



# Eagleを使った基板設計

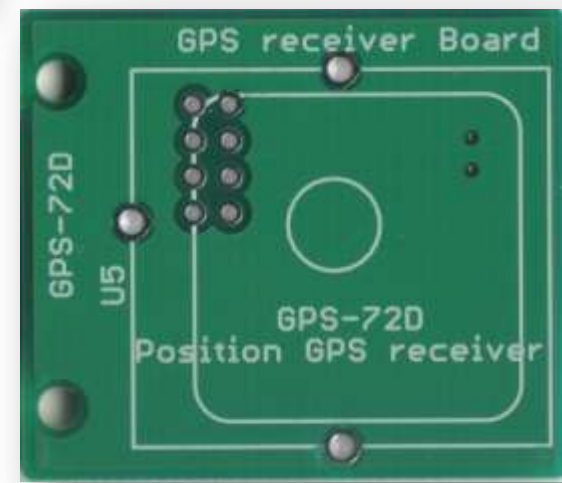
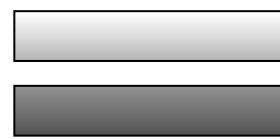
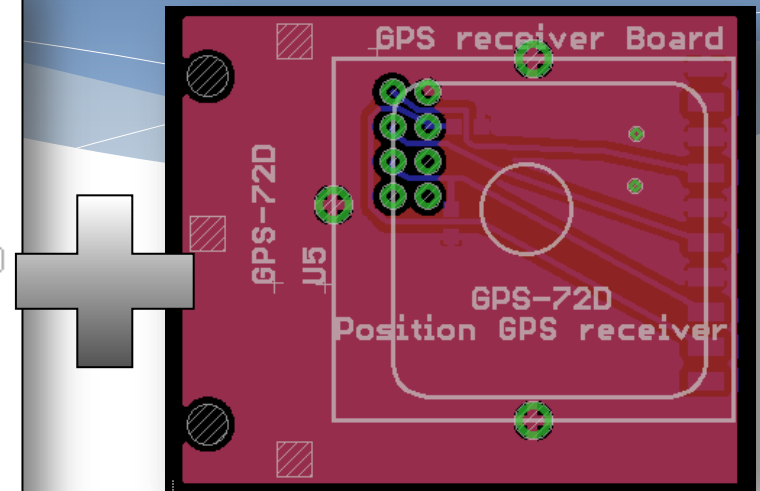
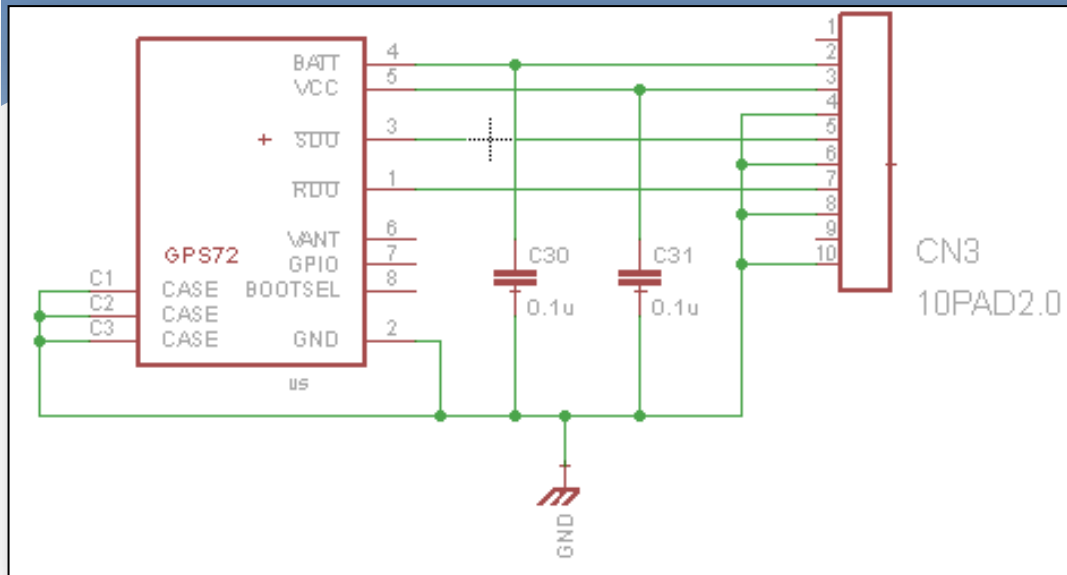
座学編

