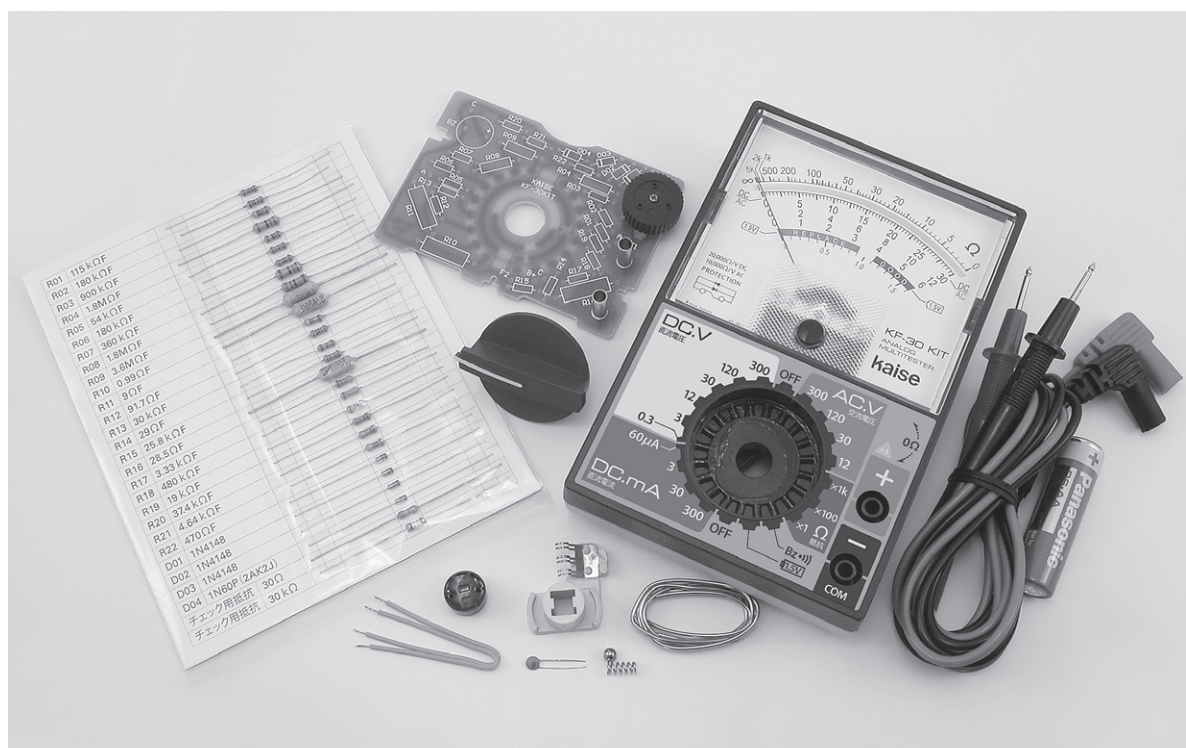


kaise

アナログマルチテスター(キット) KF-30 KIT

組立・取扱説明書



安全な測定をするために!!

感電事故を防止して安全な測定をするために、説明書を良く読んでからテスターを使って下さい。特にテスター本体および説明書の中の ⚠ 記号のついている所は重要です。



この記号は、IEC規格およびISO規格に定められている記号で、「説明書を良く読んでからテスターを使って下さい。」ということを表しています。



警告

この表示は、その内容を守らずに誤った取り扱いをすると、人が死亡又は重傷を負う可能性があることを示しています。



注意

この表示は、その内容を守らずに誤った取り扱いをすると、人が負傷したり、物質的損害を発生させる可能性があることを示しています。



警 告

強電回路(回路)は、しばしば高いサージ電圧が重畳しており、危険ですから測定しないで下さい。

このテスターは弱電回路測定用です。弱電回路でも高電圧の測定には、十分注意して下さい。

はじめに

このたびは、カイセのアナログマルチテスターキットKF-30KITをお買い上げいただき、誠にありがとうございます。このテスターキットを正しく組み立てるために、またその機能を十分に活用して、末永くご使用いただくためにも、この取扱説明書をよくお読みください。

使用後も、後日役に立ちますので、大切に保管しておいてください。

テスター(回路計)を使用する場合の注意

このテスターは、安全上、強電回路(交流200V以上の電流容量の大きい電源で、例えば工場、ビル等の動力線や大型機械の電源等)の測定には使用せず、弱電回路(テレビ、ラジオ、100V電源使用の家庭電化製品等)の測定にお使いください。

しかし、弱電回路の測定でも100V以上の高電圧を測定する時には、電気の危険性について十分理解し、テスターの取扱い上の注意事項を守って安全な測定をしてください。

目 次

1. テスターとは	1
2. KF-30 KITの特長	2
3. 各部の名称	2
4. 安全測定と使用上の注意	3
5. 取扱い	
5-1 測定準備と使用上の注意	7
5-2 目盛の読み方	9
5-3 直流電圧(DCV)の測定	9
5-4 交流電圧(ACV)の測定	10
5-5 直流電流(DCmA)の測定	10
5-6 抵抗(Ω)の測定	10
5-7 電池チェック	11
5-8 導通チェック(BZ)	11
5-9 その他の応用例	11
6. テスターの組立	
6-1 組立に必要な工具	13
6-2 ハンダ付け	13
6-3 ハンダの特性	13
6-4 ハンダ付け作業	14
6-5 使用部品一覧	15
6-6 プリント基板の組立	16
6-7 部品の加工	17
6-8 プリント基板の取付け	18
6-9 メーター線のハンダ付け 及びリード線の配線	19
6-10 レンジスイッチとブラシの取り付け	19
6-11 最終組立	21
7. 試験と校正	
7-1 簡単な動作試験	22
7-2 テスターの校正	25
7-3 テスターの許容差	26
7-4 誤差について	26
8. テスターの基礎知識	
8-1 オームの法則について	27
8-2 補助単位について	27
8-3 カラーコードについて	28
8-4 合成抵抗の求め方	29
8-5 メーターの原理	30
8-6 部品の知識	31
9. テスターの回路設計	
9-1 メーター回路	32
9-2 直流電流計回路	33
9-3 直流電圧計回路	34
9-4 抵抗計回路	35
9-5 交流電圧計回路	37
9-6 電池チェック回路	39
9-7 導通ブザー回路	39
10. KF-30 KITの回路図	40
11. 主要電気部品一覧	40
12. アフターサービス	40

1. テスターとは

テスター(回路計)は、一台の中に電圧測定、電流測定そして抵抗測定の3つの基本的な測定機能を備えており、ロータリースイッチ(レンジ切換えスイッチ)によって、これらの測定ができる構造になっています。

3つの基本測定以外にもこのキットでは、1.5Vの乾電池チェックと、導通チェックができますが、このように多機能な電気回路測定器をマルチ(多機能)テスターと呼んでいます。このキットは、メーター指針の振れを読み取る方式なので、アナログ・マルチ・テスターとも呼ぶことができます。最近では、表示方式にLCD(液晶)やLED(発光ダイオード)、あるいは表示管を取り入れたデジタル・マルチ・メーターも多く見られるようになりました。

テスターが一台ありますと、家庭や学校、工場で使用されている各種の電気製品の点検や故障修理に大変便利に使用でき、部品の断線やショート、そして乾電池のチェック等に変役に立ちます。

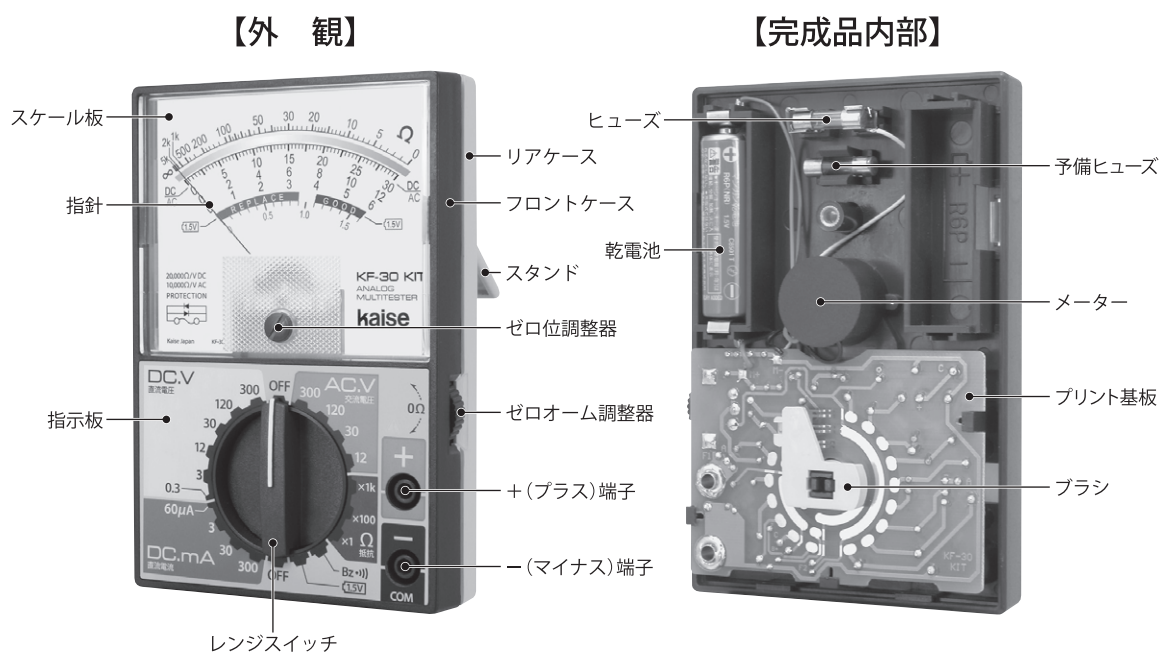


2. KF-30 KIT の特長

- ① 直流電圧(DCV)、交流電圧(ACV)、直流電流(DCA)、抵抗(Ω)の基本測定以外にも、1.5Vの乾電池を実負荷(1.5V測定時に50mA)でチェックできるので実用的です。
- ② 万一、誤って電流レンジや抵抗レンジに直流、または交流の過電圧を加えてしまっても直流250V、交流250Vまでは、保護ヒューズの溶断で抵抗器やダイオード等の部品を保護します。
- ③ 20k Ω /V(キロオーム・パー・ボルト)の高感度メーターを採用しましたので、電子回路の点検にも活用できます。
- ④ メーターの目盛板(メーター・スケール板)はミラー(鏡)付きですので、視差による測定誤差を防止できます。
- ⑤ テストリードは、安全タイプを採用しています。測定中に、万ーテストプラグが本体から抜けても安全です。
- ⑥ ブザーによる導通チェックが可能です。断線チェックに威力を発揮します。
- ⑦ スタンドを使用して、テスターを傾斜させますと、指示値の読み取りが大変楽になります。
- ⑧ すべてのレンジが、レンジスイッチの切換えだけで測定できます。テストリードの差し換えのわずらわしさがありません。
- ⑨ 厚さ30mmの薄型、軽量設計です。携帯性、使用性に優れています。

3. 各部の名称

3-1. 各部の名称



3-2. 仕様

1. 測定範囲

測定機能	測定範囲	許容差
直流電圧 (DCV)	0.3V/3V/12V/30V/120V/300V (内部抵抗20k Ω /V)	最大目盛値の $\pm 3\%$
交流電圧 (ACV)	12V/30V/120V/300V (内部抵抗10k Ω /V)	最大目盛値の $\pm 4\%$
直流電流 (DCA)	60 μ A/3mA/30mA/300mA	最大目盛値の $\pm 3\%$
抵抗 (Ω)	5k Ω /500k Ω /5M Ω ($\times 1/\times 100/\times 1k$)	目盛長の $\pm 3\%$
導通チェック (BZ)	しきい値以下でブザー	
電池チェック (1.5V)	1.5V電池(50mA負荷)	

2. 一般仕様

表 示	アナログメーター(ピボット式 42 μ A)
メーター保護	ダイオードによる過負荷保護
回路保護	ヒューズにより、商用電源のAC250Vまでの過電圧に対し、 Ω 、mAレンジ、導通チェック、電池チェックを保護
レンジ切り換え	マニュアルレンジ
内蔵電池	マンガン電池1.5V R6P(単3形)…1本
内蔵ヒューズ	ガラス管($\phi 5 \times 20$ mm)250V/0.3A…2本(1本は予備)
寸法・重量	136(H) \times 90(W) \times 30(D)mm、約215g
付属品	テストリード(100-51)…1組、1.5V R6P(単3)電池1本、F12スペアヒューズ(0.3A/250V)1本(内蔵)、組立・取扱説明書…1冊
別売付属品	940フニグチクリップ、1020キャリングケース

4. 安全測定と使用上の注意

4-1. 電気事故の防止

このテスターを使って測定する場合、人体への感電事故防止とテスターの焼損を防ぐために、次の事項を良く理解し厳守して、安全な測定をして下さい。

1. テストリードとテスター本体のチェック

⚠ 警告 テストリードのテストプロッドとテストプラグ並びにテスター本体のケースに、ひびや割れがないかどうか？表面が湿っていたり濡れていないかどうか？テスターは、常にきれいにし、乾いた状態で使って下さい。テストリード線が断線したり、絶縁不良となっていないかどうかも常に確かめて下さい。〔図-1〕

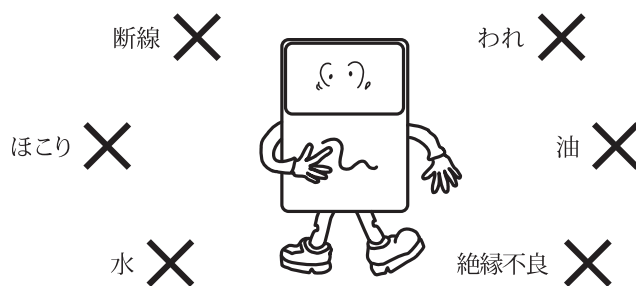


図-1

2. 強電回路の測定は禁止

⚠ 警告 強電回路(大型モーター、配電用トランス、ブスバー等への電気容量の大きい工場内外の動力線等)の測定は危険です。このテスターでは強電回路の測定はできません。〔図-2〕
強電回路には、強電回路用のテスターを使って下さい。

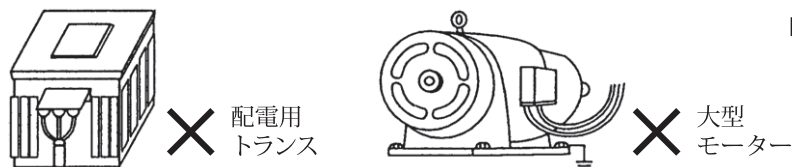


図-2

3. 弱電の高電圧回路測定についての警告

⚠ 警告 弱電回路(家電製品や電子機器の回路で電気容量の小さい回路)でも、高電圧回路(100 V以上)は危険です。活線部分には、手や身体の中の部分も触れないようにご注意ください。
一般的には、交流電圧33 V、直流電圧46.7 Vを超える電路で、その電路からアースへ流れる電流が0.5mAを超えると感電事故を起こす危険があります。

