

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5776413号  
(P5776413)

(45) 発行日 平成27年9月9日 (2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日 (2015.7.17)

(51) Int.Cl.  
G 0 6 F 17/50 (2006.01)

F I  
G O 6 F 17/50 6 5 8 K

請求項の数 9 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2011-165342 (P2011-165342)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成23年7月28日 (2011.7.28)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2013-29970 (P2013-29970A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年2月7日 (2013.2.7)	(74) 代理人	100092152
審査請求日	平成26年4月4日 (2014.4.4)		弁理士 服部 毅巖
		(72) 発明者	大塚 育生
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	坂田 寿康
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路設計支援装置、回路設計支援方法および回路設計支援プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第1のピン群と、前記第1のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第2のピン群とが与えられたとき、前記第1のピン群および前記第2のピン群それぞれにおいて所定距離内にある異なる前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定するペア候補決定部と、前記ペア候補決定部が決定した前記ペア候補を用いて前記第1のピン群および前記第2のピン群それぞれのピンのペアを決定するペア決定部と、を有することを特徴とする回路設計支援装置。

【請求項 2】

前記ペア決定部は、前記各ペア候補について、隣接する前記ペア候補の数が少ない前記ペア候補を優先してペアに決定することを特徴とする請求項1記載の回路設計支援装置。

【請求項 3】

前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補の数が等しい前記ペア候補が複数存在する場合、当該ペア候補それぞれの前記第1のピン群での距離および前記第2のピン群での距離の和が小さいペア候補をペアに決定することを特徴とする請求項2記載の回路設計支援装置。

【請求項 4】

前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補それぞれの前記第1のピン群および前記第2のピン群での距離の和が等しい場合、当該ペア候補のピンを含む当該ペア候補以外の全て

の前記ペア候補の距離の和を前記第 1 のピン群と前記第 2 のピン群について求め、前記距離の和が大きい方をペアに決定することを特徴とする請求項 3 記載の回路設計支援装置。

【請求項 5】

前記ペア候補決定部は、ピンに付与された信号の種別を識別する識別情報を参照して、同じ前記識別情報が付与されたピン間について前記ペア候補を決定することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の回路設計支援装置。

【請求項 6】

前記ペア候補決定部は、ピンに付与された前記識別情報の組み合わせから決まる前記ピンのペアのなり易さを示す指標を用いて、前記ペア候補を決定することを特徴とする請求項 5 記載の回路設計支援装置。

10

【請求項 7】

コンピュータが、配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群と、前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第 2 のピン群とが与えられたとき、前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれにおいて所定距離内にある異なる前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定し、

前記決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれのピンのペアを決定する、

ことを特徴とする回路設計支援方法。

【請求項 8】

コンピュータに、

20

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群と、前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第 2 のピン群とが与えられたとき、前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれにおいて所定距離内にある異なる前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定し、

決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれのピンのペアを決定する、

処理を実行させることを特徴とする回路設計支援プログラム。

【請求項 9】

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群が与えられたとき、与えられた前記第 1 のピン群において所定距離内にあるピン同士をペア候補に決定するペア候補決定部と、

30

前記ペア候補決定部が決定した前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群のピンのペアを決定するペア決定部と、

前記ペア決定部の決定に応じて前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となるピンを備える第 2 のピン群の論理接続情報の割り当てを調整する調整部と、

を有することを特徴とする回路設計支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は回路設計支援装置、回路設計支援方法および回路設計支援プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

BGA (Ball Grid Array) のピン間を配線するバスについて、所属するネット (論理接続情報) の引き出し経路を 1 ネットずつ探索して、バス内の全てのネットが BGA 外に脱出できるような配線引き出し経路を決定する技術が知られている。

【0003】

また、配線複数本分の間隔の総和を配線幅とする 1 本の仮想配線としてレイアウトした後、仮想配線を配線群に置換する技術が知られている。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-217302号公報

## 【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Lijuan Luo、他4名、「B-Escape: A Simultaneous Escape Routing Algorithm Based on Boundary Routing」、International Symposium on Physical Design Proceedings of the 19th international symposium on Physical design San Francisco, California USA 2010年 p.19-25

## 【発明の概要】

10

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ピンが密集している場合、仮想配線に含めるネットのピンの候補が近隣に複数存在するため、どのピンのネットをペアにして1つのバスとするべきかの判断が容易ではないという問題があった。

【0007】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、ペアにするネットのピンの判断を容易にする回路設計支援装置、回路設計支援方法および回路設計支援プログラムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

20

【0008】

上記目的を達成するために、開示の回路設計支援装置が提供される。この回路設計支援装置は、ペア候補決定部とペア決定部とを有している。

ペア候補決定部は、配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第1のピン群と、この第1のピン群の各ピンの配線の接続先となり論理接続情報を有するピンを備える第2のピン群とが与えられたとき、第1のピン群および第2のピン群それぞれにおいて所定距離内にある異なる論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定する。

【0009】

ペア決定部は、ペア候補決定部が決定したペア候補を用いて第1のピン群および第2のピン群それぞれのピンのペアを決定する。

30

## 【発明の効果】

【0010】

ペアにするネットのピンの判断を容易にすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態の回路設計支援装置を説明する図である。

【図2】第2の実施の形態の回路設計支援装置のハードウェア構成を示す図である。

【図3】第2の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

【図4】バスピン群記憶部に記憶されている情報を説明する図である。

【図5】ピン座標情報記憶部に記憶されている情報の一例を示す図である。

40

【図6】ペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

【図7】ペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

【図8】ペア候補グラフ作成部が作成したグラフを説明する図である。

【図9】ペア決定部が作成したグラフを説明する図である。

【図10】グラフ管理テーブルを示す図である。

【図11】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図12】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図13】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図14】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図15】ペア決定部の処理を説明する図である。

50

【図 1 6】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図 1 7】ペア決定部の処理を説明する図である。

【図 1 8】グラフの推移を示す図である。

【図 1 9】ピンペア情報記憶部に記憶されたターゲットピンのペアに関する情報を説明する図である。

【図 2 0】第 2 の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

【図 2 1】テーブル更新処理を示すフローチャートである。

【図 2 2】第 3 の実施の形態のネットリストを示す図である。

【図 2 3】第 3 の実施の形態のペア候補グラフ作成部が作成したグラフを示す図である。

10

【図 2 4】配線スペースが効率よく使える理由を説明する図である。

【図 2 5】第 4 の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

【図 2 6】第 4 の実施の形態のネットリストを示す図である。

【図 2 7】信号種別距離係数記憶部に記憶されている情報を説明する図である。

【図 2 8】第 4 の実施の形態のソースピン距離管理テーブルを示す図である。

【図 2 9】第 4 の実施の形態のターゲットピン距離管理テーブルを示す図である。

【図 3 0】第 4 の実施の形態のペア候補グラフ作成部が作成したグラフを説明する図である。

【図 3 1】第 4 の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

20

【図 3 2】第 5 の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

【図 3 3】第 5 の実施の形態のペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

【図 3 4】第 5 の実施の形態のグラフ管理テーブルを示す図である。

【図 3 5】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 3 6】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 3 7】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 3 8】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 3 9】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 4 0】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

【図 4 1】第 5 の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

30

【図 4 2】第 5 の実施の形態のピンペア情報記憶部に記憶されたターゲットピンのペアに関する情報を説明する図である。

【図 4 3】第 5 の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

【図 4 4】第 5 の実施の形態のテーブル更新処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、実施の形態の回路設計支援装置を、図面を参照して詳細に説明する。第 1 の実施の形態において、開示の回路設計支援装置の実施の形態について説明し、その後、第 2 の実施の形態において、開示の回路設計支援装置をより具体的に説明する。

40

【0013】

< 第 1 の実施の形態 >

図 1 は、第 1 の実施の形態の回路設計支援装置を説明する図である。

第 1 の実施の形態の回路設計支援装置（コンピュータ）1 は、プリント配線板（PCB）等に配置された BGA 等の配線設計を支援する装置である。この回路設計支援装置 1 は、基板情報格納部 1 a とペア候補決定部 1 b とペア決定部 1 c と配線部 1 d とを有している。なお、本実施の形態では、回路設計支援装置 1 が基板情報格納部 1 a を有する構成としたが、基板情報格納部 1 a は、回路設計支援装置 1 の外部に設けられていてもよい。

【0014】

基板情報格納部 1 a には、基板の同一層の所定の領域に設定されたバスピン間を接続す

50

る配線のネット（論理接続情報）等がリスト化された基板情報が格納されている。図 1 では、基板情報により具現化された基板 2 を示している。この基板 2 は、BGA を配置する領域 2 a、2 b を有している。領域 2 a には、ネットを有するピン p 1、p 2、p 3、p 4 を備える第 1 のピン群 3 と、第 1 のピン群 3 の各ピン p 1、p 2、p 3、p 4 の配線の接続先となるネットを有するピン p 5、p 6、p 7、p 8 を備える第 2 のピン群 4 とを有している。接続されるネット同士には、同じネット名（A、B、C、D）を示している。以下、例えばネット名 A のネットを「ネット A」と表記する。例えば、同じネット A の第 1 のピン群 3 のピン p 1 と第 2 のピン群 4 のピン p 5 が接続される。