Ver. 1.1

K. Morishita

Update: 2012/8/24

# 目指すもの...それは、基板製造！



# Eagleのメリットとデメリット

## \* メリット

- \* 配線ミスやサイズのマスの少ない
- \* 多層基板の設計が楽
  - \* 有料版なら16層まで可能
  - \* 基板サイズを小さくできる
- \* 外注が楽なので、マスク処理が簡単にできて表面実装部品を使いたい放題
  - \* 部品の過密配置が楽ちん
    - \* 絶縁を補償可能
  - \* 手はんだが不可能なものでも、配置可能(外注もしくはリフローを利用)
  - \* ノイズの影響を減らせることが可能
    - \* 出すのも、飛び込んでくるのも減る
    - \* 減れば回路の安定性が増す
  - \* 基板サイズを縮小可能
  - \* 基板を実装する場合でも、回路の製造数が多いと穴あけ作業が減って楽ちん&粉塵防護

## \* デメリット

- \* 使いたい部品がライブラリになかった場合に自作
  - \* 時間が結構かかる

# 必要なもの

- \* PCやMacなどのコンピュータ
- \* Eagleのインストール
- \* 設計中のインターネット環境
  - \* ライブラリの検索や、部品のデータシートの入手などに必須
  - \* 必要ないのは、パターンの設計仕上げ段階だけ
- \* 光学マウス
  - \* ないと、無理
- \* 4層以上の設計をやりたいたらライセンス
  - \* 日本代理店:  
[http://homepage3.nifty.com/circuitboards/v2\\_software/EAGLE/v2\\_software1.html](http://homepage3.nifty.com/circuitboards/v2_software/EAGLE/v2_software1.html)
  - \* アカデミックなら割と安い

# まずはセットアップ

- \* PCへインストール
- \* 自作のライブラリフォルダを登録
- \* ライブラリフォルダがなければ、作成して下さい



# インストール前の注意！

- \* Eagleのバージョンが6.0以降は全データがXML形式となっています
- \* 古いバージョンで設計したファイルを最新のバージョンで開くと自動的に変換され、上書き保存される(聞いてくるかもしれないが)
- \* 古いライセンスしかない場合は、変更がまずいことも考えられます
  - \* この場合は、ファイルのバックアップを取っておいて不用意に上書きしないようにするしかありません

# ライセンス購入前の注意！

- \* ライセンスはメジャーバージョンアップ後のバージョンには非対応
  - \* 例: 5.x -> 6.x
- \* OSをまた買わされるみたいなものです
- \* 「もうすぐ次のバージョンが出るよー」と噂が流れたら、購入は待った方が良くかもしれません

# 電子回路設計の流れの中のEagle

Eagleの使いどころ

発案と仕様  
様の決定

回路図の  
設計

パターン  
の設計

繰り返される評価とやり直し

テスト

部品実装

基板製  
造・発注

If(予算と納期のデッドライン == true) 我慢して使う();

プログラムとジャンパ線&パタンカットで対応



# 仕様決定時の留意点

\*ユニバーサル基板で組むだけなら

電源電圧・消費電流・要求サイズ・重量制限・予算・納期・プログラム構築(言語, コンパイラ, IDE, API, 工作資料の有無)

\* Eagleでは

- \* 使用したい電子パーツがEagleのライブラリにない場合は自作
  - \* 時間がかかり必要となるので納期に注意
  - \* ライブラリ作りは手分けして作業することが可能
  - \* ただし、作業担当者の電子回路スキルによってライブラリの信頼性が変わる・・・
    - \* データシートの部品図がボトムビューなのに気付かない・ピン番号をミス・長さの単位を読み違い
    - \* 個人的な経験では、電子回路工作をやったことのない人間に作らせたライブラリはゴミ いや、**カス**だ
    - \* **ライブラリの命名規則を予め決めておく必要がある**
- \* 従って、期限によっては仕様や部品の選定をやり直す
- \* 基板の製造方法によって、サイズや使える部品が変わる
  - \* 外注
    - \* 外注先が指定するデザインルール(DR)に従う
      - \* DRは製造指示書に記述がある
      - \* Eagle用のDRファイルを配布している製造所もある
      - \* Eagleに既に登録している部品の修正が有り得る
  - \* 自作
    - \* ほぼ片面基板
    - \* 線の幅を細くし過ぎると、エッチングの際に断線する
    - \* 勝手に配線上に広がった半田が、隣の部品の実装を邪魔することも有る
    - \* 両面の場合、ビアの挿入が手動なのでドリル径を太くする => パッド径も大きくしておきます

# 回路図設計上での留意点

- \* 時々、部品と配線がつながっていないことがあるので注意
  - \* 部品を動かすかハイライトを使うと、接続が分かる
- \* 配線のことをネットという
- \* ネットは名前で識別される
  - \* 名前を共通にすれば回路図間の配線を導通可能
    - \* 例: "GND", "VCC"
- \* 電源を忘れずに配線する
  - \* 一般的な回路図上では電源は明示されていないことが多々あるが、配線しないと電源が供給されない