4. 安全な測定方法(電圧測定)

⚠ 警告 感電事故を起す危険性のある回路を測定する場合には、必ず次の手順を厳守して安全に測定して下さい。

1. 測定する前に、測定しようとする回路の電源を必ず切ります。
2. 黒色テストリードのテストプラグをCOM端子に、赤色テストリードのテストプラグを+端子にそれぞれいっばいに差し込みます。
3. 黒色及び赤色テストプロッドの先に黒色及び赤色のワニグチクリップ(別売)を付けます。
4. レンジスイッチを必要とする電圧測定の位置に合わせます。
5. 測定回路の電源が切られていることを確認してから、アース(－)側に黒色ワニグチクリップを、高電位(＋)側に赤色ワニグチクリップをはさみ接続します。
6. テスター本体は手に持たずに身体から離して置きます。測定しようとする電源や回路に手や身体の一部が触れないように、又テストリードにも触れないように、十分距離をとります。
7. 測定しようとする回路の電源を入れます。テスターの表示値を読み取ります。〔図-3〕

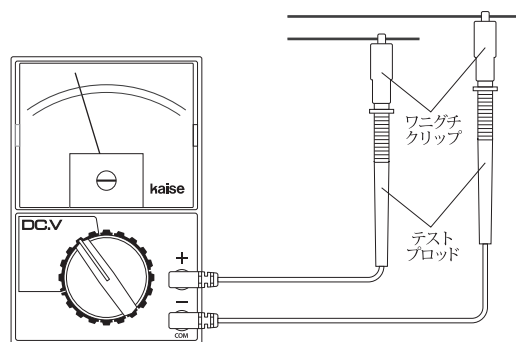


図-3

8. 測定している回路の電源を切ります。テスターの表示値がゼロになった事を確認してから、赤黒のワニグチクリップ(テストプロッド)を測定回路から外します。

どうしても活線(電圧のかかっている回路)を測定したい場合には、次の手順で測定します。

1. テスター本体は手に持たず身体から離して置きます。
2. 黒色テストプロッドの先に黒色ワニグチクリップを付けて、測定しようとする回路のアース(－)側をはさみ接続します。
3. 回路(電源)から十分距離をとり、身体のいかなる部分も回路に触れていないことを確認します。
4. 赤色のテストプロッド一本だけを片手に持って、測定しようとする回路の高電位(＋)側に接触して、表示値を読み取ります。〔図-4〕

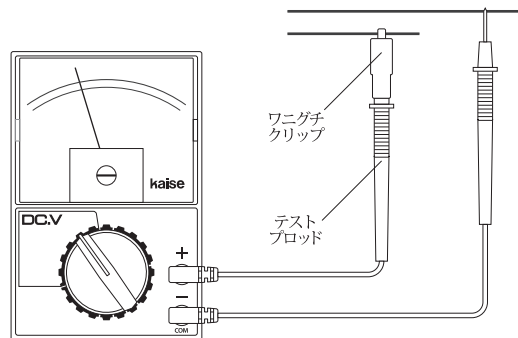


図-4

5. 測定が終わりましたら、赤色テストプロッドを測定回路から外し、次に黒色ワニグチクリップを測定回路から外します。

5. 直流電流(DC.mA)測定についての警告



警告

このレンジで規定値を超えた電流を間違えて測定すると、内部の回路を損傷し、人体への感電事故を起こす危険があります。間違えて電圧を測定することも避けて下さい。このレンジでは、自動車用のバッテリー電源を直接測定することや、家庭内の100V電源の電流を直接測定することはできません。〔図-5, 6〕

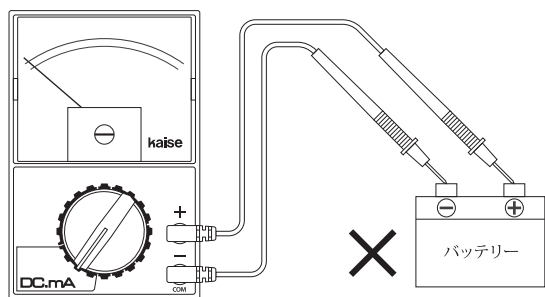


図-5

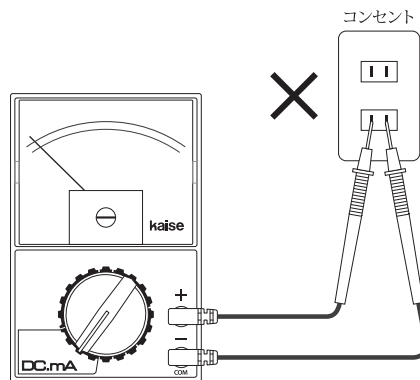


図-6

4-2. テスターの故障防止

次の3つの項目は、テスターの故障を防止するだけでなく、測定する人の感電事故を防止する点からも重要ですので厳守して下さい。

1. レンジスイッチのミス設定の防止



警告

測定するとき、レンジスイッチが正しい位置に設定されているか確認して下さい。特にDC.mA（電流）、 Ω （抵抗）、BZ（導通チェック）の位置で、間違って電圧を測定しないで下さい。[図-7]

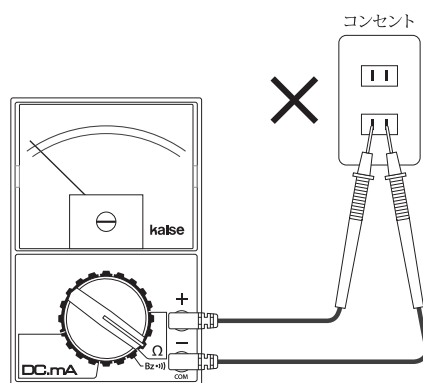


図-7

2. 最大測定レンジの厳守



警告

各レンジの最大値を超えないこと、又測定仕様に記載の最大許容値を超えた測定をしないで下さい。

3. テストリードを回路から事前に外すこと



警告

測定中にレンジスイッチを回すとき、あるいは電池やヒューズの交換のためにリアケースを開ける時には、必ず事前にテストリードを測定回路から外して下さい。

4-3. 取り扱い上の注意

- ⚠ 注意 1** テスターは精密な構造を持っていますので、強い振動や衝撃を与えないで下さい。保管の際には、高温多湿の場所は避けるようにして下さい。〔図-8〕
- ⚠ 注意 2** 本体をこすったり、ベンジン、アルコール等溶剤で拭かないで下さい。
- ⚠ 注意 3** テスターを長時間使用しない場合は、電池を本体から取り外しておいて下さい。消耗した電池を内蔵したまま放置しますと、電解液が漏出して内部を腐食させることがあります。
- ⚠ 注意 4** テストリードの先端は尖っており、大変危険ですので、目などに刺さらないよう取り扱いに注意して下さい。
- ⚠ 警告** 電気の測定についての知識と経験のない人及び子供には、使用させないで下さい。

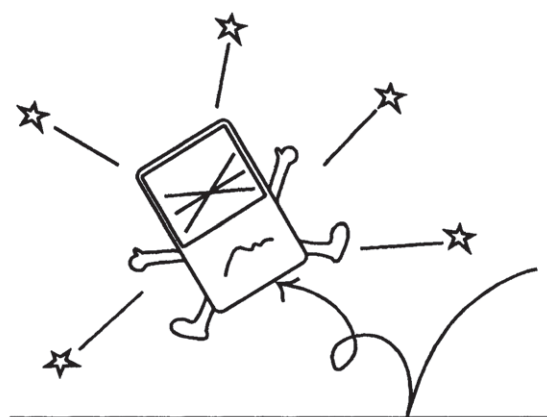


図-8

強い振動や衝撃を与えない

5. 取扱い

5-1. 測定準備と使用上の注意

1. メーターのゼロ位調整

測定する場合には、ゼロ位調整器を回して、指針をスケール板左端のゼロ目盛に合わせて下さい。ゼロ調整されないと、メーターの指示値に誤差が生じます。〔図5-1〕

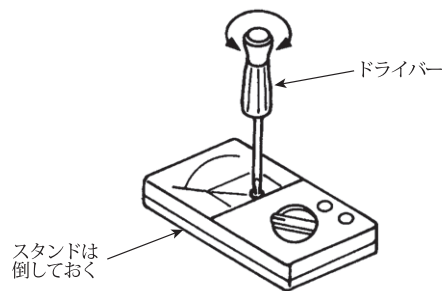


図5-1 メーターのゼロ位調整

2. 測定レンジの確認

測定する場合には、必ず、レンジスイッチを適切なレンジに切換えてあるか、よく確認して下さい。よく起こる間違いは、抵抗または電流レンジにレンジスイッチを切換えたままで、商用電源の100Vを加えて故障させてしまう例です。本キットでは、AC 250Vまでヒューズによる保護回路が付いていますが、あくまでも万一の誤使用に備えたもので、過負荷による影響が全くないわけではありません。また、レンジスイッチを切換える時は、必ずテストリードを測定回路から外してから行って下さい。

3. 測定レンジの選定

測定しようとする電圧、または電流の値が不明の時は、一度高いレンジでおおよその値を測り、それから適切なレンジに切換えて測定して下さい。精度のよい測定をするには、電圧と電流測定の場合は指針が最大目盛値(右側)付近にくるように、また抵抗測定の場合は中央目盛値(30)付近にくるようにするとよいでしょう。

4. テストリードの差し込み

テストリードには、赤色と黒色があります。+(プラス)測定端子には赤色テストリードを、-COM(マイナスコモン)測定端子には黒色テストリードをそれぞれ根元まで一杯に差し込みます。

5. 内蔵ヒューズのチェック

回路保護用のヒューズが切れると、電圧測定以外のレンジが動作しません。テスターのレンジスイッチを Ω レンジに切換えて、テストリードをショートした時にメーターが振れば、ヒューズは正常です。全然振れない場合には、内蔵の予備ヒューズと交換して再度調べて下さい。ヒューズは必ず当社指定のもの、もしくはそれと同等品を使用して下さい。指定外のヒューズを使用しますと、故障や指示誤差の原因となりますので、ご注意下さい。定格ヒューズが近くで求められない場合は、当社営業部サービス係までお問合わせ下さい。

6. 高電圧測定の注意

高い電圧を測定する際には、感電しないように注意し、テスターは手に持たず、身体から離れた状態で測定して下さい。このテスターは、弱電回路用のものであり、強電回路(交流200V以上の電流容量の大きい電源で、例えば、工場、ビルの動力線や大型機械の電源等)の測定には使用しないで下さい。



警告

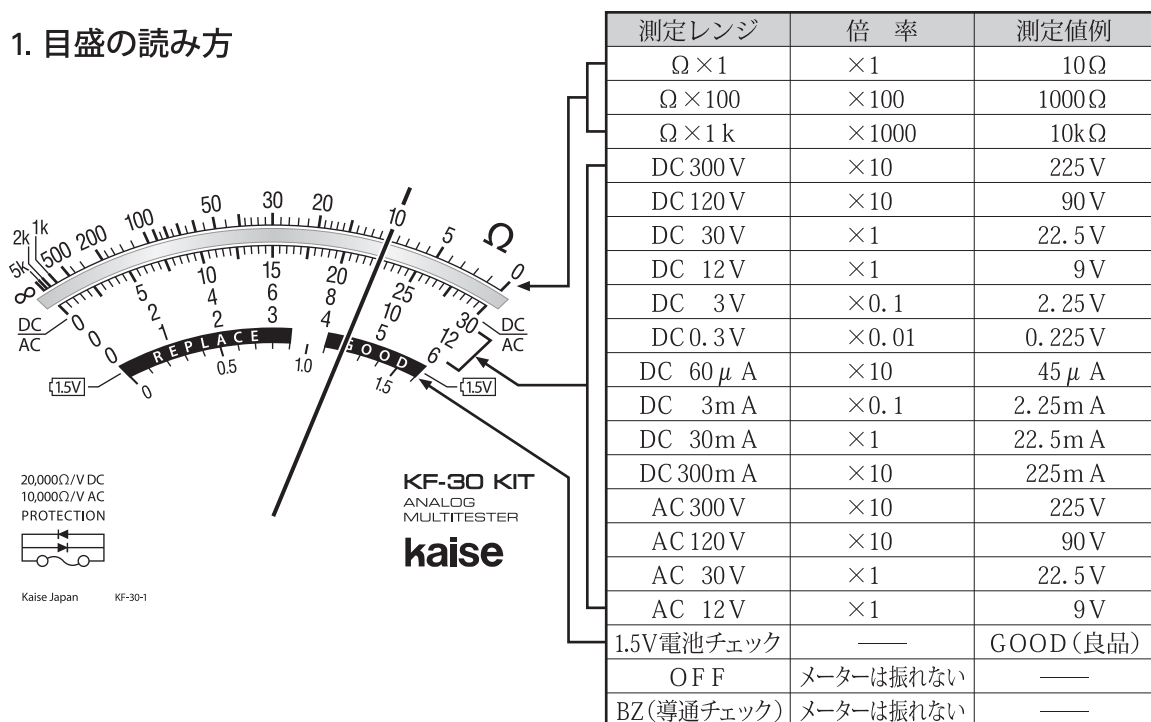
7. テスターの保管

- Ⓐ テスターは精密な構造をもっていますので、強い振動や衝撃を与えないで下さい。
- Ⓑ 高温、多湿や直射日光の当たる場所には保管しないで下さい。
- Ⓒ メーターカバーには、静電気による帯電を防止するために、帯電防止加工がしてありますので、強くこすったり、アルコール等で拭かないで下さい。
- Ⓓ パネル、ケース類はプラスチック樹脂で出来ています。熱や各種溶剤に非常に弱いので、取扱いには十分注意して下さい。
- Ⓔ 強い磁界の場所は避けて下さい。



5-2. 目盛の読み方

1. 目盛の読み方



2. メーター指示値の見方

メーターの指示値を読みとる時は、指針の真上から見るのが良い見方です。〔図5-3〕指針とスケール板との間隔は約1.5mmありますので、横にズレた位置から見ると、読み取りに誤差が出てしまいます。

KF-30 KITでは、スケール板に簡易ミラー（鏡）を設けてあります。これは、その読み取りの誤差を防ぐ目的のものです。ミラーに映った指針と実際の指針が重なって一本に見える位置が指針の真上に当たります。

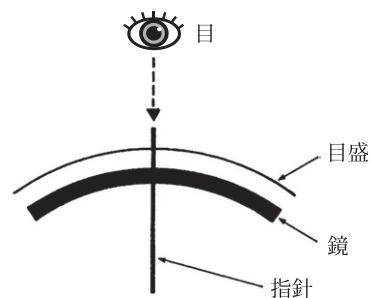


図 5-3

5-3. 直流電圧 (DCV) の測定

- ① レンジスイッチを適切な DC V レンジに切換えます。
- ② 直流電圧なので、電源の極性に注意して、電源のマイナス側は黒色テストリードを、プラス側へは赤色テストリードを接続（並列接続）します。〔図5-4〕 反対に接続しますと、メーターの指針も逆に左へ振れてしまいます。
- ③ DC目盛上の指示値に、一定の倍率を乗じて読みます。

