

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 13 日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/121293 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 17/50 (2006.01) H05K 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055833
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 7 日(07.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-050288 2011 年 3 月 8 日(08.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 剛英
(MATSUMOTO, Takehide).
- (74) 代理人: 野河 信太郎, 外(NOGAWA, Shintaro et
al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 5 丁目 1
6-3 西天満ファイブビル 野河特許事務所
Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

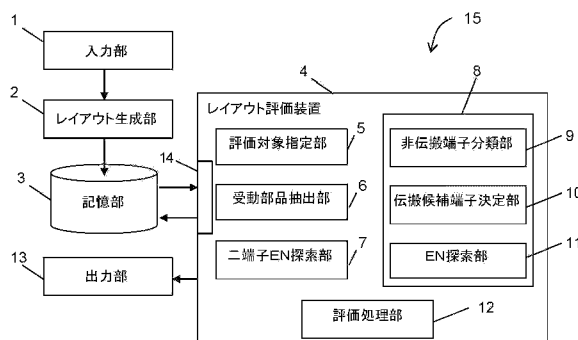
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CIRCUIT-BOARD LAYOUT EVALUATION APPARATUS, CIRCUIT-BOARD LAYOUT EVALUATION METHOD, AND CIRCUIT-BOARD LAYOUT DESIGNING SYSTEM

(54) 発明の名称: 基板レイアウト評価装置および評価方法、基板レイアウト設計システム

【図1】



- 1 Input unit
- 2 Layout creating unit
- 3 Storage unit
- 4 Layout evaluation apparatus
- 5 Evaluating object specifying unit
- 6 Passive component extraction unit
- 7 Two-terminal EN searching unit
- 9 Non-propagating terminal classifying unit
- 10 Propagating candidate terminal determining unit
- 11 EN searching unit
- 12 Evaluating unit
- 13 Output unit

(57) Abstract: The present invention searches for wiring that should be considered to be electrically connected via components, without complicated settings. Provided are: an evaluating object specifying unit that specifies the wiring to be evaluated; a passive component extraction unit that extracts passive components connected to the wiring; a two-terminal electrical-net searching unit and a multi-terminal electrical-net searching unit that search for wiring through which signals are propagated via the passive components; and an evaluating unit that evaluates a circuit-board layout, taking into consideration the wiring for which the search was executed. The multi-terminal electrical-net searching unit determines propagating candidate terminals from among terminals connected to the wiring to be evaluated, on the basis of the external shape of the multi-terminal electrical-net searching unit, evaluates a plurality of terminals, among the propagating candidate terminals, connected in common to another component via the wiring as a group of non-propagating terminals, removes the group of non-propagating terminals including the terminals connected to the wiring to be evaluated from the propagating candidate terminals, and adds wiring connected to the remaining terminals to the wiring to be evaluated.

(57) 要約:

[続葉有]



部品を介して電氣的につながっているとみなすべき配線を煩雑な設定なしに探索する。評価対象の配線を指定する評価対象指定部と、その配線に接続される受動部品を抽出する受動部品抽出部と、その受動部品を介して信号が伝播する配線を探索する二端子エレクトリカルネット探索部および多端子エレクトリカルネット探索部と、探索された配線を考慮して基板レイアウトの評価を行う評価処理部とを備える。多端子エレクトリカルネット探索部は、多端子部品の外形形状に基づき評価対象配線に接続される端子に対する伝搬候補端子を決定し、前記伝搬候補端子のうち別の一つの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除き、残りの端子に接続される配線を評価対象に加える。

明 細 書

発明の名称：

基板レイアウト評価装置および評価方法、基板レイアウト設計システム 技術分野

[0001] この発明は、プリント基板のレイアウト評価装置および評価方法に関する。また、それを備えてなる基板レイアウト設計システムに関する。より詳細には、プリント基板上に設けられる信号配線、特にクロック信号やデータ信号に係る配線や部品のレイアウトが不要輻射ノイズ信号を抑制するように考慮されているかを評価する基板レイアウト評価装置および評価方法、それを備えた基板レイアウト設計システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、電子機器の高性能化に伴い、高速信号が伝送される配線を含んだプリント基板が多数用いられている。このような高速信号配線を含んだ回路基板のレイアウト設計においては、不要輻射ノイズを抑制するように考慮しつつ基板レイアウトを決定することが必要とされる。回路基板上の高速信号配線は、不要輻射ノイズを放射するアンテナの役割を果たし、ノイズの輻射源となってしまうやすい。高速信号配線の配線長が長くなるとノイズの輻射レベルが大きくなる。よって、高速信号配線についてその配線長をできる限り短くする基板レイアウトが望ましい。

また、高速信号配線のリターン電流経路が確保されていないと、ループする電流の経路が長くなってしまふ。その結果、ノイズの輻射レベルが大きくなる。高速信号については、信号配線だけでなく、リターン電流経路にも留意した設計が重要である。

[0003] さらに、高速信号配線に係る基板レイアウト設計では、部品の端子と端子を相互に接続する信号配線を考慮するだけでは不十分である。例えば信号線に直列に抵抗が挿入されていても、高速信号は、その抵抗を介して一方の配線から他の配線へ信号が伝播する。このように、部品を介して信号が伝播す

るとみなされる配線を、この明細書ではエレクトリカルネットと呼ぶ。高速信号配線の基板レイアウト設計では、エレクトリカルネットの配線長およびエレクトリカルネットのリターン電流経路を考慮して基板レイアウトを決定する必要がある。

[0004] プリント基板設計用のC A D (Computer Aided Design) システムにおいて、プリント基板に搭載する各種部品の配置や配線パターン等のレイアウトは、レイアウトデータによって定義される。前記レイアウトデータは、レイアウト設計者が回路図データを元にC A Dシステム上で基板レイアウト設計を行うことによって、生成されるデータである。近年、生成されたレイアウトデータが、不要輻射ノイズを抑える設計となっているかを評価する機能がある。

この評価機能は、C A Dに付随するものとして、あるいは、C A Dと独立したものとして提供される。前記評価機能は、レイアウトデータで定義されるプリント基板のレイアウトにおいて、高速信号配線の配線長が短く設計されているかを評価する、前記配線長は、前述のごとくエレクトリカルネットを考慮する。信号配線中に例えば抵抗が直列接続されている場合、抵抗を介して接続される2つの高速信号配線を合わせた配線の経路長を算出し評価する。

[0005] このようなエレクトリカルネットを考慮した配線長を算出する技術として、ある配線（ネット）上で指定された算出開始ポイントから、同一の又は異なる配線上で指定された算出終了ポイントに至る配線の経路長を算出するシステムが知られている。ここで「ネット」は、「エレクトリカルネット」とは意味が異なる。この明細書で単なる「ネット」は、部品を介さずに電氣的につながっている個々の配線を指す。エレクトリカルネットは、部品を介して信号が伝播するとみなされ、従って、電氣的につながっているとみなすべき複数の配線であって、ネットの集合である。

前述の配線長算出システムは、それぞれの電子部品の情報を通過パラメータとして予め記録している。前記通過パラメータは、プリント配線板に実装

する電子部品が配線経路を探索するうえでどの端子からどの端子へと配線経路を通過させると見なすかを規定した通過端子情報である。配線経路を検索する際、この通過パラメータに基づいて所定の電子部品の一の端子から他の端子へと配線経路を通過させるか否かを判断する。この配線長算出システムによれば、異なるネットに存在する所定ポイント間の配線経路についてその配線の経路長が算出可能である。そして、算出された経路長が規定した範囲内に収まっているかを検査する（例えば、特許文献1参照）。

例えば、経路長を算出すべき一のポイント（電子部品の端子）から他のポイント（電子部品の端子）の間に抵抗が存在する場合を考える。抵抗の通過パラメータは、通過可能と記録されている。前記配線長算出システムは、一のポイントから他のポイントまで配線経路が存すると判断し、その配線経路の経路長を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-197862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の配線長算出システムによれば、配線基板上の異なるネットを対象に配線長を算出できるが、ネットに接続された部品全てについて通過パラメータを予め設定しておく必要がある。通過パラメータの事前設定に労力を要する。通過パラメータを含むライブラリが一旦完成した後は、そのライブラリを用いて配線長を算出することができる。即ち、基板レイアウト設計を行う度にパラメータを設定する必要はなくなる。その一方で、前記ライブラリが適用可能な環境でしか確認を行うことができない。即ち、前記ライブラリが適用できない環境、例えば、他のCADで設計された基板は、評価を行うことができない。

