

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 4 月 6 日 (06.04.2006)

PCT

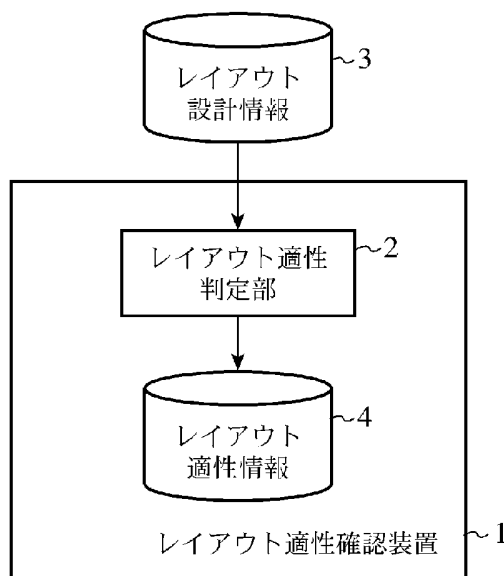
(10) 国際公開番号
WO 2006/035504 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G06F 17/50 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/014264
- (22) 国際出願日: 2004 年 9 月 29 日 (29.09.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 細谷 史郎 (HOSOTANI, Shiro) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 遠山 治 (TOHYAMA, Osamu) [JP/JP]; 〒1008310
- (74) 代理人: 田澤 博昭, 外 (TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 7 番 1 号 大東ビル 7 階 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

/続葉有/

(54) Title: LAYOUT SUITABILITY CONFIRMING SYSTEM, METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: レイアウト適性確認装置及び方法並びにプログラム



(57) Abstract: A layout suitability judging section (2) receives layout design information (3) including the information on hardware description language, the logic of such as a net list, and the circuit for designing a layout. The layout suitability judging section (2) judges layout suitability from the layout design information (3), the ratio of the circuit scale to the number of ports of a module, and the number of gates. If the module is judged as an unsuitable one, layout suitability information (4) is outputted.

(57) 要約: レイアウト適性判定部 2 は、レイアウト設計のためのハードウェア記述言語やネットリスト等の論理や回路の情報を含むレイアウト設計情報 3 を入力する。レイアウト適性判定部 2 は、レイアウト設計情報 3 に基づいて、モジュールの回路規模とポート数との比率やゲート数に基づいてレイアウト適性を判定する。判定の結果、不適正モジュールであった場合は、レイアウト適性情報 4 として出力する。

- 1- LAYOUT SUITABILITY CONFIRMING SYSTEM
2- LAYOUT SUITABILITY JUDGING SECTION
3- LAYOUT DESIGN INFORMATION
4- LAYOUT SUITABILITY INFORMATION



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

レイアウト適性確認装置及び方法並びにプログラム

技術分野

- [0001] この発明は、半導体集積回路の設計を行うための設計資産に基づいて、レイアウト適性を判定するようにしたレイアウト適性確認装置及びレイアウト適性確認方法並びにレイアウト適性確認プログラムに関するものである。

背景技術

- [0002] 半導体集積回路のレイアウト設計では、RTL (Register Transfer Level) での記述を論理合成してネットリストを出力し、このネットリストからレイアウトツールを用いてレイアウトデータを得ることで回路設計を行っている。

従来、このようなレイアウト設計では、レイアウトツールによって仮配置を行い、この結果に基づいて論理合成条件等を修正していた(例えば、特許文献1参照)。

- [0003] 特許文献1: 米国特許第6145117号明細書

- [0004] しかしながら、上記従来のレイアウト最適化手法では、レイアウト設計やフロアプラン設計を行ったデータを用いて、それに合わせた形で論理合成等の上流側の設計を行うので、レイアウト設計を行う度に論理合成条件といった上流設計側の仕様を変更する必要があった。

- [0005] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、レイアウト設計に依存することなくレイアウト適性を確認することのできるレイアウト適性確認装置及び方法並びにプログラムを得ることを目的とする。

発明の開示

- [0006] この発明に係るレイアウト適性確認装置は、レイアウト設計のためのレイアウト設計情報を入力して、これら情報に基づいて、レイアウトの適性度を示す適性情報を出力するレイアウト適性判定部を設けたものである。

- [0007] このことによって、レイアウト設計に依存することなくレイアウト適性を確認することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]この発明の実施の形態1によるレイアウト適性確認装置を示す構成図である。
- [図2]この発明の実施の形態1によるレイアウト適性確認装置をレイアウト設計に適用した場合の説明図である。
- [図3]この発明の実施の形態1によるレイアウト適性確認装置の動作を示すフローチャートである。
- [図4]この発明の実施の形態2によるレイアウト適性確認装置をレイアウト設計に適用した場合の説明図である。
- [図5]配線のねじれを示す説明図である。
- [図6]配線のねじれが発生する可能性のあるモジュールの回路図である。
- [図7]この発明の実施の形態3によるレイアウト適性確認装置の構成図である。
- [図8]この発明の実施の形態3によるレイアウト適性確認装置の動作を示すフローチャートである。
- [図9]この発明の実施の形態3によるレイアウト適性確認装置のレイアウト適性情報を示す説明図である。
- [図10]この発明の実施の形態4によるレイアウト適性確認装置の構成図である。
- [図11]この発明の実施の形態4によるレイアウト適性確認装置の動作を示すフローチャートである。
- [図12]この発明の実施の形態5における配線のねじれの説明図である。
- [図13]この発明の実施の形態5における配線のねじれの具体例の説明図である。
- [図14]この発明の実施の形態5によるレイアウト適性確認装置の構成図である。
- [図15]この発明の実施の形態5によるレイアウト適性確認装置の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- [0009] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1によるレイアウト適性確認装置を示す構成図である。

[0010] 本実施の形態のレイアウト適性確認装置1は、レイアウト適性判定部2が、レイアウト設計情報3を入力して、このレイアウト設計情報3に基づき、入力されたレイアウトの適性度を示すレイアウト適性情報4を出力するよう構成されている。

ここで、レイアウト設計情報3とは、半導体集積回路のレイアウト設計のための設計資産を示し、例えば、ハードウェア記述言語やネットリストなどの論理や回路などの情報や、論理合成実行ファイル群、合成ログファイル、タイミングレポート、ワイヤロードモデルといったものを含んでいる。また、レイアウト適性情報4とは、例えば、モジュールとして設計上のスピードを満たせない恐れがあるといった不適正モジュールを示す情報である。また、レイアウト適性確認装置1はコンピュータで実現され、レイアウト適性判定部2は、レイアウト適性判定処理に対応したソフトウェアと、これを実行するためのCPUやメモリ等のハードウェアで構成されている。

[0011] 図2は、実施の形態1のレイアウト適性確認装置をレイアウト設計に適用した場合の説明図である。

図において、RTL5は、実際の回路を設計するための、フリップフロップや組み合わせ論理回路で表現したレベルの記述であり、図1におけるレイアウト設計情報3に対応する情報である。レイアウト適性判定部2は、このRTL5の記述や、論理合成ファイル群10、タイミングレポート11、ネットリスト7に含まれる情報に基づいてレイアウト適性を判定し、レイアウト適性情報4を出力する機能を有している。また、論理合成ファイル群10、タイミングレポート11、ネットリスト7に含まれる情報も図1におけるレイアウト設計情報3に対応する情報である。

[0012] 論理合成ツール6は、RTL5の記述や論理合成実行ファイル群10に基づいて実際のゲート回路のレベルであるネットリスト7に変換する機能部である。また、論理合成ツール6は、タイミングレポート11を出力する機能を有している。ネットリスト7は、回路の接続関係をテキストで表現した情報である。レイアウトツール8は、ネットリスト7に基づいて、モジュール上に回路部品(セル)を配置する機能部であり、レイアウトデータ9は、その出力である。論理合成実行ファイル群10は、論理合成を実行するための合成スクリプトといった論理合成のための制約を示す各種のファイル群である。タイミングレポート11は、動作周波数といった任意の条件で論理合成を実行した結果を示

す情報である。

[0013] レイアウト設計におけるタイミング収束の問題を考える上での一つのパラメータとしてモジュールのゲート数に対するポート数の比 (PG比) が考えられる。昨今の自動レイアウトツールでは、あるモジュールにおけるゲート数に対するポート数の比が大きい場合、そのモジュールに含まれるセルのレイアウトが散らばる傾向にある。これはポート数が多い場合、接続モジュールが多岐に渡る場合が多いためである。そのモジュールのゲート数が小さい程、この傾向は強い。

[0014] レイアウト配置が分散した場合の問題としてはスピードの劣化が挙げられる。配置が分散すると配線が長くなり負荷容量が大きくなる。長い配線を含むパス (フリップフロップ (以下、単にFFという) とFFまでの信号パス) のタイミングがクリティカルであった場合、配線が長くなることによって所望のスピードが満たせなくなる場合がある。

[0015] そこで、本実施の形態のレイアウト適性判定部2では、ネットリスト7に含まれるPG比およびゲート数に基づき、PG比が大きく、かつ、ゲート数が小さいモジュールをレイアウト不適正モジュールとしてレイアウト適性情報4に出力する。即ち、レイアウト適性判定部2は、モジュールの回路規模 (ゲート規模) とポート数との比率およびゲート数に基づいてレイアウト適性情報4を出力するよう構成されている。

