

# プリント配線板の銅分布解析システムの構成と応用

飯田 尚人 福沢 一郎  
有坂 睦生 星野 友紀

当社では、主に高多層・高密度プリント配線板を製造している。近年の高多層・高密度化の進展によって、プリント配線板製造の難易度は日々高くなっている。

プリント配線板は銅張積層板(ガラス布にエポキシ等の樹脂を含浸させた、プリプレグと呼ばれる樹脂含浸基材に銅箔を張り合わせたもの)にパターンを形成し、積層工程でのプレス圧着で多層化する。このプレス圧着時、配線パターンの状態によっては圧力が充分にかからない箇所が生じる。この圧力が充分にかからない箇所の発生メカニズムを解析し、安定した品質のプリント配線板を提供するために、当社は、銅分布解析システムを開発した。

プリント配線板のパターン部分の面積/プリント配線板の総面積を、残銅率と呼ぶ。銅分布データとは、プリント配線板を指定サイズのメッシュに区切り、それぞれの区画で残銅率を算出し、メッシュの順に並べたものをいう。銅分布解析システムは、この銅分布データの作成と解析を行う。

本稿では、当社が開発したプリント配線板の銅分布解析システムについて、その構成と応用例を解説する。

## システムの基本方針と実装の概要

銅分布解析システム作成にあたり、以下の3点を基本方針とした。

- ① 利用者がデータを容易に加工できる。
- ② 効率的に銅分布データを作成・管理する。
- ③ 既存資産を最大限に利用して構築する。

### (1) 利用者がデータを容易に加工できる

銅分布解析システムで作成した銅分布データは、様々な解析に利用することを前提とする。そのため作成したデータは、利用者の要求に柔軟に対応できなければならない。

データの最小画素サイズを1mm、最大画素サイズを10mmとし、利用者が解析に最適な画素サイズを自由に選択できるようにした。

また、物理層別に算出した銅分布データの合成、差分抽出の演算ツールを持ち、順次、利用者の要望に応じて各種の行列演算ツールを追加可能な構造とした。

### (2) 効率的に銅分布データを作成・管理する

利用者が銅分布解析を実施したいときに、自由にプリント配線板の銅分布データを取り出せ、解析を実施できなければならない。

銅分布データを可能な限り短時間で作成するためにグリッドコンピュータを採用した。また、一度作成したデータはサーバに登録し、再利用できる管理システムを開発した。

### (3) 既存資産を最大限に利用して構築する

開発期間の短縮を主目的として、既存の自社開発ソフトウェア資産を最大限に再利用した。

当社は、プリント配線板の製品加工に用いる各種データを作成するためのソフトウェアを25年間自社開発している。それらのソフトウェア資産を最大限に利用し、銅分布解析システムの開発期間を圧縮すると共に、実績のあるモジュールを利用することで銅分布解析システムの性能・品質を確保した。また、既存のシステムとの連携を可能とした。

