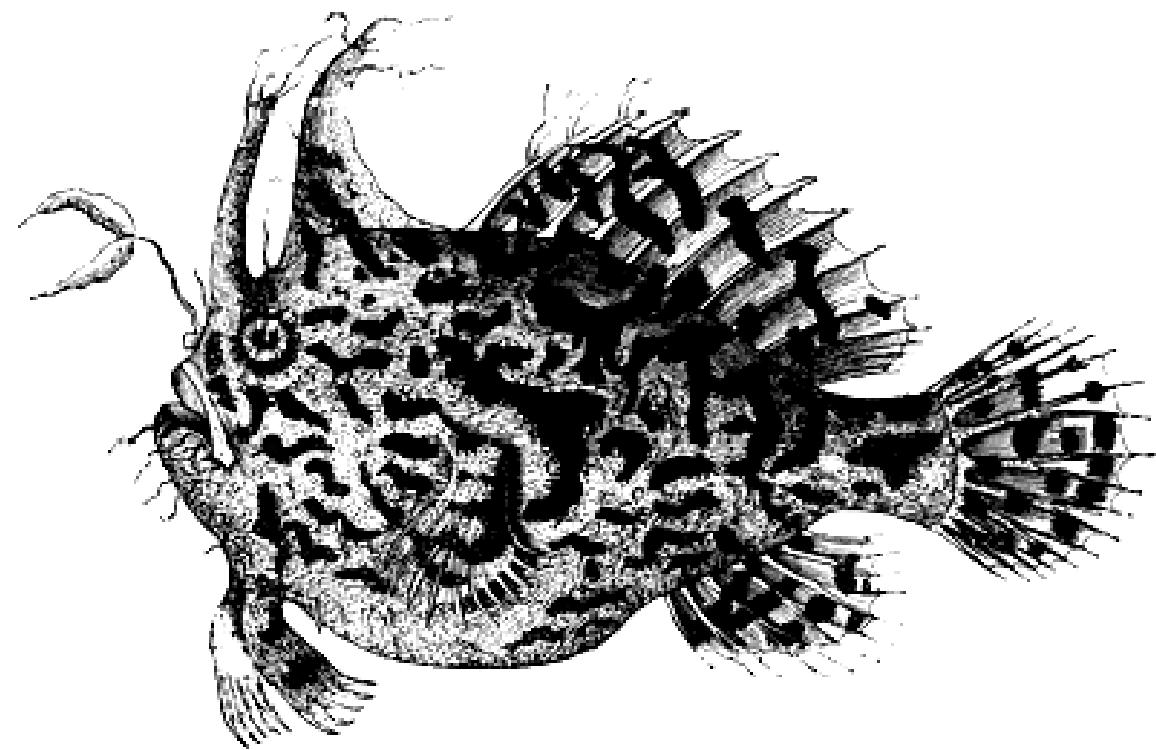


The most easy KiCad textbook



KiCad Basics

for KiCad beginners

KiCad 入門

2017年 6月 3日 第1版発行
2017年 8月 18日 第2版発行
2017年 9月 29日 第3版発行
2017年 11月 18日 第4版発行
2017年 12月 6日 第5版発行
2018年 3月 24日 第6版発行

こさか きみお
著作権者：小坂 貴美男

kimio.kosaka@gmail.com



Kosaka lab

Kimio Kosaka

目 次

1. 目的・目標	3
2. KiCad を用いた回路設計～基板製造発注までの工程	3
3. 準備	3
(1) KiCad のインストール	3
(2) 自動配線ツール Freeroute のインストール	3
4. プロジェクトの作成	3
(1) KiCad 起動	3
(2) 新規プロジェクトの作成	3
5. 回路図入力	4
(1) 回路図エディタ Eeschema 起動	4
(2) 回路エディタオプションの変更	5
(3) 図枠の設定、カーソルの設定	5
(4) 回路図・部品表	5
(5) 部品呼出し	6
(6) コンポーネント・ライブラリ追加	7
(7) 部品の回転、移動、コピーなど	7
Tips 1. ショートカット・キーが働かないとき	8
(8) 配線 ショートカット W	9
(9) 配線後の編集	9
(10) 値の入力 ショートカット V	10
(11) ネット名（ローカルラベル） ショートカット L	10
(12) 空き端子処理	10
Tips 2. 空き端子フラグ、PWR_FLAG、配線ラベル	10
6. アノテーション(annotation)	11
7. ERC (イー・アール・シー：Electrical Rule Check)	11
8. フットプリント割付け	11
9. ネットリスト出力	12
10. レイアウト設計	13
(1) レイアウトエディタ PcbNew 起動	13
(2) 図枠の設定	13
(3) 一般設定 の変更	13
(4) 作業原点	13
(5) デザインルール設定	13
(6) 基板外形	14
(7) 取付け穴を設ける	15
(8) ネットリストの読み込み	15
(9) フットプリントの展開	16
(10) 部品配置	16
(11) 部品定数の非表示、部品番号の移動	17
(12) ベタグラウンド領域の設定	17
(13) 手動配線・練習	17
(14) 配線編集	18
(15) 押しのけ配線	18

PcbNew デフォルト・ショートカット

mac () Ctrl→Cmd

機 能	ショートカット	機 能	ショートカット
ショートカット・ヘルプ ?		導体レイヤー (B. Cu) へ切替 PgDn	
ズーム イン F1 (Cmd++)		内層レイヤー 1 へ切替 F5	
ズーム アウト F2 (Cmd+-)		内層レイヤー 2 へ切替 F6	
再描画をズーム F3 (Cmd+R)		内層レイヤー 3 へ切替 F7	
中心ヘズーム F4		内層レイヤー 4 へ切替 F8	
自動ズーム Home (Cmd+0)		内層レイヤー 5 へ切替 Shift+F5	
3D ビューア Alt+3		内層レイヤー 6 へ切替 Shift+F6	
単位を切替 Ctrl+U		部品レイヤー (F. Cu) へ切替 PgUp	
ローカル座標をリセット Space		次のレイヤーへ切替 +	
グリッドの原点を設定 S		前のレイヤーへ切替 -	
グリッド原点のリセット Z		フットプリントを追加 0	
元に戻す Ctrl+Z		配線幅を次のものに変更 W	
やり直し Ctrl+Y (Cmd+Shift+Z)		配線幅を前のものに変更 Ctrl+W	
マウスの左クリック Return		グリッドを高速グリッド 1 に切替 Alt+1	
マウスの左ダブルクリック End		グリッドを高速グリッド 2 に切替 Alt+2	
配線表示モード K		グリッドを次のものに切替 N	
配線、フットプリントを削除 Del		グリッドを前のものに切替 Shift+N	
配線セグメントを削除 BkSp		マクロ 0 を記録 Ctrl+0	
新規配線を追加 X		マクロ 0 の呼び出し 0	
貫通ビアを追加 V		マクロ 1 を記録 Ctrl+1	
BVH)/BH を追加 Alt+Shift+V		マクロ 1 の呼び出し 1	
マイクロビアを追加 Ctrl+V		マクロ 2 を記録 Ctrl+2	
レイヤー指定貫通ビアを追加 <		マクロ 2 の呼び出し 2	
レイヤー指定 BVH/BH を追加 Alt+<		マクロ 3 を記録 Ctrl+3	
配線の形状を変更 /		マクロ 3 の呼び出し 3	
配線のドラッグ移動 D		マクロ 4 を記録 Ctrl+4	
アイテムの配置 P		マクロ 4 の呼び出し 4	
アイテムをコピー C		マクロ 5 を記録 Ctrl+5	
アイテムの移動 M		マクロ 5 の呼び出し 5	
アイテムを裏返す F		マクロ 6 を記録 Ctrl+6	
アイテムを回転 R		マクロ 6 の呼び出し 6	
数値を指定してアイテムを移動 Ctrl+M		マクロ 7 を記録 Ctrl+7	
アイテムの複製 Ctrl+D		マクロ 7 の呼び出し 7	
アイテムの複製とインクリメント Ctrl+Shift+D		マクロ 8 を記録 Ctrl+8	
配列の作成 Ctrl+N		マクロ 8 の呼び出し 8	
アイテムをドラッグ G		マクロ 9 を記録 Ctrl+9	
フットプリントの検索と移動 T		マクロ 9 の呼び出し 9	
フットプリントをロック ON/OFF L		ハイ コントラスト表示モードとの切替 H	
ボードを保存 Ctrl+S		描画キャンバスを 標準 に切替 F9 (Alt+F9)	
名前を付けてボードを保存 Ctrl+Shift+S		描画キャンバスを Cairo(2D) に切替 F12 (Alt+F12)	
ボードをロード Ctrl+L		描画キャンバスを OpenGL(3D) に切替 F11 (Alt+F11)	
アイテム検索 Ctrl+F		全てのゾーンを塗りつぶす B	
アイテムを編集 E		全てのゾーンの塗りつぶしエリアを削除 Ctrl+B	
フットプリント エディタで編集 Ctrl+E			

【付録】ショートカット一覧

Eeschema デフォルト・ショートカット		mac () Ctrl→Cmd	
機 能	ショートカット	機 能	ショートカット
ショートカット・ヘルプ	?	コンポまたはラベルをコピー	C
ズーム イン	F1 (Cmd++)	コンポーネントを追加	A
ズーム アウト	F2 (Cmd+-)	電源を追加	P
再描画をズーム	F3 (Cmd+R)	X 軸で反転	X
中心ヘズーム	F4	Y 軸で反転	Y
スクリーンにフィット	Home (CMD+0)	標準のコンポの方向	N
ローカル座標をリセット	Space	コンポの定数を編集	V
アイテムを編集	E	コンポのリファレンスを編集	U
アイテムを削除	Del	コンポのフットプリントを編集	F
アイテムを回転	R	コンボライブラリエディタで編集	Ctrl+E
アイテムをドラッグ	G	配線の開始	W
元に戻す	Ctrl+Z	バスの開始	B
やり直し	Ctrl+Y (Cmd+Shift+Z)	ワイヤ／バスの線を終端	K
マウスの左クリック	Return	ラベルを追加	L
マウスの左ダブルクリック	End	階層ラベルを追加	H
回路図を保存	Ctrl+S	グローバル ラベルを追加	Ctrl+H
回路図をロード	Ctrl+L	ジャンクションを追加	J
アイテム検索	Ctrl+F	空き端子フラグを追加	Q
次のアイテムを検索	F5	シートを追加	S
次の DRC マーカーを検索	Shift+F5	ワイヤ エントリを追加	Z
検索と置換	Ctrl+Alt+F	バス エントリを追加	/
最後のアイテムを繰り返し	Ins	図形ポリラインを追加	I
ブロックを移動 -> ドラッグ	Tab	図形テキストを追加	T
ブロックを保存	Ctrl+C	シートから抜ける	Alt+BkSp
回路図のアイテムを移動	M	ノードを削除	BkSp

(16) 配線の一括削除 19
(17) GND, VCC 他の手動配線 19
(18) オートルータ 19
(19) 配線修正 20
(20) 配線とビアのクリーンアップ 20
(21) 基板に名前などを書く 20
(22) DRC (ディー・アール・シー : Design Rule Check) 20
(23) ベタグラウンド貫通ビアの配置 21
(24) アーカイブの保存 21
1 1. 面付けとVカット 22
(1) 現在の基板データの保存終了 22
(2) 面付け用のPcbNew を起動 22
(3) 基板レイアウトのインポート 22
(4) 名前を付けて保存 22
(5) 面付け操作 22
(6) 外形線の削除 23
(7) 面付け基板用外形線とVカットラインを描く 23
1 2. 製造データの出力と確認 23
(1) ガーバーデータの出力 24
(2) ドリルデータの生成 24
(3) 基板製造データの確認 25
(4) ファイル名と拡張子の変更 25
1 3. コンポーネント・ライブラリの制作 26
1 4. フットプリント・ライブラリの制作 28
1 5. ライブラリの利用と管理 30
Tips 3. DXF ファイルのインポート 33
Tips 4. 複雑な基板外形のベタグラウンド 34
Tips 5. 表面実装部品パッドへの配線 35
Tips 6. PCB Calculator 35
Tips 7. 特定の配線だけ残して他は全部ラツツネットにもどす 36
Tips 8. ERC 条件の設定 37
Tips 9. 長穴 Pad 37
Tips 10. 座標指定によるフットプリントの配置 38
Tips 11. GND の引き回し 38
Tips 12. コンポーネント、フットプリント ライブラリ提供 Web サイト 38
Tips 13. 塗りつぶしエリア（ベタ）の中に塗りつぶしエリア（ベタ）を設ける 39
【演習課題】 40
【付録】ショートカット一覧 41

1. 目的・目標

このハンズオン（実習）は、基板設計 CAD 「KiCad」の操作に習熟することを目的とし、自分独自の回路の基板を設計できるようになることを目標とします。

2. KiCad を用いた回路設計～基板製造発注までの工程

- ① 回路設計
- ② KiCad ライブラリ準備（コンポーネント、フットプリント）
- ③ 回路図入力
- ④ アノテーション
- ⑤ フットプリント割付
- ⑥ ネットリスト出力
- ⑦ レイアウト設計
- ⑧ ガーバーデータ出力
- ⑨ 発注データ編成
- ⑩ 発注

このテキストでは③～⑨について解説します。

3. 準備

(1) KiCad のインストール

KiCad 公式サイト <http://kicad-pcb.org/>を開き DOWNLOAD ページから目的の OS の KiCad をダウンロードしインストールします。（2018.02.15 現在の stable 版は 4.0.7）

参考：本書はデフォルト設定でインストールした KiCad 4.0.7 を想定して記述しております。

(2) 自動配線ツール Freeroute のインストール

① <https://github.com/freerouting/freerouting/files/1282814/freeroute.jar.zip>

をダウンロードします。

② zip ファイルを解凍すると **freeroute.jar** が生成されます。

③ freeroute.jar を次のフォルダ配下に保存します。

Windows

C:\Program Files\KiCad\bin\

mac

/Applications/Kicad/kicad.app/Contents/Applications/pcbnew.app/Contents/MacOS/

ubuntu Linux

/usr/bin/

④ JAVA Runtime Environment

freeroute.jar の実行には JAVA 実行環境が必要です。 <https://java.com/ja/download/>

4. プロジェクトの作成

(1) KiCad を起動します。

(2) 新規プロジェクトの作成

① メニューバー「ファイル」→「新規プロジェクト」→「新規プロジェクト」と進みます。 図 4-1

【演習課題 1】

- ① 図 E-1 の演習回路について新規プロジェクトを起こして基板設計をしてください。
- ② 使用するコンポーネント、フットプリントは表 E-1 のとおりです。
- ③ 基板のサイズができるだけ小さくなるように配置配線を工夫してください。
- ④ 100mm×100mm 以下に収まるように面付けしてください。
- ⑤ 面付け基板のガーバーデータ、ドリルデータを出力してください。
- ⑥ ガーバーデータ、ドリルデータが正しく出力されているか確認してください。

演習回路

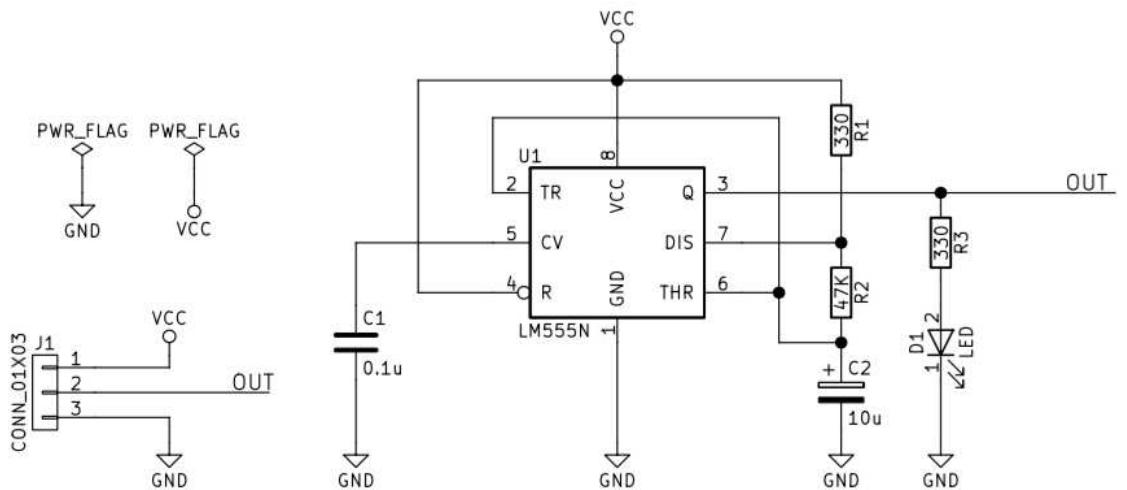


図 E-1

演習回路部品表

No.	コンポーネント	ライブラリ: フットプリント
U1	LM555N	Housings_DIP: DIP-8_W7.62mm
J1	CONN_01X03	Pin-Headers: Pin_Header_Straight_1x03_Pitch2.54mm
D1	LED	LEDs: LED_D5.0mm
R1	R	Resistors_THT: R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P7.62mm_Horizontal
R2	R	Resistors_THT: R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P7.62mm_Horizontal
R3	R	Resistors_THT: R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P7.62mm_Horizontal
C1	C	Capacitors_THT: C_Rect_L4.6mm_W2.0mm_P2.50mm_MKS02_FKP02
C2	CP	Capacitors_THT: CP_Radial_D5.0mm_P2.50mm