尚、ここで、ゲート数とは、例えば、2入力の論理回路をゲート数=1として換算した値であるが、モジュールにおける回路規模を表す値であれば、これ以外の表現による値であっても同様に適用可能である。また、ポート数とはモジュールの入出力端子の数を示している。

[0016] 図3は、実施の形態1のレイアウト適性を判定する動作を示すフローチャートである。

先ず、レイアウト適性判定部2は、レイアウト設計情報3に基づいて、対象となるモジュールのPG比を読み込む (ステップST101)。次に、読み込んだPG比が所定の閾値以上であるかを判定し (ステップST102)、閾値より小さい場合は、そのまま終了する。即ち、不適正モジュールリストは出力しない。一方、ステップST102において、PG比が閾値以上であった場合は、レイアウト設計情報3に基づいてゲート数を読み込み (ステップST103)、ゲート数が所定の閾値より小さいかを判定する (ステップST1

04)。このステップST104において、ゲート数が閾値以上であった場合は、そのまま終了し、閾値より小さい場合は、このモジュールを不適正モジュールとして判定し、不適正モジュールリストに出力する(ステップST105)。

[0017] このようなレイアウト適性情報4が出力された場合、設計者は適正なタイミングが得られるようRTL5あるいは論理合成実行ファイル群10を修正する。また、このようなレイアウト適性情報4に基づいて、RTL5や論理合成実行ファイル群10を自動修正する機能を付加してもよい。

[0018] 尚、上記実施の形態1では、最初にPG比による判定を行い、次にゲート数による判定を行っているが、この順序は逆であってもよい。また、PG比とゲート数の両方ではなく、PG比による判定のみであってもよい。

[0019] 以上のように、実施の形態1のレイアウト適性確認装置によれば、レイアウト設計のための情報を入力して、これら情報に基づいて、入力されたレイアウトの適性度を示す適性情報を出力するレイアウト適性判定部を設けたので、レイアウト設計に依存することなくレイアウト適性を確認することができる。

[0020] また、実施の形態1のレイアウト適性確認装置によれば、レイアウト適性判定部を、モジュールの回路規模とポート数との比率に基づいてレイアウト適性を判定するよう構成したので、不適正モジュールを簡単かつ確実に抽出することができる。

[0021] また、実施の形態1のレイアウト適性確認装置によれば、レイアウト適性判定部を、モジュールの回路規模とポート数との比率およびゲート数に基づいてレイアウト適性を判定するよう構成したので、不適正モジュールとして抽出するモジュールを更に絞り込むことができ、より、確実に不適正モジュールを抽出することができる。

[0022] また、実施の形態1のレイアウト適性確認方法によれば、レイアウト設計のためのレイアウト設計情報を入力するステップと、レイアウト設計情報に基づいて、レイアウトの適性度を判定するステップと、判定結果をレイアウトの適性度を示す適性情報として出力するステップとを備えたので、レイアウト設計に依存することのないレイアウト適性確認方法を実現することができる。

[0023] また、実施の形態1のレイアウト適性確認プログラムによれば、コンピュータに、入力されたレイアウト設計のためのレイアウト設計情報に基づいて、レイアウトの適性度を

判定するステップと、当該判定結果をレイアウトの適性度を示す適性情報として出力させるステップとを実行させるようにしたので、レイアウト設計に依存することなくレイアウト適性を確認することのできる装置を実現させることができる。

[0024] 実施の形態2.

図4は、実施の形態2を示す説明図である。

実施の形態2では、図1のレイアウト適性判定部2を第1のレイアウト適性判定部2aと第2のレイアウト適性判定部2bで構成している。第1のレイアウト適性判定部2aは、論理合成実行前のRTL5の情報によってレイアウト適性の判定を行う機能を有するものであり、第2のレイアウト適性判定部2bは、論理合成を実行した後の情報に基づいてレイアウト適性の判定を行う機能を有するものである。

[0025] 第2のレイアウト適性判定部2bは、実施の形態1におけるレイアウト適性判定部2と同様に、PG比とゲート数とに基づいて不適正モジュールリストを出力する機能を有すると共に、第1のレイアウト適性判定部2aで不適正モジュールとして判定されたモジュールに対し、更に、目標とする条件よりも厳しい条件を与えた場合に、レイアウトが適性か否かによりレイアウト適性を判定する機能を有している。即ち、論理合成ツール6にて、目標とする条件よりも厳しい条件を与え、この条件で出力されるタイミングレポート11に基づいてレイアウト適性を判定するよう構成されている。

尚、図4における他の各構成は図2に示した実施の形態1と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0026] 上述した目標とする条件よりも厳しい条件の一例として、クロック周波数を高くした場合を説明する。例えば、設計条件として50MHzのクロック周波数であった場合、論理合成ツール6にて1割増しの55MHzのクロック周波数で論理合成を行い、そのタイミングレポート11を出力する。第2のレイアウト適性判定部2bは、このタイミングレポート11に基づいて、そのモジュールが所望するタイミングを満たさない恐れがある場合は、これを示すモジュール不適正リストをレイアウト適性情報4として出力する。

[0027] これにより、設計者は、レイアウト適性情報4に基づいて、例えばワイヤロードモデルを大きなものに設定するよう合成スクリプトを変更し、これを論理合成ツール6に与える。または、実施の形態1と同様にRTL5の記述を変更する。

このような修正を施すことにより、従来のように、例えばレイアウトデータ9の時点でタイミングが不適正であることが判明し、RTL5の記述を変更しなければならない、といったレイアウト設計レベルでの修正をほとんどなくすることができる。

また、実施の形態2においても、合成スクリプトの変更処理を自動修正する機能を付加してもよい。

[0028] 尚、上記実施の形態2では、目標とする条件よりも厳しい条件の一例として、クロック周波数を高くした場合を説明したが、これに限定されるものではなく、例えば温度条件を厳しくしたり、大きなワイヤロードモデルにしたり、あるいは電源電圧を下げるといった種々の方法を用いることができる。

[0029] 以上のように、実施の形態2によれば、レイアウト適性判定部を、目標とする条件よりも厳しい条件を与えた場合に、レイアウトが適性か否かによりレイアウト適性を判定するよう構成したので、より確実に不適正モジュールを抽出することが可能であり、従って、更に適切な修正を行うことができる。

[0030] 実施の形態3.

上述した実施の形態1、2ではPG比等に基づいてレイアウト適性を確認したが、レイアウト適性としてはこれ以外にも例えば配線のねじれもある。

図5は、このような配線のねじれを示す説明図である。

(a)に示すように、セルA〜Dの出力がトーナメント式に絞られていくような回路が存在したとする。どのようなトーナメントの組み合わせになるかは論理合成ツールのアルゴリズムに依存し、例えば、同図のようにねじれたトーナメントになったとする。これがこのままの配置関係になるとねじれの部分だけ配線混雑を引き起こす可能性があるが、実際には(b)に示すように、レイアウトツールが配線混雑を回避するような構成とし、配線混雑は発生しない。

[0031] しかしながら、(c)に示すように、セルA〜Dの先に更にセルE〜Hのような配置依存を持つものがあつた場合には、レイアウトツールでの対応は困難となる。この場合、(b)に示す場合と同様に、セルBとセルCの出力のねじれを直そうとすると、(d)に示すように、今度はセルFとセルGの出力がねじれる(ここで、セルE〜Hは配置を変更できないことを想定)。このような場合は、(e)に示すようにセルBとセルCの出力のト

ーナメント順を少し変えてやれば配線混雑は起こらない。

[0032] このような事例は、例えば次のような多入力レジスタレイモジュールで発生する。

図6は、配線のねじれが発生する可能性があるモジュールの回路図である。

通常、レジスタレイ部は、CPU等のプログラマブルな制御回路(図示せず)からの入力端Iからレジスタ値を入力するパスと、レジスタ値を読み出す端子Jから構成される。読み出しは、必要な情報のみを読み出すためセクタ(MUX)のトーナメント式ツリー回路100が生成される。

このようなレジスタに対して更に他のモジュールからの書き込み端子E₁〜E₃₂があったとする。これらモジュールはおおむね物理的に固定された位置に配置されるため、セクタツリー構造と外部モジュールの配置にねじれ関係があると配線混雑の原因となる。

[0033] そこで、実施の形態3では、以下に示すようなレイアウト適性確認装置を用いて、配線のねじれの可能性のあるモジュールを判定する。

図7は、実施の形態3のレイアウト適性確認装置の構成図である。

図において、レイアウト適性判定部2cは、レイアウト設計情報3に基づいてレイアウト適性を判定し、その結果であるレイアウト適性情報4を出力する機能部である。レイアウト適性判定部2cは、第1のファンインチェック手段21、リストアップ手段22、第2のファンインチェック手段23、ポート抽出手段24を備えている。

[0034] 第1のファンインチェック手段21は、例えばFFといったチェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査する機能部である。リストアップ手段22は、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップする機能部である。第2のファンインチェック手段23は、抽出した始点を終点として、入力側にファンインをチェックする機能部である。ポート抽出手段24は、第2のファンインチェック手段23によるファンインチェックで始点がポートであった場合にそのポート名を抽出する機能を有している。

[0035] 尚、第1のファンインチェック手段21および第2のファンインチェック手段23といったファンインチェック手段は、既存のEDAツールで実現可能である。また、チェック基準

