プリント配線板の階層型同時並行による配線設計

有坂　睦生　　芳賀　知
瀧澤　隆博

電子デバイスの高速化，高性能化，大規模化の急速な進展により，電子機器の実装設計は，非常に困難となってきている。特に，電子デバイスを搭載するプリント配線板の配線設計においては，電磁気学的物理現象の制御と，発熱密度の増大に対応する放熱性の実現と熱源分散，さらには配線そのものを高密度に収容するなどの，極めて困難な要求に直面することとなった。

しかし，これらの全ての要求に対応できる技術と技能を併せ持つ配線設計者を十分に確保することは難しく，また，対応できるシステムも無かった。

本稿では，この問題を解決するために当社が開発した，プリント配線板の階層型同時並行による配線設計手法と本手法を実現するシステムについて紹介する。

システムの基本コンセプト概要

本階層型同時並行による配線設計手法の，開発についての基本方針は，**図1**に示す，以下の3点である。

① 高度な配線設計を，高効率に行うこと。
② 高度な配線設計を，短期間に行うこと。
③ 高度な配線設計を，高品質に行うこと。

本基本方針をバランスよく実現するために考えたコンセプトとアプローチは，**図2**に示す，以下の4点である。

(1) 設計の上位での技術的課題の解決

従来，不可分とみなしていた，プリント配線板の配線設計（以下，単に配線設計とする）における技術的領域と技能的領域を分離し，さらに，その分離した技術的領域と技能的領域を効率よく連携させる。

(2) 階層化設計，短納期設計

高難度のプリント配線板を短納期で設計するためには，高い技能を持った配線設計者の確保と，複数の配線設計者が同時に設計作業を行うことの両立が必要となる。このため，階層化による分担設計，同時並行設計を実現する。

(3) 配線設計用CADシステムに依存しないシステム

特定の配線設計用CADシステムに依存することにより発生する制約条件は，配線設計の作業効率を低下させる。特定のCADシステムおよび特定のベンダーに依存しないシステム上の自由度を確保し，配線設計の作業効率を高める。

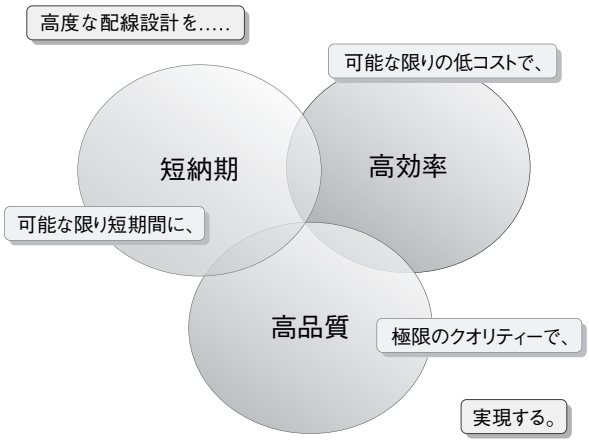

図1　開発基本方針

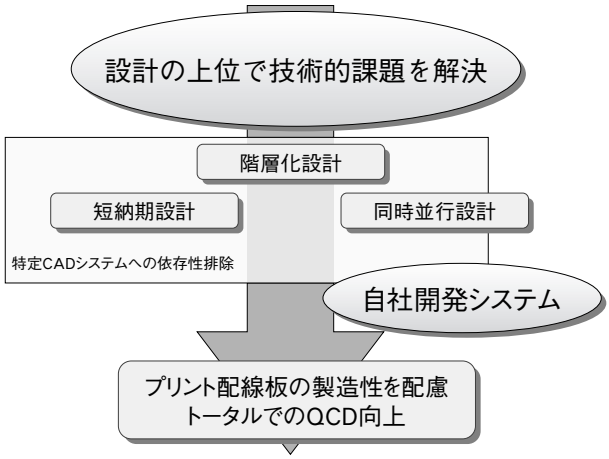

図2　コンセプト

(4) 製造性への配慮によるトータルでのQCD向上

配線設計の役割は，単に設計工程の効率化追求のみならず，製造工程も含めて，高品質，低価格，短納期を実現することである。このため，製造性が十分に配慮された配線設計が行われていることを効率的に検証する。