## システム構成

開発したシステムの構成を以下に解説する(図1)。

### (1) データサーバ

プリント配線板の製造に必要な一連のデータを全て保存・管理する。

プリント配線板のCADデータ、製品加工用のCAMデータ、そして銅分布データもデータサーバが管理する。

### (2) 銅分布データ作成システム

データサーバからプリント配線板のCADデータを取得し、ラスタエンジンを使ってCADデータをラスタ展開し

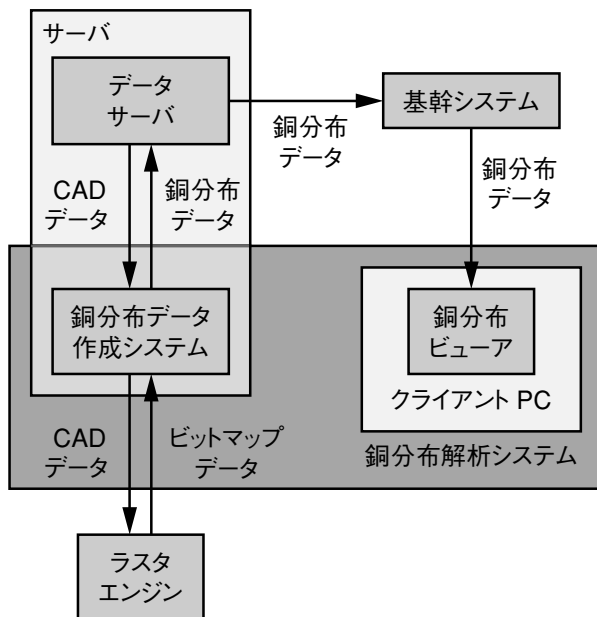


図1 システム構成図

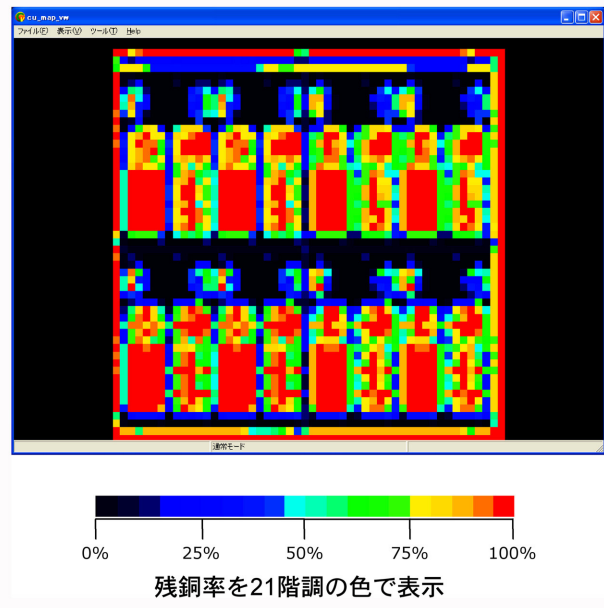


図2 ビューアでの表示例

たビットマップデータを生成する。そしてビットマップデータから各区画の残銅率を算出して銅分布データを作成する。

### (3) ラスタエンジン

プリント配線板のCADデータをラスタ展開し、ビットマップデータを生成する。並列コンピューティング技術を用いて、複数のコンピュータで高速にラスタ展開を実行する当社オリジナルのグリッドコンピュータ。

### (4) 基幹システム

製品情報全般を管理するシステム。

銅分布解析システムの利用者は、製品情報閲覧ページから銅分布データの作成状況の確認や取得ができる。

### (5) 銅分布ビューア

銅分布解析システムの利用者が、クライアントPC上で実行する銅分布データの解析システム。

銅分布ビューアは残銅率を21階調のカラースケールでマトリクス状に表示し、利用者は銅の分布状態を視覚的に捉える(図2)。

利用者は、銅分布データの画素サイズやカラースケールを任意に調整できる。

また銅分布データと、プリント配線板のCADデータを重ねて表示することもできる。

## システムの運用

### (1) 銅分布データ作成の流れ

プリント配線板の設計工程で作成されたプリント配線板のCADデータは、データサーバに登録される。データサーバは、プリント配線板のCADデータが登録されると、自動的に製品加工用のCAMデータを作成し、続いて銅分布データの作成を、銅分布作成システムに指示する。

銅分布データ作成システムは、ラスタエンジンを使ってビットマップデータを生成し、これを基に銅分布データを作成する。銅分布データ作成システムは作成した銅分布データをデータサーバに登録する。

### (2) CADデータのラスタ展開

ビットマップデータは、銅の有無を2値化してXY座標のとおり並べたものである。

当社のラスタエンジンは銅分布データ作成専用ではなく、元々は製品加工用のCAMデータ用のもので、2μmのビットサイズでラスタ展開を実施する。

当社で作成しているプリント配線板のサイズは約500mm×600mmなので、1層当たりのビットマップのサイズは900MB程度の大きさになる。物理層数は8~10層が主流であり、1枚のプリント配線板では7GB~9GB程度の大きさとなる。このような大きさのラスタ展開には多大な時間がかかるが、利用者の利便性を高めるためには短時間での処理が必要で、そのためラスタエンジンに