本発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであって、部品に通

過パラメータのような煩雑な事前設定を行わなくても電気トリカルネットを探索し、見出された電気トリカルネットを考慮して基板レイアウトの評価を行うことのできる基板レイアウト評価装置を提供するものである。また、対応する評価方法および前記評価装置を備えてなる基板レイアウト設計システムを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明は、プリント基板の配線および前記配線により接続される部品についてのレイアウトデータを参照するレイアウトデータ参照部と、前記レイアウトデータに含まれる配線のうちで評価対象とすべき配線を指定する評価対象指定部と、評価対象とされた配線に接続される受動部品を抽出する受動部品抽出部と、抽出された受動部品の中に2端子部品がある場合、その2端子部品を介して評価対象の配線のひとつと接続された配線である2端子電気トリカルネットを探索する2端子電気トリカルネット探索部と、抽出された受動部品の中に4以上の端子を有する多端子部品がある場合、その多端子部品を介して評価対象の配線のひとつから信号が伝播するとみなすべき配線である多端子電気トリカルネットを探索する多端子電気トリカルネット探索部と、探索された配線を用いて基板レイアウトの評価を行う評価処理部とを備え、前記多端子電気トリカルネット探索部は、前記受動部品の外形形状に基づき、その受動部品の端子のうちで評価対象の配線のひとつに接続される端子と同じ側にある端子または反対側の対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、前記伝搬候補端子のうち別の一つの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子がある場合、それらの端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除いて伝搬端子とし、その伝搬端子に接続される配線を前記多端子電気トリカルネットとし、前記評価処理部は、評価対象の配線並びに前記2端子電気トリカルネットおよび／または前記多端子電気トリカルネットの集合としての電気トリカルネットの配線長、前記電気トリカルネットの両側にガード配線が配置されているか否か、および／または、前記エレクト

トリカルネットに係る信号のリターン電流経路が配置されているか否かを指標として前記基板レイアウトの評価を行う基板レイアウト評価装置を提供する。

換言すれば、前記二端子エレクトリカルネット探索部は、抽出された受動部品の中に端子数が2端子のものがある場合、その2端子の受動部品を介して評価対象の配線から信号が伝播するとみなすべき配線を探索するものである。また、前記多端子エレクトリカルネット探索部は、抽出された受動部品の中に端子数が4端子以上のものがある場合、その4端子以上の受動部品を介して評価対象の配線から信号が伝播するとみなすべき配線を探索するものである。詳細には、前記二端子エレクトリカルネット探索部は、評価対象の配線に接続される端子と異なる端子に接続される他の配線に、評価対象に指定された配線から信号が伝播するとみなして他の配線を評価対象に加える。前記多端子エレクトリカルネット探索部は、前記受動部品の各端子のうち配線を介してその受動部品以外の同一部品に接続される複数の端子がある場合、それらの端子を同じ組の非伝搬端子として分類する。さらに、前記受動部品の外形形状に基づき、評価対象とされた配線に接続される対象端子と同じ側に並ぶ端子および前記対象端子と反対側で対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、それら伝搬候補端子のうち前記対象端子と同じ組の非伝搬端子ではない端子を伝搬端子とする。そして、伝搬端子に接続される配線を評価対象に加える。前記評価処理部は、前記評価対象指定部により指定された配線並びに前記二端子エレクトリカルネット探索部配線および／または前記多端子エレクトリカルネット探索部によって評価対象に加えられた配線からなる集合をエレクトリカルネットとする。

[0009] また、異なる観点から、この発明は、コンピュータが、プリント基板の配線および前記配線により接続される部品についてのレイアウトデータを参照するステップと、前記レイアウトの情報に基づいて評価対象とすべき配線を指定するか、前記レイアウトデータに含まれる配線のうちで評価対象とすべき配線のユーザーによる指定を受け付けるステップと、評価対象とされた配

線に接続される受動部品を抽出するステップと、抽出された受動部品の中に 2 端子部品がある場合、その 2 端子の受動部品を介して評価対象の配線の一つと接続された配線である二端子電気リカルネットを探索する二端子電気リカルネット探索ステップと、抽出された受動部品の中に 4 以上の端子を有する多端子部品がある場合、その多端子部品を介して評価対象の配線の一つから信号が伝播するとみなすべき配線である多端子電気リカルネットを探索する多端子電気リカルネット探索ステップと、探索された配線を用いて基板レイアウトの評価を行う評価ステップとを備え、前記多端子電気リカルネット探索ステップは、前記受動部品の外形形状に基づき、その受動部品の端子のうちで評価対象の配線の一つに接続される端子と同じ側にある端子または反対側の対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、前記伝搬候補端子のうち別の一つの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子がある場合、それらの端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除いて伝搬端子とし、その伝搬端子に接続される配線を前記多端子電気リカルネットとし、前記評価ステップは、評価対象の配線並びに前記二端子電気リカルネットおよび／または前記多端子電気リカルネットの集合としての電気リカルネットの配線長、前記電気リカルネットの両側にガード配線が配置されているか否か、および／または、前記電気リカルネットに係る信号のリターン電流経路が配置されているか否かを指標として前記基板レイアウトの評価を行う基板レイアウトの評価方法を提供する。

換言すれば、前記二端子電気リカルネット検索ステップは、抽出された受動部品の中に端子数が 2 端子のものがある場合、その 2 端子の受動部品を介して評価対象の配線から信号が伝播するとみなすべき配線を探索するステップである。また、前記多端子電気リカルネット探索ステップは、抽出された受動部品の中に端子数が 4 端子以上のものがある場合、その 4 端子以上の受動部品を介して評価対象の配線から信号が伝播するとみなすべき配線を探索するステップである。詳細には、前記二端子電気リカルネット

探索ステップは、評価対象の配線に接続される端子と異なる端子に接続される他の配線に、評価対象に指定された配線から信号が伝播するとみなして他の配線を評価対象に加える。前記多端子電気リカルネット探索ステップは、前記受動部品の各端子のうち配線を介してその受動部品以外の同一部品に接続される複数の端子がある場合、それらの端子を同じ組の非伝搬端子として分類する。さらに、前記受動部品の外形形状に基づき、評価対象とされた配線に接続される対象端子と同じ側に並ぶ端子および前記対象端子と反対側で対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、それら伝搬候補端子のうち前記対象端子と同じ組の非伝搬端子ではない端子を伝搬端子とする。そして、伝搬端子に接続される配線を評価対象に加える。前記評価ステップは、前記評価対象指定部により指定された配線並びに前記二端子電気リカルネット探索部配線および／または前記多端子電気リカルネット探索部によって評価対象に加えられた配線からなる集合を電気リカルネットとする。

[0010] さらに、この発明は前記基板レイアウト評価装置と、基板レイアウト設計に関するユーザーからの指示を受け付ける入力部と、入力された指示に基づいてレイアウトデータを生成するレイアウト生成部と、生成されたレイアウトデータを記憶する記憶部と、前記レイアウトデータが表すレイアウト、および、前記レイアウトの前記基板レイアウト評価装置による評価を出力する出力部とを備えてなる基板レイアウト設計システムを提供する。

発明の効果

[0011] この発明の基板レイアウト評価装置において、前記二端子電気リカルネット探索部は、2端子部品を介して評価対象の配線のひとつと接続された配線に、評価対象の配線から信号が伝播するとみなして他の配線を評価対象に加え、前記多端子電気リカルネット探索部は、前記受動部品の各端子のうちで評価対象の配線のひとつに接続される端子と同じ側にある端子または反対側の対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、前記伝搬候補端子のうち別のひとつの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子がある場合、

それらの端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除いて伝搬端子とし、その伝搬端子に接続される配線を評価対象に加えるので、部品に通過パラメータのような煩雑な事前設定を行わなくても評価対象の配線から信号が伝搬するエレクトリカルネットを探索し、見出されたエレクトリカルネットを考慮して基板レイアウトの評価を行うことができる。

この発明による評価方法および基板レイアウト設計システムも同様の作用効果を奏する。

[0012] この発明の基板レイアウト評価装置は、基板レイアウト設計に用いられるCADシステムの一部として組み入れられて構成することができる。

この発明において、プリント基板は、単層または多層の配線層を有し、基板上に搭載される部品を配線により電氣的に接続して所定の機能を有する電子回路を実現するための基板である。CADによる基板レイアウト設計の対象となるものであれば、基板の材質や形状は問わない。よって、平板状の基板に限らず、屈曲に耐え柔軟性のあるフィルム状のものも含む。その典型的な態様としては、パーソナルコンピュータや携帯情報端末のマザーボードが挙げられるが、それらに限定されるものではない。

[0013] 配線は、基板の表面あるいは基板内部に形成される配線層内にあって、ある点と他の点との間を電氣的に接続する導体である。典型的には線状のものであるが、接地配線や電源配線は、広い幅を有する「面」領域として実装されることがある。

部品は、回路を構成する電子部品である。部品は、能動部品と受動部品に大別される。能動部品は、信号以外のエネルギーを信号エネルギーに変換したり増幅したりする機能を含む部品である。受動部品の例としては、抵抗、コンデンサ、インダクタ、コモンモードチョークコイル、フェライトビーズ、コネクタが挙げられる。これに対し、能動部品の例としては、IC（集積回路）、トランジスタ、ダイオードが挙げられる。各部品は、基板上の配線と接続するための端子を有する。通常、部品の端子数は、2以上である。

[0014] また、レイアウトは、レイアウトデータとして記憶部に記憶される。レイアウトデータは、通常、プリント基板設計用のCADにより生成される。レイアウトデータは、基板上に配置すべき配線について、それらの位置、経路、形状、幅（配線の太さ）などの情報を含む。さらに、基板上に配置されるべき部品の位置、形状、受動部品か能動部品かの種別、端子の配置および数などの情報を含む。

[0015] 記憶部は、レイアウト生成部によって作成されたレイアウトデータを格納する記憶装置である。その具体的な態様としては、ハードディスクドライブ装置やフラッシュメモリ（ソリッドステートドライブとしてアレイ化されていてもよい）が挙げられる。

