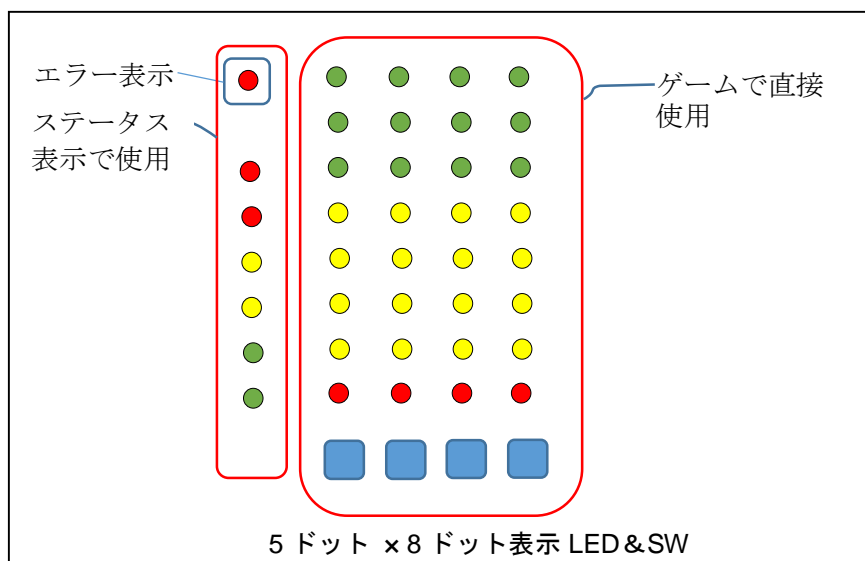


RL78/G10 で遊んでみよう！！

仕事を離れて、16 ピンの RL78/G10 を使って遊んでみました。RL78/G10 では、8 本の P0 を使うことで、4×8 のマトリクス LED を制御できます。今回はこれにステータス表示用に P41 を追加することで、5×8=40 個の LED を使ってゲームを作ってみます。RL78/G10 の 16 ピンの残りは電源、グラウンドを除くと、5 本となります。このうち、オン・チップ・デバッグで使用する P40/TOOL0 端子を除いた 4 本を入力端子として使用します。使用できる機能を下の図に示します。



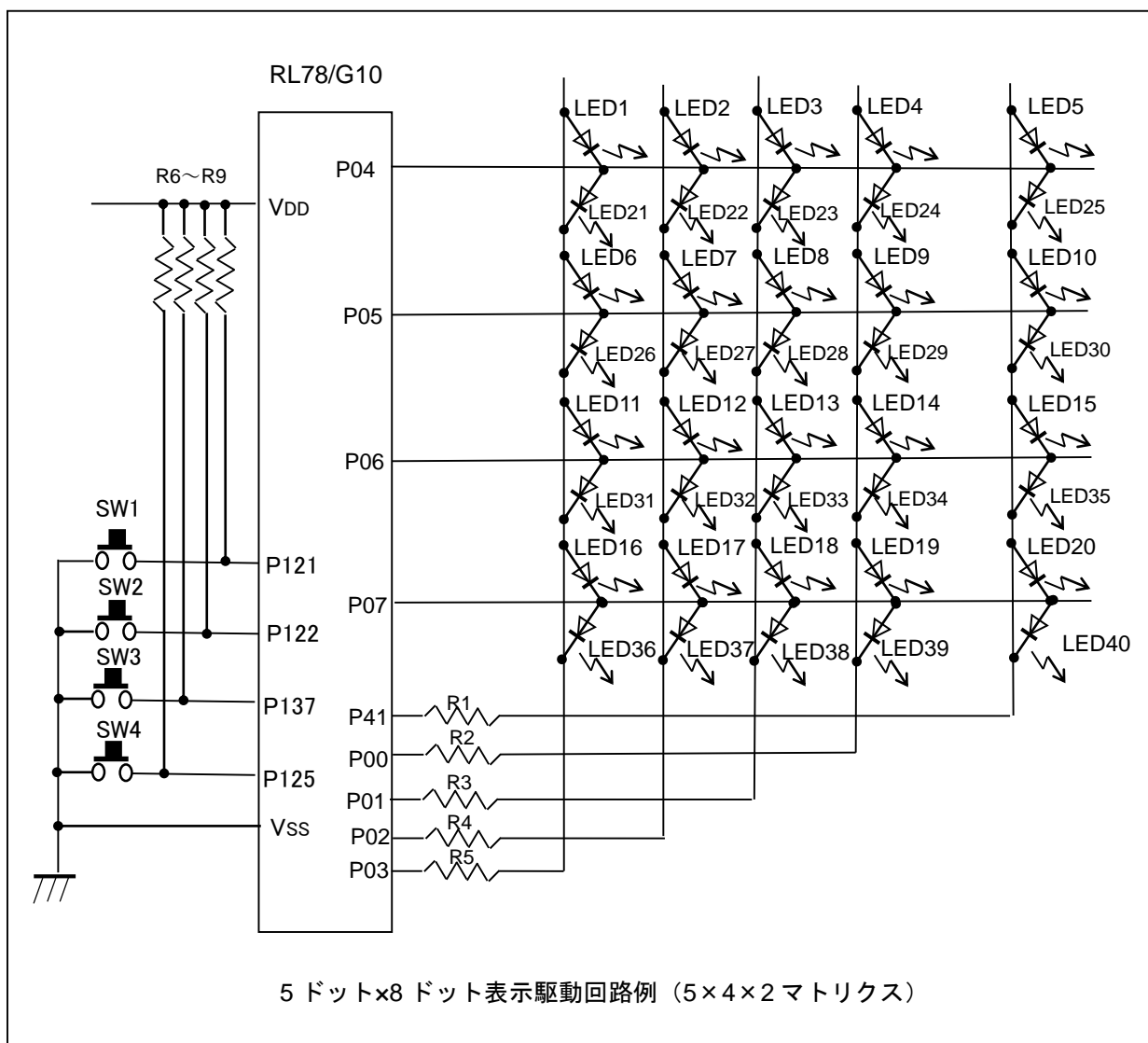
この構成で実現できるゲームとしては、いわゆる“落ちもの”が考えられます。ここでは、LED の 4×8 の部分を使用して、点灯する LED を上から下に動かします。LED の各列には、対応した 4 個の SW が並びます。点灯した LED が一番下（赤色 LED）まで来たときにその列に対応した SW を押すと加点され、それ以外のタイミングで SW を押すと、得点は減点されます。加点は 1 回で 1 点ですが、減点はレベルに応じて、1 点～3 点です。減点時にはステータス表示部のエラー表示 LED が 3 回点滅します。

