氏　　名	岡野　資睦
学位の種類	博　士（工学）
学位記番号	工博甲第３９７号
学位授与の日付	平成２７年９月２５日
学位授与の条件	学位規則第４条第１項該当
学位論文題目	電子機器の新設計手法に関する研究 ーデジタルモバイル機器の協調設計ー
論文審査委員	主　査　　教　授　　大村　一郎
	〃　　和泉　　亮
	〃　　中尾　　基
	〃　　内藤　正路

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

デジタル機器はこの二十年間で多機能化、高機能化、小型化が進む一方で、機器は画一化され、機器の製造は標準化された機能部品の組み合わせにより行う水平分業型へと製造形態が変わってきた。かつて国内が得意としていたすり合わせ技術を核とする垂直統合型製造形態は衰退するとまで言われていたが、昨今 IoT(Internet of Things)技術により様々な情報をリアルタイムに共有化できる環境が整ってくると単純な水平分業を超えた新たな産業の可能性が出てきた。電子回路のモジュールはデジタル機器のコア部品であり、小型化設計技術、高品質、供給能力、コスト力等が求められる。従来のモジュールがまとまりのある機能ブロックとして定義されていたのに対し、本論文では、新たに部品の調達やコスト、製造依頼先や加工フローなども関連付けたまとまりを新たに「エコシステムを形成するモジュール(e-モジュール)」と再定義し、ダイナミックに対応することが重要となることを示している。特に過去の産業構造の変化を詳細に調査・分析し、e-モジュールの設計技術を体系化、その中でも特に LSI 解析モデルの構築手法確立と、そのモデルを用いた協調設計環境を提案している。さらに、将来を見据えた新しい要素技術の導入の効果についても検討している。

本論文の第 1 章では、デジタル機器における産業構造の変化を詳細に分析し、e-モジュールを明確に定義し、核となる設計技術の課題を明確にしている。e-モジュールの設計では、様々な環境の変化による調達先や製造依頼先の変更に伴い発生する設計上のすり合わせをダイナミックに行う事が要求されるため、高度な設計技術が必要であることが示され、現状では以下の 3 点が e-モジュール設計上の課題となっていることが述べられている。即ち①e-モジュールの協調設計の技術が確立されていない事、②製品レベルの設計を e-モジュールに反映する上位の設計スキームが定義されていない事、③協調設計を可能にする高精度

解析モデルの構築方法が確立されていない事である。

第 2 章では「e-モジュールの協調設計環境」の構築について新たな提案が行われ、実例を交えて詳細な説明が行われている。特にモジュールの構造、部品、配線パターン、実装方法等を調達先や製造委託先の変更に応じて短期間で最適な設計を行う方法を示している。具体的には、異なるフォーマットの設計データを統一した三次元データに変換するソフトウエアを開発し、膨大なパラメータの最適化に対し遺伝的アルゴリズムを適用することで設計時間等の改善に著しい効果を得ている。

第 3 章では製品レベルの「協調設計を可能にするスキームの提案」を行っている。機器の高機能化、高速化、LSI の低電圧化が進んだことで､従来行われていた LSI 内部配線､プリント基板､モジュール構造を個々に最適化する設計方法では、電源品質や信号伝達品質を十分に保てなくなるという問題を指摘した上で、新提案の設計スキームによりこの問題を解決できることを示している。新しい提案ではデータの共有化や連携シミュレーションに加え、各部分の「仮想設計データ」を過去のデータから再構築し、構想段階から製品全体の統合設計が行えるようになっている。本手法は製品情報管理システムに実装されデジタル機器の設計に活用されている。

第 4 章は協調設計の核となる「高精度解析モデルの構築」について述べられている。PCB に実装された LSI の電源インピーダンスを反射係数計測により求め、PCB の寄生成分をシミュレーションにより除去し､LSI 解析モデルを高精度に抽出するという新提案の手法が述べられている。本手法により 100MHz 以上までに対応可能な解析モデルの構築に成功している。

第 5 章は上述の設計技術の適用事例と将来展開について述べられている。適用事例として近距離無線転送モジュール（Transfer Jet）の開発事例を取り上げている。将来展開として、現在課題となっている配線等にグラフェンなど新材料を用いた場合のデジタル機器での仮想設計とその効果について示されている。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、競争の激しいデジタル機器開発の中で、特に協調設計を効果的に用いる手法を設計システムのレベルから要素設計のレベルまで体系化し、新しい着想による競争力の高いデジタル機器の設計環境を構築できることを初めて示したものである。本研究で提案した設計技術は、近距離無線転送モジュールの開発に実際に適用されはじめており、デジタル機器の高性能化、小型化等に今後大いに貢献することが期待される。

なお、本論文に関し、審査委員並びに公聴会出席者からは、設計期間の短縮について、新材料適用の効果について、汎用部品との価格競争について、標準化の取組について、IoT やインダストリー4.0 との関係性について、など様々な質問がなされたが、いずれも適切に回答がなされた。

以上により、論文審査及び最終試験の結果に基づき審査委員会において慎重に審査した結果、全員一致で本論文が博士(工学)の学位に十分値するものであると判断した。