

3D プリンタを活用した部品内蔵基板の設計製造フロー

Design and manufacturing flow of device embedded substrate using 3D printer

松澤浩彦¹, 長谷川清久¹
株式会社 図研¹

1. はじめに

第4次産業革命の時代になり、さまざまなカタチの未来が模索されている。IoT (Internet of Things) /AIはその要の技術になっており、特に各センサー部位では、光はもちろんのこと角度、温度、湿度、照度、水素濃度、距離、匂いなど様々な種類が生み出されており、それらをいち早く PoC (Proof of Concept) を繰り返して、社会実装するのが必要である。センサーの入る IoT エッジ部分は省スペース、省電力が求められるため、新たな部品内蔵技術適用の範囲が広がっている。

部品内蔵基板設計関連のEDA (Electronic Design Automation) 技術及び、3D プリンタを活用した部品内蔵基板の設計製造フローについて述べる。

2. 部品内蔵基板設計における EDA 技術

CAD とは、Computer Aided Design の略で、コンピュータで設計支援を行うツール (ソフトウェア) のことで、この稿ではプリント基板の設計支援を行うソフトウェアを指す。CAE とは、Computer Aided Engineering の略で、コンピュータで解析を行うツール (ソフトウェア) を指し、この稿では、実際に電気信号を入力した時の振る舞いや、伝送路の信号品質、EMC や発熱の状況、内蔵部品にかかる応力を計算するシミュレータを指す。

2. 1 CAD での課題と解決の方向性

図1に部品内蔵基板の構造例¹⁾を示す。従来の基板設計と比較して、以下の3点が異なっている。

- 1) 三次元 (内層) に部品を配置できる
- 2) 三次元方向に配線を形成できる
- 3) 製造工法・プロセスに依存した設計ルールがある

つまり、あらゆる場面で三次元によるダイナミックな構造表現とわかりやすい直観的な操作性が求められる。以下それぞれ解説する。

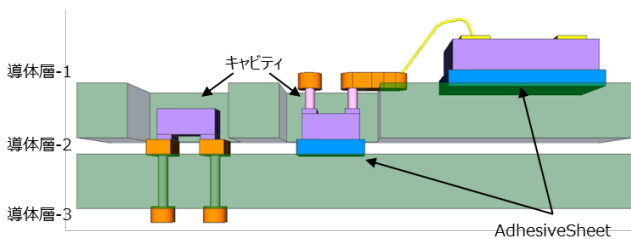


図1 CR-8000 Design Force²⁾を使った部品内蔵基板の構造例

部品内蔵基板においては「三次元 (内層) に部品をレイアウトできる」、ということは最大の特徴である。CAD に必要な

ことは、表裏以外の層での配置を可能にすること、部品の逃げ (キャビティ) の設定が可能なこと、それぞれのチェックが可能であること、がある。内蔵する内層では上面/下面の区別をつけることも必要となり、製造プロセスによって搭載禁止のルールも異なるため、それらの制限を設定できなければならない。図2に各層での搭載制限設定イメージを示す。また図3に部品移動の際のオンライン設計ルールチェック (DRC : Design Rule Check) の例を示す³⁾。

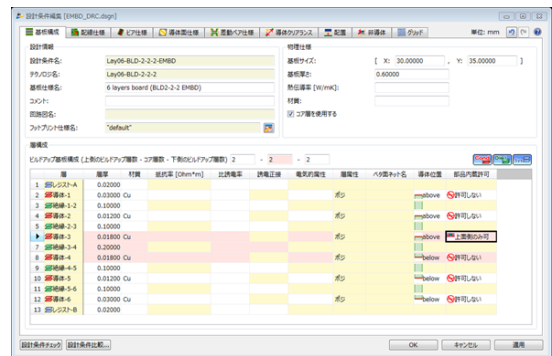


図2 各層での搭載制限設定イメージ

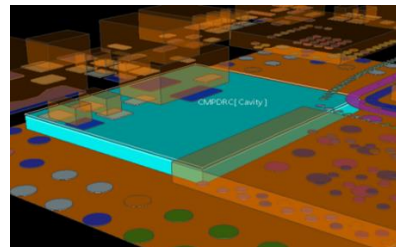


図3 部品移動の際のオンラインDRC例

三次元方向にパターンを形成できる、ということは、層に縛られずにビアを形成できるということを意味する。特に銅めっき接続においては、必須事項となっている。従来、層と層の間にしか存在できなかったビアを部品の高さを考慮して、ある層から内蔵された部品の端子まで発生する、というものである。もちろん端子も多点接続を許す必要もある。

2. 2 CAE での課題と解決の方向性

それぞれ解析には目的があり、それに応じたデータ作成が必要になっている。現状の設計現場ではCAEの活用は一部に限られてしまっている。CADと上手く連携できるようにすることにより、設計変更時の挙動を手早く解析し、反映することが可能になる。

部品内蔵基板設計で活用されるCAEの種類は、回路/電気

的な振る舞いを解析するものや、伝送線路シミュレータのように伝送線路に高速デジタル信号を流した時にきちんとデータが届くか信号品質 (Signal Integrity) を解析するもの、EMC や熱を解析するもの、構造 (応力) を解析するものがある。特に熱や応力を解析しようとする、部品内蔵基板特有のキャビティ、内蔵された部品の上部までの銅めっき接続ビア、非導体の複数樹脂の区別などの要素が重要となり、CAD のデータ構造で正確に取り扱えるようにしておく必要がある。