前もって決められた点数になると、レベルが上がり、それに伴って落ちてくるスピードが少しずつ速くなります。レベルは P41 を用いて表示する 6 個の LED で表示します（6 個で 10 レベルまで表示します）。

決められた時間（一応、約 5 分に設定）が経過するか、ある得点以上になるとゲームは終了する機能も追加します。RESET 端子を入力ポートで使用しているので、ウォッチドッグ・タイマ（WDT）を用いて、リセットをかけることで、次のゲームに移れるようにします。

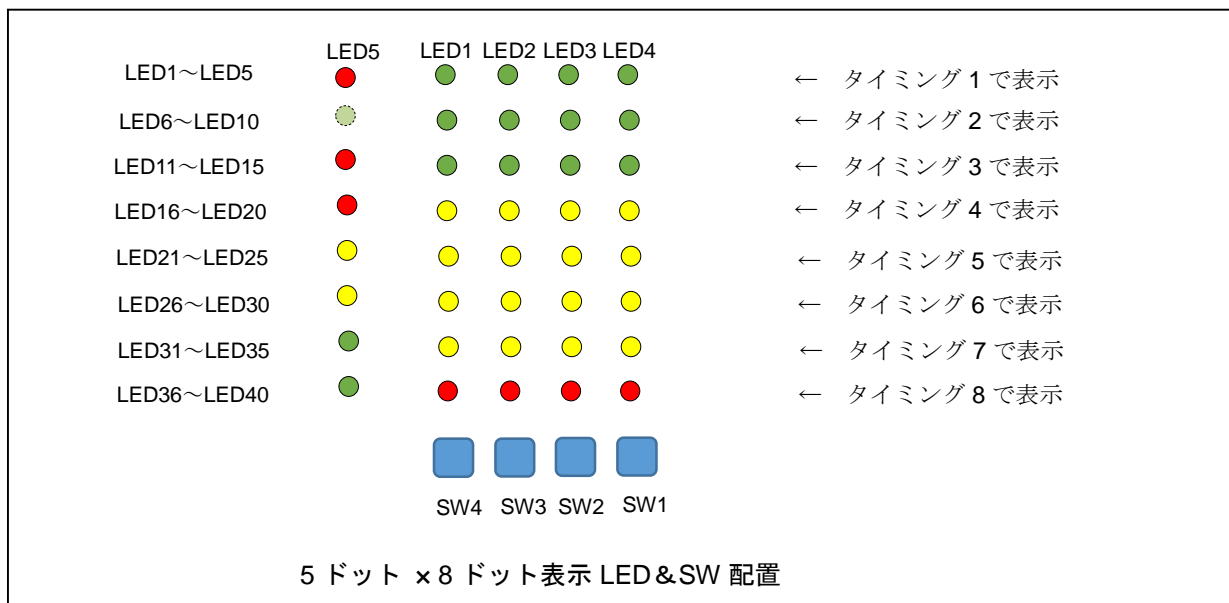
◎対象のハードウェア

ここでは、下図に示すように、40 個（すべては使用しない）の LED を制御することになります。ハードウェアの動作や基本的な制御は、「マイコンのポート機能（出力拡張）」を参照してください。



さらに、RESET 端子も入力ポートとして使用することで、4 個の SW を接続します。これらの LED と SW の概要を次の図に示します。P00～P03 に接続された LED をゲームの画面として使用し、P41 に接続された LED をステータス表示で使用します。ただし、LED10 は省略することがあります。

（SW 入力もマトリクス制御すると、16 個程度は制御可能ですが、多重押しで表示が乱れないようにするにはダイオードが必要で、面積が大きくなってしまいますので、今回は見送ります。）



◎タイミング制御

LED の点灯は、1 面のスキャン時間を 10ms とし、1 行の点灯タイミングは 1.25ms としておきます。必要なタイミングは TM00 を用いて発生します。

1 面のスキャンを 5 回行ったタイミング（50ms 間隔）で SW のチェックを行います。その際に、SW が押されたこと、有効か無効かまで検出します。簡単化のために、ノイズ対策は無視しているので、最速で 0.1 秒ごとに SW を押したことを検出できます。

画面スクロールのタイミングには、TM01 を用います。TM01 のタイミングはゲームの難易度（4 段階準備しています）や得点で変化します。難易度が高い場合には、0.2 秒で開始し 0.06 秒程度まで速くなります。（大丈夫かなあ）

