

第 1 回(5/15) 発光ダイオードを使ったテスターの作成

- 1.1 電子部品のチェック
- 1.2 第 1 回の制作実感の電子回路と実際の回路
- 1.3 使用する電子部品の説明
- 1.4 発光ダイオードが発光する原理と使い方
- 1.5 応用の実験
- 1.6 まとめ

1.1 電子部品のチェックリスト

最後に受講生が設計制作した電子回路の作品コンテストを行ので、電子部品の数量は余裕の数量にしています。

【電子部品名】	【個数】
発光ダイオード (5色各100個セット 立ち上がり電圧1.8V)	1セット
シリコンダイオードS5277B : 100V1A(立ち上がり電圧0.7V)	20個
バイポーラトランジスタ (2SC1815 20個セット)	1セット
抵抗 470 Ω (発光ダイオードの電流制限用)	200個
抵抗 20k Ω (トランジスタのベース抵抗用)	20個
半固定抵抗 100k Ω	20個
電解コンデンサ 33 μ F	20個
電解コンデンサ 2.2 μ F	10個
セラミックコンデンサ 0.1 μ F	20個
ブレッドボード	5個
単三アルカリ乾電池 (1.5V)	4個
電池ケース (3V直列、スイッチ付き)	2個
ジャンパー線 (14種 各30ヶピンセット1ヶのセット)	1セット
メッキ線、(0.6mm ϕ 2.5m) 絶縁チューブ (赤、黒、緑 各1m)	1セット
作成した電子回路の収納ケース	5個
電子部品収納ケース	1個
実験用品の収納ケース	1個

上記の品物はAmazonの通信販売で購入することができます。

1.2 第1回の制作実感の電子回路と実際の回路

1.2.1 実験回路の説明



図1. 第一回で制作する回路図とその実体

発光ダイオードを光らせるためには乾電池2個を直列にした電源が必要です。また、後で説明しますが発光ダイオードに電流を流せ過ぎないように固定抵抗を直列に入れます。発光ダイオードには電圧5ボルト用として抵抗を内蔵しているものもあります。

1.3. 使用する電子部品の説明

1.3.1 固定抵抗のカラーコード

電子回路では、回路を流れる電流を制御するために抵抗が使用されます。抵抗の数値と誤差を表すために図2. に示すカラーバンドが使用されています。

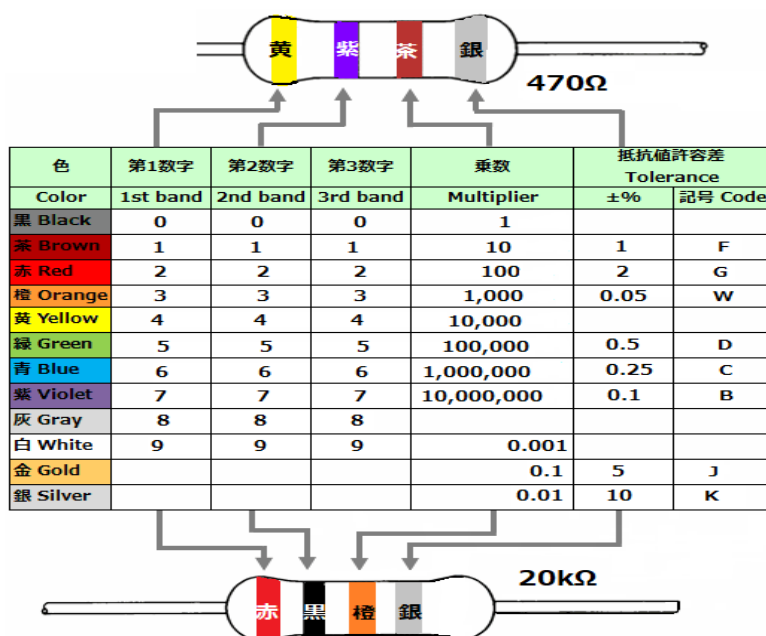
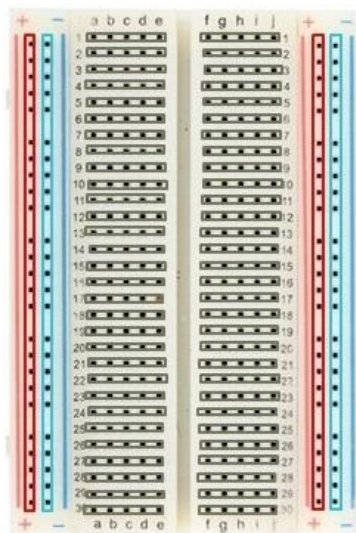