表 E-1

【演習課題 2】

- ① 図 E-1 の演習回路を表面実装部品を用いて基板設計してください。
- ② 使用する部品コンポーネントは自分で決めてください。

Tips 13. コンポーネント、フットプリント ライブライリ提供ほか有用 Web サイト

- (1) DESIGN SPARK PCB Part Library
<https://www.rs-online.com/designspark/pcb-part-library--kicad>
- (2) SnapEDA
<https://www.snapeda.com>
- (3) Quick KICAD Library Component Builder
<http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php>
- (4) 慶應大学ロボット技術研究会
<https://keiorogiken.wordpress.com/2017/12/01/kicad の拡張子何もわからん。/>

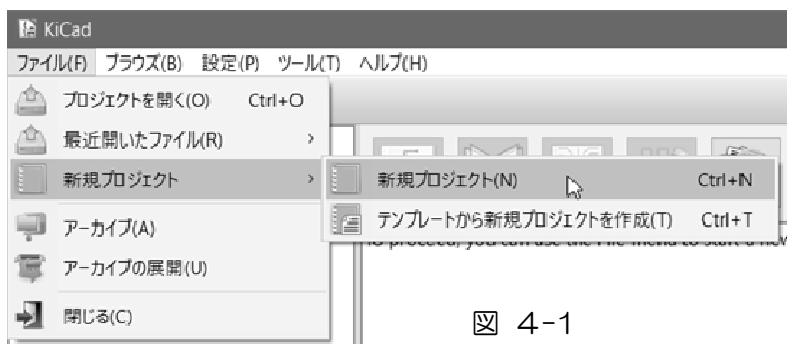


図 4-1

② tutorial フォルダ配下にファイル名 `tutorial1.pro` で保存します。図 4-2

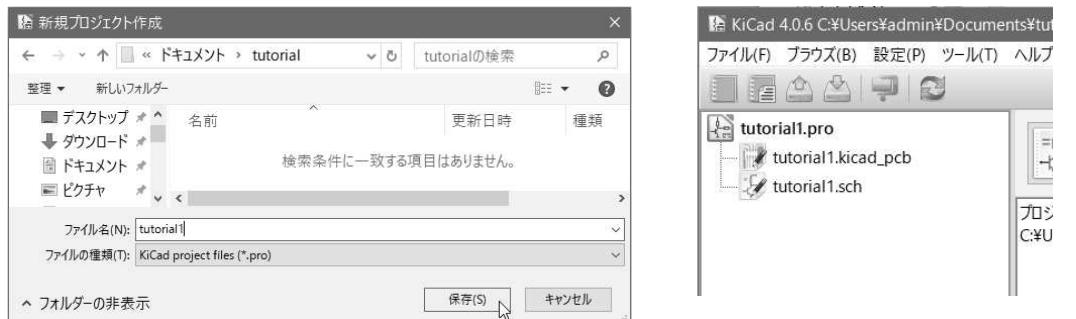


図 4-2

③ 新しいディレクトリ（フォルダ）の作成確認ダイアログが開くので [はい] をクリックして、新規プロジェクト用のフォルダを作ります。図 4-3

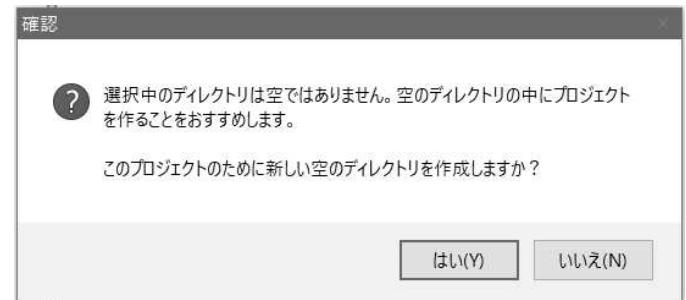


図 4-3

5. 回路図入力

(1) 回路図エディタ Eeschema 起動

KiCad マネージャの 「Eeschema 回路図エディタ」をクリックして起動します。図 5-1

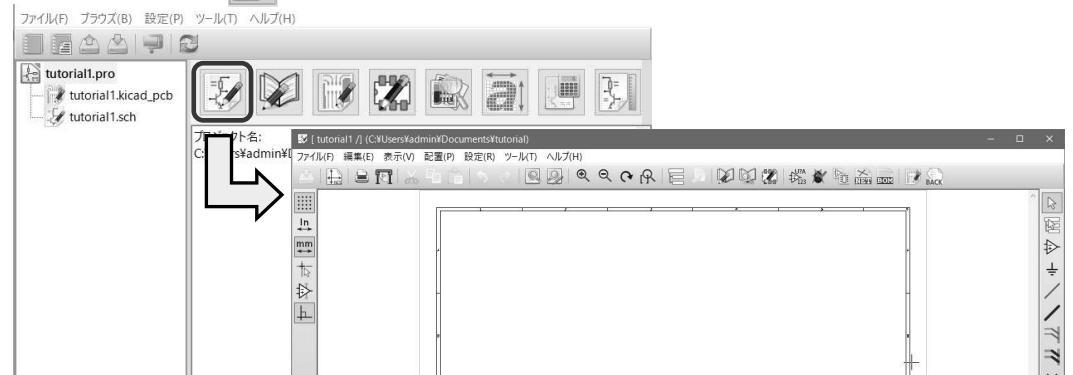


図 5-1

(2) 回路エディタオプションの変更

編集中の意図しない画面スクロールなどを抑止した操作環境に変更します。

メニューバー「設定」→「回路エディタオプション」と進み、「回路エディタオプション」ダイアログを開きます。次の4項目のみチェックを入れて、他はチェックを外します。図5-2

mac版は「KiCad」→「設定」

- ① グリッドの表示
- ② 画面のパンに中ボタンを使用
- ③ バス、配線を90度入力に制限
- ④ ページの境界を表示

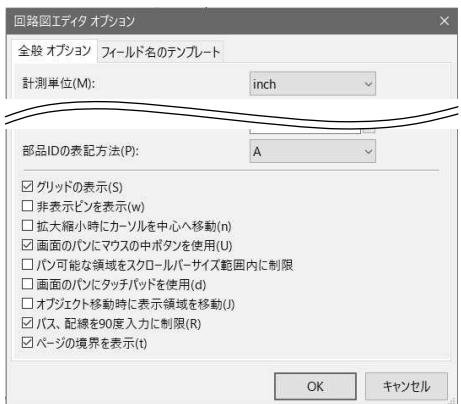


図 5-2

(3) 図枠の設定、カーソルの設定 図5-3

- ① 上ツールバー 「ページの設定」をクリックしてページ設定ダイアログを開きます。
- ② 図枠サイズをA4とし、タイトルなど回路図情報を記述し[OK]をクリックして閉じます。
- ③ 記述した内容は図枠右下の欄に表示されます。
- ④ 左ツールバー 「カーソルの形状を変更」を選択して大きなカーソルにします。

(mac版は大カーソルになりません)



図 5-3

(4) 回路図・部品表

図5-4の回路を(5)～(12)の説明に従って作成します。

Tips 10. 座標指定によるフットプリントの配置

- (1) フットプリントにマウスポインタを合わせてショートカットEを入力
- (2) 「フットプリントのプロパティ」ダイアログが開く
図T10-1
- (3) ポジションX,Y欄にフットプリントを置きたい絶対座標を入力。絶対座標原点は図枠の左上角付近
- (4) 回転欄の「その他」を選択し回転角度欄に回転角を0.1度単位（例：45.9度→495）で入力するとフットプリントを任意の角度に回転させ配置できる。

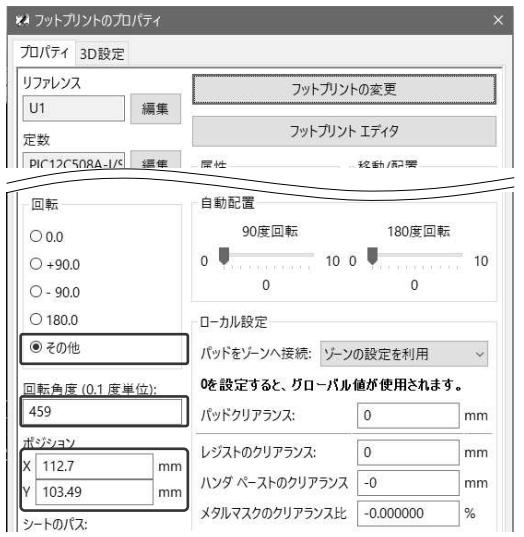


図 T10-1

Tips 11. GNDの引き回し

このテキストではレイアウト設計の際、最初にGNDを手動配線しましたが実装密度が上がるとオートルータを実行したとき、この手動配線GNDが邪魔をして未配線箇所が続出することがあります。このようなときは込み入った場所にはGNDを手動配線せずオートルータに任せ、ベタグラウンドが回り込まなかったところにGND貫通ビアを配置したり、押しのけ配線機能を使ってGNDを手動配線します。

Tips 12. 塗りつぶしゾーン（ベタ）の中に塗りつぶしゾーン（ベタ）を設ける。

- ① 「塗りつぶしゾーン」の中に「塗りつぶしゾーン」を描きます。
- ② 導体ゾーンのプロパティ（塗りつぶしゾーン枠線にマウスポインタを載せてショートカットB）の「優先度」の値を内側の値を外側より大きく（内側優先度 > 外側優先度）設定します。



もうひとつ的方法

- ① 外側塗りつぶしゾーンの枠線を右クリックして「切り抜き追加」を選択します。右図→
- ② 切り抜きゾーンを描き、ショートカットBで塗りつぶしを再描画します
- ③ 切り抜きゾーンの中に新たな塗りつぶしゾーンを描きます。

Tips 8. ERC 条件の設定

- (1) ERC 起動
- (2) オプションタブをクリック 図 T8-1
- (3) ERC はこの表の端子種別 vs 端子種別の交点の ■ (エラー/警告なし), W (警告を生成), E (エラーを生成) のルールに沿ってチェックを行います。 図 T8-2
- (4) 交点をクリックすると ■ → W → E とサイクリックに切替わるのでルールを変更することができます。



図 T8-1

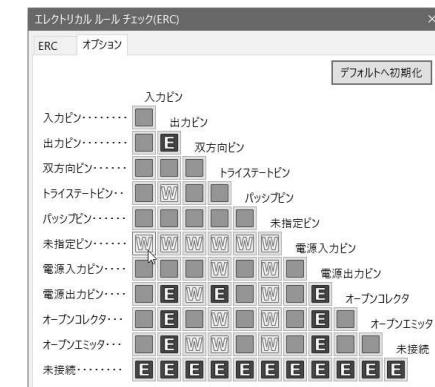


図 T8-2

Tips 9. 長穴 Pad

- (1) パッド/穴にマウスポインタを合わせてショートカット E を入力
- (2) 「パッドプロパティ」ダイアログが開く 図 T9-1
- (3) パッドの形状を「楕円」、サイズ X,Y に長穴パッドの値を入力
- (4) ドリルの形状を「楕円穴」、サイズ X,Y に長穴の値を入力

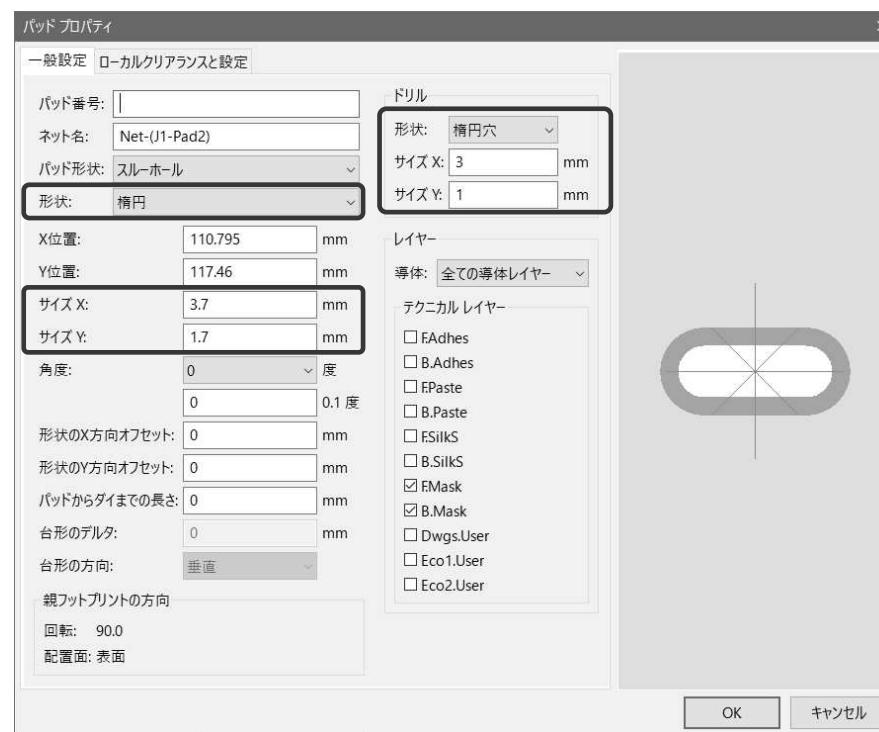


図 T9-1

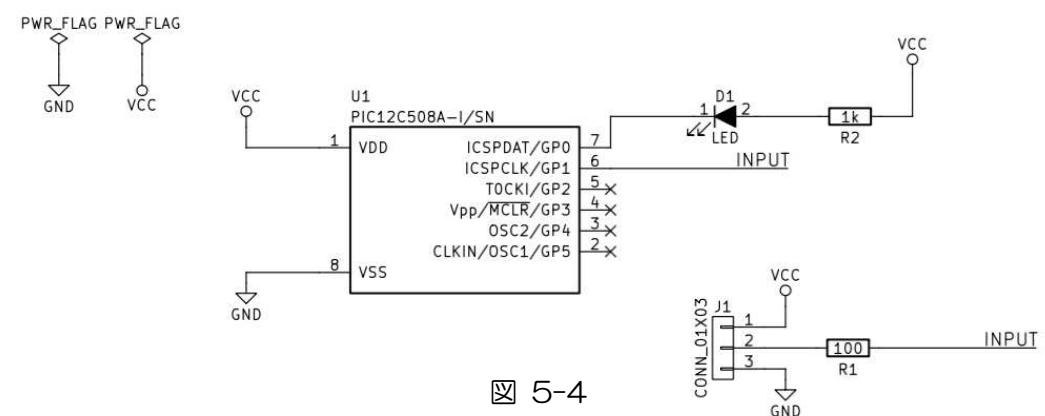


図 5-4

番号	コンポーネント名称	検索キーワード	ライブラリ
R1	R	r	device
R2	R	r	device
D1	LED	led	device
J1	CONN_01X03	conn_01x	conn
—	VCC	vcc	Power
—	GND	gnd	Power
—	PWR_FLAG	pwr	Power
U1	PIC12C508A-I/SN	pic12c508	Microchip_pic12mcu

表 5-1 : 部品表

※ PWR_FLAG (パワー・フラグ) は VCC,GND が電源に繋がることを示すフラグ (指標) です。
10 ページ 「Tips2. 空き端子フラグ, PWR_FLAG, 配線ラベル」参照。

- (5) 部品呼出し

先ず、回路を構成する部品をすべてライブラリから呼び出して図面上に置きます。

抵抗の呼出・配置 図 5-5

- ① 「コンポーネント配置」を選択
- ② 図面の適当なところをクリック
- ③ フィルター欄に r と入力
- ④ R を選択
- ⑤ [OK] をクリック
- ⑥ 図面の適当な位置に抵抗を配置します。