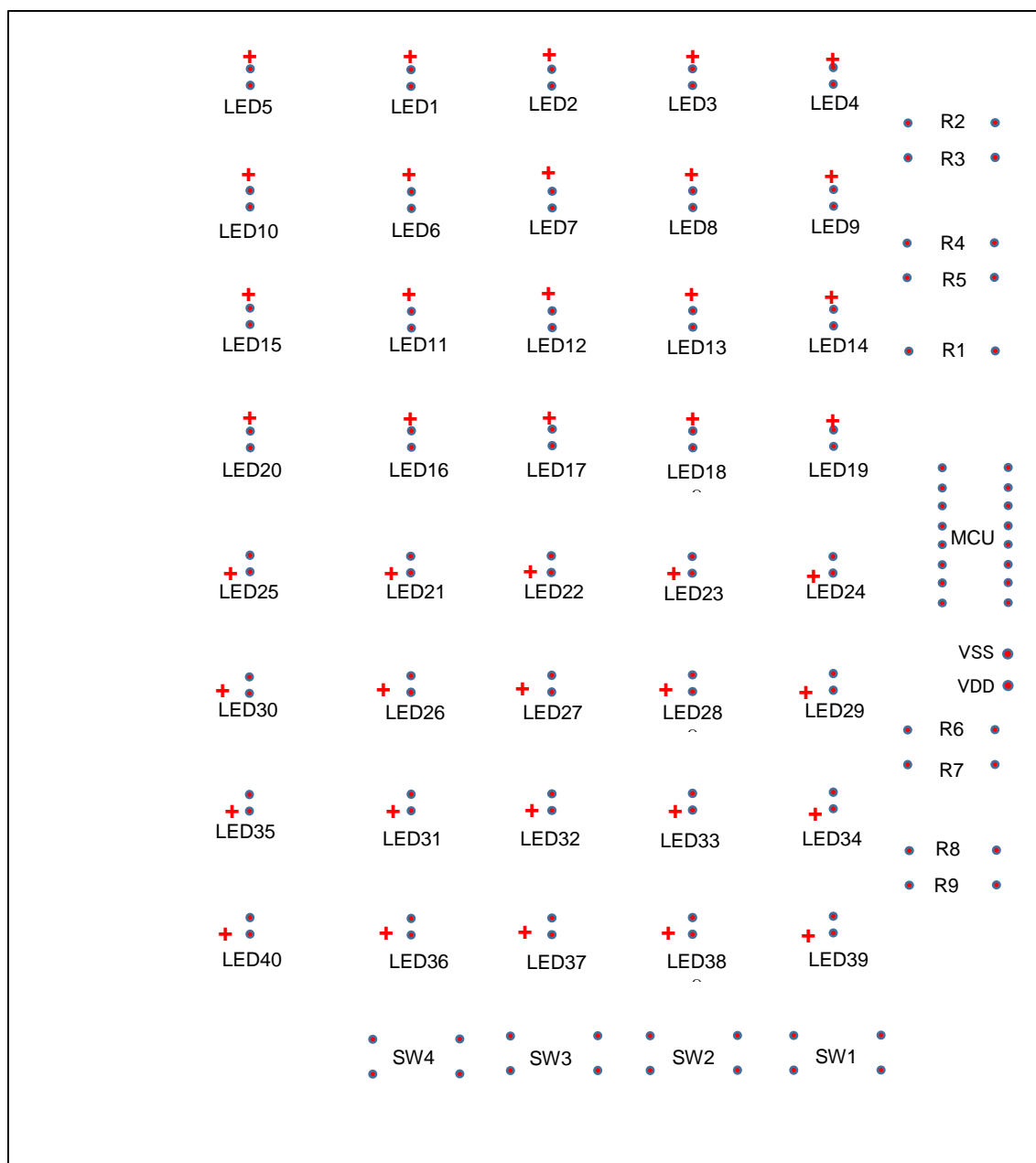
各難易度でのレベル変更の得点は、テーブルにしてあるので簡単に変更可能です。

ゲームはクリア（得点が定められた値に達する）か、タイムアウト（一応 5 分に設定しています）で終了します。終了すると、最初（ゲーム選択）に戻ります。

◎部品配置

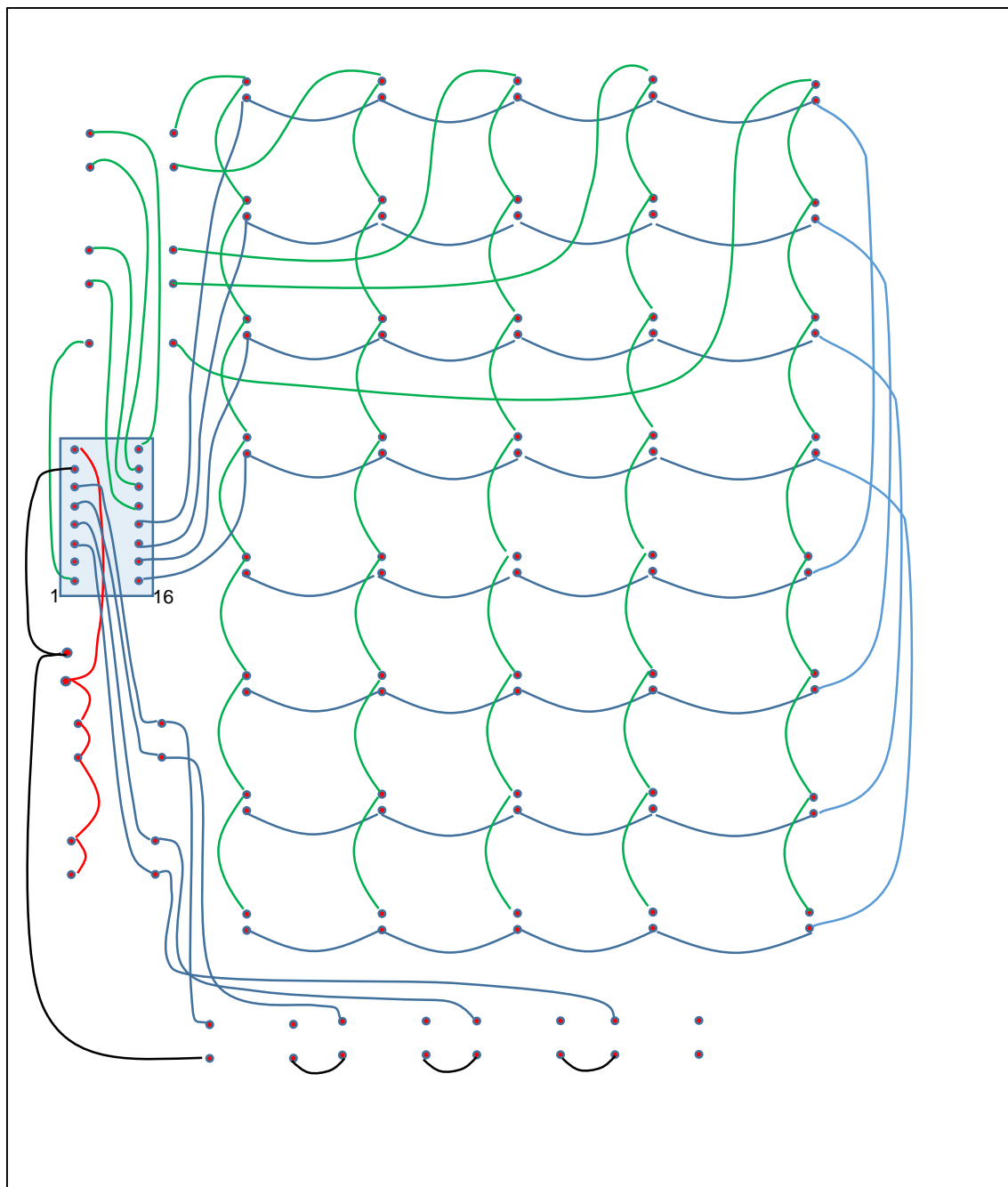
下に、LED や SW および抵抗を配置するための穴あけの例を示します。このページを印刷し、●印が付いた位置に穴をあけてください。なお、LED は上 4 行とした 4 行で逆に挿入することに注意してください。