回路とは、ファンインチェックを行う場合の基準となるFFであるが、このようなチェック処理で基準となる回路であればFF以外であっても同様に適用可能である。

[0036] 図8は、実施の形態3の動作を示すフローチャートである。

図9は、実施の形態3のレイアウト適性情報4を示す説明図である。

まず、第1のファンインチェック手段21は、全てのFFと出力ポートを抽出する(ステップST201)。次に、第1のファンインチェック手段21は、抽出したFFおよび出力ポートのそれぞれについてファンイン数をチェックする(ステップST202)。尚、これは、それぞれ、図9における終点名およびファンイン数のフィールドのデータを抽出することに相当する。

[0037] 次に、リストアップ手段22は、ファンイン数が規定値(例えば、31)を越えるFFと出力ポートを全て抽出し、始点となるFF名を全てリストアップする(ステップST203)。これは、図9において、始点名のフィールドのデータを抽出することに相当する。例えば、図6に示したモジュールは、出力ポートJからのファンイン数が32(FF1〜FF32)であるため、リストアップされる。

次に、第2のファンインチェック手段23は、ステップST203で抽出された“始点となるFF”から、ファンイン側にトレースし、FFではなく、ポートに行き当たる場合、ポート抽出手段24によってそのポート名を抽出する(ステップST204)。更に、ポート抽出手段24は、抽出したポートに接続されるモジュールのモジュール名を抽出する(ステップST205)。これらの処理は、図9における「次の始点名」と「接続先モジュール名」のフィールドのデータ抽出に相当する。

[0038] このような処理により、レイアウト適性判定部2cは、図9に示すようなデータを示すねじれファイルをレイアウト適性情報4として出力する。このレイアウト適性情報4を用いることにより、接続モジュールを意識した形でセクタツリーの構造化記述が可能となり、配線混雑を緩和させることができる。また、逆にどういう形で構造化しているからレイアウト配置はこうあるべきというレイアウト設計に対する指針を出すことも可能となる。

[0039] 以上のように、実施の形態3のレイアウト適性確認装置によれば、レイアウト適性判定部を、チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査する第1のファンインチェック手段と、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号

の始点となっているチェック基準回路をリストアップするリストアップ手段と、抽出した始点を終点として、入力側にファンインをチェックする第2のファンインチェック手段と、第2のファンインチェック手段によるファンインチェックで始点がポートであった場合にそのポート名を抽出するポート抽出手段とから構成したので、配線のねじれの可能性があるモジュールを抽出することが可能となり、配線混雑の緩和に寄与することができる。

[0040] 実施の形態4.

実施の形態3では、最初にFFを抽出したが、いきなりポートを抽出してもよく、このような例を実施の形態4として次に示す。即ち、このようなセレクトツリー構造の場合でも、ツリー上の回路はレイアウト配置を考慮せずに作成される。一方、ポートはモジュールの配置に依存したレイアウト配置制約が存在するため、実施の形態3と同様にねじれの要因となるからである。

[0041] 図10は、実施の形態4の構成図である。

実施の形態4におけるレイアウト適性判定部2dは、ファンインチェック手段25とリストアップ手段26を備えている。ファンインチェック手段25は、実施の形態3における第1のファンインチェック手段21と同様の機能を有している。即ち、FFといったチェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査する機能部である。リストアップ手段26は、ファンインチェックにおいて、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているポートをリストアップし、これをレイアウト適性情報4として出力する機能部である。

[0042] 次に、動作について説明する。

図11は、実施の形態4の動作を示すフローチャートである。

先ず、ファンインチェック手段25は、全てのFFと出力ポートを抽出する(ステップST301)。次に、ファンインチェック手段25は、抽出したFFおよび出力ポートのそれぞれについてファンイン数をチェックする(ステップST302)。これは、それぞれ、図9における終点名およびファンイン数のフィールドのデータを抽出することに相当する。

次に、リストアップ手段26は、ファンイン数が規定値(例えば、31)を越えるFFと出力ポートを全て抽出し、これらの始点となるポート名を全てリストアップする(ステップS

T303)。これは、図9において、次の始点名のフィールドのデータを抽出することに相当する。

更に、リストアップ手段26は、抽出したポートに接続されるモジュールのモジュール名を抽出する(ステップST304)。この処理は、図9における「接続先モジュール名」のフィールドのデータ抽出に相当する。

[0043] 以上のように、実施の形態4によれば、レイアウト適性判定部を、チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているポートをリストアップするリストアップ手段とから構成したので、レイアウト配置制約を有する種々のモジュールに対して、配線のねじれの可能性があるモジュールを抽出することが可能となる。

[0044] 実施の形態5.

実施の形態3では、図5に示したように、セルE〜HとセルA〜Dへの接続が1対1である場合であったが、これらセル間の配線接続が複数の場合がある。

図12は、このような例を示す説明図である。

図示のように、セルE〜HとセルA〜Dへの配線接続が複数となっている。

図13は、このような場合の具体例を示す回路図である。

図13に示すモジュールは基本的に実施の形態3における図6と同様なモジュールであるが、外部モジュールからの入力ポートE〜Hが全てレジスタFFに接続されている点が異なる。

[0045] そこで、実施の形態5では、以下に示すようなレイアウト適性確認装置を用いて、配線のねじれの可能性のあるモジュールを判定する。

図14は、実施の形態5のレイアウト適性確認装置の構成図である。

図において、レイアウト適性判定部2eは、レイアウト設計情報3に基づいてレイアウト適性を判定し、その結果であるレイアウト適性情報4を出力する機能部である。このレイアウト適性判定部2eは、ファンインチェック手段27、ファンインリストアップ手段28、ファンイン出現頻度カウント手段29、ファンアウトチェック手段30、ファンアウトリストアップ手段31、ファンアウト出現頻度カウント手段32、判定手段33を備えている。

[0046] ファンインチェック手段27は、FFといったチェック基準回路やポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査する機能部である。ファンインリストアップ手段28は、ファンインチェックにおいて、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップする機能部である。ファンイン出現頻度カウント手段29は、始点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントする機能部である。ファンアウトチェック手段30は、チェック基準回路やポートから出力側に向かって分岐を調査する機能部である。ファンアウトリストアップ手段31は、ファンアウトチェックにおいて、規定以上の分岐が存在した場合にその信号の終点となっているチェック基準回路をリストアップする機能部である。ファンアウト出現頻度カウント手段32は、終点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントする機能部である。判定手段33は、始点および終点の両方に存在し、かつ、出現頻度の和が3以上となるチェック基準回路を抽出する機能部である。

[0047] 次に、実施の形態5の動作について説明する。

図15は、実施の形態5の動作を示すフローチャートである。

まず、ファンインチェック手段27は、全てのFFと出力ポートを抽出し、これらのFFおよび出力ポートのそれぞれについてファンイン数をチェックする(ステップST301)。次に、ファンインリストアップ手段28は、ファンイン数が規定値を越えるFFと出力ポートを全て抽出し、始点となるFF名を全てリストアップする(ステップST302)。次に、ファンイン出現頻度カウント手段29は、ステップST302で抽出された“始点となるFF”の出現回数をリストアップする(ステップST303)。

[0048] 一方、ファンアウトチェック手段30は、全てのFFと入力ポートを抽出し、これらのFFおよび入力ポートのそれぞれについてファンアウト数をチェックする(ステップST304)。次に、ファンアウトリストアップ手段31は、ファンアウト数が規定値を越えるFFと入力ポートを全て抽出し、終点となるFF名を全てリストアップする(ステップST305)。次に、ファンアウト出現頻度カウント手段32は、ステップST305で抽出された“終点となるFF”の出現回数をリストアップする(ステップST306)。

[0049] そして、ステップST303およびステップST306で、ファンインチェックによるFFの出現頻度と、ファンアウトチェックによるFFの出現頻度が得られると、判定手段33は、こ

れらファンインおよびファンアウトの両方に出現し、かつ、その出現回数が3回以上のFFを抽出し、これをねじれFFファイルとして出力する(ステップST307)。尚、ここで、ファンインおよびファンアウトの両方に出現し、かつ、出現回数が3回以上としたのは、このような場合は、FFの入力側あるいは出力側の少なくともいずれか一方が2分岐以上となっているからである。

[0050] また、上記実施の形態5では、判定手段33の判定条件として、ファンインおよびファンアウトの両方に出現し、かつ、出現回数が3回以上であるとしたが、ファンインおよびファンアウトの両方に出現することのみを条件としてもよい。即ち、この場合の出現回数は2回以上となる。このような構成であっても、配線混雑の可能性のあるモジュールを抽出することの一定の効果は得られるものである。

[0051] 以上のように、実施の形態5によれば、レイアウト適性判定部を、チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップするファンインリストアップ手段と、始点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントするファンイン出現頻度カウント手段と、チェック基準回路またはポートから出力側に向かって分岐を調査するファンアウトチェック手段と、規定以上の分岐が存在した場合にその信号の終点となっているチェック基準回路をリストアップするファンアウトリストアップ手段と、終点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントするファンアウト出現頻度カウント手段と、始点および終点の両方に存在し、出現頻度の和が3以上となるチェック基準回路を抽出する判定手段とから構成したので、モジュール内でセル間の配線接続が複数となっている場合でも、配線のねじれの可能性のあるモジュールを抽出することができる。

[0052] また、実施の形態5のレイアウト適性確認装置によれば、レイアウト適性判定部は、チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップするファンインリストアップ手段と、始点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントするファンイン出現頻度カウント手段と、チェック基準回路またはポートから出力側に向かって分岐を調査するファンアウトチ

