

1A__単一電池4本・効率を考察

単一電池4本・電球使用の懐中電灯を改造するために効率を考察。

乾電池が四本になると、電池の電圧が6Vになる。白色LEDが点灯する電圧は3.5Vである。このため電圧を下げなければLEDが壊れます。

電池を効率良く使って、1番長く使うには、どの回路がよいのかを考察します。

単純に抵抗器だけで電圧を落とすのが簡単ですが、電圧が下がると光度も下がり、この方法はうまくありません。電池の最終実用可能電圧を何Vにするかによって、回路は変わりますが、端子電圧0.9V、四本で3.6Vから150mAを取り出すのは不可能でしょう。

昇電圧回路を用いて、LEDを直列に点灯する方法や、降電圧回路で効率良く点灯するなど、多くの回路が浮かびますが、どの方法が確実に効率がよいのでしょうか。

オペアンプの定電流回路と、抵抗器使用の回路の電流

VCC (V)	6.0	5.8	5.6	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4
OP_AMPL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	94
REGISTOR	100	93	87	80	74	67	60	54	47	41	34	29	23	20	17

オペアンプを使った定電流回路と、抵抗器で電圧を落とした回路の電流。

回路は比較の為に、白色LEDを5個点灯させ、100mAを消費するとします。

上記のデータは実験値です。

オペアンプを使った定電流回路は、綺麗なデータになり、光度は変化しません。効率は、電池電圧が6Vの時に、 $3.5/6=58\%$ です。

抵抗器だけで電圧を落とすのは簡単ですが、電圧が下がると光度も下がります。光度の変化は、電流に比例するとすれば、6Vの時を100%と言えば、3.5Vのときは20%です。これでは実用的な明るさではありません。

<http://machizukan.net/whiteled/>

効率を元に計算した、各電圧の時の所要電流

VCC (V)	6.0	5.8	5.6	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4
80%=0.44W	73	76	79	82	85	88	92	96	100	105	110	116	122	126	129
70%=0.50W	83	86	89	93	96	100	104	109	114	119	125	132	139	143	147
66%=0.53W	88	91	95	98	102	106	110	115	120	126	133	140	147	151	156
60%=0.58W	97	100	104	107	111	116	120	126	132	138	145	152	161	166	170
55%=0.64W	107	110	114	119	123	128	133	139	145	152	160	168	178	183	188
50%=0.70W	116	120	125	130	135	140	146	152	159	166	175	184	194	200	206

回路は比較の為に、白色LEDを5個点灯させ、100mA、0.35Wを消費するとします。

上記のデータは計算値です。

白色LEDを点灯する方法には、直列につなぎ、昇電圧回路で点灯する方法と並列に並べ、降電圧回路を使う方法があります。1個のICで電圧を監視しながら、最初は降電圧、電池電圧が下がると昇電圧に自動で変る回路もあります。

上の表は、出力0.35Wを取り出すための各電圧における必要電流です。すべて計算値ですので、実験すると幾らか違います。随分昔から使われている、昇電圧、降電圧、両方の回路ができるTL497を使って実験すると、最悪は効率30%を切ります。最良で55%位です。

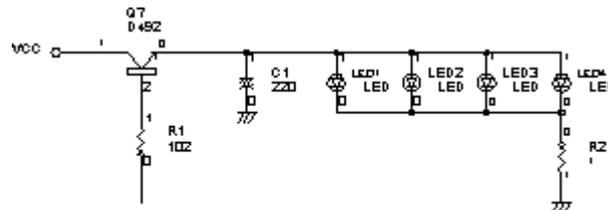
電池電圧が下がると、内部抵抗も増えて、3.6Vで150mAは取り出せるのでしょうか、疑問です。
もし、最終電圧を1V、四本で4Vとするならば、苦勞して作った回路の効率が70%以下では浮かばれませんね！

ここで考えている物は、単一電池4本ですから、多分、LEDは15～20個ですので、必要電流は3～400mAくらいです。その為もっと効率は下がるでしょう。

<http://machizukan.net/whiteled/>

ダウンコンバーター方式の考察

電源電圧がLEDの所要電圧より高い場合は、降圧回路を使うと効率がよいと言われている。
本当かどうかの実験です。



VCC (V)	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
I _{in} (mA)	131	131	130	127	123	104
I _{led} (mA)	267	267	262	255	248	214

白色LEDを4個点灯させ、信号は矩形波を入力した。周波数8129hz

白色LEDをパルス点灯させて、100%通電と同じ光度を得るには、
60%通電では、2.4倍
50%通電では、3倍
の電流を流す必要があります。
上記の回路では、 $20\text{mA} \times 4 \times 3 = 80\text{mA} \times 3 = 240\text{mA}$

I_{in}は電源電流、I_{led}はオシロスコープで見た抵抗R2の両端の波高値を電流に換算したものです。
白色LEDをパルス点灯させると、食いますね。定電流回路なら何時も80mAです。

ちなみに、手元にある市販の、単四2本で昇圧回路を内蔵したLED一個点灯の懐中電灯はパルス点灯なので随分食います。

3V時に115mA、2.6V時に80mA、2.2V時に68mAです。
そして3V時に、63%通電で、LEDに45mA流しています。(2.2倍)

<http://machizukan.net/whiteled/>