

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4763716号  
(P4763716)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011. 6. 17)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 17/50 (2006. 01)

H 0 1 L 21/82 (2006. 01)

H 0 5 K 3/00 (2006. 01)

G 0 6 F 17/50 6 6 6 Z

G 0 6 F 17/50 6 7 2 Z

H 0 1 L 21/82 T

H 0 1 L 21/82 C

H 0 5 K 3/00 D

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-544553 (P2007-544553)  
 (86) (22) 出願日 平成17年12月5日 (2005. 12. 5)  
 (65) 公表番号 特表2008-523470 (P2008-523470A)  
 (43) 公表日 平成20年7月3日 (2008. 7. 3)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/043690  
 (87) 国際公開番号 W02006/062827  
 (87) 国際公開日 平成18年6月15日 (2006. 6. 15)  
 審査請求日 平成20年8月22日 (2008. 8. 22)  
 (31) 優先権主張番号 10/904, 950  
 (32) 優先日 平成16年12月7日 (2004. 12. 7)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390009531  
 インターナショナル・ビジネス・マシー  
 ズ・コーポレーション  
 I N T E R N A T I O N A L B U S I N  
 E S S M A S C H I N E S C O R P O  
 R A T I O N  
 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 ニューヨーク  
 州 アーモンク ニュー オーチャード  
 ロード  
 (74) 代理人 100108501  
 弁理士 上野 剛史  
 (74) 代理人 100112690  
 弁理士 太佐 種一  
 (74) 代理人 100091568  
 弁理士 市位 嘉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路評価のための方法、システム及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータ・システムが実行する回路を評価する方法であって、  
 前記システムが、前記回路の設計データを取得するステップと、  
 前記システムが、前記設計データからルール違反を検出するステップと、  
 前記システムが、前記ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得  
 するステップと、  
 前記システムが、前記調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成するステップであっ  
 て、前記設計データと類似した 1 組のパラメータを含むサンプル回路の前記調節可能パラ  
 メータに関するサンプル調節ウィンドウ内の複数の調節に対する全波シミュレーションお  
 よび挙動の実測値またはこれらのいずれか一方の 1 組の結果の分析に基づいて、前記回路  
 の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを生成するステップと、前記調節ウィンド  
 ウから、前記調節可能パラメータに対する複数の調節を生成するステップと、前記計算アル  
 ゴリズムを適用して、前記調節ウィンドウに基づく複数の調節における各調節の予測さ  
 れる影響を計算するステップとを含み、各々調節及び対応する予測される影響を含む複数  
 の予測を生成する、当該生成するステップと

を含む方法。

【請求項 2】

前記計算アルゴリズムを生成するステップは、  
 前記システムが、前記サンプル回路のサンプル設計データに関する 1 組の全波シミュレ

ーションの 1 組の結果を取得するステップと、

前記システムが、前記 1 組の結果の分析に基づいて前記計算アルゴリズムを生成するステップと

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記 1 組の結果を取得するステップは、

前記システムが、前記サンプル設計データを取得するステップと、

前記システムが、前記サンプル設計データについて全波シミュレーションを実行するステップと、

前記システムが、前記調節可能パラメータに関するサンプル調節ウィンドウを定義するステップと、

前記システムが、前記サンプル調節ウィンドウ内で複数の調節の各々に対して前記サンプル設計データを調節するステップと、

前記システムが、各々の調節されたサンプル設計データに関して前記実行するステップを繰り返すステップと

を含み、前記 1 組の結果は前記全波シミュレーションの各々の前記結果を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記計算アルゴリズムを生成するステップは、前記システムが、前記設計データと類似の 1 組のパラメータを有する前記サンプル回路に関する実測値を取得するステップを含み

、前記全波シミュレーションおよび前記挙動の実測値の 1 組の結果の分析に基づいて前記計算アルゴリズムの生成を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記システムが、前記複数の予測の 1 つに基づいて、前記設計データに対して実施する修正を取得するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記システムが、前記設計データに対して前記修正を自動的に実施するステップをさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記検出するステップは、

前記システムが、ルール違反を定義するルールを取得するステップと、

前記システムが、前記ルールを前記設計データに適用するステップと

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記検出するステップは、前記システムが、前記ルールに関する 1 組の許容値を取得するステップをさらに含む、前記 1 組の許容値は前記ルール違反をさらに定義する、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記システムが、前記調節可能パラメータとして複数のパラメータの 1 つを識別するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記調節ウィンドウを取得するステップは、前記システムが、前記調節ウィンドウの最小限の調節を決定するために前記設計データを自動的に分析するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

回路を評価するシステムであって、

前記回路の設計データを取得する修正システムと、

前記設計データからルール違反を検出する違反システムと、

前記ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得する調節システム

10

20

30

40

50

と、

前記設計データと類似した 1 組のパラメータを含むサンプル回路の前記調節可能パラメータに関するサンプル調節ウィンドウ内の複数の調節に対する全波シミュレーションおよび挙動の実測値またはこれらのいずれか一方の 1 組の結果の分析に基づいて、前記回路の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを生成するアルゴリズム・システムと、

前記調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する予測システムであって、前記調節ウィンドウから、前記調節可能パラメータに対する複数の調節を生成し、前記計算アルゴリズムを適用して、前記調節ウィンドウに基づく複数の調節における各調節の予測される影響を計算し、各々調節及び対応する予測される影響を含む複数の予測を生成する、当該予測システムと

10

を備えるシステム。

【請求項 1 2】

前記ルール違反を定義するルールを取得するルール・システムをさらに備え、前記違反システムは前記ルールを前記設計データに適用する、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記複数の予測の 1 つに基づいて前記設計データに対して実施する修正を取得するフィードバック・システムをさらに備える、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