MCU の位置も示していますが、自由に配置して構いません。いくつかのパターンで作成してみました。このパターンが一番遊びやすかったです。配線は MCU を下にしたほうがやりやすかったです。



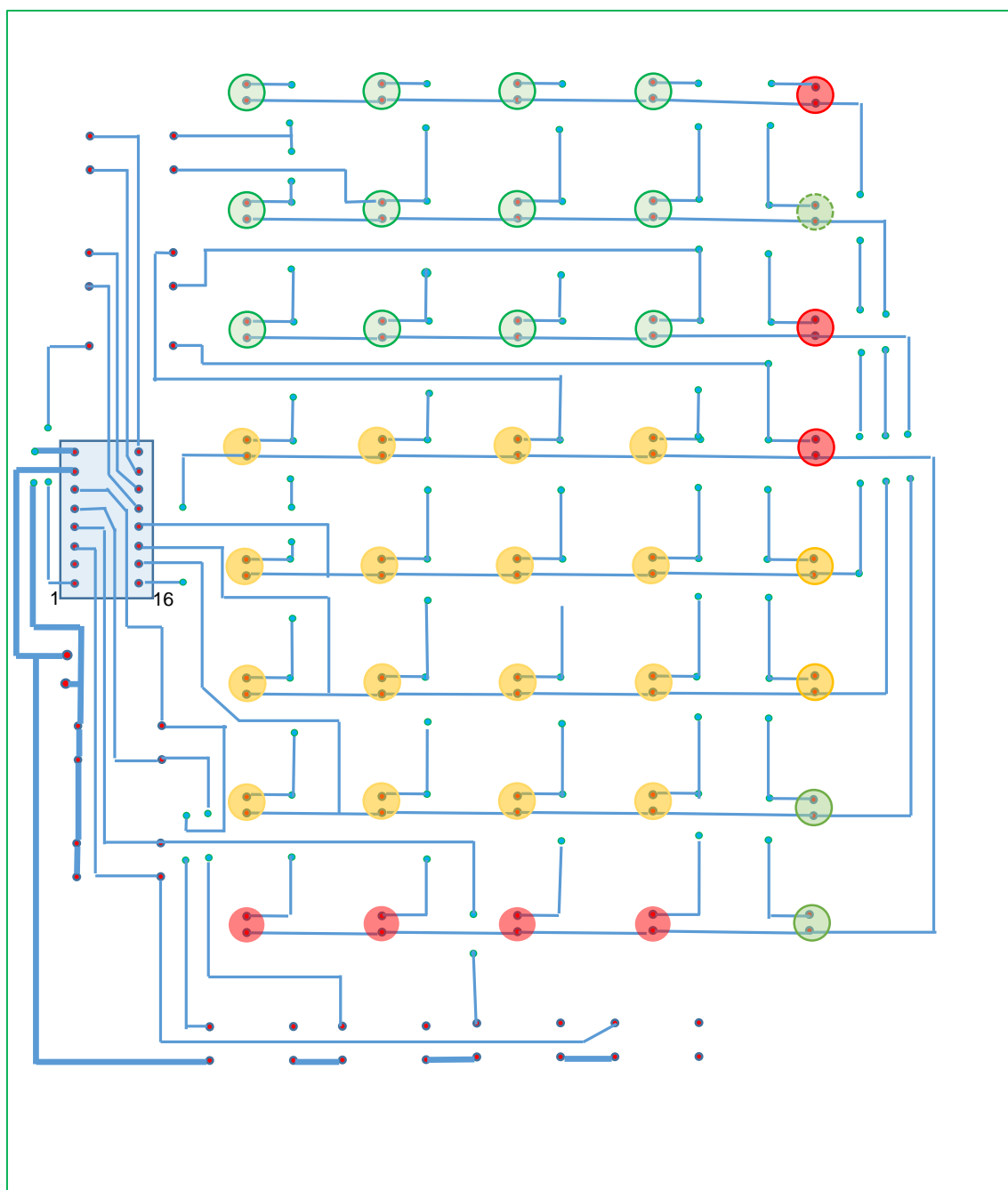
部品面での部品配置と穴あけ位置

全て、手配線を行う場合の配線例を下に示します。



配線面での配線例

片面配線でのプリント配線板を作る場合の配線面のパターン例を示します。



プリント配線パターン例（片面）

◎基板の作成

ここでは、A5 サイズの片面ユニバーサル基板を使用します。

初心者用に少しモディファイしてみます。LED をそのままボードに挿入するのではなく、リード（足）の間隔を広げるようなフォーミング（足曲げ）を行うことにします。40 個もの LED の足を曲げるのは大変ですが、半田付けが楽になります。