チェック手段と、規定以上の分岐が存在した場合にその信号の終点となっているチェック基準回路をリストアップするファンアウトリストアップ手段と、終点として抽出されたチェック基準回路の出現頻度をカウントするファンアウト出現頻度カウント手段と、始点および終点の両方に存在するチェック基準回路を抽出する判定手段とから構成したので、モジュール内でセル間の配線接続が複数となっている場合でも、配線のねじれの可能性のあるモジュールを抽出することができる。

産業上の利用可能性

- [0053] 以上のように、この発明に係るレイアウト適性確認装置は、半導体集積回路のレイアウト設計において、ハードウェア記述言語やネットリスト等の論理や回路などの設計資産に基づいてレイアウト適性を確認するものであり、半導体集積回路の設計装置などに用いるのに適している。

請求の範囲

- [1] レイアウト設計のためのレイアウト設計情報を入力して、当該レイアウト設計情報に基づいて、レイアウトの適性度を示す適性情報を出力するレイアウト適性判定部を設けたことを特徴とするレイアウト適性確認装置。
- [2] レイアウト適性判定部は、モジュールの回路規模とポート数との比率に基づいてレイアウト適性を判定することを特徴とする請求項1記載のレイアウト適性確認装置。
- [3] レイアウト適性判定部は、ゲート数に基づいてレイアウト適性を判定することを特徴とする請求項2記載のレイアウト適性確認装置。
- [4] レイアウト適性判定部は、目標とする条件よりも厳しい条件を与えた場合に、レイアウトが適性か否かによりレイアウト適性を判定することを特徴とする請求項3記載のレイアウト適性確認装置。
- [5] レイアウト適性判定部は、
チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査する第1のファンインチェック手段と、
規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっている前記チェック基準回路をリストアップするリストアップ手段と、
抽出した始点を終点として、入力側にファンインをチェックする第2のファンインチェック手段と、
前記第2のファンインチェック手段によるファンインチェックで始点がポートであった場合にそのポート名を抽出するポート抽出手段とからなることを特徴とする請求項1記載のレイアウト適性確認装置。
- [6] レイアウト適性判定部は、
チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、
規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっている前記ポートをリストアップするリストアップ手段とからなることを特徴とする請求項1記載のレイアウト適性確認装置。
- [7] レイアウト適性判定部は、

チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、

規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップするファンインリストアップ手段と、

始点として抽出された前記チェック基準回路の出現頻度をカウントするファンイン出現頻度カウント手段と、

チェック基準回路またはポートから出力側に向かって分岐を調査するファンアウトチェック手段と、

規定以上の分岐が存在した場合にその信号の終点となっているチェック基準回路をリストアップするファンアウトリストアップ手段と、

終点として抽出された前記チェック基準回路の出現頻度をカウントするファンアウト出現頻度カウント手段と、

始点および終点の両方に存在し、前記出現頻度の和が3以上となるチェック基準回路を抽出する判定手段とからなることを特徴とする請求項1記載のレイアウト適性確認装置。

[8] レイアウト適性判定部は、

チェック基準回路またはポートからの信号の入力側に向かって分岐を調査するファンインチェック手段と、

規定値以上の分岐が存在した場合にその信号の始点となっているチェック基準回路をリストアップするファンインリストアップ手段と、

始点として抽出された前記チェック基準回路の出現頻度をカウントするファンイン出現頻度カウント手段と、

チェック基準回路またはポートから出力側に向かって分岐を調査するファンアウトチェック手段と、

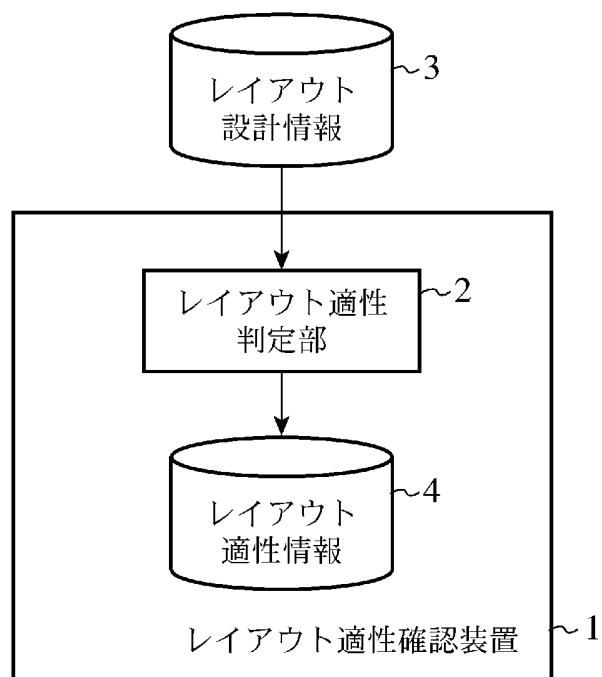
規定以上の分岐が存在した場合にその信号の終点となっているチェック基準回路をリストアップするファンアウトリストアップ手段と、

終点として抽出された前記チェック基準回路の出現頻度をカウントするファンアウト出現頻度カウント手段と、

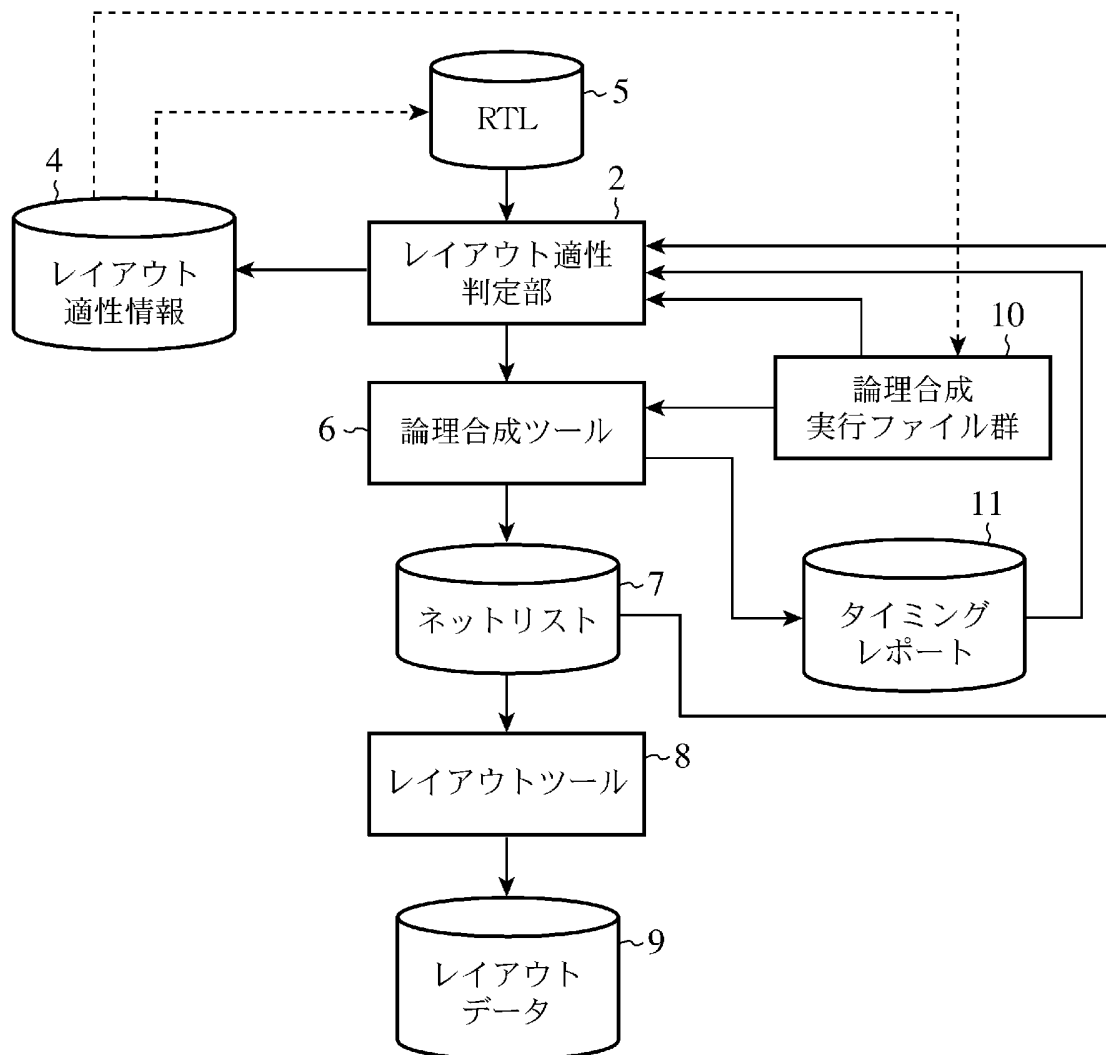
始点および終点の両方に存在するチェック基準回路を抽出する判定手段とからなることを特徴とする請求項1記載のレイアウト適性確認装置。

- [9] レイアウト設計のためのレイアウト設計情報を入力するステップと、
当該レイアウト設計情報に基づいて、レイアウトの適性度を判定するステップと、
前記判定結果をレイアウトの適性度を示す適性情報として出力するステップとを備えたレイアウト適性確認方法。
- [10] コンピュータに、入力されたレイアウト設計のためのレイアウト設計情報に基づいて、レイアウトの適性度を判定するステップと、当該判定結果をレイアウトの適性度を示す適性情報として出力させるステップとを実行させるためのレイアウト適性確認プログラム。

