A photograph showing a small electronic component, a thermistor, and its metal holder. The thermistor is a small, blue, cylindrical component with a white circular base. It is positioned next to a square metal holder with two vertical pins. Both are resting on a light-colored wooden board. The background is a plain, light-colored surface.

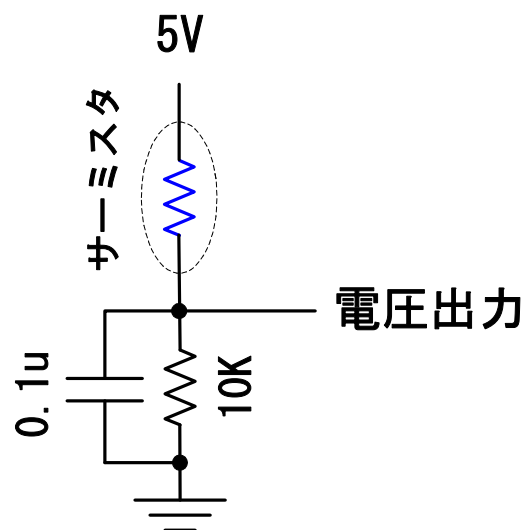
前回、サーミスタの画像は、ホルダーに挿入した足ピンの画像しか無かったので、サーミスタ素子の頭の部分も、含めた画像です。見た目は、積層セラコンに似ています。積層セラコンより、少し小さいです。

## サーミスタの特性表

温度	抵抗値 $\Omega$	電圧値
-20	67,770	0.643
-10	42,470	0.953
0	27,280	1.341
10	17,960	1.788
20	12,090	2.263
25	10,000	2.500
30	8,313	2.730
40	5,827	3.159
50	4,160	3.531
60	3,020	3.840
70	2,228	4.089
80	1,668	4.285
90	1,266	4.438
100	973	4.557
110	758	4.648

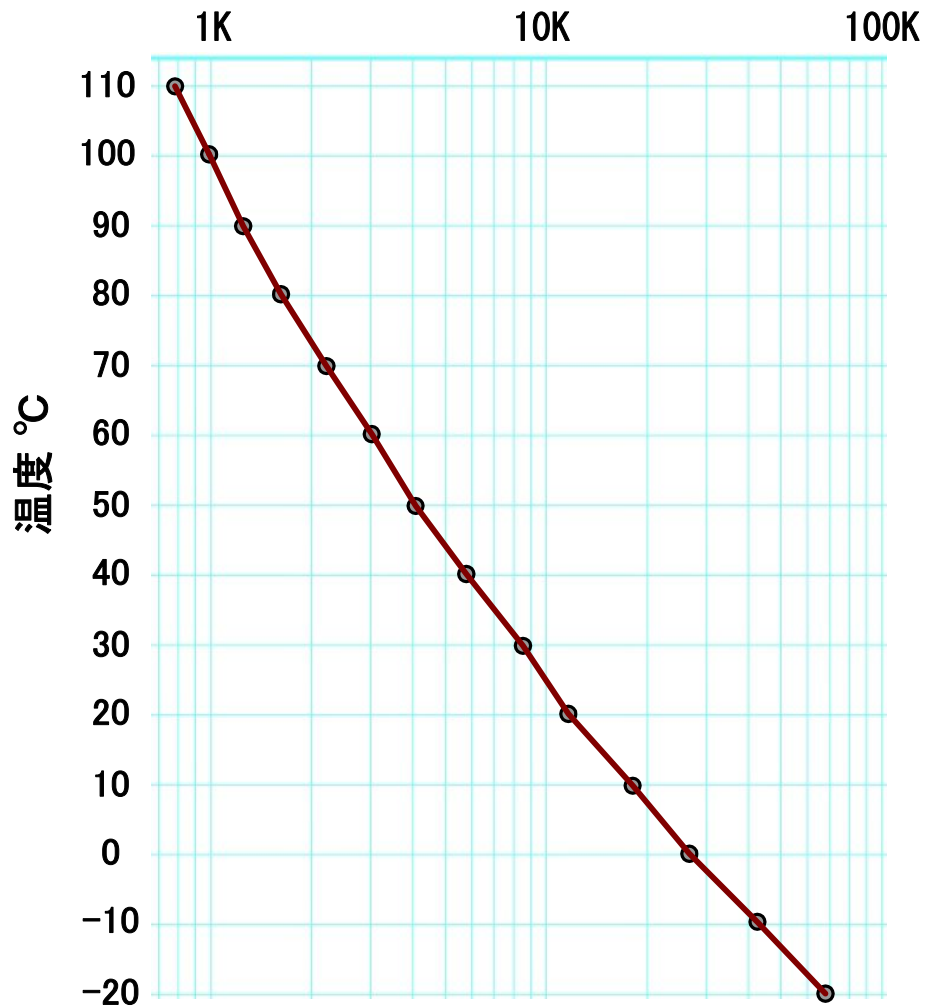
左の特性表の 温度、抵抗値の表の値は、メーカー公表値です。  
 電圧値は、下のテスト回路を用いて、Excelにて計算で求めました。  
 標準温度の 25°Cで、5V電源の中心電圧 2.5V になるように  
 下側の固定抵抗を 10K $\Omega$  (金属皮膜抵抗)としました。  
 寒暖計的な用途で使うのであれば、10K $\Omega$  でいいと思います。

