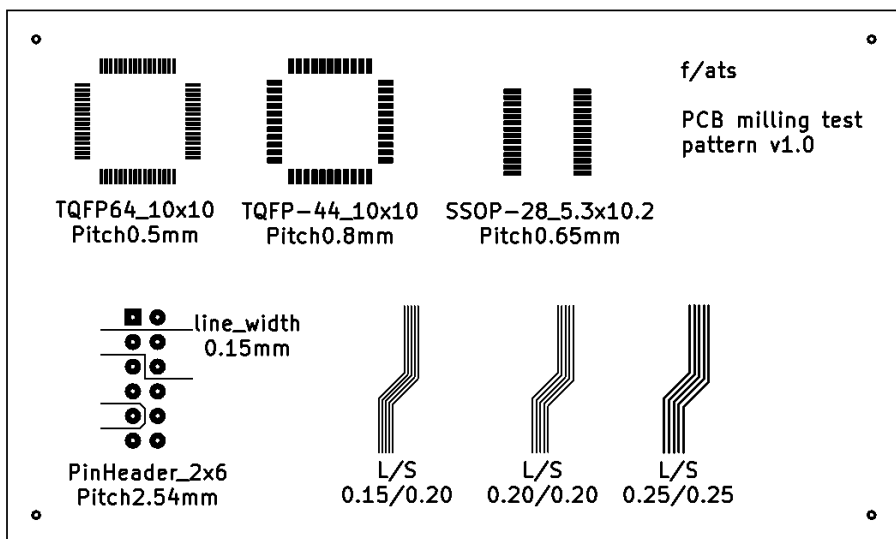


# 切削ライフ

## ～基板切削Q&A～





## はじめに

---

### どんな本？

---

本書は、卓上CNCフライスによる基板切削を紹介する本です。「どんなものが作れるのか」「どうやって作るのか」といったことをQ&A形式でまとめてみました。後半では、実際に作製したサンプルも紹介しています。

プリント基板（PCB）製造の外注が安く手軽にできるようになった今、あえて基板切削に挑戦する意味はあるのだろうか？ 外注製造に負けないぐらいのクオリティの基板が作れるのだろうか？ そもそも難しいのだろうか？ など、基板切削を始めるにあたって気になりそうなことを詰め込みました。

### 想定する読者は？

---

切削で基板を作ってみることに興味はあるけれども基板切削をやったことがない人向けの本です。また、CNCフライスについて基本的な知識があること<sup>1</sup>、KiCADやEAGLE等のソフトでガーバーデータが作れること<sup>2</sup>が望ましいです。

### この本で扱うCNCフライス環境は？

---

CNCフライス	オリジナルマインド KitMill RD300
基板加工カッター	土佐昌典VC
エンドミル	モノタロウ Φ2mmスクエアエンドミル <sup>3</sup>
CNC制御ソフト	USBCNC Version 3.52.8
ECAD	KiCAD Version 4.0.6
CAM	FlatCAM Version 8.5
生基板	片面ベークライト FR-1紙フェノール銅張積層板 100mm × 150mm, T=1.0mm, 銅箔35μm

---

<sup>1</sup> 特有の用語がありますが本書では逐一解説していません。web・書籍・またはf/atsのC92既刊「切削ライフ〜アクリル切削編〜」などを参照ください。

<sup>2</sup> ソフトウェアのチュートリアルやwebで情報を得ることが出来ます。トランジスタ技術でもたまにプリント基板開発の特集があります（2017年10月号はオススメ）。

<sup>3</sup> 使用したのはTiAlNコート2枚刃超硬スクエアエンドミル（ギャッシュタイプ）ですが、同じ刃径の異なるタイプを使用することも多々あります。基板切削のときはあまり気にしないのでコスパ重視で選択しています。

## f/atsについて

---

f/ats（フラッツ）はアート、技術ネタ、実験を楽しむサークルです。  
“Have fun with Art, Tech, Science!”

## お問い合わせ先

---

- ◇ <https://f-l-ats.blogspot.jp/>
- ◇ [flatsCircle@gmail.com](mailto:flatsCircle@gmail.com)
- ◇ [@flatsCircle](#)

