

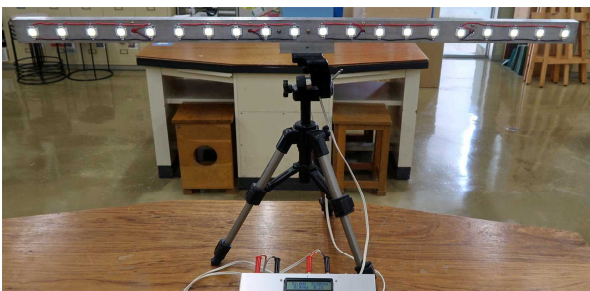
パワー LED を使ったストロボスコープの製作

1. LED 方式ストロボスコープ

一瞬だけ点灯する光源を一定間隔で繰り返し発光させる装置をストロボスコープと言います。キセノンランプにの代わりにLEDを使ったストロボスコープを製作しました。定格10Wの高輝度パワーLEDを利用しています。10Wの電力で1100ルーメンの白色LEDを20個並列動作させていますので、点灯時間の割合を50%に設定すると、100W相当の明るさのLEDとなります。

キセノンランプの発光時間は大変短く、ぶれないシャープな静止した像が得られますが、周囲を暗くできない時は性能が発揮できません。

LEDストロボスコープの場合、LEDの点灯時間を長く設定することで明るくすることが可能です。しかし、点灯時間を長くすると、その間回転する（移動する）物体を照らし続ける事になり映像がブレて静止して見えなくなります。しかし明るい環境では、キセノンランプ式のストロボは外光に邪魔をされて止まって見えません。LED式なら少々ブレるのを覚悟して、明るさに応じて点灯時間を長めに設定すると良い結果が得られました。



LED発光部



ストロボコントローラー

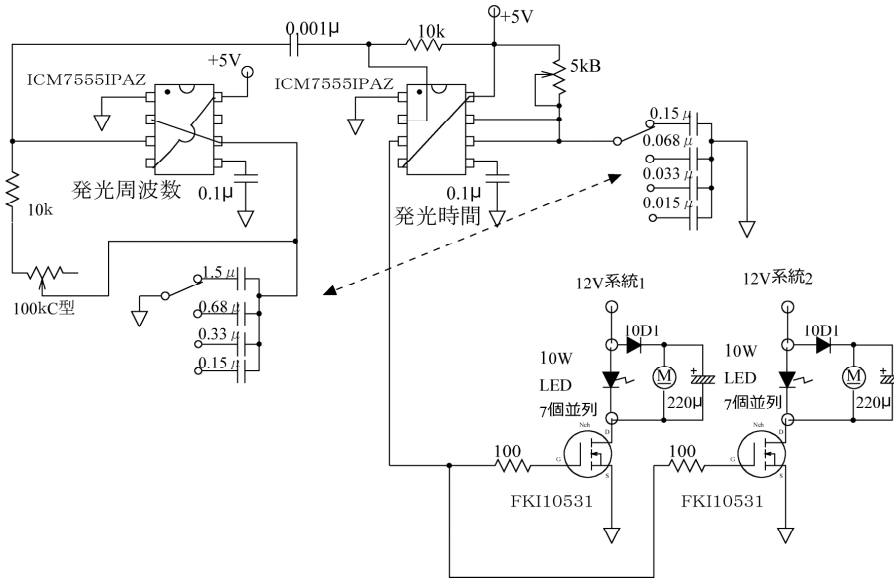
LED ストロボスコープの諸元					
発光周波数レンジ		5 ~ 50Hz	10 ~ 100Hz	20 ~ 200Hz	50 ~ 500H
LED 発光 時間	固定	1ms	0.5ms	0.25ms	0.1ms
	可変	0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1.1%, 1.5%, 2.3%, 3.1%, 4.6%, 6.2%, 9.3%, 12.4%, 18.7%, 25%, 37.5% 50%			

