

デジタル容量計キット

測定容量範囲: 1pF ~ 9990 μ F
測定確度: $\pm 1\%$ 以内(校正後)



■パーツリスト

☆半導体

| | | |
|---------|----|-----------------------------|
| LM555N | ×1 | タイマーIC (各社相当品) |
| 1CM7555 | ×1 | CMOSタイマーIC |
| 4553 | ×1 | CMOS 3桁カウンタIC |
| 4511 | ×1 | CMOS BCD→7セグメント・デコーダ/ドライバIC |
| 78(M)05 | ×1 | +5V出力三端子レギュレータ |
| 2SA1015 | ×3 | 汎用小信号PNPトランジスタ |
| NKR161 | ×3 | 高輝度7セグメントLED表示器 (コモンカソード) |

☆1/4Wカーボン抵抗 (±5%)

| | | |
|-------|----|--------|
| 100Ω | ×7 | (茶黒茶金) |
| 1kΩ | ×1 | (茶黒赤金) |
| 4.7kΩ | ×2 | (黄紫赤金) |
| 47kΩ | ×1 | (黄紫橙金) |
| 100kΩ | ×1 | (茶黒黄金) |

☆1/4W金属皮膜抵抗 (±1%)

| | | |
|-------|----|---------|
| 100Ω | ×1 | (茶黒黒黒茶) |
| 300Ω | ×1 | (橙黒黒黒茶) |
| 470Ω | ×1 | (黄紫黒黒茶) |
| 680Ω | ×1 | (青灰黒黒茶) |
| 1.6kΩ | ×1 | (茶青黒茶茶) |
| 4.7kΩ | ×1 | (黄紫黒茶茶) |
| 47kΩ | ×1 | (黄紫黒赤茶) |
| 470kΩ | ×1 | (黄紫黒橙茶) |
| 1.2MΩ | ×1 | (茶赤黒黄茶) |
| 4.7MΩ | ×1 | (黄紫黒黄茶) |

☆コンデンサ

| | | |
|--------|----|-----------------|
| 1000pF | ×1 | (102) マイラ-フィルム |
| 4700pF | ×3 | (472) マイラ-フィルム |
| 0.01μF | ×5 | (103) 積層セラミック |
| 33μF | ×1 | 電解 (33μF, 6V以上) |

☆その他

| | | |
|------------|----|------------------|
| 1kΩ | ×2 | 半固定抵抗 (102) |
| ICソケット | ×4 | 8ピン×2, 16ピン×2 |
| 専用基板 | ×1 | AE-555 (95×74mm) |
| 校正用基準コンデンサ | ×1 | |

※最初に部品のチェックを行なってください。万一不足品のある場合はお手数ですが製作前にお申し出ください。

☆ 測定方法について

当デジタル容量計を正しく使用して、正確に被測定コンデンサの用量値を測定していただく為に、以下の説明をよくお読みになって下さい。

① コンデンサの容量誤差についての予備知識

一般にコンデンサには、パッケージ捺印容量値に対して以下のような誤差が有るので、あらかじめ頭に入れておいて下さい。

| コンデンサの種類 | 容量誤差 (%) |
|-----------|--------------|
| セラミック | -50~+100 |
| マイラ・フィルム | ±20, ±10, ±5 |
| アルミ電解 | ±20 |
| ソリッド・タンタル | ±20, ±10 |
| スチロール | ±2, ±5, ±10 |
| マイカ | ±0.25~±5 |

誤差記号 (%) : J=±5
K=±10
M=±20

この容量誤差は、許容誤差を意味し、最悪誤差がこの範囲内にあるということです。

② ストレ容量の影響

特に、100 pF以下の微小容量コンデンサを測定する場合に問題となるのが、ストレ（浮遊）容量です。これは、プリント・パターン容量と配線（基板からCxまでの配線）容量がCxの容量に加算され測定誤差として現われます。

いずれのストレ容量も製作者によって個人差があるのではっきりとは言えませんが、プリント・パターン容量が30~40 pF、配線容量が5~20 pF程度でしょう。ストレ容量はなるべく少ないにこしたことはありませんが、それよりも大事なことは、つねにストレ容量を一定に保ってれば、以下の様にして誤差補正することができるので、特に基板からCxまでの配線を各自工夫してみ下さい。