実行されたときに回路を評価するためにコンピュータに  
前記回路の設計データを取得するためのステップと、  
前記設計データからルール違反を検出するためのステップと、  
前記ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するためのステップと、

20

前記調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成するためのステップであって、前記設計データと類似した 1 組のパラメータを含むサンプル回路の前記調節可能パラメータに関するサンプル調節ウィンドウ内の複数の調節に対する全波シミュレーションおよび挙動の実測値またはこれらのいずれか一方の 1 組の結果の分析に基づいて、前記回路の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを生成するためのステップと、前記調節ウィンドウから、前記調節可能パラメータに対する複数の調節を生成するためのステップと、前記計算アルゴリズムを適用して、前記調節ウィンドウに基づく複数の調節における各調節の予測される影響を計算するためのステップとを含み、各々調節及び対応する予測される影響を含む複数の予測を生成するための当該生成するためのステップと  
を実行させるプログラム。

30

【請求項 1 5】

回路の設計データを管理する修正システムと、  
前記設計データからルール違反を検出する違反システムと、  
前記ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するパラメータ・システムと、

前記設計データと類似した 1 組のパラメータを含むサンプル回路の前記調節可能パラメータに関するサンプル調節ウィンドウ内の複数の調節に対する全波シミュレーションおよび挙動の実測値またはこれらのいずれか一方の 1 組の結果の分析に基づいて、前記回路の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを生成するアルゴリズム・システムと、

40

前記調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する予測システムであって、前記調節ウィンドウから、前記調節可能パラメータに対する複数の調節を生成し、前記計算アルゴリズムを適用して、前記調節ウィンドウに基づく複数の調節における各調節の予測される影響を計算し、各々調節及び対応する予測される影響を含む複数の予測を生成する、当該予測システムと

を備える回路設計ツール。

【請求項 1 6】

前記ルール違反を定義するルールを取得するルール・システムをさらに備え、前記違反

50

システムは前記ルールを前記設計データに適用する、請求項 1 5 に記載の回路設計ツール。

【請求項 1 7】

前記複数の予測の 1 つに基づいて、前記設計データに対して実施する修正を取得するフィードバック・システムをさらに備える、請求項 1 5 に記載の回路設計ツール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に回路設計に関し、より具体的には、回路内のルール違反を検出し、1 つ又は複数の調節に基づいて 1 組の予測を生成する方法に関する。本発明は電子回路の設計及び製造の分野で有用である。

10

【背景技術】

【0002】

コンピュータ・デバイスに用いられるプリント回路基板は、普通、国内で販売される前に 1 つ又は複数の電磁気的コンプライアンス検査 (compliance test) に合格しなければならない。各々のプリント回路基板の設計における良好な設計方法を用いることは、製造された回路基板が後で検査に合格する確率を大きくする最も効果的な方法の 1 つである。この点で、あらゆる違反を判定するために、新しいプリント回路基板に関する設計データをこれらの良好な設計方法に対して照合することが好ましい。その後、可能ならば、回路基板が製造される前に、これらの設計方法に適合するように回路基板設計を変更することができる。

20

【0003】

現在、回路設計データの大部分の検査は手動で実施されている。特に、個々人が、なんらかの違反を識別するための回路設計ソフトウェアを用いて、設計データを視覚によって検査することが多い。この作業の複雑さのために、設計データを予め指定された物理的設計データの組に対して照合して、違反を検出するための幾つかのソフトウェア・ツールが存在する。それにしても、一旦違反が識別されると、個々人は、設計データを修正しないことの相対的リスクに対して設計データを設計パラメータに適合するように修正することの相対的利益を査定しなければならない。この査定の助けとして、個々人は全波 (full-wave) シミュレーション・ソフトウェアを用いることができる。全波シミュレーションにおいては、特定の問題を表すモデルが作られ、シミュレータはモデルを分析して結果を得る。しかし、簡単な問題においてさえも複雑であるために、全波シミュレーションの実際の処理時間は長く (多分 2 4 時間) なる可能性がある。その結果、全波シミュレーションは特定の簡単な問題に限定され、幾つかの回路設計はシミュレートするには大き過ぎることになる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この状況を考慮すると、回路の設計及び / 又は評価のための改善された方法が必要である。特に、回路内のルール違反を識別することができて、そのルール違反を除去 / 部分的に除去するために回路を修正することの予想される利益に関する 1 つ又は複数の予測を効果的に生成できる方法が必要である。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、回路の設計及び / 又は評価 (例えば、プリント回路基板レイアウト、集積回路レイアウトなど) のための改善された方法を提供する。特に、1 つ又は複数のルール違反を検出し、設計データに対する調節に基づいて 1 つ又は複数の予測を生成することによって、回路の設計データを評価することのできる方法が提供される。1 つの実施形態においては、複数の調節を生成するために調節ウィンドウを用いることができる。その後、各調節に対して、対応する予測される影響を決定することができる。各々の予測される影響

50

は、回路の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを用いて計算することができる。このようにしてユーザは、回路の修正に関する種々の選択肢を調べて、どの修正が最も望ましいかについて情報に基づく決定を下すことができる。さらに、評価は回路設計ツール(circuit design tool)の一部として含めることが可能である。この場合には、設計データに対する１つ又は複数の修正が選択されて、ユーザが実施する、及び／又は自動的に回路設計ツールによって実施するように提供されることができる。結果として、本発明は、回路を効率的に開発及び／又は評価するための改善された方法を提供する。