注1 発光時間固定では、レンジごとに発光時間は固定、周波数を上げると相対的に明るく感じる。

注2 発光時間可変では、周波数を変えても発光する割合は一定なので、明るさは変化しない。

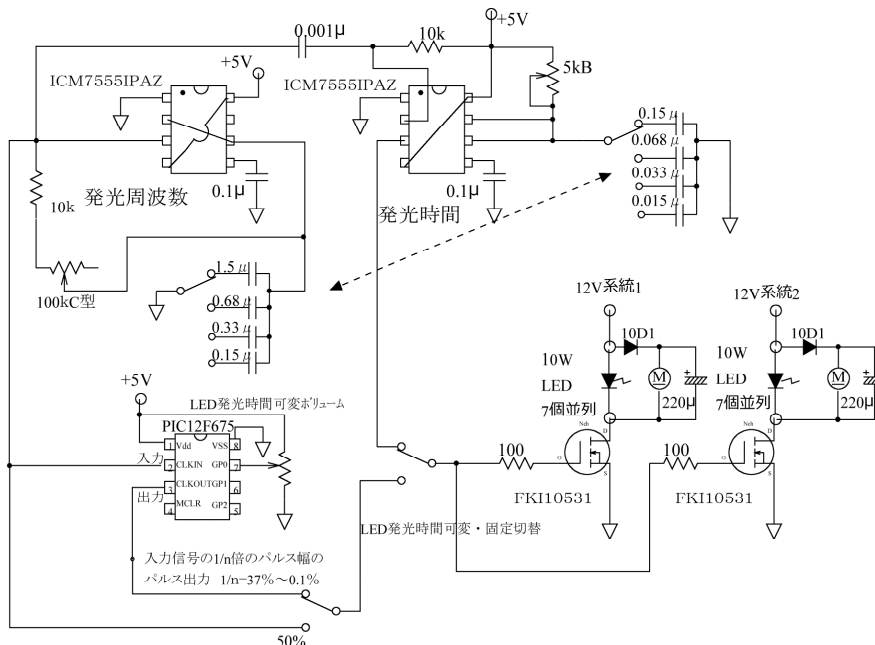
注3 おしゃべりストロボに切り替えると、音声入力端子から入力した音声に合わせてLEDの光量に変化する。太陽電池にスピーカをつないで光にかざすと音声聞こえるようになる。

2. 回路の説明



基本回路

発光周波数は、C-MOS 番 555 タイマーを 50%デューティサイクルオシレーターとして動作させて矩形波を発生させています。矩形波の立ち下がりトリガーし、ワンショットマルチバイブレータで LED の発光時間を発生させています。発光周波数を変えるために C 型 100k Ω のボリュームを使うことで周波数を高くした領域で目盛り間隔が狭くなるのを回避しています。発光時間は 5k Ω で微調整します。発光周波数にあわせて発光時間を変化させるには 2 連ボリュームが必要です。しかし、C 型 2 連ボリュームは入手が困難なため、レンジごとに発光時間を固定しました。



発光時間を固定すると周波数を上げていくにつれて、LED が発光している時間の割合、いわゆるデューティー比が変化(大きくなる)して、周波数を上げるほどブレが目立つようになります。そこで PIC を使って発光周波数を決める矩形波の周期を測定し、その 1/n 倍のパルスが発生する回路を付け加えました。ただし 50%の幅は PIC の計算時間が原理的に 0 になるので、約 37%が最高になります。