テスト回路



今回の用途では、40°C以上が多分、監視範囲となるので、10K $\Omega$ だと、3V以上になるので、下側の固定抵抗の抵抗値を、もう少し下げて電圧を 45°Cで、2.5Vぐらいになるようにしても、いいと思います。  
 (5K $\Omega$ で、検討中) 何故、計りたい温度を、2.5V前後にするかというと電源電圧の 1/2の 2.5Vあたりが温度に対する電圧の分解能が高くなるのです。それと R8Cマイコンの A/Dコンバータが 10bit なので、なるべく計りたい温度範囲の電圧変化を、大きくしたい。という事です。

## サーミスタの特性・グラフ表示



一応、サーミスタの温度に対する抵抗変化を、グラフで表してみました。数表で見ると、温度が、低い方向に向うにつれ、抵抗値が、指数関数的に増えているようなので、片対数グラフで、表してみました。

点のプロットは、私がフリーハンドで行いましたので、細かい精度は ありません。

凡その 傾向として 見て下さい。

この図を見た感じでは、対数グラフ上で、直線に近いカーブを描いているようです。

よって、温度が低くなるにつれ、抵抗値が指数関数的に増加するようです。



## サーミスタの特性表 $R_s = 5K\Omega$ 、試算

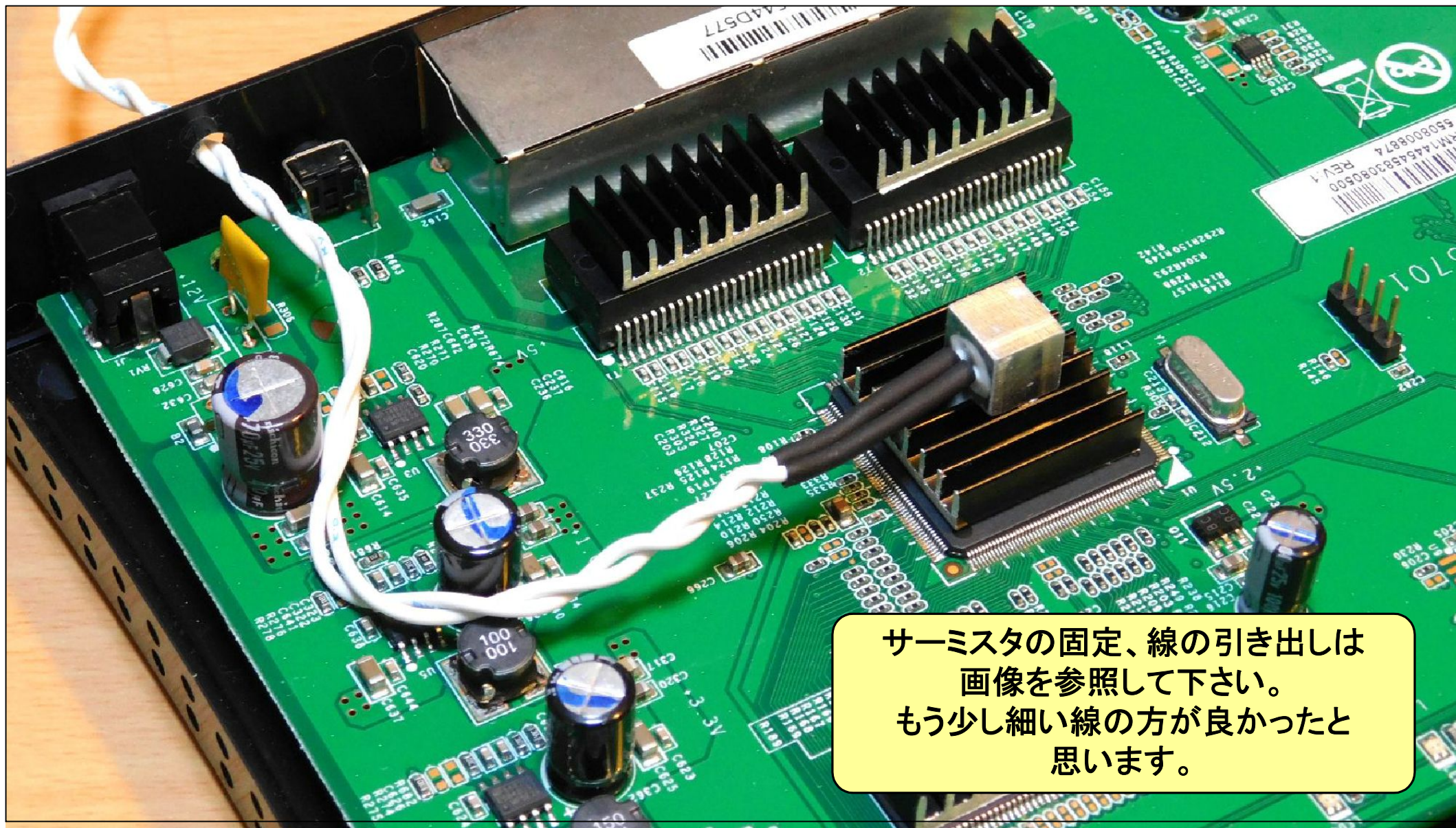