【0015】

ペア候補決定部 1 b は、第 1 のピン群 3 および第 2 のピン群 4 それぞれにおいてピン間の距離を計測する。例えば基板 2 では、各ピンの一区画を距離 1 であるものと仮定すると、ピン p 1 と p 2 の最短距離は 1 である。ペア候補決定部 1 b は、第 1 のピン群 3 および第 2 のピン群 4 それぞれにおいて所定の距離内にある同じネットを有するピン同士をペア候補に決定する。図 1 に示す例では、ピンの距離が 2 以下のピン同士をペア候補に決定する。第 1 のピン群 3 においてピン p 2 とピン p 4 の組み合わせ、つまり、ネット B とネット D のピンの組み合わせは距離が 2 以上であるため、ペア候補から除外する。また、第 2 のピン群 4 においてピン p 5 とピン p 6 の組み合わせ、つまり、ネット A とネット B のピンの組み合わせは距離が 2 以上であるため、ペア候補から除外する。この結果、図 1 におけるペア候補は、ネット B とネット D およびネット A とネット B のピンの組み合わせを除外したネット A とネット C のピンの組み合わせ、ネット A とネット D のピンの組み合わせ、ネット B とネット C のピンの組み合わせ、およびネット C とネット D のピンの組み合わせの 4 つになる。図 1 では、各ネットのピンの組み合わせを、ピン間に直線を配置することで示している。

【0016】

ところで、ペア候補決定部 1 b は、第 1 のピン群 3 において所定の距離内にあるピン同士を計測した後に、第 1 のピン群 3 においてピンの距離が 2 以下のネットのピンについてのみ、ピン間の距離を計測するのが好ましい。この処理によって、ピンの距離を計測する回数を減らすことができる。

【0017】

ペア決定部 1 c は、ペア候補決定部 1 b が決定したペア候補を用いて第 1 のピン群 3 および第 2 のピン群 4 それぞれのピンのペアを決定する。ここで、ペア候補決定部 1 b が決定したペア候補は、それぞれのピン間隔が所定距離内にある。従って、ペア決定部 1 c が、ペア候補に基づきペアを決定することで、ペア間に行った配線に他のペアの配線が入り込んでしまう可能性を減らすことができる。例えば、第 1 のピン群 3 側のピン間の距離が短くなる組み合わせを考慮してピン p 1、p 2 と、ピン p 3、p 4 をペア候補に決定し、第 2 のピン群 4 側のピン p 5、p 6 とピン p 7、p 8 を最短距離で配線すると、配線が重なってしまう。このため、最短距離で配線をすることができない。

【0018】

ペア決定部 1 c は、第 1 のピン群 3 と第 2 のピン群 4 のうちいずれか一方のピン群の各ペア候補について、隣接するペア候補の数が少ないペア候補を優先してペアに決定するのが好ましい。この処理により、他のピンのペアの成立に影響を及ぼす可能性が低いピンを優先してペアに決定することで、ペアを成立する機会を増やすことができる。図 1 では、例えば、ピン p 2 は、ピン p 3 以外のペア候補が存在しないので、ピン p 2 とピン p 3 の組み合わせを最初にペアに決定するのが好ましい。この結果、ネット B とネット C のピンがペアになるので、残りのネット A とネット D のピンがペアになる。図 1 では、決定したペアを示している。

【0019】

配線部 1 d は、ペア決定部 1 c が決定したピンのペアを接続する配線を行う。具体的には、領域 2 a のピンのペアと領域 2 b のピンのペアを 1 つの配線で仮想的に接続した後にネットそれぞれの配線を行う。図 1 では、配線部 1 d が行った配線の一例を示している。

## 【 0 0 2 0 】

なお、ペア候補決定部 1 b、ペア決定部 1 c および配線部 1 d は、回路設計支援装置 1 が有する C P U (Central Processing Unit) が備える機能により実現することができる。また、基板情報格納部 1 a は、回路設計支援装置 1 が有する R A M (Random Access Memory) やハードディスクドライブ (H D D :Hard Disk Drive) 等が備えるデータ記憶領域により実現することができる。

## 【 0 0 2 1 】

< 第 2 の実施の形態 >

図 2 は、第 2 の実施の形態の回路設計支援装置のハードウェア構成を示す図である。

回路設計支援装置 1 0 は、C P U 1 0 1 によって装置全体が制御されている。C P U 1 0 1 には、バス 1 0 8 を介して R A M 1 0 2 と複数の周辺機器が接続されている。

10

## 【 0 0 2 2 】

R A M 1 0 2 は、回路設計支援装置 1 0 の主記憶装置として使用される。R A M 1 0 2 には、C P U 1 0 1 に実行させる O S (Operating System) のプログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、R A M 1 0 2 には、C P U 1 0 1 による処理に使用する各種データが格納される。

## 【 0 0 2 3 】

バス 1 0 8 には、ハードディスクドライブ 1 0 3、グラフィック処理装置 1 0 4、入力インタフェース 1 0 5、ドライブ装置 1 0 6、および通信インタフェース 1 0 7 が接続されている。

20

## 【 0 0 2 4 】

ハードディスクドライブ 1 0 3 は、内蔵したディスクに対して、磁氣的にデータの書き込みおよび読み出しを行う。ハードディスクドライブ 1 0 3 は、回路設計支援装置 1 0 の二次記憶装置として使用される。ハードディスクドライブ 1 0 3 には、O S のプログラム、アプリケーションプログラム、および各種データが格納される。なお、二次記憶装置としては、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置を使用することもできる。

## 【 0 0 2 5 】

グラフィック処理装置 1 0 4 には、モニタ 1 0 4 a が接続されている。グラフィック処理装置 1 0 4 は、C P U 1 0 1 からの命令に従って、画像をモニタ 1 0 4 a の画面に表示させる。モニタ 1 0 4 a としては、C R T (Cathode Ray Tube) や液晶表示装置等が挙げられる。

30

## 【 0 0 2 6 】

入力インタフェース 1 0 5 には、キーボード 1 0 5 a とマウス 1 0 5 b とが接続されている。入力インタフェース 1 0 5 は、キーボード 1 0 5 a やマウス 1 0 5 b から送られてくる信号を C P U 1 0 1 に送信する。なお、マウス 1 0 5 b は、ポインティングデバイスの一例であり、他のポインティングデバイスを使用することもできる。他のポインティングデバイスとしては、例えばタッチパネル、タブレット、タッチパッド、トラックボール等が挙げられる。

## 【 0 0 2 7 】

ドライブ装置 1 0 6 は、例えば、光の反射によって読み取り可能なようにデータが記録された光ディスクや、U S B (Universal Serial Bus) メモリ等の持ち運び可能な記録媒体に記録されたデータの読み取りを行う。例えば、ドライブ装置 1 0 6 が光学ドライブ装置である場合、レーザ光等を利用して、光ディスク 2 0 0 に記録されたデータの読み取りを行う。光ディスク 2 0 0 には、B l u - r a y (登録商標)、D V D (Digital Versatile Disc)、D V D - R A M、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory)、C D - R (Recordable) / R W (ReWritable) 等が挙げられる。

40

## 【 0 0 2 8 】

通信インタフェース 1 0 7 は、ネットワーク 5 0 に接続されている。通信インタフェース 1 0 7 は、ネットワーク 5 0 を介して、他のコンピュータまたは通信機器との間でデータを送受信する。

50

## 【 0 0 2 9 】

以上のようなハードウェア構成によって、本実施の形態の処理機能を実現することができる。

回路設計支援装置 10 は、回路設計対象の基板上に配置される BGA 等の部品間を接続する各バス（ネットの束）について、配線プラン（バスの配線経路および配線層の割り当てを示す情報）を生成する機能を有している。回路設計支援装置 10 内には、以下のような機能が設けられる。

## 【 0 0 3 0 】

図 3 は、第 2 の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

回路設計支援装置 10 は、バスピン群記憶部 11 と、ピン座標情報記憶部 12 と、ネット情報記憶部 13 と、部品情報記憶部 14 と、ネット種別情報記憶部 15 と、ペア候補グラフ作成部 16 と、ペア決定部 17 と、結果出力部 18 と、ピンペア情報記憶部 19 とを有している。

10

## 【 0 0 3 1 】

図 4 は、バスピン群記憶部に記憶されている情報を説明する図である。

図 4 に示す基板 110 には、それぞれ複数のピンホール PH1 が形成された領域 111、112 が設けられている。領域 111、112 には、BGA 等の部品が載置される。領域 111、112 の所定のピンホール PH1 には、バスピン P1 が配置されている。図 4 では、バスピン P1 が配置されている箇所にバスピンのネットを示すアルファベットを示している。領域 111 に配置されたバスピン P1 に付したアルファベットと領域 112 に配置されたバスピン P1 に付したアルファベットの一致するバスピン P1 が、同じネットのバスピン P1 である。

20

## 【 0 0 3 2 】

バスピン群記憶部 11 には、領域 111、112 の各バスピン P1 の座標、バスピン P1 に接続されるネット（論理接続情報）の ID、バスピンの形状（円、矩形等）、およびバスピンの半径等が記憶されている。

## 【 0 0 3 3 】

バスピン P1 は、シングル（他のバスピン P1 との組み合わせが決定していない）のバスピン P1 と、他のバスピン P1 との組み合わせが決定している差動ペアのバスピン P1 が存在する。例えば、ネット N のバスピン P1 とネット O のバスピン P1 とは差動ペアを構成するバスピン P1 であり、ペアが確定している。ネット A ~ ネット M のバスピンは、ペアが未確定である。

30

## 【 0 0 3 4 】

回路設計支援装置 10 は、ペアが未確定のネット A ~ ネット M をグループにして単層のバス配線で領域 111、112 間を接続する処理を行う。本実施の形態では、2 つのネットをグループにした 1 つのバス配線で領域 111、112 間を接続する場合について説明するが、3 つ以上のネットをグループにした 1 つのバス配線で領域 111、112 間を接続する場合にも適用することができる。

## 【 0 0 3 5 】

領域 111 および領域 112 には、各バスピン P1 の位置を識別する座標（相対座標）が、配線設計に対する入力情報として予め設定されている。例えば、領域 111、112 の左上が原点（0, 0）に設定されており、領域 111 のネット A のバスピン P1 の座標は（1, 1）である。