3. 3D プリンタを使った部品内蔵基板設計製造フロー

3D プリンタを用いた製造技術であるアディティブ・マニュファクチャリング (Additive Manufacturing : 以下、AM) の技術革新は早く、樹脂や金属を使ったモノや、複合材を使ったものまで製品化されている。プリント基板においても同様の流れは起きている。

3D プリンタを活用することにより、例えば、新しいセンサーを開発して、回路に実装して試作してみるといったことも、手元で、短納期で可能になる。

その一方で AM は環境にも優しい。従来のプリント基板製作の多くは、銅張積層板から銅をエッチングしてパターン形成するウェット手法であるため、環境負荷が高かった。これに対して AM は必要な分だけの少ない材料消費、マスクなど無駄な治具を作る必要はなく、プロセスも短く、非常にシンプルであり、環境負荷は低減される。

3D プリンタの中には、樹脂部と金属部を積み上げながら加工するため、実装した部品を埋める (部品内蔵基板) ことも可能である。

図 4 に IoT プラットフォームの Leafony²⁾ を題材に、株式会社 F U J I の FPM-Trinity³⁾ を活用する場合の CR-8000 Design Force を使った部品内蔵基板設計フローを記す。

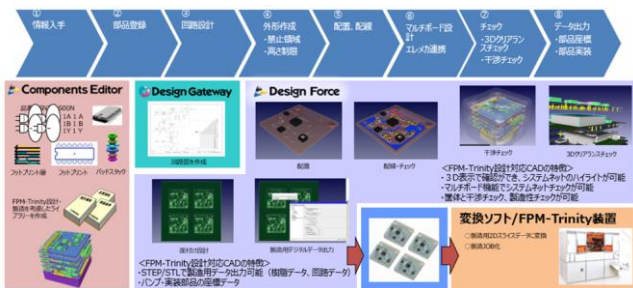


図 4 FPM-Trinity を活用した部品内蔵基板設計フロー

設計プロセスそれぞれでの作業内容は以下の通りである。

- 1) 情報入手
3D プリンタを考慮したライブラリ制約情報の入手
- 2) 部品登録
3D プリンタを考慮した部品ライブラリ作成
- 3) 回路設計
- 4) 外形作成 (禁止領域/高さ制限)
- 5) 配置・配線
部品内蔵を配慮した配置条件の設定
内層の上下層のつながり部分の考慮

- 6) マルチボード設計、エレメカ連携
3D 表示での確認、システムネットのハイライト
- 7) DRC (3D クリアランスチェック、干渉チェック)
マルチボード機能でのシステムネットチェック
筐体との干渉チェック、製造性チェック
- 8) データ出力 (部品座標、部品実装)
・STEP/STL での製造用データ出力 (樹脂データ、回路データ)
・パンプ・実装部品の座標データ (部品座標、Ag ペースト座標、アンダーフィル用データなど) 一括出力

AM を採用した事例は、プロトタイプのみではなく、実際のものづくりで活用も報告されている。3D プリンタは、マスクツールや専用の治具の準備をする必要がない。例えば図 5 のようなセンサーを用いた部品内蔵基板は、前述の FPM-Trinity を用いると 1.5 日で製造が可能である (図 5)。

IoT エッジの設計では、アプリケーションソフトウェアの検証が重要で、そのためにはハードウェアを迅速に提供することが急務である。

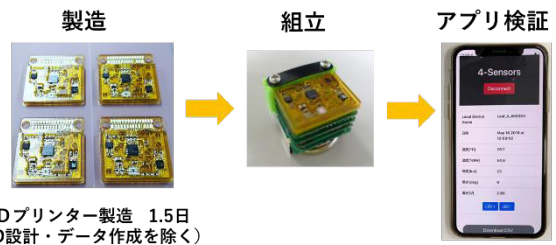


図 5 3D プリンタでの製造例

4. おわりに

DX (デジタルトランスフォーメーション) の時代を迎え、今までは、人間が見えていたモノを見せていただけだったが、これからは、人間には見えていなかったモノを見せるように、体験できるようにする時代になってくる。IoT エッジでの新しいセンサー活用の役割は大きく、素早く実証して修正して、市場へ投入することが求められる。

今後も部品内蔵技術と AM の探求を続けていく。

参考文献:

- 1) 「実装技術の教科書」P90-P91 神谷有弘 著
- 2) 「CR-8000」株式会社図研のシステムレベル マルチボード設計環境
http://www.zuken.co.jp/products/detail/design_force.php
- 3) 「部品内蔵基板設計」P202-203 加藤義尚 編著
- 4) 「Leafony」
<https://trillion-node.org>
- 5) 「FPM-Trinity」株式会社 F U J I が開発しているエレクトロニクス 3D プリンター
<https://www.fuji.co.jp/about/fpm-trinity/>

連絡先:
株式会社 図研
技術本部 EL 開発部 EL3 セクション AI グループ
〒224-8585 神奈川県横浜市都筑区荏田東 2-25-1
TEL:045-942-1711 FAX:045-942-1712
hirohiko.matsuzawa@jp.zuken.com