評価対象指定部の機能は、評価対象の配線を指定するために用いられるキーボードやマウスの入力インターフェイス回路およびその回路の制御をCPUに実行させる処理プログラムによって実現されてもよい。あるいは、CPUがレイアウトデータに基づいて自律的に評価対象を指定する場合、評価対象指定部の機能は前記CPUが実行する処理プログラムによって実現される。両方の態様が包含されてもよい。

[0016] また、受動部品抽出部、二端子電気的ネットワーク探索部、多端子電気的ネットワーク探索部および評価処理部の機能は、CPUが前記レイアウトデータを参照しつつ処理を行うことによって実現されるものである。より詳細には、CPUに基板レイアウトの評価処理を実行させるプログラム、そのプログラムを実行するCPUおよびそのCPUが読み取り可能に前記プログラムを格納する記憶装置によりその機能が実現される。この明細書のCPUは、単独のものでもよいが、複数のCPUが協働して処理を実行する態様でもよい。その一例は、いわゆるクラウド・コンピューティングおよびグリッド・コンピューティングと呼ばれる態様などである。

[0017] 受動部品を介して信号が伝播するとは、評価対象の配線の信号、即ち、その配線の電位あるいはその配線に流れる電流が変化すると、その配線に接続される受動部品の端子から他の端子へその変化が伝わり、他の端子に接続さ

れる配線に同様の電位的変化あるいは電流の変化が生じることである。即ち、他の端子に接続される配線も不要輻射ノイズの輻射源となることである。能動部品は自ら信号を駆動するが、受動部品は受動的に信号を伝達する。この発明では、そのような受動部品の特性に着目し、受動部品を介して不要輻射ノイズが伝搬する配線を探査し、それらを含めた配線の集合であるエレクトリカルネットについて、不要輻射ノイズの抑制を考慮したレイアウトが得られているか否かを評価するのである。

[0018] 部品の外形形状は、主にパッケージの外形とそのパッケージ上の端子の配置に係る形状である。伝搬候補端子は、受動部品内部で信号が交差するように接続されることはないという着想に基づいて決定される。非伝搬端子は、外部で同一の部品に接続される端子は、異なる信号線であるという着想に基づいて決定される。

なお、非伝搬端子については、それ以外に、配線の幅の異同、ネット名から得られる信号の属性、6端子以上の場合には通常内部でストレートに接続されるのでパッケージの異なる側にある端子どうしが接続されるといった前提に基づいて決定してもよい。

[0019] また、評価処理部は、探索されたエレクトリカルネットの配線長、ガード配線の有無および／またはリターン電流経路の有無を指標に評価を行う。配線長は、不要輻射ノイズを放射するアンテナ、即ち輻射源の大きさに関連する点を考慮したものである。ガード配線は、エレクトリカルネットの両側の近傍に接地配線等、定電位の配線を配置することによって得られるノイズのシールド（遮蔽）効果を考慮したものである。リターン電流経路は、信号の往路のみでなく復路を含めた経路長、即ち、電流ループの経路長あるいは電流ループの内部面積が、輻射源の大きさに関連する点を考慮したものである。信号の復路は、接地配線あるいは電源配線で構成される。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施形態である基板レイアウト評価装置を示す構成ブロック図である。

[図2]本発明の基板レイアウト評価装置が評価対象とする基板レイアウト設計の一例を示す説明図である。

[図3]本発明の基板レイアウト評価装置について、その処理を示すフローチャートである。

[図4]この発明の基板レイアウト評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの例を示す説明図である。

[図5]この発明の基板レイアウト評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの異なる例を示す説明図である。

[図6]この発明に適用可能な部品の形状の一例を示す説明図である。

[図7]この発明の基板レイアウト評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの異なる例を示す説明図である。

[図8]この発明に係る端子数6端子以上の受動部品の例として、アレイ抵抗の形状を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、この発明の好ましい態様について説明する。

前記二端子電気的ネットワーク探索部および前記多端子電気的ネットワーク探索部は、いずれも、探索により得た配線が電源または接地配線の場合、その配線を評価対象から除外するようにしてもよい。このようにすれば、一定の電圧が維持され、不要輻射ノイズの発生源にならないと考えられる電源および接地配線を電気的ネットワークから除外することができるので、より正確な評価を行うことができる。

[0022] また、前記二端子電気的ネットワーク探索部および前記多端子電気的ネットワーク探索部は、いずれも、探索により得た配線を評価対象に加え、加えられた評価対象の配線について、さらに探索を行うようにしてもよい。このようにすれば、探索により得た配線から、受動部品を介してさらに信号が伝播する配線を評価対象に加えることができるので、より正確な評価を行うことができる。

[0023] さらにまた、前記多端子電気的ネットワーク探索部は、ある受動部品に

一組以上の非伝搬端子が存在するが、どの組にも属さない複数の端子があるとき、どの組にも属さない端子を一組の非伝搬端子としてもよい。

[0024] 前記多端子エレクトリカルネット探索部は、6端子以上の受動部品について、部品形状に基づき同じ辺に沿って並ぶ3以上の端子を一組の非伝搬端子としてもよい。このようにすれば、受動部品の形状に基づいて被伝搬端子を決定できるので、配線の接続関係から被伝搬端子を決めることができない場合でもエレクトリカルネットを探索することができる。

[0025] また、前記評価処理部は、前記エレクトリカルネットの総配線長を予め定められた閾値と比較し、評価指標に用いてもよい。このようにすれば、不要輻射ノイズの発生源となるエレクトリカルネットの総配線長を用いて評価を行うことができる。

[0026] さらにまた、前記評価処理部は、評価対象とされた配線の両側にシールド用接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いてもよい。このようにすれば、シールド用接地配線によって不要輻射ノイズが抑制される効果を考慮できるので、より正確な評価を行うことができる。

[0027] あるいは、前記プリント基板が多層基板であり、前記評価処理部は、評価対象とされた配線が存する配線層の隣接層に、前記配線に対応する接地領域または接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いてもよい。このようにすれば、隣接層の接地配線によって不要輻射ノイズが抑制される効果を考慮できるので、より正確な評価を行うことができる。

[0028] あるいはまた、前記評価処理部は、評価対象とされた配線が存する配線層の隣接層の接地配線がないか、あるいは、隣接層があっても前記配線に対応する接地領域または接地配線がない部分、および、前記配線の両側に接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いてもよい。このようにすれば、隣接層の接地配線または両側の接地配線によって不要輻射ノイズが抑制される効果を考慮できるので、より正確な評価を行うことができる。

ここで示した種々の好ましい態様は、それら複数を組み合わせることもで

きる。

[0029] 以下、図面を用いてこの発明をさらに詳述する。なお、以下の説明は、すべての点で例示であって、この発明を限定するものと解されるべきではない。

《基板レイアウト評価装置の全体的な構成》

図1は、本発明の実施形態である基板レイアウト評価装置を示す構成ブロック図である。本発明の基板レイアウト評価装置4は、基板レイアウト設計に用いられる基板レイアウト設計システム15の一部に組み入れられて構成することができる。

[0030] この発明の基板レイアウト設計システムは、入力部1、レイアウト生成部2、記憶部3、基板レイアウト評価装置4および出力部13を備えてなる。

この発明の基板レイアウト評価装置4は、評価対象指定部5、受動部品抽出部6、二端子電気リカルネット探索部7（以下、略して二端子E N探索部と記す）、多端子電気リカルネット探索部8（以下、略して多端子E N探索部と記す）、評価処理部12およびレイアウトデータ参照部14を備える。

[0031] さらに、多端子E N探索部8は、非伝搬端子分類部9、伝搬候補端子決定部10および電気リカルネット探索部11（以下、略してE N探索部と記す）を含む。

入力部1は、設計者がキーボードやマウス等を用いて、基板レイアウト設計に必要な情報を入力する操作に応答して、入力された情報を受け付ける。その具体的な態様は、入力の操作に用いられるキーボードやマウス等ハードウェアとのインターフェイスを担うインターフェイス回路およびそのインターフェイス回路を制御するソフトウェアである。

この発明の評価対象指定部は、特にユーザーが評価対象の配線を指定する場合、入力部1を構成に含む。

[0032] レイアウト生成部2は、CPUに基板レイアウト設計の処理を実行させるためのプログラム、そのプログラムを実行するCPUおよびそのCPUが読

み取り可能に前記処理プログラムを格納する記憶装置によりその機能が実現される。なお、前述のCPU、記憶装置を提供するハードウェアの具体的な態様の例として、パーソナルコンピュータやネットワークサーバーが挙げられる。レイアウト生成部2は、入力された情報に基づいて基板レイアウトを作成し、レイアウトデータを出力する。この発明の評価装置が基板レイアウト設計用のCADから独立している場合、レイアウト生成部2は構成に含まれない。

[0033] 記憶部3は、レイアウト生成部2によって作成されたレイアウトデータを格納する記憶装置である。その具体的な態様としては、ハードディスクドライブ装置やフラッシュメモリ（ソリッドステートドライブとしてアレイ化されていてもよい）が挙げられる。前記記憶部3は、レイアウトデータに加えて、CPUが実行すべき基板レイアウト設計のプログラムを格納してもよい。

[0034] 基板レイアウト評価装置4は、CPUに基板レイアウトの評価処理を実行させるプログラム、そのプログラムを実行するCPUおよびそのCPUが読み取り可能に前記プログラムを格納する記憶装置によりその機能が実現される。前記プログラムは、記憶部3に格納されてもよいが、別の記憶装置に格納されてもよい。なお、前述のCPU、記憶装置を提供するハードウェアは、レイアウト生成部2と共通のものであってもよいが、別のハードウェアであってもよい。即ち、基板レイアウト設計を行うものと共通のコンピュータやネットワークサーバーを用いてもよいが、異なるコンピュータやネットワークサーバーを用いてもよい。