意見、感想、要望、質問はwebサイト・メール・Twitterで。

## 免責事項

---

本書の記載内容は情報の提供を目的としています。内容には可能な限り注意を払っていますが、正確性や安全性に責任を負うものではありません。

筆者は機械工学を専門としていません。切削に関する情報は、個人レベルの経験的なノウハウであること、環境や機材に依存することに十分注意してください。

本書の情報による不都合、被害について、f/atsは一切責任を負いません。

# 目次

---

はじめに	1
どんな本？ .....	1
想定する読者は？ .....	1
この本で扱うCNCフライス環境は？ .....	1
f/atsについて .....	2
お問い合わせ先 .....	2
免責事項 .....	2
目次	3
基板切削 Q&A	5
基板を切削で作る .....	5
どんなもの（どの程度のもの）が作れるのか？	5
PCB製造外注と比較すると？	6
コスト	6
納期	7
その他	7
まとめ	7
手順 .....	8
基板切削の作業の流れは？	8
道具 .....	9
ガーバーデータからG-Codeの変換には何を使う？	9
刃物は何を使う？	9
基板加工カッター（配線パターン用）	9
エンドミル（基板外形切削用）	10
CNCフライスの種類は？	10
基板切削におけるポイントは？	11
まとめ .....	11
試作レポート	12
データの準備 .....	12
テストパターン（ガーバーデータ）は？	12
出力するガーバーデータのレイヤーは？	13

出力するガーバーデータの原点設定は？	13
ガーバーデータからG-Codeへの変換・切削パラメータは？	14
ガーバーデータの読み込み	14
Geometryの生成	14
ツールパス生成・切削パラメータの入力	15
G-Codeファイルの出力	18
切削作業に入る前に.....	18
セッティングで気をつけることは？	18
生基板の反りはどれぐらい？	19
生基板の固定方法は？	19
両面テープで固定（今回の試作はこの方法）	19
クランプ固定	19
Z原点（高さ）を合わせる方法は？	20
XY動作と銅箔面は本当に平行になっている？	20
切削作業 .....	21
試作結果 .....	21
Z=0.20mm設定	21
Z=0.15mm設定	21
Z=0.20mmとZ=0.15mmどっちが良い？	24
今回の試作における失敗や反省は？	24
剥がすときに割れ発生（両面テープ固定+Gap）	24
高低差	25
試作まとめ.....	25
あとがき	26
宣伝「切削ライフ シリーズ」 .....	27
謝辞.....	27
著者紹介 .....	27

## 基板切削 Q&A

切削で作る基板には長所短所があります。基板切削という選択をする前に踏まえておいた方がよい点をいくつかまとめました。

### 基板を切削で作る

#### どんなもの（どの程度のもの）が作れるのか？

極端に言えば「CNCフライスの性能（精度）で作れる範囲なら、どんな基板でも作ることが可能」です。CNCフライスの性能はどの程度かと言うと、筆者の環境（Kit Mill RD300）を例に挙げるなら、XYZ分解能が $1.25\mu\text{m}$ （理論値）です。現実的にはもう少し精度は落ちるわけですが、 $0.1\text{mm}$ 幅の配線も作ることが可能です（実装が難しくなるので、あまり細い配線パターンは設計しません）。

筆者の環境で試作した基板を図1に示します。0.5mm PitchのTQFPのパターンは問題なく切削できました。配線幅 $0.15\text{mm}$ ・溝幅 $0.2\text{mm}$ のパターンも問題なく切削できました<sup>4</sup>。詳しくは本書の後半で試作過程や他の条件で切削した結果を紹介します。

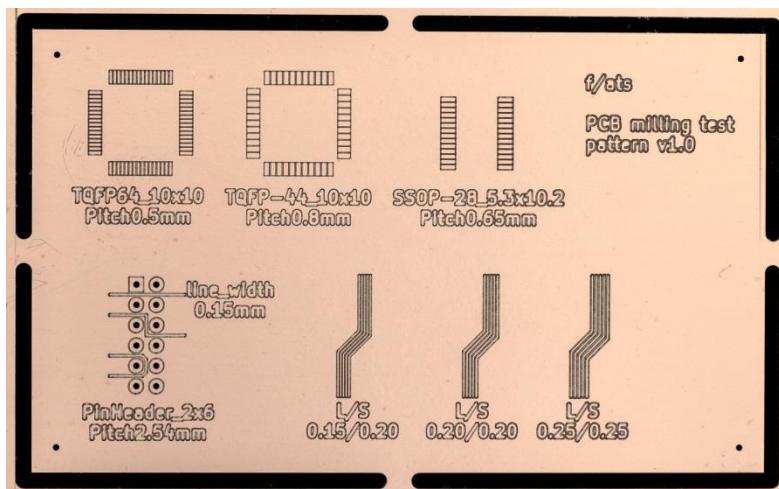


図1 切削基板 試作テストパターン

<sup>4</sup>（参考）最小パターン幅

P板.com  $0.127\text{mm}$ , Elecrow  $8\text{mil} = 0.2032\text{mm}$ （推奨）