③ ストレ容量のオフ・セット

ストレ容量が一定で、それがあらかじめ分かっているならば、オフ・セット (Off Set; 誤差補正) をすることによってCxの容量値を正確に測定することができます。

まず測定レンジを1 pFにします。Cx端子には何も接続しません。SW1 を押して表示値を見て下さい。仮に、この数値が“038”だったとすると、ストレ容量は38 pFということになります。この数値を覚えておいて下さい。

そして、100 pFとパッケージ捺印してあるコンデンサをCxとして測定したとします。表示値が“135”と出ました。この数値はCx容量とストレ容量の総合容量であるということは、もうお分かりですね。ですから、先ほど調べておいたストレ容量を差引けば、Cxの正確な容量値を知ることができるわけです。

$$135 - 38 = 97 \text{ (pF)}$$

実際には、Cxの容量値は97 pFだったということですね。

このようにして、100 pF以下の微小容量コンデンサを1 pFオーダーで正確に測定することができます。

このストレ容量を調べる作業は、100 pF以下の微小容量コンデンサを測定する時には、その度におこなって下さい。(テストの抵抗測定レンジを使う時にゼロ・アジャストするように、ストレ容量を事前に調べておくよう心がけて下さい。)

④ 正しい測定の仕方

測定中は、Cx、Cx端子及び、CxとCx端子までの配線には、全てのレンジの測定に於いて、手を触れないで下さい。測定誤差となってあらわれます。

ストレ容量のオフ・セットをしなければならない測定レンジは、1pF、10pFの二つのレンジのみです。それ以外のレンジで、Cxになにもつながらない状態でSW1を押し込んだ時に、“000”ではなく“001”又は、“002”を表示することがありますが、これはストレ容量ではなく、デジタル回路の制約上避けられませんが、この数値は測定誤差にはなりませんので、あまり気にする必要はありません。

⑤ その他

Cx端子の配線にはシールド線、一般の電線のどちらを使用してもかまいませんが、次のことに注意して下さい。

シールド線を使用する場合；配線ストレ容量は比較的大きくなりますが、安定します。
一般の電線を使用する場合；配線ストレ容量は比較的小さくなりますが、不安定になります。

ですから、各自それぞれの設計・製作の目的に合わせて、適正な配線材を選択して下さい。

■調整について ※電源を入れるまえに、必ず配線のチェックをして下さい。

★調整は2ヶ所です。キットに付属している、校正用の0.1μF±1%のコンデンサを使用します。

①SW2はポジション1；SW3はポジションA

→SW1を押して表示が“100”になるようVR1を調整します。

②SW2はポジション4；SW3はポジションB

→SW1を押して表示が“100”になるようVR2を調整します。②の調整時は、VR1は動かさないで下さい。
①と②の調整を何度か繰返して下さい。調整は、それで終わりです。

■測定の方法

①Cx端子に測定するコンデンサを接続します。極性のあるコンデンサの場合には、+/-を間違えないようにして下さい。

②SW1を押すと、前の表示がリセットされ、カウントが始まります。大容量のレンジでは、測定が終わるまで時間がかかる場合がありますが、測定中は被測定コンデンサに触らないで下さい。

③測定が終わったら、右表のマルチプライヤの倍率を表示値に掛けます。

例えば、SW2のポジションが3・SW3のポジションがAで、表示値が“047”だったとしたら、
47×0.1μFで4.7μFということになります。

④表示値が“999”の場合は、オーバ・フローです。

(レンジが小さすぎます)→レンジを大きくして測定し直して下さい。又、“000”～“002”の場合は、レンジが大き過ぎます。レンジを小さくして、測定し直して下さい。

⑤場合によっては、測定結果が一定でないことがありますが、この場合、何度か測定し直し、一番多く出る測定値を、最終的な測定値として下さい。

⑥測定精度は、測定結果の±1%以内です。

例えば、あるレンジで“056”という測定値が出たとします。この測定値は、56±1%ですから、その下のレンジでは、560±1%で“553”～“567”の表示をします。