40

## 【 0 0 3 6 】

以下、領域 111 に配置されたバスピン P1 を「ソースピン P1」とも言い、領域 112 に配置されたバスピン P1 を「ターゲットピン P1」とも言う。

図 5 は、ピン座標情報記憶部に記憶されている情報の一例を示す図である。

## 【 0 0 3 7 】

本実施の形態では、情報がテーブル化されてピン座標情報記憶部に記憶されている。

図 5 に示すネットリスト 12a には、ピン ID、ピン群 ID、ネット、座標およびペア

50

ピンIDの欄が設けられている。横方向に並べられた情報同士が互いに関連づけられている。

【0038】

ピンIDの欄には、バスピンP1それぞれを識別するIDが設定されている。ピンIDは、バスピンP1毎に設けられており、同じネットのバスピンP1であってもピンIDは異なる。

【0039】

ピン群IDの欄には、領域111のバスピンP1か、領域112のバスピンP1かを識別する情報が設定されている。具体的には、領域111のバスピンP1には「左」、領域112のバスピンP2には「右」が設定されている。

10

【0040】

ネットの欄には、バスピンP1のネットを識別する情報が設定されている。

座標の欄には、バスピンP1の相対座標が設定されている。

ペアピンIDの欄には、差動ペアを構成するバスピンを識別する番号が設定されている。例えば、ペアピンIDに「28」が設定されバスピンID27のバスピンP1は、バスピンID28のバスピンP1と差動ペアを構成するピンである。

【0041】

再び図3に戻って説明する。ネット情報記憶部13には、バスに属するネット毎に、ネットが所属するバス、ソースピンP1、ターゲットピンP1および配線幅等を識別する情報が記憶されている。

20

【0042】

部品情報記憶部14には、領域111、112毎に、領域の基準位置（例えば、領域111の左上の頂点）の座標、左上ピン（例えば、ピン番号AのバスピンP1）の中心座標、領域の幅や高さ、バスピンP1間の距離、バスピンP1の配列数等が記憶されている。

【0043】

ネット種別情報記憶部15には、ネットの種別を識別する情報が記憶されている。

ペア候補グラフ作成部16は、ネットリスト12aを用いてバスピンP1のペアを構成する候補（ペア候補）のグラフを作成する。なお、ここで言うグラフはグラフ理論上のグラフである。ペア候補グラフ作成部16は、グラフを作成する際、領域111、112それぞれにおいてバスピンP1間の距離を記憶したソースピン距離管理テーブルを作成する。

30

【0044】

図6は、ペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

図6に示すソースピン距離管理テーブル16aは、ペア候補グラフ作成部16が測定したソースピンP1間の距離を記憶するテーブルである。ソースピン距離管理テーブル16aの行方向および列方向には、それぞれピンIDおよびネットの欄が設定されている。

【0045】

ペア候補グラフ作成部16は、各ソースピンP1間の距離を測定し、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出する。この処理により、距離が2より大きな箇所のソースピンP1の組み合わせは、ペア候補から除外する。なお、距離が2以下は一例である。図6では、抽出したソースピンP1の組み合わせを斜線で示している。なお、図6においては、距離が2より大きいソースピンP1の組み合わせの箇所は、「>2」または、実測値を示している。

40

【0046】

次に、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出した箇所を明記したターゲットピン距離管理テーブルを作成する。

図7は、ペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

【0047】

図7に示すターゲットピン距離管理テーブル16bは、ペア候補グラフ作成部16が測定したターゲットピンP1間の距離を記憶するテーブルである。ターゲットピン距離管理

50



テーブル 16b の行方向および列方向には、それぞれピン ID およびネットの欄が設定されている。図 7 では、距離が 2 以下のソースピン P1 の組み合わせのネットと同じネットの組み合わせを斜線で示している。ペア候補グラフ作成部 16 は、ターゲットピン距離管理テーブル 16b の斜線で示された箇所について、ターゲットピン P1 間の距離を測定する。すなわち、ペア候補グラフ作成部 16 は、距離が 2 より大きな箇所のソースピン P1 の組み合わせは、ペア候補から除外したので、ターゲットピン P1 側でも距離の測定を省略する。測定を省略することにより、距離を測定する箇所を減らすことができる。図 7 では、距離が 2 以下のターゲットピン P1 の組み合わせの実測値を示し、距離が 2 より大きいターゲットピン P1 の組み合わせは、実測値の図示を省略している。そして、ペア候補グラフ作成部 16 は、抽出したソースピン P1 の組み合わせおよびターゲットピン P1 の組み合わせに基づいて、グラフを作成する。

10

#### 【0048】

図 8 は、ペア候補グラフ作成部が作成したグラフを説明する図である。

図 8 には、ペア候補グラフ作成部 16 が作成したグラフ L とグラフ R を示している。グラフ L は、各ソースピン P1 をノードに設定し、ソースピン距離管理テーブル 16a において距離が 2 以下のソースピン P1 間に枝を張ったグラフである。グラフ R は、各ターゲットピン P1 をノードに設定し、ターゲットピン距離管理テーブル 16b において距離が 2 以下のターゲットピン P1 間に枝を張ったグラフである。なお、グラフ R では、距離が 2 以下のターゲットピン P1 の組み合わせのうち、グラフ L 側で距離が 2 より大きいソースピン P1 の組み合わせに対応するターゲットピン P1 の組み合わせを点線で示している。

20

#### 【0049】

ペア決定部 17 は、ペア候補グラフ作成部 16 が作成したグラフ L およびグラフ R に基づいて、バス配線を行うバスピン P1 のペアを決定する。ペア決定部 17 は、グラフ L およびグラフ R に基づき、バスピン P1 のペアを決定することで、ペアのネットの配線経路の間に他のネットの配線経路が入り込んでしまう可能性を減らすことができる。具体的には、まず、ペア決定部 17 は、グラフ R の各枝を頂点とし、グラフ R で隣接（頂点を共有）する枝間に枝を出したグラフ（以下、グラフ G という）を作成する。

#### 【0050】

図 9 は、ペア決定部が作成したグラフを説明する図である。

30

図 9 では、グラフ R の枝に 1 から 16 まで ID を振っている。グラフ G の頂点の ID が、グラフ R の枝の番号に対応している。すなわち、グラフ G の 1 つの頂点が 1 つのペア候補に対応している。例えば、グラフ G の ID「1」の頂点は、ID「2」、ID「3」および ID「4」の頂点に接続されている。これは、ネット A のターゲットピン P1 とネット D のターゲットピン P1 のペア候補は、ネット A のターゲットピン P1 とネット B のターゲットピン P1 のペア候補、ネット D のターゲットピン P1 とネット F のターゲットピン P1 のペア候補、およびネット D のターゲットピン P1 とネット B のターゲットピン P1 のペア候補に隣接していることを示している。なお、グラフ G の形状は特に限定されない。

#### 【0051】

40

ペア決定部 17 は、作成したグラフ G の各頂点から出ている枝の数（以下、次数と言う）を計数し、グラフ管理テーブルを作成する。

図 10 は、グラフ管理テーブルを示す図である。

#### 【0052】

グラフ管理テーブル 17a は、G 頂点 ID、ネットの組、採否、採択順、次数、隣接頂点、枝距離、および機会逸失距離の欄が設けられている。横方向に並べられた情報同士が互いに関連づけられている。

#### 【0053】

G 頂点 ID の欄には、グラフ G の頂点の ID が設定される。

ネットの組の欄には、G 頂点 ID に対応するペア候補を構成するターゲットピン P1 の

50

ネットの組み合わせが設定される。

#### 【 0 0 5 4 】

採否の欄には、G 頂点 I D に対応するペア候補がペアとして採択されたか否かを識別する情報が設定される。具体的には、採択されたペア候補の欄には「採」が設定される。採択されなかったペア候補の欄には「否」が設定される。なお、初期状態は未決を示す「未」が設定されている。

#### 【 0 0 5 5 】

採択順の欄には、ペアを採択した順序を示す値が設定される。初期状態は空白である。

次数の欄には、前述したように、作成したグラフ G の各頂点から出ている枝の数が設定される。

10

#### 【 0 0 5 6 】

隣接頂点の欄には、G 頂点 I D の欄の I D を備える頂点に隣接する頂点の G 頂点 I D が設定される。

枝距離の欄には、さらに、左 L、右 R、合計の欄が設けられている。左 L の欄には、ネットの組の欄に設定されたネットのグラフ L のソースピン P 1 の距離が設定される。例えば、1 行目のネット A のソースピン P 1 とネット D のソースピン P 1 間の距離 1 . 4 ( 小数点 2 桁以下切り捨て ) が設定されている。右 R の欄には、ネットの組の欄に設定されたネットのグラフ R のターゲットピン P 1 の距離が設定される。合計の欄には、左 L の欄に設定された距離と右 R の欄に設定された距離の合計値が設定される。

#### 【 0 0 5 7 】

20

機会逸失距離の欄には、さらに左 L、右 R、合計の欄が設けられている。左 L の欄には、当該レコードのネットの組を採択することによりペアの成立機会を逸失するグラフ L 側のソースピン P 1 のペアの距離が設定されている。右 R の欄には、当該レコードのネットの組を採択することによりペアの成立機会を逸失するグラフ R 側のターゲットピン P 1 のペアの距離が設定されている。合計の欄には、左 L の欄に設定された距離と右 R の欄に設定された距離の合計値が設定される。

#### 【 0 0 5 8 】

ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a を用いてターゲットピン P 1 のペア候補からターゲットピン P 1 のペアを決定する処理を繰り返す。以下、グラフ管理テーブル 1 7 a を用いてペア決定部 1 7 の処理を説明する。