図2. 固定抵抗のカラーコード

1.3.2 差し込み方式の配線用基板[ブレッドボード]

図 3. の実際の回路は示すブレッドボードに電子部品の端子を挿入して組み立っています。ブレッドボードの(+)と(-)の垂直方向に並ぶ接触点は電源の接続用であり、内部で接続されています。水平方向の a、b、c、d、e、及び f、g、h、i、j の接続点列は内部で接続されています。



背面の黄色いシールを取り外すとブレッドボードの裏側の配線も剥がれることがあるので注意してください。
なお、ブレッドボードを曲げないでください。

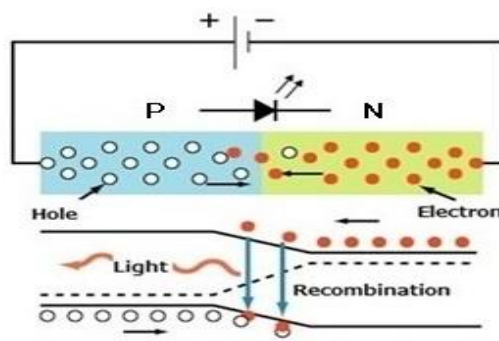
図 3. ブレッドボードと注意点

1.4 発光ダイオードが発光する原理と使い方

1.4.1 発光ダイオードが発光する原理



図4. LEDの外形



[Reproduced from Wikipedia]

図5. LEDが発光する原理

図4に発光ダイオード(LED)の構成を示します。ダイオードのリード線は陽極のリード線は長く、陰極のリード線は短いです。

図5の下の図に示すようにN領域の伝導帯に赤丸で示した自由電子が多く、P領域の価電子帯に白丸で示した正孔が多く熱で励起されて存在します。図2の上の図に示すように電圧を加えるとLEDのP-N接合は順方向に電流が流れます。この時に、エネルギー準位の高いN領域の伝導帯の自由電子がP領域に拡散します。その電子がエネルギー準位の低いP領域の価電子帯に遷移して、光を放出します。反対の極性の電圧を加えると接合部には熱で発生した自由電子も正孔も非常に少なくなって、加える電圧を増加しても空乏層が広がるだけで電流は増加しません。

1.4.2 シリコンダイオードと発光ダイオードの電圧電流特性の相異

図 6. ダイオードの V_D - I_D 特性

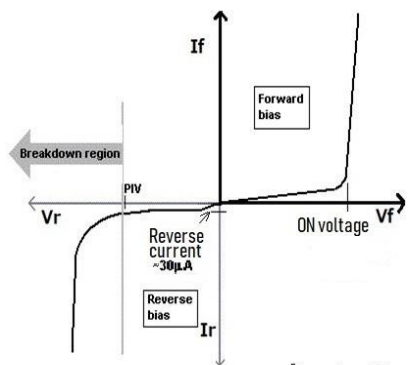


図 7. Si ダイオードと LED の V_D - I_D 特性

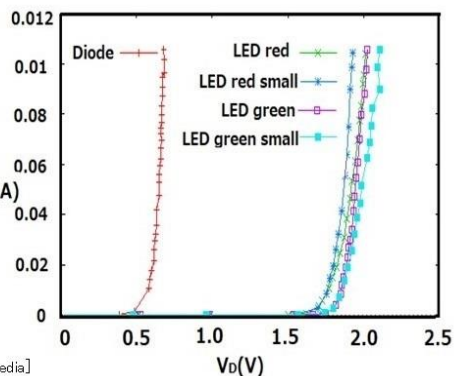


図 6. はダイオードの電圧電流(V_D - I_D)特性を示します。図 6. の縮尺は前方方向と後方方向で異なっています。電流が流れる方向に加えた電圧を順方向の印加電圧といいます。逆方向の印加電圧では流れません。ダイオードは加えられた電圧で電流を運ぶことができるキャリアの量を指数関数で変化させます。これは印加電圧(V_D)が電子の詰まる最高のエネルギー準位であるフェルミレベルが変化すると説明されます。

