

## 電子制御工学実験報告書

実験題目 : LED 点滅回路の製作  
報告者 : 3 年 40 番 鷲尾 優作  
提出日 : 令和 3 年 5 月 17 日  
実験日 : 令和 3 年 5 月 31 日  
実験班 :  
共同実験者 :

### ※指導教員記入欄

評価項目	配点	一次チェック ・ ・	二次チェック ・ ・
記載量	20		
図・表・グラフ	20		
見出し, ページ番号, その他体裁	10		
その他の減点	—		
合計	50		

コメント：

## 1 本実験の目的

- 電子部品に関する基礎知識や取り扱い方法を学ぶ.
- はんだごてやニッパなど工具の正しい使い方を再確認する.
- 簡単な電子回路の動作原理を理解する.
- 回路図を元に基板上での部品のレイアウトや実態配線を考える.

## 2 理論

図 1 に本実験で作成した回路の構成を示す.

回路はインバータ 3 素子, IC の入力に対する電流制限抵抗と発振周波数を制御する CR 成分からなる発振部, また発振回路によって生成された矩形波を用いて 2 つの LED を交互に点滅させる点滅部, 平滑化コンデンサを含む電源部に大分される.

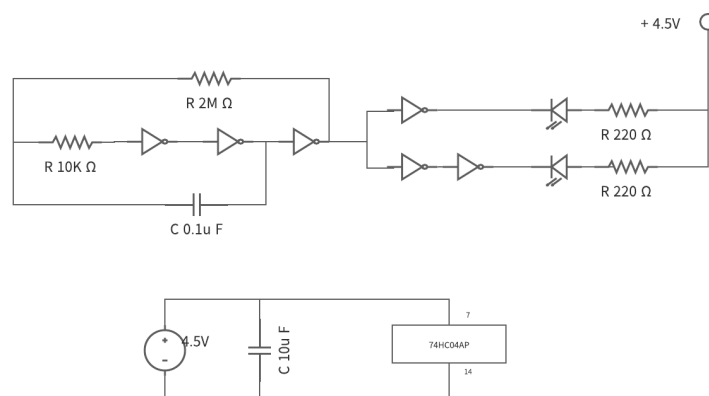


図 1: 回路構成図

各要素ごとに原理を示す.

### 2.1 発振部

ここでは C の充放電により発生する波形を, インバータの入力端子の電位が変動することを利用し矩形波に変換している.

汎用インバータ 74HC04AP が出力する電流により C が充電されると C 両端の電位差が上昇する. これにより R10k Ω を経由し最も源流に近いインバータが正負を反転し, 続けて連続したインバータも反転する. これにより C は周辺の電位が変動し, 放電を開始する. 放電により C 両端の電位差が下がれば, インバータの入力は再び LOW となり回路の内部状態は初期に復元する.

これにより、発振部はインバータの閾値  $V_{th}$  を境に逆転する矩形波を生成している。

また、点滅周期を高速にしたい場合

1. C の静電容量を小さくする
2.  $R2M \Omega$  を小さくする

といった方法が考えられる。

この回路は日本庭園のししおどしとよく似た仕組みであるが、貯水する竹にあたる部分すなわち C 成分を小さくすれば発振速度は高速になる。2 については竹に流入する水量、この場合は電流だがそれを増大させるため抵抗を小さくすることが有効である。

ただし IC の出力電流には限界があるため特定の速度で頭打ちになるか、インバータの伝搬遅延時間の問題で高速化できなくなる点は存在すると考える。

## 2.2 点滅部

この部分では片側の LED を発生した矩形波の反転、もう片方の LED を二重反転で制御することにより交互に点滅させている。

伝搬遅延時間は無視するものとして、入力された矩形波にしたがって LED のカソードの電位を GND にし点灯させている。同様に HIGH になっている場合、ダイオードの両端に電位差は発生しないため消灯する。

課題に関連して、点灯時に LED に流れる電流を求める。

キルヒホッフの電圧則より流れる電流を  $I$  とすると

$$4.5 - 220I - 2.3 = 0[V] \quad (1)$$

$$I = 2.2/220 = 0.010[A] = 10[mA] \quad (2)$$

となり、10mA であるとわかる。上記電圧方程式は、インバータ IC の寄生ダイオードや入出力インピーダンス等を完全に無視しておりインバータの出力が完全な GND であるのが理想状態として計算したものであるので実装段階においての理想状態を意識したものではない。