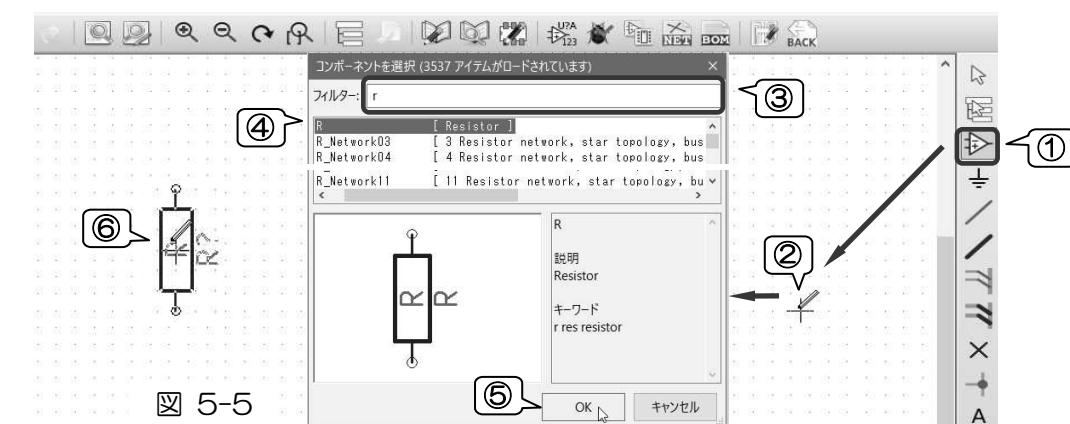


図 5-5

LED の呼出・配置：(ここでは、ショートカット A による方法を用います)

- ① キーボードから A を入力
 - ② フィルター欄に led と入力し
 - ③ LED を選択して配置します。
- 同様にして VCC, GND, PWR_FLAG を配置します。

(6) コンポーネント・ライブラリ追加

KiCad デフォルト状態では PIC12C508A-I/SN を呼び出して配置することができません。

PIC12C508A-I/SN を収容しているライブラリをプロジェクトに組み込みます。

30 ページの「ライブラリの利用と管理」も参照

- ① メニューバーの[設定]→[コンポーネントライブラリ]→[追加]と進みます。図 5-6

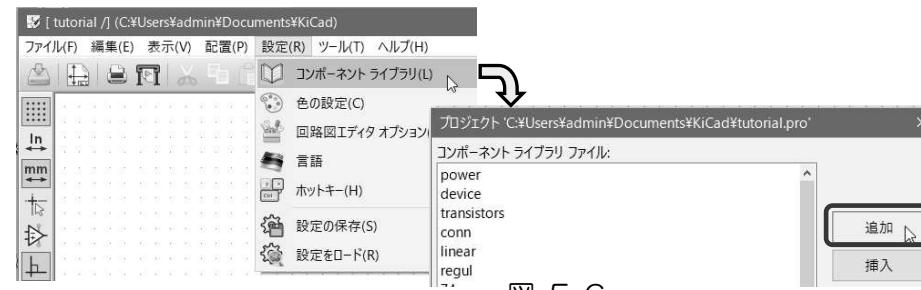


図 5-6

- ② ライブラリファイル microchip_pic12mcu.lib を選択→[開く]をクリック 図 5-7

- ③ コンポーネントライブラリファイルに microchip_pic12mcu ライブラリが追加されます。図 5-8

[OK]をクリックして閉じます。

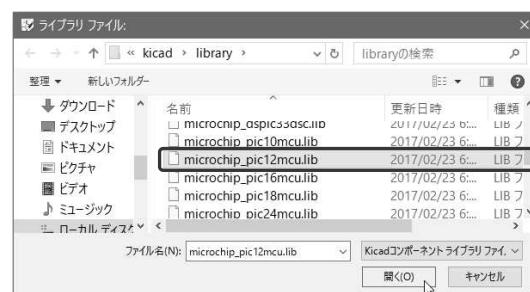


図 5-7

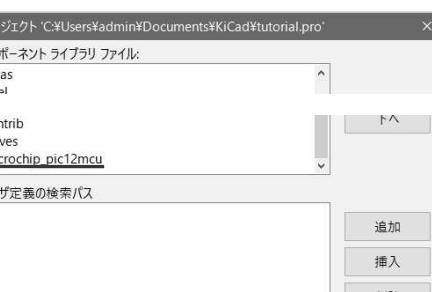


図 5-8

(7) 部品の回転、移動、コピーなど

マウスポインタを編集対象に合わせてショートカット（ホットキー）を入力して操作します。

ショートカットは大文字・小文字を区別しません。

機能	ショートカット	動作
回転	R	90 度回転、移動中の回転も可能
ミラー	Y, X	Y:左右ミラー反転 X:上下ミラー反転
コピー	C	コピーしてマウスポインタに吸着
ムーブ	M	移動
削除	[Del]	編集対象を削除
値の入力	V	値の入力ダイアログが開く
ドラッグ	G	配線を保持して移動（編集操作 2 で解説）

表 5-2 : 回路図エディタ・ショートカット

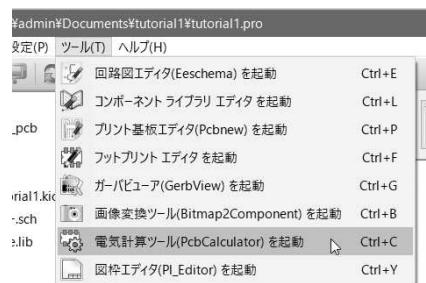


図 T6-1

Tips 7 特定の配線だけ残して他は全部ラッソネットにもどす

目的の配線（ネット）をロックしておいて、広域削除で他の配線を一括削除します。

- ① ラッソネットに戻したくない配線を右クリック
- ② フラグの設定
- ③ ネットのロック: Yes

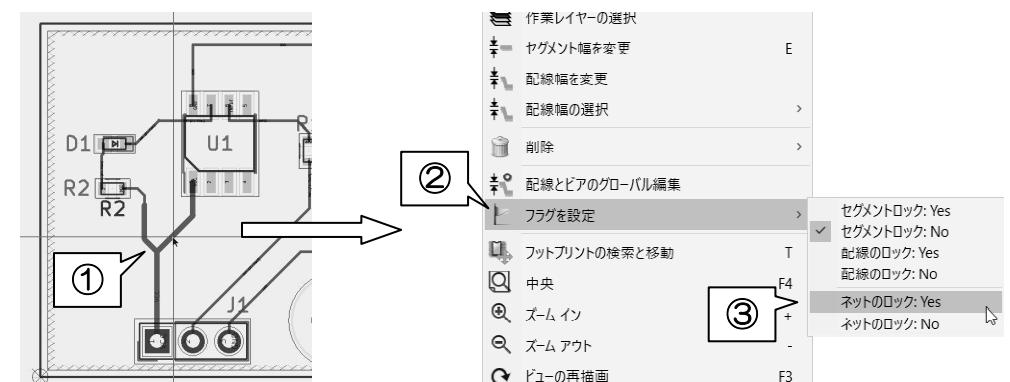


図 T7-1

- ④ メニューバーの編集…広域削除と進む
- ⑤ アイテムを削除ダイアログが開く
- ⑥ 削除するアイテム：配線にチェック
- ⑦ 設定の絞込：ロックされてる配線はチェックなし
- ⑧ OK をクリック



図 T7-2

(5) そのスペースにベタグラウンドを回り込ませたい場合は、矢印で示すように貫通ビアを配置します。

図 T2-5

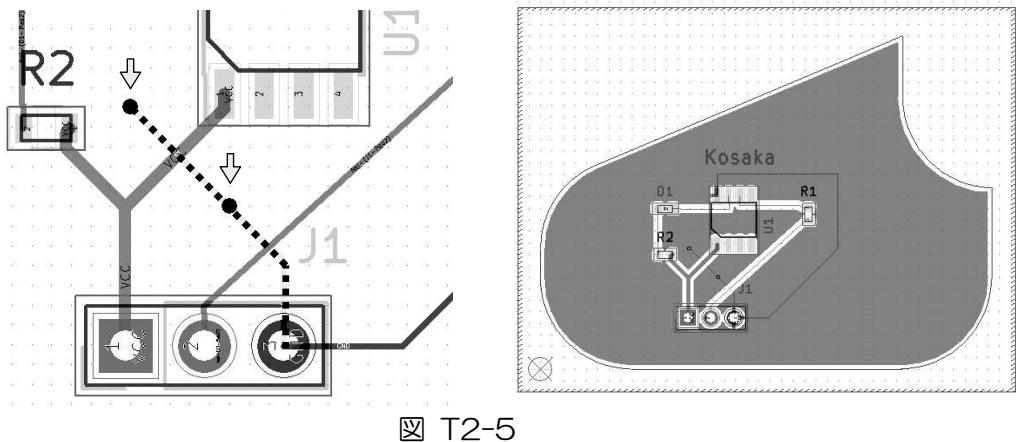


図 T2-5

Tips 5. 表面実装部品パッドへの配線

(1) パッドに接続する配線の太さは等しくする必要があります。図 T3-1

配線太さが異なると、リフローによるはんだ付けではパッドのはんだの溶け具合に差が生じて部品が持ち上がりはんだ付け不良となることがあります。

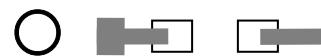
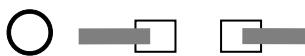


図 T5-1

(2) パッドより配線幅が太い場合はパッドに接続する手前で配線幅を細くして接続します。図 T3-2



図 T5-2

<https://statics3.seeedstudio.com/fusion/ebook/製造のためのプリント基板設計ガイド.pdf> より引用

Tips 6. PCB Calculator

KiCadには基板設計を助けてくれるツールとしてPCB Calculator(電気計算ツール)が用意されています。例えば、許容電流1.0Aの配線幅を知りたいと思ったときPCB Calculatorを使って手早く配線幅を概算することができます。

- (1) KiCadマネージャのメニュー「ツール」→「電気計算ツール」と進みます。
- (2) PCB Calculator ウィンドウが開きます。
- (3) 配線幅タブをクリックします。
- (4) パラメータ欄に諸元を入力します。

ウィンドウ右側の外層配線/内層配線欄に配線幅が計算表示されます。

① 回転 ショートカット R

部品にマウスポインタを合わせて図5-9-(a),ショートカットRを入力すると部品がその場で90度回転します。図5-9-(b)

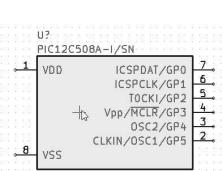
② 上下ミラー反転 ショートカット X

部品にマウスポインタを合わせて、ショートカットXを入力すると部品がその場で上下ミラー反転します。(X軸ミラー) 図5-9-(c)

③ 左右ミラー反転 ショートカット Y

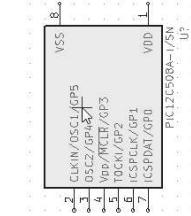
部品にマウスポインタを合わせて、ショートカットYを入力すると部品がその場で左右ミラー反転します。(Y軸ミラー) 図5-9-(d)

ショートカット R



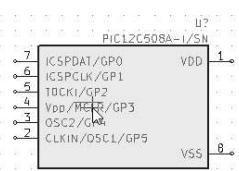
(a)

ショートカット X



(b)

ショートカット Y



(d)

図 5-9

④ コピー ショートカット C

部品にマウスポインタを合わせてショートカットCを入力すると部品がコピーされマウスポインタに吸着されます。目的の位置でクリックしコピーした部品を配置固定します。図5-10
マウスポインタに部品が吸着されているとき、ショートカットR, X, Yを入力してマウスポインタに部品を吸着したまま回転などの操作を加えることができます。

ショートカット C

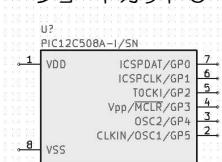


図 5-10

⑤ ムーブ(移動) ショートカット M

部品にマウスポインタを合わせてショートカットMを入力すると部品がマウスポインタに吸着されます。目的の位置でまで部品を移動してクリックし配置固定します。
マウスポインタに部品が吸着されているとき、ショートカットR, X, Yを入力してマウスポインタに部品を吸着したまま回転などの操作を加えることができます。

⑥ 削除 ショートカット[Del]

削除したい部品にマウスポインタを合わせてショートカット[Del]を入力します。

Tips 1. ショートカット・キーが効かないとき

KiCad操作中に日本語入力モードになるとショートカット・キーが効かなくなります。
一旦、この状態になると英数モードに戻しても回復しません。
このようなときは、英数モードに戻してESCキーを1~2回打つと回復します。

(8) 配線 ショートカット W

右ツールバーの「ワイヤを配置」をクリックまたはショートカット W を入力します。

配線始点 → 途中点 → 配線終点 とクリックして配線します。

配線終点が部品端子や配線でない場合は配線終点でダブルクリックします。

(9) 配線後の編集

配線接続された部品や接続固定された配線の編集を行います。

① 部品ドラッグ ショートカット G

部品にマウスポインタを合わせてショートカット G(ドラッグ)を入力し部品をマウスポインタに吸着して目的の位置に移動しクリックして固定します。このとき、配線はラバーバインド(部品に接続されたまま伸び縮みすること)で部品との接続を保持します。図 5-11

ムーブ(ショートカット M)による部品移動はラバーバインドによる配線接続保持をしません。

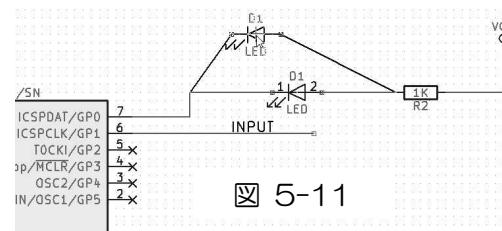


図 5-11

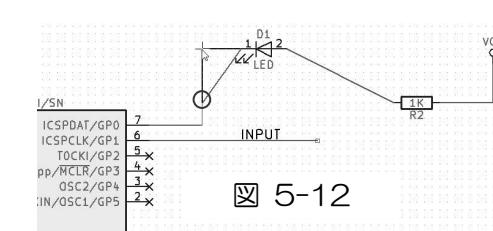


図 5-12

② 折れ点ドラッグ

配線の折れ点(上図 5-12 ○印)にマウスポインタを合わせてショートカット G(ドラッグ)を入力し折れ点をマウスポインタに吸着して目的の位置に移動しクリックして固定します。

③ 折れ点追加(配線切断)

(a) 配線線分の中間にマウスポインタを合わせて右クリックします。図 5-13-(a)

(b) メニューの「配線を切断」を選択します。図 5-13-(b)

(c) メニューが閉じたらショートカット G を入力しマウスポインタを動かして折れ点を作ります。図 5-13-(c)

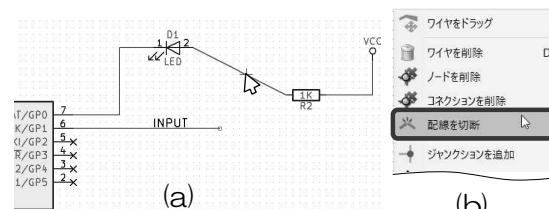


図 5-13

④ 線分ドラッグ

配線線分の中間にマウスポインタを合わせてショートカット G(ドラッグ)を入力し線分をマウスポインタに吸着して目的の位置に移動しクリックして固定します。

⑤ 線分の削除

線分の中間にマウスポインタを合わせてショートカット [Del] を入力します。

⑥ 配線を始点～終点まで一気に削除

線分の中間にマウスポインタを合わせて右クリックします。

表示されたメニューの「コネクションを削除」をクリックします。

右図 5-14



図 5-14

Tips 4. 複雑な基板外形のベタグラウンド

16 ページのベタグラウンド領域は基板外形の内側 0.5mm に矩形のベタグラウンド領域を描きましたが、複雑な外形の基板にベタグラウンドを設定する場合は、

(1) 基板外形の外側をベタグラウンド領域で囲みます。図 T2-1

このとき図 T2-2 のように「導体ゾーンのプロパティ」を設定します。

① クリアランス : ベタグラウンドと基板外形、配線やパッドとのクリアランス(間隔)を設定します。例では 0.35mm

② セグメント数/360 度 : 円弧を直線で補完するときのセグメント数(線分の数)を選択します。例では基板外形に円弧があり、これを滑らかに直線補完するため 32 を選択。