出力部13は、基板レイアウト評価装置4で評価された結果を出力する。具体的には、出力部13は、評価の結果を出力するための表示装置、その表示装置を動作させるためのインターフェイス回路および前記インターフェイス回路の制御をCPUに実行させる処理プログラムを含んで構成される。

[0035] 図1に示す例は、基板レイアウト設計と基板レイアウト評価装置に共通のハードウェアを用いている。もっとも、基板レイアウト設計とその評価に用

いるハードウェアが共通か否かを問わず、基板レイアウト評価装置４は、レイアウト生成部２により生成されたレイアウトデータに基づいて評価を行う。その評価は、レイアウト生成部２によりなされた基板のレイアウトが、不要輻射ノイズの発生を抑えるような設計になっているかを確認するものである。

[0036] 《基板レイアウト評価装置の構成》

以下、基板レイアウト評価装置４の構成を説明する。

評価対象指定部５は、レイアウトデータの中から評価すべき配線を評価対象として指定する。

受動部品抽出部６は、レイアウトデータの中から指定された配線と接続されている受動部品を抽出する。ここで、受動部品は、能動部品以外の部品を指す。

二端子ＥＮ探索部７は、抽出した受動部品が２端子の部品の場合に、評価対象とされた配線と共に電気リカルネットを構成する配線を探索する。

多端子ＥＮ探索部８は、抽出された受動部品が４端子以上の場合に、評価対象とされた配線と共に電気リカルネットを構成する配線を探索する。

[0037] 以下、多端子ＥＮ探索部８の下位の構成を説明する。

非伝搬端子分類部９は、端子に接続されているそれぞれの配線が同じ部品（抽出された受動部品を除く）に接続される端子を非伝搬端子として分類する。

伝搬候補端子決定部１０は、部品形状から評価対象とされた配線に接続した端子と電氣的に接続している可能性のある端子を決定する。

ＥＮ探索部１１は、抽出した伝搬候補端子の中で評価対象とされた配線と接続された端子と異なる非伝搬端子に接続されている配線を、評価対象を含む電気リカルネットの構成要素であると判断する。

[0038] 基板レイアウト評価装置４の構成に戻る。

評価処理部１２は、見出された電気リカルネットを考慮しつつ、基板レイアウトが不要輻射ノイズを抑えるような設計になっているかを評価する

。

レイアウトデータ参照部 14 は、記憶部 3 に記憶されたレイアウトデータを参照する。評価対象指定部 5、受動部品抽出部 6、二端子 E N 探索部 7、多端子 E N 探索部 8 および評価処理部 12 は、レイアウトデータ参照部 14 を介して処理に必要なレイアウトデータを参照する。

[0039] 《具体的な基板レイアウトへの適用例》

図 2 は、本発明の評価装置が評価対象とする基板レイアウトの一例を示す説明図である。図 2 の基板レイアウトは、集積回路 IC 21、IC 30、抵抗 R 24、R 28、コネクタ CN 27 を配線 22、23、25、26 および 29 で接続するものである。この例で、基板上に配置される部品は、集積回路 IC 21、抵抗 R 24、コネクタ CN 27、抵抗 R 28 および集積回路 IC 30 である。

それらの部品を接続する配線（前記ネットに対応するもの）は、次の通りである。集積回路 IC 21 の IC 端子 21a は、配線 22 と接続される。その配線 22 は、抵抗 R 24 の抵抗端子 24a 及び抵抗 R 28 の抵抗端子 28b と接続される。抵抗 R 24 には、4 つの抵抗端子 24a ~ 24d がある。抵抗端子 24b は、配線 23 と接続され、抵抗端子 24c は配線 25 と接続され、抵抗端子 24d は配線 26 と接続される。前記配線 23 は、集積回路 IC 21 の IC 端子 21b と接続される。前記配線 25 は、コネクタ CN 27 とコネクタ端子 27a で接続される。配線 26 はコネクタ CN 27 とコネクタ端子 27b で接続される。

抵抗 R 28 には 2 つの抵抗端子 28a、28b がある。抵抗端子 28a は、配線 29 と接続され、抵抗端子 28b は、配線 22 と接続される。前記配線 29 は、集積回路 IC 30 の IC 端子 30a と接続される。図 2 は、本発明を分かり易く説明するための一例である。

[0040] 《評価の処理手順－2 端子の場合の電気的ネット探索》

図 3 は、本発明の基板レイアウト評価装置 4 について、その処理を示すフローチャートである。図 3 のフローチャートに沿って、基板レイアウト評価

装置 4 として CPU が実行する処理を説明する。

まず、ステップ S 1 で、前記 CPU は、記憶部 3 に格納されているレイアウトデータに含まれる配線の中から評価対象を指定する。指定された配線は、基板レイアウト評価装置 4 が評価対象とすべき配線である。

[0041] 評価対象指定部 5 は、レイアウトデータに含まれる配線の中から評価対象とすべき配線を設計者が指定すると、その指定を受け付けて、指定された配線を評価対象としてもよい。設計者にとって評価対象の指定が手間であれば、レイアウトデータに含まれるすべての配線を評価対象とすることもあり得る。また、設計者に指定させるのではなく、前記 CPU がレイアウトデータを用いて評価対象を自立的に指定するようにしてもよい。各配線の名称であるネット名は、例えば、クロックやデータと入った信号種別、USB や HDMI などの信号規格、信号の動作周波数などの特性、配線により接続される部品の名称などが付与されるように規則化されている場合が多い。この場合、それぞれのネット名からクロックや DDR など信号の種別、規格、特性および／または部品の名称など、属性に関する語を抽出し、そのような語のうち高速信号に係る属性を有する配線を評価対象とするやり方がある。

ここでは、図 2 の配線 2 2 が評価対象として指定された場合を例に、前記 CPU が実行する処理の内容を説明する。

[0042] ステップ S 2 で、前記 CPU は、図 1 の受動部品抽出部 6 としての処理を行う。即ち、前記ステップ S 1 で評価対象として指定された配線と接続される受動部品を抽出する。一般に、部品が受動部品かどうかは、部品名の先頭の文字列から判断できる。例えば、抵抗は R、コンデンサは C、インダクタは L、フェライトビーズは FB、コネクタは CN といった先頭の文字列を用いるのが通常である。一方、集積回路は IC、トランジスタは TR、ダイオードは D といった先頭の文字列を用いるのが通常である。前記 CPU は、配線 2 2 に接続される受動部品として抵抗 R 2 4 と抵抗 R 2 8 を抽出する。

[0043] ステップ S 3 で、前記 CPU は、抽出された受動部品の端子数が 2 端子か 4 端子以上（以後、多端子と表記する）かを判断する。受動部品が 3 端子で

ある場合は、エレクトリカルネットの探索は行わない。レイアウトデータには、各部品の端子数の情報が含まれている。図2で抵抗R28は2端子、抵抗R24は多端子と判断される。よって、ルーチンはステップS4へ進む。

[0044] ステップS4で、前記CPUは、二端子EN探索部7としての処理を行う。即ち、抽出された2端子の受動部品で、評価対象とされた配線と接続している端子と異なる端子と接続している配線を探査する。探索された配線は、評価対象を含むエレクトリカルネットの構成要素とする。図2で、抽出された抵抗R28のうち、配線22と接続されているのは抵抗端子28bである。前記CPUは、抵抗R28の抵抗端子28bと異なる抵抗端子28aに接続されている配線29を、エレクトリカルネットの構成要素と判断する。

[0045] ≪評価の処理手順－多端子の場合のエレクトリカルネット探索≫

一方、前記ステップS3の判断で、抽出された受動部品が4端子以上の場合、ルーチンはステップS5へ進む。ステップS5で、前記CPUは、非伝搬端子分類部9としての処理を行う。即ち、抽出された受動部品の端子を分類する。分類は、通常は互いに電氣的に接続されていないと考えられる端子を同じ類（非伝搬端子）にまとめる処理である。端子の分類は次のロジックに従って行う。まず、その部品の端子に接続されるすべての配線を得る。そして、それらの配線に接続される他の部品（即ち、分類の対象としている受動部品を除く部品）を求める。そして、分類の対象としている受動部品の端子のうちで、何れかの配線を介して同一の他の部品と接続されている2以上の端子があればそれを非伝搬端子とする。

[0046] 図2で、抵抗R24を分類の対象として着目している受動部品とする。抵抗R24の4本の抵抗端子24a～24dのうち、抵抗端子24aに接続される配線22と抵抗端子24bに接続される配線23とは、どちらも集積回路IC21に接続されている。即ち、抵抗端子24aは配線22を介して他の部品である集積回路IC21と接続されており、抵抗端子24bは配線23を介して同一の他の部品に接続されている。よって、前記CPUは、抵抗端子24aと抵抗端子24bとが非伝搬端子であるとする。

[0047] 同様に抵抗 R 2 4 の抵抗端子 2 4 c と抵抗端子 2 4 d は、非伝搬端子とされる。抵抗端子 2 4 c は配線 2 5 を介してコネクタ C N 2 7 に接続されており、抵抗端子 2 4 d は配線 2 6 を介して同一のコネクタ C N 2 7 と接続されているためである。