30

#### 【 0 0 5 9 】

図 1 1 ~ 図 1 7 は、ペア決定部の処理を説明する図である。

ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a を参照し、次数の最も小さいグラフ G の G 頂点 I D を取得する。図 1 1 に示すグラフ管理テーブル 1 7 a では、G 頂点 I D 「 1 5 」の次数が「 1 」で最も小さい。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 5 」に対応するネット K のターゲットピン P 1 とネット M のターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 5 」の採否の欄を「採」に設定する。また、G 頂点 I D 「 1 5 」の採択順の欄に「 1 」を設定する。このように、次数が小さい順にペアに決定すること、すなわち、他のターゲットピン P 1 のペアの成否に影響を与える可能性の少ないペア候補から順に処理を進めることで、最終的に成立するペアの個数が増える可能性を高めることができる。

40

#### 【 0 0 6 0 】

ところで、図 9 のグラフ R を参照すると、ネット K のターゲットピン P 1 とネット M のターゲットピン P 1 のペアの決定により、枝「 1 4 」により接続されたターゲットピン P 1 のペア、すなわち、ネット L のターゲットピン P 1 とネット M のターゲットピン P 1 のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 4 」の頂点を、グラフ G から削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 4 」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「 1 4 」を削除する。「 1 4 」を削除した結果、G 頂点 I D 「 1 3 」の隣接頂点の数が 1 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、

50

G 頂点 I D 「 1 3 」 の次数の欄を 3 から 2 に更新する。図 1 1 の円で囲った「 2 < 3 」は、次数が 3 から 2 に更新されたことを示している。なお、以下の図面の説明においても、注目すべき箇所を円で囲むこととする。なお、ペア決定部 1 7 は、次数の更新に伴い、グラフ管理テーブル 1 7 a の枝距離および機会逸失距離も更新する。更新のタイミングは任意である。また、採否の欄が「採」または「否」の枝距離および機会逸失距離については、更新しなくてもよい。以下、グラフ管理テーブル 1 7 a において、採否の欄を「否」に設定したレコードの G 頂点 I D、次数および隣接頂点の欄を斜線で示す。また、採否の欄を「採」に設定したレコードの隣接頂点の欄を斜線で示す。採否の欄を「否」に設定したレコードについては、次数の欄を更新しない。

【 0 0 6 1 】

10

1 つのペアを決定したので、ペア決定部 1 7 は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」である G 頂点 I D を取得する。図 1 1 に示すグラフ管理テーブル 1 7 a では、G 頂点 I D 「 1 3 」および G 頂点 I D 「 1 6 」の次数がそれぞれ「 2 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 3 」および G 頂点 I D 「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄を参照し、値が小さい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ここで、G 頂点 I D 「 1 3 」および G 頂点 I D 「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄はともに「 2 . 8 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 3 」および G 頂点 I D 「 1 6 」それぞれの機会逸失距離の合計の欄を参照し、値が大きい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。

【 0 0 6 2 】

20

ここで、G 頂点 I D 「 1 3 」の機会逸失距離の合計の欄には「 5 . 8 」が設定されており、G 頂点 I D 「 1 6 」の機会逸失距離の合計の欄には「 4 . 8 」が設定されている。このため、ペア決定部 1 7 は、図 1 2 に示すように、グラフ G 頂点 I D 「 1 3 」に対応するネット J のターゲットピン P 1 とネット L のターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。これは、G 頂点 I D 「 1 3 」を残すと、G 頂点 I D 「 1 3 」のネットの組のターゲットピン P 1 とその他のターゲットピン P 1 の距離が、G 頂点 I D 「 1 6 」を残した場合に比べ大きくなってしまい、ペアの成立する可能性が減ってしまうからである。ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 3 」の採否の欄を「採」に設定する。また、G 頂点 I D 「 1 3 」の採択順の欄に「 2 」を設定する。ここで、図 9 のグラフ R を参照すると、ネット J のターゲットピン P 1 とネット L のターゲットピン P 1 のペアの決定により、新たに枝「 1 0 」および枝「 1 2 」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 0 」および「 1 2 」の頂点を、グラフ G から削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部 1 7 は、図 1 3 に示すように、G 頂点 I D 「 1 0 」および「 1 2 」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「 1 0 」および「 1 2 」を削除する。「 1 0 」および「 1 2 」を削除した結果、G 頂点 I D 「 5 」の隣接頂点の数が 1 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 5 」の次数の欄を 4 から 3 に更新する。また、G 頂点 I D 「 9 」の隣接頂点の数が 1 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 9 」の次数の欄を 4 から 3 に更新する。また、G 頂点 I D 「 1 1 」の隣接頂点の数が 2 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 1 」の次数の欄を 4 から 2 に更新する。

30

40

【 0 0 6 3 】

1 つのペアを決定したので、ペア決定部 1 7 は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」である G 頂点 I D を取得する。図 1 3 に示すグラフ管理テーブル 1 7 a では、G 頂点 I D 「 1 1 」および G 頂点 I D 「 1 6 」の次数がそれぞれ「 2 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 1 」および G 頂点 I D 「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄を参照し、値が小さい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ここで、G 頂点 I D 「 1 1 」の枝距離の合計の欄は「 2 . 4 」であり、G 頂点 I D 「 1 6 」の枝距離の合計の欄は「 2 . 8 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 1 」に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D 「 1 1 」の採否の欄を「採」に設定する。また、G 頂点 I D 「

50

「 1 1 」の採択順の欄に「 3 」を設定する。ここで、図 9 のグラフ R を参照すると、ネット G のターゲットピン P 1 とネット I のターゲットピン P 1 のペアの決定により、新たに枝「 5 」および枝「 9 」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 5 」および「 9 」の頂点を、グラフ G から削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部 1 7 は、図 1 4 に示すように、G 頂点 I D「 5 」および「 9 」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「 5 」および「 9 」を削除する。「 5 」および「 9 」を削除した結果、G 頂点 I D「 3 」の隣接頂点の数が 2 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 3 」の次数の欄を 4 から 2 に更新する。

【 0 0 6 4 】

1 つのペアを決定したので、ペア決定部 1 7 は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」である G 頂点 I D を取得する。図 1 4 に示すグラフ管理テーブル 1 7 a では、G 頂点 I D「 3 」および G 頂点 I D「 1 6 」の次数がそれぞれ「 2 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 3 」および G 頂点 I D「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄を参照し、値が小さい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ここで、G 頂点 I D「 3 」および G 頂点 I D「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄はともに「 2 . 8 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 3 」および G 頂点 I D「 1 6 」それぞれの機会逸失距離の合計の欄を参照し、値が大きい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ここで、G 頂点 I D「 3 」の機会逸失距離の合計は「 5 . 2 」が設定されており、G 頂点 I D「 1 6 」の機会逸失距離の合計の欄には「 4 . 8 」が設定されている。このため、ペア決定部 1 7 は、グラフ G 頂点 I D「 3 」に対応するネット D のターゲットピン P 1 とネット F のターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 3 」の採否の欄を「採」に設定する。また、G 頂点 I D「 3 」の採択順の欄に「 4 」を設定する。ここで、図 9 のグラフ R を参照すると、ネット D のターゲットピン P 1 とネット F のターゲットピン P 1 のペアの決定により、新たに枝「 1 」および枝「 4 」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 1 」および G 頂点 I D「 4 」の頂点を、グラフ G から削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部 1 7 は、図 1 5 に示すように、G 頂点 I D「 1 」および「 4 」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「 1 」および「 4 」を削除する。「 1 」および「 4 」を削除した結果、G 頂点 I D「 6 」の隣接頂点の数が 1 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 6 」の次数の欄を 5 から 4 に更新する。また、G 頂点 I D「 7 」の隣接頂点の数が 1 つ減るので、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 7 」の次数の欄を 4 から 3 に更新する。

【 0 0 6 5 】

1 つのペアを決定したので、ペア決定部 1 7 は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」である G 頂点 I D を取得する。図 1 5 に示すグラフ管理テーブル 1 7 a では、G 頂点 I D「 2 」および G 頂点 I D「 1 6 」の次数がそれぞれ「 2 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 2 」および G 頂点 I D「 1 6 」それぞれの枝距離の合計の欄を参照し、値が小さい G 頂点 I D に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ここで、G 頂点 I D「 2 」の枝距離の合計の欄は「 3 」であり、G 頂点 I D「 1 6 」の枝距離の合計の欄は「 2 . 8 」である。このため、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 1 6 」に対応するターゲットピン P 1 のペア候補をペアに決定する。ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 1 6 」の採否の欄を「採」に設定する。また、G 頂点 I D「 1 6 」の採択順の欄に「 5 」を設定する。ここで、図 9 のグラフ R を参照すると、ネット B のターゲットピン P 1 とネット C のターゲットピン P 1 のペアの決定により、新たに枝「 6 」および枝「 8 」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部 1 7 は、G 頂点 I D「 6 」および「 8 」の頂点を、グラフ G から削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部 1 7 は、図 1 6 に示すように、G 頂点 I D「 6 」および「 8 」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の採否の欄が「未」の全てのレコー

10

20

30

40

50

ドの隣接頂点の欄から、「6」および「8」を削除する。「6」および「8」を削除した結果、G頂点ID「2」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「2」の次数の欄を2から1に更新する。「6」および「8」を削除した結果、G頂点ID「7」の隣接頂点の数が2つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「7」の次数の欄を3から1に更新する。