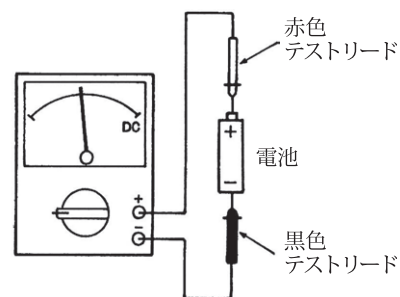


図 5-4

5-4. 交流電圧(ACV)の測定

- ①レンジスイッチを適切なACVレンジに切換えます。
- ②交流電圧なので、電源の極性に関係なく測定できますが、高電位側に赤色テストリードを、低電位側に黒色テストリードを接続(並列接続)するよう心がけてください。〔図5-5〕
- ③AC目盛上の指示値に一定の倍率を乗じて読みます。

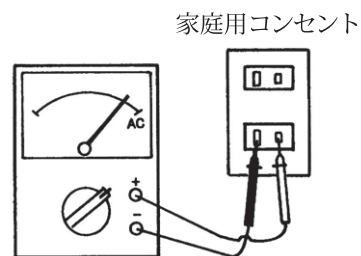


図 5-5

5-5. 直流電流(DCmA)の測定

- ①レンジスイッチを適切なDCmAレンジに切換えます。
- ②直流電流なので、電源の極性に注意して、回路に**直列**に接続して測ります。〔図5-6〕
- ③回路を切離す場合には、回路の電源を切ってから行ってください。
- ④メーターの指針が逆に左へ振れてしまう場合には、赤色と黒色のテストリードを反対に接続します。
- ⑤DC目盛上の指示値に一定の倍率を乗じて読みます。

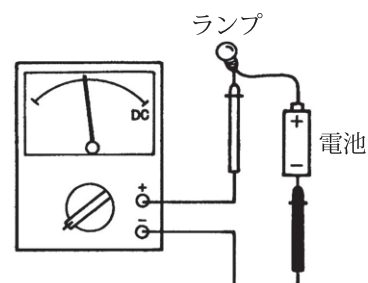


図 5-6

5-6. 抵抗(Ω)の測定

- ①レンジスイッチを適切な Ω レンジに合わせます。
- ②赤色と黒色のテストリードをショートさせて、テストリード先端の溝同士をしっかりと合わせます。メーターの指針が Ω スケールの”0”を指示するように0 Ω 調整器を回します。この操作を**ゼロオーム調整**といいます。〔図5-7〕
ゼロオーム調整器を回しても”0”を指示しないときは、電池が消耗していますので新しい電池と交換して下さい。その場合、+と-を間違えないように入れてください。
- ③ゼロオーム調整ができれば、テストリードの先端を抵抗器などに接続して測定します。〔図5-8〕
- ④ Ω 目盛上の指示値に一定の倍率を乗じて読みます。

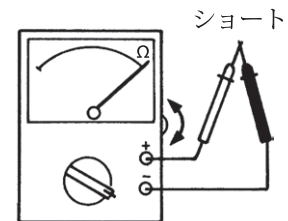


図 5-7 ゼロオーム調整

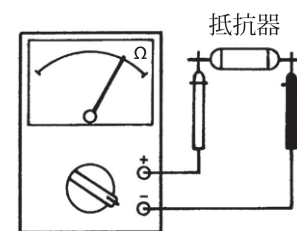


図 5-8

5-7. 電池チェック

- ①1.5V電池レンジに〔図5-9〕レンジスイッチを合わせます。
- ②電池のプラス(+)端子に赤色テストリードを、マイナス(-)端子に黒色テストリードを接続します。〔図5-9〕
- ③電池の良否の判別は、メーターの指針が電池専用目盛(1.5V)のGOOD(良)の中にあれば、その電池は良好であると判断します。

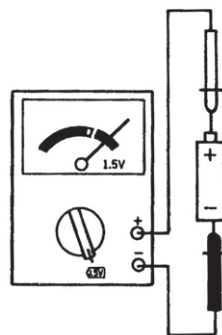


図 5-9 1.5V電池の測定

- 【注1】1.5Vタイプの電池とは、単1形(R20P)、単2形(R14P)、単3形(R6P)のことで、腕時計などに使われているボタン電池やNi-cd(ニッカド電池)はチェックできません。この時には、DCVレンジを使用し、電圧を測定して判断しますが、正確には電池の良否の判別はできません。
- 【注2】電池レンジでの判定は、実負荷(試験電流が比較的大きい)なので、手早くチェックしてください。

5-8. 導通チェック(BZ)

- ①レンジスイッチを導通チェックレンジに切替えます。〔図5-10〕
- ②赤色と黒色のテストリードをショートさせ、ピーという連続のブザー音がするのを確認します。
- ③テストリードを離して、今度は測定しようとする回路の両端に当てて導通をチェックします。〔図5-11〕

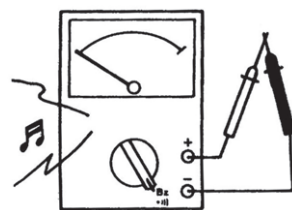


図 5-10

- 【注1】ブザー音は、回路の抵抗値がしきい値以下の時に鳴ります。
- 【注2】導通チェックの時には、メーターの指針は振れません。
- 【注3】回路が断線していれば、ブザーは鳴りません。
- 【注4】内蔵電池の容量が少なくなると、ブザーが鳴らなくなります。テストリードをショートさせて確認して下さい。
- 【注5】内蔵電池の容量が少なくなると、ブザーの発音量が小さくなったり、導通判定の抵抗値が低くなります。

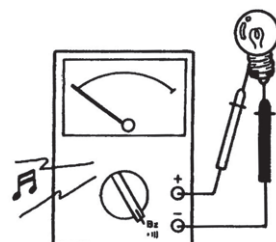
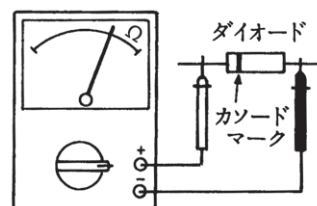


図 5-11

5-9. その他の応用例

5-9-1. ダイオードの良否判定

- ①レンジスイッチを Ω レンジの $\times 1k$ にします。
- ②赤色テストリードをダイオードのカソード側に(カソードマークのある側)、黒色テストリードをアノード側に当てます(順方向)。すると、メーターが振れて小さな抵抗値を示します。〔図5-12〕

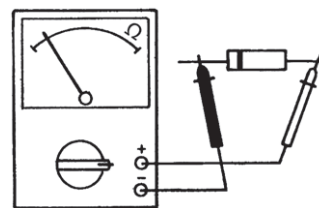


ダイオードの順方向の抵抗測定

図 5-12

- 【注】ダイオードの説明は、31ページを参照して下さい。

- ③次に、赤色テストリードをアノード側に、黒色テストリードをカソード側に当てます(逆方向)。すると、今度はメーターはほとんど振れないで、大きな抵抗値を示します。〔図5-13〕
- ④このように、順方向抵抗と逆方向抵抗の比が大きいものは良品です。1に近いものはショートしている不良品です。順方向も逆方向もメーターが振れない場合は、ダイオードが断線しています。



ダイオードの逆方向の抵抗測定

図 5-13

5-9-2. トランジスタの良否判定

トランジスタは大別すると、PNP型とNPN型になります。これは、トランジスタの名称(型名)によって判断できます。

〔表5-2〕

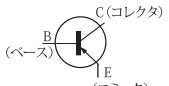
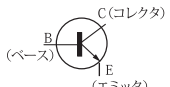
最初の2Sは、有効電極数が3つの半導体素子を表します。ダイオードでは1S、電解効果トランジスタでは3Sを用います。また、トランジスタの形状もいろいろありますので、トランジスタ規格表などで調べると良いでしょう。形状の一例を〔図5-14〕に示します。

それでは、いよいよトランジスタの良否判定を、2SC1815を例にとって説明してみます。

- ①レンジスイッチを Ω レンジの $\times 1k$ にします。
 - ②赤色テストリードをコレクタに、黒色テストリードをベースに当てると、メーターは振れます。〔図5-16〕
 - ③今度は逆に、赤色テストリードをベースに、黒色テストリードをコレクタに当てるとメーターは振れません。〔図5-16〕
- 以上のことから、コレクタとベースの間は良好であると判断できます。
- ④次に赤色テストリードをエミッタに、黒色テストリードをベースに当てると、メーターは振れます。
 - ⑤また逆に、赤色テストリードをベースに、黒色テストリードをエミッタに当てるとメーターは振れません。以上のことから、ベースとエミッタ間も良好であり、このトランジスタは良品と判断出来ます。

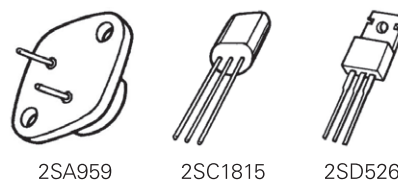
※ PNP 型は判定の基準が逆になります。

【注】 当て方を変えてもメーターが振れない場合は、断線しており、メーターが振れる場合は、ショートしていることが考えられます。

	PNP型	NPN型
名称	A：高周波用 B：低周波用	C：高周波用 D：低周波用
例	2SA1015, 2SB753	2SC1815, 2SD526
記号		

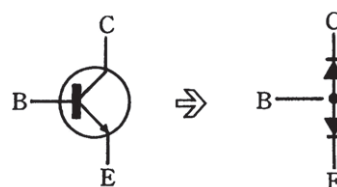
トランジスタの大別

表 5-2



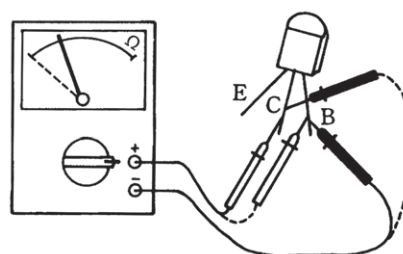
トランジスタの形状の一例

図 5-14



トランジスタをダイオードと考える

図 5-15



コレクタとベース間のチェック

図 5-16

6. テスターの組立

6-1. 組立に必要な工具

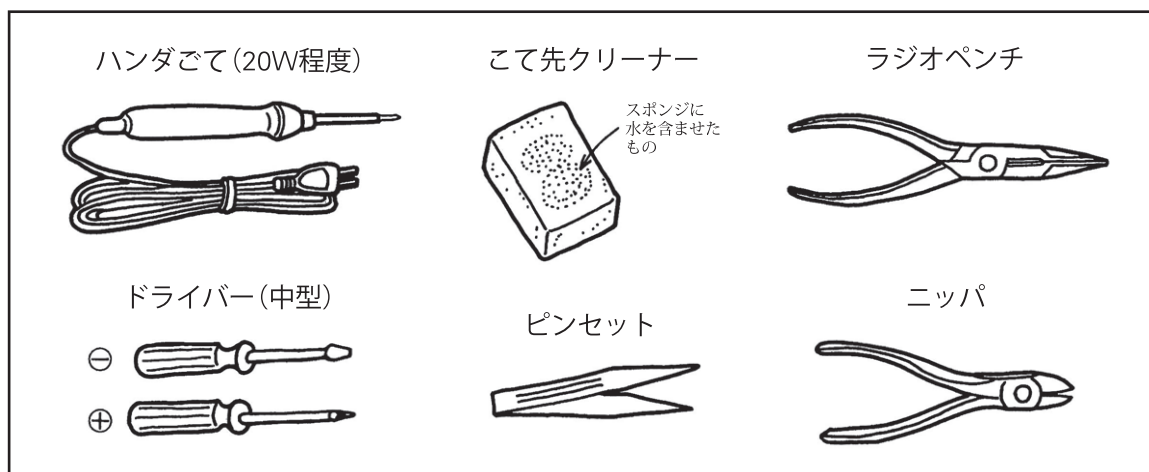


図-6-1

6-2. ハンダ付け

このキットにおいて、プリント基板に部品を取付ける工程でハンダ付けを行います。ハンダごてやハンダ付け作業は初めての皆さんも大勢いると思います。

テレビやビデオをはじめとして、CDプレイヤー、パソコン等の電子機器にハンダ付けが行われる目的は何なのでしょう？ハンダ付けの最大の目的は、2つの金属を接合して、電気的導通があるようにすることです。さらに、2つの金属を機械的につながり固定させ、水や空気などから密閉する効果もあります。また、ハンダで金属の表面をメッキすることにより、防錆効果もあります。

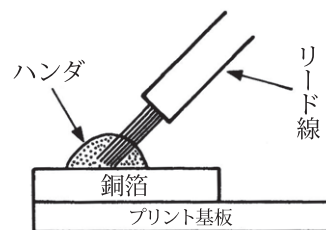


図6-2

6-3. ハンダの特性

電気回路の接合用使用するハンダは、スズ(Sn)と鉛(Pb)の合金です。合金が用いられる理由は、スズの融点232℃、鉛の融点が327℃に対して、その合金であるハンダは183℃と低いからです。実際には、図6-3の特性図のように、Sn62%、Pb38%の時に183℃の温度で溶け始めます。

プリント基板に用いられるハンダの種類としては、Snが50～70%の比率のものが多く用いられています。

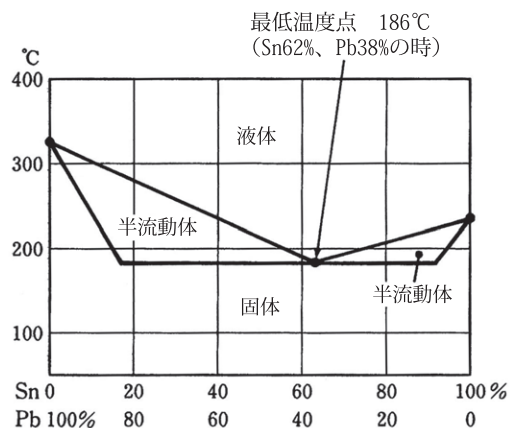


図6-3

このキットにおいては、一般によく使われている Sn60%か、Sn50%のヤニ入りハンダが適当です。太さは、1.0～1.2mmが良いでしょう。ヤニ入りハンダとは、ハンダの中心に適量のフラックスが封入してあるものです。フラックスは、金属表面をきれいにし、ハンダが付きやすくする薬品です。

参考までに、JIS(日本工業規格) Z 3282「はんだ」を下表に示します。

記 号	S n	P b	不 純 物						
			S b	C u	B i	Z n	F e	A l	A s
H63A	62-64	残部	0.30	0.05	0.05	0.005	0.03	0.005	0.03
H60A	59-61	残部	以下	以下	以下	以下	以下	以下	以下

表 6-1

6-4. ハンダ付け作業

【注1】ハンダごては、電気を入るとこて先がかなり高温になります。くれぐれも“やけど”をしないように、取扱いには十分注意しましょう。

【注2】ハンダの付き具合を良くするためには、次のことがらに注意しましょう。

- ・ハンダごて先の温度：300～350℃
- ・ハンダの時間：3秒程度(長く当てすぎると部品が壊れます)
- ・加熱の仕方：ハンダ付けする部品のリード線と基板のパターンに、同時にこてを当てる。