【 0 0 0 6 】

本発明の第１の態様は、回路を評価する方法であって、回路の設計データを取得するステップと、設計データに基づいてルール違反を検出するステップと、ルール違反(rule violation)に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するステップと、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成するステップとを含む方法を提供する。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の第２の態様は、回路を評価するためのシステムであって、回路の設計データを取得する修正システムと、設計データに基づいてルール違反を検出する違反システムと、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するシステムと、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する予測システムとを備えるシステムを提供する。

【 0 0 0 8 】

本発明の第３の態様は、実行されたときに回路を評価する、コンピュータを機能させるプログラムであって、回路の設計データを取得するためのプログラム・コードと、設計データに基づいてルール違反を検出するためのプログラム・コードと、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するためのプログラム・コードと、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成するためのプログラム・コードとを備えるプログラムを提供する。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の第４の態様は、回路設計ツールであって、回路の設計データを管理する修正システムと、設計データに基づいてルール違反を検出する違反システムと、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得するパラメータ・システムと、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する予測システムとを備える回路設計ツールを提供する。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の第５の態様は、回路を設計する方法であって、回路の設計データを取得するステップと、ルール及び設計データに基づいてルール違反を検出するステップと、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節を取得するステップと、ルール違反及び調節に対して計算アルゴリズムを適用して予測を生成するステップと、設計データに対して調節を自動的に実施するステップとを含む方法を提供する。

【 0 0 1 1 】

本発明の第６の態様は、回路設計ツールであって、回路の設計データを管理する修正システムと、ルール及び設計データに基づいてルール違反を検出する違反システムと、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節を取得するパラメータ・システムと、ルール違反及び調節に対して計算アルゴリズムを適用して予測を生成する予測システムとを備える回路設計ツールを提供する。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の第７の態様は、回路を評価するためのアプリケーションを導入する方法であって、回路の設計データを取得し、設計データに基づいてルール違反を検出し、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得し、そして調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する、機能を有するコンピュータ・インフラストラクチャを準備するステップを含む方法を提供する。

【 0 0 1 3 】

本発明の第８の態様は、回路を評価するための伝搬信号の中に具体化されるコンピュー

50

タ・ソフトウェアであって、回路の設計データを取得し、設計データに基づいてルール違反を検出し、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウを取得し、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成する機能を、コンピュータ・システムに実行させる命令を含むコンピュータ・ソフトウェアを提供する。

【 0 0 1 4 】

本発明の例証的な態様は、本明細書で説明される問題、及び当業者が発見し得るが論じられていない他の問題を解決するために立案されている。

本発明のこれら及び他の特徴は、本発明の種々の実施形態を描く添付の図面とともに記述される本発明の種々の態様の以下の詳細な説明からより容易に理解される。

本発明の図面は一定の尺度で描かれてはいないことに注意されたい。図面は本発明の典型的な態様だけを描くことを意図したもので、本発明の範囲を限定するものではないことを理解されたい。図面中、類似の符号は図面間で類似の要素を示す。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

前述のように、本発明は回路の設計及び／又は評価（例えば、プリント回路基板レイアウト、集積回路レイアウトなど）のための改善された方法を提供する。特に、回路に関する設計データは、一つ又は複数のルール違反を検出すること、及び設計データに対する調節に基づいて一つ又は複数の予測を生成することによって評価することができる。一つの実施形態においては、複数の調節を生成するのに調節ウィンドウを用いることができる。続いて、各々の調節に対して、対応する予測される影響を決定することができる。各々の予測される影響は、回路の予想される挙動を近似する計算アルゴリズムを用いて計算することができる。このようにして、ユーザは回路を修正するための種々の選択肢を調べて、どの選択肢が最も望ましいかに関して情報に基づく決定を下すことができる。さらに、評価は回路設計ツール的一部分として含めることができる。この場合には、設計データに対する一つ又は複数の修正が選択されて、ユーザが実施する、及び／又は自動的に回路設計ツールによって実施するように提供されることができる。結果として、本発明は回路を効率的に開発及び／又は評価するための改善された方法を提供する。

【 0 0 1 6 】

図面を見ると、図 1 は回路を設計及び／又は評価するための例証的なシステム 10 を示す。特に、設計システム 30 は回路の設計データ 50 を管理する。この点で、ユーザ 12 は、設計データ 50 に対する種々の操作（例えば、追加、修正、削除など）を実行するために設計システム 30 を用いることができる。さらにユーザ 12 は、設計システム 30 が、設計データ 50 中に一つ又は複数のルール違反を検出することによって回路を評価し、設計データ 50 に対する種々の可能な調節に基づいて一つ又は複数の予測を生成することを要求することができる。続いてユーザ 12 及び／又は設計システム 30 は、予測に基づいて設計データ 50 中で一つ又は複数の修正を実施することができる。

【 0 0 1 7 】

設計システム 30 は、コンピュータ・プログラム・コードとしてコンピュータ 14 上で実施されるように示されている。この点で、コンピュータ 14 はプロセッサ 20、メモリ 22、入／出力（I/O）インタフェース 24、及びバス 26 を含むように示されている。さらにコンピュータ 14 は、外部 I/O デバイス／リソース 28 及びストレージ・システム 29 と通信するように示されている。一般に、プロセッサ 20 は、メモリ 22 及び／又はストレージ・システム 29 にストアされている設計システム 30 などのコンピュータ・プログラム・コードを実行する。コンピュータ・プログラム・コード（例えば、設計システム 30）を実行する一方で、プロセッサ 20 は、設計データ 50 などのデータを、メモリ 22、ストレージ・システム 29、及び／又は I/O インタフェース 24 から読み出す及び／又はそれらに書き込むことができる。バス 26 は、コンピュータ 14 の内部の構成要素間の通信リンクを提供し、I/O デバイス 28 はユーザ 12 がコンピュータ 14 と交信することを可能にする任意のデバイス（例えば、キーボード、ポインティング・デバイス、ディスプレイなど）を含むことができる。