# パターン作成

- \* まず、グランドを確保する
- \* 次に、以下の仮決定
  - \* 部品配置・配線・ビア・シルク文字 らの位置
- \* 配線は、オートルータを用いると楽ちん

# パターン設計時の留意点 1/2

## Eagle特有の注意編

- \* パターンと回路図エディタのどちらか片方を終了し、その状態でもう片方を変更すると矛盾が生じて自動リンクが途切れる
  - \* 矛盾を解消しない限り、リンクは復活しないので注意
  - \* 最新版(6.0以降)では、分かりやすい案内がある

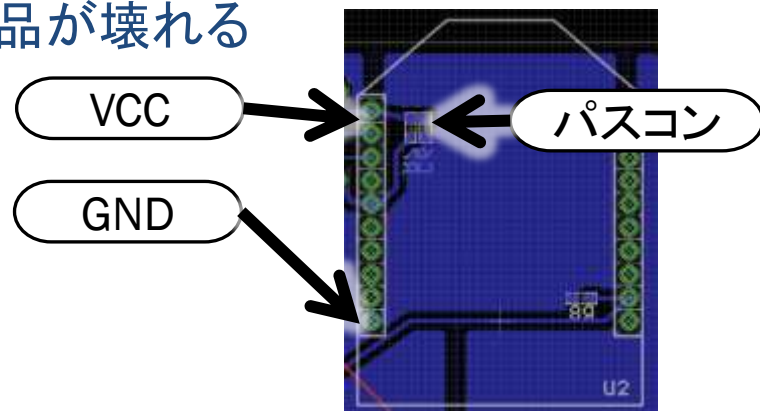


- \* 製造委託先のDRを順守するために、まずEagleにDRを設定する
- \* シルク文字の、文字高さや線幅やベクトル/ラスタのチェック

# パターン設計時の留意点 2/2

## 一般的な注意編

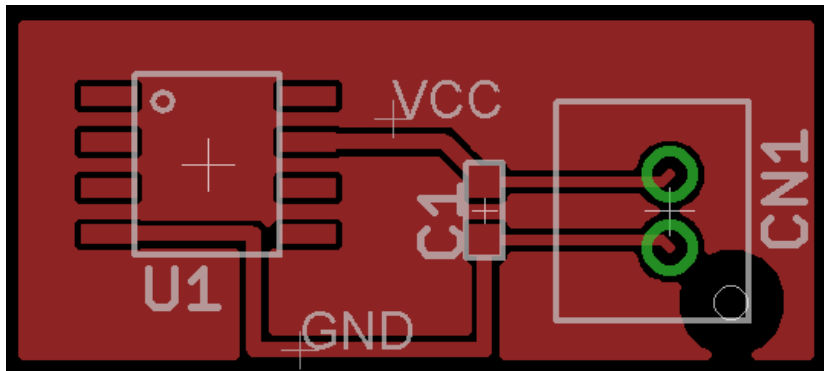
- \* 電流の帰還ルートを考えてループは短く面積は最小に
  - \* ノイズがかなり減る
- \* グランドパターンを確保すればノイズが減るが、放熱性も高まる
  - \* 実装部品の交換があり得る場合、面積を最小限とするか、カッターでカットできる様に作る
    - \* 半田ごてで素早くはんだを溶かさないと部品が壊れる
- \* ビア径も太目 (typ.+0.3 mmくらい) にする
- \* 基板方向を考えてICを配置
  - \* 応力方向によっては、IC内の配線が断線
  - \* 半田割れ・接触不良の原因にもなる



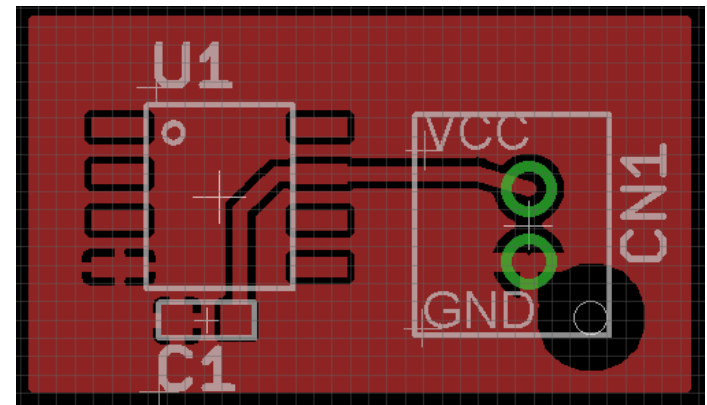
# パターンの良し悪し比較例

- \* パスコンは電源の近くに
  - \* ラインは、それだけでインダクタ成分(コイル)を持つ
- \* ラインは、急角度ではなるべく曲げない・幅を変えない
  - \* インピーダンス不整合が生じ、信号の反射が起きる
  - \* 急激に電流を食うICほど慎重に
- \* 浮いた(電氣的にどこにも接続されていない)パターンを作らない

So bad!