は、並列コンピューティング技術を応用したグリッドコンピュータを採用している。

単一物理層を複数の範囲に分割し、ラスタ展開を複数のコンピュータに負荷分散して、高速なラスタ展開を実現している(図3)。

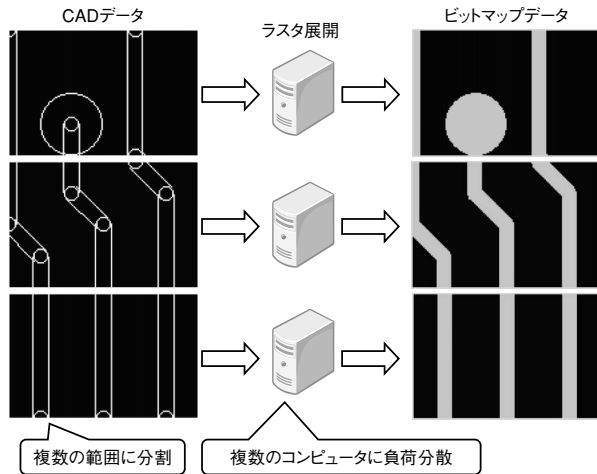


図3 負荷分散のイメージ

現在、当社では常時6台のPCによりラスタエンジンを構築しているが、ラスタ展開の負荷状況に応じ、コンピュータを増設することも容易で、必要に応じ最大10台のPCで構成することもある。

ラスタ展開は、最長でも約5分で完了する。

### (3) 銅分布データの作成

ラスタエンジンにより作成されたビットマップデータから、1mm平方の区画ごとにビット数をカウントして銅面積を求め、残銅率を算出する(図4)。これをすべての1mm平方の区画で実施し、銅分布データを作成する。

### (4) 銅分布データの解析

銅分布ビューアには、解析のための多くの機能がある。

#### ●画素サイズの調整

銅分布ビューアは、各区画の残銅率を21階調のカラースケールで表示する。利用者は、銅分布データの画素サイズを1mm~10mmまで任意に調整でき、特徴点を見いだすのに最適な値を選択できる(図5)。

