



PCB 電卓

**December 22, 2020**

---

Contents

1	はじめに	1
2	レギュレーター	2
2.1	レギュレーター	2
2.2	配線幅	2
2.3	導体間隔	3
2.4	伝送線路	3
2.5	RF アッテネーター	5
2.6	カラーコード	5
2.7	ボードクラス	6
2.7.1	Performance Classes	6
2.7.2	PCB Types	6

## リファレンス・マニュアル

### 著作権

このドキュメントは以下の貢献者により著作権所有 © 2019 されています。あなたは、GNU General Public License ( <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html> ) のバージョン 3 以降、あるいはクリエイティブ・コモンズ・ライセンス ( <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> ) のバージョン 3.0 以降のいずれかの条件の下で、配布または変更することができます。

### 貢献者

Heitor de Bittencourt. Mathias Neumann

### 翻訳

starfort <starfort AT nifty.com>, 2019.

### フィードバック

バグ報告や提案はこちらへお知らせください:

- KiCad のドキュメントについて: <https://gitlab.com/kicad/services/kicad-doc/issues>
- KiCad ソフトウェアについて: <https://gitlab.com/kicad/code/kicad/issues>
- KiCad ソフトウェアの翻訳について: <https://gitlab.com/kicad/code/kicad-i18n/issues>

### 発行日とソフトウェアのバージョン

March 05 2020

## 1 はじめに

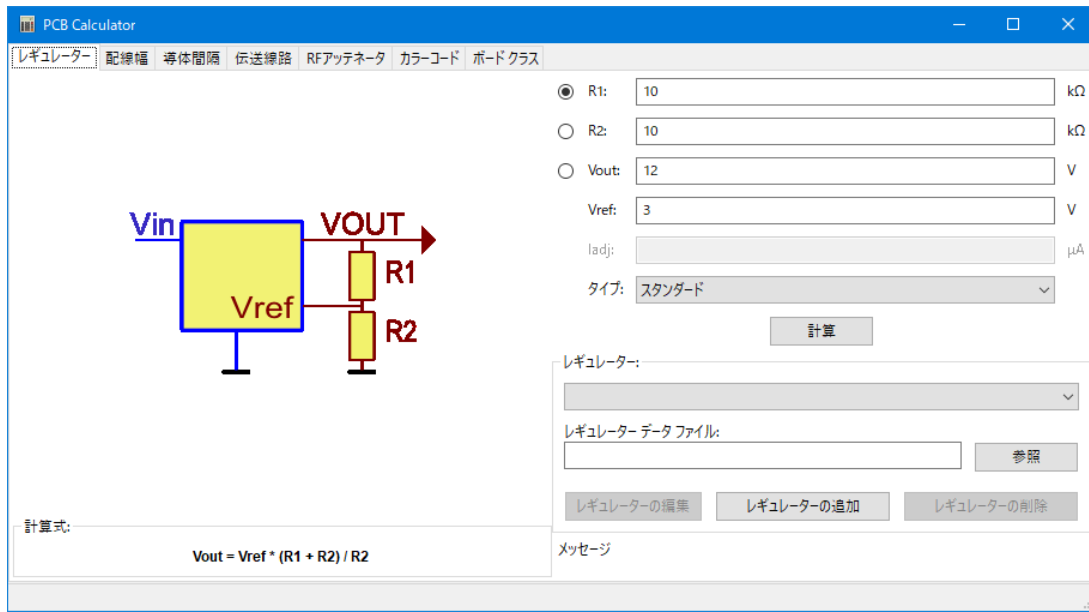
The KiCad PCB Calculator is a set of utilities to help you find the values of components or other parameters of a layout. The Calculator has the following tools:

