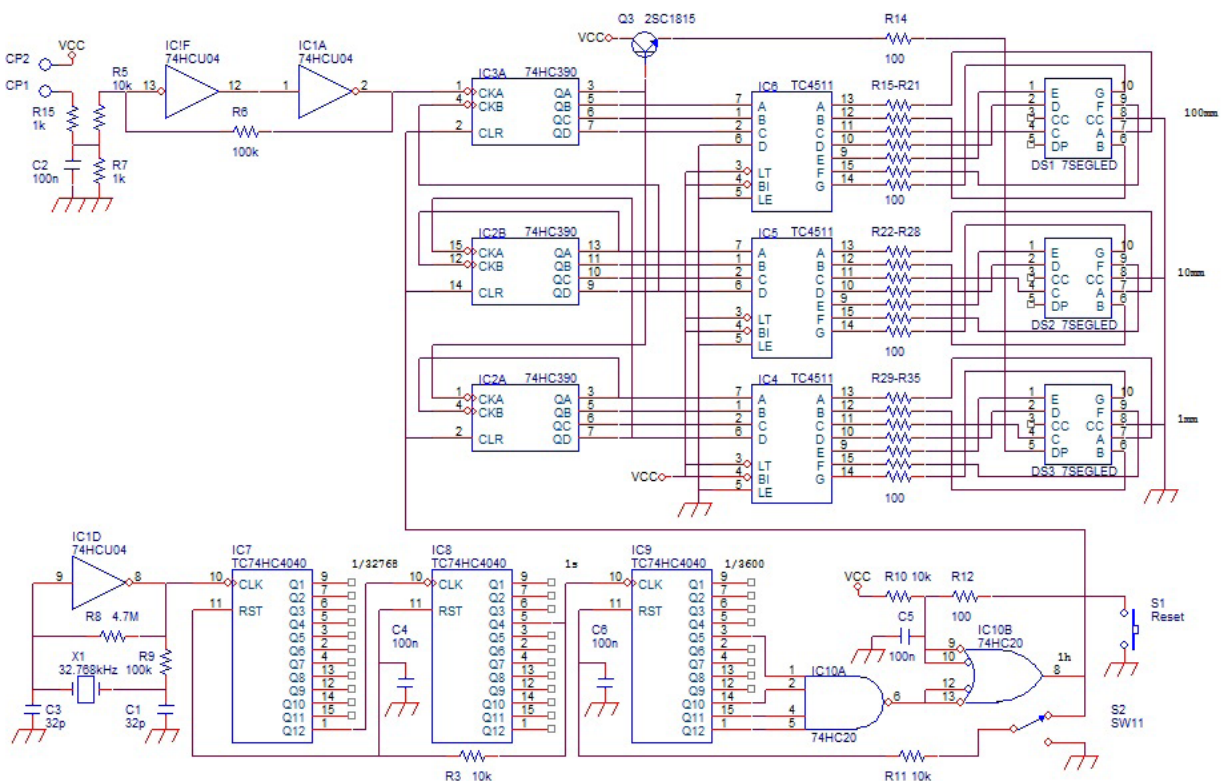
転倒マス部の構造は先に作ったマスの支点を支える部分と、転倒するマスの位置を決める部分が必要です。転倒するマスの位置を決める部分には転倒するポイントを微調するネジをつけます。内部に 3mm の雌ねじを切ったスタッドを転倒するマスの端の下に接着剤で取付けました。このマスの容量の調整は、精度の高い計量カップで 12.7ml 測るか、g 単位まで測れる秤で水を 12.723g 測って上部より注ぎ込み丁度マスが転倒するよう調整ネジを調整します。

雨量の計測はリードスイッチの ON-OFF の情報をマイコン等コントローラで取り込み、ソフトのタイマーで計算するとほとんどソフト処理だけで計測できます。

ハードを重視して独立したユニットを作るのであれば、次のような回路でその転倒回数をカウントして雨量を計測します。この回路でマスが転倒するごとにリードスイッチを ON-OFF して CP1 にパルス状の電圧を与えます。最近では豪雨が増えてはいますが、1 時間当たりの雨量を最大 200mm とするとマスの容量が 0.5mm なので 400 回になり、カウンタは BCD 3 桁あれば十分です。