(2) DRC の実行またはショートカット B でベタグラウンドを生成します。

外形線の内側にベタグラウンドが自動生成されます。図 T2-1

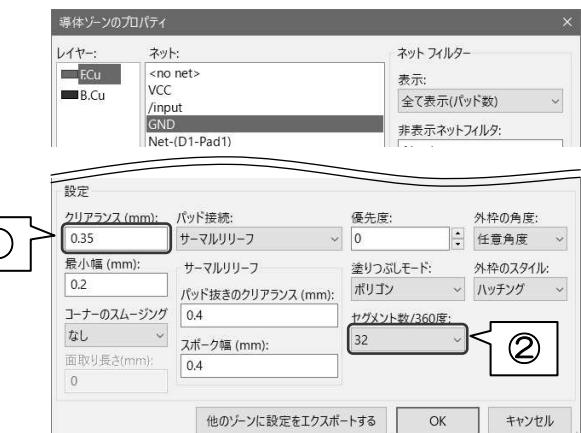
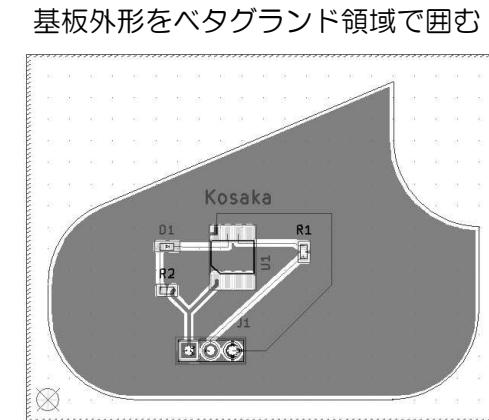


図 T2-1



基板外形をベタグラウンド領域で囲む

図 T2-1

(3) 基板外形とベタグラウンドのクリアランスを大きくしたい場合は、領域線にマウスポインタを合わせショートカット E を入力して「導体ゾーンのプロパティ」を表示しクリアランス値を大きくします。例では 0.5mm 図 T2-3

(4) DRC の実行またはショートカット B でベタグラウンドを生成します。

クリアランス値はベタグラウンドと基板外形だけでなく、他の配線やパッドに対しても働きますので、クリアランスを確保できないスペースにはベタグラウンドが回り込みません。図 T2-4

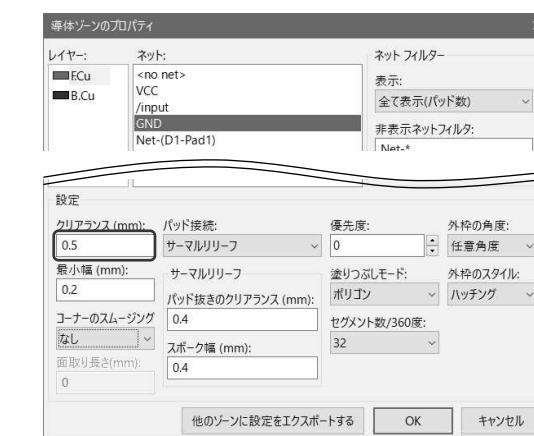


図 T2-3

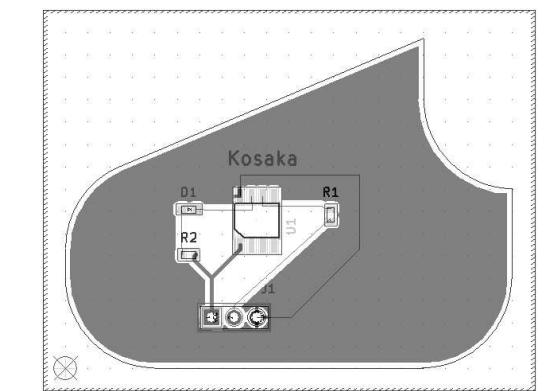


図 T2-4

Tips 3.DXF ファイルのインポート

複雑な外形の基板を作成したい場合、機械系 CAD で基板外形を描いて、その DXF ファイルを KiCad にインポートする方法が便利です。

(1) KiCad に DXF ファイルをインポートするときの注意事項と要点

- ① F.Cu などの導体レイヤーには DXF ファイルのデータをインポートできない。
- ② インポートする図 (DXF データ) と配線の相対位置を合わせるため DXF 描画原点と KiCad のグリッド原点を合致させる。
- ③ DXF データと KiCad の寸法単位 (mm, inch) を合致させる。

(2) 機械系 CAD (例: AR-CAD) で基板外形を描く

- ① 描画原点を決めてから、外形図を描きます。図 T1-1
- ② DXF ファイルを書き出します。図 T1-2

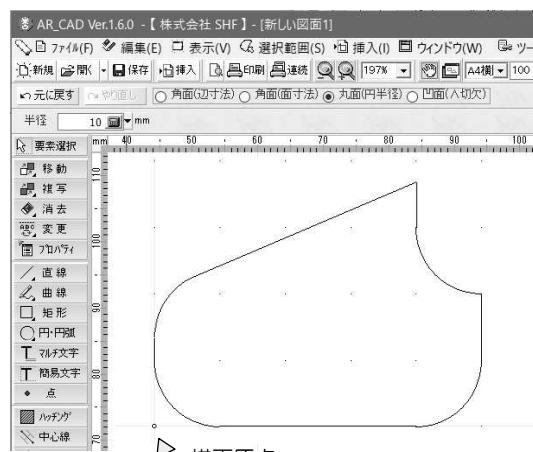


図 T1-1

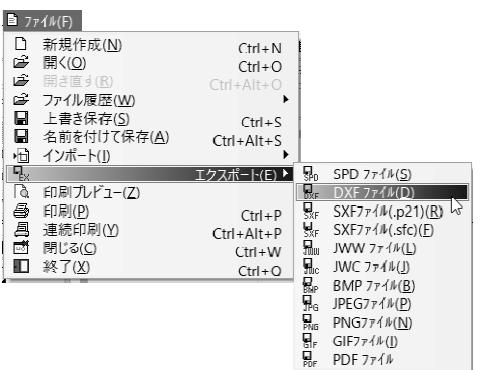


図 T1-2

(3) KiCad でのインポート操作

- ① グリッド原点マークにカーソルを合わせて、原点の絶対座標 X, Y の値を記録します。図 T1-3
- ② メニューバー「ファイル」→「インポート」→「DXF ファイル」と進み
「DXF ファイルをインポート」ダイアログを開きます。
- ③ 「ユーザ定義の位置」を選択し、
「X 位置」「Y 位置」欄に先に記録したグリッド原点の絶対座標値を入力
インポート先のレイヤーを選択して [OK] をクリックしインポートを実行します。図 T1-4

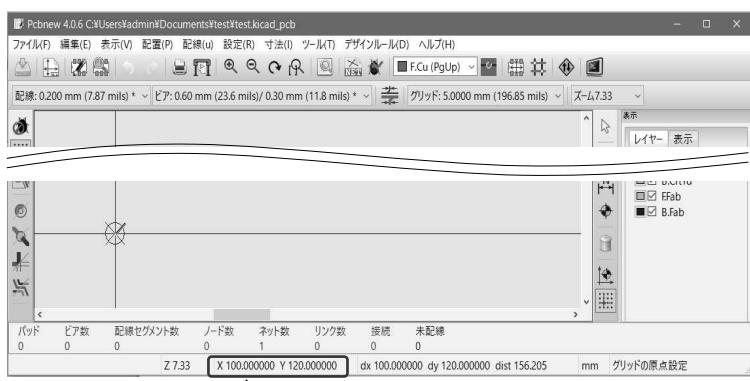


図 T1-3



図 T1-4

⑦ ブロック操作

- (a) マウスポインタをドラッグして範囲を選択します。図 5-15-(a)
- (b) マウスのボタンをはなすとブロック (選択範囲) がマウスポインタに吸着されムーブすることができます。図 5-15-(b)
- (c) 右クリックメニューでドラッグや削除などの編集操作を行うことができます。
図 5-15-(c)

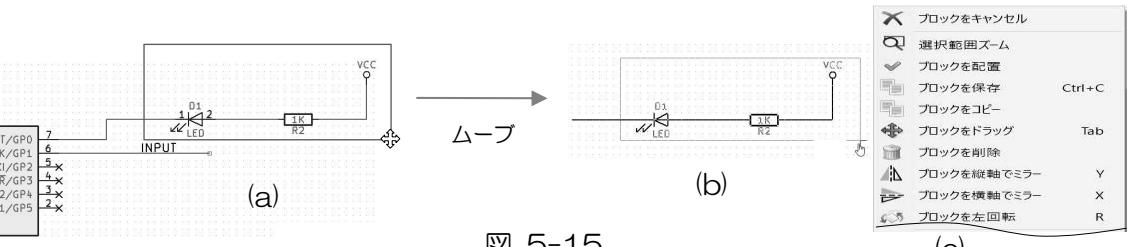


図 5-15

(10) 値の入力 ショートカット V

- ① 抵抗などの値は、部品にマウスポインタを合わせ
ショートカット V を入力します。
- ② 「フィールド定数の編集」ダイアログが開きます。
- ③ テキスト欄に値を入力します。右図 5-16



図 5-16

(11) ネット名 (ローカルラベル) ショートカット L

配線に名前 (ネット名) を付けることができます。同じネット名を持つ配線は回路図では離れていても電気的には接続された配線として処理されます。例: 回路図(図 6)の INPUT

- ① 右ツールバー A 「ネット名 (ローカルラベル) を配置」を選択します。
- ② ネット名を付けたい配線にマウスポインタを合わせてクリックします。
- ③ 「ラベルのプロパティ」のテキスト欄にネット名を入力して[OK]をクリックします。
- ④ マウスポインタにネット名が吸着されているので配線の脇に配置します。

(12) 空き端子処理

- ① 右ツールバーの X 「空き端子フラグを配置」を選択します。
- ② PIC12C508 の空き端子をクリックしてフラグを配置します。

右図 5-17

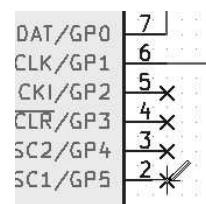


図 5-17

Tips 2. 空き端子フラグ, PWR_FLAG, 配線ラベル

KiCad の回路図では、どこにも接続されていない端子や配線は許容されず、次のページの ERC (Electrical Roule Check) を行うと配線エラーとなります。

- ・空き端子フラグは設計者の意図によるもので不注意による空き端子でないことを明示します。
- ・PWR_FLAG は VCC や GND コンポーネントが電源ラインに接続されていることを明示します。電源コンポーネントまたは配線には、その種別を問わず PWR_FLAG を接続します。
- ・配線の始点や終点が部品の端子に接続されていないものにはラベルを付けて接続先を明示します。

6. アノテーション(annotation)

- アノテーションにより回路を構成するコンポーネントに固有の識別番号を割り当てます。
- 上ツールバー 「回路図の部品をアノテーション」をクリックします。図 6-1-(a)
 - 「回路のアノテーション」ダイアログの[アノテーション]をクリックします。図 6-1-(b)
 - 警告ダイアログの[OK]をクリックします。図 6-1-(c)

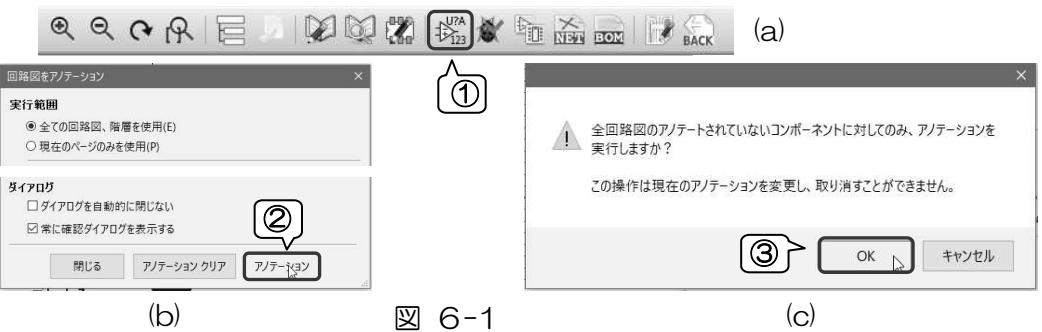


図 6-1

7. ERC (イー・アール・シー : Electrical Rule Check)

ERC は回路図の配線やコンポーネントの電気的情報を突き合わせて回路図の配線接続に不具合がないかチェックします。

- 上ツールバー 「エレクトリカルルールチェックの実行」をクリックします。図 7-1-(a)
- ERC ダイアログの実行をクリックします。図 7-1-(b)
- エラーが無ければ何も表示されません。
- エラーがあるときは、その内容が表示されると同時に回路図中のエラー関連箇所が で指示されます。図 7-1-(c)

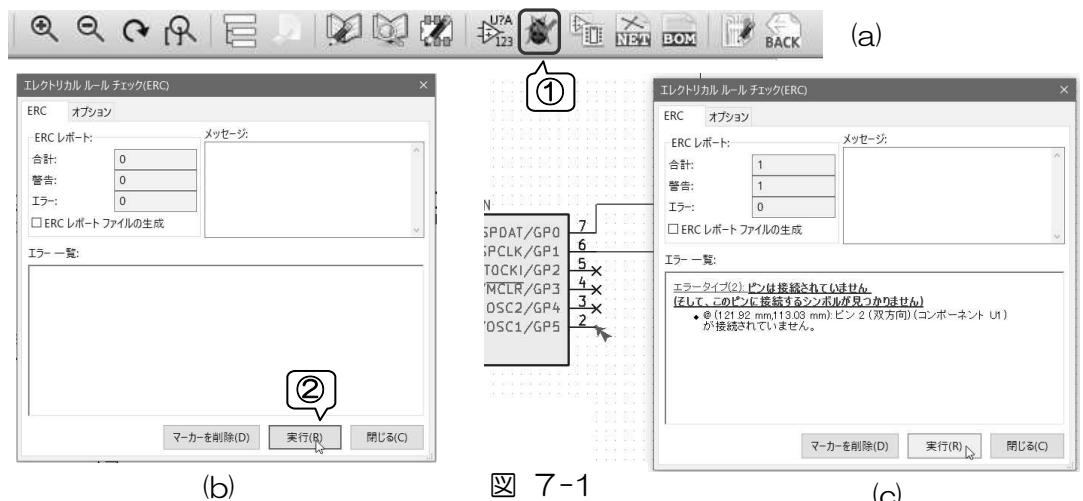


図 7-1

ERC のエラーチェックの条件を変更することができます。37 ページ Tips8. 「ERC 条件の設定」参照

8. フットプリント割付け

フットプリントとは部品のパッドや外形のことをいいます。

KiCad は回路図のコンポーネントとフットプリントが結び付けられていませんので、この操作によってコンポーネントに使用する部品のフットプリントを結び付けます。

- 上ツールバー 「CvPcb の実行」をクリックします。

⑤ myFootLib.pretty を選択して[Next]をクリックします。

⑥ myFootLib が表示されているのを確認して[Next]をクリックします。

⑦ 組み込み形態、グローバルかプロジェクトを選択して[Finish]をクリックします。



図 15-4

(5) フットプリント・ライブラリへのフットプリントの追加収容 図 15-5

例：既存の myFootLib に新規フットプリント DixonFoot を制作して収容します。

- KiCad マネージャから 「フットプリントエディタ」を起動し、新規にフットプリント DixonFoot を作成します。28 ページ「16. フットプリント・ライブラリの制作」
- 上ツールバー 「フットプリントをエクスポート」をクリックします。
- 「フットプリントをエクスポート」ウインドウでフットプリントのエクスポート先に myFootLib.pretty フォルダを選択し[保存]をクリックします。