また、受動部品に非伝搬端子が存在する場合、他のどの類にも属さない端子どうしを非伝搬端子とする。図 4 は、この発明の評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの例を示す説明図である。図 4 の基板レイアウトは、集積回路 I C 3 1、I C 3 8、抵抗 R 3 4、コネクタ C N 3 7 を配線 3 2、3 3、3 5 および 3 6 で接続するものである。例えば、図 4 で、抵抗 R 3 4 の抵抗端子 3 4 c と 3 4 d は、同一のコネクタ C N 3 7 に接続されているから非伝搬端子とされる。残る抵抗端子 3 4 a と 3 4 b は、同じ部品に接続される関係にはない。しかし、それらを非伝搬端子とする。

[0048] ステップ S 3 の判断処理は、評価対象とされた配線によって接続される受動部品を判断の対象とする。しかし、変形例として、予め全ての受動部品について非伝搬端子を決定しておくこともできる。このやり方は、評価対象とされた配線が複数あり、何度も同じ受動部品について非伝搬端子を決定する必要がある場合に便宜である。同じ受動部品についての判断処理を重複して行う無駄を省くことができるからである。

[0049] 続くステップ S 6 で、前記 C P U は、伝搬候補端子決定部 1 0 としての処理を行う。即ち、評価対象とされた配線に接続される受動部品の端子と電氣的に接続されていると推定される同一部品の端子を伝搬候補端子とする。決定は、部品の形状に基づいて行う。即ち、前記受動部品の形状に沿って x、y 軸を設定する。x、y 軸はいずれも基板に沿った方向である。通常のアレイ部品は、x 軸または y 軸に沿って対面するように配置される端子どうしが、電氣的に互いに接続される。

[0050] 図 2 の抵抗 R 2 4 の場合、y 軸に沿った抵抗端子 2 4 a と 2 4 b、抵抗端子 2 4 a と 2 4 c、x 軸に沿った抵抗端子 2 4 a と 2 4 c、抵抗端子 2 4 b と 2 4 d は、それぞれ電氣的に接続されている可能性がある。しかし、抵抗

端子 24 a と 24 d、抵抗端子 24 b と 24 c がそれぞれ電氣的に接続される受動部品は一般的ではない。抵抗端子 24 a と 24 d、抵抗端子 24 b と 24 c といったような対角線上にある端子を互いに抵抗 R 24 の内部で接続しようとする、一般的にコスト高となってしまうためである。このような、部品形状に沿わない端子を互いに接続することが必要な場合、部品の外部の基板配線で接続するのが自然である。

[0051] 以上の理由に基づいて、前記 CPU は、評価対象とされた配線と接続される受動部品の端子に対し、前記受動部品の形状に沿った方向に配置されている端子を伝搬候補端子とする。図 2 の例では、配線 22 と接続される抵抗端子 24 a と部品形状に沿って平行に配置されている抵抗端子 24 b および 24 c が伝搬候補端子とされる。

[0052] ステップ S 7 で、前記 CPU は、EN 探索部 11 としての処理を行う。即ち、配線 22 と接続される端子に対する伝搬候補端子のうち、対象端子と異なる非伝搬端子に接続されている配線を探索し、電気トリカルネットの構成要素と判断する。前記構成要素は、この発明に係る評価において、評価対象とされた配線と共に電気トリカルネットを構成する配線として扱われる。図 2 の例では、配線 22 と接続される抵抗端子 24 a の伝搬候補端子は抵抗端子 24 b と 24 c である。このうち、抵抗端子 24 b は、端子抵抗 24 a の非伝搬端子である。よって、前記 CPU は、抵抗端子 24 a と異なる類に属する抵抗端子 24 c のみが、抵抗 R 24 を介して抵抗端子 24 a と接続されていると判断する。そして、配線 22 を含む電気トリカルネットの構成要素は、抵抗端子 24 c に接続されている配線 25 であるとする。

[0053] 図 2 の例では、本発明を分かり易くするために、端子が部品から両方向に出ている形状で説明している。このような場合は端子の形状から部品内で電氣的に接続される端子が推測可能である。一つの部品から同じ方向に出る複数本の端子が、外部で他の一つの部品に電氣的に接続されることは通常無いためである。図 6 は、この発明に適用可能な部品の形状の一例を示す説明図である。本発明によれば、図 6 のように抵抗 R 51 から抵抗端子 51 a ~ 5

1 d が出ておらず、部品形状から電氣的に接続される端子が推測しにくいものでも、エレクトリカルネットの構成要素を探索することができる。また、レイアウトデータに端子の形状に係る情報が含まれていない部品についても、その部品の内部で電氣的に接続されている端子を推測し、エレクトリカルネットの構成要素を探索することができる。

[0054] ここで、非伝搬端子の分類が難しい例とその場合の扱いについて触れておく。図 7 は、この発明の評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの異なる例を示す説明図である。図 7 の基板レイアウトは、集積回路 IC 61、IC 67、IC 68、IC 69、抵抗 R 64 を配線 62、63、65 および 66 で接続するものである。図 7 に示すように、抵抗 R 64 の 4 つの端子に接続される配線には、共通に接続される部品が存在しない。このような場合、非伝搬端子分類部 9 は、前述のステップ S 5 で述べたロジックに従って非伝搬端子の分類を行うことができない。非伝搬端子を分類できないと、エレクトリカルネットの構成要素を探索することができない。このような場合は、以下の代替ロジックで端子を分類してエレクトリカルネットの構成要素を探索する。

[0055] 《評価の処理手順－多端子の場合の変形例》

第 1 の代替ロジックは、対象とする受動部品の端子に接続される配線の幅に着目するものである。そして、それらの配線の幅が 2 通りに分かれているか否かを判断する。配線の幅が二通りに分かれる場合、等しい幅の配線に接続される端子は、前記受動部品を介して互いに接続されていると判断する。ステップ S 5 で述べた非伝搬端子に対応させて表現すると、互いに異なる類に属する端子であって非伝搬端子の関係にないと認識する。即ち、等しい幅の配線どうしは同一のエレクトリカルネットの構成要素であるとする。例えば、図 7 に示す基板レイアウトにおいて、配線 62 と配線 63 の幅が異なり、配線 62 と配線 65 の幅が等しいものとする。前記 CPU が、配線 62 を含むエレクトリカルネットの構成要素を探索した場合、配線 65 がその構成要素であると判断する。

[0056] 第2の代替ロジックは、ネット名に着目するものである。前述したように、ネット名は、配線が伝送する信号の種別、規格、特性および／またはその配線によって接続される部品の名称などの属性が付与される場合が多い。ネット名から得られるそれら属性の情報がそれぞれの端子に接続されるネットで異なる場合は、部品形状に沿って平行に配置されている端子で、端子に接続されるネットの属性情報が同じ端子を接続先とし、その端子が接続されるネットを電気トリカルネットの構成要素としてもよい。

[0057] 以上のように、配線幅の違いやネット名から得られる属性を考慮してもなお判断の手がかりが得られず、電気トリカルネットの構成要素を決定できない場合は、次のように探索を行うことができる。対象とする受動部品の伝搬候補端子のそれぞれに対応する仮の電気トリカルネットを決定する。それぞれの仮の電気トリカルネットについて評価を行い、その結果を設計者が確認し、妥当な電気トリカルネットがどれかを判断する。このような処理は、設計者の手間となるかもしれない。しかし、図7のような基板レイアウトが生成される箇所は少ないと考えられる。よって、現実には、設計者に大きな負担を課すものとは思われない。

[0058] 以上、図3のステップS5からS7の処理は、受動部品が4端子の場合だけでなくそれ以上の端子数の受動部品についても同様に適用できる。ただし、端子数が6端子以上の受動部品の場合は通常、その受動部品を介して電気的につながっているとみなすべき端子は、評価対象とされた配線と接続される端子（対象端子）と同じ側に並部端子の中には存在せず、前記対象端子と異なる側に並ぶ端子の中に存在する。このため、受動部品の形状から、その受動部品を介して電気的につながっているとみなすべき端子を探索することが可能である。6端子以上の受動部品について、電気トリカルネットを探索するロジックを以下に説明する。

[0059] 図8は、この発明に係る端子数6端子以上の受動部品の例として、アレイ抵抗R71の形状を示す説明図である。図8のように、受動部品の端子数が6端子以上の場合は、図3のステップS5における非伝搬端子の分類におい

て、部品形状に沿って x 、 y 軸を設定するとき、 x 、 y 軸に沿って並ぶ 4 端子以上の端子を非伝搬端子に分類する。より具体的に説明すると、図 8 のアレイ抵抗 R_{71} で、抵抗端子 $71a$ 、 $71b$ 、 $71c$ は、部品形状に沿って y 軸方向に並んでいる。並んでいる端子の数は 4 端子以上である。よって、前記 CPU は、抵抗端子 $71a$ 、 $71b$ 、 $71c$ を第 1 の非伝搬端子に分類する。同様に、前記 CPU は、抵抗端子 $71d$ 、 $71e$ 、 $71f$ を第 2 の非伝搬端子に分類する。このように、端子数が 6 端子以上の受動部品については、各端子にネットを介して接続される他の部品が全て異なる場合であっても、受動部品の形状に基づいて電気リカルネットを探索することができる。