#### 【0066】

1つのペアを決定したので、ペア決定部17は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるG頂点IDを取得する。図16に示すグラフ管理テーブル17aでは、G頂点ID「2」およびG頂点ID「7」の次数がそれぞれ「1」である。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「2」およびG頂点ID「7」それぞれの枝距離の合計の欄を参照し、値が小さいG頂点IDに対応するターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「2」の枝距離の合計の欄は「3」であり、G頂点ID「7」の枝距離の合計の欄は「2」である。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「7」に対応するターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。ペア決定部17は、G頂点ID「7」の採否の欄を「採」に設定する。また、G頂点ID「7」の採択順の欄に「6」を設定する。ここで、図9のグラフRを参照すると、ネットEのターゲットピンP1とネットHのターゲットピンP1のペアの決定により、新たに枝「2」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部17は、G頂点ID「2」の頂点を、グラフGから削除する処理を行う。具体的には、ペア決定部17は、図17に示すように、G頂点ID「2」の採否の欄を「否」に設定する。この結果、グラフ管理テーブル17aの全ての採否の欄が「採」または「否」となったので、ペア決定部17は、処理を終了する。

#### 【0067】

図18は、グラフの推移を示す図である。

図10に示すグラフ管理テーブル17aから図11に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(a)に示すグラフRから図18(b)に示すグラフRに遷移する。図11に示すグラフ管理テーブル17aから図12に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(b)に示すグラフRから図18(c)に示すグラフRに遷移する。図12に示すグラフ管理テーブル17aから図13に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(c)に示すグラフRから図18(d)に示すグラフRに遷移する。図13に示すグラフ管理テーブル17aから図14に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(d)に示すグラフRから図18(e)に示すグラフRに遷移する。図14に示すグラフ管理テーブル17aから図15に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(e)に示すグラフRから図18(f)に示すグラフRに遷移する。図15に示すグラフ管理テーブル17aから図16に示すグラフ管理テーブル17aに処理が遷移すると、処理状況が、図18(f)に示すグラフRから図18(g)に示すグラフRに遷移する。

#### 【0068】

結果出力部18は、ペア決定部17が決定したターゲットピンP1のペアに関する情報をピンペア情報記憶部19に記憶する。また、結果出力部18は、ペア決定部17が決定したターゲットピンP1のペアに関する情報をモニタ104aに出力してもよい。

#### 【0069】

図19は、ピンペア情報記憶部に記憶されたターゲットピンのペアに関する情報を説明する図である。

ピンペア情報記憶部19には、図18(g)に示したグラフRを形成し得る情報が記憶される。また、ペア決定部17が決定したターゲットピンP1のペアに関する情報を用いてソースピンP1のペアを形成すると、図19に示すグラフLようになる。

#### 【0070】

次に、前述したペア候補グラフ作成部16およびペア決定部17の処理を、フローチャートを用いて説明する。

図20は、第2の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

【0071】

【ステップS1】 ペア候補グラフ作成部16は、ネットリスト12aからソースピンP1群およびターゲットピンP1群の座標データを読み込む。その後、ステップS2に遷移する。

【0072】

【ステップS2】 ペア候補グラフ作成部16は、ステップS1にて読み込んだ座標データに基づいて領域111に配置されたソースピンP1間の距離を測定し、測定結果をソースピン距離管理テーブル16aに記憶する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出してグラフLを作成する。その後、ステップS3に遷移する。

10

【0073】

【ステップS3】 ペア候補グラフ作成部16は、ターゲットピン距離管理テーブル16bを参照する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出した箇所について、ターゲットピンP1間の距離を測定し、測定結果をターゲットピン距離管理テーブル16bに記憶する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のターゲットピンP1の組み合わせを抽出してグラフRを作成する。その後、ステップS4に遷移する。

【0074】

20

【ステップS4】 ペア決定部17は、ステップS2にて作成されたグラフLおよびステップS3にて作成されたグラフRに基づいて、グラフGおよびグラフ管理テーブル17aを作成する。その後、ステップS5に遷移する。

【0075】

【ステップS5】 ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄が「未」のG頂点IDを次の(1)~(3)のキーワードでソートする。(1)次数(昇順)、(2)枝距離の合計(昇順)、(3)機会逸失距離(降順)。その後、ステップS6に遷移する。

【0076】

【ステップS6】 ペア決定部17は、ステップS5のソートの結果に基づいて、グラフ管理テーブル17aを更新するテーブル更新処理を行う。なお、テーブル更新処理については後述する。テーブル更新処理が終了するとステップS7に遷移する。

30

【0077】

【ステップS7】 ペア決定部17は、グラフGの頂点の採否が全て終了したか否かを判断する。具体的には、ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄に「未」が存在するか否かを判断する。グラフ管理テーブル17aの採否の欄に「未」が存在する場合(ステップS7のYes)、ステップS5に遷移する。グラフ管理テーブル17aの採否の欄に「未」が存在しない場合、すなわち、採否の欄が全て「採」または「否」の場合(ステップS7のNo)、ステップS8に遷移する。

【0078】

40

【ステップS8】 ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄に「採」が設定されたターゲットピンP1のペアの情報をピンペア情報記憶部19に記憶する。その後、図20の処理を終了する。

【0079】

以上で図20の処理の説明を終了する。

次に、ステップS6のテーブル更新処理を説明する。

図21は、テーブル更新処理を示すフローチャートである。

【0080】

【ステップS6a】 ペア決定部17は、ステップS5のソートの結果、一番上に表示されたG頂点IDを変数Vtに設定する。その後、ステップS6bに遷移する。

50

【ステップS 6 b】 ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の隣接頂点の欄を参照し、変数 V t に隣接する G 頂点 I D を全て抽出する。その後、ステップ S 6 c に遷移する。

【0081】

【ステップS 6 c】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 6 b にて抽出した G 頂点 I D を 1 つ選択する。その後、ステップ S 6 d に遷移する。

【ステップS 6 d】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 6 c にて選択した G 頂点 I D を変数 V x に代入する。その後、ステップ S 6 e に遷移する。

【0082】

【ステップS 6 e】 ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の、変数 V x に隣接する全ての G 頂点 I D の次数を 1 減らす。その後、ステップ S 6 f に遷移する。

【ステップS 6 f】 ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 a の、変数 V x に隣接する全ての G 頂点 I D の機会逸失距離を更新する。その後、ステップ S 6 g に遷移する。

【0083】

【ステップS 6 g】 ペア決定部 1 7 は、変数 V x の採否の欄を「否」に設定する。その後、ステップ S 6 h に遷移する。

【ステップS 6 h】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 6 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 6 c ~ S 6 g の処理を行ったか否かを判断する。ステップ S 6 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 6 c ~ S 6 g の処理を行った場合（ステップ S 6 h の Y e s）、ステップ S 6 i に遷移する。ステップ S 6 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 6 c ~ S 6 g の処理を行っていない場合（ステップ S 6 h の N o）、ステップ S 6 c に遷移し、ステップ S 6 c 以降の処理を引き続き行う。

【0084】

【ステップS 6 i】 ペア決定部 1 7 は、変数 V t に設定されている G 頂点 I D の採否の欄を「採」に設定する。その後、テーブル更新処理を終了する。

以上述べたように、回路設計支援装置 1 0 によれば、ペア候補グラフ作成部 1 6 が、領域 1 1 1、1 1 2 それぞれのバスピン P 1 間の距離がいずれも所定距離以内であるバスピン P 1 のペア候補を決定したグラフ R を作成した。ペア決定部 1 7 が、このグラフ R を用いてペアを決定することにより、間に他のバス配線が入り込むようなペアが作成される可能性を低くすることができる。

【0085】

また、2 ネットずつ同時に経路を求めることができるため、バス配線の処理時間を短縮することができる。例えば探索する N 本のネットの配線引き出し順の組み合わせを N ! から (N / 2) ! に削減することができる。例えば、N = 4 であれば、2 4 通りを 2 通りにすることができる。

【0086】

< 第 3 の実施の形態 >

次に、第 3 の実施の形態の回路設計支援装置について説明する。

以下、第 3 の実施の形態の回路設計支援装置について、前述した第 2 の実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0087】

第 3 の実施の形態の回路設計支援装置 1 0 は、領域 1 1 1 に配置された各ソースピン P 1 および領域 1 1 2 に配置された各ターゲットピン P 1 が 2 つの信号種別毎に区別されている点が第 2 の実施の形態と異なっている。

【0088】

図 2 2 は、第 3 の実施の形態のネットリストを示す図である。

図 2 2 に示すネットリスト 1 2 b には、ネットリスト 1 2 a に比べ、信号種 I D の欄がさらに設けられている。信号種 I D の欄には、「1」または「2」が設定されており、値が等しい信号種を備えるネット同士は、ピン間に 2 本セットで通す配線ができて異なる信

10

20

30

40

50

号種のネット同士は同じピン間を通すことができないように決められている。

【 0 0 8 9 】

この場合、同じ信号種のネット同士をまとめて同じピン間に通すようにした方が配線スペースを効率よく使うことができる。以下、第3の実施の形態のペア候補グラフ作成部16の処理を説明する。

【 0 0 9 0 】

第3の実施の形態のペア候補グラフ作成部16は、ネットリスト12bを用いてペア候補のグラフを作成する。

ペア候補グラフ作成部16は、各ソースピンP1間の距離を測定し、距離が2以下、かつ、信号種別が同種のソースピンP1の組み合わせを抽出する。

10

【 0 0 9 1 】

また、ペア候補グラフ作成部16は、図7に示すターゲットピン距離管理テーブル16bの距離が2以下、かつ、信号種別が同種のソースピンP1の組み合わせを抽出した箇所について、距離が2以下、かつ、信号種別が同種のターゲットピンP1の組み合わせを抽出する。

【 0 0 9 2 】

図23は、第3の実施の形態のペア候補グラフ作成部が作成したグラフを示す図である。

図23には、図6に示すソースピン距離管理テーブル16aにおいて、距離が2以下、かつ、信号種別が同種のソースピンP1間に枝を張ったグラフL1と、図7に示すターゲットピン距離管理テーブル16bにおいて、距離が2以下、かつ、信号種別が同種のターゲットピンP1間に枝を張ったグラフR1を示している。グラフL1、R1において、信号種が異なるバスピンP1間には枝が存在しないため、信号種が異なるバスピンP1のペアが生じる可能性がない。