マルチプライヤ

| 倍率 | SW 2 | SW 3 |
|----------|----------|-------------------|
| (×10μF) | 5 (470Ω) | ポジション A (2.2M) |
| ×1μF | 4 (4.7K) | |
| ×0.1μF | 3 (47K) | |
| ×0.01μF | 2 (470K) | |
| ×0.001μF | 1 (4.7M) | |
| " (CAL) | 4 (4.7K) | ポジション B (VR 2) |
| ×100pF | 3 (47K) | |
| ×10pF | 2 (470K) | |
| ×1pF | 1 (4.7M) | |

デジタル容量計キット

追加・補足技術データ 1985年 8月12日

この度は、弊社『デジタル容量計キット』を、お求めいただきありがとうございます。
この「追加・補足データ」では、当キットを有効に御活用していただく為に、主に技術面を中心にデジタル容量計の作動原理・測定方法について説明して行きます。

【デジタル容量計の電源について】

★使用する電源は、電流容量が充分にあり電源リップルの少ない良質な電源を使用して下さい。

消費電流は、100mA(標準)ですから、使用する電源の電流容量は、300mA程度(以上)のものを使用してください。

★電池駆動をする場合、

絶対的に006P(9V)電池は使用しないで下さい。

★最低限、単三電池以上の電流を供給できる電池を使用してください。電池の電流容量が不足している場合、電圧が降下してしまい、正常な作動をしなくなります。

どうしても[006P]電池を使用するときは、Ni-Cd電池、またはアルカリ電池を使用し、作動時の回路電源電圧を測定して、5Vになっていることを確認して下さい。

☆ 作動原理について

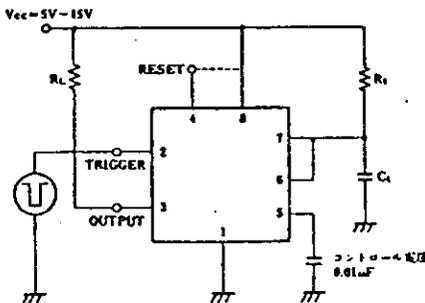
つまり、回路図を実際に読むという作業をしてゆきます。

Cx(被測定コンデンサ)側の555をIC1とし、VR1側の555をIC2として、これから説明します。

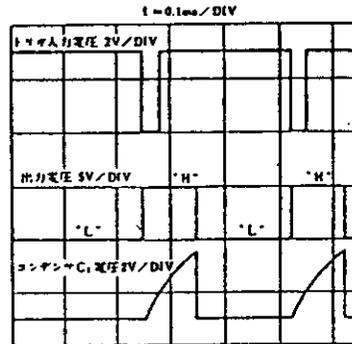
① IC1は単安定発振回路を構成しています。IC1の3番ピンがイン・アクティブ“L”の時(つまり、7432の2番ピンが“L”の時)、SW1がONになり1000pFにそれまでチャージされていた電荷がディス・チャージされ、7432の1番ピンにネガティブ“L”パルスとして入力されると、7432の3番ピンにはそのAND信号(“L”パルス)が出力されます。IC1は、このネガティブ・パルスによってトリガーがかかり単安定発振を開始します。(IC1の3番ピン出力が、“L”から“H”に立上がります)単安定発振の出力パルス時間幅(t)は、IC1の6、7番ピンに接続されたCx及びRによって決定されます。(図2参照)

$$t(\text{ms}) = 1.1 \cdot Cx(\mu\text{F}) \cdot R(\text{k}\Omega)$$

単安定発振回路



(図a) 単安定発振回路例



(R₁ = 0.1kΩ, C_x = 0.01μF, R₂ = 1kΩ)