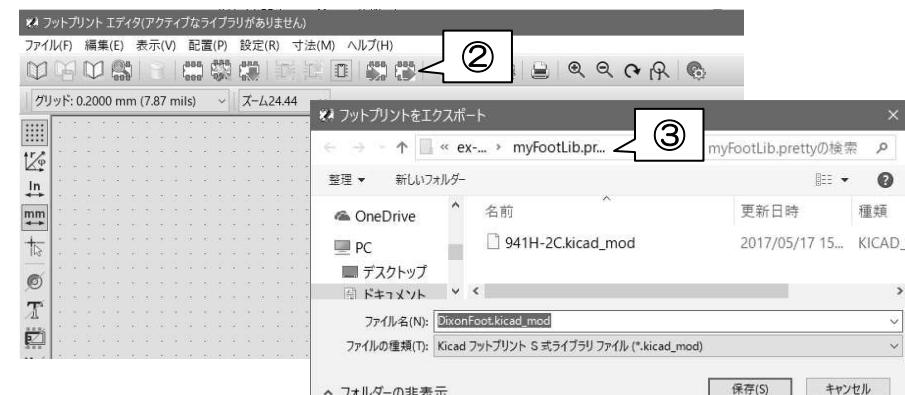
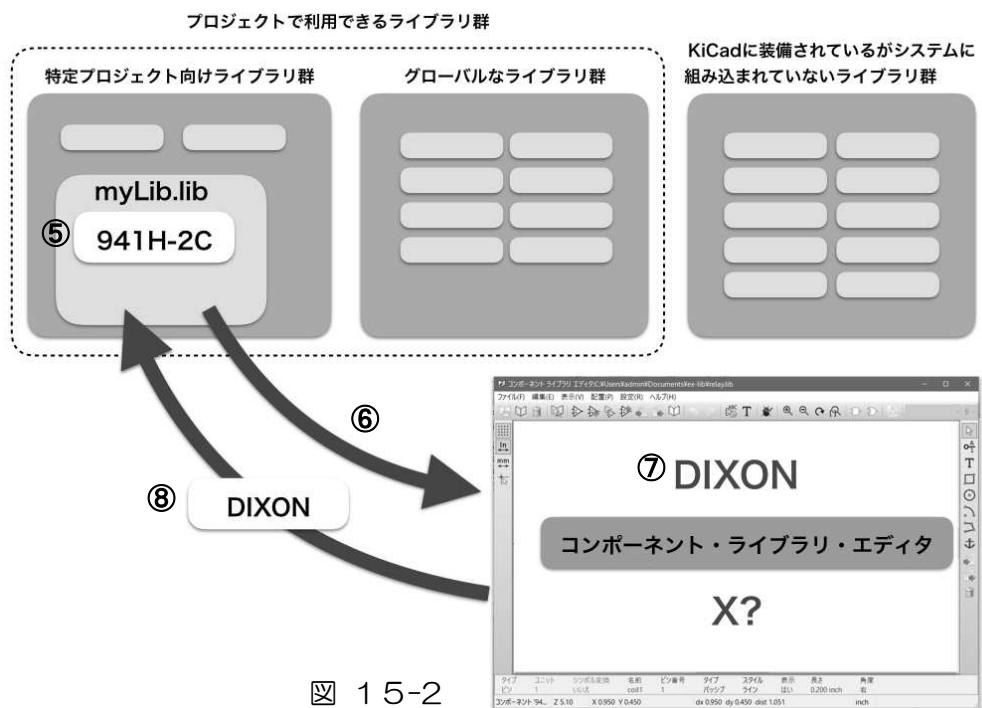


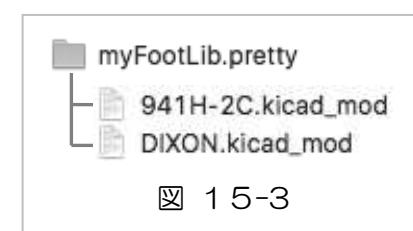
図 15-5

- ⑤ 前述(1)～(3)の操作で myLib.lib をプロジェクトに組み込みます。
- ⑥ コンポーネント・エディタを起動し、メニュー「ファイル」→「現在のライブラリ」と進み、myLib を選択します。
- ⑦ 新規コンポーネント DIXON を作成します。
- ⑧ メニュー「ファイル」→「現在のライブラリを保存」と進むと、コンポーネント DIXON が myLib に収容されます。



(3) フットプリント・ライブラリの基礎知識

- ① フットプリントライブラリには次の3つの形態があります。
 - (a) KiCad システムにあらかじめ組み込まれているフットプリント・ライブラリ群
 - (b) GitHub で提供されるフットプリント・ライブラリ群
 - (c) 個別にダウンロード、もしくは新規作成したフットプリント・ライブラリ
- ② フットプリント・ライブラリは次のように構成されます。



(4) フットプリント・ライブラリの組み込み（例：myFootLib の組み込み 図 15-4）

- ① 前述(c)のライブラリはプロジェクトまたはグローバル（システム）に組み込まなければ利用できません。組み込み方法は、次の②～⑦の操作で行います。
- ② フットプリント割付（11 ページ「8. フットプリント割付」）の Cvpcb のメニュー「設定」→「フットプリントライブラリ」と進みます。
- ③ [ウィザードを使用して追加]をクリックします。
- ④ 「このコンピュータにあるファイル」を選択して[Next]をクリックします。

- ② Cvpcb のツールバーの
 - 「選択したフットプリントを見る」
 - 「ピン数でフットプリントを絞り込み」
 - 「ライブラリでフットプリントを絞り込み」
 を有効にします。 図 8-1
- ③ 中央ペインの D1 の行を選択します。
- ④ 左ペインの「LEDs」を選択します。
- ⑤ 右ペインの「LEDs:LED_0603」をダブルクリックします。

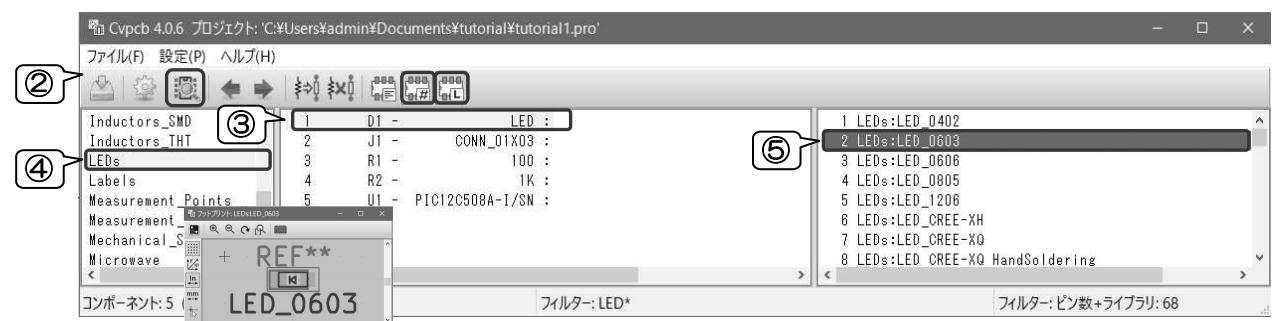


図 8-1

- ⑥ 「表8-1:フットプリント一覧表」を参照して D1～U1 のフットプリントを割り付けます。割り付けが終わったらツールバー 「回路図のコンポーネントの…保存する」をクリックした後 CvPcb を終了します。

コンポーネント	ライブラリ: フットプリント
D1 LED	LEDs: LED_0603
J1 CONN_01X03	Pin-Headers: Pin_Header_Straight_1x03_Pitch2.54mm
R1 100	Resistors_SMD: R_0603
R2 1K	Resistors_SMD: R_0603
U1 PIC12C508A-I/SN	Housings_SOIC: SOIC-8_3.9x4.9mm_Pitch1.27mm

表 8-1: フットプリント一覧

9. ネットリスト出力

ネットリストとは電子設計データ交換用のファイルで、回路のコンポーネントやフットプリントの情報ならびに配線接続情報が記載されています。

回路図エディタからネットリストを出力し、そのネットリストの情報をを使ってレイアウトエディタで基板設計を行います。

ネットリストの出力

- ① 上ツールバー 「NET」 「ネットリストの生成」をクリックします。 図 9-1
- ② ネットリスト・ダイアログの[生成]をクリックします。



図 9-1

10. レイアウト設計

(1) レイアウトエディ PcbNew 起動

KiCad マネージャから PcbNew をクリックして起動します。

(2) 図枠の設定

5ページ5-(3)「図枠の設定」と同様に操作して回路図情報を記述します。

(3) 一般設定 の変更

編集中の意図しない画面スクロールなどを抑止した操作環境に変更します。

メニューバー「設定」→「一般設定」と進み、「一般設定」ダイアログを開きます。図 10-1

① オプション欄、ログラフィックラインの角度を 45 度に制限 のチェックを外します。

② パンと拡大縮小欄、次の2ヶ所にチェックを入れ、他はチェックを外します。

画面のパンにマウスの中ボタンを使用

パン可能な領域をスクロールバーサイズ範囲内に制限

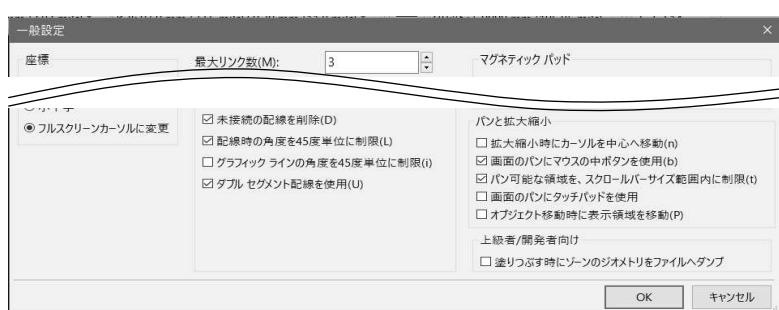


図 10-1

mac 版は

「KiCad」→「設定」

(4) 作業原点

図枠中央よりやや左下を作業原点と定めグリッド原点、ドリル原点の配置と相対座標値のリセットを行います。図 10-2

① 右ツールバー 「グリッド原点」を選択し作業原点をクリックします。

② 右ツールバー 「ドリル…原点」を選択し作業原点をクリックします。

重要 ③ 作業原点にマウスポインタを合わせスペース・キーを押し、相対座標値をリセットします。
(dx=0, dy=0 となる) 【注意】①～③の点は、必ず同一点を指定すること。

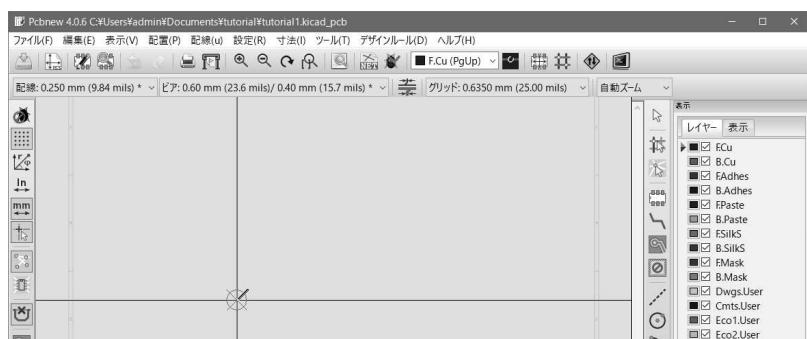


図 10-2

(5) デザインルール設定

プリント基板製造において製造装置の加工精度により配線幅、線間距離、ドリル径などが規制され、これをデザインルールといいます。プリント基板はこのデザインルールに沿って設計する必要があります。次の操作によりプロジェクトにデザインルールを設定します

① メニューバー「デザインルール」→「デザインルール」と進みます。図 10-3



⑧ レイヤー F.CrtYd を選択します。（排他エリア）

⑨ 次の座標を4隅とする四角形を描きます。

(-4.9, -10.4), (4.9, -10.4), (4.9, 10.4), (-4.9, 10.4)

(6) 保存

① メニューバー「ファイル」→「フットプリント」を新規ライブラリに保存と進みます。

② パスのベースを ex-lib フォルダ、ライブラリ フォルダを myFootLib として保存します。右図 14-7



図 14-7

15. ライブラリの利用と管理

(1) コンポーネント・ライブラリの基礎知識 図 15-1

① コンポーネントライブラリには次の4つの形態があります。

(a) 特定プロジェクト向け（プロジェクトに組み込まれた）ライブラリ群

(b) グローバルな（システムに組み込まれた）ライブラリ群

(c) KiCad に装備されているがシステムに組み込まれておらず、そのままでは利用できないライブラリ群

(d) コンポーネント・ライブラリ・エディタで新規生成されたライブラリ

② (c), (d)のライブラリを利用するときは、プロジェクトまたはグローバル（システム）に組み込む必要があります。

③ コンポーネントライブラリの組み込みは、Eeschema のメニューバー「設定」→「コンポーネントライブラリ」→[追加]で行います。

④ 新規作成ライブラリには1個のコンポーネントしか収容できません。図 88-(d)

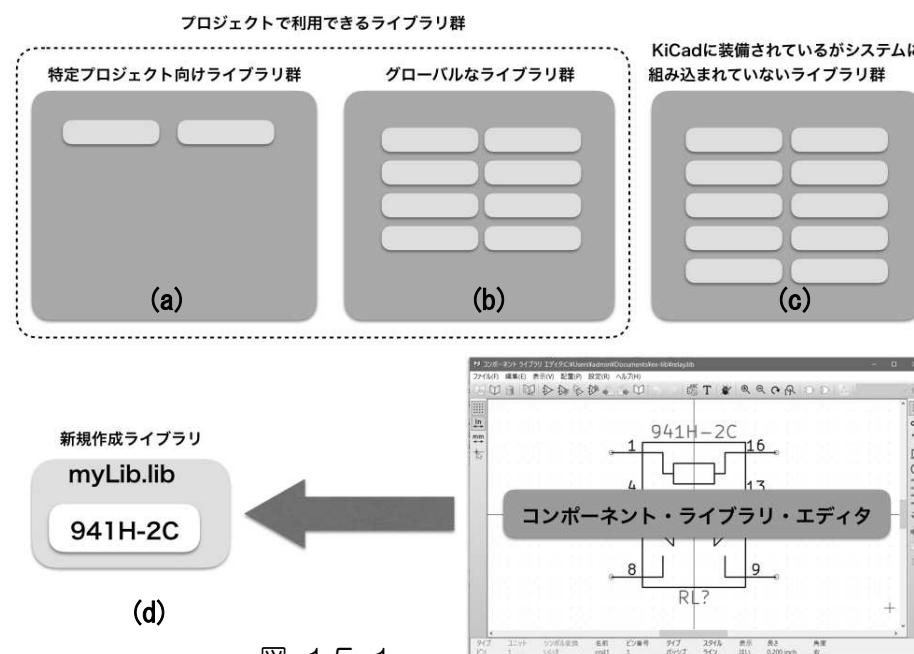
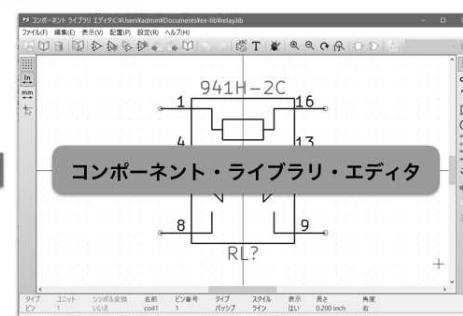


図 15-1

(2) コンポーネント・ライブラリに複数のコンポーネントを収容する方法 図 15-2

例：新規作成した myLib.lib に2個目のコンポーネント DIXON を追加収容します。



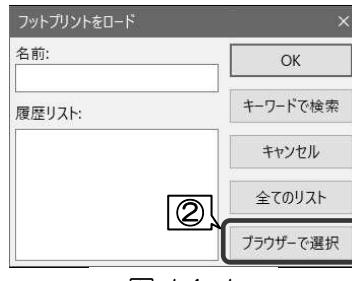


図 14-1

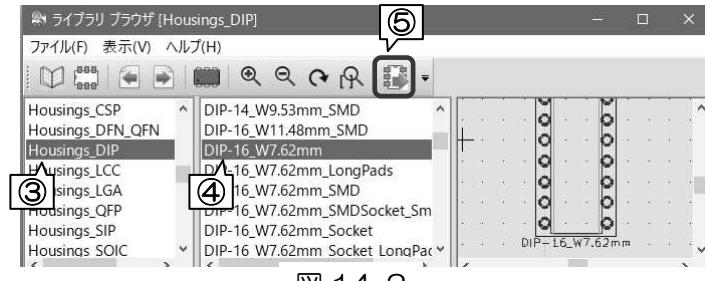


図 14-2

(3) プロパティの編集

① 上ツールバー 「フットプリントのプロパティ」をクリックします。

② フットプリントの「プロパティ」の記述を変更します。 図 14-3

ドキュメント : 941H-2C	キーワード : 941H-2C	定数 : 941H-2C
ライブラリに登録されたフットプリント名 : 941H-2C		

③ 「3D 設定」のタブに切り替え → [3D シェイプを削除] → [OK]と進みます。図 14-4



図 14-3

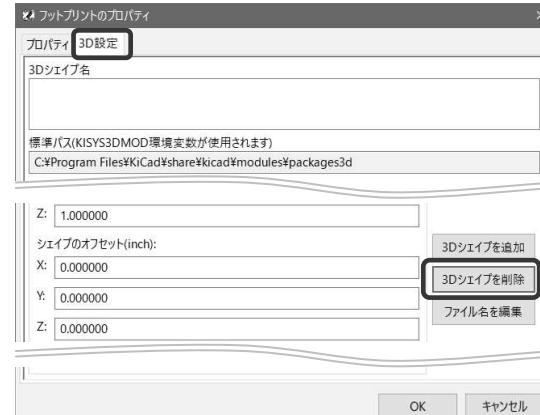


図 14-4

(4) フットプリント編集 右図 14-5

① グリッドを 1.2700mm(50.00mils) にします。

② パッド 2, 3, 5, 7, 10, 12, 14, 15 を削除します。ショートカット[Del]