$R_s = 5,000 K\Omega$

温度	抵抗値 $\Omega$	電圧値
-20	67,770	0.344
-10	42,470	0.527
0	27,280	0.774
10	17,960	1.089
20	12,090	1.463
25	10,000	1.667
30	8,313	1.878
40	5,827	2.309
50	4,160	2.729
60	3,020	3.117
70	2,228	3.459
80	1,668	3.749
90	1,266	3.990
100	973	4.186
110	758	4.342

一応、回路下側の、固定抵抗を  $10K\Omega$  から  $5K\Omega$  に変更した数表です。 $40^\circ C$  から  $50^\circ C$  の間の電圧差は  $10K\Omega$  時が、 $0.372V$  です。 $5K\Omega$  時が、 $0.42V$  です。

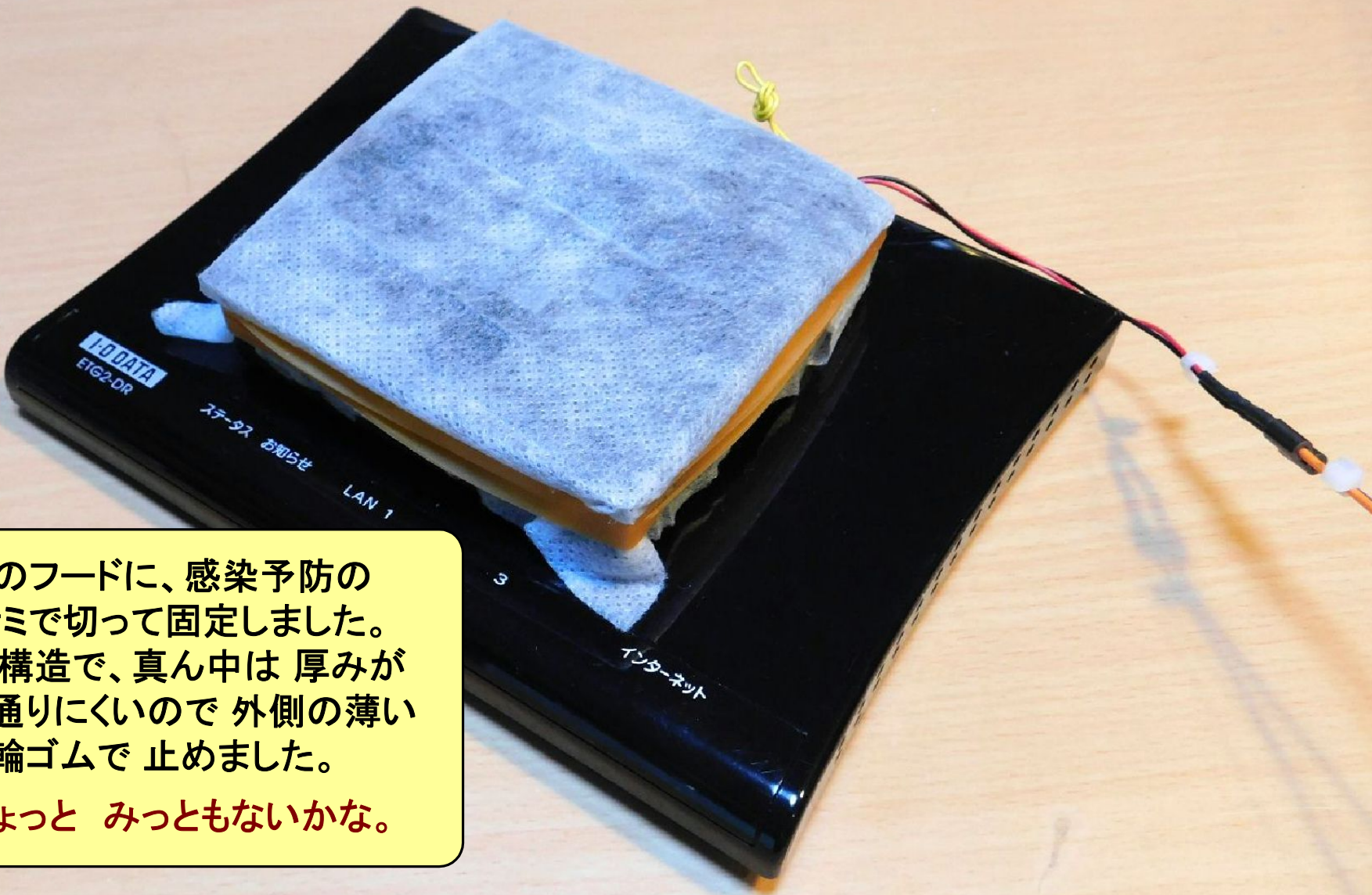
抵抗を  $10K\Omega$  から  $5K\Omega$  に変更して約  $13\%$  の電位差の増加でした。この程度の電位差の増加であれば、無理して  $5K\Omega$  に変えなくても、標準値の  $10K$  でよさそうな気がします。