まずは、LED のリードですが、2 本のリードは長さが異なります。長い方がアノード（+側）で、短い方がカソード（-側）です。フォーミングするとどちらかが分かりにくくなるので、アノード側のリードの先をマジックで赤く塗ります。基板に挿入した後は、リードの先端部分は切ってしまうので、気にしないで塗ってください。

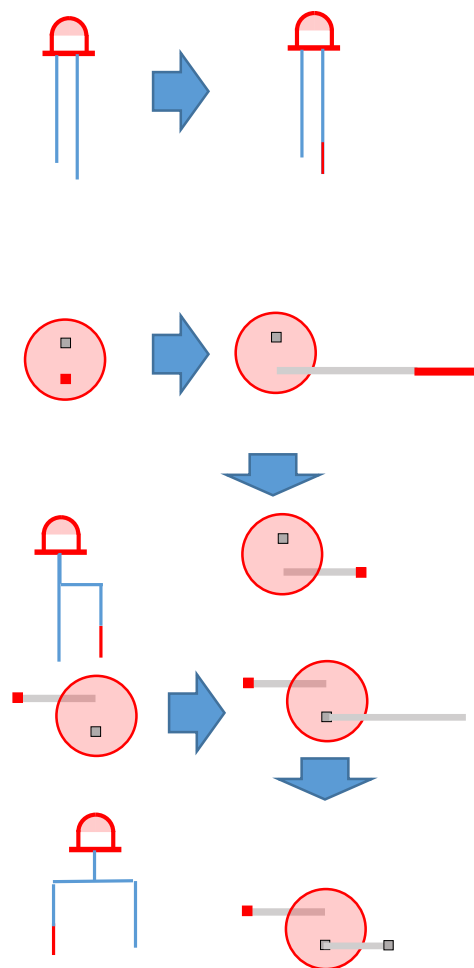
次に、LED のリード側から見て、アノードが下になるように持ちます。アノードのリードを付け根から 2~3mm 程度のところで 90 度右に折り曲げます。このとき、LED の付け根の方をピンセットや先の細いラジオペンチで固定して折り曲げてください。（ラジオペンチの先端は 3mm 程度の幅なので、それを利用すると、長さを決めやすいだけではなく、強いストレスで LED が壊れることを防止することになります。

さらにそこから 3mm で手前に折り曲げます。基板の穴の位置に合わせるので、こちらはできるだけ 3mm に近くしてください（若干狭め）。

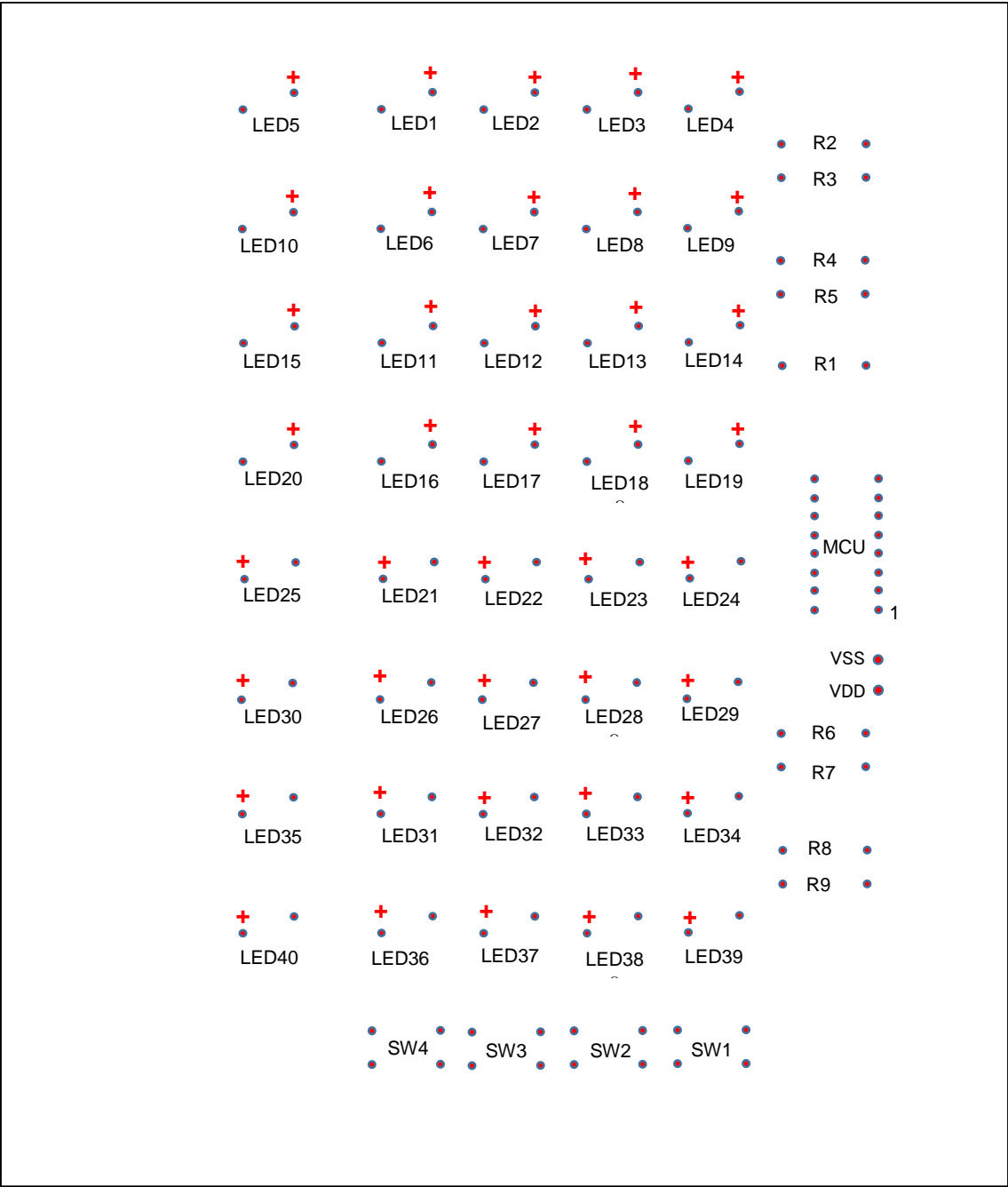
また、折り曲げの角度は 90 度より若干小さめにすると、基板への挿入時に LED の固定ができます。