以上のように、ある配線に着目してそれを評価対象とし、評価対象と共に電気リカルネットを構成し得る配線を探索する手順について説明した。

[0060] 《評価の処理手順－2 端子と多端子に共通の電気リカルネット探索》

続いて、評価対象として指定された配線と共に電気リカルネットを構成し得る配線を探索した後の処理について説明する。ここで、接地配線や電源配線の扱いについてまず触れておく。

この評価装置において、電源配線や接地配線は定電圧（電位的に変化しない）ものと認識する。よって、電源配線や接地配線を評価対象に含めることはしない。評価対象とされた配線がプルアップ抵抗を介して電源の配線と接続されている場合、前記 CPU は、通常は、電源の配線を電気リカルネットの構成要素から除外する。また、評価対象とされた配線がプルダウン抵抗を介して接地配線と接続されている場合、前記 CPU は、通常は、接地配線を電気リカルネットの構成要素から除外する。そして、残った配線を電気リカルネットの最終的な構成要素とする。

[0061] ステップ S 8 で、前記 CPU は、ステップ S 4 や S 7 で見出された電気リカルネットの構成要素、即ち配線に電源配線や接地配線が含まれているか否かを判断する。電源配線や接地配線が含まれている場合、前記 CPU は、それら電源配線や接地配線を評価対象の電気リカルネットの構成要素

から除外する。除外を可能にするため、前記CPUは、電源配線や接地配線を予め配線の属性として設定してもよい。あるいは、ネット名から電源配線や接地配線を抽出してもよい。その他に、コンデンサとの接続が多い配線、一定の太さ（幅）以上の配線、および／または面状の領域を含む配線を、電源配線や接地配線と判断し、除外してもよい。

[0062] ステップS9で、前記CPUは、指定された評価対象のすべてについて、電気トリカルネットの構成要素の探索が終了したかを判断する。ステップS1で指定された評価対象について、まだ構成要素の探索がなされていないものがあればそれを新たな評価対象として指定したうえで、ルーチンはステップS2へ戻り、ステップS2～S8の処理を繰り返す。

[0063] また、前述のステップS8で、最終的な構成要素として見出された配線が存在し、かつ、その最終的な構成要素がステップS1で評価対象として探索されていない場合、その最終的な構成要素を評価対象に追加する。最終的な構成要素として探索された配線に対して、受動部品を介してさらに接続される配線を探索するためである。その場合、構成要素として追加された配線を新たな評価対象としたうえでルーチンはステップS2へ戻る。

図5は、この発明の評価装置が評価の対象とする基板レイアウトの、さらに異なる例を示す説明図である。図5の基板レイアウトは、集積回路IC41、抵抗R43、R45、コネクタCN47を配線42、44および46で接続するものである。図5で、評価対象として配線42が図3のステップS1で指定された場合、前記CPUは、配線42を含む電気トリカルネットを探索し、その構成要素として配線44を見出す。その後、ステップS9で、前記CPUは、配線44を評価対象に追加する。そして、ルーチンはS2へ戻り、評価対象を配線44として前記電気トリカルネットのさらなる構成要素を探索する。その結果、前記CPUは、配線44を含む電気トリカルネットの構成要素として配線46を見出す。その後のステップS9で、前記CPUは、配線46を評価対象に追加する。そして、ルーチンはS2へ戻り、配線46を含む電気トリカルネットのさらなる構成要素を探索する。

しかし、配線 4 2、4 4 および 4 6 を含む電気的ネットワークの新たな構成要素は見出されない。その後、ステップ S 9 で前記 CPU は、電気的ネットワークの探索が終了したと判断する。最終的に、配線 4 2、4 4 および 4 6 が電気的ネットワークの構成要素とされる。そして、ルーチンはステップ S 10 へ進む。

[0064] 《評価の処理手順－基板レイアウトの評価処理》

ステップ S 10 で、前記 CPU は、見出された電気的ネットワークが、不要輻射ノイズの大きな輻射源とならないような基板レイアウトとなっているかの評価を行う。

評価の指標としては、配線長の長短、ガード配線の有無、リターン電流経路の有無が挙げられる。

[0065] 配線長の長短の評価は、評価対象を含む電気的ネットワークの総配線長が、予め設定された閾値を超えるか否かを評価するものである。電気的ネットワークに信号を出力する出力端子が明らかな場合は、その出力端子から他の IC 端子やコネクタ端子までの経路長を求めて評価指標としてもよい。このとき、経路長は、電気的ネットワークの経路の長さとして算出される。

一方、前記出力端子が明らかなでない場合、電気的ネットワークに接続される IC 端子とコネクタ端子を抽出し、各端子間の経路長を全て求めて評価指標としてもよい。

[0066] ガード配線の有無の評価は、見出された電気的ネットワークを構成する配線の両側に、ガード配線としての接地配線がレイアウトされているか否かを判断する。ガード配線のない箇所の総配線長を評価指標とすることによって、基板レイアウトの良否が判断できる。

[0067] また、リターン電流経路の有無の評価では、見出された電気的ネットワークの隣接層に接地配線がレイアウトされているかを確認する。前記電気的ネットワークのうち接地配線がない箇所の総配線長を評価指標とすることで、基板レイアウトの良否が判断できる。ただし、隣接層に接地配線がない

場合でも、配線の両側に接地配線がレイアウトされておれば、その接地配線がリターン経路となり得る。よって、電気トリカルネットの構成要素である配線の隣接層に接地配線が無く、かつ、前記配線の両側に接地配線がない箇所の総配線長を評価指標とすることが好ましい。そうすれば、前記配線の両側にリターン電流経路が配置される場合も含めて、基板レイアウトの良否が判断できる。

[0068] ここでは、評価指標の例として、電気トリカルネットの配線長、ガード配線の有無、リターン電流経路の有無を示した。

以上の説明では、不要輻射ノイズの抑制に係る評価において、電気トリカルネットを考慮した評価の具体例を示した。しかし、この発明は、その他の用途に対しても有効である。例えば、決定された基板レイアウト上で伝送される信号のシミュレーションを行う場合にも、通常は電気トリカルネットを考慮して信号シミュレーションを行う。図3で説明した手順で電気トリカルネットの探索を行うことができる。即ち、設計者による特別な指定や、先行技術のような部品の通過パラメータの設定を行わなくても、部品の形状、配線の幅、ネット名に基づいて電気トリカルネットを探索し、信号シミュレーションを行うことができる。

[0069] 以上のように、本発明によれば、部品毎に通過パラメータ等の特別な設定を必要とせず、電気トリカルネットを考慮した基板レイアウトの評価が可能になる。事前の設定に設計者が手間と時間を費やす必要がない。また、評価対象とされた配線が多い場合でも、迅速かつ容易に評価を行うことができる。電気トリカルネットの探索手法は、基板レイアウトの評価に限らず、信号シミュレーションにも適用できる。

[0070] 前述した実施の形態の他にも、この発明について種々の変形例があり得る。それらの変形例は、この発明の範囲に属しないと解されるべきものではない。この発明には、請求の範囲と均等の意味および前記範囲内のすべての変形とが含まれるべきである。

符号の説明

[0071] 1 : 入力部

2 : レイアウト生成部

3 : 記憶部

4 : 基板レイアウト評価装置

5 : 評価対象指定部

6 : 受動部品抽出部

7 : 二端子エレクトリカルネット探索部、二端子 E N 探索部

8 : 多端子エレクトリカルネット探索部、多端子 E N 探索部

9 : 非伝搬端子分類部

10 : 伝搬候補端子決定部

11 : エレクトリカルネット探索部、 E N 探索部

12 : 評価処理部

13 : 出力部

14 : レイアウトデータ参照部

15 : 基板レイアウト設計システム

IC 21、IC 30、IC 31、IC 38、IC 41、IC 61、IC 67、
IC 68、IC 69 : 集積回路

21 a、21 b、30 a : IC 端子

22、23、25、26、29、32、33、35、36、42、44、46、
62、63、65、66 : 配線

CN 27、CN 37、CN 47 : コネクタ

27 a、27 b : コネクタ端子

R 24、R 28、R 34、R 43、R 45、R 51、R 64、R 71 : 抵抗

24 a、24 b、24 c、24 d、28 a、28 b、34 a、34 b、34
c、34 d、51 a、51 b、51 c、51 d、71 a、71 b、71 c、
71 d、71 e、71 f : 抵抗端子

請求の範囲

[請求項1]

プリント基板の配線および前記配線により接続される部品についてのレイアウトデータを参照するレイアウトデータ参照部と、
前記レイアウトデータに含まれる配線のうちで評価対象とすべき配線を指定する評価対象指定部と、
評価対象とされた配線に接続される受動部品を抽出する受動部品抽出部と、
抽出された受動部品の中に2端子部品がある場合、その2端子部品を介して評価対象の配線の一つと接続された配線である二端子電気ネットワークを探索する二端子電気ネットワーク探索部と、
抽出された受動部品の中に4以上の端子を有する多端子部品がある場合、その多端子部品を介して評価対象の配線の一つから信号が伝播するとみなすべき配線である多端子電気ネットワークを探索する多端子電気ネットワーク探索部と、
探索された配線を用いて基板レイアウトの評価を行う評価処理部とを備え、
前記多端子電気ネットワーク探索部は、前記受動部品の外形形状に基づき、その受動部品の端子のうちで評価対象の配線の一つに接続される端子と同じ側にある端子または反対側の対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、前記伝搬候補端子のうち別の一つの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子がある場合、それらの端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除いて伝搬端子とし、その伝搬端子に接続される配線を前記多端子電気ネットワークとし、
前記評価処理部は、評価対象の配線並びに前記二端子電気ネットワークおよび／または前記多端子電気ネットワークの集合としての電気ネットワークの配線長、前記電気ネットワークの両側にガード配線が配置されているか否か、および／または、前記エレクト