## 【 0 0 1 8 】

代替として、ユーザ 1 2 は、コンピュータ 1 4 と通信する別のコンピュータ・デバイス（図示せず）と交信することができる。この場合には、I / O デバイス 2 8 は、コンピュータ 1 4 がネットワークによって 1 つ又は複数の他のコンピュータ・デバイスと通信することを可能にする任意のデバイス（例えば、ネットワーク・アダプター、I / O ポート、モデムなど）を含むことができる。ネットワークは種々の通信リンクの任意の組合せを含むことができる。例えば、ネットワークは、有線及び / 又は無線の通信方法の任意の組合せを利用することのできるアドレス可能な接続を含むことができる。この場合には、コンピュータ・デバイス（例えば、コンピュータ 1 4）は、トークン・リング、イーサネット（登録商標）、W i F i 又は他の通常の通信規格などの、通常のネットワーク接続を利用することができる。さらに、ネットワークは、インターネット、広域ネットワーク（W A N）、ローカル・エリア・ネットワーク（L A N）、仮想プライベート・ネットワーク（V P N）などを含んだ、1 つ又は複数の任意の型のネットワークを含むことができる。インターネットを介して通信が行われる際には、接続は通常の T C P / I P ソケットに基づくプロトコルによってもたらされ、コンピュータ・デバイスはインターネットへの接続を確立するためにインターネット・サービス・プロバイダを利用することができる。

10

## 【 0 0 1 9 】

コンピュータ 1 4 は、ハードウェア及びソフトウェアの種々の可能な組合せの一典型にすぎない。例えば、プロセッサ 2 0 は、単一プロセッサ・ユニットを含むか、又は、1 つ又は複数の位置にある、例えば、クライアント及びサーバ上の 1 つ又は複数のプロセッサ・ユニットにわたって分散することが可能である。同様に、メモリ 2 2 及び / 又はストレージ・システム 2 9 は、1 つ又は複数の物理的位置に存在する種々の型のコンピュータ可読媒体及び又は通信媒体の任意の組合せを含むことができる。さらに、I / O インタフェース 2 4 は、1 つ又は複数の I / O デバイス 2 8 と情報を交換するための任意のシステムを含むことができる。さらにまた、図 1 に示されない 1 つ又は複数の追加の構成要素（例えば、システム・ソフトウェア、数値演算コプロセッサなど）をコンピュータ 1 4 に含めることができることが理解される。この点で、コンピュータ 1 4 は、ネットワーク・サーバ、デスクトップ・コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、携帯端末、携帯電話、ポケットベル、携帯データ端末などの種々の型のコンピュータ・デバイスを含むことができる。しかし、コンピュータ 1 4 が携帯端末などを含む場合、1 つ又は複数の I / O デバイス 2 8（例えば、ディスプレイ）及び / 又はストレージ・システム 2 9 は、図示されるように外付けではなく、コンピュータ 1 4 の内部に包含され得ることが理解される。

20

30

## 【 0 0 2 0 】

以下でさらに論ずるように、設計システム 3 0 は回路を設計し、及び / 又は回路の設計データ 5 0 を評価する。この点で、設計システム 3 0 は、設計データ 5 0 を取得する修正システム 3 2、ルールを取得するルール・システム 3 4、並びに、ルール及び設計データ 5 0 に基づいてルール違反を検出する違反システム 3 6 を含むように示されている。さらに、設計システム 3 0 は、ルール違反に関する調節可能パラメータの 1 つ又は複数の調節を取得する調節システム 3 8、ルール違反に基づいて計算アルゴリズムを取得するアルゴリズム・システム 4 0、及び計算アルゴリズムを適用して各調節に対する予測を生成する予測システム 4 2 を含むように示されている。さらにまた、設計システム 3 0 は、予測に基づいて設計データ 5 0 に実施するための修正を取得するフィードバック・システム 4 4 を含むように示されている。これらのシステムのそれぞれの動作は以下でさらに論ずる。しかし、図 1 に示される種々のシステムの幾つかは、独立に若しくは組み合わせて実装することができ、及び / 又は、ネットワークによって通信する 1 つ又は複数の別々のコンピュータ 1 4 のメモリにストアすることができる。さらに、システム及び / 又は機能性の幾つかは、実装しなくてもよく、或いは、追加のシステム及び / 又は機能性をシステム 1 0 の部分として含めることもできる。

40

## 【 0 0 2 1 】

図 2 は、図 1 に示される種々のシステムに関する例証的なデータ・フローを示す。特に

50

、修正システム 3 2 は何らかの方法を用いて回路の設計データ 5 0 を取得する。例えば、設計システム 3 0 ( 図 1 ) は任意の既知の回路設計ツールを含むことができ、修正システム 3 2 は、ユーザ 1 2 ( 図 1 ) が設計データ 5 0 を管理する ( 例えば、作成する、削除する、修正するなど ) ことを可能にする。この場合、修正システム 3 2 はさらに、ユーザ 1 2 が設計データ 5 0 の評価を要求できるようにすることができる。この点で、修正システム 3 2 は、ユーザ 1 2 が評価のための特定の回路の設計データの一部を選択することによって設計データ 5 0 を識別できるようにすることができる。さらに、設計データ 5 0 は、評価のために別のコンピュータ・デバイスから修正システム 3 2 に伝達されることができる。これらの方法は、設計データ 5 0 を取得する修正システム 3 2 によって実施できる種々の方法の例証に過ぎないことを理解されたい。