という事で、固定抵抗は、 $10K\Omega$  で、行きます。



サーミスタの固定、線の引き出しは  
画像を参照して下さい。  
もう少し細い線の方が良かったと  
思います。





外側のFANのフードに、感染予防のマスクをハサミで切って固定しました。マスクは3層構造で、真ん中は厚みがあり、空気が通りにくいので外側の薄い布？だけを、輪ゴムで止めました。

見た目が、ちょっと みっともないかな。

## マイコンによる 温度コントローラの検討

やっと、マイコンの 温度コントローラの説明に入ります。大雑把な仕様を箇条書きします。

① 使用マイコン:

ルネサス R8C/110A 14ピン

Vcc: 3.0 ~ 5.5V

内部オシレータを使用した場合の

I/Oに使用できるピン数: 10ピン

② 電源:

DC 12V ( FANが 12Vだから )

三端子電源IC 7805等で 5Vを 生成する。

③ 入力: 1 チャンネル

温度センサが、サーミスタなので、信号源インピーダンスが高いので 5Vの レール to レール OPAMPで、ボルテージフォロアを形成する。

④ 出力: 1 チャンネル

12V FAN ( ブラシレスDCモーター )

当初、PWMで、出力を可変にしようかとも思っていたが、ブラシレスDCモーターの電源を、PWMでスイッチすると、モーター内部の電子整流子回路に悪影響が出るかもしれないので止めた。