3. 発光時間可変 PIC プログラム

PicbasicPRO でプログラミングしました。

```
*****
!* PIC12F675 GP5 より入力した Pulse の 10%程度幅の Pulse を GP4 に出力
!* パルス幅はボリュームで調整
*****
define OSC 4
define ADC_BITS 10
define ADC_CLOCK 3
define ADC_SAMPLE 10
TRISIO =%00000011 'GP0,GP1 input
CMCON =%00000111 'disable comparator
ADCON0=%10000011 'Vref 5V
ANSEL =%00110011 'GP0,GP1 analog input
P_out var GPIO.4 ' Pulse 出力 パルス幅を約 10%
F_in var GPIO.5 ' 周波数入力 パルス幅測定
F_c var word
F_o var word
TEMP var byte
a_v var word

LOOP1:
pulsin f_in,1,F_c
adcin 0,a_v
select case a_v
case is>900
f_o=f_c>>1+f_c>>2
goto jump1
case is>850
f_o=f_c>>1
goto jump1
case is>800
f_o=f_c>>2+f_c>>3
goto jump1
case is>750
f_o=f_c>>2
goto jump1
case is>700
f_o=f_c>>3+f_c>>4
goto jump1
case is>650
f_o=f_c>>3
goto jump1
case is>600
f_o=f_c>>4+f_c>>5
goto jump1
case is>550
f_o=f_c>>4
goto jump1
case is>500
f_o=f_c>>5+f_c>>6
goto jump1
case is>400
f_o=f_c>>5
goto jump1
case is>350
f_o=f_c>>6+f_c>>7
goto jump1
case is>300
f_o=f_c>>6
goto jump1
case is>200
f_o=f_c>>7+f_c>>8
goto jump1
case is>100
f_o=f_c>>7+1
goto jump1
case else
f_o=f_c>>8+1
goto jump1
end select
jump1:
pulsout p_out,f_o
goto loop1:
```

4. おしゃべりストロボ

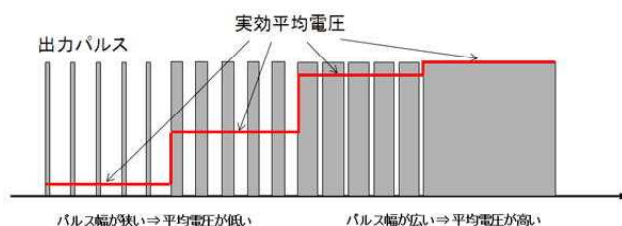
おしゃべりストロボとは、ストロボスコープの点灯時間を声により変化させて、光による音声の通信をおこなう仕組みに名付けたものです。音声をマイクで電気信号に変換すると、大きな音ほど高い電圧になり、音の周波数に合わせてこの電圧が変化します。音声信号でLEDを点灯させると、LEDの明るさが音の大きさに対応し、光の変化が音の周波数に対応します。ストロボスコープに使ったLEDの光は大変強く、太陽電池の出力を直接スピーカに接続するだけで、音声再生されます。

一般的にLEDなどによる通信を可視光通信（LED通信）といいます。LED通信は以下のような特徴があるとされています。

- ① 一般に使われているLED照明を通信手段として流用することが可能。
- ② LEDが発する光が届く範囲で通信が可能。光を遮断することで通信範囲を限定することも可能で、混線などの障害が起きにくい。
- ③ LED通信（可視光通信）は、生体に影響がなく安全。電磁波のような、他の機器への悪影響もない。

おしゃべりストロボはPWM(pulse width modulation)パルス幅変調という技術を使っています。光の強さを変化させるには、いくつかの方法がありますが、無駄なエネルギーを消費しないためにデジタル的な方式を使っています。

PWMとは、図のように一定周期（人間の目や耳で感知できない高い周波数のパルス波）のパルス波形の幅を、入力された音声電圧の振幅によって変化させる変調方式です。変調とは電波などに音声信号を乗せることを指す技術用語です。



PWM 波

PWM 波から音声信号を取り出すには、簡単な平均化回路を通すだけでよく大変簡単です。若干雑音は発生しますがそのままスピーカをつないでも音声信号を聞き取ることが可能です。太陽電池にスピーカをつないただけで音声が聞こえると少し驚きます。ストロボスコープの光が大変強いので、太陽電池をスピーカに直接接続して音声を再生させることができました。太陽電池とスピーカの間増幅器など全く必要ありません。少し離れた場所でも、感度の良いイヤフォンに太陽電池を接続しただけで音が聞こえると思います。

おしゃべりストロボを簡単に言うと

目では気づけない高い周波数で一定周期で点滅する光の点灯時間幅を音声信号の強さに合わせて変化させることで光に音声信号を乗せています。音の強さで明るさは変化していますが、人間の目では1秒間に60回以上の点滅には気づかない特性があるので、ゆっくりとした変化の音（低い周波数の音声、60Hz以下の周波数）以外ならばチラつきは気づかれずにすむはず。

5. 全回路図