基板と電池ボックス



この回路でマスからの転倒信号を CP1 から入力すると IC1F と IC1A で波形成型され IC3A の CKA に入力されます。IC3A の A ブロックで 1/2 に分周され QA より出力されて IC2A の CKA へ入力します。IC2A ～ IC3A は BCD の 10 進カウンタですが、IC3A は残りの 5 進を使うので最大雨量の 400 までカウントできます。最初に IC3A の A ブロックで 1/2 に分周するのは計測単位が 0.5mm なので mm 単位の表示に合わせるためです。

これらのカウンタからの出力 QA ～ QD の出力は IC4 ～ IC6 の表示ドライバーの A ～ D に入力され BCD-7 セグメント変換でカソードコモン型の LED 表示器 DS1 ～ DS3 をドライブして表示します。雨量最小単位の 0.5mm の表示は IC3A の QA から Q1 のトランジスタをドライブして LED の最小桁の DP(デシマルポイント) を点灯させます。

この表示器で 1 時間当たりの雨量を測定するためには 1 時間のタイマーが必要です。IC1D のゲートと 32.768kHz の水晶の発振回路を源信として IC7 と IC8 で分周して 1 秒の信号を作ります。その信号を IC9 で 1/3600 に分周して 1 時間のタイマーを作っています。IC10A と IC10B で取り出した信号で 1 時間毎に IC9 にリセットをかけてカウンタを元に戻し、その信号で IC2A ～ IC3A のカウンタにリセットをかけて 1 時間毎の計測をします。1 時間単位の雨量でなく累計の雨量を測る場合は S2 を切り替えます。1 時間単位の雨量の測定には JST に合わせてリセットスイッチ S1 を押す必要があるかも知れません。

この計測ユニットの電源は単三電池 2 個の 3V にしました。ホームセンターで買ってきた単三用の電池ホルダーを基盤の裏側に両面テープで貼り付けて、ユニット単体で持ち出せるようにしました。出来上がってまだ降雨が少なく実際に使ってみると意外にカウントが上がりにません。大雨になるとカウントアップが早いと思われるので期待して待っています。

TC74HC390AP, TC74HC390AF

Dual Decade Counter

TC74HC390A は、シリコンゲート CMOS 技術を用いた高速 CMOS 2回路入り 4 ビットカウンタです。CMOS の特長である低い消費電力で、LSTTL に匹敵する高速動作を実現できます。

内部回路は 2 進カウンタと 5 進カウンタにより構成されており、2 進カウンタはクロック A ($\overline{CKA}$) の立ち下がりで、5 進カウンタはクロック B ($\overline{CKB}$) の立ち下がりで変化します。QA 出力と、 $\overline{CKB}$ 入力を接続すれば BCD カウンタとなります。QD 出力と、 $\overline{CKA}$ を接続すれば bi-quinary カウンタとなります。

クリア入力は“H”レベルで能動となり、すべてのフリップフロップの Q 出力は“L”にリセットされます。

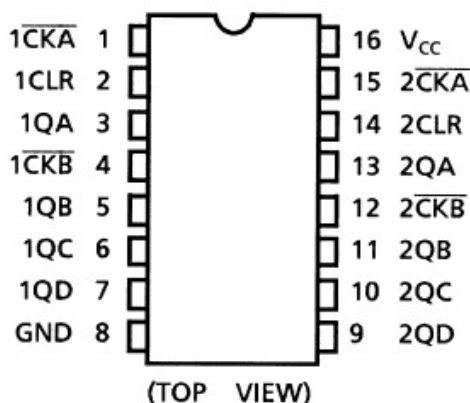
また、すべての入力には静電破壊から素子を保護するために、ダイオードが付加されています。