システム構成とサブシステムの概要

このコンセプトを実現するために，当社が開発したシステムは，大きく4つの構成ブロック（**図3**）に分かれている。

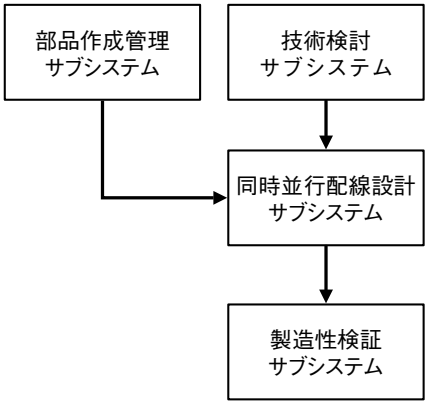

図3　システムブロック図

(1) 部品作成管理サブシステム

本サブシステムは，配線設計用CADシステムに依存せず，部品データの効率的な運用の実現を目的に開発した。

配線設計の最初の作業として，プリント配線板に搭載する部品データの取り揃えを行う。

通常，本作業は配線設計用CADシステム上で行う。しかし，特定の配線設計用CADシステムで部品データを作成した場合は，異機種の配線設計用CADシステムに対し，その部品データを供給することは困難である。そのため，複数機種の配線設計用CADシステムを運用している場合は，部品データ作成作業の重複が強いられる。

また，設計するプリント配線板の規模によっては，膨大な点数の部品データを作成しなければならないが，既存の配線設計用CADシステムでは，複数セットを準備しなければ，その作業を分業することも困難であった。

これらの問題を解決するために，CADシステムに依存しない部品作成管理サブシステム（**図4**）を自社開発した。

本サブシステムの構成は，独自データベースエンジンと専用クライアントから成り立っている。独自データベースエンジンは部品データ管理のみを行い，専用クライアントはWeb技術を応用し，部品データの作成，登録，検索，および配線設計用CADシステムに対し部品データの供給を行う（**図5**）。

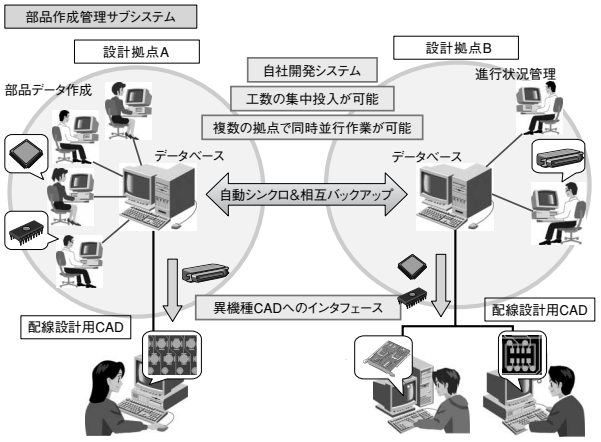

図4　部品作成管理サブシステム概略

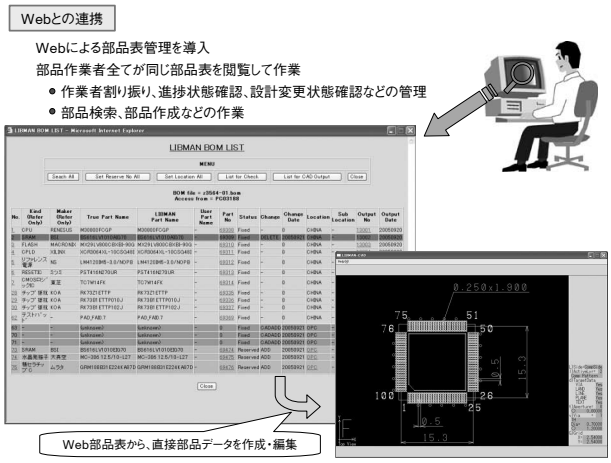

図5　Web技術の応用

本サブシステムは以下の特長を持つ。

- 部品データの高い信頼性（耐障害性）
- 複数の部品仕様に対応する高い運用効率
- 自社開発による高い発展性

部品データの高い信頼性（耐障害性）を実現するために，データベースエンジンは正副二つのエンジンからなり，自動的にシンクロし，相互バックアップを行う。なお，二つのエンジンは，地理的に離れた状態で存在しており，仮に大規模かつ深刻な自然災害が発生したとしても，蓄積した部品データの消失を回避することができるようになっている。