20

【 0 0 9 3 】

この第3の実施の形態の回路設計支援装置10によれば、第2の実施の形態の回路設計支援装置10と同様の効果が得られる。

そして、第3の実施の形態の回路設計支援装置10によれば、同じ信号種IDを備えるピンの配線が隣接する可能性を高めることができる。このため、配線スペースを効率よく使うことができる。

30

【 0 0 9 4 】

図24は、配線スペースが効率よく使える理由を説明する図である。

バスピンP1a、P3aが同じ信号種IDを有しており、バスピンP2a、P4aが同じ信号種IDを有しているものとする。そして、同じ信号種IDの配線同士は隣接してよいが、異なる信号種IDの配線は少なくとも1マス開けるという配線ルールが設定されているものとする。この配線ルールでは、同じ信号種IDの配線同士を隣接させて配線した方が、配線スペースを効率よく使える場合が多い。例えば図24(a)は、ピンの信号種IDを考慮せずに配線した例を示している。ピンの信号種IDを考慮せずに配線した結果、同じ信号種IDの配線同士が隣接せずに配線されている。対して図24(b)は、ピンの信号種IDを考慮して回路設計支援装置10が配線をした例を示している。図24(a)、(b)の斜線部は、いずれも他のピンについて配線ができないデッドスペースを示している。図24(b)の斜線部の面積は、図24(a)の斜線部の面積に比べ少ないことが確認できる。このため、同じ信号種IDの配線同士を隣接させて配線した方が、配線スペースを効率よく使うことができる。

40

【 0 0 9 5 】

なお、本実施の形態の回路設計支援装置10では、2つの信号種IDを備える場合を説明したが、3つ以上の信号種IDを備えていてもよい。

< 第4の実施の形態 >

次に、第4の実施の形態の回路設計支援装置について説明する。

【 0 0 9 6 】

50



以下、第4の実施の形態の回路設計支援装置について、前述した第3の実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

図25は、第4の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

【0097】

第4の実施の形態の回路設計支援装置10aは、信号種別距離係数記憶部20をさらに有している。

図26は、第4の実施の形態のネットリストを示す図である。

【0098】

図26に示すネットリスト12cの信号種IDの欄には、信号の種別を示す「1」、「2」または「3」が設定されている。

10

図27は、信号種別距離係数記憶部に記憶されている情報を説明する図である。

【0099】

図27では情報がテーブル化されて記憶されている。

図27に示す距離係数テーブル20aは、信号種ID(a)、信号種ID(b)および距離係数の欄が設けられている。横方向に並べられた情報同士が互いに関連づけられている。

【0100】

信号種ID(a)の欄および信号種ID(b)の欄には、ネットリスト12cに設定した信号種IDの組み合わせが設定されている。

距離係数の欄には、信号種ID(a)の欄の信号種IDを持つバスピンP1と信号種ID(b)の欄の信号種IDを持つバスピンP1とのペアになり易さを示す指標が設定されている。本実施の形態では、「1」が最もペアとなり易く、「3」が最もペアとなりにくい。この距離係数テーブル20aにより、例えば、図26に示すネットリスト12cのピンID「1」のソースピンP1は、ピンID「2」、「3」、「4」、「6」、「7」のソースピンP1とペアになり易く、ピンID「5」のソースピンP1とペアになりにくいことが確認できる。なお、距離係数を「1」に設定する一例としては、信号種ID(a)の欄および信号種ID(b)の欄の信号種IDによって特定される信号種が差動信号である場合が挙げられる。また、距離係数を「3」に設定する一例としては、信号種ID(a)の欄および信号種ID(b)の欄の信号種IDによって特定される信号種のいずれかがクロック信号である場合が挙げられる。

20

30

【0101】

次に、第4の実施の形態のペア候補グラフ作成部16の処理を説明する。

ペア候補グラフ作成部16は、領域111の各ソースピンP1について、各ソースピンP1間の距離を求める。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離係数テーブル20aを参照し、求めた距離それぞれに距離係数を掛ける。そして、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出する。

【0102】

図28は、第4の実施の形態のソースピン距離管理テーブルを示す図である。

図28に示すソースピン距離管理テーブル16cは、距離が2以下である箇所を斜線で示している。また、ソースピン距離管理テーブル16cは、ソースピン距離管理テーブル16aでは距離が2以下となっていた箇所であって、ソースピン距離管理テーブル16cでは距離が2より大きくなった箇所について計算式を示している。

40

【0103】

図29は、第4の実施の形態のターゲットピン距離管理テーブルを示す図である。

図29に示すターゲットピン距離管理テーブル16dは、距離が2以下のターゲットピンP1の組み合わせを抽出した箇所を斜線で示している。ここで、ピンID「14」とピンID「16」のターゲットピンP1の距離は2以下の「1.4」であるが、後述するグラフL2に枝が存在しない。このため、後述するグラフR2の作成対象から除外する。

【0104】

図30は、第4の実施の形態のペア候補グラフ作成部が作成したグラフを説明する図で

50

ある。

図30には、ペア候補グラフ作成部16が作成したグラフL2とグラフR2を示している。グラフL2とグラフR2には、それぞれ同じ信号種IDを持つバスピンP1の周辺には同じ模様を示している。グラフL2は、各ソースピンP1をノードに設定し、ソースピン距離管理テーブル16cにおいて距離が2以下のソースピンP1間に枝を張ったグラフである。グラフR2は、各ターゲットピンP1をノードに設定し、ターゲットピン距離管理テーブル16dにおいて距離が2以下のターゲットピンP1間に枝を張ったグラフである。第4の実施の形態のペア候補グラフ作成部16の処理の結果、同じ信号種のソースピンP1間およびターゲットピンP1に枝が張られていることが確認できる。

【0105】

10

次に、第4の実施の形態のペア候補グラフ作成部16およびペア決定部17の処理を、フローチャートを用いて説明する。

図31は、第4の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

【0106】

【ステップS11】 ペア候補グラフ作成部16は、ネットリスト12cからソースピンP1群およびターゲットピンP1群の座標データを読み込む。その後、ステップS12に遷移する。

【0107】

【ステップS12】 ペア候補グラフ作成部16は、ステップS11にて読み込んだ座標データに基づいて領域111に配置されたソースピンP1間の距離を測定する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離係数テーブル20aを参照し、測定結果に距離係数を掛けてソースピン距離管理テーブル16cに記憶する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出してグラフL2を作成する。その後、ステップS13に遷移する。

20

【0108】

【ステップS13】 ペア候補グラフ作成部16は、ターゲットピン距離管理テーブル16bを参照する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、距離が2以下のソースピンP1の組み合わせを抽出した箇所について、ターゲットピンP1間の距離を測定する。そして、距離係数テーブル20aを参照し、測定結果に距離係数を掛けてターゲットピン距離管理テーブル16dに記憶する。そして、ペア候補グラフ作成部16は、グラフL2に同区間の枝が存在する距離が2以下のターゲットピンP1の組み合わせを抽出してグラフR2を作成する。その後、ステップS14に遷移する。

30

【0109】

ステップS14からステップS18は、ペア決定部17は、ステップS4からステップS8と同じ処理を行う。以上で図31の処理の説明を終了する。

この第4の実施の形態の回路設計支援装置10によれば、第3の実施の形態の回路設計支援装置10と同様の効果が得られる。

【0110】

< 第5の実施の形態 >

40

次に、第5の実施の形態の回路設計支援装置について説明する。

以下、第5の実施の形態の回路設計支援装置について、前述した第2の実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0111】

第5の実施の形態のペア候補グラフ作成部16は、領域112側のターゲットピンP1のネット分布を考慮せずにペア候補を作成する。

図32は、第5の実施の形態の回路設計支援装置の機能を示すブロック図である。

【0112】

第5の実施の形態の回路設計支援装置10bは、さらに、調整部21を有している。調整部21は、ペア決定部17の決定に応じて領域112の各ターゲットピンP1のネット

50

A～Mの割り当てを調整する。また、調整部21は、調整した各ターゲットピンP1のネットA～Mの割り当てを、ピンペア情報記憶部19に記憶させる。第5の実施の形態の回路設計支援装置10bの処理は、例えば、領域111がASIC(Application Specific Integrated Circuit)を配置する領域であり、領域112がFPGA(Field-Programmable Gate Array)を配置する領域である場合に適用することができる。

【0113】

図33は、第5の実施の形態のペア候補グラフ作成部の処理を説明する図である。

第5の実施の形態のペア候補グラフ作成部16は、第2の実施の形態と同様に、グラフLを作成する。

【0114】

ペア決定部17は、グラフLの各枝を頂点とし、グラフLで隣接(頂点を共有)する枝間に枝を出したグラフG1を作成する。そして、ペア決定部17は、作成したグラフG1の次数を計数し、グラフ管理テーブルを作成する。

【0115】

図34は、第5の実施の形態のグラフ管理テーブルを示す図である。

グラフ管理テーブル17bには、G頂点ID、ネットの組、採否、採択順、次数、隣接頂点、枝距離および機会逸失距離の欄が設けられている。横方向に並べられた情報同士が互いに関連づけられている。

【0116】

G頂点IDの欄には、グラフG1の頂点のIDが設定される。

ネットの組の欄には、G頂点IDに対応するペア候補を構成するソースピンP1のネットの組み合わせが設定される。

【0117】

採否の欄、採択順の欄、次数の欄および隣接頂点の欄は、それぞれグラフ管理テーブル17aと同様の情報が設定される。

枝距離の欄には、ネットの組の欄に設定されたネットのグラフLのソースピンP1の距離が設定される。

【0118】

機会逸失距離の欄には、当該レコードのネットの組を採択することによりペアの成立機会を逸失するグラフLのソースピンP1のペアの距離が設定されている。

ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17bを用いてペア候補からペアを決定する処理を繰り返し行う。以下、グラフ管理テーブル17bを用いてペア決定部17の処理を説明する。

