

# 高等教育機関における初学者を対象とした電子回路設計講座の取り組み

○木藤 真理子<sup>a)</sup>、清水 暁生<sup>b)</sup>

a) 有明工業高等専門学校 技術部、b) 有明工業高等専門学校 創造工学科

## 1. 緒言

本校の2年生前期科目：課題研究Ⅰの電子回路設計講座では、専門知識を有さない学生達が、本格的な開発ツールを使用して電子回路設計を体験する。筆者は、初学者にストレスなく基板設計体験をしてもらうことを目的として、3D CADを用いた設計環境の整備に取り組んだ。受講学生6名全員が初めての基板設計に臨んだが、2週(90分/回)で基板設計を終えることができた。さらに、製作品は全て正常に動作した。本報告では、初学者向け基板設計環境の整備や実施講座の詳細について報告する。

## 2. 基板設計環境の整備

### 2.1 3D CAD 活用の経緯

基板設計には2D CADを使用するのが一般的である。しかし、例えば2層基板を2D CADで設計する場合、TOP層とBOTTOM層からなる2層の接続状態を立体的に頭でイメージする必要がある。さらに、複数の電子部品を扱いながら配線を引くため、電子部品自体の理解も必要となる。このことより、2D CADを用いた基板設計では、部品の重複や配線の引き間違い等のミスが多発しやすく、初学者には難しい。そこで、視覚的な分かりやすさを高めるため、クラウド型3D CADであるAutodesk FusionのPCB設計機能<sup>[1]</sup>を活用した。

### 2.2 CADデータの作成および共有

筆者は、まず、使用する電子部品のCADモデルを作成した。作成したCADモデルの一例を表1に示す。電子部品CADモデルは、シンボル・フットプリント&シルク・3Dモデルの3種のデータから構成される。特に、初学者のための配慮として、部品のリファレンス番号や極性、外形をシルクで標記することで、部品挿入時のミスや部品重複が起りにくくした。さらに、製作に不慣れな学生でも部品実装作業をしやすくするため、フットプリントのランド径サイズの選定に注意を払った。

表1 電子部品のCADモデル例

	シンボル	フットプリント シルク	3Dモデル
ICソケット			
LED			
抵抗			
トグル スイッチ			

つぎに、製作する回路の回路図を作成した。作成した回路図を図1に示す。回路は部品点数14点のオーディオアンプ回路とした。回路図作成では、LED部とアンプIC(品番:TDA2822L)部の2ブロックに分け、電源ラインは左から右へ、信号ラインは左から右へ流れる様に区別して描いた。

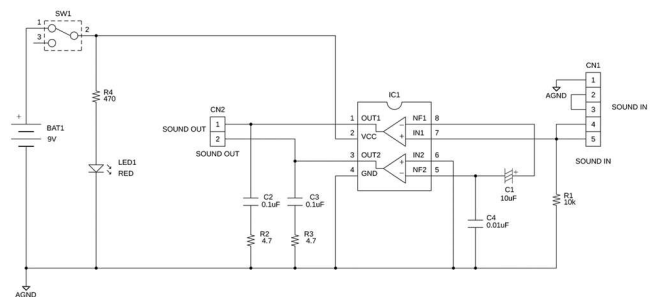


図1 オーディオアンプ回路図

最後に、作成したこれらのCADデータをFusion Teamというクラウド上のワークスペースへ保管し、データを共有するために学生達をTeamへ招待した。

## 3. 基板設計

学生達は、アカウント登録後に招待メールを開き、招待されたTeamへ参加する。その後はFusionにログインするだけで、先述の電子部品CADモデルや回路図を活用でき、すぐに基板設計に着手できる。図2に基板設計着手時の2Dおよび3D画面を示す。