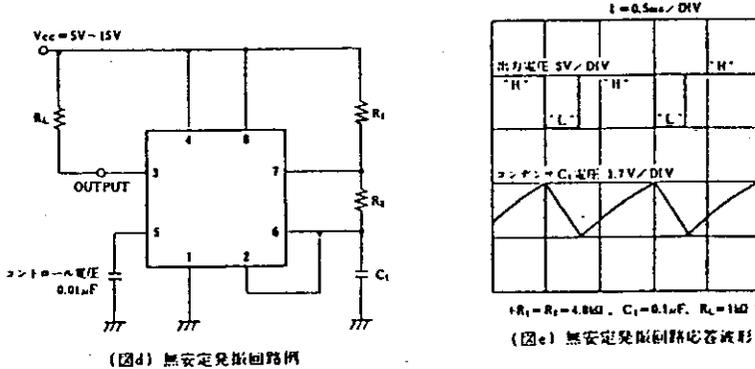
(図b) 単安定発振器応答波形

(図2)

5

- ② IC1の3番ピン出力信号(“H”パルス)は、IC2及び4553のRESET端子に、加されます。
- ③ IC2は無安定発振回路を構成しています。IC2は4番ピンが“H”の時だけ2・6、7番ピンに接続されるR・R・Cによって決定された発振周波数(f)の信号3番ピンに出力します。(図3参照)
- $$f(\text{Hz}) = 1.44 \div \{(R1 + 2R2) \cdot C1\} ; R = \text{M}\Omega, C = \mu\text{F}$$
- 但し、この計算値はIC2の5番ピン(C,V;CONTROL VOLTAGE)が無調整(端子開放)場合で、当キットではC,Vを調整することによって、IC1からの信号をCxの容量値として正確に換算しています。

無安定発振回路



(図3)

- ④ 4553のRESET端子には、 $0.0047\mu\text{F} \cdot 1\text{k}\Omega \cdot 1\text{S1588}$ の微分回路によって得られるリセット・パルス(“H”パルス)が、IC1の3番ピン出力の立上がりと同時に、入られ、4553はゼロ・クリアされます。このリセット、ゼロ・クリア動作と同時に、IC1から出力された信号をカウントします。この数値が、Cxの容量値となる訳です。
- ⑤ 以上の事を踏まえて、実際に具体例で考えてみましょう。
- Cx = $0.1\mu\text{F}$ とします。①の式からIC1の出力パルス時間幅(t)を求めます。

R = $4.7\text{M}\Omega$ のとき: $t = 517\text{ms}$

R = $4.7\text{k}\Omega$ のとき: $t = 517\mu\text{s}$ (0.517ms)