【0119】

図35～図41は、第5の実施の形態のペア決定部の処理を説明する図である。

ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17bを参照し、次数の最も小さいグラフG1の頂点を取得する。図34に示すグラフ管理テーブル17bでは、G頂点ID「24」の次数が「3」で最も小さい。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「24」に対応するネットKのターゲットピンP1とネットMのターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部17は、図35に示すように、G頂点ID「24」の採否の欄を「採」に設定する。また、G頂点ID「24」の採択順の欄に「1」を設定する。ここで、図33のグラフLを参照すると、ネットKのターゲットピンP1とネットMのターゲットピンP1のペアの決定により、枝「21」、「22」および「23」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部17は、G頂点ID「21」、「22」および「23」の頂点を、グラフG1から削除する処理を行う。具体的には、図36に示すように、ペア決定部17は、G頂点ID「21」、「22」および「23」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「21」、「22」および「23」を削除する。隣接頂点「21」、「22」および「23」を削除した結果、G頂点ID「16」の隣接頂点の数が2つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「16」の次数の欄を9から7に更

10

20

30

40

50

新する。また、隣接頂点「21」、「22」および「23」を削除した結果、G頂点ID「18」の隣接頂点の数が2つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「18」の次数の欄を7から5に更新する。また、隣接頂点「21」、「22」および「23」を削除した結果、G頂点ID「19」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「19」の次数の欄を5から4に更新する。隣接頂点「21」、「22」および「23」を削除した結果、G頂点ID「20」の隣接頂点の数が3つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「20」の次数の欄を6から3に更新する。

#### 【0120】

1つのペアを決定したので、ペア決定部17は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるG頂点IDを取得する。

図36に示すグラフ管理テーブル17bでは、G頂点ID「20」の次数が「3」で最も小さい。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「20」に対応するネットJのターゲットピンP1とネットLのターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部17は、G頂点ID「20」の採否の欄を「採」に設定する。また、G頂点ID「20」の採択順の欄に「2」を設定する。ここで、図33のグラフLを参照すると、ネットJのターゲットピンP1とネットLのターゲットピンP1のペアの決定により、新たに枝「16」、「18」および「19」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部17は、G頂点ID「16」、「18」および「19」の頂点を、グラフG1から削除する処理を行う。具体的には、図37に示すように、ペア決定部17は、G頂点ID「16」、「18」および「19」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「16」、「18」および「19」を削除する。隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「10」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「10」の次数の欄を8から7に更新する。また、隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「11」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「11」の次数の欄を9から8に更新する。また、隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「13」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「13」の次数の欄を9から8に更新する。また、隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「14」の隣接頂点の数が2つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「14」の次数の欄を6から4に更新する。また、隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「15」の隣接頂点の数が3つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「15」の次数の欄を8から5に更新する。また、隣接頂点「16」、「18」および「19」を削除した結果、G頂点ID「17」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「17」の次数の欄を7から6に更新する。

#### 【0121】

1つのペアを決定したので、ペア決定部17は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるG頂点IDを取得する。

図37に示すグラフ管理テーブル17bでは、G頂点ID「7」およびG頂点ID「14」の次数がそれぞれ「4」である。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「7」およびG頂点ID「14」それぞれの枝距離の欄を参照し、値が小さいG頂点IDに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「7」の枝距離は、「2」であり、G頂点ID「14」の枝距離は「1」である。このため、ペア決定部17は、グラフG頂点ID「14」に対応するネットFのターゲットピンP1とネットIのターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部17は、G頂点ID「14」の採否の欄を「採」に設定する。なお、図37～図41においては、紙面の都合上、ネットの組の欄の図示を省略している。また、G頂点ID「20」の採択順の欄に「2」を設定する。ここで、図33のグラフLを参照すると、ネットFのターゲットピンP1とネットIのターゲットピンP1のペアの決定により、新たに枝「1」、「8」、「10」、および「15」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部17は、G頂点ID「1」、「8

10

20

30

40

50

「１０」、および「１５」の頂点を、グラフＧ１から削除する処理を行う。具体的には、図３８に示すように、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１」、「８」、「１０」、および「１５」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部１７は、グラフ管理テーブル１７ａの採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除する。隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「２」の隣接頂点の数が１つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「２」の次数の欄を５から４に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「３」の隣接頂点の数が１つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「３」の次数の欄を７から６に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「９」の隣接頂点の数が２つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「９」の次数の欄を６から４に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「１１」の隣接頂点の数が３つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１１」の次数の欄を８から５に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「１２」の隣接頂点の数が１つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１２」の次数の欄を８から７に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「１３」の隣接頂点の数が２つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１３」の次数の欄を８から６に更新する。また、隣接頂点「１」、「８」、「１０」、および「１５」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「１７」の隣接頂点の数が２つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１７」の次数の欄を６から４に更新する。

【０１２２】

１つのペアを決定したので、ペア決定部１７は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるＧ頂点ＩＤを取得する。

図３８に示すグラフ管理テーブル１７ｂでは、Ｇ頂点ＩＤ「２」、Ｇ頂点ＩＤ「７」、Ｇ頂点ＩＤ「９」、およびＧ頂点ＩＤ「１７」の次数がそれぞれ「４」である。このため、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「２」、Ｇ頂点ＩＤ「７」、Ｇ頂点ＩＤ「９」、およびＧ頂点ＩＤ「１７」それぞれの枝距離の欄を参照し、値が小さいＧ頂点ＩＤに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、Ｇ頂点ＩＤ「２」、「７」、「１７」の枝距離は、「２」であり、Ｇ頂点ＩＤ「９」の枝距離は「１．４」である。このため、ペア決定部１７は、グラフＧ頂点ＩＤ「９」に対応するネットＡのターゲットピンＰ１とネットＤのターゲットピンＰ１のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「９」の採否の欄を「採」に設定する。また、Ｇ頂点ＩＤ「９」の採択順の欄に「４」を設定する。ここで、図３３のグラフＬを参照すると、ネットＡのターゲットピンＰ１とネットＤのターゲットピンＰ１のペアの決定により、新たに枝「２」、「３」、「１１」、および「１２」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「２」、「３」、「１１」、および「１２」の頂点を、グラフＧ１から削除する処理を行う。具体的には、図３８に示すように、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「２」、「３」、「１１」、および「１２」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部１７は、グラフ管理テーブル１７ａの採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「２」、「３」、「１１」、および「１２」を削除する。隣接頂点「２」、「３」、「１１」、および「１２」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「４」の隣接頂点の数が３つ減るので、ペア決定部１７は、図３９に示すように、Ｇ頂点ＩＤ「４」の次数の欄を７から４に更新する。また、隣接頂点「２」、「３」、「１１」、および「１２」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「５」の隣接頂点の数が２つ減るので、ペア決定部１７は、図３９に示すように、Ｇ頂点ＩＤ「５」の次数の欄を５から３に更新する。また、隣接頂点「２」、「３」、「１１」、および「１２」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「６」の隣接頂点の数が１つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「６」の次数の欄を６から５に更新する。また、隣接頂点「２」、「３」、「１１」、および「１２」を削除した結果、Ｇ頂点ＩＤ「１３」の隣接頂点の数が２つ減るので、ペア決定部１７は、Ｇ頂点ＩＤ「１３」の次数の欄を６から４に

更新する。また、隣接頂点「2」、「3」、「11」、および「12」を削除した結果、G頂点ID「17」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「17」の次数の欄を4から3に更新する。また、隣接頂点「2」、「3」、「11」、および「12」を削除した結果、G頂点ID「25」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「25」の次数の欄を6から5に更新する。

#### 【0123】

1つのペアを決定したので、ペア決定部17は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるG頂点IDを取得する。

図39に示すグラフ管理テーブル17bでは、G頂点ID「5」およびG頂点ID「17」の次数がそれぞれ「3」である。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「5」およびG頂点ID「17」それぞれの枝距離の欄を参照し、値が小さいG頂点IDに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「5」の枝距離は、「1」であり、G頂点ID「17」の枝距離は「2」である。このため、ペア決定部17は、グラフG頂点ID「5」に対応するネットBのターゲットピンP1とネットCのターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部17は、G頂点ID「5」の採否の欄を「採」に設定する。また、G頂点ID「5」の採択順の欄に「5」を設定する。ここで、図33のグラフLを参照すると、ネットBのターゲットピンP1とネットCのターゲットピンP1のペアの決定により、新たに枝「4」、「6」、および「7」のペアの可能性がなくなる。従って、ペア決定部17は、G頂点ID「4」、「6」、および「7」の頂点を、グラフG1から削除する処理を行う。具体的には、図40に示すように、ペア決定部17は、G頂点ID「4」、「6」、および「7」の採否の欄を「否」に設定する。また、ペア決定部17は、グラフ管理テーブル17aの採否の欄が「未」の全てのレコードの隣接頂点の欄から、「4」、「6」、および「7」を削除する。隣接頂点「4」、「6」、および「7」を削除した結果、G頂点ID「13」の隣接頂点の数が2つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「13」の次数の欄を4から2に更新する。また、隣接頂点「4」、「6」、および「7」を削除した結果、G頂点ID「17」の隣接頂点の数が1つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「17」の次数の欄を3から2に更新する。また、隣接頂点「4」、「6」、および「7」を削除した結果、G頂点ID「25」の隣接頂点の数が3つ減るので、ペア決定部17は、G頂点ID「25」の次数の欄を5から2に更新する。