Better



# その他

- \* 異層間の信号線は、直交させる
  - \* 相互にノイズが載るのを防ぐことができる
- \* Eagleでは配線時のルールを設定できるのである程度は自動化可能
- \* 真にノイズを嫌うラインが有れば、多層基板にしてラインを挟んだ両面をGNDにしてしまう
  - \* 上下の層をGNDで挟むことが不可能なら、せめて両側をGNDで挟む
  - \* 電氣的に浮き気味のパターンが残らないように、ビアを打ちまくる

# 部品ライブラリ作り

- \* データシート上で読み取れるIC足の径+0.4 mmくらいを目途に、あとは経験で決める
- \* ドリル位置のずれも考慮に入れる
- \* パッドの形状は外注先が製造できるタイプかどうかを最優先で確認
- \* 外注した場合、実際に仕上がってくるビアの内径は半田メッキの厚みにより若干小さくなっており、ドリル径-0.2 mm程度になっている



# 最後に、ロゴとシリアルを入れる

Logo

- i. BMPの2値画像のロゴを用意
- ii. スクリプトを使って、変換
- iii. 部品登録
- iv. 実際に配置

\* 印刷面に注意



ちなみに、熊大のマークは→  
つまり、上下を間違えてた...

# 発注に必要な作業

- \* 本章は時間がないのでほぼ省略
- \* ガーバーデータの出力とチェックなどを行います
- \* 外注先によっては、Eagleのプロジェクトファイルをメールで送るだけというところも
- \* 面付・基板の種類・基板の厚み・製造枚数・カットの有無・Vカット加工の有無・金メッキ処理の有無・絶縁と装飾の色 などを指定します
- \* 発注後、必ずパターン確認のメールか電話があります
  - \* ビアの径が小さすぎると、追徴金が発生！
  - \* メーカーが画像に変換したファイルにミスがないことを確認して、GOをかける
    - \* ここまでですでに作業が行われているので、キャンセルは有料です

# 持っておきたい7つの道具

- \* アナログテスター
  - \* 仕上がった基板の導通チェック
- \* ~40倍可変倍率 実態顕微鏡
  - \* パターンや半田による短絡箇所を発見
- \* フラックスクリーナー
  - \* 半田後の汚れがきれいに
- \* 綿棒
  - \* フラックスクリーナーを塗る
- \* チップ部品用 極細・高剛性・絶縁・静電気対応 ピンセット
  - \* 落とさないこと
- \* サイズ別 半田吸い取り線(さびていない奴)
  - \* 半田吸い取り機よりも強力
- \* センサ内蔵・出力可変の400°CまでOKな半田ごて
  - \* 高温にしっぱなしで放置するな！
  - \* コテ先の種類別に何本かあるとなお良い

# 無鉛対応について

- \* メーカーならば性能の良い無鉛半田を使えばよいが...
  - \* 個人規模なら、無鉛半田はトラブルの元
    - \* 融点が高く溶けにくい
    - \* 酸化後の特性が悪い
    - \* カットアンドトライが多いし
- 部品が外れないわ、パターンが剥離するわ...
- \* 半田屑をその辺にポイポイ捨てない人ならば、有鉛でOK(と思う)

# 外注先の一覧

- \* Olimex: <https://www.olimex.com/>
  - \* 個人利用ではメジャーな様子
  - \* 海外発注なので、ほんの少しだけ英文メールのやり取りがある
  - \* 設計ミスの訂正やオーダーミスには厳しいらしい
  - \* 支払いはクレジットカード
- \* P板.com: <http://www.p-ban.com/index.html#gm2>
  - \* 見積もりが簡単
  - \* 製造委託料は少し高めであるものの、品質はかなり良い
  - \* 納期を急がせることも可能だが、指数関数的に値段が跳ね上がる
  - \* 学校法人の掛け売りに対応
    - \* 事前に電話連絡を入れること
- \* その他
  - \* マルツパーツ館: <http://www.marutsu.co.jp/user/e-kiban.php>
    - \* 見積りもらうまで、いくらになるのか全く分からん
  - \* SILVER CIRCUITS: <http://www.custompcb.com/>
  - \* Fusion PCB: <http://www.seeedstudio.com/depot/fusion-pcb-service-p-835.html>
    - \* 2層までだが、小規模基板が激安 \$9.90~
  - \* ハッピーPCB: <http://www.happypcb.com/store/>

次は、実習編

**実践しながら  
説明していきます**