- レギュレーター
  - 配線幅
  - 導体間隔
  - 伝送線路
  - RF アッテネーター
  - カラーコード
  - ボードクラス
-

## 2 レギュレーター

### 2.1 レギュレーター

この計算機は、リニア定電圧レギュレーターと低損失定電圧レギュレーターで使用する抵抗の値を見つけるのに役立ちます。



The screenshot shows the 'Regulator' tab in the PCB Calculator. The schematic on the left depicts a voltage regulator block with input  $V_{in}$ , output  $V_{out}$ , and a reference voltage  $V_{ref}$ . The output is connected to a resistor divider with resistors  $R1$  and  $R2$ . The software interface on the right includes input fields for  $R1$  (10 kΩ),  $R2$  (10 kΩ),  $V_{out}$  (12 V),  $V_{ref}$  (3 V), and  $I_{adj}$  (μA). A dropdown menu for 'Type' is set to 'Standard'. A 'Calculate' button is present. Below the inputs, there are buttons for 'Regulator Data File', 'Regulator Edit', 'Regulator Add', and 'Regulator Remove'. The calculated output voltage is displayed as  $V_{out} = V_{ref} \cdot (R1 + R2) / R2$ .

For the *Standard Type*, the output voltage  $V_{out}$  as a function of the reference voltage  $V_{ref}$  and resistors  $R1$  and  $R2$  is given by:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right)$$

For the *3 terminal type*, there is a correction factor due to the quiescent current  $I_{adj}$  flowing from the adjust pin:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right) + I_{adj} \cdot R2$$

この電流は一般的に 100 μA 以下であり、気をつけながら無視することができます。

To use this calculator, enter the parameters of the regulator *Type*,  $V_{ref}$  and, if needed,  $I_{adj}$ , select the field you want to calculate (one of the resistors or the output voltage) and enter the other two values.

### 2.2 配線幅

The Track Width tool calculates the trace width for printed circuit board conductors for a given current and temperature rise. It uses formulas from IPC-2221 (formerly IPC-D-275).

PCB Calculator

レギュレーター 配線幅 導体間隔 伝送線路 RFアッテネータ カラーコード ボードクラス

パラメータ:

電流: 1.0 A

温度上昇: 10.0 °C

導体長: 20 mm

抵抗率: 1.72e-8 電気抵抗計

最大電流を指定した場合、配線幅は適応するように計算されます。  
配線幅の一つを指定した場合、流せる最大電流が計算されます。また、この電流を流すことができるように他のコントロール値は、ボールド体で表示されます。

計算は、電流に対しては 35A (外部) または 17.5A (内部) まで、温度上昇は 100°C まで、幅は 400mil (10mm) まで有効です。  
計算式 (IPC 2221 より) は

$$I = K \cdot dT^{0.44} \cdot (W \cdot H)^{0.725}$$

ここで:  
I = アンペア表記による最大電流  
dT = °C 表記による周囲に対する上昇温度  
W, H = mil 表記による幅と厚さ  
K = 内層配線 0.024 または 外層配線 0.048

外層配線:

配線幅: 0.300387 mm

配線の銅箔厚: 0.035 mm

断面積: 0.0105135 mm x mm

抵抗: 0.0327197 Ω

電圧降下: 0.0327197 Volt

電力損失: 0.0327197 W

内層配線:

配線幅: 0.781437 mm

配線の銅箔厚: 0.035 mm

断面積: 0.0273503 mm x mm

抵抗: 0.0125776 Ω

電圧降下: 0.0125776 Volt

電力損失: 0.0125776 W

## 2.3 導体間隔

This table helps finding the minimum clearance between conductors.

Each line of the table has a minimum recommended distance between conductors for a given voltage (DC or AC peaks) range. If you need the values for voltages higher than 500V, enter the value in the box in the left corner and press *Update Values*.

PCB Calculator

レギュレーター 配線幅 導体間隔 伝送線路 RFアッテネータ カラーコード ボードクラス

mm

電圧 > 500V:  
10000

値を更新

注: 値は最小値です (IPC 2221 より)

	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0 ... 15V	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.13	0.13
16 ... 30V	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.25	0.13
31 ... 50V	0.1	0.6	0.6	0.13	0.13	0.4	0.13
51 ... 100V	0.1	0.6	1.5	0.13	0.13	0.5	0.13
101 ... 150V	0.2	0.6	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
151 ... 170V	0.2	1.25	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
171 ... 250V	0.2	1.25	6.4	0.4	0.4	0.8	0.4
251 ... 300V	0.2	1.25	12.5	0.4	0.4	0.8	0.8
301 ... 500V	0.25	2.5	12.5	0.8	0.8	1.5	0.8
> 500V	24	50	250	29.775	29.775	30.475	29.775