1. ハンダごてとヤニ入り糸ハンダの持ち方

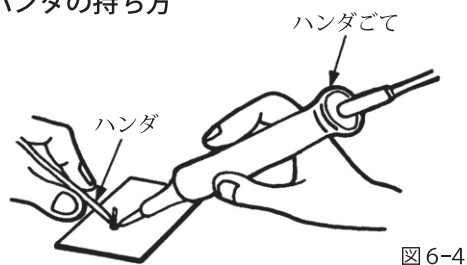


図 6-4

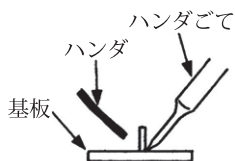
2. ハンダ付けの順序

(1)こて先を軽く当てる

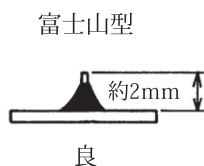
(2)糸ハンダを送る

(3)糸ハンダを離す

(4)こてを離す



3. ハンダ付けの良い例と悪い例



6-5. 使用部品一覧

KF-30 KITには、下記の部品がセットされています。不足や間違いがないか、良く確かめてチェック(レ印)しましょう。

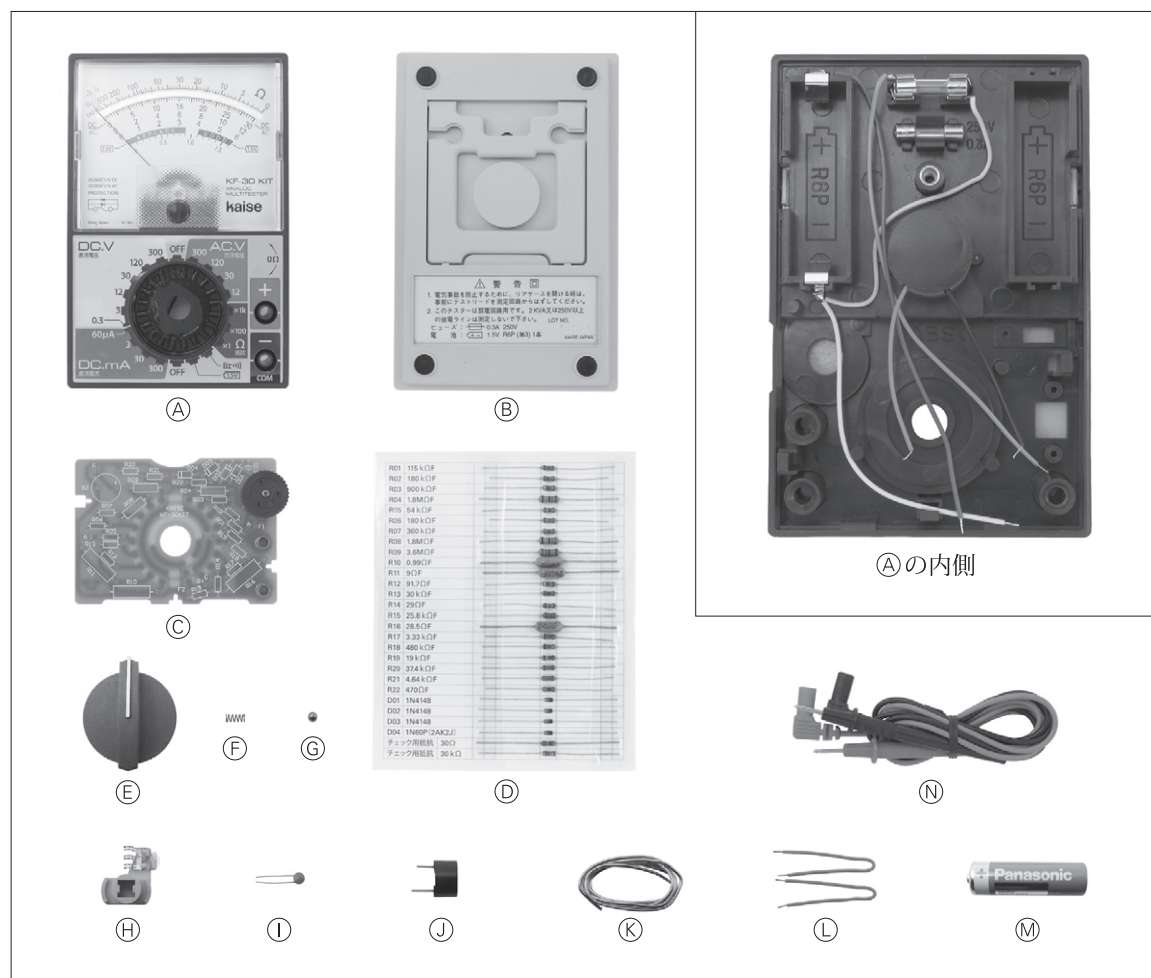
記号	品 名	数量	チェック	記号	品 名	数量	チェック
A	フロントケース(部品付き)	1		H	ブラシ	1	
B	リアケース	1		I	セラミックコンデンサ	1	
C	プリント基板	1		J	プザー	1	
D	抵抗台紙	1		K	糸ハンダ	1	
E	レンジスイッチ	1		L	橙色ジャンパー線(85mm)	2	
F	スプリング	1		M	1.5V R6P 乾電池(単三形)	1	
G	スチールボール	1		N	テストリード 1組	1	

【注1】フロントケースにはすでに部品が取り付けられています。写真と見比べて不足部品が無いか確認して下さい。

【注2】ブラシは金具部分が変形しないように注意して下さい。

【注3】スチールボールは非常に小さいので、なくさないように注意して下さい。

【注4】基板のパターンメッキ部分は、接触不良を防ぐために素手で触らないように注意して下さい。



6-6. プリント基板の組立

①組立上の注意事項

【注1】基板には、精度の高い部品が組み込まれていますので、基板が汚れると絶縁劣化により、誤差が生じる恐れがあります。作業にあたっては、電子作業用手袋の使用をお勧めします。

特に、汚れた手で基板の接点部分に触れないようにして下さい。

【注2】ハンダ付け作業の時には、特に接点部分付近の作業には注意して下さい。

【注3】ブザーやダイオードは、極性に注意して取付けましょう。但し、抵抗やセラミックコンデンサには極性がありません。※ブザーはリード線の長い方が+極性です。

【注4】基板のスイッチパターン部分(金メッキ)にはハンダが付かないように注意して下さい。

【注5】部品は基板から浮かない様に取り付けて下さい。

②組立の順序

1番目	抵抗(R1～R22)、ダイオード(D1～D4)、コンデンサ(C1)、ブザーを取付けてハンダ付けする。〔図6-6、6-7〕
2番目	各部品の取り付け位置及び抵抗値が正しいか再チェックし、ハンダ付けが終わったら、ニッパでそれぞれの足を切ります。
3番目	ジャンパー線A AとC Cを取付けて、ハンダ付けする。

③実装図

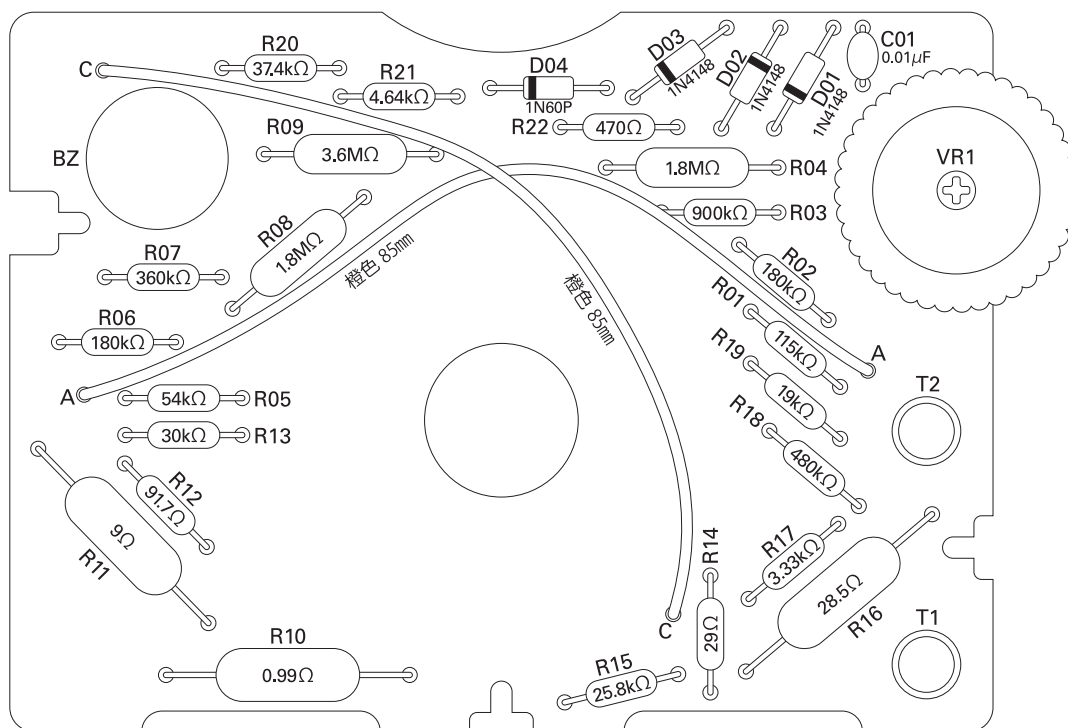


図 6-5

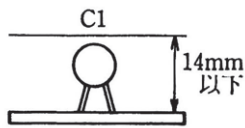


図 6-6 C1の取付け

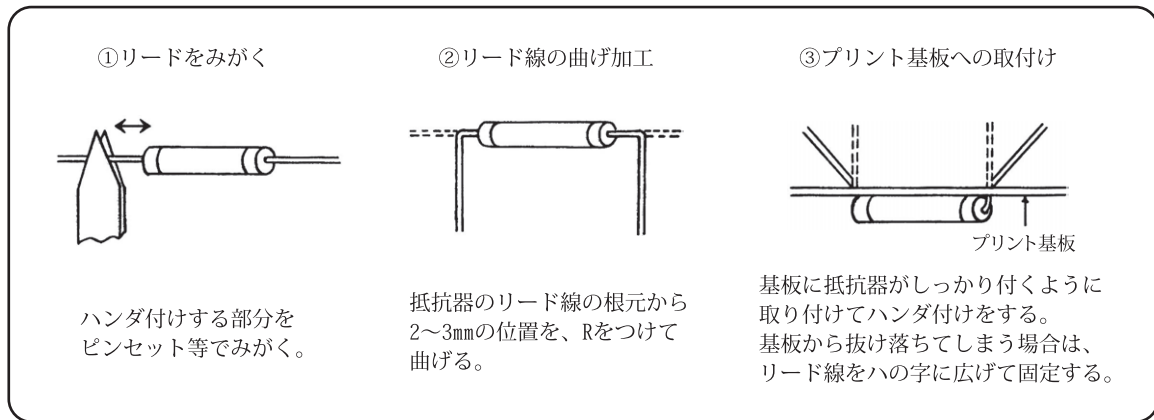


図 6-7 抵抗器の加工

6-7. 部品の加工

①電池金具とヒューズ金具のリード線をプリント基板にハンダ付けする

電池金具、ヒューズ金具のリード線を、完成したプリント基板にハンダ付けします。ハンダ付けは、基板上の印字マーク F1 と F2 と B+ の3箇所です。

リード線のハンダ付けの仕方は、下の写真を参考にして下さい。

写真6-1の矢印の様に、部品取り付け面からリード線を挿入します。

写真6-2の様に、リード線を挿入した状態でハンダ付けをします。

(1)赤色のリード線を、F1の印字マークがある穴に挿入しハンダ付けをします。

(2)黄色のリード線を、F2の印字マークがある穴に挿入しハンダ付けをします。

(3)青色のリード線を、B+の印字マークがある穴に挿入しハンダ付けをします。

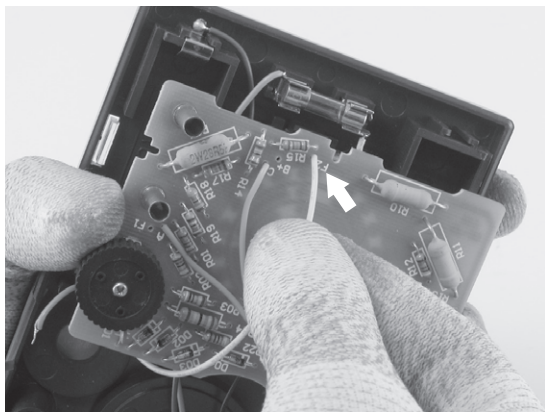


写真 6-1

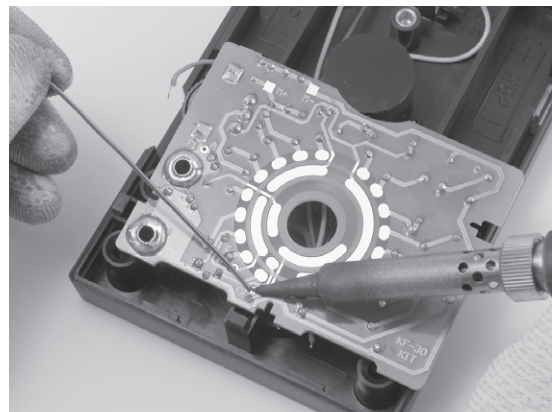


写真 6-2

6-8. プリント基板の取付け

完成したプリント基板をフロントケースに取付ける作業です。プリント基板の取付けは、フロントケースに出ているツメに引っ掛けて、固定させる方式です。

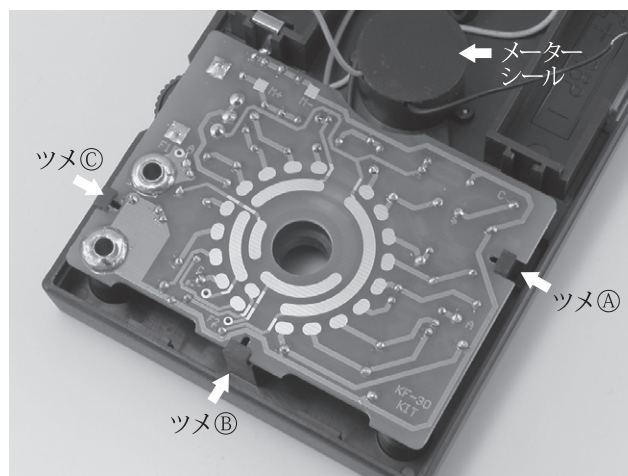


写真6-3

①メーターのリード線は基板の取り付ける際に挟まないように、上側に上げておきます。

(メーターのシールが剥がれない様に注意して下さい。メーターのシールはごみの進入を防ぐためにあります。)