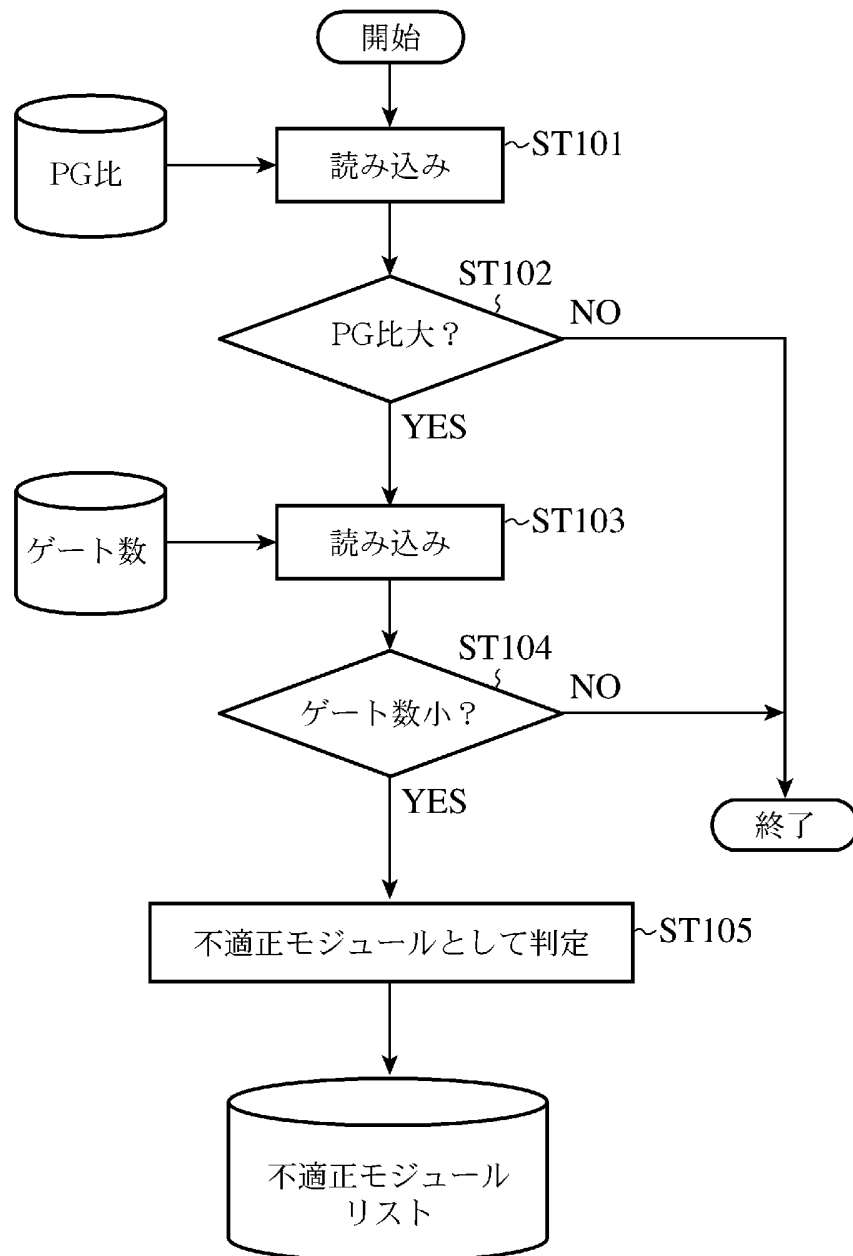
[図1]



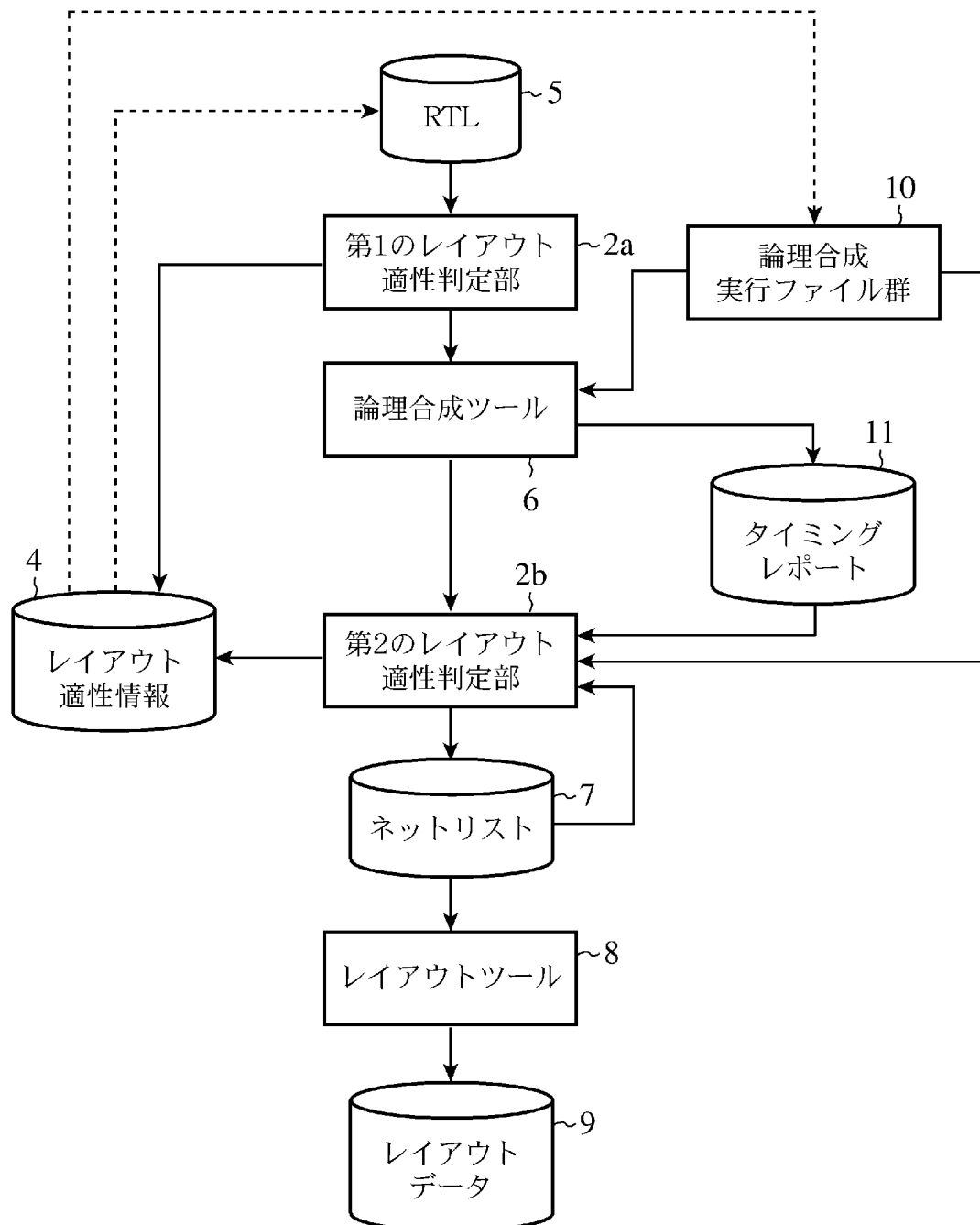
[図2]



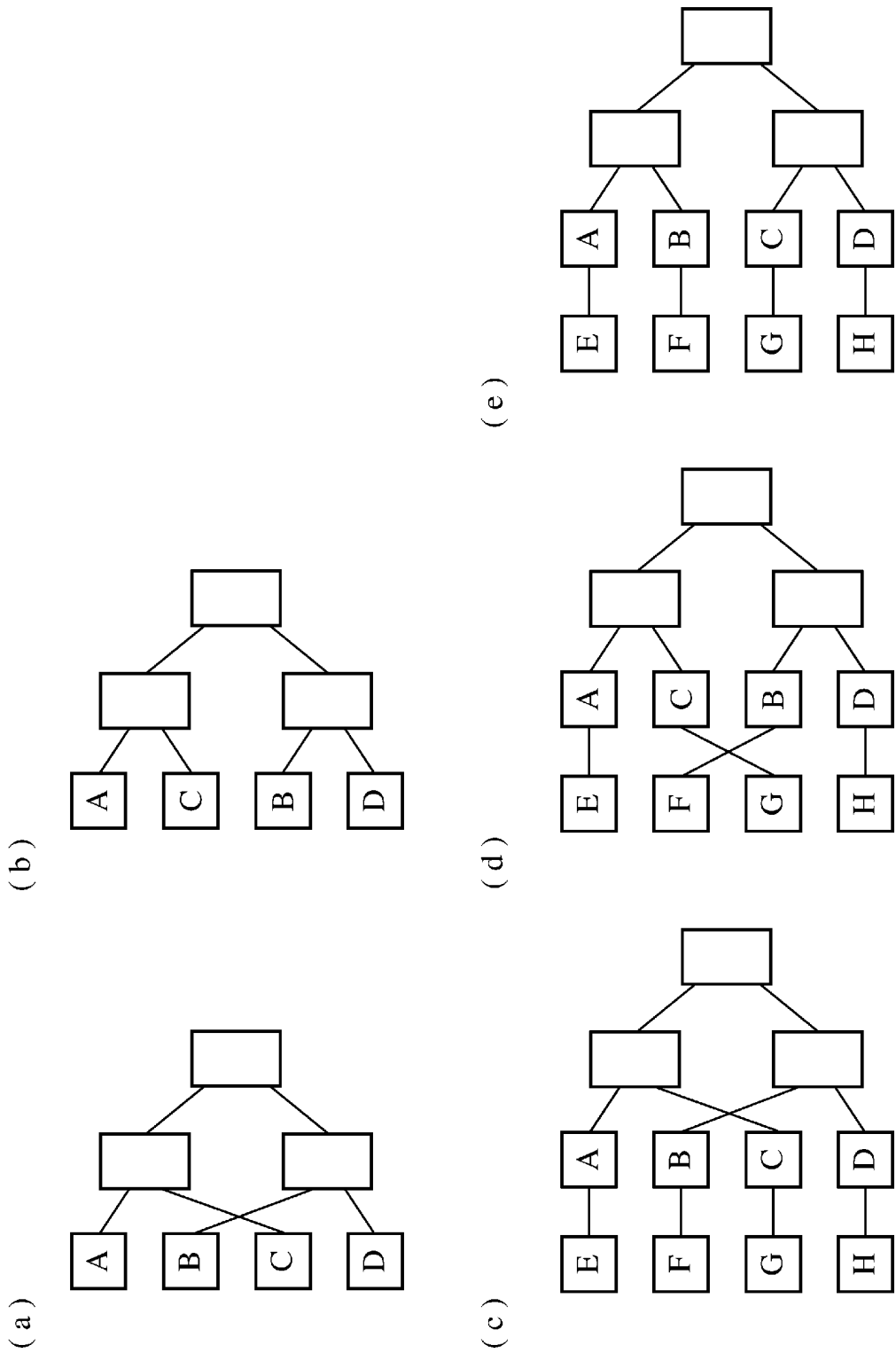
[図3]