10

#### 【 0 0 2 2 】

いずれにしても、修正システム 3 2 は設計データ 5 0 を評価のために違反システム 3 6 に供給する。違反システム 3 6 は、設計データ 5 0 に基づいて 1 組 ( 1 つ又は複数の ) のルール違反を検出する。一実施形態においては、違反システム 3 6 は、ルール・システム 3 4 からルール違反を定義する 1 つ又は複数のルールを取得することができる。ルール・システム 3 4 は、設計データ 5 0 の種々の側面を分析するために用いられる 1 組のルールを管理することができる。各々のルールは、回路設計に関する既知の良好な方法、社内の設計ルールなどに基づくものとして行うことができる。例えば、ルール・システム 3 4 は、基板外部の配線の長さが 2 0 0 ミル ( 1 ミルは 1 0 0 0 分の 1 インチ ) を超えないように制限するルールを含むことができる。配線は、例えば、クロック周波数などの周波数信号を搬送するように構成することができる。

20

#### 【 0 0 2 3 】

典型的なルールは、特定のパラメータに関する 1 組の許容できる値の定義を含む。この点で、パラメータの許容値は、値の範囲で定義することができる。この場合、範囲の最小 / 最大値は、典型的な製造要件 ( 例えば、最小の配線太さ ) 、既知の良好な方法 ( 例えば、最大の配線長さ ) などに基づくものとして行うことができる。さらに、パラメータの許容値は、1 つ又は複数の追加のパラメータの値に基づいて変更することができる。一実施形態においては、上記の配線長さのルールは、配線の太さ、クロック周波数、配線の型などに基づいて変化する 1 群の許容できる長さ値を含むことができる。例えば、より低いクロック周波数を搬送する配線は、より高いクロック周波数を搬送する類似の配線よりも、基板外部により長い長さを有することが可能である。

30

#### 【 0 0 2 4 】

一実施形態においては、ルール・システム 3 4 は、ユーザ 1 2 ( 図 1 ) がルールの組の中の 1 つ又は複数のルールを、追加、削除、及び / 又は修正することを可能にする。この点で、ルール・システム 3 4 は、ユーザ 1 2 が 1 つ又は複数のパラメータに対する許容値の組を選択的に変更することを可能にする。例えば、ユーザ 1 2 は、上記の配線に対するデフォルト許容値 ( 例えば、2 0 0 ミルに等しいか又はそれ未満 ) をより高い及び / 又は低い値に変更することができる。さらに製造方法が変化すると、特定のパラメータに対する対応する許容値は変化する可能性がある。例えば、ユーザ 1 2 は回路内で許される最小の配線太さを変更することができる。この点で、ルール・システム 3 4 は、外部システムなどから周期的に、特定のエンティティ ( entity : 例えば、ビジネス、証明エンティティなど ) に関する一組の許容値を含む修正された許容値及び / 又はルールを受け取ることができる。さらにまた、ルール・システム 3 4 は、ユーザ 1 2 が設計データ 5 0 に適用するルールの組の内の 1 つ又は複数を選択的に選択できるようにすることができる。このようにして、ユーザ 1 2 は、可能なルール違反の特定の一部だけを検出するように、設計データ 5 0 の限定された評価を実施することができる。

40

#### 【 0 0 2 5 】

いずれにしても、違反システム 3 6 はルール違反を検出するために設計データ 5 0 にルールを適用する。ルール違反は、1 つ又は複数のルールに違反する設計データ 5 0 の幾つか又は全てを含む。この点で、ルール違反は、設計データ 5 0 の種々の物理的寸法データ

50



及び／又は電気的特性データを含むことができる。その後、違反システム 36 は、さらに進んだ評価のためにルール違反を予測システム 42 に与える。予測システム 42 は、ルール違反に関する調節可能パラメータに対する調節に基づいて予測を生成する。予測は、調節可能パラメータに対する調節が設計データ 50 に実施されたとする場合に実現される相対的な改善／劣化の評価を含む。この点で、予測は、調節及び対応する調節に対して予測される影響を含むことができる。一実施形態においては、各々の予測される影響は、回路から特定の距離だけ離れた受信機で受信される電界強度のデシベル・マイクロボルト単位での差として表される。

#### 【0026】

予測システム 42 は、調節システム 38 から調節を受け取ることができる。例えば、調節システム 38 は、ユーザ 12 がルール違反に関する調節可能パラメータ及び調節を識別することを可能にするように、ユーザ 12 (図 1) にインタフェースを表示することができる。この点で、調節システム 38 は、設計データ 50 のルール違反に対応する部分を表示することができる。さらに、特定の回路部品を強調表示することができ、ユーザ 12 が調節可能パラメータ及び／又は望ましい調節を決定する上で助けとなるように、種々のパラメータの値を表示することができる。続いてユーザ 12 は、調節可能パラメータとして種々のパラメータの 1 つ又は複数、及び対応する調節を識別することができる。

10

#### 【0027】

一実施形態においては、調節システム 38 は調節可能パラメータに関する調節ウィンドウを取得する。例えば、ユーザ 12 (図 1) は、ユーザ 12 が調節可能パラメータの変更を考慮するのに必要な調節ウィンドウを規定する最小及び最大値 (即ち、範囲) を指定することができる。さらに、調節システム 38 は、調節ウィンドウの最小限の調節を決定するために設計データ 50 を分析することができる。例えば、100 ミルより接近して配置することのできない 2 つの回路部品を配線が接続するときは、調節システム 38 は、少なくとも 100 ミルの最小限の調節を有する調節ウィンドウにユーザ 12 を制限することができる。いずれにしても、調節システム 38 は調節ウィンドウを予測システム 42 に提供することができる。