となりますので、実際に式に数値を代入して、自分で計算してみてください。

この時間幅の間に、それぞれ100発のパルスが4553に入力される為には、IC2がそれぞれ何Hzで発振していなければならないかを、逆算してみましょう。

t = 517ms のとき: $f = 100 / 517\text{ms} = 193.42\text{Hz}$

IC2の出力周波数が上記の値になるようVR1を調整します。

t = $517\mu\text{s}$ のとき: $f = 100 / 517\mu\text{s} = 193.42\text{kHz}$

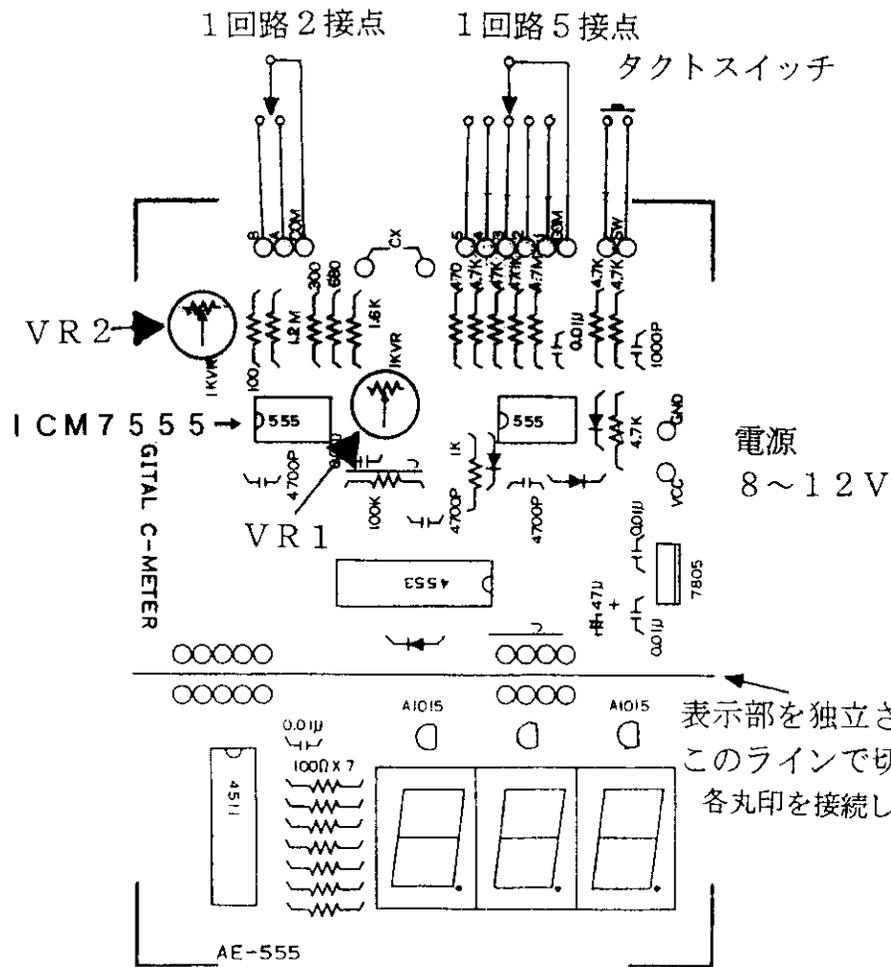
IC2の出力周波数が上記の値になるようVR2を調整します。

この調整方法は、基板上にICはIC2のみを実装し、4番ピンを+5Vに接続して、こないます。発振周波数測定端子は3番ピンです。

尚、 193.42Hz の信号はデューティ比が1:1ではなく1:7335(“H”パルス = $0.7\mu\text{s}$)と極端な為、通常の周波数カウンタではうまく測定出来ない場合が有り、すので注意して下さい。

その後、容量が正確に分かっているコンデンサによって再度、VR1, VR2を調整して下さい。(通常の調整方法)

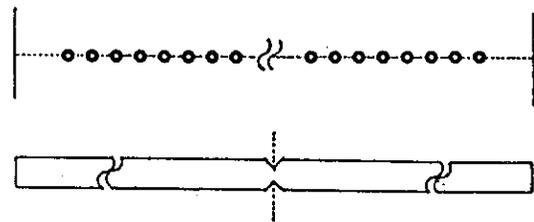
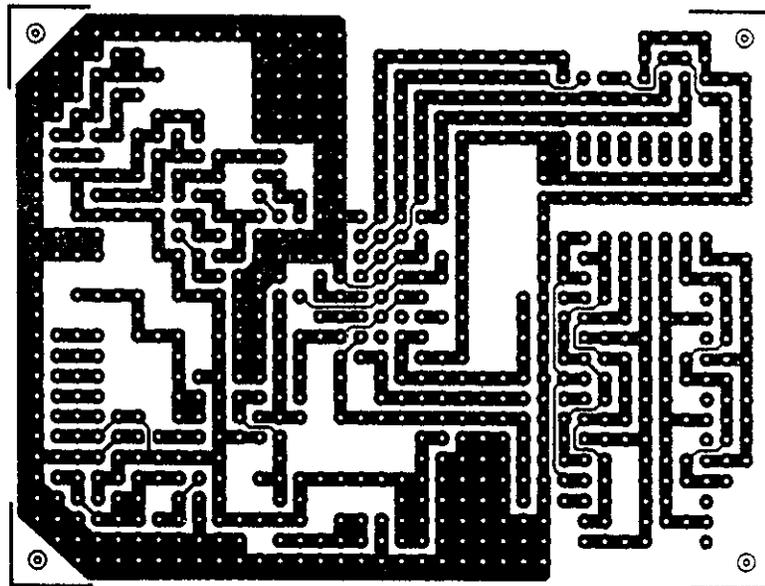
【部品配置図】