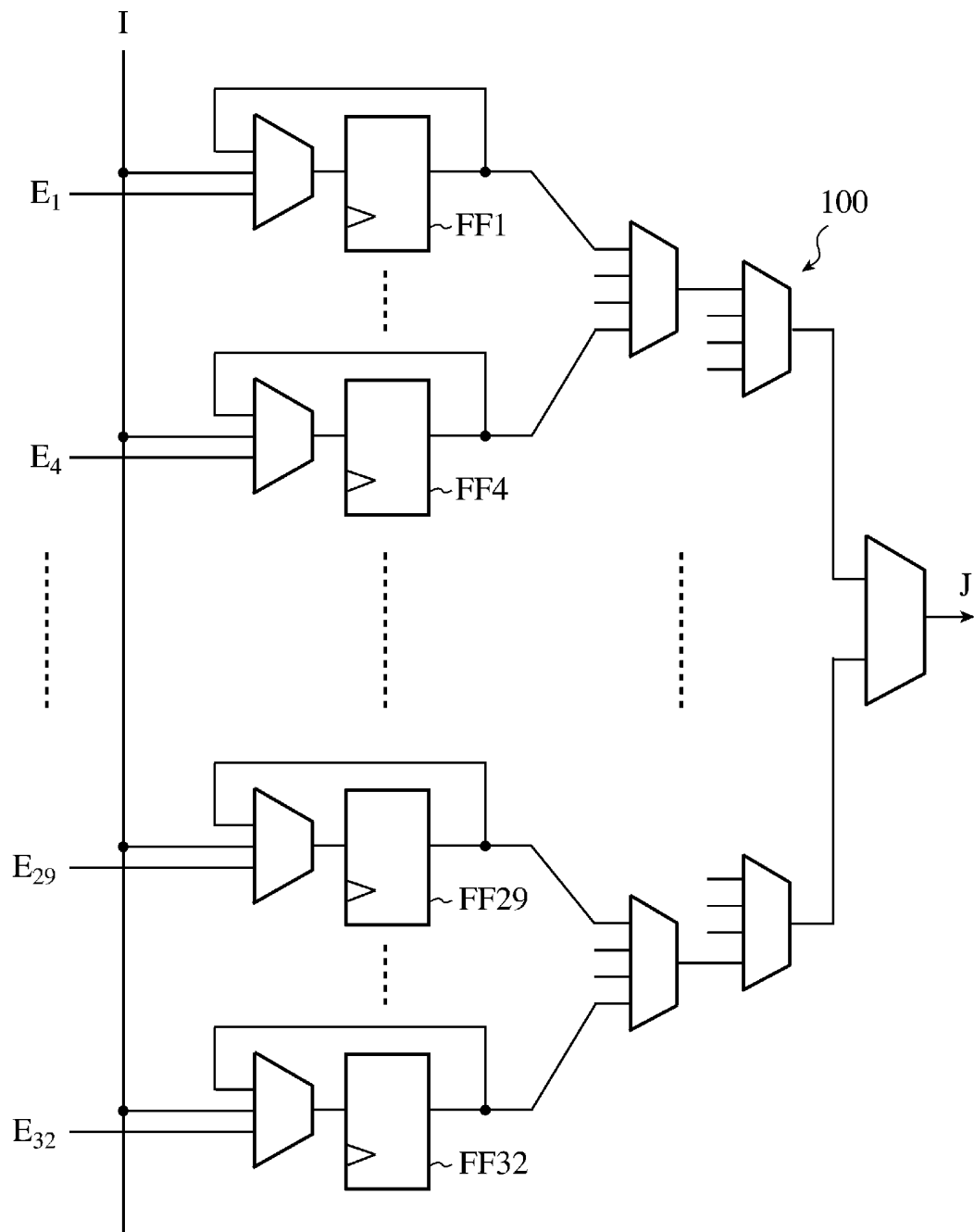
[図4]



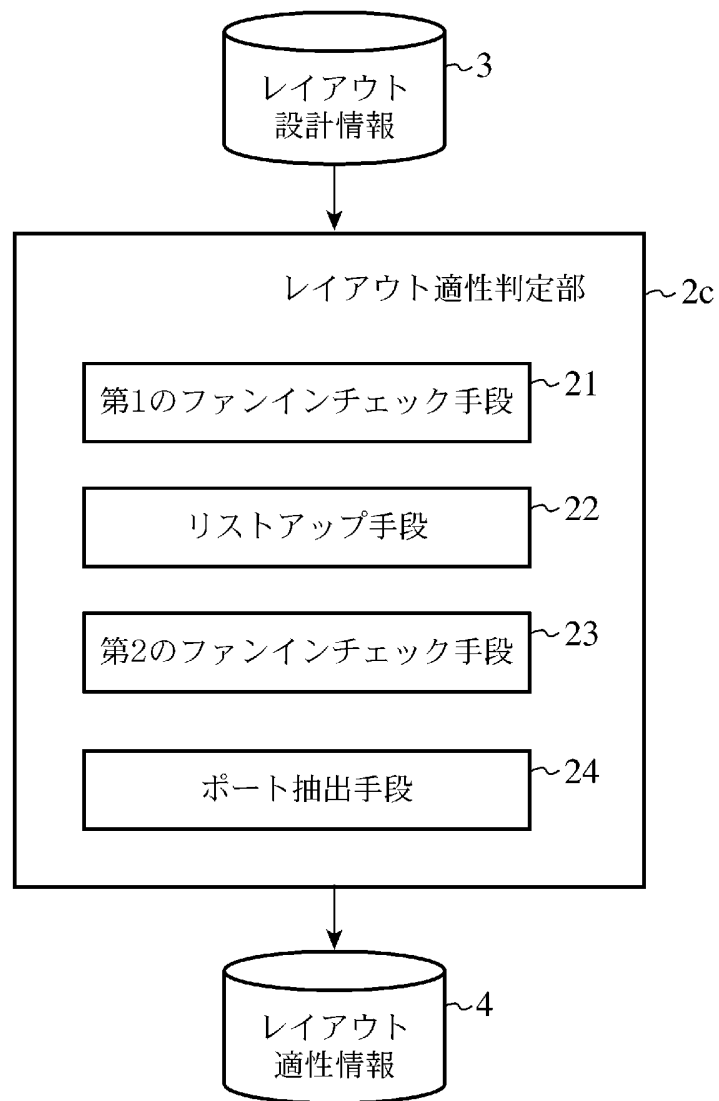
[図5]