③ 右ツールバー 「フットプリントのアンカー（基準点）を配置」を選択しアンカーポイントをフットプリントの中央に設定します。

④ アンカーポイントを相対座標原点(dx=0,dy=0)とします。

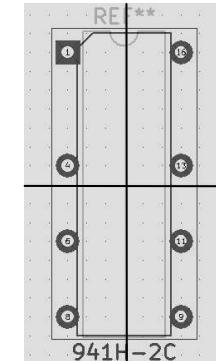


図 14-5

(5) 外形線等の描画 右図 14-6

① グリッドを 0.1000mm(3.94mils) にします。

② 図形ラインを全部削除します。ショートカット[Del]

③ 右ツールバー 「図形ライン（またはポリゴン）を追加」を選択します。

④ レイヤー F.Fab を選択します。（部品実寸）

⑤ 次の座標を 4 隅とする四角形を描きます。 (dx,dy)

(-4.6, -10.1), (4.6, -10.1), (4.6, 10.1), (-4.6, 10.1)

⑥ レイヤー F.SilkS を選択します。（基板シルク印刷）

⑦ 次の座標を 4 隅とする四角形を描きます。

(-4.8, -10.3), (4.8, -10.3), (4.8, 10.3), (-4.8, 10.3)

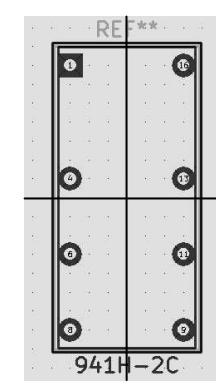


図 14-6

② デザインルールエディタが開きます。



図 10-3

③ 表 10-1, 表 10-2 のように入力します。 (Fusion PCB Specification を満足する値を設定します)

「ネットクラスエディタ」タブ

[mm]

	クリアランス	配線幅	ビア径	ビアドリル	マイクロビア径	マイクロビアドリル
Default	0.2	0.2	0.5	0.3	0.3	0.1

表 10-1

「グローバルデザインルール」タブ

「カスタムビアサイズ」 [mm]

	直径	ドリル
ビア 1	0.9	0.5
ビア 2	1.2	0.8
ビア 3	1.4	0.9
ビア 4	1.5	1.0
ビア 5		
ビア 6		
ビア 7		
ビア 8		

表 10-2

「カスタム配線幅」 [mm]

	幅
配線 1	0.2
配線 2	0.4
配線 3	0.6
配線 4	0.8
配線 5	1.0
配線 6	1.2
配線 7	1.6
配線 8	2.0

(6) 基板外形

左下角を原点とし 1 辺 25mm の正方形の基板外形を描きます。

① グリッドを 5.0000mm(196.85mils) にします。図 10-4-(a)

② 右ツールバー 「図形ラインを追加」を選択します。図 10-4-(b)

③ レイヤー「Edge.Cuts」を選択します。図 10-4-(b)

④ 作業原点を始点として 1 辺 25mm の正方形を描きます。図 10-4-(b)

終点はダブルクリックして描画を終えます。

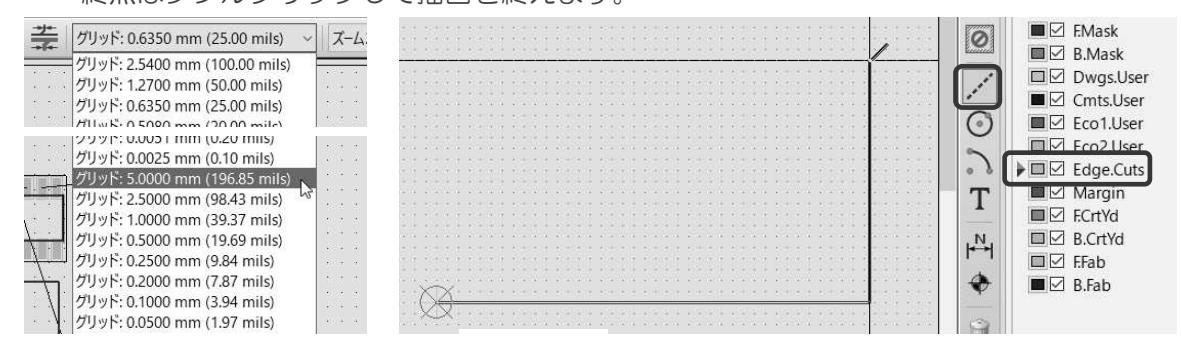


図 10-4

(a)

(b)

複雑な形状の基板外形を描くときは 34 ページ Tips3、「DXF ファイルのインポート」を参照

(7) 取付け穴を設ける

基板の右下角に $\phi 3.2\text{mm}$ の基板取付け穴を設けます。

- ① グリッドを 1.0000mm (39.37 mils)にします。
- ② 右ツールバー 「フットプリントを追加」を選択します。
- ③ 基板上の適当な位置をクリックします。
- ④ 「フットプリントのロード」ダイアログの[ブラウザーで選択]をクリックします。右図10-5

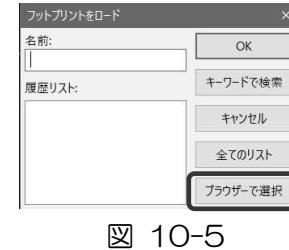


図 10-5

- mac 版には[ブラウザーで選択]がありません。名前欄に *mountinghole* と入力してキーワード検索します。
- ⑤ ライブラリ・ブラウザ左ペイン Mounting_Holes を選択します。図 10-6
- ⑥ 中央ペインの MountingHole_3.2mm_M3 を選択します。図 10-6
- ⑦ ツールバー 「ボードにフットプリントを挿入」をクリックします。図 10-6

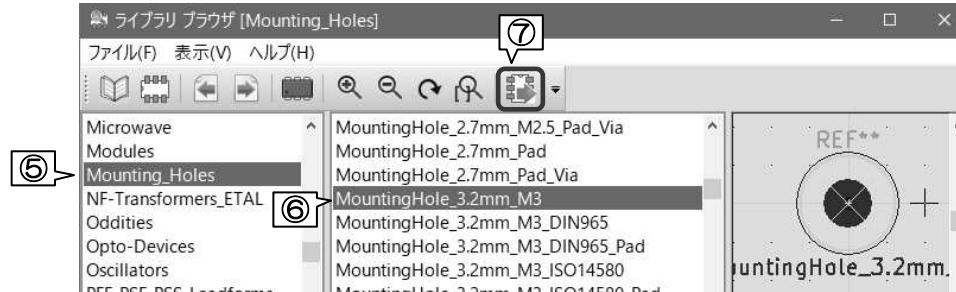


図 10-6

- ⑧ マウスポインタに吸着されているフットプリントを目的の位置に配置します。
- ⑨ マウスポインタを M3 フットプリントに合わせてショートカット E を入力します。
- ⑩ 「フットプリントのプロパティ」ダイアログのレファレンス欄の編集をクリックします。
- ⑪ リファレンス欄の REF** を MH1 と書き換えます。
- ⑫ 「非表示」を選択し → [OK] をクリックします。図 10-7-(b)
- ⑬ 「移動/配置」欄の「フットプリントのロック」を選択し → [OK] をクリックします。
- ⑭ 2 個以上の取付け穴を配置する場合は③～⑬を繰り返します。このとき⑪のリファレンスの値は MH2, MH3... と、他と重複しないユニークな値とします。

図 10-7-(a)

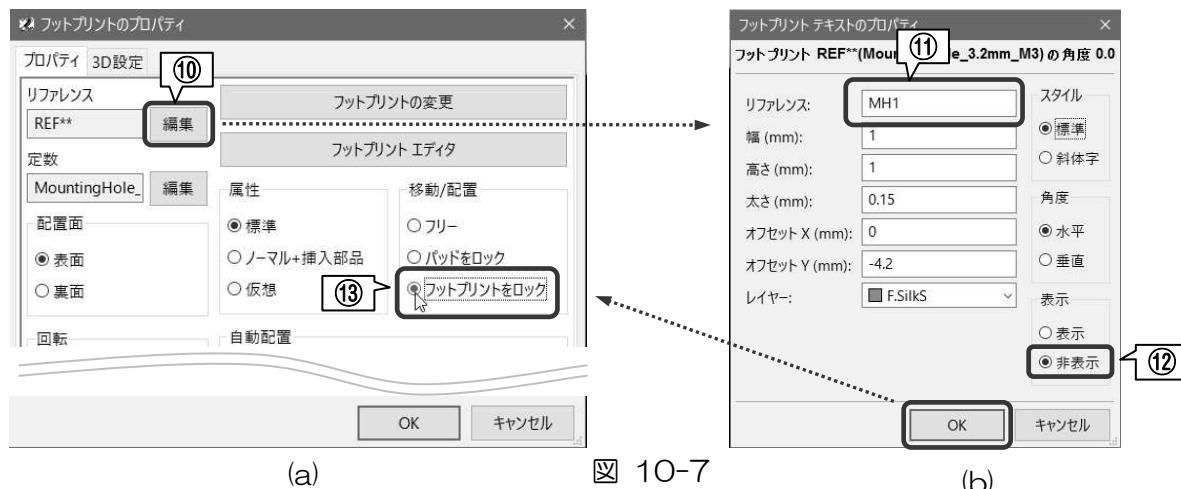


図 10-7

(8) ネットリストの読み込み

- ① グリッドを 0.6350mm (25.00 mils)にします

③ 上図 13-7 のようにシンボルを描きます。

(8) ピンのプロパティ

- ① マウスポインタを左上ピンの○に合わせショートカット E (編集) を入力します。図 13-7(矢印)
- ② ピン名 coil1, ピン番号 1 を入力して[OK]をクリックします。図 13-8
- ③ ②にならって表 8 のとおりピンのプロパティを設定します。



図 13-6

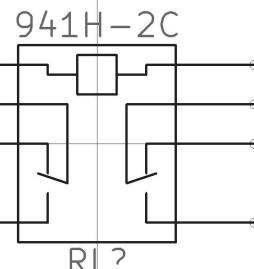


図 13-7

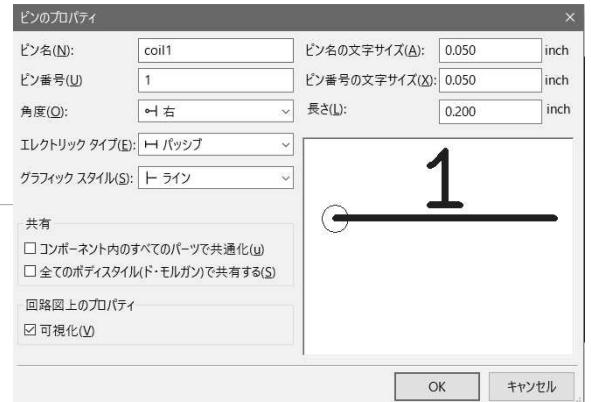


図 13-8

ピン名	ピン番号	ピン番号	ピン名
coil1	1	16	coil2
c1	4	13	c2
b1	6	11	b2
a1	8	9	a2

表 13-1

(9) 保存

- ① 上ツールバー中ほど 「新しいライブラリへ現在のコンポーネントを保存」をクリックします。
- ② 先に作成した ex-lib フォルダ配下にファイル名 myLib.lib で[保存] します。

(10) 利用

新規作成したコンポーネント・ライブラリはそのままでは利用できませんので、プロジェクトに組み込む操作が必要です。
アページ「(5) ライブラリ追加」参照

14. フットプリント・ライブラリの制作

フットプリント DIP-16_W7.64mm(300mils)をひな形（テンプレート）として用います。

(1) フットプリントエディタの起動

KiCad マネージャから 「フットプリントエディタ」を起動します。

(2) ひな形の読み込み

- ① 上ツールバー 「ライブラリからフットプリントを開く」をクリックします。
- ② [ブラウザーで選択]をクリックします。図 14-1
- ③ ライブラリ・ブラウザ・左ペインの Houseings_DIP を選択します。図 14-2
- ④ 中央ペインの DIP-16_W7.64mm を選択します。図 14-2
- ⑤ 「ボードへフットプリントを挿入」をクリックします。図 14-2

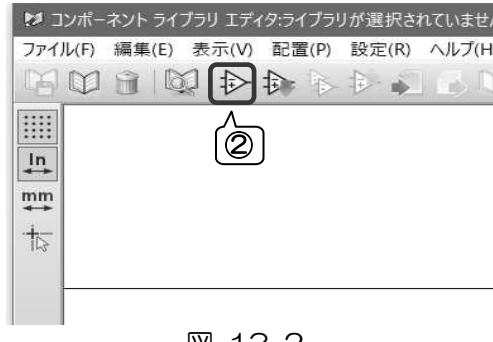


図 13-2

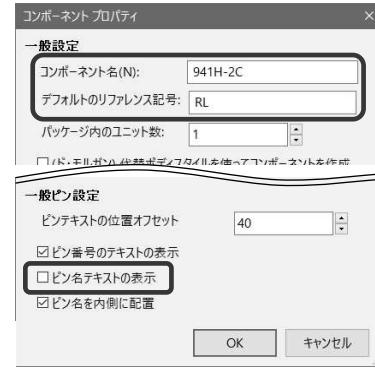


図 13-3

③ コンポーネントプロパティダイアログを次のように設定します。 上図 73

コンポーネント名 : 941H-2C

デフォルトのレファレンス記号 : RL

ピン名テキストの表示 のチェックを外します。

④ [OK]をクリックします。

(4) コンポーネント外形

右ツールバー 「コンポーネントのボディに矩形を追加する」を選択し,

座標(X-0.200, Y-0.250)～(X 0.200, Y 0.250)を対角にした矩形を描きます。図 13-5

座標は描画ウィンドウの下端に表示されます。

(5) ピンの配置

① 右ツールバー 「コンポーネントにピンを追加」を選択します。

② ウィンドウの余白をクリックします。「ピンのプロパティ」ダイアログが開きます。

③ 角度「左」、エレクトリックタイプ「パッシブ」とし[OK]をクリックします。 図 13-4

④ マウスポイントにピンが吸着されているので適当な位置にクリックして配置します。

⑤ ②～④を繰り返してピンを図 75 の (x, y) で示す座標に4つ配置します。 図 13-5

⑥ 角度を「右」としてピンを右側にも4つ配置します。

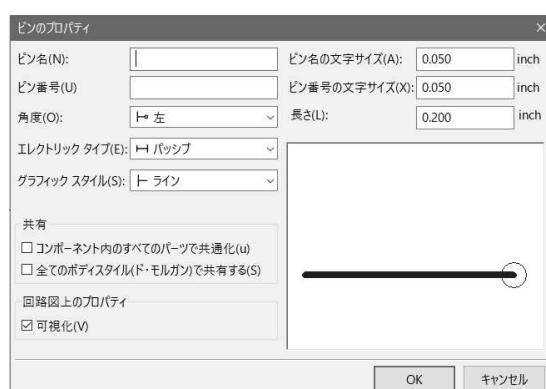


図 13-4

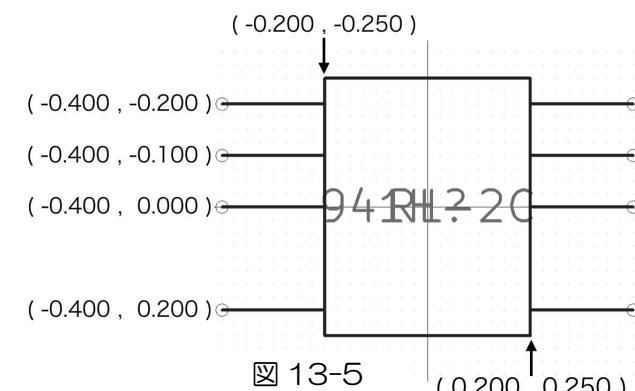


図 13-5

(6) コンポーネント名, レファレンス記号の移動

移動機能（ショートカット M）でそれぞれを適当な位置に移動します。

(7) シンボルの描画

① 右ツールバー 「コンポーネントのボディに線・ポリゴンを追加する」を選択します。

② 右クリックしてグリッドを 25.00mils にします。図 13-6

- ② 上ツールバー 「ネットリストの読み込み」をクリックします。図 10-8
- ③ ネットリスト・ダイアログ[現在のネットリストを読み込む]をクリックします。
- ④ 確認ダイアログが開くので[はい]をクリックします。
- ⑤ [閉じる]をクリックします。
- ⑥ フットプリントの塊りが現れます。