表示部を独立させる場合、
このラインで切断します。
各丸印を接続してください。

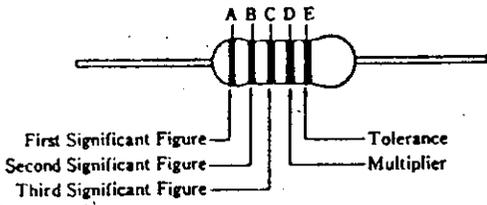
□表示部は基板から切断・分離することができます。この場合、部品を取り付ける前に基板を切断しておきます。

【参考パターン図】



基板の穴をつないでいくようにカッター等で軽くスジを入れるように切れ目をつけていきます。これを何回か繰り返し、基板の厚みの3分の1程度まで溝をつけます。この作業を基板の両面で行い、最後に切れ目に定規などをあてがい丁寧に折ります。

■ カラーコード表示(COLOR CODE)



| 色名 Color | 1st Digit A | 2nd Digit B | 3rd Digit C | Multiplier D | Tolerance E |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 黒 Black | 0 | 0 | 0 | 10^0 | |
| 茶 Brown | 1 | 1 | 1 | 10^1 | ± 1 % |
| 赤 Red | 2 | 2 | 2 | 10^2 | ± 2 % |
| 橙 Orange | 3 | 3 | 3 | 10^3 | |
| 黄 Yellow | 4 | 4 | 4 | 10^4 | |
| 緑 Green | 5 | 5 | 5 | 10^5 | ± 0.5 % |
| 青 Blue | 6 | 6 | 6 | 10^6 | ± 0.25 % |
| 紫 Violet | 7 | 7 | 7 | 10^7 | ± 0.1 % |
| 灰 Gray | 8 | 8 | 8 | 10^8 | |
| 白 White | 9 | 9 | 9 | 10^9 | |
| 金 Gold | - | - | - | 10^{-1} | ± 5 % |
| 銀 Silver | - | - | - | 10^{-2} | ± 10 % |

- ① ± 1% 金属被膜抵抗の場合 (E-96 系列)
カラーコードは、5本ありますから、右図をそのまま使います。
- ② ± 5% 炭素被膜抵抗の場合 (E-24 系列)
カラーコードは、4本ですから、3rd Digit C は使用しません。

ハンダ付 に関する おねがい

当社のキットを失敗なく製作していただくために、以下のハンダ付の注意を守ってください。

- ペーストは使用しない。経時変化によって周囲を酸化させる。電子部品のハンダ付の場合、使用厳禁。
 - 1mmφ 以下のヤニ入り系ハンダ (錫, Sn60% 以上のもの。銀が数%含まれているものなら最高)。
 - コテ先が充分細く、絶縁インピーダンスの高いもの。セラミックヒータのものなど。
- ハンダとコテは ぐちゃぐちゃ 良い物を使用して下さい。
- ハンダ付の実際 — ハンダブリッジ、イモハンダ (テンプラハンダ) → 練習すれば防げるミスです。

ハンダブリッジ



ハンダによって電氣的に
接合されている。

ルペで拡大してみないと
分からないことがある。

イモハンダ

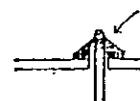


光たかがなく
コテコテしている。
↓
部品の足
接触不良

テンプラハンダ



ハンダにハンダが
流れていない。
↓
部品の足が
カウカウしている。



富士山型
光たかあり
(良い例)

ハンダ不良は場合によって、
素子の破壊につながる。

ハンダ不良は、テスターがあれば必ず発見できる。回路図に従って実際の配線をひとつずつ確認してゆくだけです。最近の部品は不良率、破壊率が低く信頼性が向上しています。トラブルの解決は、誤配線 / ハンダ不良のチェックから、自信過剰はトラブルの基です。

デジタル容量計キット
製作・技術マニュアル
1985年 1月 1日
㈱秋月電子通商
あきづきでんし HW④

デジタル容量計キット
追加・補足技術データ
1985年 8月 12日
㈱秋月電子通商
あきづきでんし HW④