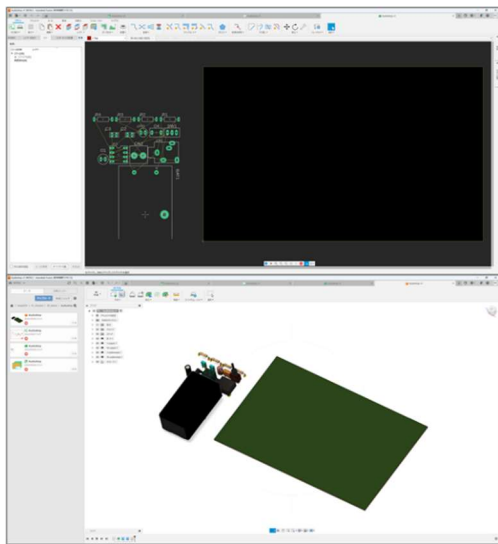


図2 基板設計着手時の2Dおよび3D画面

部品の配置は、各自で自由に決めてよいこととし、受講学生6名全員が初めての基板設計に挑戦した。図3に部品4点移動時の2Dおよび3D画面を示す。

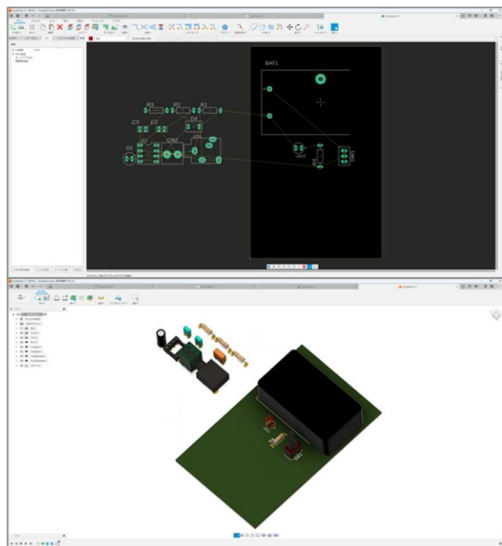


図3 設計途中段階の2Dおよび3D画面

学生達は、部品配置や向きを2Dおよび3D画面で確認しながら設計を進めた。図4に基板設計完了時の回路を示す。基板設計は、Fusionの操作練習時間を含め2週(90分/回)で完了することができた。

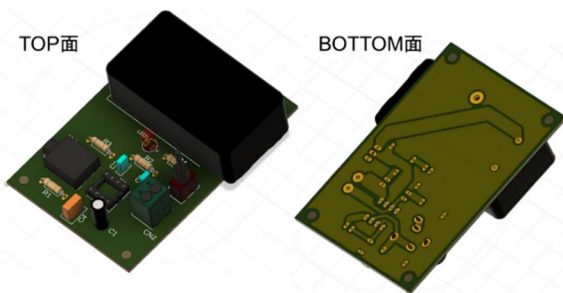


図4 基板設計完了時の回路

#### 4. 基板製作および動作確認結果

銅張積層板および切削型基板加工機 ProtoMat S104 (LPKF Laser&Electronics 製) を使用して、基板を製作した。製作した基板にはシルク印刷紙を貼付し、手半田付けで部品を実装した。図5に学生達が製作した回路を示す。音源として、ファンクションジェネレータ SG-4104 (IWATSU 製) およびスマートフォンを使用し、スピーカを接続して動作を確認した。6名全員の製作品が正常に動作し、オーディオアンプ回路が信号増幅する様子を観測できた。



図5 学生6名が製作した回路

製作中は、部品実装に苦勞する学生が多く見受けられた。一般的な基板と比べると、半田が広範囲に流れてしまうことが原因の一つである。また、基板加工時の基板の切粉によるパターンショートが発生したため、対応に苦慮した。

#### 5. 結論

筆者は、初学者にストレスなく基板設計体験をしてもらうことを目的として、3D CADを用いた設計環境の整備に取り組んだ。受講学生6名全員が初めての基板設計に臨んだが、全員の製作品が正常に動作した。5週に渡り実習を担当し、毎回、実習の最後は設計確認や動作確認で終わる様にするすることで、小さな達成感を積み重ねてもらうことに徹した。講座が進むにつれ、学生達の笑顔や会話が増え、熱心に取り組む様子が見受けられた。このことから、一定の価値がある講座を開催できたと思う。今後は、基板の絶縁幅の見直し等について検討を進める。

#### 参考文献

- [1] Gaurav Verma, Matt Weber, "Autodesk Fusion 360 PCB Black Book", pp.5-2, 2023.3

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP24K15855 の助成を受けたものであり、ここに謝意を表します。