図 10-8

(9) フットプリントの展開

① 上ツールバー 「フットプリントモード」を選択します。

② 図面の中で右クリックし表示されたメニューの「グローバル移動/配置」を選択します。図 10-9

③ 「すべてのフットプリントを展開」を選択→確認ダイアログの[はい]をクリックします。

重要 ④ 上ツールバー 「フットプリントモード」の選択を解除します。



図 10-9

(10) 部品配置

① 基板外形枠内にフットプリント（部品）を移動配置します。図 10-10

② フットプリントの移動, 回転等には回路図エディタの編集機能がレイアウトエディタでも使えます。ドラッグ（ショートカット G）と回転（ショートカット R）を用います。

③ ラッソネスト（フットプリントを結んでいる細い線）を見ながら、フットプリントの移動・回転を行い、実際の配線ができるだけ簡単になるようにフットプリントを配置します。

※ここでは図 10-11 のように配置して下さい。およそその位置で OK です。

④ 部品の F.Cu と B.Cu のレイヤー間移動はフリップ（ショートカット F）を用います。

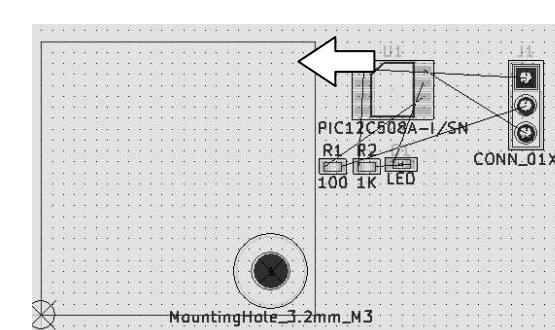


図 10-10

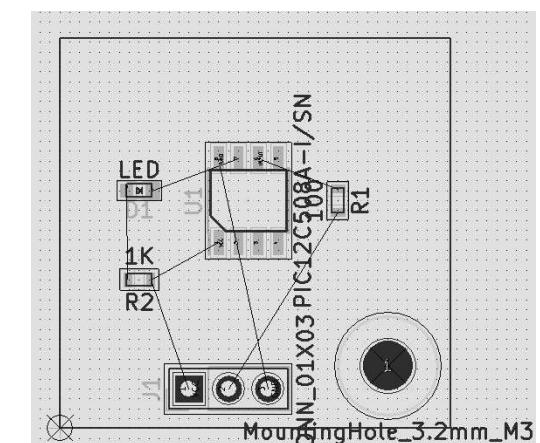


図 10-11

(11) 部品定数の非表示、部品番号の移動

- ① 右ツールバーの右にある「表示」タブをクリックします。
 - ② 「非表示テキスト」「値」のチェックを外します。右図 10-12
 - ③ 部品番号にマウスポインタを合わせ、ショートカット M(ムーブ)を入力します。
 - ④ マウスポインタに吸着された部品番号を移動先でクリックして配置固定します。ショートカット R(回転)も併用できます。
- 【注意】F.Fab レイヤーの部品番号はそのままにしておきます。

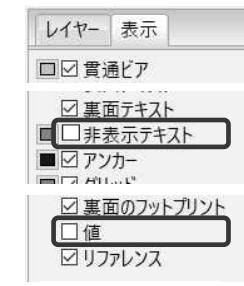


図 10-12

(12) ベタグラウンド領域の設定

基板の空き領域の銅箔を除去せずグラウンド(GND)のパターンとして用いることをベタグラウンドといいます。

- ① グリッドを 0.5000mm(19.69mils)にします。
- ② 右ツールバー 「塗りつぶしゾーンを追加」を選択します。
- ③ F.Cu レイヤーを選択します。
- ④ 作業原点から 0.5mm 内側の点 (dx=0.500, dy=-0.500) をクリックします。
- ⑤ 導体ゾーンのプロパティのネット欄の GND を選択します。図 10-13
- ⑥ クリアランス(mm)欄に 0.35 と入力し [OK]をクリックします。
- ⑦ 外形線の内側 0.5mm にベタグラウンド領域を描きます。図 10-14
- ⑧ 同様に B.Cu レイヤーにもベタグラウンド領域を描きます。

34 ページ Tips4.複雑な基板外形のベタグラウンド も参照のこと



図 10-13

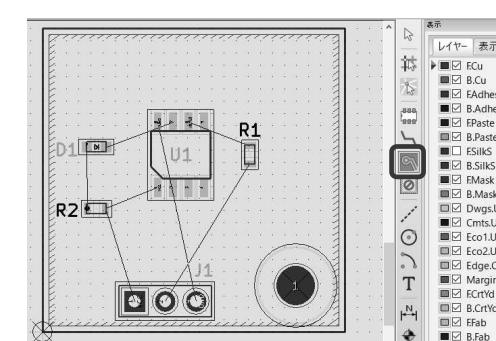


図 10-14

(13) 手動配線・練習

- ① グリッドを 0.6350mm(25.00mils)にします。
- ② 右ツールバー 「配線とビアの追加」を選択。「F.Cu」レイヤーを選択します。図 10-15
配線の 始点 → 中間点 とクリックして配線を引き回します。
終点でダブルクリックすると配線接続されラッソネストが消えます。
- ③ 配線は他の配線や端子と接触したり交差したりしないよう基板の Front 面 (F.Cu) や Back 面 (B.Cu) をうまく選択して引き回します。図 10-16

参考：Front 面を Top 面、Back 面を Bottom 面と呼ぶことがあります。

【注意】「Fusion PCB」のデータフォーマットを参考にして実習を行いましたが、「Fusion PCB」

に完全に適合した発注データの生成を保証するものではありません。

実際に基板製造発注する場合は発注先が公開しているガーバーデータ、ドリルデータの出力フォーマットに関する文書を熟読し、そのフォーマットに適合するように KiCad のデータ出力パラメータを調整します。

- ・Fusion PCB ガーバーファイルを出力する方法。

<http://support.seeedstudio.com/knowledgebase/articles/ガーバーファイルを出力する方法>

- ・Fusion PCB KiCAD からガーバーファイルを出力する方法。

<http://support.seeedstudio.com/knowledgebase/articles/1187731-kicad からガーバーファイルを出力する方法>

- ・Fusion PCB(JP) 基板製造サービス

https://fusionpcb.jp/fusion_pcb.html

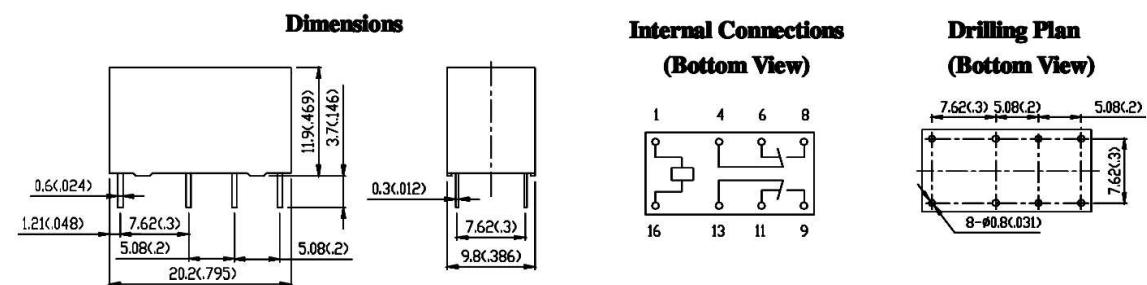
- ・表 7 のファイル群を ZIP に固めてアップロードし、製造基板の諸元を設定して発注します。

13. コンポーネント・ライブラリの制作

(1) 作成する部品

- ① HSIN-DA 社の基板用リレー 941H-2C を例にします。

- ② 941 シリーズのデータシートのシンボル、外形サイズ、フットプリントを参照します。図 13-1



REMARK: Tolerance of outline dimensions: ±0.1(0.004).

図 13-1

UNIT: mm (inch)

(2) 演習用プロジェクトの作成

- ① フォルダ ex-lib を新規作成します。(フォルダ作成位置は任意の場所でよい)
- ② Eeschema (回路図エディタ) を起動します。

(3) コンポーネントの作成前処理

- ① KiCad マネージャから 「コンポーネントライブラリエディタ」を起動します → コンポーネントライブラリエディタが開きます。図 13-2
- ② 上ツールバー 「新規コンポーネントを作成」をクリックします。図 13-3

ガーバーデータを出力した同じディレクトリを[絶対パス]で指定します。

③ 各種パラメータを次のように選択します。

- a) ドリル単位 : mm
- b) ゼロの扱い : 先頭ゼロ省略 (リーディングゼロサプレス)
- c) ドリルマップファイルフォーマット : PostScript
- d) ドリルファイル設定 : PTH と NPTH 穴データを一つのファイルにマージ
- e) ドリル原点 : 補助座標

④ データ出力

[ドリルファイル]をクリックします。(メッセージ欄にファイル生成状況が表示されます)

(3) 基板製造データの確認 図 12-3

- ① KiCad マネージャから 「GerbView」を起動します。
- ② 上ツールバー 「現在のレイヤーに新規のガーバーファイルを…」をクリックします。
拡張子. g?? のファイルを全部選択して [開く] をクリックします。
- ③ 上ツールバー 「現在のレイヤーに excellon ドリル…」をクリックします。
拡張子. drl のファイルを選択して [開く] をクリックします。
- ④ ガーバーデータ、ドリルデータを確認します。

GerbView 右ペインの「レイヤー」タブの表示選択チェックボックスを操作して、各レイヤーのガーバーデータを個別表示し基板レイアウトと正しく一致しているか確認します。

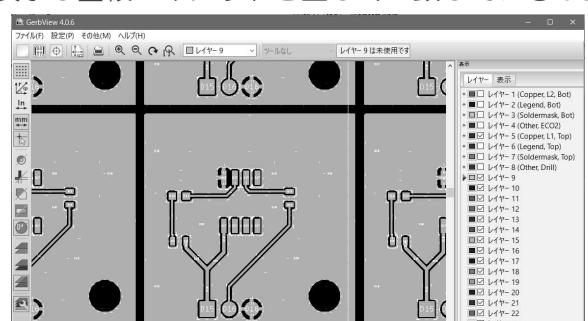


図 12-3

(4) ファイル名と拡張子の変更

Fusion PCB では表 7 のように用途に応じたファイル名、拡張子が指定されていますので KiCad が
出力したデータファイルのファイル名、拡張子を変更します。表 7

用 途	今回出力したファイル名	Fusion PCB ファイル名 基板名 拡張子
表面銅箔	tutorial1-PNL-F.Cu.gtl	tutorial1-PNL.gtl
表面ソルダマスク	tutorial1-PNL-F.Mask.gts	tutorial1-PNL.gts
表面シルク印刷	tutorial1-PNL-F.SilkS.gto	tutorial1-PNL.gto
裏面銅箔	tutorial1-PNL-B.Cu.gbl	tutorial1-PNL.gbl
裏面ソルダマスク	tutorial1-PNL-B.Mask.gbs	tutorial1-PNL.gbs
裏面シルク印刷	tutorial1-PNL-B.SilkS.gbo	tutorial1-PNL.gbo
ドリル	tutorial1-PNL.drl	tutorial1-PNL.txt
基板外形	tutorial1-PNL-Eco2.User.gbr	tutorial1-PNL.gko

表 12-1

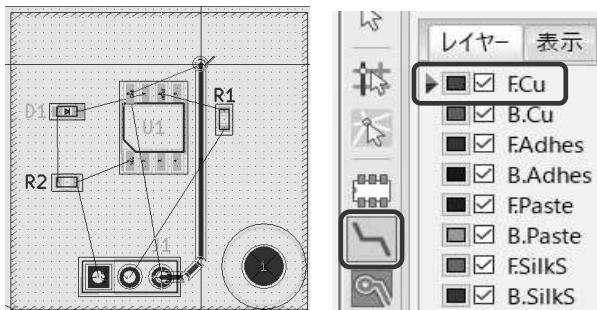


図 10-15

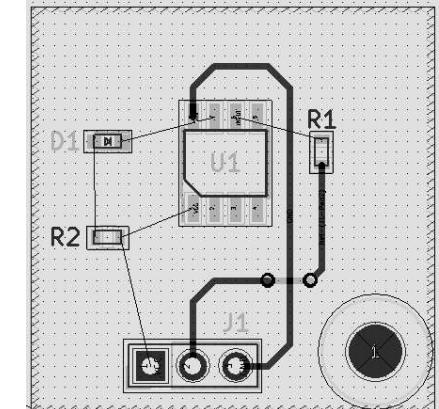


図 10-16

- ④ 他の配線や端子と接触、交差、異常接近する配線はリアルタイム DRC により拒否されます。
- ⑤ そのままでは配線の交差が避けられない場合は、配線途中で配線レイヤーを切り替えて立体交差させます。図 10-17
 - (a) A 点まで配線を引いてショートカット V (ビア作成) を入力します。レイヤーが切替わる
 - (b) B 点まで配線を引きショートカット V を入力します。

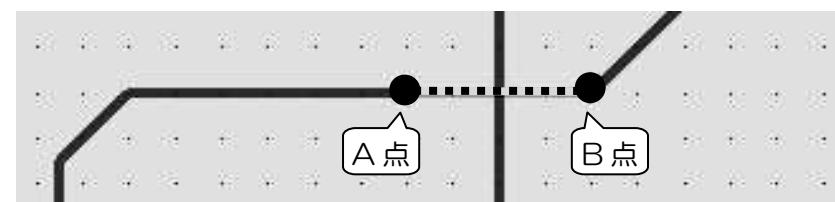


図 10-17

(14) 配線編集

既存の配線に対して編集を加えることができます。

編 集	ショートカット等
配線 [線分] の削除	[BS]
配線 [始点～終点] 削除	[De]
線分のドラッグ移動	G
線分のドラッグ移動 (角度保持)	D
折れ点の移動	M
折れ点の追加	① 折れ点を追加したいところにマウスポイントを置く ② 右クリックしメニューの「配線の切断」をクリック

表 10-3 配線編集

注意: ショートカット [De] はレイアウトエディタ: 始点終点削除と回路図エディタ: 線分削除で働きが異なります。

(15) 押しのけ配線

押しのけ配線とは手動で配線を引き回すとき配線を自動的に押しのけて手動配線を通す機能です。
図 10-18

- ① メニューバー「表示」→「描画キャンバスを OpenGL(3D) に切り替え」(ショーカット[F11])
または「描画キャンバスを Cairo(2D) に切り替え」(ショーカット[F12]) を選択します。
- ② 通常配線モードに戻すにはメニュー「表示」→「描画キャンバスを標準に切り替え」(ショーカット[F9]) を選択します。

- ③ ショートカット X (配線) → ショートカット E (インタラクティブルータ設定) と進みモードを「押しのけ」とします。

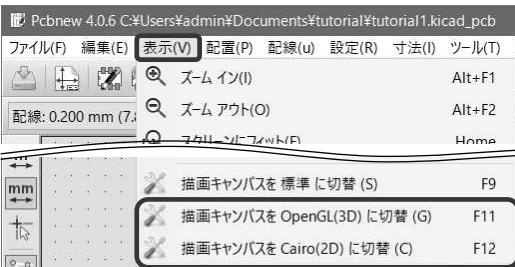


図 10-18

(16) 配線の一括削除

- ① メニューバー「編集」→「広域削除」と進みます。 図 10-19
- ② アイテムの削除ダイアログのボードの配線にチェックを入れて[OK]をクリックします。

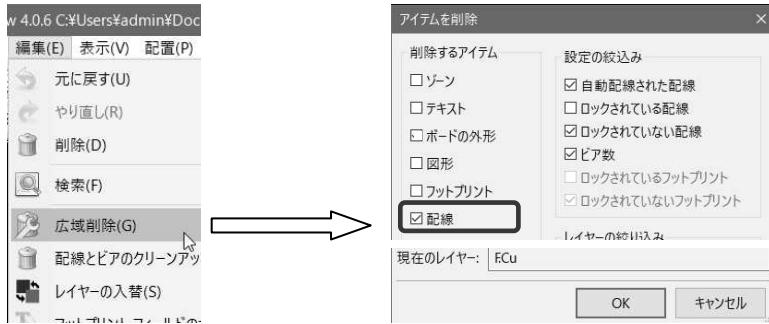


図 10-19

36 ページ Tips7.特定の配線だけ残して他を全部ラッソネストにもどす も参照のこと

(17) GND, VCC 他の手動配線 右図 10-20

- ① グリッドを 0.6350mm(25.00 mils) にします。
- ② 上ツールバーの [配線: O.xxx] プルダウンメニューで 線幅 0.2mm を選択し GND を手動配線します。このとき,
 - ・端子からは直角に配線を引き出します。
 - ・大回りで配線します。
- ③ 線幅 0.4mm で VCC を手動配線します。
- ④ 最短距離で配線したい信号線があれば手動配線します。