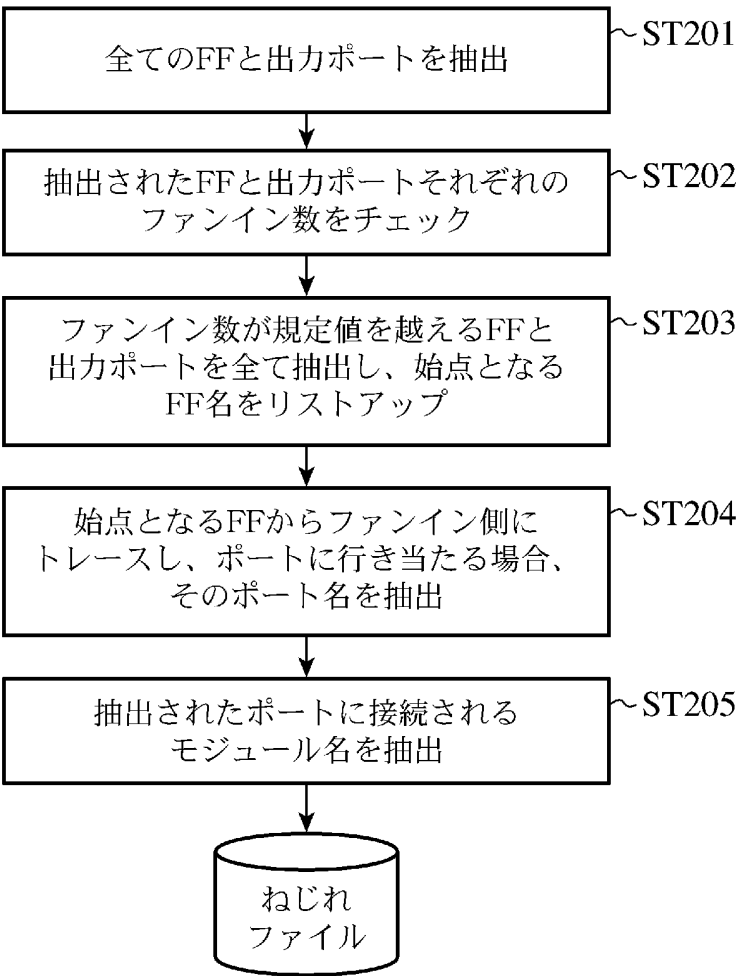
[図6]



[図7]



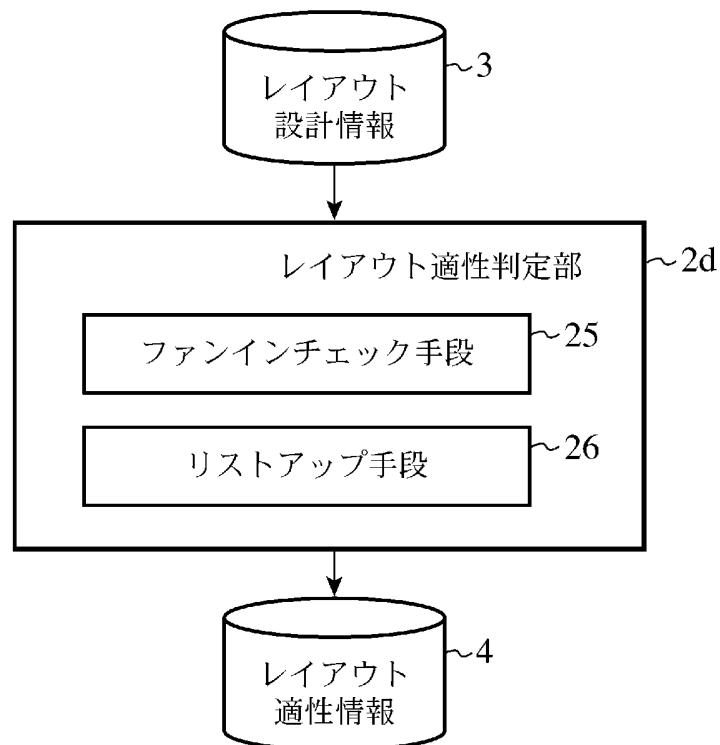
[図8]



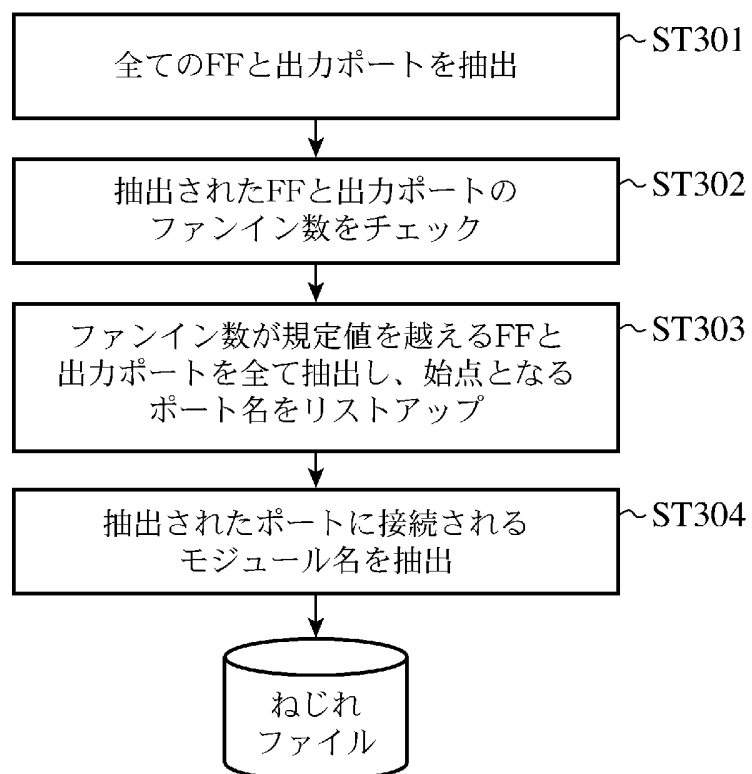
[図9]

終点名	ファンイン数	始点名	次の始点名 (ポート名)	接続先 モジュール名
J	32	SFF1	Bxxxx	BC
		SFF2	Axxxx	AG
		SFF3	Dxxxx	DP
		----	----	----
		SFFm	Gxxxx	GL
ZZZ	33	PFF1	Fxxxx	FE
		----	----	----
----	----	----	----	----

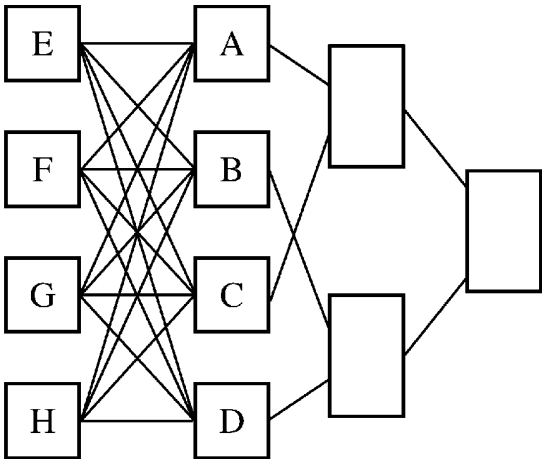
[図10]



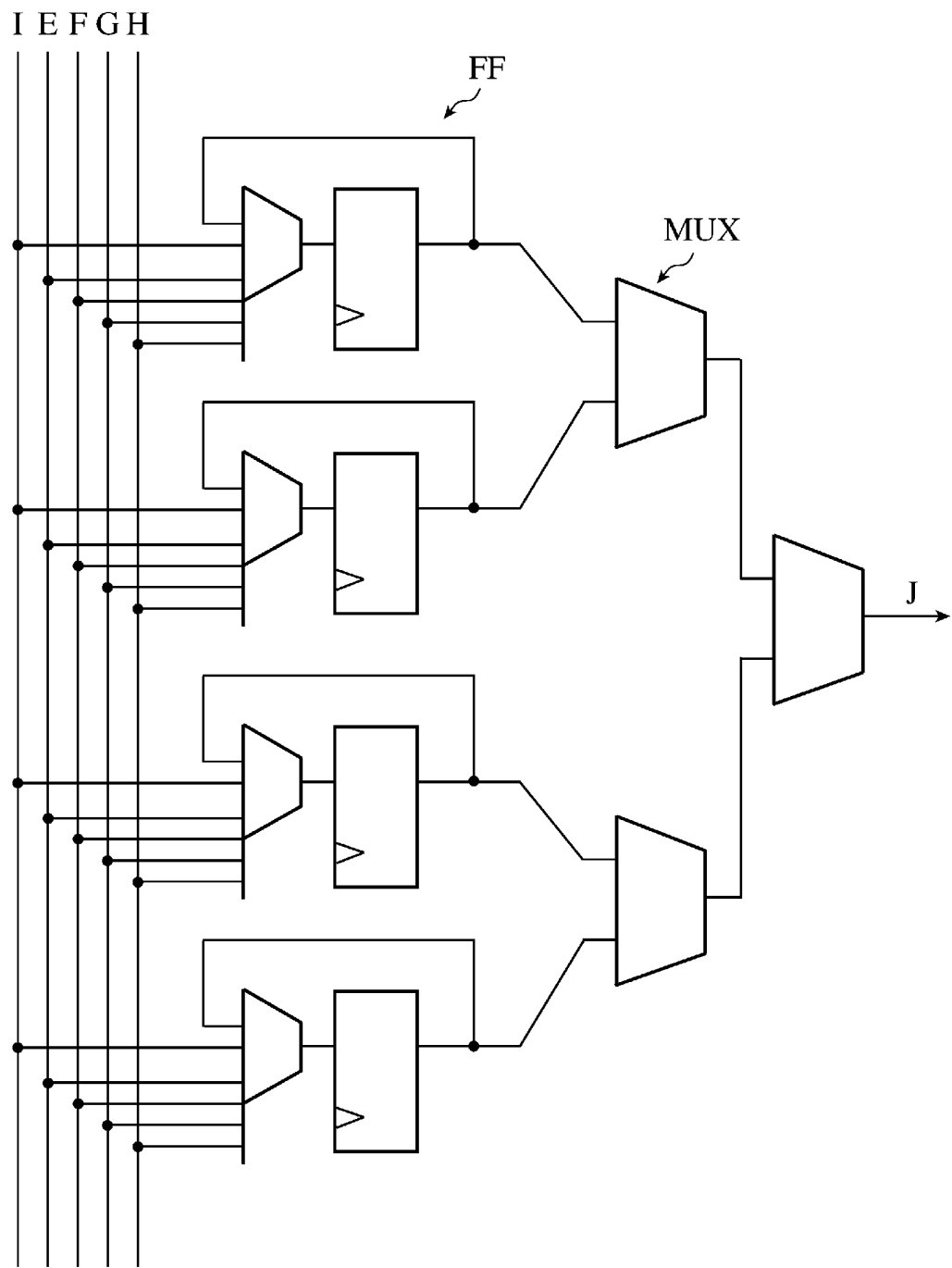
[図11]