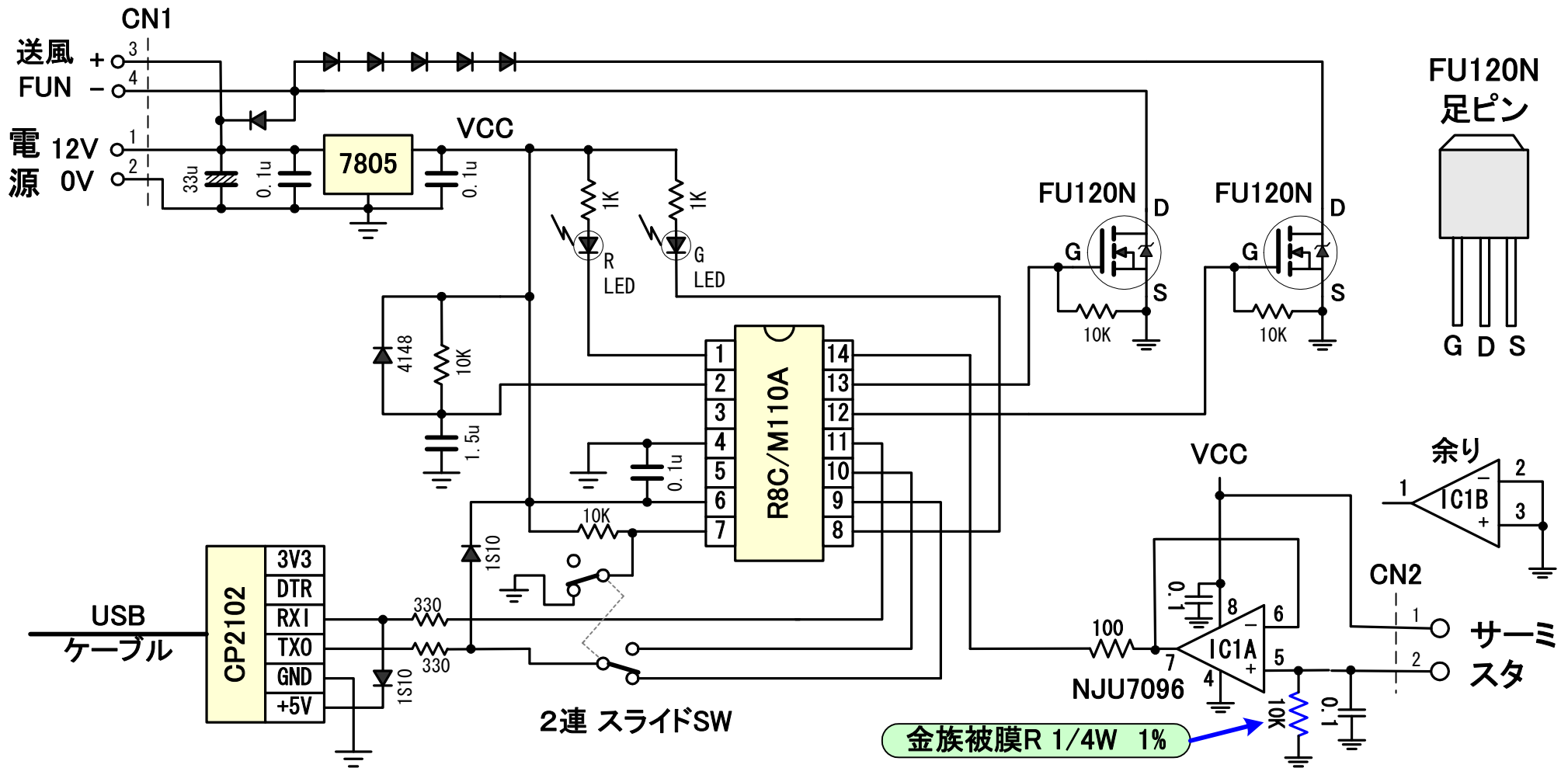
出力電圧可変の妥協案で、ポートを2つ使い2段階の出力を実現する。

片方は、MOS-FETで、FANを直接制御してFANを 12Vで 回す。

もう片方は、整流用ダイオード 5個を 直列にFANに接続して FANを 8.5Vぐらいで 回す。

直流負荷の場合は、12Vを 8.5Vに落とすと消費電力は、約 1/2 になる。

# 空冷FANコントローラ回路図





## R8C/M110Aのポートレジスタ

Port. 1 b1 : 14 ピン

サーミスタのアナログ信号入力。

Port. 1 b2 : 13 ピン

空冷FAN 強い風 1 にて ON

Port. 1 b3 : 12 ピン

空冷FAN 弱い風 1 にて ON

Port. 1 b4 : 11 ピン

## シリアル通信 TxD信号 ( pgm、exe 共通 )

Port. 1 b5 : 10 ピン

## 実行時 シリアル通信 RxD信号

Port. 1 b6 : 9 ピン

### Pgm時 シリアル通信 RxD信号

Port. 1 b7 : 8 ピン

## 緑 LED 0 で点灯

Port. 3   b7 :   1   ピン

## 赤 LED 0 で点灯

Port. 1							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
gLED	pRx0	Rx0	Tx0	D0_3	D0_2	AN1	
8	9	10	11	12	13	14	

Port. 3							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
rLED							
1							

Port. 4							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
P4_7	P4_6						
3	5						

Port. A							
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
							PA_0
							2





### 空冷FANコントローラ回路図