トリカルネットに係る信号のリターン電流経路が配置されているか否かを指標として前記基板レイアウトの評価を行う基板レイアウト評価装置。

[請求項2] 前記二端子エレクトリカルネット探索部および前記多端子エレクトリカルネット探索部は、いずれも、探索により得た配線が電源配線または接地配線の場合、その配線を評価対象から除外する請求項1に記載の装置。

[請求項3] 前記二端子エレクトリカルネット探索部および前記多端子エレクトリカルネット探索部は、いずれも、探索により得た配線を評価対象に加え、加えられた評価対象の配線について、さらに探索を行う請求項1または2に記載の装置。

[請求項4] 前記多端子エレクトリカルネット探索部は、ある受動部品に一組以上の非伝搬端子が存在するが、どの組にも属さない複数の端子があるとき、どの組にも属さない端子を一組の非伝搬端子とする請求項1から3の何れか一つに記載の装置。

[請求項5] 前記多端子エレクトリカルネット探索部は、6端子以上の受動部品について、部品形状に基づき同じ辺に沿って並ぶ3以上の端子を一組の非伝搬端子とする請求項1から4の何れか一つに記載の装置。

[請求項6] 前記評価処理部は、前記エレクトリカルネットの総配線長を予め定められた閾値と比較し、評価指標に用いる請求項1から5の何れか一つに記載の装置。

[請求項7] 前記評価処理部は、評価対象とされた配線の両側にシールド用接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いる請求項1から6の何れか一つに記載の装置。

[請求項8] 前記プリント基板が多層基板であり、
前記評価処理部は、評価対象とされた配線が存する配線層の隣接層に、前記配線に対応する接地領域または接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いる請求項1から6の何れか一つ

に記載の装置。

[請求項9] 前記評価処理部は、評価対象とされた配線が存する配線層の隣接層の接地配線がないか、あるいは、隣接層があっても前記配線に対応する接地領域または接地配線がない部分、および、前記配線の両側に接地配線が配置されていない部分の経路長を算出し、評価指標に用いる請求項1から6の何れか一つに記載の装置。

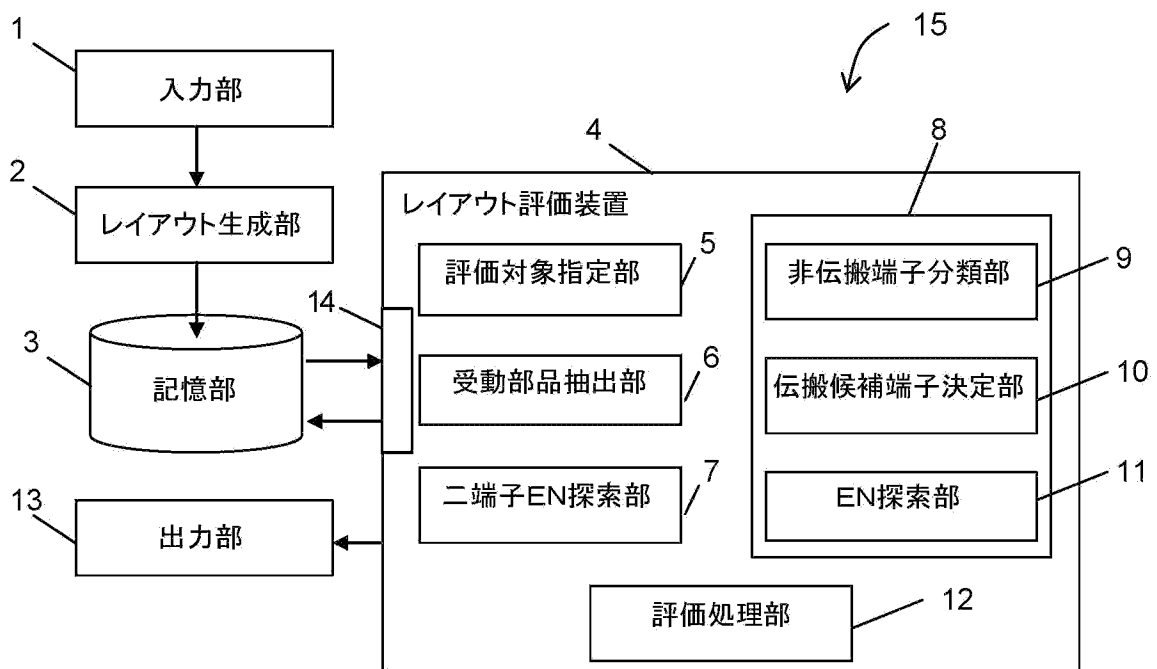
[請求項10] コンピュータが、
プリント基板の配線および前記配線により接続される部品についてのレイアウトデータを参照するステップと、
前記レイアウトの情報に基づいて評価対象とすべき配線を指定するか、前記レイアウトデータに含まれる配線のうちで評価対象とすべき配線のユーザーによる指定を受け付けるステップと、
評価対象とされた配線に接続される受動部品を抽出するステップと、
抽出された受動部品の中に2端子部品がある場合、その2端子の受動部品を介して評価対象の配線の一つと接続された配線である二端子電気的ネットワークを探索する二端子電気的ネットワーク探索ステップと、
抽出された受動部品の中に4以上の端子を有する多端子部品がある場合、その多端子部品を介して評価対象の配線の一つから信号が伝播するとみなすべき配線である多端子電気的ネットワークを探索する多端子電気的ネットワーク探索ステップと、
探索された配線を用いて基板レイアウトの評価を行う評価ステップとを備え、
前記多端子電気的ネットワーク探索ステップは、前記受動部品の外形形状に基づき、その受動部品の端子のうちで評価対象の配線の一つに接続される端子と同じ側にある端子または反対側の対向する位置にある端子を伝搬候補端子とし、前記伝搬候補端子のうち別の一つの部品に配線を介して共通に接続される複数の端子がある場合、それらの

端子を一群の非伝搬端子とし、評価対象の配線に接続される端子を含む一群の非伝搬端子を前記伝搬候補端子から除いて伝搬端子とし、その伝搬端子に接続される配線を前記多端子電気カルネットとし、

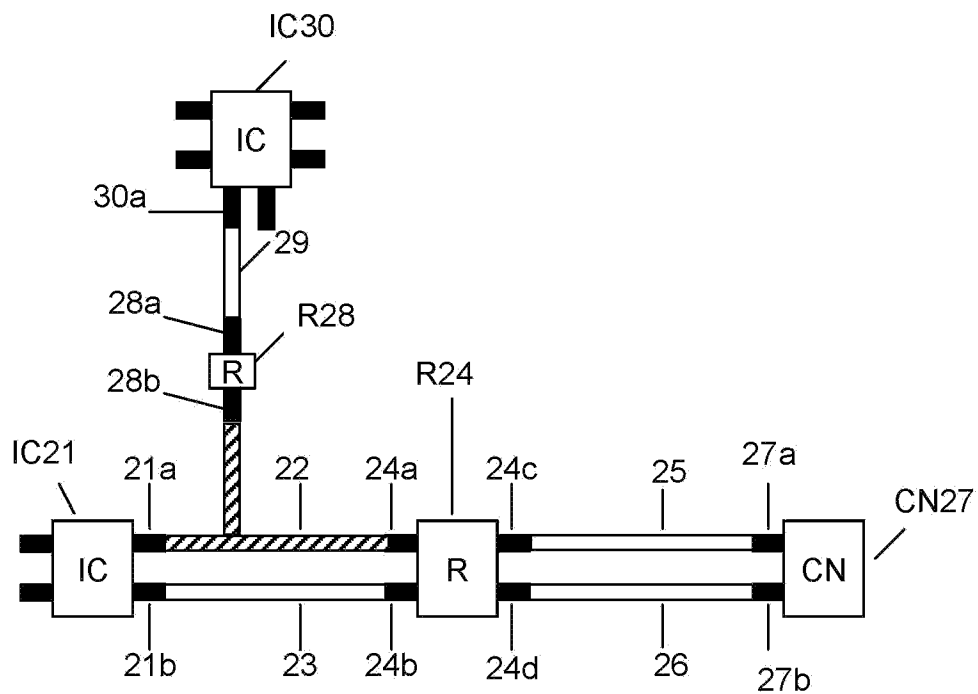
前記評価ステップは、評価対象の配線並びに前記二端子電気カルネットおよび／または前記多端子電気カルネットの集合としての電気カルネットの配線長、前記電気カルネットの両側にガード配線が配置されているか否か、および／または、前記電気カルネットに係る信号のリターン電流経路が配置されているか否かを指標として前記基板レイアウトの評価を行う基板レイアウトの評価方法。

[請求項11] 請求項1～9の何れか一つに記載の基板レイアウト評価装置と、
基板レイアウト設計に関するユーザーからの指示を受け付ける入力部と、
入力された指示に基づいてレイアウトデータを生成するレイアウト生成部と、
生成されたレイアウトデータを記憶する記憶部と、
前記レイアウトデータが表すレイアウト、および、前記レイアウトの前記基板レイアウト評価装置による評価を出力する出力部とを備える基板レイアウト設計システム。