20

#### 【0028】

予測システム 42 は、調節ウィンドウに基づいて複数の予測を生成することができる。この点で、予測システム 42 は、調節ウィンドウに基づいて調節可能パラメータの一組の調節を生成することができる。例えば、予測システム 42 は、調節間の一様なステップ・サイズを自動的に決定し、以前の調節に対してステップ・サイズを繰返し加えることによって各調節を生成することができる。ステップ・サイズは、調節ウィンドウの全域にわたって一定の分解 (例えば、5 ミル毎) をもたらすように、調節ウィンドウに対する指定数の調節 (例えば、10) を与えるために選択することができる。

30

#### 【0029】

調節の組の内の各々の調節に対して、予測システム 42 は予測される影響を決定することができる。一実施形態においては、予測システム 42 はルール違反及び各調節に対して計算アルゴリズムを適用する。この点で、予測システム 42 はルール違反をアルゴリズム・システム 40 に与えることができ、このアルゴリズム・システム 40 はルール違反に基づいて計算アルゴリズムを取得して、計算アルゴリズムを予測システム 42 に与えることができる。一般に、アルゴリズム・システム 40 は、一組の計算アルゴリズムを管理する。各々の計算アルゴリズムは、回路の予想される挙動を近似する方程式を含むことができる。この場合、ルール違反及び／又は設計データ 50 は、回路の予想される挙動に対する基準 (例えば、デシベル・マイクロボルトの基準数 (a baseline number of decibel microvolts)) を取得するために計算アルゴリズムに与えることができる。続いて、調節をルール違反 (設計データ 50) に対して実施することができ、調節された回路の予測される挙動を計算することができる。予測される影響はそれ故、基準の予測挙動 (baseline expected behavior) と調節された予測挙動 (adjusted expected behavior) との間の差である。

40

50

## 【 0 0 3 0 】

この点で、アルゴリズム・システム 4 0 は、1 つ又は複数の全波シミュレーション、及び / 又はサンプル回路の挙動の 1 つ又は複数の実測値、の一組の結果に基づいて、各計算アルゴリズムを生成することができる。この場合、サンプル回路は、設計データ 5 0 のものと類似の一組のパラメータ（例えば、基板外部でゼロでない長さを有する配線）を含むことができる。一実施形態においては、アルゴリズム・システム 4 0 は、当技術分野で既知であるように、全波シミュレーション・システムなどから結果の組を取得することができる。

## 【 0 0 3 1 】

代替として、アルゴリズム・システム 4 0 は、設計データ 5 0 のものと類似の一組のパラメータ（例えば、基板外部でゼロでない長さを有する配線）を含むサンプル回路に関するサンプル設計データを取得することができる。サンプル設計データに対して、アルゴリズム・システム 4 0 は、調節可能パラメータ（例えば、配線の長さ）に関するサンプル調節ウィンドウ（sample adjustment window）を規定し、サンプル調節ウィンドウ内で複数の調節を規定することができる。続いて、アルゴリズム・システム 4 0 はサンプル設計データに関する全波シミュレーションを実行し、各調節に対してサンプル設計データを調節し、そして各調節に対する全波シミュレーションを繰り返すことができる。全波シミュレーションの各々の結果は、次に計算アルゴリズムを生成するための一組の結果として用いることができる。

## 【 0 0 3 2 】

1 つ又は複数の全波シミュレーションに加えて、或いはその代替として、アルゴリズム・システム 4 0 は、設計データ 5 0 のものと類似の一組のパラメータを有するサンプル回路に対する実測値に基づいて計算アルゴリズムを生成することができる。例えば、ユーザ 1 2 (図 1) はサンプル回路を作成して検査することができる。サンプル回路が検査されている間に、ユーザ 1 2 はサンプル回路の 1 つ又は複数の特性に関する実測値を取得することができる。実測値は、計算アルゴリズムの生成に用いるためにアルゴリズム・システム 4 0 に与えることができる。同様に、1 つ又は複数の調節（例えば、基板外部の変化した配線長）を有する追加のサンプル回路に関する実測値を、計算アルゴリズムの生成に用いるための一組の実測値として、アルゴリズム・システム 4 0 に与えることができる。いずれにしても、アルゴリズム・システム 4 0 は、カーブ・フィッティング・アルゴリズムなど、任意の既知の方法を用いた一組の結果 / 実測値の分析に基づいて、計算アルゴリズムを生成することができる。その結果、計算アルゴリズムは、全波シミュレーションよりも相当に少ないコンピュータ・リソースを必要とすることになり、より大量の設計データをより短時間で分析することが可能になる。

## 【 0 0 3 3 】

とにかく、予測システム 4 2 は各予測を生成するためにルール違反（設計データ 5 0）に対して計算アルゴリズムを適用することができる。この点で、設計データ 5 0 は調節ウィンドウ内の各調節に基づいて修正することができ、続いて計算アルゴリズムを設計データ 5 0 の各修正版に対して適用することができる。その後、複数の予測がフィードバック・システム 4 4 に与えられる。フィードバック・システム 4 4 は複数の予測をユーザ 1 2 (図 1) に表示することができる。例えば、図 3 は、ユーザ 1 2 (図 1) に表示するためにフィードバック・システム 4 4 (図 2) によって生成することのできる例証的な表示領域 6 0 を示す。この場合、表示領域 6 0 は、ルール違反を識別するのに用いられるルールの記述 6 2、ルール違反の記述 6 4、評価のために指定された調節ウィンドウ 6 6、及び複数の予測 6 8 を含む。例証的な表示は表形式で示されているが、グラフ表示など他の形式（例えば、グラフィカル・ユーザ・インタフェース）を用いることもできることを理解されたい。