②基板を取り付ける際には、金具のリード線が基板中央の穴側に行かないように避けて下さい。

③基板についているターミナル2本をフロントパネルのターミナル穴に入れながら、基板の右ミゾをツメAに引っ掛けます。

④次に、基板の下ミゾをツメBに引っ掛けます。

⑤最後に、基板の左ミゾをツメCに引っ掛けて完了です。

※ミゾとツメの間にピンセットの先端かマイナスドライバー(ネジ回し)の先端を入れて、ツメを少しこじると、簡単に入ります。

[図6-8]

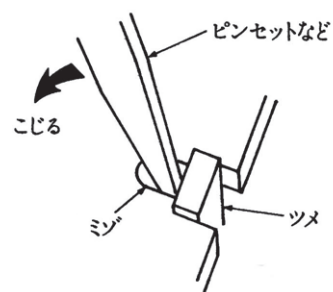


図6-8

6-9. メーター線のハンダ付け、及びリード線の配線

- ①メーターのリード線(赤)を基板のM+の箇所に、リード線(黒)を基板のM-の箇所にハンダ付けします。
先に基板にハンダを盛り、ピンセットでリード線をつまんでハンダ付けを行うと簡単です。
- ②ハンダ付けが終了したら、メーターの線を基板下に配線して邪魔にならないようにします。
(メーターのシールが剥がれない様に注意して下さい)

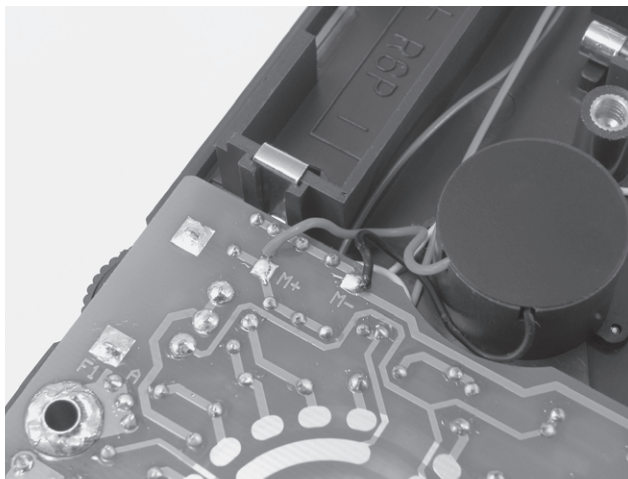


写真 6-4

【注1】 ケース類は、プラスチック樹脂でできています。このため特に熱には弱いのでハンダごてを直接プラスチックに当てると溶けて変形しますので、十分注意しましょう。

【注2】 配線リード線は、ピンセットを使って、きれいに整えましょう。

6-10. レンジスイッチとブラシの取り付け

①レンジスイッチ加工

レンジスイッチを利き手の反対側の手で持ってください。まず最初にレンジスイッチの穴の中にスプリングを入れ、次にスチールボールを静かに載せて下さい。

※フロントケースのレンジスイッチ部分には、可動を良くするためにグリースが付いています。

レンジスイッチの裏側にもグリースが付いている事がありますので、ふき取らないで下さい。

※手にグリースが付かない様に気を付けて下さい。

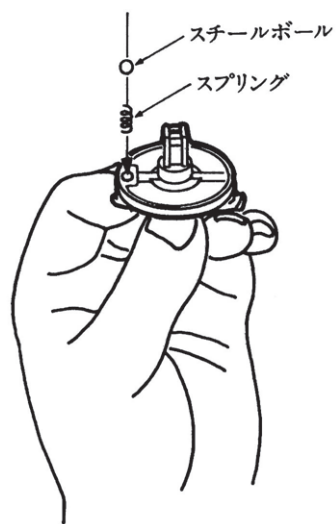


図 6-9

②レンジスイッチの取り付け(挿入)

スプリングとスチールボールの入ったレンジスイッチを手を持ったままの状態、フロントケースのメーター側のOFFの位置と、レンジスイッチの白色の指示線の向きが一緒になるようにしてかぶせます。そのまま指示線とOFFの位置がずれないようにして、レンジスイッチを持っている手のひらでレンジスイッチを押さえつける様にしてフロントケースを持って下さい。(写真6-5)

【注】フロントケースをレンジスイッチの上にかぶせるようにすると、スチールボールが飛び出しません。

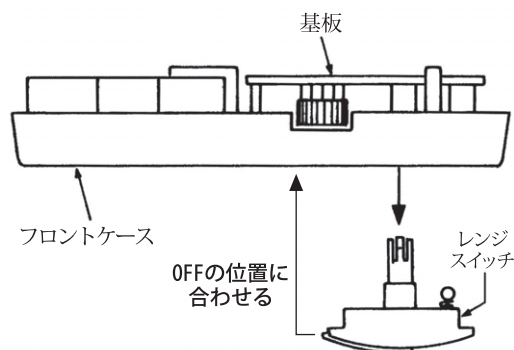


図 6-13

③ブラシの取り付け

(1)レンジスイッチのパッチン部が大きく広がっていることがあるので、パッチン部をラジオペンチで少し^{すぼ}窄めてください。

(2)ブラシの金具部分に注意しながら、金具部分が基板パターンの真上の位置になるように向けて押し込みます。完全に奥まで挿入できて、パッチン部が引っかけたら手を離して下さい。(写真6-6)



写真 6-5

【注】ブラシの接触子は、つぶさないように取り扱して下さい。また、汗ばんだ手や、油などが付いた汚れた手で接触子に触らないで下さい。

【注】レンジスイッチの指示部とブラシの接触子は、必ず同一方向になっていることを確認して下さい。

【注】ブラシの取り付けが終了したら、レンジスイッチを回して、ブラシの金具の位置が、各レンジの位置と合っているか確認して下さい。



写真 6-6

④ブラシの取り外し

ブラシの接触子とレンジスイッチの指示部を間違えて取り付けてしまったときには、ブラシを取り外さなければなりません。その時には、ラジオペンチの先端で、レンジスイッチのパッチン部をつまんで狭くしておいて、レンジスイッチを押し出すことにより、ブラシは外れます。

※スプリングやスチールボールが飛び出すことがありますので、なくさないように注意して下さい。

〔真上から見た図〕

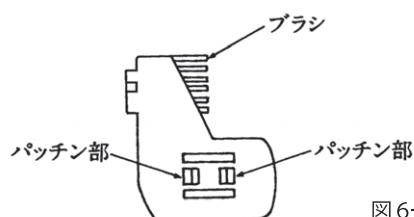


図 6-11

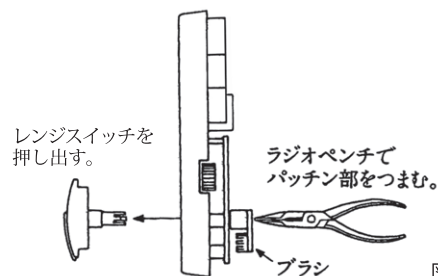


図 6-12

6-11. 最終組立

①乾電池の入れ方

フロントケースのパネルに記載されている様に、乾電池の+側が上向きになる様に取り付けます。



写真 6-7

②リアケースのかぶせ方

まず、フロントケースを右手に持ちます。

左手には、リアケースを持ちます。

右図①のように、まずリアケースの下側にある溝をフロントケースの下側にある突起に引っ掛けます。

その後、右図②のようにケースをかけます。

最後に、リアケースについているネジを、プラスかマイナスのドライバーで締めて、出来上がりです。

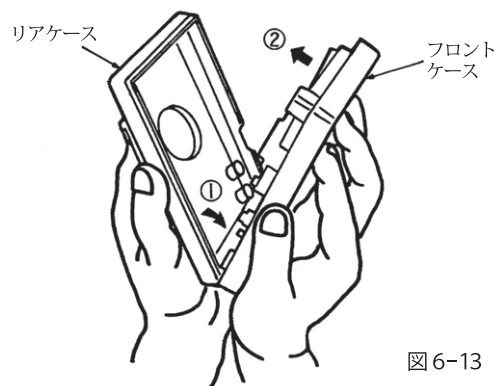
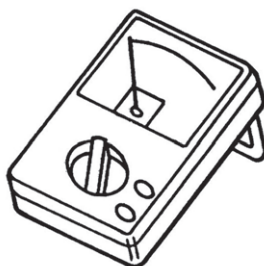


図 6-13

【スタンドの使い方】



傾斜用スタンドとして使用

7. 試験と校正

7-1. 簡単な動作試験

さて、前ページまでで、テスターの組立が完了しました。いよいよ動作試験に入りますが、ここでは正規な試験とは別に、テスターが動作するかどうかを乾電池と抵抗器を使って調べてみましょう。

①用意するもの

テストリード、チェック用30 k Ω 抵抗、チェック用30 Ω 抵抗、1.5 V R6P 乾電池(単3形)... 以上は付属品
商用交流100 V 電源

②測定準備

テスターは、机の上に置き水平の状態で作動チェックします。

まず、メーターの指針が正しくスケール板上でゼロ(目盛の一番左端の0)を指すように、ゼロ位調整器を回して合わせます。

次に、テストリードの赤をテスターの+(プラス)端子に、黒を-(マイナス)端子に差し込みます。〔図7-1〕

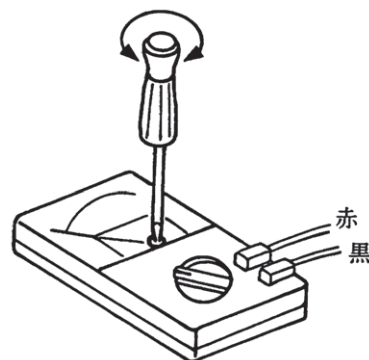


図 7-1

③抵抗レンジ(Ω)のチェック

※テストリードのショートは、テストリード先端の溝と溝をしっかりと合わせて行います。

1

レンジスイッチを $\times 1 \text{ k}$ にする。テストリードの先端をショートさせる。
指針が右に振れるので、ゼロオーム調整器を回して、指針が0 Ω を示すように調整する。

2

次にチェック用30 k Ω の抵抗器をテストリードの先端に当てて Ω 目盛の30を指示するかどうかを調べる。(30 \times 1 k Ω = 30 k Ω)

3

レンジスイッチを $\times 100$ にする。1と同様にテストリードの先端をショートさせ、ゼロオーム調整器を回して、指針が0 Ω を示すように調整する。

4

チェック用30 k Ω を測定し、 Ω 目盛の300を指示するかどうかを調べる。
(300 \times 100 Ω = 30000 Ω = 30 k Ω)

5

レンジスイッチを $\times 1$ にする。1と同様にゼロオーム調整をする。

6

チェック用30 Ω を測定し、 Ω 目盛の30を指示するかどうかを調べる。
(30 \times 1 Ω = 30 Ω)

④ブザーレンジ(BZ)のチェック

7

レンジスイッチをB Zにセットする。テストリードの先端をショートさせ、圧電ブザーが鳴ることを確認する。

⑤電池レンジ(1.5V)のチェック

※リアケースのネジを外して、本体の中から乾電池を取り出し、ケースをもとのように組み立てて下さい。

8

レンジスイッチを1.5V電池レンジに合わせる。

1.5Vの乾電池の電圧を調べてみる。赤色テストリードを乾電池のプラス側に、黒色テストリードを乾電池のマイナス側に当てる。1.5V目盛の約1.5V程度(GOOD帯)を指示するか調べる。

【注】 この試験は数秒間(3~5秒)以内でチェックして下さい。電池から約50mAもの電流を取り出しているため、電池の消耗が大きいです。

【注】 約50mAもの電流を乾電池から取り出すと、乾電池の内部抵抗が大きくなり、電圧が下がります。

【注】 古い乾電池ほど内部抵抗が大きくなっていき、電流が取り出せなくなっていきます。

⑥DCmAレンジのチェック

9

レンジスイッチをDC300mAにする。乾電池とチェック用抵抗30Ωで指示を調べる。約50mAを指示する。

※実際はテスターのテストリード(赤)と(黒)の間に約2Ω程度の内部抵抗があるため、その抵抗値を加算します。

※新品の乾電池は約1.6Vの電圧があります。

$$I = \frac{\text{約}1.6\text{V}}{30\Omega + 2\Omega} \doteq 0.05\text{A}$$

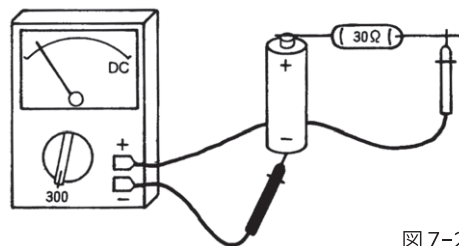


図 7-2

10

レンジスイッチをDC60μAにする。乾電池とチェック用抵抗30kΩで指示を調べる。約46μAを指示する。

※実際はテスターのテストリード(赤)と(黒)の間に約5kΩ程度の内部抵抗があるため、その抵抗値を加算します。

$$I = \frac{\text{約}1.6\text{V}}{30\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega} \doteq 46\mu\text{A}$$

⑦DCVレンジのチェック

- 11 ☐ レンジスイッチをD C 3 Vにする。
乾電池の電圧を測定し、約1.6 Vを指示するか調べる。
- 12 ☐ レンジスイッチをD C 12 Vにする。
乾電池の電圧を測定し、約1.6 Vを指示するか調べる。
- 13 ☐ レンジスイッチをD C 30 Vにする。
乾電池の電圧を測定し、約1.6 Vを指示するか調べる。
- 14 ☐ レンジスイッチをD C 120 Vにする。
乾電池の電圧を測定し、指針が少し右に動くことを調べる。
- 15 ☐ レンジスイッチをD C 300 Vにする。
乾電池の電圧を測定し、指針が僅かに右に動くことを調べる。

⑧ACVレンジのチェック

ここでは商用交流100 V電源を使用しますので、測定の際は感電しないように特に気を付けて下さい。

- 16 ☐ レンジスイッチをA C 120 Vにする。
商用交流100 Vを測定し、約100 Vを指示するか調べる。
- 17 ☐ レンジスイッチをA C 300 Vにする。
商用交流100 Vを測定し、約100 Vを指示するか調べる。
- 18 ☐ レンジスイッチをAC30Vにする。
乾電池の電圧を測定し、約3.2Vを指示するか調べる。
- 19 ☐ レンジスイッチをAC12Vにする。
乾電池の電圧を測定し、約3.2Vを指示するか調べる。

以上で、簡単な動作試験が終わりましたので、リアケースのネジを外し、再び、乾電池をもとの位置に戻してください。

7-2. テスターの校正

でき上がったテスターが仕様通りの精度を満たしているかどうか校正します。校正とは、ある指示量をより正確な指示量と対比させて、その差を知り、前者の指示量を後者の指示量に読み換えることができるようにすることをいいます。この様にしておくと、より正確な測定をすることができます。校正を行うには、正確な交流、直流の電源装置や標準電圧計、標準電流計および抵抗器などが必要です。それでは、校正回路の一例を下图に示します。