(2) 技術検討サブシステム

現在の配線設計においては，電磁気学的問題と放熱問題を解決し，その上で，指定された期間内および配線領域内に，配線を収容しなければならない。

自明なことであるが，電磁気学的問題と放熱問題の解決を，一般の配線設計者が配線の収容作業と同時に行うことは現実的に不可能である。

この問題に対し，当社は技術と技能を分離し，その連携を実現するシステムと手法の開発を進めた。

それは，伝送線路解析と電磁界解析，そして熱解析等の結果を用いて，配線設計におけるクリティカルポイントを抽出し，主要部品の配置，主要線路の配線といった，配線設計上の重要な戦略決定のアシストを配線設計者に対して提供する。

このプリント配線板の性能そのものを決定づける技術的な作業は，少数の，経験豊富な専門技術者が対応する。

さらにこの作業を，多数の一般配線設計者の同時投入が可能な，前述の部品データ取り揃え作業と同時に実行することで，配線設計期間の短縮と，技術者の効率的な運用の両立が可能になった。

(3) 同時並行配線設計サブシステム

配線設計において，最も時間を必要とする作業は，指定された配線領域内に，実際に配線を収容していく作業である。

電子機器の高密度実装化によりプリント配線板内の総配線数は増加し，そして増加した配線を高密度に収容することが求められるようになった。さらには，電子機器開発期間の短縮化により，極めて短期間に高難度となった配線設計を完了することが必要となってきた。

これには，従来手法を採用している限り，いかに高度な技能を持つ配線設計者を多数確保しても対応は不可能である。

そこで，複数の配線設計者による同時並行設計の手法を取り入れ，これを効率よく行うために，一人の高度な技能を持つ配線設計者と複数の一般設計者をチームとする階層型設計手法を採用することとした。

本階層型同時並行設計を実現するために，同時並行設計機能を有する配線設計用CADシステムを導入し，配線設計工程の前後に存在するそれぞれのサブシステム間へ，スムーズにインタフェースするソフトウェアを独自に開発した。

そして，当社が保有するどのCADシステムでも，配線設計結果の出力ができるように，異機種CADシステム間におけるデータポーティングの実現と，最新の配線データが，現在，どのCADシステム上に存在するかの管理機能などを実現する環境も，併せて自社開発した。

また，異機種CADシステム間におけるデータポーティングを応用し，配線設計工程途中の部品配置状態のユーザー確認，および最終的な配線状態のユーザー承認等には，CADシステムの内部データを表示する自社開発した専用データビューアを配布している（**図6**）。

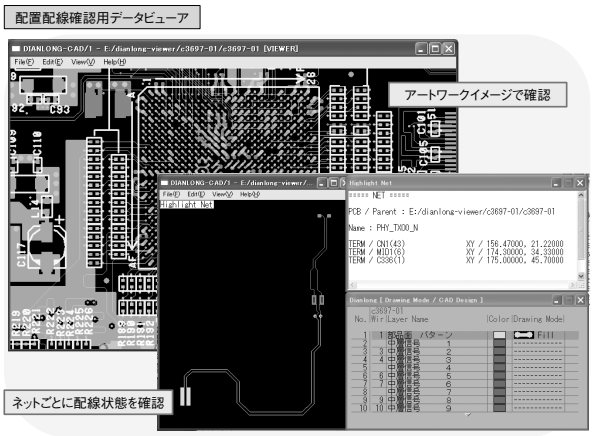

図6　自社開発データビューア

(4) 製造性検証サブシステム

当社はプリント配線板の設計のみならず，製造も行っている。したがって，配線設計の結果は，製造性の観点からも最適に設計されているかを検証しなければ，ユーザーに対して，最適なプリント配線板を提供していることにはならない。

しかし，プリント配線板としての製造性の確認には，膨大なデータを扱うこととなり，相当な演算能力が必要となる。一般のスタンドアロンシステムのパフォーマンスでは，莫大な処理時間がかかり，現実的ではない。

