

# システム設計CAD 基盤設計編

## 1. 設計物とその目的

Arduinoマイクロコントローラボードを対象とし、LED、ブザー、スイッチなどの入出力機能を持つ「シールド基盤」の設計を行う。具体的には、Arduinoにシールド基盤を接続することで、Arduinoとのデータの入出力の取り扱いをより直感的で、かつ効率的に行うことを可能とする。

Arduinoは複数の入出力ピンを持つという特性を有しており、これらのピンにLEDやブザーなどの機器を接続することで、Arduinoからプログラムによる各種制御を行うことが可能である。

また、実際に設計ソフトウェアを活用して部品ライブラリの作成、回路設計、基板設計の各フェーズを実施し、その一連の流れを通じて、組み込みシステムの設計・製作プロセスを体系的に理解すること、さらには基板設計の基本的な技術と知識を習得することを目指す。

## 2. 設計概説

Autodesk社が提供するFUSION360に内蔵されているEAGLEという電子基板設計CADを活用する。EAGLEでは、回路図ライブラリの作成から電子回路設計、そして基板設計へと続く連続した過程を実行可能とする。

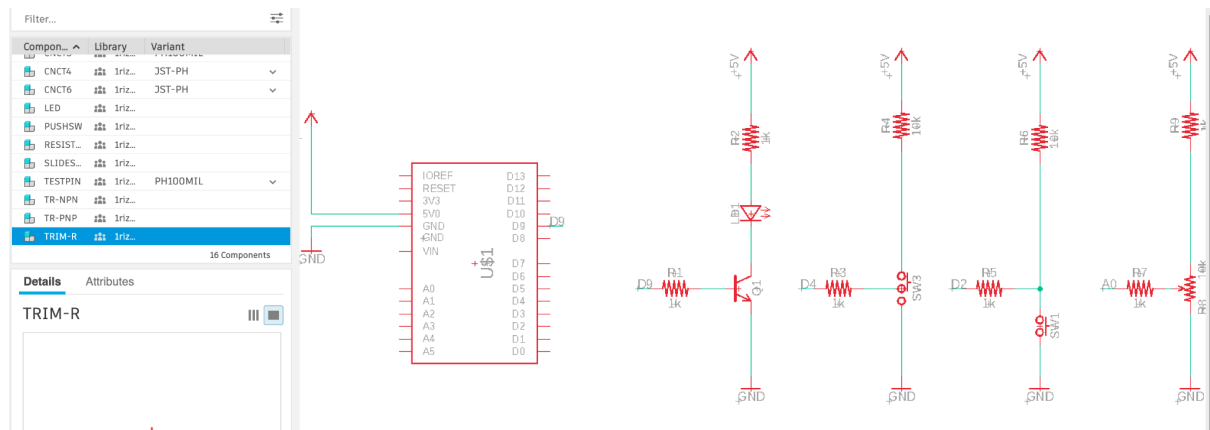
逆説的だが、ライブラリに存在しない部品でさえも、我々自身で生み出し、基板に適用することが可能となる。この能力は、回路設計と基板設計が互いに連携し合っていることを示している。設計された回路図に基づき、基板上で接続するピン同士が直線で示されるなど、設計者に対する配慮が示されている。

データはFUSION360のクラウドストレージに安全に保存され、プロジェクトメンバー間で情報共有が可能となっている。さらに、設計ミス未然に防ぐための回路チェック機能や基板パターンの製造ルール違反を確認する機能も備えている。

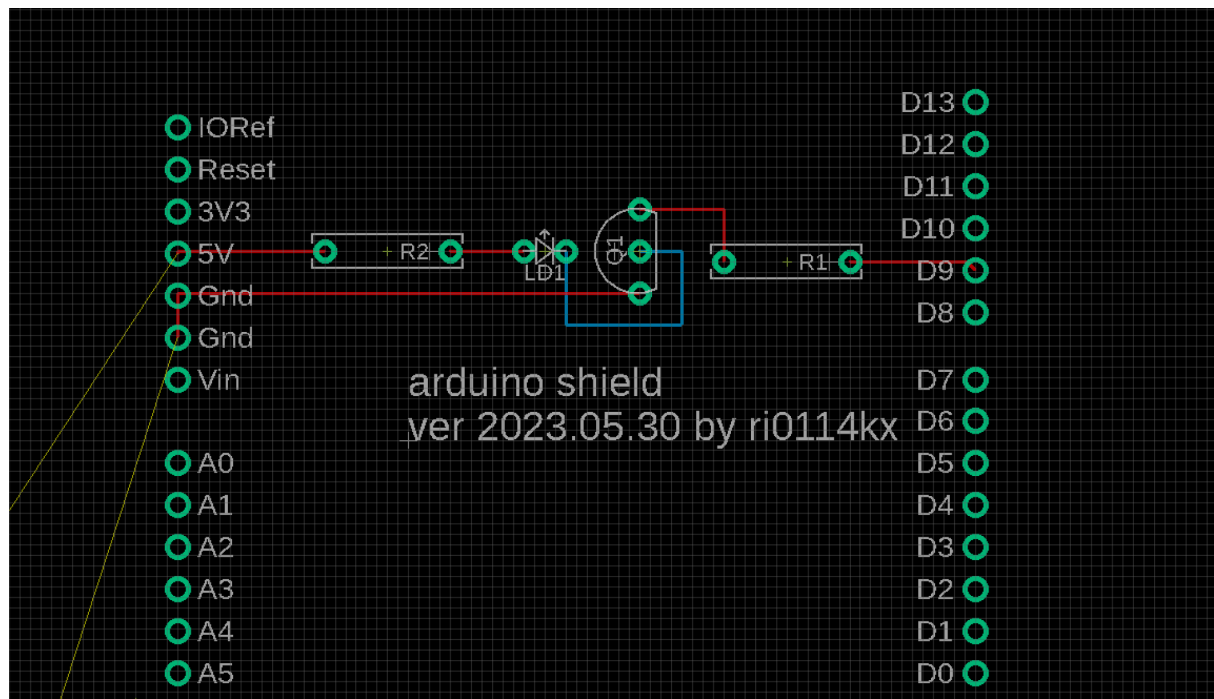
設計の流れは、ライブラリの作成から始まり、回路設計へと進み、最後に基板設計が行われる。ライブラリの作成では、回路図記号やフットプリントを描くことで、回路図と基板設計の間で連動性を保証する。回路設計の完了後は、ERCを利用して回路に潜在する問題をチェックする。