35 ページの Tips5.表面実装部品パッドへの配線 も参照のこと

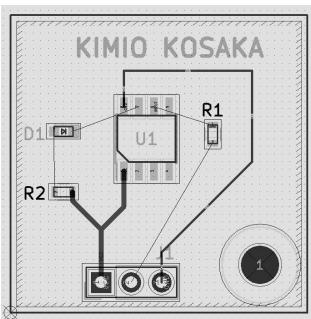


図 10-20

(18) オートルータ

GND, VCC 以外の配線はオートルータにより自動配線します。

- ① 上ツールバー 「外部ルータとのデータ交換」をクリックします。
- ② [Specctra Design 形式で出力し Freerouter を起動]をクリックします。 図 10-21
- ③ ファイル選択ウインドウが開くので[保存]をクリックします。
- ④ ツールバーの Unit 欄を 25 mil に設定します。 図 10-22
- ⑤ ツールバー[Autorouter]をクリックします。 図 10-22
- ⑥ 自動配線終了後、メニューバー「File」→「Export Specctra…」と進みます。 図 10-22
- ⑦ 確認ダイアログが開くので[はい]をクリックします。
- ⑧ [スペクトラムセッションファイル(*.ses)のバックインポート]をクリックします。 図 10-21

Fusion PCB の製造データフォーマットは次のように指定されています。

ガーバーデータ : RS-274X

ドリルデータ : Excellon

(1) ガーバーデータの出力

- ① PcbNew の上ツールバー 「プロット (HGPL….)」をクリックします。

- ② 「製造ファイル出力」が開きます。図 12-1

- ③ 出力フォーマット : [ガーバー]を選択します。

- ④ 出力ディレクトリの選択

ガーバーデータの出力先のフォルダ (ディレクトリ) を[絶対パス]で指定します。

- ⑤ レイヤーの選択

F.Cu B.Cu B.SilkS F.SilkS B.Mask F.Mask Eco2.User を選択します。

※他のレイヤーの選択は、すべて解除します。

- ⑥ オプションを次のように選択します。

a) フットプリントのリファレンスをプロット

b) ピアのティンティングを禁止 (貫通ピアにはんだレジストをかけない)

c) 基板外形レイヤーのデータを他のレイヤーから除外

d) 原点に補助座標を使用

- ⑦ ガーバーオプション

e) Protel の拡張子を使用

f) フォーマット : 4.6(単位 mm) (数値データ:整数部4桁.小数部6桁、単位 mm の意)

- ⑧ データ出力

[製造ファイル出力]をクリックします。(メッセージ欄にファイル生成状況が表示されます)



図 12-1



図 12-2

(2) ドリルデータの生成

- ① 「製造ファイル出力」ダイアログ (上図 12-1) の[ドリルファイルの生成]をクリックします。

「ドリルファイルの生成」ダイアログが開きます。 上図 12-2

- ② 出力ディレクトリの選択



図 11-1

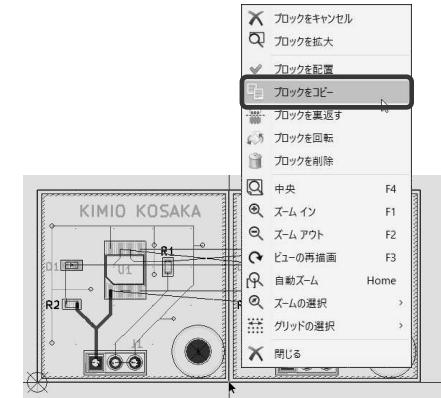


図 11-2

- ⑤ 上記③～④を繰り返して4行4列で基板レイアウトを配置します。
- ⑥ 基板レイアウト間に無意味なラッタネットが表示されるので、左ツールバー 「ボードのラッタネットを非表示」を選択して非表示にします。
- ⑦ ここで一旦、ファイル保存します。

以後、作業の区切りごとに「ファイル保存」しましょう

(6) 外形線の削除

メニューバー「編集」→「広域削除」で「ボードの外形」を削除します。

(7) 面付け基板用外形線とVカットラインを描く 図 11-3

- ① グリッドを 2.5000mm(98.43mils) にします。
- ② レイヤー「Eco2.User」を選択します。
- ③ 右ツールバー 「図形ラインを追加」を選択します。
- ④ 4×4 面付け基板レイアウト全体を囲む 100mm×100mm の外形線を描きます。
- ⑤ Vカットラインを外形線を突き抜けるかたちで縦横に描きます。
- ⑥ Vカットを示す矢印図形と“V-cut”的文字を配置します。 19 ページ「(19) 基板に名前などを書く」

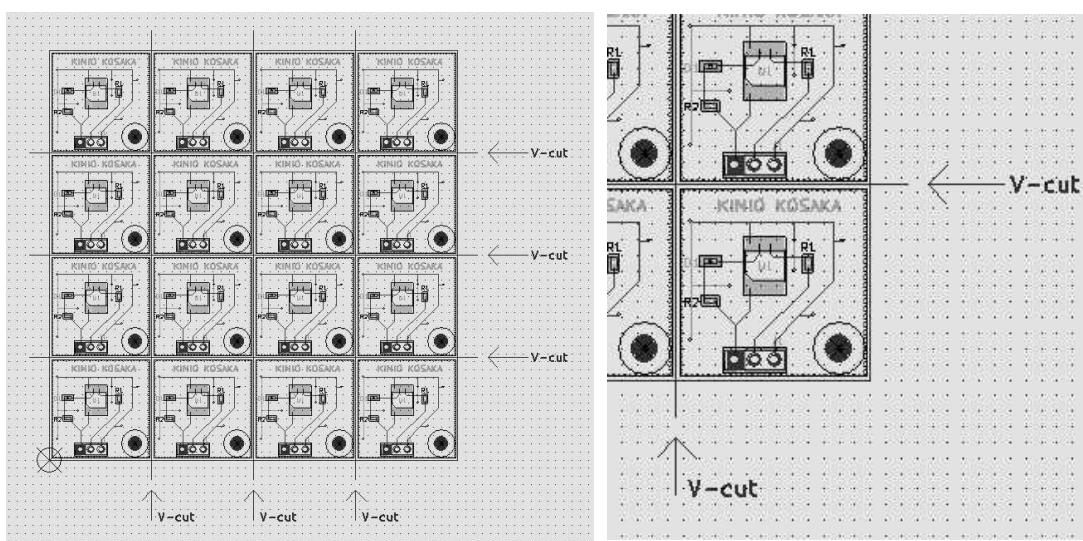


図 11-3

12. 製造データの出力と確認

- ・面付け基板レイアウトの基板製造データを出力します。
- ・基板製造データは発注先が指定するデータフォーマットに合わせなければなりません。
- ・ここでは「Fusion PCB」のデータフォーマットを参考にして製造データ出力の演習を行います。

⑨ ファイル選択ウインドウが開くので[開く]をクリックします。



図 10-21

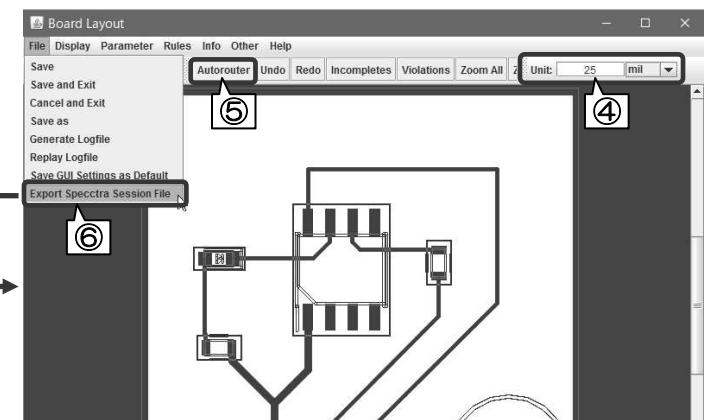


図 10-22

(19) 配線修正

オートルータによる配線も手動編集が可能です。

(20) 配線とビアのクリーンアップ

配線が終わったら不要な配線やビアを検出して削除するクリーンアップを行います。
メニューバー「編集」→「配線とビアのクリーンアップ」と進み、削除設定ダイアログの [OK] をクリックしてクリーンアップを実行します。

(21) 基板に名前などを書く 図 10-23

- ① 右ツールバー 「テキストを追加」を選択し、レイヤー「F.SilkS」を選択します。
- ② 名前を置きたい場所をクリックします。
- ③ テキストのプロパティ・ダイヤログのテキスト欄に名前を入力し[OK]をクリックします。

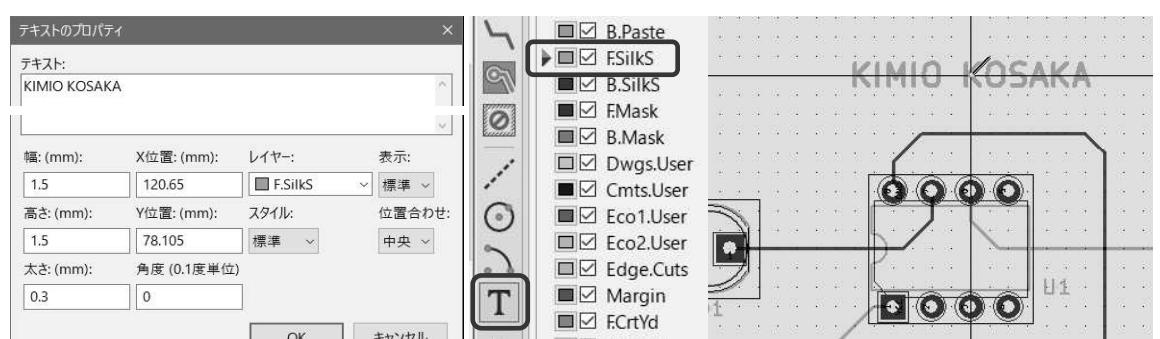


図 10-23

(22) DRC (ディー・アール・シー : Design Rule Check)

DRC はデザインルールに沿った配置配線のチェックと未配線のチェックを行います。

- ① 上ツールバー 「デザインルールチェックの実行」をクリックします。
- ② DRC ダイアログの[DRC の開始]をクリックします。
- ③ エラーメッセージ欄の「問題/マーカー」ならびに「未配線」にエラーメッセージが無ければルールに沿った配置配線が行われています。
- ④ エラーがある場合はエラーメッセージが表示されます。図 10-24

⑤ DRC と同時にベタ・グラウンドの生成が行われます。図 10-25

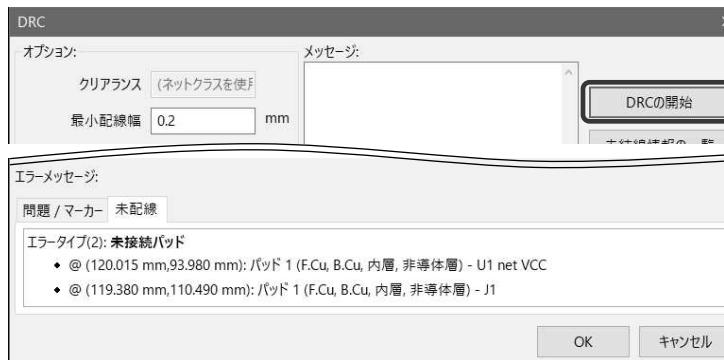


図 10-24

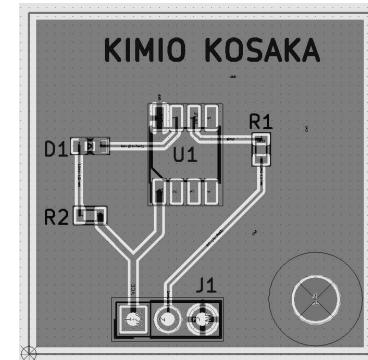


図 10-25

(23) ベタグラウンド貫通ビアの配置

Front と Back のベタグラウンドに電位差が生じると思わぬ誤動作の原因となりますので、適当な間隔で Front と Back のベタグラウンドを貫通ビアで結び等電位になるようにします。

図 10-26 の矢印のビアが「貫通ビア」です。

- ① 左ツールバー 「ゾーンの塗りつぶし領域を非表示」を選択します。
- ② 右ツールバー 「配線とビアの追加」を選択し配線レイヤー F.Cu を選択します。
- ③ 配線幅 0.2mm で既存の GND ラインから配線を引き出します。
- ④ 貫通ビアを置きたいところでショートカット V を入力しビアを配置します。図 10-27
- ⑤ 次に配置したい場所まで配線を引き延ばし上記④によりビアを配置します。
- ④～⑤を繰り返して必要な場所に貫通ビアを配置します。
- ⑥ 貫通ビアを配置してビアをダブルクリックすると配置配線を中断することができます。
- ⑦ 貫通ビアを配置し終わったら、もう一度 DRC を実行します。

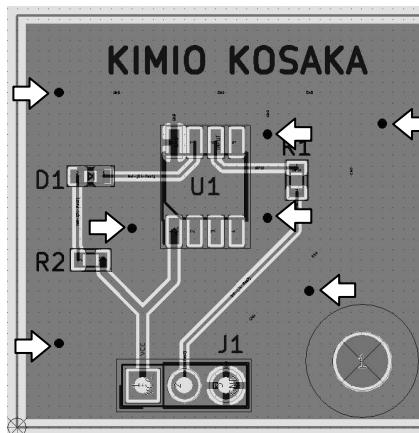


図 10-26

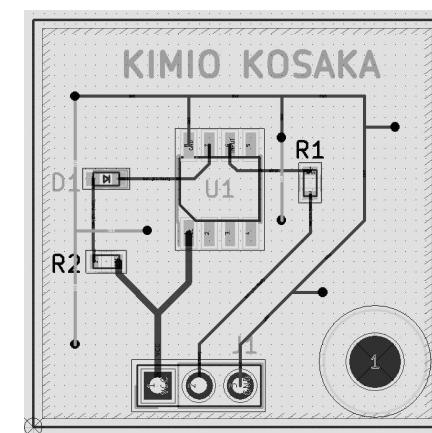


図 10-27

- ⑧ ベタグラウンド塗りつぶし実行はショートカット B, 解除はショートカット CTRL+B でも行えます。mac 版は Command+B

(24) アーカイブの保存

プロジェクトのファイル群は zip ファイルに固めて保存することができます。

- ① 回路図エディタ, レイアウトエディタそれぞれでファイル保存して終了します。
- ② KiCad マネージャのメニュー「ファイル」→「アーカイブ」と進みます。
- ③ ファイル名を適当に保存します。 図 10-28



図 10-28

11. 面付けと V カット

- ・基板製造では「ワークサイズ」が決まっている、ワークサイズ当たりの費用が製造価格となります。
- ・ワークサイズに収まるサイズの基板はその大小にかかわらず同じ価格となります。
- ・ワークサイズの中に小さい基板を並べて配置し製造すれば基板単価を安くすることができます。
- ・ワークサイズの中に基板を複数配置することを「面付け」または「パネライズ」といいます。
- ・面付けした基板を簡単に切り離すことができるよう、面付け基板の外形に沿って V 字の溝を入れることを V カットといいます。
- ・面付けのルールは基板製造会社ごとに異なっています。
- ・ここでは「Fusion PCB」を想定して面付けを行います。

(1) 現在の基板データの保存終了

制作した基板レイアウト tutorial1.kicad_pcb を保存し PcbNew を終了します。

(2) 面付け用の PcbNew を起動

KiCad マネージャからではなく、直接 PcbNew を起動します。直接起動の方法は Windows, Mac, Linux それぞれで異なります。

(3) 基板レイアウトのインポート

- ① グリッドを 5.0000mm (196.85 mils) にします。
- ② メニューバー「ファイル」→「ボードを追加」を選択します。
- ③ ファイル選択ウインドウが開くので tutorial1.kicad_pcb を選択して開きます。
- ④ マウスポインタに基板レイアウトが吸着されているので適当な位置に配置します。
- ⑤ 配置した基板レイアウト外形線の左下隅に作業原点を設定します。 13 ページ「10-(4) 作業原点」

(4) 名前を付けて保存

面付けを行う前に、ファイル名 tutorial1-PNL.kicad_pcb で tutorial1 プロジェクトのフォルダ配下に保存します。

(5) 面付け操作

- ① インポートした基板レイアウト全体を範囲選択します。
- ② ブロック操作ダイアログが開くので「非表示レイヤーのアイテムも含む」にチェックを入れて [OK] をクリックします。 図 11-1
- ③ マウスポインタに吸着されている基板レイアウトを既存の基板レイアウトの右に並べます。
(ここではクリックしないこと)
- ④ 右クリックし表示されたメニューの「ブロックをコピー」をクリックします。 図 11-2