この問題を解決するために，独自の並列処理技術を応用した，製造性検証サブシステムを開発した（**図7**）。

本サブシステムは，ネットワークに接続されている複数のコンピュータからCPUパワーを集積し，巨大な演算能力を出現させる並列コンピューティング技術を採用している。そしてその演算能力によって，極短時間での，配線設計状態の検証および製造性の解析を実現可能とした。

これにより，現在，当社が使用している標準のシステム構成では，従来3時間／件要した処理が，15分／件で完了するようになり，特に，設計期間に影響を与えることなく，当社独自の検証が行えるようになった。

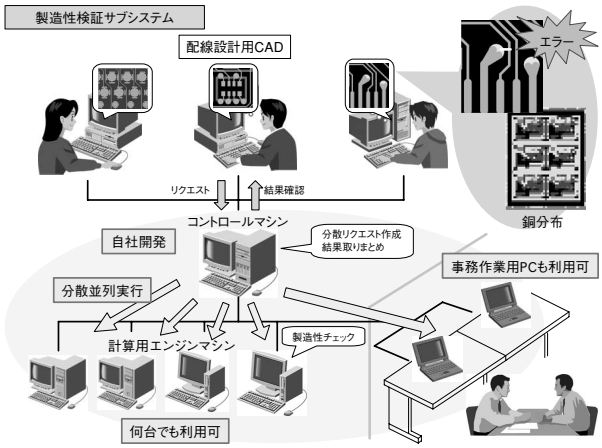

図7　製造性検証サブシステム概略

システムの成果

本システムは，昨年よりすでに運用を開始している。その結果について，配線設計期間，高度な技能を持つ配線設計者の作業比率，総配線設計時間を，従来手法と比較してみた（**図8**）。

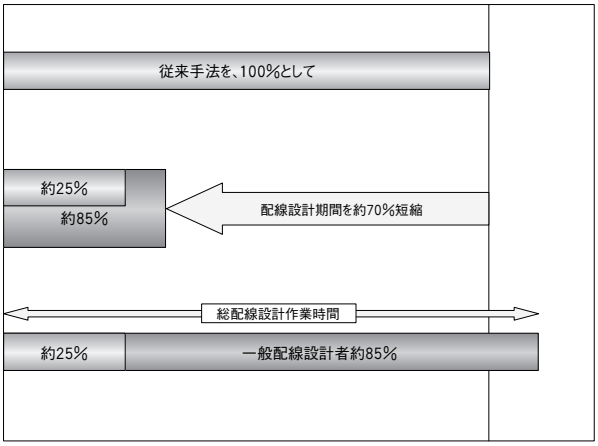

図8　従来手法との比較

本階層型同時並行設計手法とすることにより，配線設計期間については，従来手法よりも約70%の短縮を実現した。

また，高度な技能を持つ配線設計者の作業比率の低減に伴い，総配線設計費用についても，図には示していないが低減を実現することができた。

なお，総配線設計作業時間は，従来手法と比較し約10%増加したが，今後，習熟により改善が可能と考えている。

ま　と　め

ますます高難度化するプリント配線板を，適切な期間内で配線設計し，しかも最適な製造性を確保した上で，提供するために解決しなければならない技術的課題は増加を続けている。

この問題を解決するために当社が開発した，プリント配線板の階層型同時並行による配線設計手法と本手法を実現するシステムを紹介した。

電子デバイスの高速化，高性能化，大規模化は，今後も速度を緩めることなく進展する。そのため，プリント配線板の配線設計における電磁気学的問題と放熱問題への対応は，さらに高いハードルとなるであろう。

これからのプリント配線板の配線設計には，より高度な技術力が求められ，電子機器の開発の成否は，プリント配線板の配線設計を中心とした実装設計に大きく左右されるといえる。今後とも，一層の配線設計技術力の向上と効率化に努めたいと考えている。 ◆◆

●筆者紹介

有坂睦生：Mutsuo Arisaka. 沖プリンテッドサーキット株式会社 デザインソリューション部 次長
芳賀知：Satoru Haga. 沖プリンテッドサーキット株式会社 デザインソリューション部 部長 工学博士
瀧澤隆博：Takahiro Takizawa. 沖プリンテッドサーキット株式会社 デザインソリューション部 システム開発チーム