## 2.3 電源部

電源は LED のアノードと汎用インバータ IC に接続され、回路の動作を担っている。

動作の安定化のため平滑化コンデンサとしてアルミ電解コンデンサを挿入しており、電源ノイズの減少や瞬間的に電源不足に陥った場合のバックアップとして機能する。

## 3 実験内容

同回路の実体配線図の作成を行った上でユニバーサル基板上に実装、動作確認を行う。

## 4 計測器具

### 1. オシロスコープ

用途 矩形波観測のため

商品名 GWINSTEK GDS-1022

## 5 成果物

図 2 に作成した実体配線図を示す。

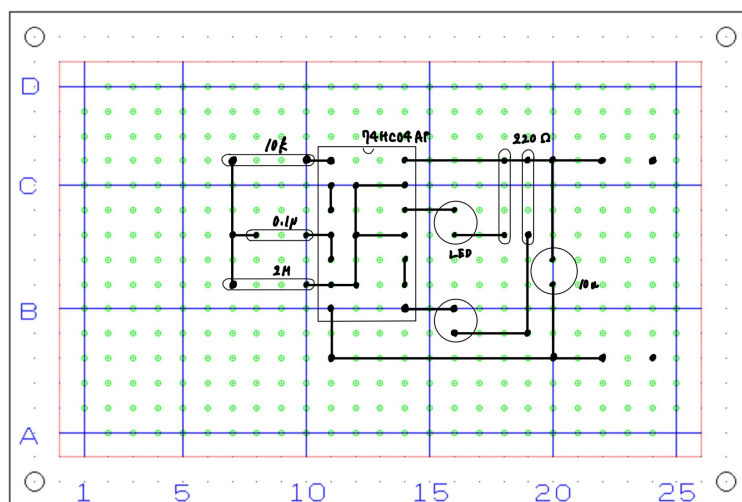


図 2: 実体配線図

今回の基板の配線設計では、各部品がどのような役割を持つか明確に分かるように位置を分け各部品が役割を果たせるよう配置した。具体的には LED の電流制限抵抗を一か所に集め、発振周波数を決めるパラメータを回路左側に集中させ明確化したこと、アルミ電解コンデンサを電圧源接続部と他部品との間に配置することで各部分に適切に平滑化後の電源がいきわたるよう設計したことがあげられる。

なお完全では無いが電源を横、信号を縦に配線するイメージを持ち作成することで初めて基板を見た人に親切になるよう意識した。

## 6 動作確認

初回動作確認時は汎用 IC の型番が違っており予期せぬ動作があったが、はんだや配線に不良はなく無事に一度で完成することができた。この時も予想外の動作があった時点で電源を遮断するなど適切な対応がとれた。ただし IC の型番違いというミスに思い当たることができず回路の配線ミスを疑ったことで時間的損失があった。

矩形波をオシロスコープで観測した際様子を図 3 に示す。

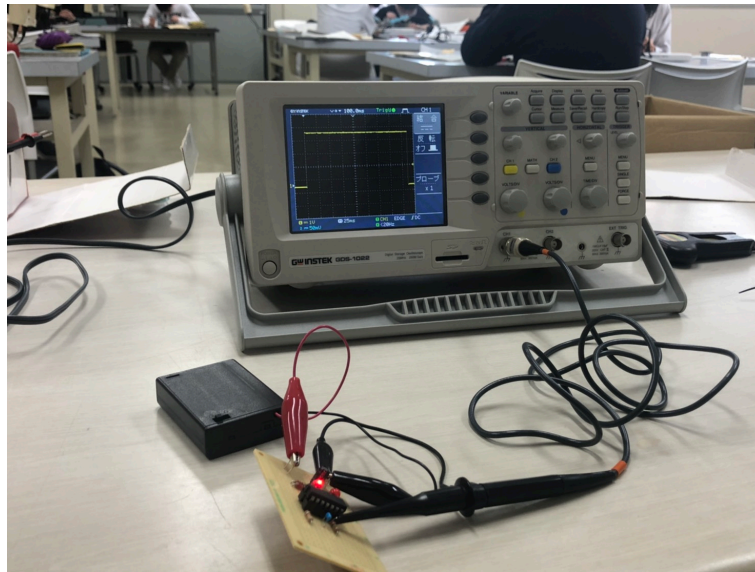


図 3: 確認風景

矩形波は 1 周期およそ 425ms であり，計算より発振周波数は

$$1/425 * 1000 \approx 2.35[\text{Hz}] \quad (3)$$

であった。

## 7 感想

はんだづけを伴う実習も数回目となり，各所に配慮ができるようになってきた．今回の実験では汎用 IC の型番違いによる基板検証が一番時間がかかりかつ精神的にも良い結果にはならなかった部分だった．型番が違っていたので交換しにきたと伝えられるまでその可能性に気づけなかったこと，また自分以外にも同様の異常がおきたとき与えられた回路自体を先に疑い型番なぞ気にも留めなかったことが今回の最大のミスだと考えている．また，オシロスコープの測定があることが分かっていたにも関わらず測定点を IC によって隠れやすい場所に配置してしまったのもマイナス要素であった．同じ配置にしたとしてもテストピンを出すなど多少の配慮をするべきだったかもしれない．結果的に決められた時間内に実験を終了させ次回から確認すべき点を得られたので総合して自己評価としては良い実習だったと考える．