## 【 0 0 3 4 】

前述の方法の結果として、ユーザ 1 2 (図 1) は、あらゆる望ましい修正に対して情報に基づいた決定を下すために、評価の全側面を容易に概観することができる。特に、ユーザ

1 2 は種々の調節の有用性 (value of adjustment) とそれを行わないことの相対的な損傷 (relative harm) を評価 (assess) することができる。例えば、ユーザ 1 2 は配線の長さを 2 0 5 ミルに縮めることは容易にできるが、多大な困難なしに長さを 2 0 0 ミル以下に縮めることはできない。表示領域 6 0 を概観することにより、ユーザ 1 2 は、違反を部分的にだけ修正することに関して見積られる相対リスクはどのようなものかを容易に判断して、その相対リスクに基づいて彼 / 彼女の決定を下すことができる。

#### 【 0 0 3 5 】

図 2 に戻ると、フィードバック・システム 4 4 は、設計データ 5 0 への実施のための修正を取得することができる。例えば、ユーザ 1 2 (図 1) は、複数の予測 6 8 (図 3) の 1 つを選択するために、表示領域 6 0 (図 3) 及び 1 つ又は複数の I / O デバイス 2 8 (図 1) を用いることができる。それに応答して、フィードバック・システム 4 4 は修正システム 3 2 に修正を与えることができる。次いで、修正システム 3 2 は、次に設計データ 5 0 が編集のために査定されるときに、修正をユーザ 1 2 に表示することができる。さらに、フィードバック・システム 4 4 は、電子メッセージなどを介して修正をユーザ 1 2 に直接伝達することができる。またさらに、修正システム 3 2 は、設計データ 5 0 に自動的に修正を実施することができる。例えば、修正システムは、修正を施すために設計データ 5 0 内の配線を自動的に経路変更するスクリプトなどを含むことができる。続いて、ユーザ 1 2 は、修正が正しく組み込まれたことを確認するために、修正された設計データ 5 0 を概観することができる。ユーザ 1 2 はまた、評価に対して 1 つ又は複数の修正を施すことができることを理解されたい。例えば、ユーザ 1 2 は調節ウィンドウを修正することが可能であり、フィードバック・システム 4 4 は予測システムに修正された調節ウィンドウを与えることができ、その予測システムは次に新しい一組の予測を生成する。

#### 【 0 0 3 6 】

一実施形態において、本発明は、本明細書において説明される種々のシステムの幾つか又は全てによって実施することのできる一連の方法ステップを含む。図 4 は、本発明の一実施形態による例証的な方法ステップを示す。特に、ステップ S 1 において、回路の設計データが取得され、ステップ S 2 において設計データを評価するための一組のルールが取得される。ステップ S 3 においては、一組のルールの内の 1 つ又は複数に基づいて設計データ中のルール違反が検出される。ステップ S 4 において、ルール違反に関する調節可能パラメータの調節ウィンドウが取得され、ステップ S 5 においては一組の計算アルゴリズムが取得される。ステップ S 6 においては、1 つ又は複数の計算アルゴリズムを設計データに適用することができ、ステップ S 7 では、複数の予測が生成される。ステップ S 8 においては、複数の予測に基づいて 1 つ又は複数の修正を実施することができる。ステップの順序は単に例証にすぎないことを理解されたい。この点で、一つ又は複数のステップは、例えば、並行して、異なる順序で、隔たった時間において実行することができる。さらに、1 つ又は複数のステップは、本発明の種々の実施形態においては実行しなくてよい。例えば、ステップ S 8 は、何も修正が望まれないときには実行しなくてよい。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 に戻ると、種々の追加及び / 又は変更を、本発明の説明された実施形態に施すことができる。例えば、ユーザ 1 2 は、特定のルール違反に対して複数の調節可能パラメータを指定することができ、予測システム 4 2 は、1 つ又は複数の調節可能パラメータに対する調節の種々の組合せに関する予測を生成することができる。さらに、設計データ 5 0 の共通部分を共有する複数のルール違反は、予測システム 4 2 によって一緒に評価することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

いずれにしても、本発明の教示は予約又は料金ベースのビジネス方法として提供することができる。例えば、設計システム 3 0 及び / 又はコンピュータ 1 4 は、本明細書に記載された機能を顧客に提供するサービス・プロバイダによって、作成され、維持され、サポートされ及び / 又は導入されることができる。即ち、サービス・プロバイダは、前述のように回路を設計及び / 又は評価することを提案することができる。本発明は、ハードウェア

ア、ソフトウェア、搬送信号、又はこれらの任意の組合せの形で実現することができる。本明細書で説明された方法を実行するように適合された、任意の種類のコピュータ/サーバ・システム又は他の装置が適切である。ハードウェアとソフトウェアの典型的な組合せは、ロードされ実行されたとき、ここで説明されたそれぞれの方法を実行するコンピュータ・プログラムを有する汎用コンピュータ・システムとすることができる。代替として、本発明の１つ又は複数の機能的タスク（例えば、設計システム３０）を実行するように特化されたハードウェアを含む専用コンピュータを用いることができる。

#### 【００３９】

本発明はまた、本明細書で説明された方法の実施を可能にするそれぞれの特徴の全てを含み、コンピュータ・システムにロードされたとき、これらの方法を実行することのできる、コンピュータ・プログラム製品又は伝播信号の中に埋め込むことができる。コンピュータ・プログラム、伝播信号、ソフトウェア・プログラム、プログラム、又はソフトウェアは、本明細書の文脈においては、情報処理機能を有するシステムに対して直接に、或いは、（ａ）別の言語、コード又は表記への変換、及び／又は（ｂ）異なる物質的形態における再生の何れか又は両方の後に、特定の機能を実行させることを意図した、任意の言語、コード又は表記における一組の命令の任意の表現を意味する。