\* B1 - 内層導体  
\* B2 - 外層導体, コーティングなし, 海拔3050mまで  
\* B3 - 外層導体, コーティングなし, 海拔3050m以上  
\* B4 - 外層導体, 耐久ポリマー コーティング (海拔によらず)  
\* A5 - 外層導体, Assy全体に絶縁保護コーティング (海拔によらず)  
\* A6 - 外層 コンポーネントリード/終端, コーティングなし  
\* A7 - 外層 コンポーネントリード/終端, 絶縁保護コーティング (海拔によらず)

## 2.4 伝送線路

伝送線路理論は、高周波とマイクロ波工学の授業における基本です。

In the calculator you can choose different sorts of Line Types and their special parameters. The models implemented are frequency-dependent, so they disagree with simpler models at high *enough* frequencies.

This calculator is heavily based on [Transcalc](#).

The transmission line types and the reference of their mathematical models are listed below:

- Microstrip line:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", Microwave Journal, pp. 109-115, November 1989.
- Coplanar wave guide.
- Coplanar wave guide with ground plane.
- Rectangular waveguide:
  - S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257.
- Coaxial line.
- Coupled microstrip line:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", Microwave Journal, pp. 109-115, November 1989.
  - M. Kirschning and R. H. Jansen, "Accurate Wide-Range Design Equations for the Frequency-Dependent Characteristic of Parallel Coupled Microstrip Lines," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 32, no. 1, pp. 83-90, Jan. 1984. doi: 10.1109/TMTT.1984.1132616.
  - Rolf Jansen, "High-Speed Computation of Single and Coupled Microstrip Parameters Including Dispersion, High-Order Modes, Loss and Finite Strip Thickness", IEEE Trans. MTT, vol. 26, no. 2, pp. 75-82, Feb. 1978.
  - S. March, "Microstrip Packaging: Watch the Last Step", Microwaves, vol. 20, no. 13, pp. 83-94, Dec. 1981.
- Stripline.
- Twisted pair.

## 2.5 RF アッテネーター

With the RF Attenuator utility you can calculate the values of the resistors needed for different types of attenuators:

- パイ型
- T 型
- ブリッジ T 型
- 抵抗分割型

To use this tool, first select the type of attenuator you need, then enter the desired attenuation (in dB) and input/output impedances (in Ohms).

PCB Calculator

レギュレーター 配線幅 導体間隔 伝送線路 RFアッテネータ カラーコード ボードクラス

アッテネータ:

- ☒ パイ型
- ☐ T型
- ☐ ブリッジT型
- ☐ 抵抗分割型

パラメータ:

減衰量: 6 dB

Z<sub>in</sub>: 50 Ω

Z<sub>out</sub>: 50 Ω

計算

値

R1: Ω

R2: Ω

R3: Ω

メッセージ:

計算式

**Z<sub>in</sub>** desired input impedance in Ω

**Z<sub>out</sub>** desired output impedance in Ω

**a** attenuation in dB

$L = 10^{a/10}$  (the loss)