●直流・交流電圧計

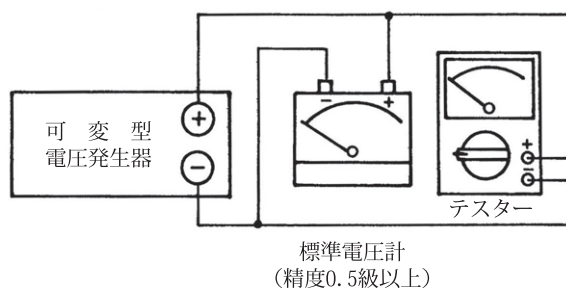


図 7-3

●直流電流計

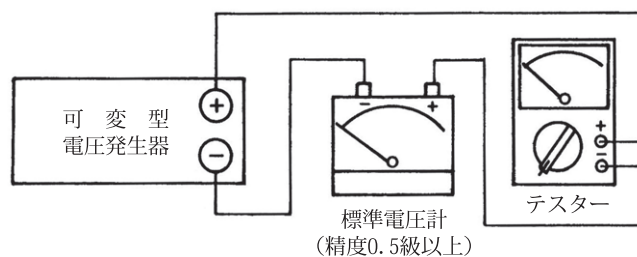


図 7-4

●抵抗計

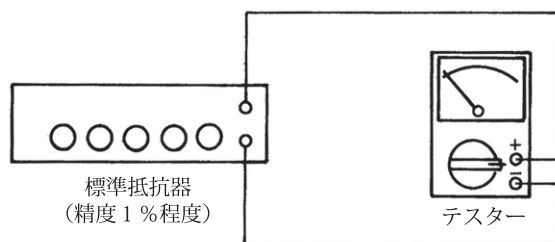


図 7-5

7-3. テスターの許容差

テスターの許容差は、指示値に対する値ではなく、最大目盛値に対する値で表します。例えば、A C 120 V レンジで、商用電源の100 Vを測定した時に、テスターは100 V、標準器は103 Vを指示した場合は、最大目盛値は120 Vですので、このテスターの誤差は

$$\frac{100-103}{120} \times 100 = -2.5\% \text{であって、}$$

$$\frac{100-103}{103} \times 100 = -2.9\% \text{ではありませんので、注意が必要です。}$$

これは、メーターの誤差の原因には、ゼロ位調整器の合わせ違いとか、摩擦のように指示値の大小に関係のないものも含まれており、これらの誤差を加算して計算する方式をとっているためです。なお、Ω計のように、目盛が不均等な場合は、目盛の長さ(目盛線の弧の全長)に対する値で表すことになっています。このテキストも、すべて誤差の扱いは最大目盛値に対する値で示し、指示値に対する値ではありません。

7-4. 誤差について

試験結果を整理する方法として、誤差と補正という2つの表し方があります。
標準機の読みをS、テスター(被測定器)の読みをMとした場合、

$$\text{誤差値 } \varepsilon \text{ (エプシロン)は、} \varepsilon = M - S$$

$$\text{誤差率(\%)で表すと、} \varepsilon \% = \frac{M - S}{S} \times 100 \text{となり、}$$

$$\text{補正値の } \alpha \text{ (アルファ)は、} \alpha = S - M$$

$$\text{補正率(\%)で表すと、} \alpha \% = \frac{S - M}{M} \times 100 \text{となります。}$$

私達は普通、誤差値(または誤差率)を使用していますので、このテキストでは誤差率で説明しますが、測定器のように、最終結果として正しい値(上記におけるS)が必要な場合は、補正値が便利のため、計器の校正を行う試験所や検定所では、補正値または補正率を多く使用しています。

8. テスターの基礎知識

8-1. オームの法則について

電気を表現する場合の3つの基本的な要素は、電圧と電流と抵抗です。この3つの関係を表したものが“オームの法則”です。オームの法則とは、“回路内に流れる電流の大きさは、電圧に比例し、その比例数を抵抗とする”というものです。この法則は、電気を学ぶうえで最も基本となる重要な法則で、次のような式で表されています。

$$I(A) = \frac{E(V)}{R(\Omega)}$$

この3つの電気量と単位を表にすると、表8-1のようになります。

電 気 量		単 位		表 す 量
種 類	記 号	呼び方	記 号	
電 圧	E	ボルト	V	電気の強さ
電 流	I	アンペア	A	電気の流れ
抵 抗	R	オーム	Ω	電気の流れを制限する割合

表 8-1

【例題 1】図 8-1 の回路では、電流は何 A 流れるか？

答え：オームの法則 $I = \frac{E}{R}$ より、

$E = 1.5V$, $R = 15\Omega$ であるから

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1.5V}{15\Omega} = 0.1A$$

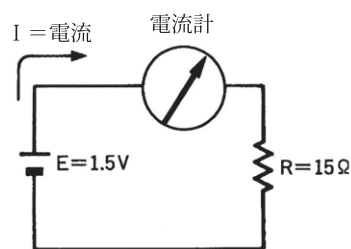


図 8-1

【例題 2】図 8-2 の回路では、E の電圧は何 V か？

答え：オームの法則 $I = \frac{E}{R}$ より、

$E = I \times R$ となるから、

$$E = 1.2A \times 10\Omega$$

$$= 12V$$

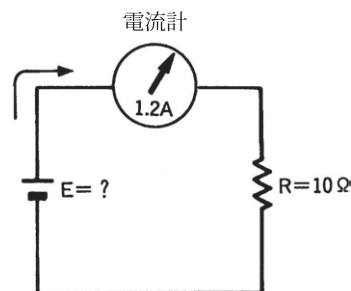


図 8-2

8-2. 補助単位について

電気の世界では、その取扱い量が大き過ぎたり、あるいは極端に小さくなり過ぎる場合、計算したり表示したりするのに大変なので、補助単位が使われます。

補助単位というのは、すでに皆さんも小学校の時に1000m(メートル)は1km(キロメートル)とか、1ℓ(リットル)は1000mℓ(ミリリットル)と習った、あの“k(キロ)”とか“m(ミリ)”のことです。表8-2に、主な補助単位を示します。

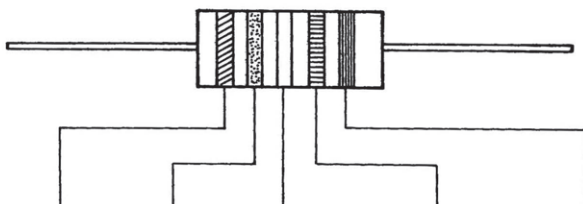
補助単位	呼 び 方	倍 率	使 用 例
G	ギガ	$\times 10^9$ (10億倍)	1 GHz = 1000メガヘルツ(周波数)
M	メガ	$\times 10^6$ (100万倍)	1 M Ω = 100万オーム
k	キロ	$\times 10^3$ (1000倍)	1 kV = 1000ボルト
m	ミリ	$\times 10^{-3}$ ($\frac{1}{1000}$ 倍)	1 mA = 0.001アンペア
μ	マイクロ	$\times 10^{-6}$ ($\frac{1}{100万}$ 倍)	1 μ A = $\frac{1}{100万}$ アンペア
n	ナノ	$\times 10^{-9}$ ($\frac{1}{10億}$ 倍)	1 n S = $\frac{1}{10億}$ 秒(時間)
p	ピコ	$\times 10^{-12}$ ($\frac{1}{1兆}$ 倍)	1 pF = 1ピコファラドと読む(コンデンサ)

表 8-2 主な補助単位

8-3. カラーコードについて

抵抗やコンデンサの表示方法には、一定の取り決めがあります。抵抗器に使用されているカラーコードとコンデンサに使用されている記号については、下記のようになっています。

①精密抵抗の表示例



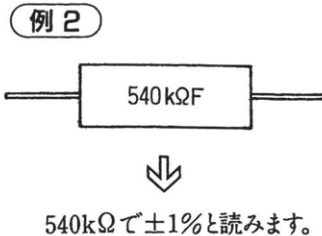
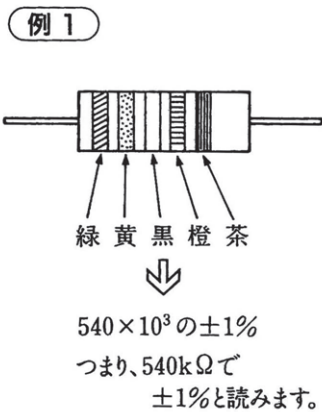
色	第1色帯 第1数字	第2色帯 第2数字	第3色帯 第3数字	第4色帯 倍 率	第5色帯 許容差(%)
黒	0 (黒い礼服)			10^0 (1)	
茶	1 (茶を1パイ)			10^1 (10)	± 1
赤	2 (赤いニンジン)			10^2 (100)	± 2
橙	3 (ミカンはダイダイ色)			10^3 (1000)	
黄	4 (リボンの騎士)			10^4 (10000)	
緑	5 (みどりご)			10^5 (100000)	± 0.5
青	6 (青二才のろくでなし)			10^6 (1000000)	± 0.25
紫	7 (紫式部)			10^7 (10000000)	± 0.1
灰	8 (ハイヤー)			10^8 (100000000)	
白	9 (ホワイトクリスマス)			10^9 (1000000000)	± 0.05
金色				10^{-1} (0.1)	± 5
銀色				10^{-2} (0.01)	± 10
無色					± 20

表8-3 カラーコード

【注】 許容差(%)は英文字で表示される場合もあります。

記 号	B	C	D	F	G	J	K	M
許容差(%)	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20

表 8-4 英文字と許容差の関係



②コンデンサの表示例

コンデンサの表示方法は、メーカーや形などによってまちまちですので、代表的な例で説明します。

静電容量は、3桁の数字で表示されています。

1の位(くらい)の3は、0の個数を表しています。すなわち、473=47000のことです。単位はpF(ピコファラド)ですので、47000pFと読みます。

Kは、許容差記号で、±10%を表しています。

下の50は、定格電圧で50Vを表しています。

つまり、このコンデンサは、静電容量が47000pFで、許容差は±10%、定格電圧は50Vと読みます。F(ファラド)は静電気の単位です。47000pF(ピコファラド)は取扱い量が大きいのので、補助単位のμ(マイクロ)を使い、0.047μF(マイクロファラド)とも読むことができます。また、定格電圧は、記号で表示されることもあります。この場合には、下表のような関係になります。

記 号	0 J	1 A	1 C	1 E	1 H	2 A	2 D	2 G	2 J	2 K
定格電圧 (V)	6.3	10	16	25	50	100	200	400	630	800

表 8-5

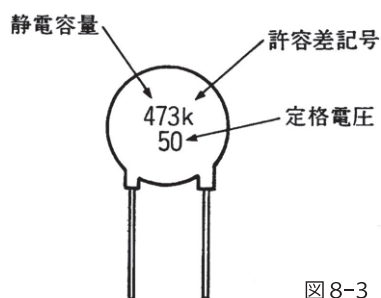


図 8-3

8-4. 合成抵抗の求め方

8-4-1. 直列接続の合成抵抗

図8-4(a)のような接続方法を直列接続といいます。

このように、何本かの抵抗を直列に接続した回路を図8-4(b)と同じ働きをして、かつ簡単な回路にしたものを等価回路と呼び、この一本にされた値を等価抵抗、または合成抵抗といいます。直列接続の合成抵抗Rは、次の式で表されます。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n$$

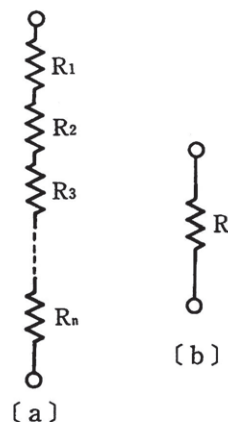


図 8-4

【例題3】右図の合成抵抗は何Ωか？

答え：合成抵抗をRとすると、

$$\begin{aligned} R &= 100\Omega + 200\Omega + 300\Omega \\ &= 600\Omega \end{aligned}$$



図 8-5

8-4-2. 並列接続の合成抵抗

図8-6のように、抵抗を横に並べた接続方法を“並列接続”といいます。

並列接続の合成抵抗 R は、次の式で表されます。

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

なお、抵抗器2本による並列接続の等価抵抗値を計算するには、

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ という式で計算すると良いと思います。}$$

この式は、よく使用しますので覚えておくくと便利です。

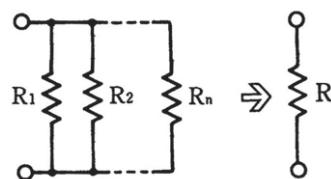


図8-6

【例題4】右図の合成抵抗は何Ωか？

答え：合成抵抗を R とすると、

$$\begin{aligned} R &= \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{400}} \\ &= \frac{1}{\frac{5}{400}} \\ &= \frac{400}{5} = 80\Omega \end{aligned}$$

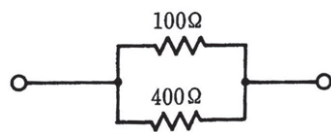


図8-7



$$\begin{aligned} \text{又は } R &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{100 \times 400}{100 + 400} = \frac{40000}{500} = 80\Omega \end{aligned}$$

8-5. メーターの原理

メーターは、電気的量(電圧・電流など)を機械的に変換する装置です。テスターに使用されるメーターは、可動コイル形メーターと呼ばれています。それでは、可動コイルメーターについて、簡単に説明してみます。図8-8を見てください。

永久磁石 N S の磁界の中におかれたコイルに電流を流すと、フレミングの左手の法則(図8-9)によって、コイルは F_1 及び F_2 の方向に回転します。この図において、コイルに流れる電流の向きは、●印は紙の裏から表へ向い、⊗印は、紙の表から裏へ向かうものとしします。このようなメーターを可動コイル形メーターといいます。磁石をコイルの外側に置いた図8-8のようなメーターを外部磁石式といい、内側に置いたものを内部磁石式といいます。

外部磁石式は大形の高感度メーターに適し、内部磁石式は小型で軽量化が要求されるメーターに適しています。また、コイルを支える方法にピボット式とトートバンド式があります。このキットにはピボット式を使用しております。

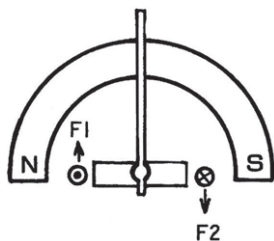


図8-8 可動コイル形メーターの動作原理

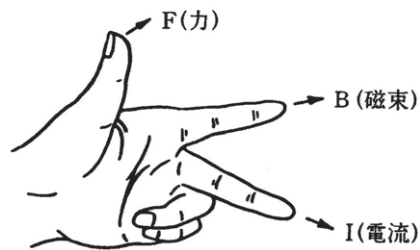
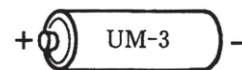


図8-9 フレミングの左手の法則

8-6. 部品の知識

①電池(乾電池)〔記号 〕

KF-30 KITでは、抵抗測定と導通テストの時に1.5Vの乾電池を必要とします。
付属のUM-3(又はSUM-3)型は、新品の場合1.65V程度の電圧があります。