14.3 ダイオードの回路の図式解法

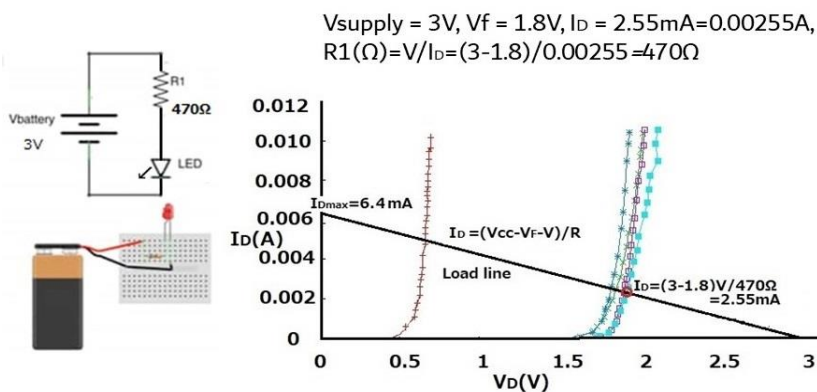


図 8. にダイオードを用いた電子回路の例を示します。LED を電源に直接に接続すると過電流が流れるので、LED を保護する抵抗を回路に挿入する必要があります。

図 8. 電流を制限する抵抗

図 9. LED の V - I 曲線と負荷線

図 9 にシリコンダイオードと LED の V_D - I_D 特性を示します。LED は化合物半導体の P-N 接合によりできているので電流が流れ始める電圧が 1.8V 程度です。他方、整流用に用いられるシリコンダイオードは電流が流れ始める電圧が 0.7V 程度です。この実験では LED の立ち上がり電圧は約 1.8 ボルト、発光の電流値は約 2.5mA 程度としています。抵抗の値は図式解法では、ダイオードの V_D - I_D 特性と電源側の V_D - I_D 特性 (負荷線) を図 9 に示すように重ねて示します。

2 つの V_D - I_D 特性を示す線の交点が両方の特性を満足する点 (動作点) です[1]。電源側の V_D - I_D 特性は(1)式となり、負荷抵抗 R_1 の電圧降下を直線で示すので負荷線 (Load-line) といいます。

$$I_D = (V_{CC} - V_D) / R_1 \quad (1)$$

動作点電流は負荷抵抗の電位差を抵抗値(R1)で割った値によって与えられます。電源電圧(V_{CC})が3ボルトでターンオン電圧が1.8ボルトによりLEDの特性を近似した場合、電流2.55mAを流すためのR₁の値は1.2ボルトで2.55mAを割って求められて、約R₁=470オームとなります。

1.5 応用の実験

1.5.1 発光ダイオードのテスターを使って1kΩと20kΩの抵抗で発光ダイオードの明るさを比較してみよう。

1.5.2 発光ダイオードのテスターを使ってシリコンダイオード (S5277B:100V1A)の抵抗が順方向と逆方向の電圧によって違うことを確認してみよう。

1.5.3 発光ダイオードのテスターを使って発光ダイオードの明るさを調べてみよう。なぜ、シリコンダイオードと明るさが違うか説明してみよう。

1.5.4 発光ダイオードのテスターを使ってNPNトランジスタ(1815)端子間の導通状況を調べてみよう。

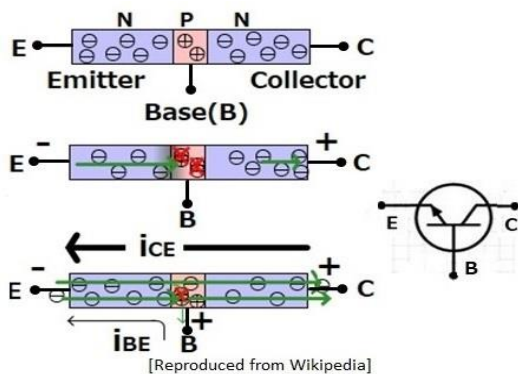


図 10. NPN トランジスタの構造

1.6 まとめ

- A) 発光ダイオードを使ったテスターでは2個の乾電池が必要です。
- B) 発光ダイオードの長い端子をプラスとして電流を流して使います。
- C) 発光ダイオードは抵抗を直列に入れて流れる電流を数mA以下に制限して使います。
- D) 抵抗内蔵型の発光ダイオードがありますが使用電圧が(5V等)指定されています。