完了したら、今度はカソード側を下にして、同様に根本から 2~3mm 程度のところで 90 度右に折り曲げます。そこから 3mm で手前に折り曲げます。

このようなフォーミングを全ての LED に施したら、LED は準備完了です。



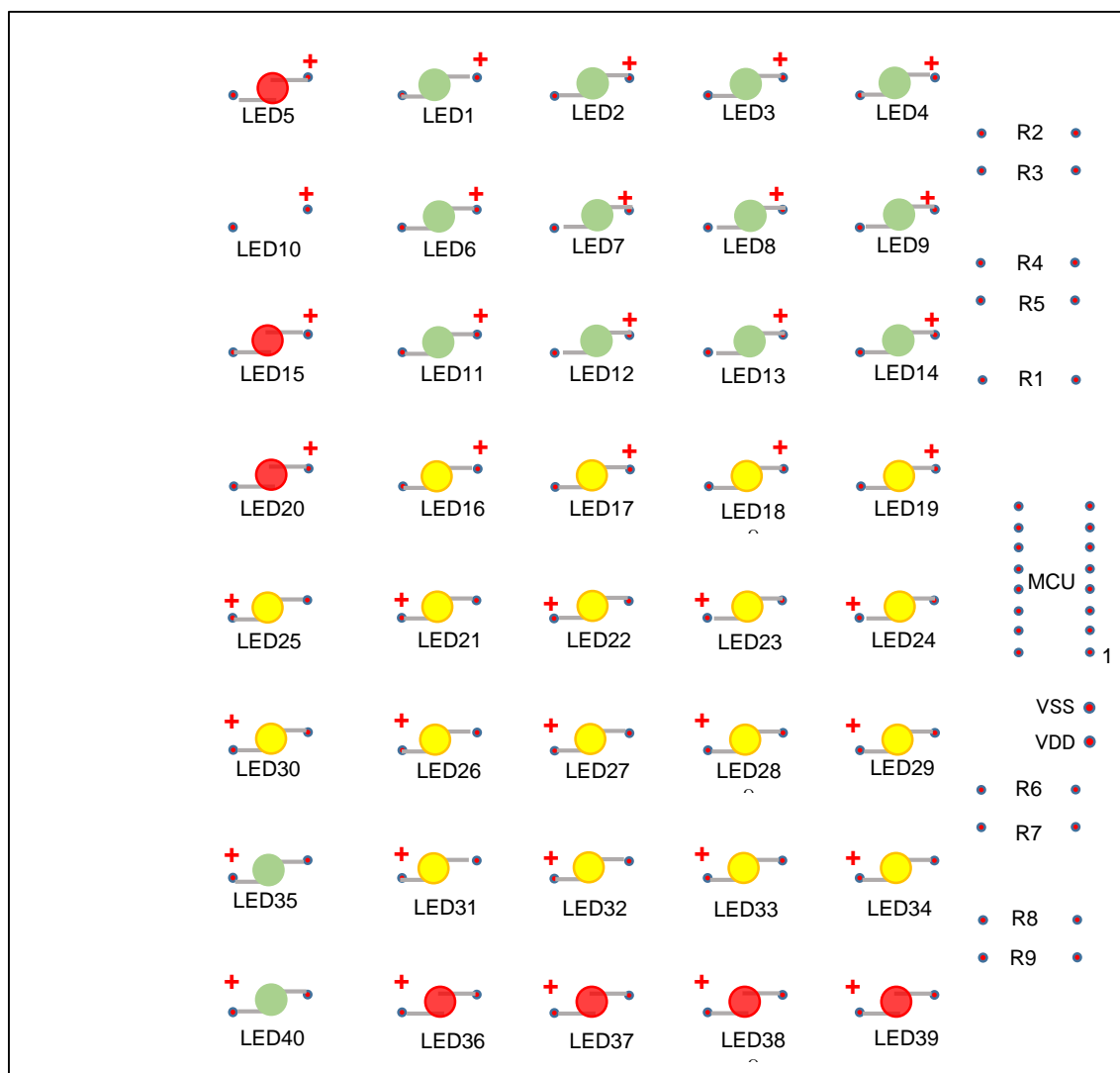
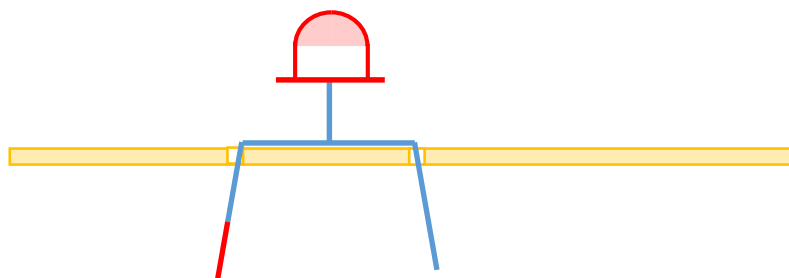
LED のフォーミングが完了したら、基板への実装です。