#### 【００４０】

本発明の種々の態様に関する前述の説明は、例証と説明のために与えられている。これは、網羅的であるか又は本発明を開示された通りの形態に制限することを意図したものではなく、明らかに多くの変更及び改変が可能である。当業者には明白となるそれらの変更及び改変は、添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の範囲内に含まれることが意図されている。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００４１】

【図１】本発明の実施形態による、回路を設計及び／又は評価するためのシステムを示す。

【図２】図１に示される種々のシステムの例証的なデータ・フローを示す。

【図３】複数の予測をユーザに表示するための例証的な表示領域を示す。

【図４】本発明の一実施形態による例証的な方法ステップを示す。

#### 【符号の説明】

#### 【００４２】

- １０：システム
- １２：ユーザ
- １４：コンピュータ
- ２０：プロセッサ
- ２２：メモリ
- ２４：Ｉ／Ｏインタフェース
- ２６：バス
- ２８：Ｉ／Ｏデバイス
- ２９：ストレージ・システム
- ３０：設計システム
- ３２：修正システム
- ３４：ルール・システム
- ３６：違反システム
- ３８：調節システム
- ４０：アルゴリズム・システム
- ４２：予測システム
- ４４：フィードバック・システム
- ５０：設計データ
- ６０：表示領域

10

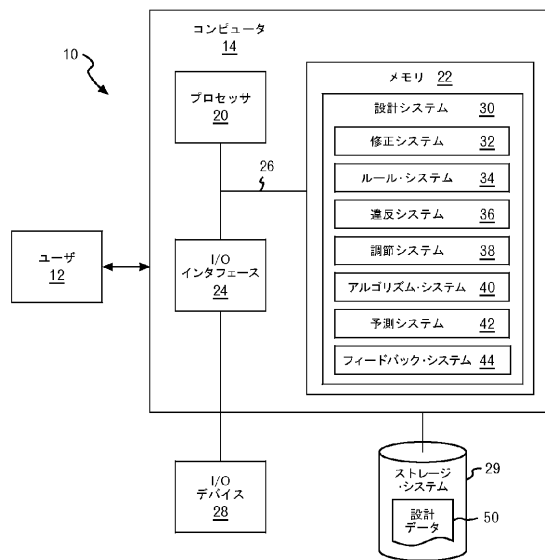
20

30

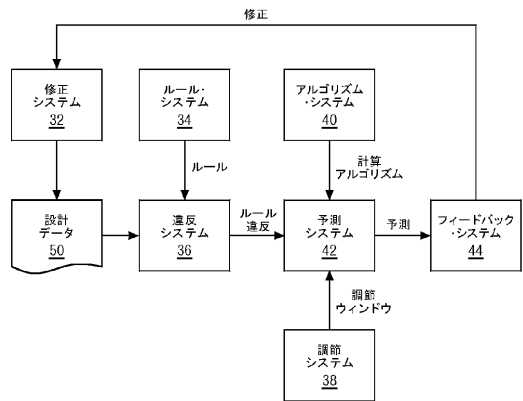
40

50

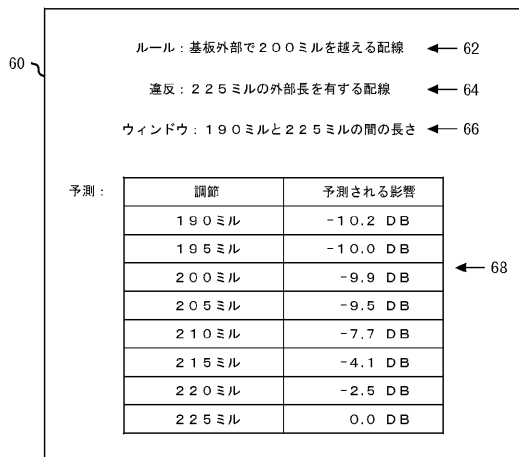
【図 1】



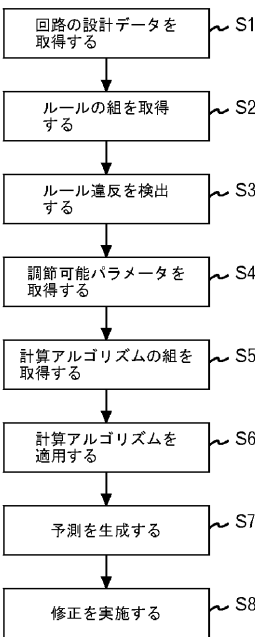
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100086243

弁理士 坂口 博

(72)発明者 クック、ミシェル、ケー

アメリカ合衆国 7 8 6 2 8 テキサス州 ジョージタウン 8 0 0 シー・アール 2 6 6

(72)発明者 アーチャンボルト、ブルース、アール

アメリカ合衆国 2 7 5 2 4 ノースカロライナ州 フォー・オークス コーチマンズ・コーブ・  
ロード 1 6 7

(72)発明者 ゲイツ、チャールズ、アール

アメリカ合衆国 1 2 6 0 3 ニューヨーク州 ポキプシー パサー・ビュー・ロード 1 4

(72)発明者 スコット、デリック、ディー

アメリカ合衆国 2 7 6 1 0 ノースカロライナ州 ローリー ティーブルック・コート 1 8 1  
3

審査官 松浦 功

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 2 5 9 4 8 1 ( J P , A )

特開平 1 1 - 1 2 0 2 1 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G06F 17/50

H01L 21/82

H05K 3/00

CiNii

JSTPlus(JDreamII)