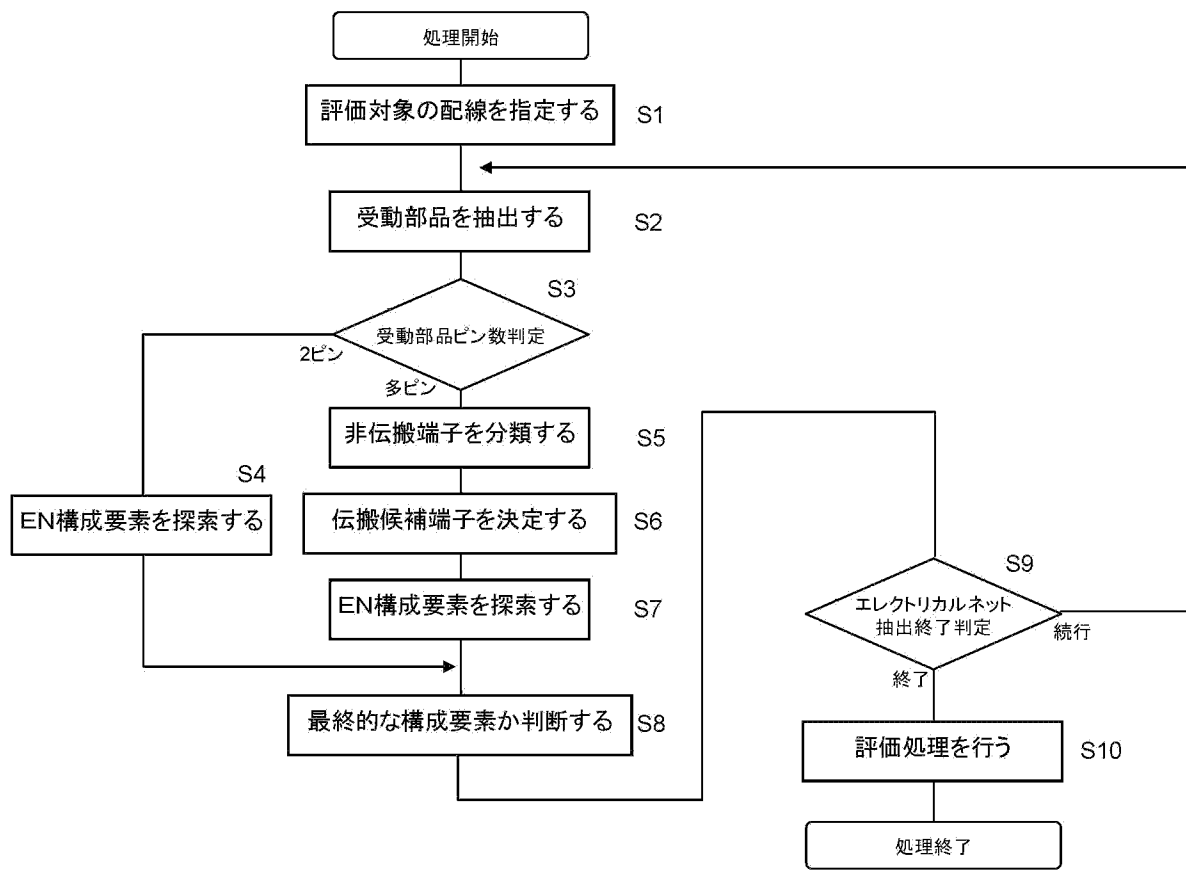
[図1]



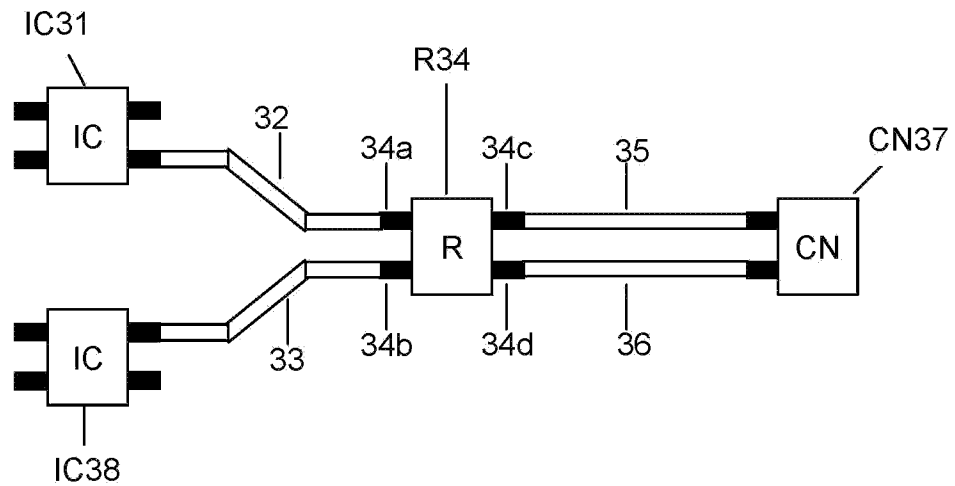
[図2]



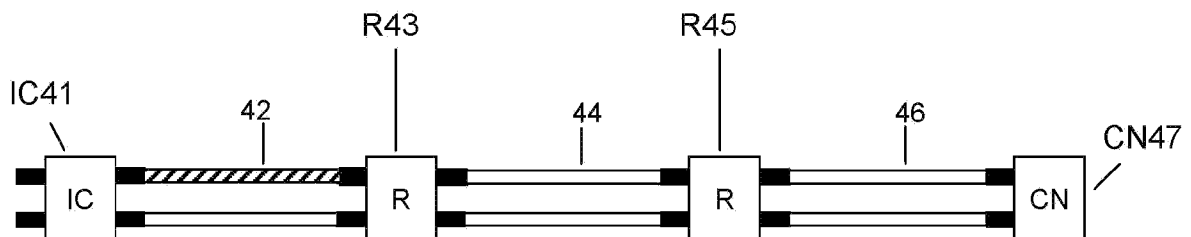
[図3]



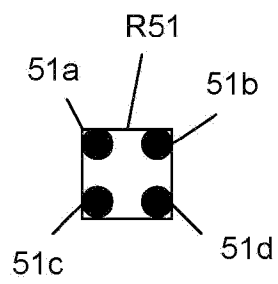
[図4]



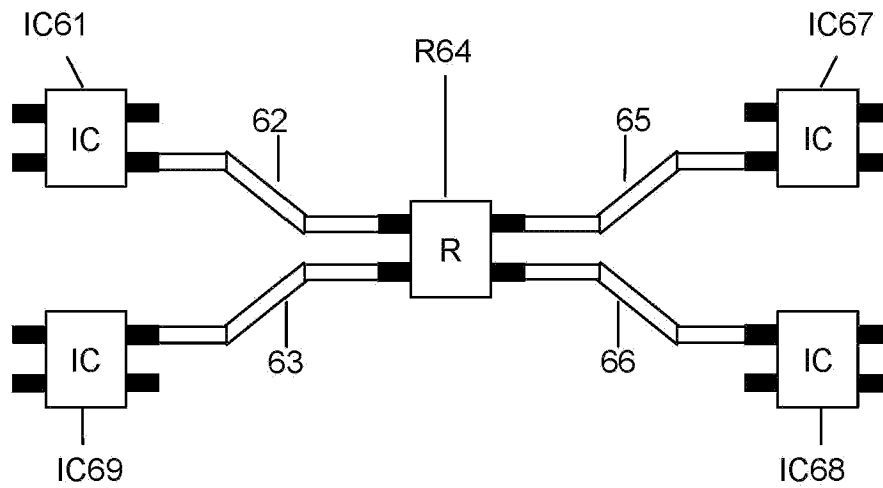
[図5]



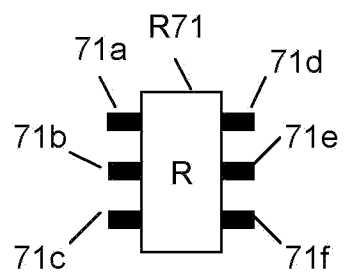
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F17/50 (2006.01) i, H05K3/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F17/50, H05K3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore, CiNii, JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-197862 A (Oki Printed Circuit Co., Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), paragraphs [0007] to [0009], [0024] to [0034] (Family: none)	1-11
A	JP 2009-69884 A (Toshiba Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0018] to [0029]; fig. 4 to 5 & US 2009/0070724 A1	1-11
A	JP 7-200651 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 August 1995 (04.08.1995), paragraphs [0005] to [0006], [0012] to [0026]; fig. 8 (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 May, 2012 (28.05.12)

Date of mailing of the international search report
05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F17/50(2006.01)i, H05K3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F17/50, H05K3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

IEEE Xplore, CiNii, JSTPlus(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-197862 A (沖プリンテッドサーキット株式会社) 2008.08.28, 段落【0007】 - 【0009】, 【0024】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2009-69884 A (株式会社東芝) 2009.04.02, 段落【0018】 - 【0029】, 第4-5図 & US 2009/0070724 A1	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

早川 学

5 M

4 6 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 7-200651 A (松下電器産業株式会社) 1995.08.04, 段落【0005】 - 【0006】, 【0012】 - 【0026】, 第8図 (ファミリーなし)	1-11