#### ●複数層の合成表示

単一の物理層のみの表示や選択した物理層の合成表示ができる。

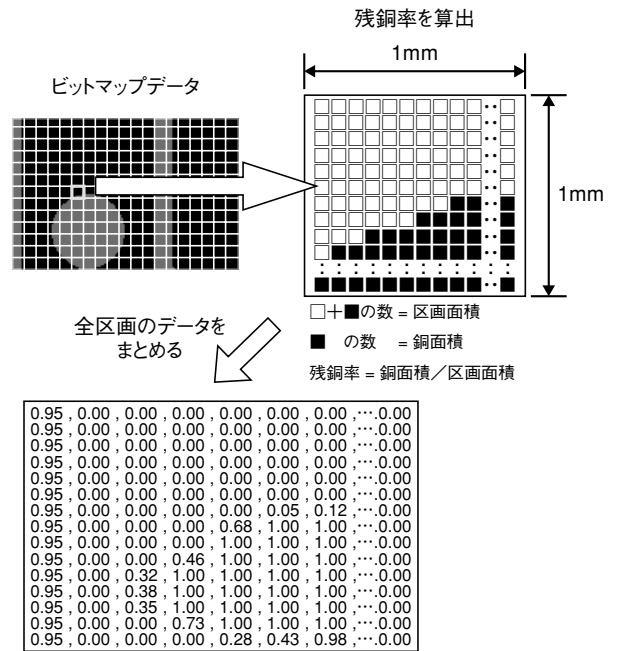


図4 ビットマップデータから銅分布データを作成

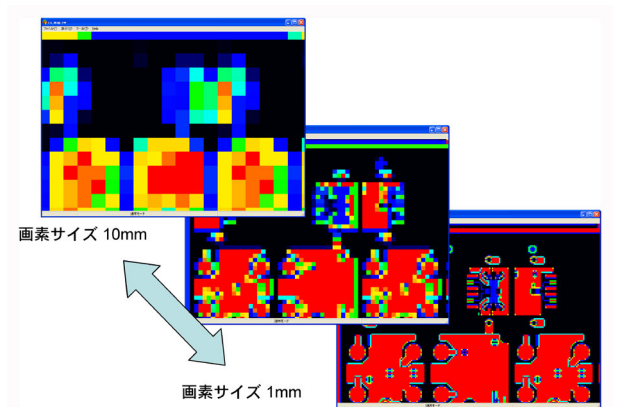


図5 画素サイズの変更

利用者は、目的の任意の物理層を対象に銅分布解析を実施できる。

#### ●カラースケールの任意調整

利用者は、21階調のカラースケールを任意で設定できる(図6)。

標準では0~100%まで5%刻みの等間隔となっているが、スケールの間隔を変更したり反転したりすることができ、注目点の残銅率の変化をより詳細に捉えることができる。

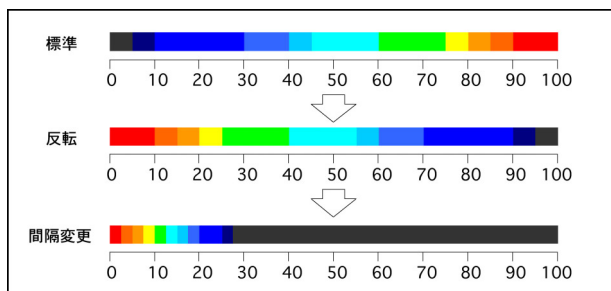


図6 カラースケールの変更

## ● 筆者紹介

飯田尚人：Naoto Iida. 沖プリントドサーキット株式会社 ITシステム開発部 システム開発チーム

福沢一郎：Ichiro Fukuzawa. 株式会社 イー・イー・ジィ

有坂睦生：Mutsuo Arisaka. 沖プリントドサーキット株式会社 ITシステム開発部 部長

星野友紀：Yuki Hoshino. 沖プリントドサーキット株式会社 ITシステム開発部 システム開発チーム

## 銅分布解析システムの応用

銅分布解析システムは、プレス圧着時の圧力不足発生箇所を予測する。当社はその予測結果を、材料の選択とプレス条件の調整に利用している。

その他、以下のような銅分布状態の影響を受ける項目にも応用している。

### (1) 銅メッキ厚

電解メッキによる銅の析出は、銅分布状態の影響を受ける。銅分布の偏り方によっては、銅の過剰析出または析出不足が発生する。

銅分布解析システムを利用することで、銅の析出バランスを考慮した工法の選択が可能となった。

### (2) 銅の溶解

電解メッキと同様に、不要部分の銅の溶解も銅分布の影響を受ける。

残銅率の高い部分では銅の溶解量は少なく、残銅率の低い部分では、逆に銅の溶解量は多くなる。

銅分布解析システムは、プリント配線板全体での最適な銅の溶解条件の算出を容易にする。

## 銅分布解析システムの今後

銅分布データを二次元の波ととらえ、フーリエ変換を施して空間周波数を求めることで、プリント配線板の各製造工程における最適な製造条件を試行なしに決定でき、製造納期を短縮することができる。

また、銅分布データからプリント配線板の熱伝導特性を導き、部品実装時の理想的な温度プロファイルの作成も可能と考える。

そのため、今後も銅分布解析システムの開発を積極的に継続し、より高機能なシステムへと発展させていきたい。