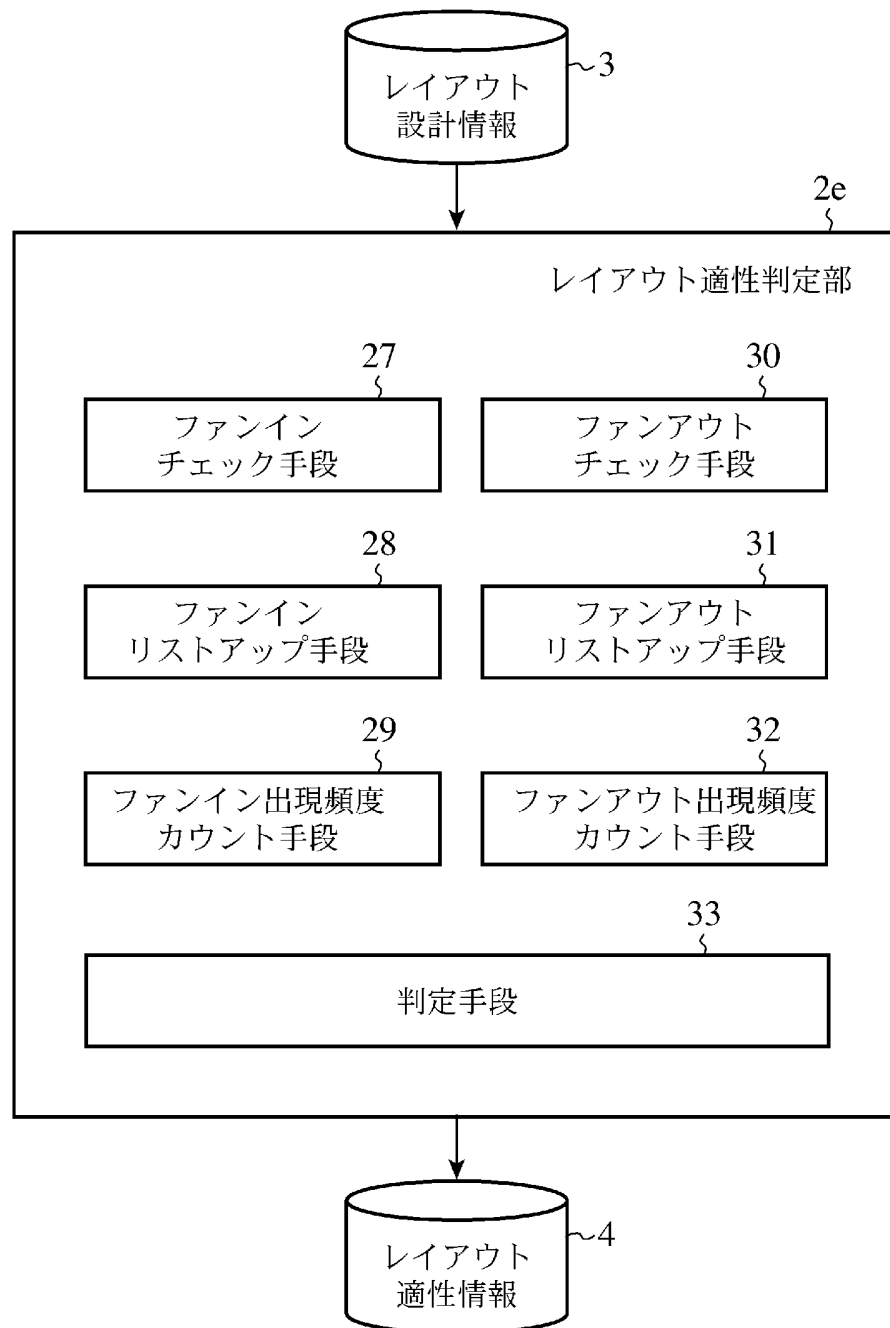
[図12]



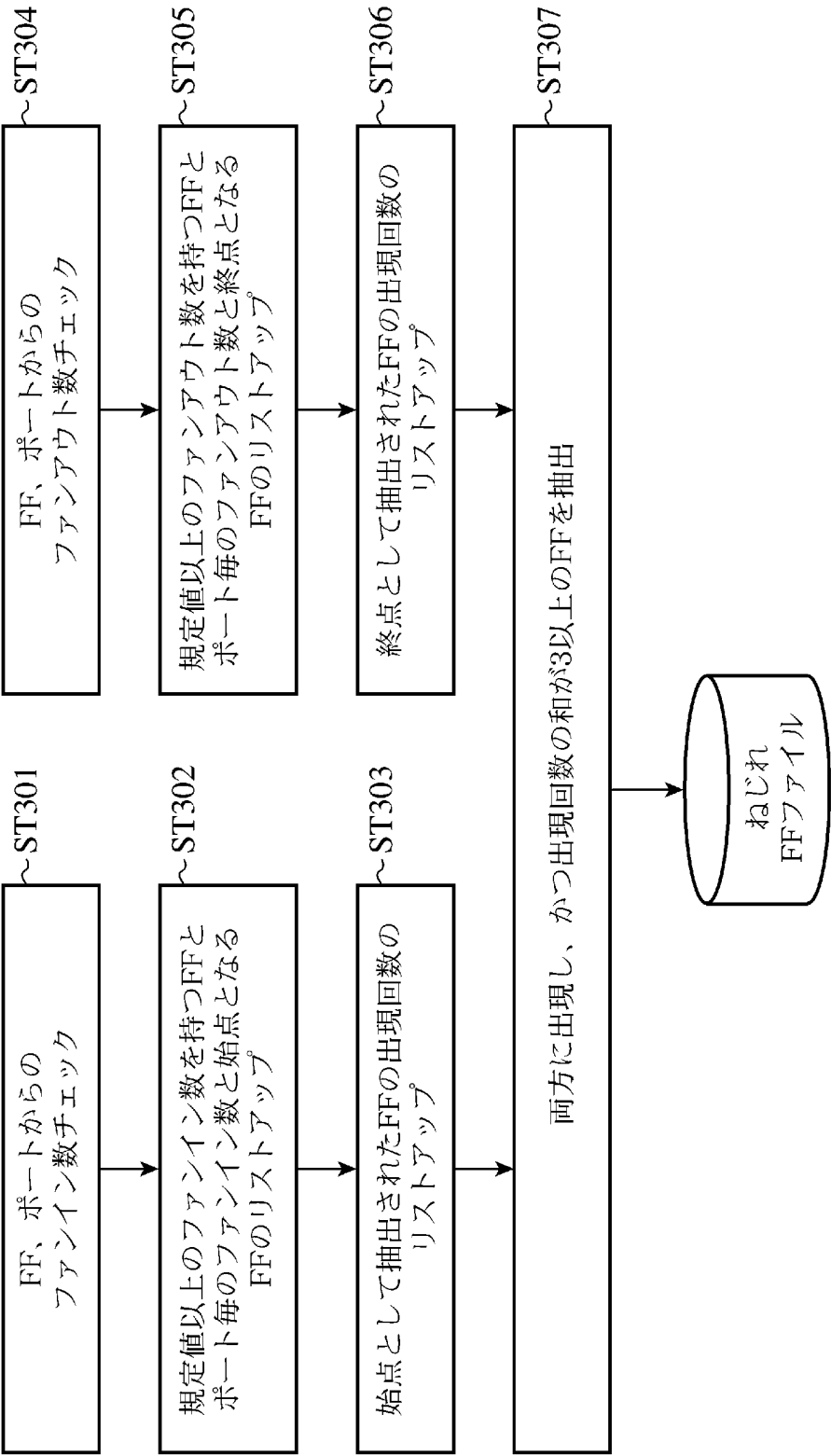
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G06F17/50

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)
Int.Cl⁷ G06F17/50

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-117089 A (Hitachi, Ltd.), 19 April, 2002 (19.04.02), Par. Nos. [0022] to [0033], [0057] (Family: none)	1-4, 9-10 5-6 7-8
Y A	JP 2003-233636 A (Fujitsu Ltd.), 22 August, 2003 (22.08.03), Par. Nos. [0004], [0019] to [0023] (Family: none)	5-6 7-8

☐ 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
15 October, 2004 (15.10.04)

Date of mailing of the international search report
02 November, 2004 (02.11.04)

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 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F17/50

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 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F17/50

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

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)

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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2002-117089 A (株式会社日立製作所) 2002.04.19 【0022】 - 【0033】 , 【0057】 (ファミリー無し)	1-4, 9-10 5-6 7-8
Y A	JP 2003-233636 A (富士通株式会社) 2003.08.22 【0004】 , 【0019】 - 【0023】 (ファミリー無し)	5-6 7-8

☐ 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

15.10.2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

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)

田中 幸雄

5H

9191

電話番号 03-3581-1101 内線 3531