特 長

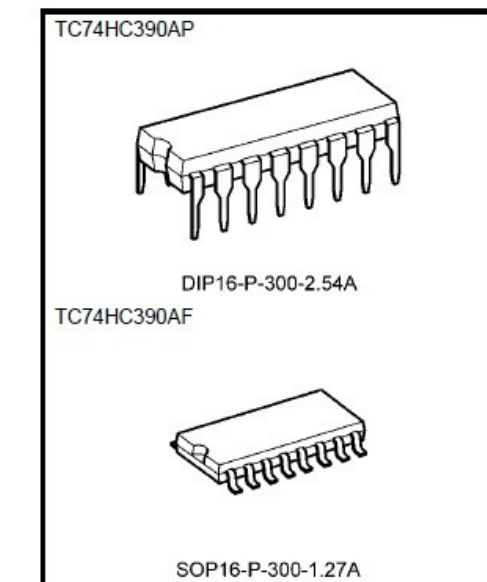
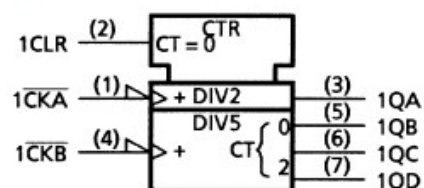
- 高速動作 : $f_{\max} = 84 \text{ MHz}$ (標準) ($V_{CC} = 5 \text{ V}$)
- 低消費電流 : $I_{CC} = 4 \mu\text{A}$ (最大) ($T_a = 25^\circ\text{C}$)
- 高雑音余裕度 : $V_{NIH} = V_{NIL} = 28\% V_{CC}$ (最小)
- 高ファンアウト : LSTTL 10 個を直接駆動可能
- 対称出力インピーダンス : $|I_{OH}| = I_{OL} = 4 \text{ mA}$ (最小)

- バランスのとれた遅延時間: $t_{pLH} \approx t_{pHL}$
- 広い動作電圧範囲 : $V_{CC} (\text{opr}) = 2\sim 6 \text{ V}$
- LSTTL (74LS390) と同一ピン接続、同一ファンクション

ピン接続図

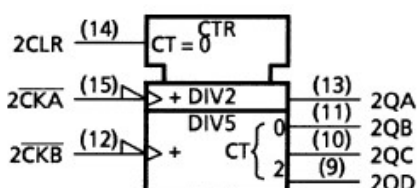


論理図

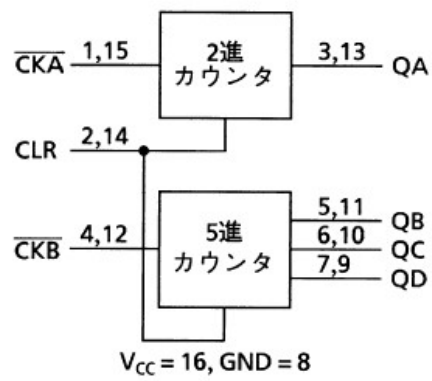


質量

DIP16-P-300-2.54A : 1.00 g (標準)
SOP16-P-300-1.27A : 0.18 g (標準)