フォーミング時の部品面での部品配置と穴あけ位置

それでは、LED とスイッチを基板に挿入します。基板の穴のピッチは 2.54mm の倍数で、LED を取り付ける横方向の幅は 3 ピッチ縦方向の幅は 1 ピッチです。LED のリード間隔はこれより若干狭いので、リードを少し広げて挿入することになります。リードが広がることで、LED が基板に軽く固定され、抜け落ちることはないかと思います。

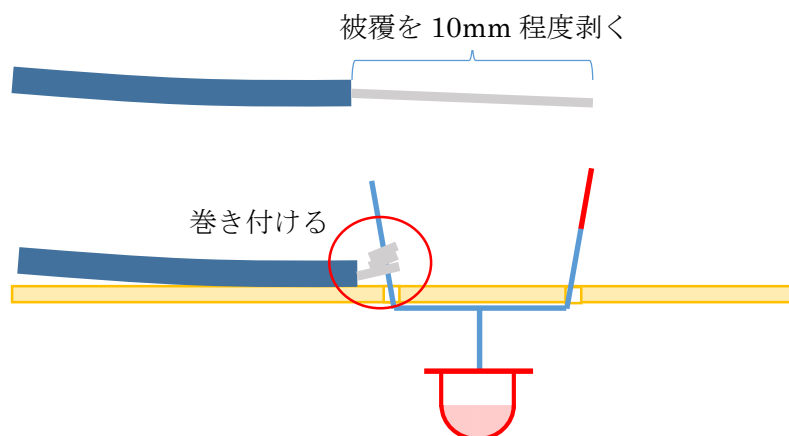
LED は上半分と下半分で取り付け方が逆になるように実装します。(同じ方向に取り付けて、配線に対応することも可能です。)



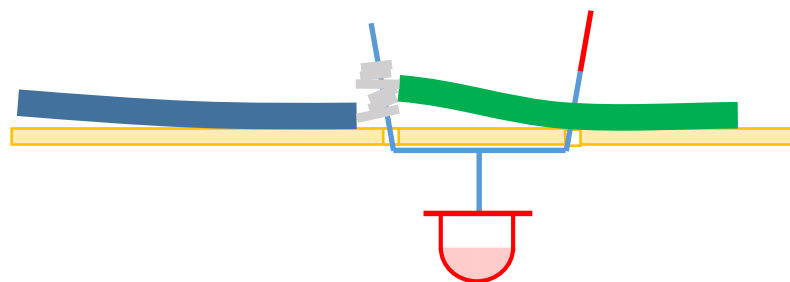
基板への LED の挿入

半田付けに慣れるために、スイッチの共通配線（グラウンド）の配線から始めます。グラウンド配線には、錫メッキ線を使用します。この配線はほかの配線との接触は考えないので、絶縁被膜がない錫メッキ線が簡単でいいです。スイッチは左右の端子がつながっているので、隣同士を接続するだけです。

いよいよ、LED の配線です。配線（線材）には導線が 0.26mmφ の太さの単線（ジュンフロン線）を使用します。線材を LED に接続するためには、ワイヤストリッパーで被覆を 10mm 程度剥いておき、線材を LED のリードに巻き付けます。