②抵抗器〔記号 〕

KF-30 KITでは、金属皮膜抵抗を使用しています。この金属皮膜抵抗は、精度が良く(本キットでは±1%)、温度特性が良いという特性をもっています。

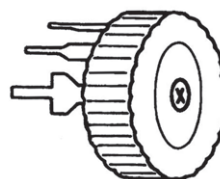


③ゼロオーム調整器〔記号 〕

抵抗器の1種で、可変抵抗器(ボリューム)と呼ばれており、抵抗値を変えることが出来るものです。

KF-30 KITでは、抵抗測定のために使用されます。

この目的は、内蔵した電池の電圧が下がってきたときに、回路で補って正しく抵抗測定をするためです。



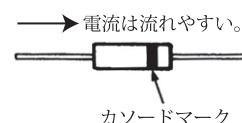
④コンデンサ〔記号 〕

コンデンサは、静電容量を得るための部品で、蓄電器ともいいます。そして、直流(乾電池の電流など)は通さないが交流(家庭用AC100Vなど)は通すという特性を利用して、KF-30 KITでは、メーターの保護回路に使用して、高周波分(交流)の影響がある場合、それを通過させる目的で使用しています。



⑤ダイオード〔記号 〕

ダイオードは、右図のように矢印(→)の方向には電流は流れやすく逆方向には流れにくい性質をもった部品です。このように、流れやすい方向を順方向、流れにくい方向を逆方向といいます。順方向では、抵抗は小さくなり、逆方向では抵抗は大きくなります。上図の記号のように、アノードとカソードの2つの電極をもち、使用する材質によって、シリコンダイオードやゲルマニウムダイオードなどに分けられます。KF-30 KITでは、交流を直流にする整流回路とメーターの保護回路に使用されています。

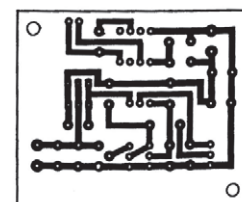


⑥プリント基板

プリント基板には、ベーク板、紙エポキシ板、ガラスエポキシ板等の種類があり、テスターには厚さ1.6mmのベーク板が一般に使用されています。

スイッチの接点には、金メッキを施して接触性を良くしてあります。また、緑色に見える部分はソルダーレジストと呼び、基板上のパターン間の絶縁やリーク防止に効果があります。

KF-30KITには強度があるガラスエポキシ板を採用しています。



9. テスターの回路設計

9-1. メーター回路

KF-30KITには、可動コイル形直流電流計（以後メーターと呼ぶ）が使用されています。

メーター単体でテスター回路を設計すると、コイル巻線の温度変化による抵抗値変化や、コイル製作時の内部抵抗のばらつきがある為、実用にならないテスターになってしまいます。これらの影響を少なくする為に、温度係数が小さく、正確な値の抵抗器を直列に入れ、補正して使用します。【図9-1】

このテスターは、以上のようなことを考慮して、メーター回路の電圧降下を300mVに設定し、各レンジの回路定数はメーターの感度50 μ A、内部抵抗2k Ω の条件で設計しています。

これらの条件でメーターに直列に入れる抵抗値を計算します。

$$R_M = \frac{E_M}{I_M} = \frac{\boxed{} \text{ mV}}{\boxed{} \mu \text{ A}} = \frac{\boxed{} \times 10^{-3}}{\boxed{} \times 10^{-6}}$$

$$= \boxed{} \times 10^3 \Omega$$

$$= \boxed{} \text{ k} \Omega$$

また、メーターの内部抵抗を r_m とすると r_m は2k Ω なので直列抵抗 R_1 は、

$$R_1 = R_M - r_m = \boxed{} \text{ k} \Omega - \boxed{} \text{ k} \Omega = \boxed{} \text{ k} \Omega \text{ となります。}$$

メーター回路には、この他に過負荷保護回路がつき、図9-2のようになります。

この後に説明する各測定レンジの回路設計は、このメーター回路の条件で設計されます。

※実際の回路では、KF-30KITには42 μ A感度のメーターが使用されているので、メーターに直列に入れる抵抗に並列に抵抗を入れて、そちらに8 μ Aの電流を流して、メーターには42 μ Aの電流しか流れないようにしています。【図9-3】

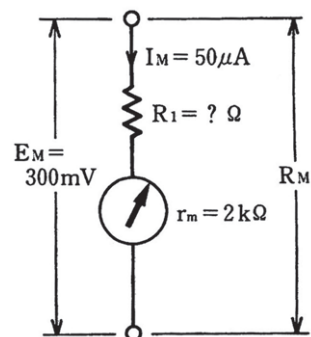


図 9-1 メーター回路

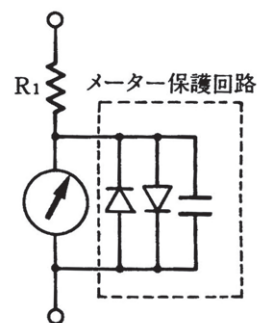


図 9-2 メーター全回路

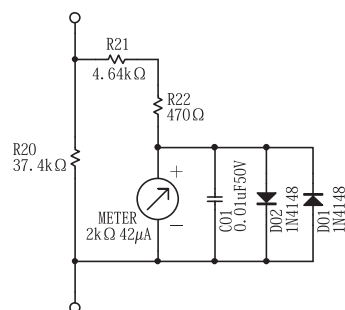


図 9-3 実際のメーター全回路

9-2. 直流電流計回路

9-2-1. 測定原理

KF-30 KITの設計条件はメーター回路感度 $50\mu\text{A}$ ですが、このままでは、大きな電流の測定はできませんので、メーター回路と**並列**に抵抗を接続します。

この並列抵抗を分流器といいます。分流器は、測定電流を分流させて、メーター回路には、メーター回路で測れる電流だけを流す役目を果たします。

図9-4を参考にして、分流器 R_s の抵抗を求める式は、オームの法則より、

$$R_s = \frac{E_M}{I_s} = \frac{E_M}{I - I_M} \dots\dots\dots(1)$$

設計する電流計の最大目盛値 I と、メーターの最大目盛値との比を n とすれば、

$$n = \frac{I}{I_M}$$

したがって、 $I = n \times I_M = n \cdot I_M$ また、 $E_M = R_M \times I_M = R_M \cdot I_M$ なので、これらを(1)式に代入すると、

$$R_s = \frac{E_M}{I - I_M} = \frac{R_M \cdot I_M}{n \cdot I_M - I_M} = \frac{R_M}{n - 1} \dots\dots\dots(2)$$

となり、 n を分流器の拡大率といいます。

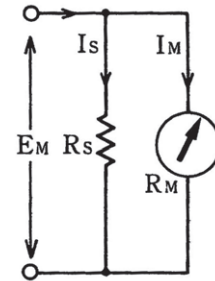


図 9-4 直流電流計基本回路

I = 測定電流
 I_s = 分流器に流れる電流
 I_M = メーター回路電流
 R_s = 分流器
 R_M = メーター回路抵抗
 E_M = 端子間電圧

9-2-2. 設計の回路

KF-30KIT の直流電流計回路は、図9-5のようになります。ここで、メーター回路定数は、 $R_M = 6\text{ k}\Omega$ 、 $I_M = 50\mu\text{A}$ です。

①DC 300mAレンジ

$I = 300\text{mA}$ ですので、分流器の拡大率 n は、

$$\begin{aligned} n &= \frac{I}{I_M} = \frac{\boxed{} \times 10^{-3} \text{A}}{\boxed{} \times 10^{-6} \text{A}} \\ &= \boxed{} \times 10^3 = \boxed{} \\ R_{10} &= \frac{R_M}{n - 1} = \frac{\boxed{} \times 10^3 \Omega}{\boxed{} - 1} \\ &= \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \Omega \div \boxed{} \Omega \end{aligned}$$

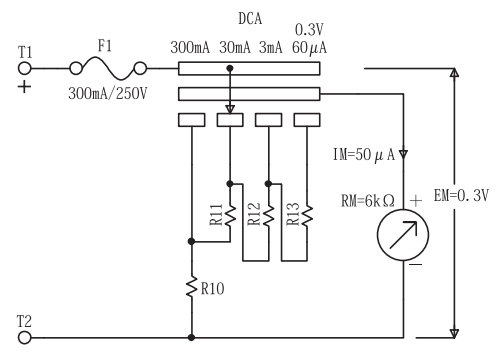


図 9-5 直流電流回路

計算値は約 1Ω ですが、実際には、スイッチの接触抵抗や配線導線の抵抗分を考慮し、 0.99Ω とします。

②DC 30mA レンジ

計算値は約10Ωですが、0.99Ωを共通に使用しているので、 $R_{11}=10\Omega-0.99\Omega\approx9\Omega$ となります。

③DC 3mA レンジ

計算値は約101.7Ωですが、0.99Ω、9Ωを共通に使用しているので、 $R_{12}=101.7\Omega-9.99\Omega\approx91.7\Omega$ となります。

④DC 60μA レンジ

計算値は30kΩですが、共通に使用している抵抗値、101.7Ωを引かなくてはなりません。しかし、101.7Ωは30kΩに対して値が小さいので、DC 60μAに使用する抵抗値は $R_{13}=30k\Omega$ としています。

※計算式は記載していませんが、各自で各レンジの抵抗値を計算してみてください。

9-3. 直流電圧計回路

9-3-1. 測定原理

メーターに直列に抵抗を接続して、抵抗に流れる電流を測定することにより、直流電圧計になります。

この直列につながれた抵抗を倍率器といいます。

図9-6を参考にして説明します。

$$\begin{aligned} E &= E_M + E_A = I_M \cdot R_M + I_M \cdot R_A \\ &= (R_M + R_A) I_M \cdots \cdots (1) \end{aligned}$$

次に、(1)式を変形して R_A について求めてみます。

$$\begin{aligned} R_A &= \frac{E - E_M}{I_M} = \frac{E - E_M}{\frac{E_M}{R_M}} = (E - E_M) \cdot \frac{R_M}{E_M} \\ &= \left(\frac{E}{E_M} - 1 \right) R_M \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

ここで、 $\frac{E}{E_M} = m$ とすると(2)式は、

$$R_A = (m - 1) R_M \cdots \cdots (3)$$

m を、倍率器の拡大率といいます。

9-3-2. 設計の回路

KF-30KIT の直流電圧計回路は、図9-7のようになります。ここで、メーター回路定数は、 $R_M=6k\Omega$ 、 $I_M=50\mu A$ です。

①DC 3V レンジ

$E=3V$ 、 $E_M=0.3V$ なので、倍率器の拡大率は、

$$m = \frac{E}{E_M} = \frac{3V}{0.3V} = \boxed{}$$

(3)式により、 $R_A=(m-1)R_M$ なので、

$$R_{05} = (\boxed{} - 1) \times \boxed{} k\Omega = \boxed{} k\Omega$$

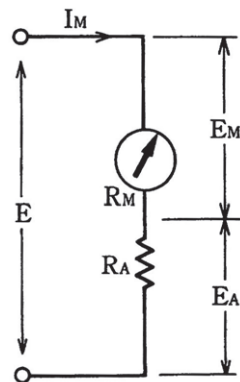


図9-6 直流電圧計基本回路

I_M = メーター回路電流
 E_M = メーター回路電圧
 E_A = 倍率器電圧降下
 E = 測定電圧
 R_M = メーター回路抵抗
 R_A = 倍率器

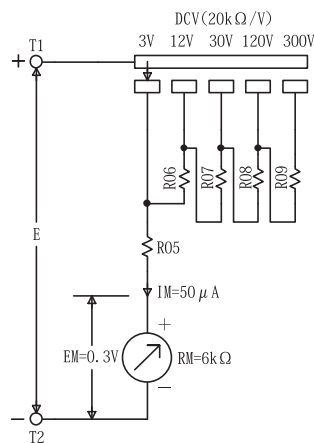


図9-7 直流電圧計回路

②DC 12Vレンジ

$$E = 12V、E_M = 0.3V \text{なので、} m = \frac{E}{E_M} = \frac{12V}{0.3V} = \boxed{}$$

$$R_{06} = (m-1)R_M - R_{05} = (\boxed{} - 1) \times \boxed{} \text{ k}\Omega - \boxed{} \text{ k}\Omega = \boxed{} \text{ k}\Omega$$

③DC 30Vレンジ

$$E = 30V、E_M = 0.3V \text{なので、} m = \frac{E}{E_M} = \frac{30V}{0.3V} = 100$$

$$R_{07} = (m-1)R_M - (R_{05} + R_{06}) \\ = (\boxed{} - 1) \times \boxed{} \text{ k}\Omega - (\boxed{} + \boxed{}) \text{ k}\Omega = \boxed{} \text{ k}\Omega$$

④DC 120V、DC 300Vも上記の方法で求めます。各自で計算してみてください。

※DC0.3Vレンジはメーター回路に直接入力されます。

$R_{08} = 1.8\text{M}\Omega$ 、 $R_{09} = 3.6\text{M}\Omega$ になります。

9-4. 抵抗計回路

9-4-1. 測定原理

抵抗計は、テスターに内蔵されている電池により動作し、スケール目盛は不均等で、ゼロ位置は、右端になります。抵抗計の基本回路は、図9-8の通りです。

電池電圧をE、抵抗計回路の全回路抵抗をR、未知の抵抗(これが測る抵抗となる)を R_X とすると、スイッチをONにした時の電流 I_{ON} は、オームの法則により、

$$I_{ON} = \frac{E}{R} \dots\dots\dots(1)$$

スイッチをOFFにした時の電流 I_{OFF} は、未知抵抗 R_X が回路に直列に加わるので、

$$I_{OFF} = \frac{E}{R + R_X} \dots\dots\dots(2)$$

$$(1)、(2) \text{式により} R_X \text{を求めると、} R_X = \left(\frac{I_{ON}}{I_{OFF}} - 1 \right) R \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 I_{ON} を基準として、 I_{OFF} との比 $n = -\frac{I_{OFF}}{I_{ON}}$ をとると、

$$R_X = \left(\frac{1}{n} - 1 \right) R \dots\dots\dots(4)$$

となり、 $n = \frac{1}{2}$ の点は $R_X = R$ となり、測定抵抗は抵抗計の内部抵抗に等しくなり、メーターの指針はスケールの中央値を指し、この値を中央目盛値と呼び、抵抗計の仕様、あるいは特性を表す重要な数字です。

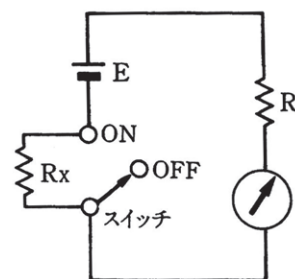


図 9-8 抵抗計基本回路

9-4-2. 設計の回路

KF-30 KITの抵抗計回路は、図9-9のようになります。

ここで、メーター回路定数は、

$$R_M = 6 \text{ k}\Omega, \quad I_M = 50 \mu\text{A},$$

電圧電圧 $E = 1.5 \text{ V}$ (計算のための数値で、最低使用電圧は 1.3 V 、最高使用電圧は 1.8 V) とします。

①×1kレンジ

中央目盛は30なので、×1kレンジでの内部抵抗は $30 \text{ k}\Omega$ になります。

回路電流は I_{ON} は、(1)式により、

$$I_{ON} = \frac{E}{R} = \frac{1.5 \text{ V}}{\boxed{} \times 10^3 \Omega} = \boxed{} \times 10^{-6} \text{ A} = \boxed{} \mu\text{A}$$