ブロック図

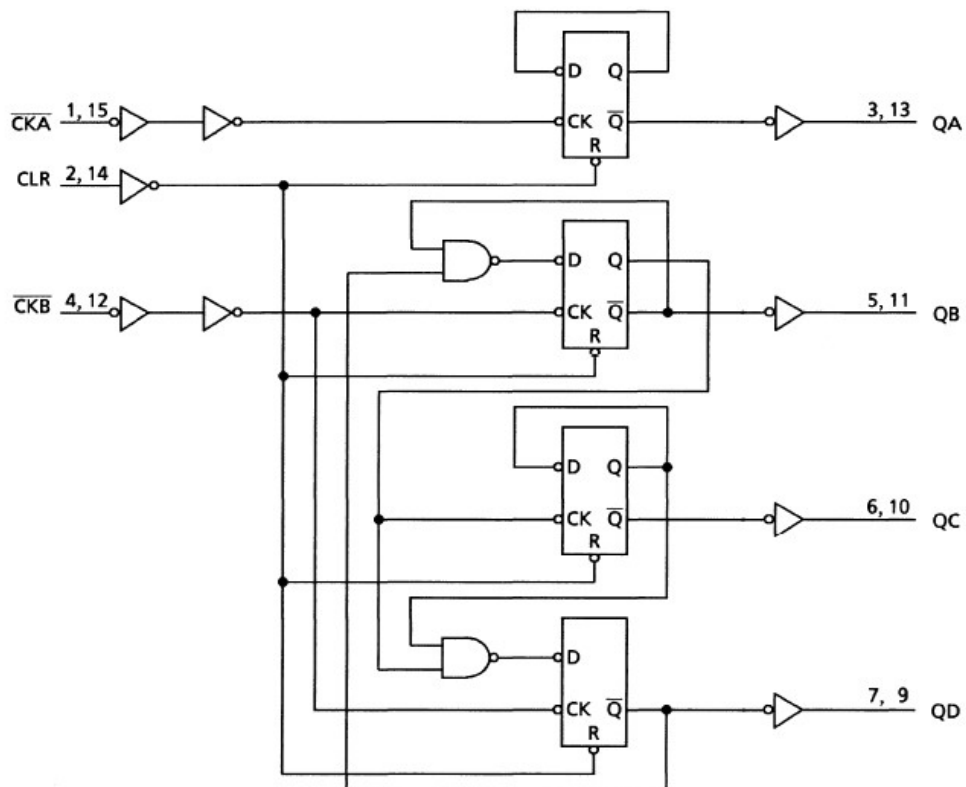


真理値表

Inputs			Outputs			
$\overline{CKA}$	$\overline{CKB}$	CLR	QA	QB	QC	QD
X	X	H	L	L	L	L
$\downarrow$	X	L	2進カウントアップ			
X	$\downarrow$	L	5進カウントアップ			

X: Don't care

システム図



TC4511BP, TC4511BF

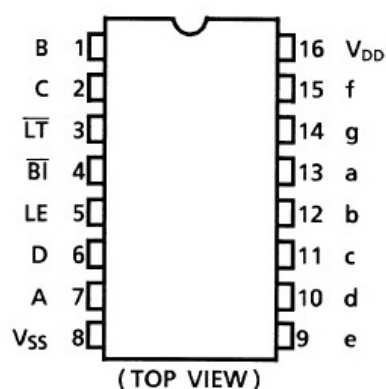
TC4511BP/TC4511BF BCD-to-Seven Segment Latch/Decoder/Driver

TC4511BP/BF は、BCD コードの入力を 7 セグメント表示素子駆動信号に変換するデコーダであり、出力は NPN のパイポーラトランジスタと、N チャネル MOS FET がコンプリメンタリに接続されています。従って、カソードコモン型 LED を直接駆動できるだけでなく、簡単なインタフェースで、いろいろな表示素子を駆動することもできます。

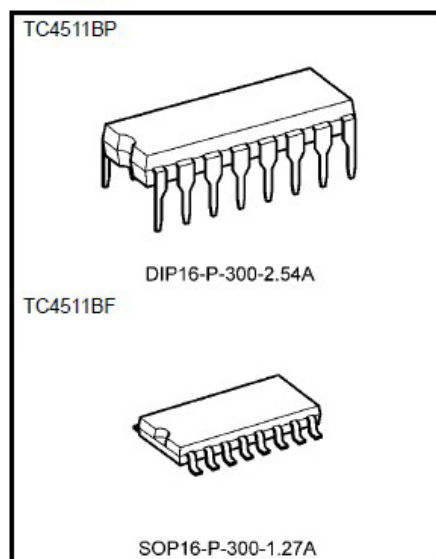
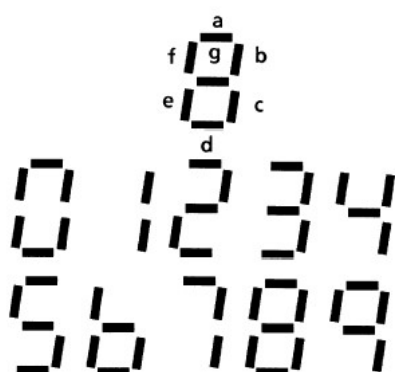
$\overline{LT}$ 入力、 $\overline{BI}$ はそれぞれ BCD 入力に無関係に全出力を、“H” (点灯)、あるいは “L” (否点灯) に決定する入力です。

4 本の入力線にはおのの共通の LE 入力によりコントロールされるラッチが挿入されているため、ダイナミック情報のスタティック表示が可能です。“10” 以上の誤った BCD 入力が印加されると、全出力共 “L” (否点灯) になります。

ピン接続図



表示形式



質量
DIP16-P-300-2.54A : 1.00 g (標準)
SOP16-P-300-1.27A: 0.18 g (標準)

真理値表

Inputs							Outputs							Display Mode
LE	B $\bar{I}$	$\bar{L}\bar{T}$	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
*	*	L	*	*	*	*	H	H	H	H	H	H	H	8
*	L	H	*	*	*	*	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	*	*	L	L	L	L	L	L	L	Blank
H	H	H	*	*	*	*	$\Delta\Delta$							

* : Don't care

論理図