基板設計では、部品の適切な配置とパターン生成が求められる。設計完了後、DRCを利用して製造ルールに違反していないかを検証する。最後に、CAMプロセッサを利用して製造データを出力する。このデータには、パターン、ドリルの位置、シルクの印刷情報などが含まれる。

### 3. 設計結果



Arduinoに接続するピンがあり、これらのピンはLED、スライドスイッチ、プッシュスイッチ、可変抵抗、ブザー、光センサの回路を備えています。これらの組み合わせで作られる回路は基本的な課題となります。断線がある部分は、同名の配線がつながっていることを示しており、配線に名前を付けることで表現されます。全てのコンポーネントは、Arduinoの入出力ピンから電子部品まで、すべて抵抗を介して接続されています。これにより、Arduinoに流れる電流が制限されると想定されます。Arduinoが制御可能な電流値は小さいため、LEDやブザーのように比較的多くの電流を必要とするデバイスは、電流を増幅するためにトランジスタが使用され、その後接続されます。電源から抵抗を経由してトランジスタに接続されているのは、デバイスに流れる電流を制御するためです。スイッチ等の入力部品は、電源と抵抗を介して各ピンに接続されています。これはプルアップ抵抗と呼ばれ、Arduinoの入力値を安定させる役割を果たしています。



指定した設計図に基づいて、基板に部品を整列させ、パターンを形成しました。この基板は二層配線構造で、表と裏の両方でパターンを形成することが可能です。その結果、色彩の異なる配線を交差させることが可能となり、部品の配置における柔軟性が増加しました。この基板を製作することで、LEDやスイッチを基板上に実装することが可能になります。基板には、部品名等のシルクスクリーン印刷も可能で、部品をどこに装着すべきかが明確に示され、作業の簡素化が図られます。

さらに、この二層配線構造は、電子部品間の相互接続により高度な回路設計を可能にします。異なる色の配線が交差することで、一方の配線が他方の配線を割り込むことなく、複数の信号を同時に伝送できます。これにより、部品の配置がより効率的になり、基板のサイズを縮小することが可能となります。

また、基板上に部品を実装することで、部品間の電氣的な接続が確実になり、また信号の伝達速度も向上します。これは、基板上での接続は、空気中やブレッドボード上での接続と比べて抵抗が少ないためです。さらに、部品が固定されることで、振動や衝撃に対する耐性も向上します。

さらに、シルクスクリーン印刷は部品名だけでなく、部品の方向性やピンの配置など、より詳細な情報を提供することが可能です。これにより、部品の取り付けミスを防ぐことができ、製作の効率化と品質向上に寄与します。また、修理や保守作業が必要な場合にも、部品の特定と交換が容易になります。

#### 4. まとめ

回路図は、その内容が理解しやすいようにテキストを活用して、どの種類の回路であるかが分かるように描かれています。入力部品、例えばスイッチや光センサーなどは、図の下部にまとめて配置することで、スイッチの操作が直観的に理解でき、プログラム作成の範囲が拡大すると予測されます。基板は二面配線の設計であったため、2層をうまく活用し、交差箇所を避けつつ配線を行うことができました。設計した回路には9個の抵抗が必要で、これらを一行に並べて配置することで、面積を最小限に抑えました。

まず、部品配置は見た目の美しさにも配慮しつつ、工夫を凝らして行いました。その結果、配線の整列には統一性が見られませんでした。配線層を変えるためのビアは1点だけと最小限に抑えることができました。余裕のあるスペースがあったため、基板の名前や説明を追記することができました。

基板のパターンについては、さらなる最適化が可能と思われるため、時間が許す限り改良したいと思っています。基板には部品の名前がシルク印刷されているため、プログラミングを行う際に回路図と併せて参照することで、どのピンがどこに接続されているかが明確になります。しかしながら、シルク印刷部分は部品の実装により覆われて見えなくなるため、どのスイッチがどのピンに接続されているかは分かりにくいです。接続先を部品の近くにシルク印刷する等、改善策が考えられたはずです。そのためには、部品配置に余裕を持つことが必要だったと思います。

今回のプロジェクトで初めて回路設計のCADツールを使用しましたが、設計ミスを防ぐための機能が豊富で、大変便利だったと感じています。CADツールの基本操作については、設計の過程を通じて理解することができました。