これは、メーター回路感度電流に等しくなります。したがって、×1kレンジでの抵抗は省略することが出来ますが、実際の回路では大きな抵抗で僅かに分流させています。理由はゼロΩ調整の調整幅を広く確保するためです。

②×100レンジ

×100レンジでの内部抵抗は、 $3 \text{ k}\Omega$ になります。回路電流 I_{ON} は、

$$I_{ON} = \frac{E}{R} = \frac{1.5 \text{ V}}{\boxed{} \times 10^3 \Omega} = \boxed{} \times 10^{-6} \text{ A} = \boxed{} \mu\text{A}$$

メーター回路に流れる電流は $50 \mu\text{A}$ なので、 R_{17} は、

$$R_{17} = \frac{E}{I_{ON} - I_M} = \frac{1.5 \text{ V}}{\boxed{} \times 10^{-6} - \boxed{} \times 10^{-6}} \div \boxed{} \text{ k}\Omega$$

$VR1$ は、ゼロオーム調整用のボリュームなので、電池電圧が最低(KF-30KITでは 1.3 V) になってもメーター回路には $50 \mu\text{A}$ が流れるように設計する必要があります。電池電圧が最高の 1.8 V の時のメーター回路の直列の全抵抗 R (1.8 V) は、

$$R(1.8 \text{ V}) = \frac{E}{I_M} = \frac{\boxed{} \text{ V}}{\boxed{} \times 10^{-6} \text{ A}} = \boxed{} \text{ k}\Omega$$

③×1レンジ

×1レンジでの内部抵抗は、 30Ω になります。使用する抵抗の計算結果は約 30Ω です。

計算式は各レンジの計算式と同じなので、各自で計算してみてください。

※実際にはヒューズや回路の抵抗分を考慮し、少し値が低い抵抗器を使用しています。

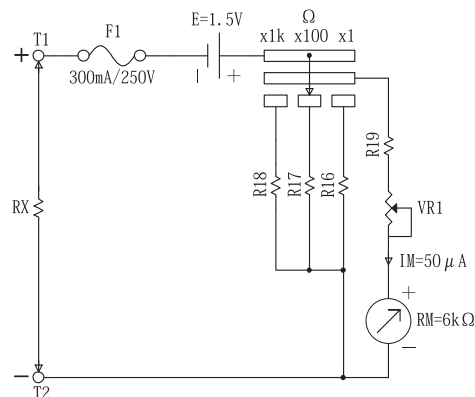


図 9-9 抵抗計回路

9-5. 交流電圧計回路

9-5-1. 測定原理

KF-30KITで使用している可動コイル形メーターは、電流に正比例した指示をしますが、電流の大きさが変化する交流では、その変化の周期が短くなると、慣性のためメーターの指針は電流の変化に追従できなくて、その平均値を指示することになります。

交流を整流器で整流すると、図9-11のように、平均電流は I_{av} となり、メーターはある値を指示します。この I_{av} は、入力電圧 E_{AC} にほぼ正比例するので、結果として交流電圧を測定したことになります。

整流器形電圧計は、測定電圧の平均値を指示しますが、一般の交流の大きさは実効値で表すほうが便利です。したがって、KF-30KITでも、交流電圧計の目盛は実効値に換算して記入してあります。

交流を表す方法として、次の方法があります。

- ① **最大値(peakまたはmax.)**…1周期で最も大きな値。
- ② **平均値(mean)**…正の半周期の電圧または電流を平均した値。
- ③ **実効値(r. m. s.)**…直流の仕事量に等しい交流の大きさ。

【注】 r. m. s. は数学的な意味からつけられたもので、
root mean square(2乗平均の平方根)の頭文字です。

上記の3つの間には、次の関係式があります。

$$\text{実効値} = \text{平均値} \times 1.11 \cdots \cdots (1) \quad \text{平均値} = \text{最大値} \times 0.637 \cdots \cdots (3)$$

$$\text{実効値} = \text{最大値} \times 0.707 \cdots \cdots (2) \quad \text{最大値} = \text{実効値} \times \sqrt{2} \cdots \cdots (4)$$

※一般家庭用の電源コンセントに100Vがきていますが、この100Vというのは、交流正弦波の実効値のことです。最大値で141Vの電圧がきています。

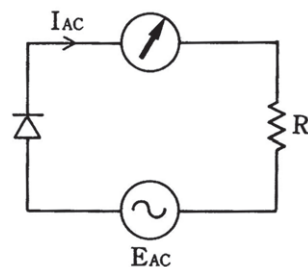


図 9-10 半波整流回路

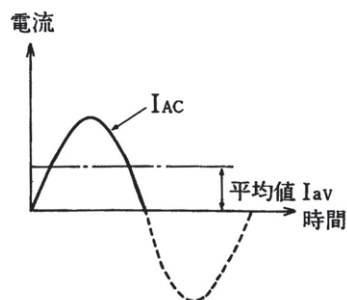


図 9-11 半波整流の平均値

9-5-2. 設計の回路

KF-30KITの交流電圧計回路は、図9-12のようになります。

整流回路は、半波整流回路を使用しているので、図9-12のように $\oplus \rightarrow \ominus$ 方向はD₀₄を通り、メーターに電流が流れますが、 $\ominus \rightarrow \oplus$ 方向はD₀₃を通してしまい、メーターには電流が流れません。

つまり、メーターに流れる電流は、 $\frac{1}{2}$ ということになります。そこで実効値(I)と平均値(I_{av})は、(1)式より、

$$I \times \frac{1}{2} = I_{av} \times 1.11$$

$$I = I_{av} \times 2.22$$

今まで、各レンジの抵抗値設計はメーター電流感度50 μ Aで設計してきました。

メーター電流感度50 μ Aを上記の式に当てはめて計算すると

$$I = 50 \mu A \times 2.22 = 111 \mu A$$

これを Ω/V で表すと、オームの法則から、

$$R = \frac{E}{I} \rightarrow \frac{R(\Omega)}{E(V)} = \frac{1}{I(A)} = \frac{1}{111 \mu A} \doteq 9 k \Omega / V$$

となりますが、KF-30KITの交流電圧計では Ω/V の値を10k Ω/V で設計しています。

Ω/V の値を10k Ω/V にするには、オームの法則から

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1}{10 k \Omega} = 100 \mu A$$

となり、メーター回路の交流動作電流Iは100 μ Aとなります。

交流動作電流I=100 μ Aから、今度はメーター感度電流I_mを逆算します。

$$I_m = \frac{100 \mu A}{2.22} \doteq 45 \mu A$$

KF-30KITにはメーター感度電流が42 μ Aのメーターを使用していますので

メーター感度電流45 μ Aは抵抗器で分流されて、メーターには約42 μ Aが流れる様に設計しています。

なお、直流電圧計回路では、メーター感度電流50 μ Aで設計したので、

$$R = \frac{E}{I} \text{ より、 } R = \frac{1 V}{50 \mu A} = 20 k \Omega / V \text{ となります。}$$

直流電圧計回路では、倍率器の計算式を使用したもので、ここでは Ω/V で計算してみます。

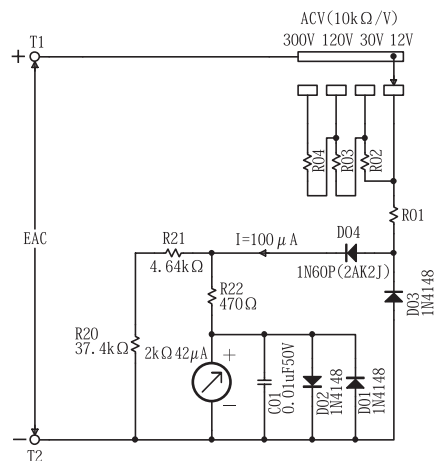


図 9-12 交流電圧計回路

① AC 12V レンジ

$$R_{(AC12)} = 10k\Omega/V \times \boxed{} V = \boxed{} k\Omega$$

$$R_{01} = R_{(AC12)} - R_M = \boxed{} k\Omega - \boxed{} k\Omega = \boxed{} k\Omega$$

※メーター回路の合成抵抗は約2.3kΩになります。

実際の回路は、整流器の影響を考慮して、 $R_{01}=115k\Omega$ としてあります。

② AC 30V レンジ

$$R_{(AC30)} = 10k\Omega/V \times \boxed{} V = \boxed{} k\Omega$$

$$R_{02} = R_{(AC30)} - R_{(AC12)} = \boxed{} k\Omega - \boxed{} k\Omega = \boxed{} k\Omega$$

③ AC 120V、AC 300V レンジも上記の方法で求めます。各自で計算してみてください。

$R_{03}=900k\Omega$ 、 $R_{04}=1.8M\Omega$ になります。

9-6. 電池チェック回路

電池チェック回路は、測ろうとする電池に負荷抵抗を接続し、その端子電圧を電圧計で測定します。1.5Vの乾電池測定の際は、負荷抵抗は29Ωで、DC 1.6Vの電圧計で測定する回路になっています。

従って、電池を使用状態に近い形で測定できるので、良否の判断が正確にできます。

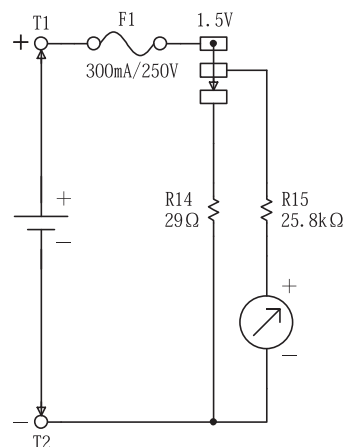


図 9-13 電池チェック回路

9-7. 導通ブザー回路

導通ブザー回路は、1.5Vの乾電池と圧電ブザーで構成されています。テストリードの+と-がつながって回路が構成された時、テストリードの+-間の抵抗値が大きいと、電圧降下により圧電ブザーに加わる電圧が小さくなり、ブザーが鳴りません。

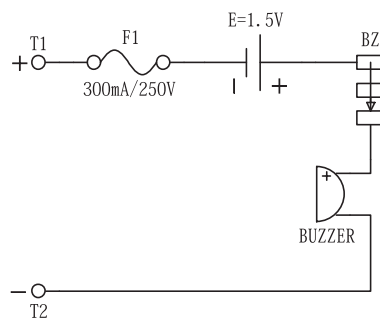
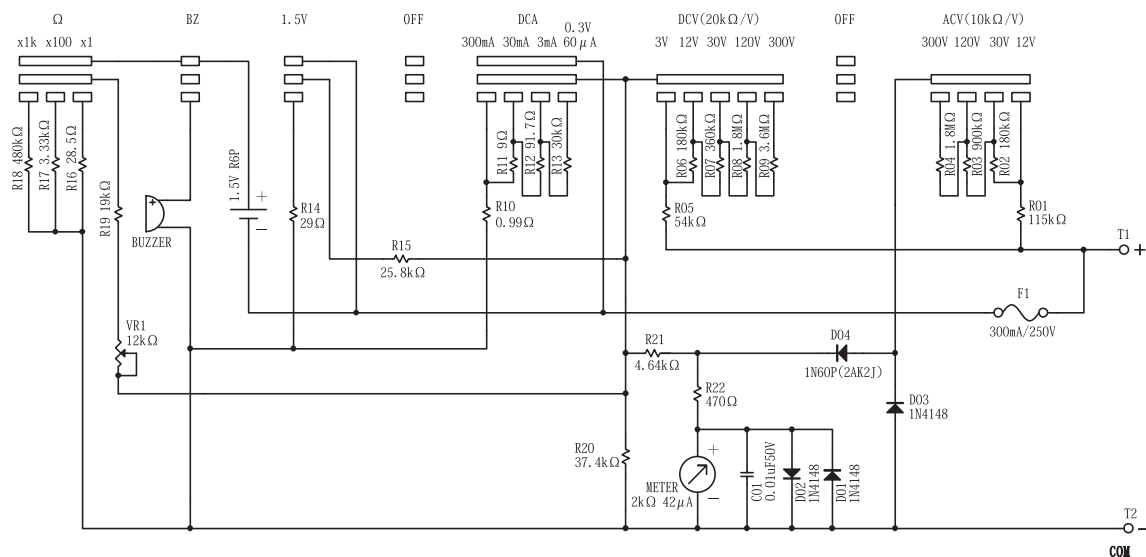


図 9-14 導通ブザー回路

10. KF-30KITの回路図



11. 主要電氣部品一覽

記号	品名	記号	品名
R01	金属被膜抵抗器 115 kΩF	R16	電力型巻線抵抗器 28.5ΩF
R02	〃 180 kΩF	R17	金属被膜抵抗器 3.33 kΩF
R03	〃 900 kΩF	R18	〃 480 kΩF
R04	〃 1.8MΩF	R19	〃 19 kΩF
R05	〃 54 kΩF	R20	〃 37.4 kΩF
R06	〃 180 kΩF	R21	〃 4.64 kΩF
R07	〃 360 kΩF	R22	〃 470ΩF
R08	〃 1.8MΩF	D01	シリコンダイオード 1N4148
R09	〃 3.6MΩF	D02	〃 1N4148
R10	電力型巻線抵抗器 0.99ΩF	D03	〃 1N4148
R11	〃 9ΩF	D04	ゲルマニウムダイオード 1N60P(2AK2J)
R12	金属被膜抵抗器 91.7ΩF	C1	セラミックコンデンサ 0.01μF/50V
R13	〃 30 kΩF	VR1	ボリューム 12 kΩ
R14	〃 29ΩF	F	ガラス管ヒューズ 0.3A/250V
R15	〃 25.8 kΩF	BZ	圧電ブザー (KF-30KIT用)

12. アフターサービス

回路部品を壊してしまった時は、製造元の
カイセ株式会社、右記までお問い合わせ
ください。

【 宛 先 】

カイセ株式会社

営業部サービス係

〒386-0156 長野県上田市林之郷422

TEL : 0268-35-1600 (代) FAX : 0268-35-1603

E-mail : service@kaise.com

<http://www.kaise.com>

製造元

kaise

www.kaise.com

カイセ株式会社

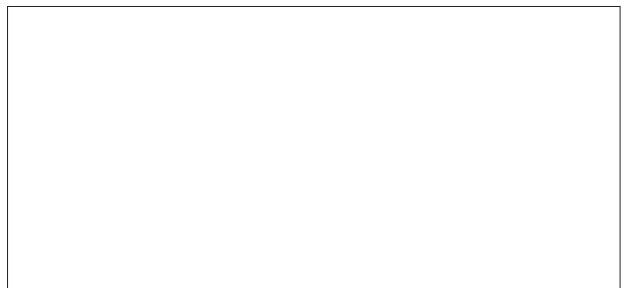
〒386-0156 長野県上田市林之郷 422

TEL 0268-35-1600(代) FAX 0268-35-1603

E-mail service@kaise.com

※製品の仕様や外観は改良などのため予告なく変更する場合があります。予めご了承下さい。

販売元



70-1101-KF30-3 1105