$A = (L + 1)/(L - 1)$

**Pi attenuator**

$R2 = (L - 1)/2 * \sqrt{(Z_{in} * Z_{out})/L}$

$R1 = 1/(A/Z_{in} - 1/R2)$

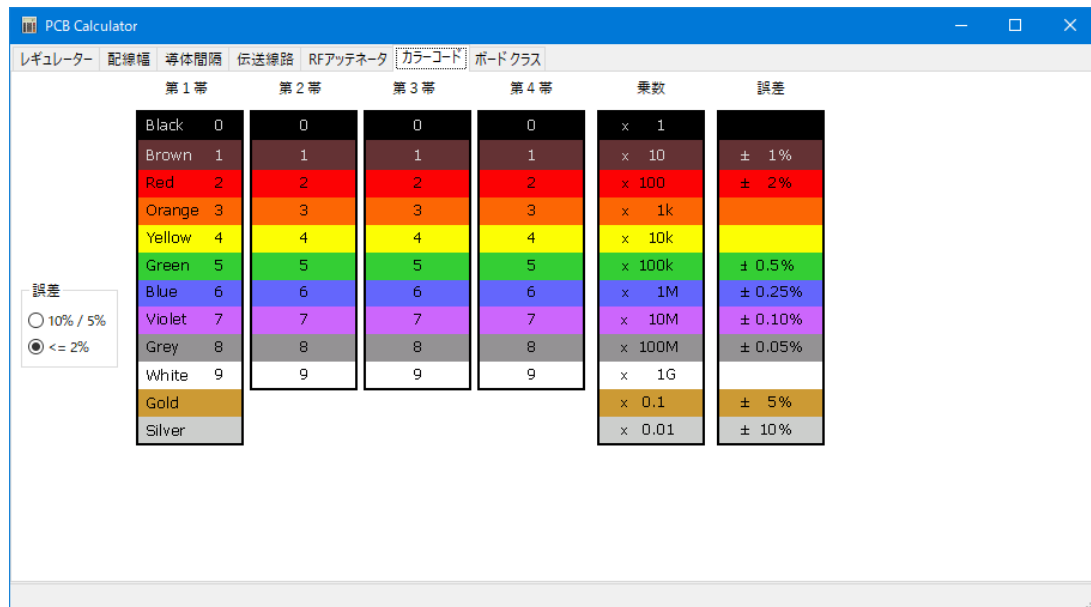
$R3 = 1/(A/Z_{out} - 1/R2)$

## 2.6 カラーコード

この計算機は、抵抗のカラーバーを抵抗値に翻訳するのを助けます。この機能を使うには、抵抗の 許容誤差 (10%、5% または 2% 以下) を最初に選択します。例えば:

- 黄紫赤金:  $47 \times 100 \pm 5\% = 4700 \Omega$ , 許容誤差 5%
- 1 kΩ, 許容誤差 1%: 茶黒黒茶茶





	第1帯	第2帯	第3帯	第4帯	乗数	誤差
Black	0	0	0	0	x 1	
Brown	1	1	1	1	x 10	± 1%
Red	2	2	2	2	x 100	± 2%
Orange	3	3	3	3	x 1k	
Yellow	4	4	4	4	x 10k	
Green	5	5	5	5	x 100k	± 0.5%
Blue	6	6	6	6	x 1M	± 0.25%
Violet	7	7	7	7	x 10M	± 0.10%
Grey	8	8	8	8	x 100M	± 0.05%
White	9	9	9	9	x 1G	
Gold					x 0.1	± 5%
Silver					x 0.01	± 10%

誤差  
☐ 10% / 5%  
☒ ≤ 2%

## 2.7 ボードクラス

### 2.7.1 Performance Classes

In IPC-6011 have been three performance classes established

- Class 1 General Electronic Products Includes consumer products, some computer and computer peripherals suitable for applications where cosmetic imperfections are not important and the major requirement is function of the completed printed board.
- Class 2 Dedicated Service Electronic Products Includes communications equipment, sophisticated business machines, instruments where high performance and extended life is required and for which uninterrupted service is desired but not critical. Certain cosmetic imperfections are allowed.
- Class 3 High Reliability Electronic Products Includes the equipment and products where continued performance or performance on demand is critical. Equipment downtime cannot be tolerated and must function when required such as in life support items or flight control systems. Printed boards in this class are suitable for applications where high levels of assurance are required and service is essential.

### 2.7.2 PCB Types

In IPC-6012B there are also 6 Types of PCB defined:

- Printed Boards without plated through holes (1)
  - 1 Single-Sided Board
- And Boards with plated through holes (2-6)
  - 2 Double-Sided Board

- 3 Multilayer board without blind or buried vias
- 4 Multilayer board with blind and/or buried vias
- 5 Multilayer metal core board without blind or buried vias
- 6 Multilayer metal core board with blind and/or buried vias

PCB Calculator

レギュレーター 配線幅 導体間隔 伝送線路 RFアッテネータ カラーコード ボードクラス

mm

注: 値は最小値です

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5	クラス6
配線幅	0.8	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
最小クリアランス	0.68	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
ビア: (直径 - ドリル)	--	--	0.45	0.34	0.24	0.2
メッキありパッド: (直径 - ドリル)	1.19	0.78	0.6	0.49	0.39	0.35
メッキなしパッド: (直径 - ドリル)	1.57	1.13	0.9	--	--	--