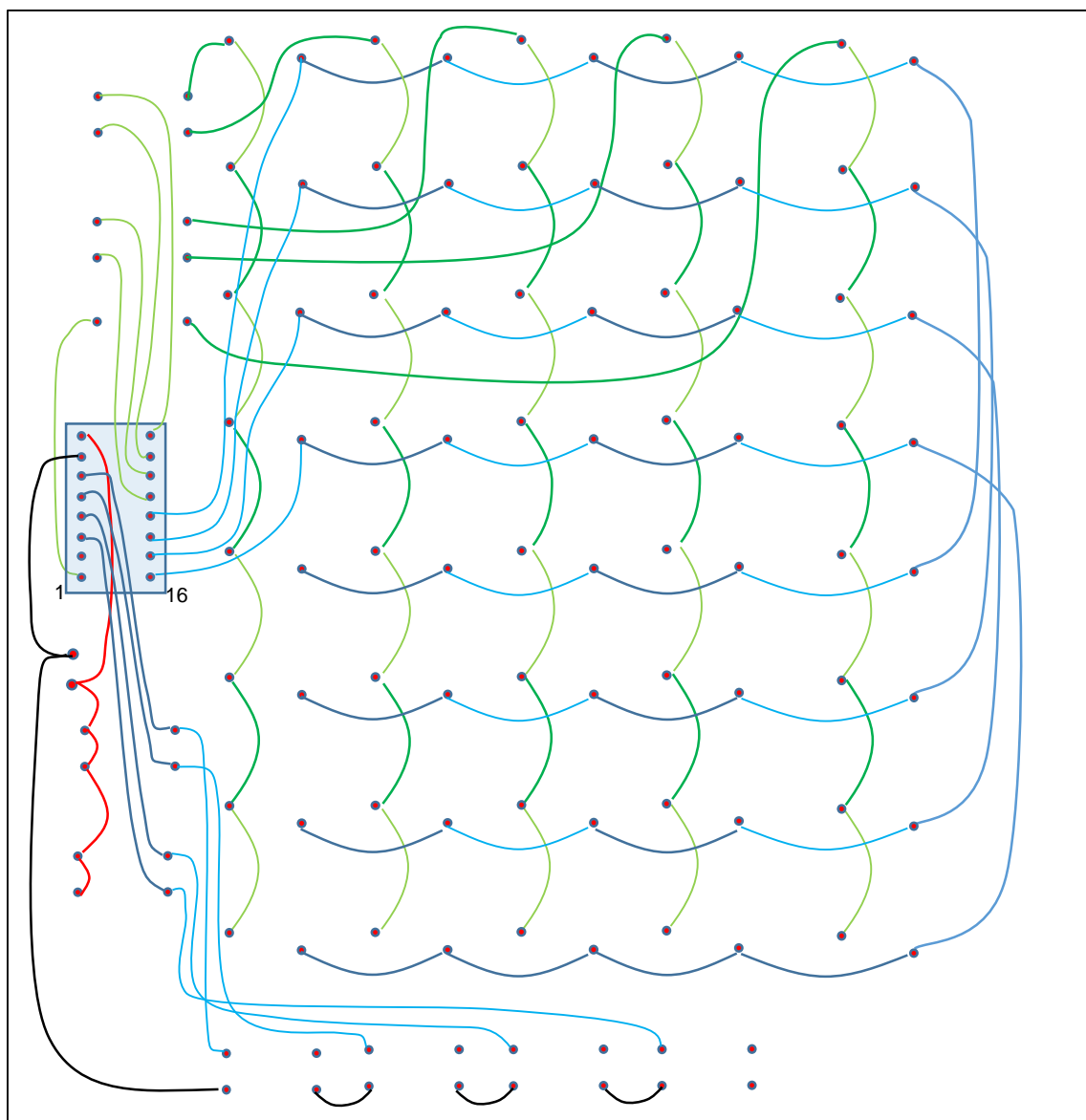
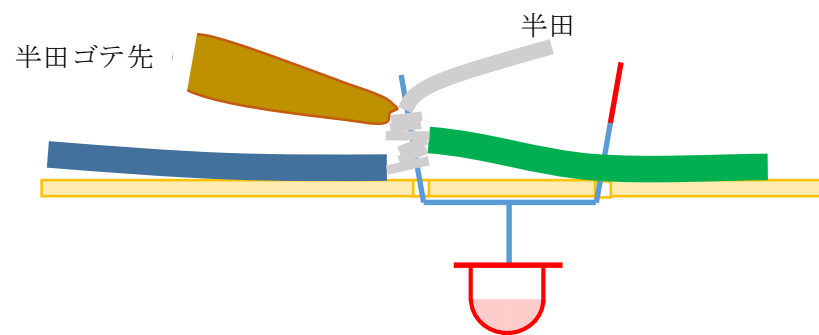


このとき、LED のリードが長すぎて邪魔なので、適当なところで切ってください。なお、リードには、2 本程度の線を接続するので、短くしすぎないようにします。



必要な線の接続ができれば、半田付けして、接続を固定します。必要に応じて、バンソウコウなどで線を固定します。

先に、半田付けしたいところにコテ先を当てて、余熱して、半田を当てます。これで、半田が溶けて、配線部分を被います。半田はあまりつけすぎないようにして下さい。**半導体は熱に弱い**ので、必要以上に加熱しないでください。コテ先に半田を付けてから半田付けしたいところにあてるようには**しないで**ください。



配線面での配線例

半田付けでの注意事項をまとめてみます。

- ・半田ごては200℃以上の高温になります。通電している状態はもちろん、電気を切ってもすぐには冷えません。触るときには、十分に冷えたことを確認してから触ってください。
- ・席をはずすときには必ず半田ごての電源は切ってください。
- ・半田付けは明るく、平らな面の上で行います。机やテーブルでやる場合には、専用のシートか板を敷いて、机やテーブル面に傷がつかないようにしましょう。
- ・半田ごての先端はいつもきれいにしておきましょう。酸化被膜ができると、熱が伝わりにくくなり、うまく半田が溶けなくなります。半田でコーティングされた状態にしておきましょう。
- ・半田ごてに半田が付き過ぎて、ダメになっているときには、こて先クリーナでこすって、余分な半田を落としてから半田付けしましょう。
- ・使用する半田は1mmφ以下（できれば0.8mmφ）を使用し、先端が丸く玉になったらなら、ニッパー等で切り落としましょう。
- ・部品は軽く固定した状態で半田付けしましょう。
- ・ICソケットやコネクタ等への半田付けでは、1～2か所を先に基板に半田付けして固定しておくといいでしょう。決して、すべての端子を固定しないでください。配線がやりにくくなります。
- ・半田付けしたいところにこて先を当てて余熱しておくのと半田は溶けやすいです。コて先に半田を付けてから半田付けしたいところにあてないでください。
- ・半田が付け過ぎている場合には、ほとんどの場合で、「芋半田」状態になっています。これは、付けたいところではなく、その上のほうに固まった状態です。
- ・不幸にして、「芋半田」ができた場合には、半田吸い取り線や半田吸い取り器を使って、余分な半田を吸い取りましょう。半田吸い取り線を使うときにはくれぐれもやけどしないように注意しましょう。
- ・配線に使用する線材は目的に応じて使い分けましょう。
- ・今回のような配線では、細い(0.26mmφ程度の)単線を推奨します。細くてやわらかいので、引き回しが楽です。
- ・何種類か色の異なる線材を準備しておくのと、配線を区別できていいかもしれません。
- ・線材の被覆をはがしてから半田付けを行いますが、線の太さに合ったワイヤストリッパーを使用し、心線に傷をつけないように被覆を剥いてください。
- ・細かな作業なので、こまめに休息を入れながら作業してください。

道具（工具）の状態で作業効率は大きく変化します。初心者にはできるだけ、きちんとした道具を使用してください。

半田付けを行うところが200点と多いので、気持ちを落ち着けて半田付けしてください。
それでは、Good Luck!!