#### 【0124】

1つのペアを決定したので、ペア決定部17は、再び次数の最も少なく、かつ、採否の欄が「未」であるG頂点IDを取得する。

図41に示すグラフ管理テーブル17bでは、G頂点ID「13」、G頂点ID「17」およびG頂点ID「25」の次数がそれぞれ「2」である。このため、ペア決定部17は、G頂点ID「13」、G頂点ID「17」およびG頂点ID「25」それぞれの枝距離の欄を参照し、値が小さいG頂点IDに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「13」およびG頂点ID「25」の枝距離は、「1.4」であり、G頂点ID「17」の枝距離は「2」である。このため、ペア決定部17は、ここで、G頂点ID「13」およびG頂点ID「25」それぞれの機会逸失距離の欄を参照し、値が小さいG頂点IDに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「13」の機会逸失距離は、「3.4」であり、G頂点ID「25」の機会逸失距離は「3.4」である。そこで、初期の次数（隣接頂点の数）を比較し、値が小さいG頂点IDに対応するペア候補をペアに決定する。ここで、G頂点ID「13」の初期の次数は、「9」であり、G頂点ID「25」の初期の次数は「6」である。このため、ペア決定部17は、グラフG頂点ID「25」に対応するネットEのターゲットピンP1とネットHのターゲットピンP1のペア候補をペアに決定する。すなわち、ペア決定部17は、G頂点ID「25」の採否の欄を「採」に設定する。また、G頂点ID「25」の採択順の欄に「6」を設定する。ここで、図33のグラフLを参照すると、ネットEのターゲットピンP1とネットHのターゲットピンP1のペアの決定により、新たに枝「13」および「17」のペアの可能性がなくな

る。従って、ペア決定部 17 は、G 頂点 ID「13」および G 頂点 ID「17」の頂点を、グラフ G1 から削除する処理を行う。具体的には、図 41 に示すように、ペア決定部 17 は、G 頂点 ID「13」および G 頂点 ID「17」の採否の欄を「否」に設定する。この結果、グラフ管理テーブル 17b の全ての採否の欄が「採」または「否」となったのでターゲットピン P1 のペアを決定する処理を終了する。

#### 【0125】

図 42 は、第 5 の実施の形態のピンペア情報記憶部に記憶されたターゲットピンのペアに関する情報を説明する図である。

グラフ管理テーブル 17b の採否の欄が「採」の G 頂点 ID「5」、「9」、「14」、「20」、「24」、「25」に対応する枝により、ソースピン P1 同士が接続されている。

10

#### 【0126】

図 43 は、第 5 の実施の形態のペア候補グラフ作成部およびペア決定部の処理を示すフローチャートである。

[ステップ S21] ペア候補グラフ作成部 16 は、ネットリスト 12a からソースピン P1 群およびターゲットピン P1 群の座標データを読み込む。その後、ステップ S22 に遷移する。

#### 【0127】

[ステップ S22] ペア候補グラフ作成部 16 は、ステップ S21 にて読み込んだ座標データに基づいて領域 111 に配置されたソースピン P1 間の距離を測定する。そして、ペア候補グラフ作成部 16 は、距離係数テーブル 20a を参照し、測定結果に距離係数を掛けてソースピン距離管理テーブル 16c に記憶する。そして、ペア候補グラフ作成部 16 は、距離が 2 以下のソースピン P1 の組み合わせを抽出してグラフ L を作成する。その後、ステップ S23 に遷移する。

20

#### 【0128】

[ステップ S23] ペア決定部 17 は、ステップ S22 にて作成されたグラフ L に基づいて、グラフ G1 およびグラフ管理テーブル 17b を作成する。その後、ステップ S24 に遷移する。

#### 【0129】

[ステップ S24] ペア決定部 17 は、グラフ管理テーブル 17b の採否の欄が「未」の G 頂点 ID を次の (1) ~ (4) のキーワードでソートする。(1) 次数 (昇順)、(2) 頂点に対応するグラフ L の枝距離 (昇順)、(3) 機会逸失距離 (降順)、(4) 初期状態での次数 (昇順)。その後、ステップ S25 に遷移する。

30

#### 【0130】

[ステップ S25] ペア決定部 17 は、ステップ S24 のソートの結果に基づいて、グラフ管理テーブル 17b を更新するテーブル更新処理を行う。なお、テーブル更新処理については後述する。テーブル更新処理が終了するとステップ S26 に遷移する。

#### 【0131】

[ステップ S26] ペア決定部 17 は、グラフ G1 の頂点の採否が全て終了したか否かを判断する。具体的には、ペア決定部 17 は、グラフ管理テーブル 17b の採否の欄に「未」が存在するか否かを判断する。グラフ管理テーブル 17b の採否の欄に「未」が存在する場合 (ステップ S26 の Yes)、ステップ S24 に遷移する。グラフ管理テーブル 17b の採否の欄に「未」が存在しない場合、すなわち、採否の欄が全て「採」または「否」の場合 (ステップ S26 の No)、ステップ S27 に遷移する。

40

#### 【0132】

[ステップ S27] ペア決定部 17 は、グラフ管理テーブル 17b の採否の欄に「採」が設定されたバスピン P1 のペアの情報をピンペア情報記憶部 19 に記憶する。その後、図 43 の処理を終了する。

#### 【0133】

次に、ステップ S25 のテーブル更新処理を説明する。

50

図 4 4 は、第 5 の実施の形態のテーブル更新処理を示すフローチャートである。

【ステップ S 2 5 a】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 5 のソートの結果、一番上に表示された G 頂点 I D を変数 V t に設定する。その後、ステップ S 2 5 b に遷移する。

【0 1 3 4】

【ステップ S 2 5 b】 ペア決定部 1 7 は、グラフ管理テーブル 1 7 b の隣接頂点の欄を参照し、変数 V t に隣接する G 頂点 I D を全て抽出する。その後、ステップ S 2 5 c に遷移する。

【0 1 3 5】

【ステップ S 2 5 c】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 2 5 b にて抽出した G 頂点 I D を 1 つ選択する。その後、ステップ S 2 5 d に遷移する。

10

【ステップ S 2 5 d】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 2 5 c にて選択した G 頂点 I D を変数 V x に代入する。その後、ステップ S 2 5 e に遷移する。

【0 1 3 6】

【ステップ S 2 5 e】 ペア決定部 1 7 は、変数 V x に隣接する全ての G 頂点 I D の次数を 1 減らす。その後、ステップ S 2 5 f に遷移する。

【ステップ S 2 5 f】 ペア決定部 1 7 は、変数 V x の採否の欄を「否」に設定する。その後、ステップ S 2 5 g に遷移する。

【0 1 3 7】

【ステップ S 2 5 g】 ペア決定部 1 7 は、ステップ S 2 5 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 2 5 c ~ S 2 5 f の処理を行ったか否かを判断する。ステップ S 2 5 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 2 5 c ~ S 2 5 f の処理を行った場合（ステップ S 2 5 g の Y e s）、ステップ S 2 5 h に遷移する。ステップ S 2 5 b にて抽出した全ての G 頂点 I D についてステップ S 2 5 c ~ S 2 5 f の処理を行っていない場合（ステップ S 2 5 g の N o）、ステップ S 2 5 c に遷移し、ステップ S 2 5 c 以降の処理を引き続き行う。

20

【0 1 3 8】

【ステップ S 2 5 h】 ペア決定部 1 7 は、変数 V t に設定されている G 頂点 I D の採否の欄を「採」に設定する。その後、テーブル更新処理を終了する。

この第 5 の実施の形態の回路設計支援装置 1 0 によれば、第 2 の実施の形態の回路設計支援装置 1 0 と同様の効果が得られる。

30

【0 1 3 9】

そして、第 5 の実施の形態の回路設計支援装置 1 0 によれば、ネットの変更が可能な集積回路が領域 1 1 2 に配置される場合には、ターゲットピン P 1 側のネット分布を考慮せず領域 1 1 1 に配置されたソースピン P 1 側のみでペアを決定することができる。そして、調整部 2 1 が、ペア決定部 1 7 が決定したソースピン P 1 のペアのネットと同じネットのターゲットピン P 1 の距離が 2 以下になるように、ターゲットピン P 1 のネットの割り当てを調整することで、配線スペースを効率よく使った配線を実現することができる。

【0 1 4 0】

なお、回路設計支援装置 1 0 が行った処理が、複数の装置によって分散処理されるようにしてもよい。例えば、1 つの装置が、グラフ L、R、G の作成までを行ってペア候補を作成しておき、他の装置が、そのペア候補を用いてバスピン P 1 のペアを決定するようにしてもよい。

40

【0 1 4 1】

以上、本発明の回路設計支援装置、回路設計支援方法および回路設計支援プログラムを、図示の実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物や工程が付加されていてもよい。

【0 1 4 2】

また、本発明は、前述した各実施の形態のうちの、任意の 2 以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

50



なお、上記の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、回路設計支援装置 1、10、10a、10b が有する機能の処理内容を記述したプログラムが提供される。そのプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気記憶装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等が挙げられる。磁気記憶装置には、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク (FD)、磁気テープ等が挙げられる。光ディスクには、DVD、DVD-RAM、CD-ROM/RW 等が挙げられる。光磁気記録媒体には、MO (Magneto-Optical disk) 等が挙げられる。

【0143】

10

プログラムを流通させる場合には、例えば、そのプログラムが記録された DVD、CD-ROM 等の可搬型記録媒体が販売される。また、プログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することもできる。

【0144】

プログラムを実行するコンピュータは、例えば、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、自己の記憶装置に格納する。そして、コンピュータは、自己の記憶装置からプログラムを読み取り、プログラムに従った処理を実行する。なお、コンピュータは、可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することもできる。また、コンピュータは、ネットワークを介して接続されたサーバコンピュータからプログラムが転送される毎に、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することもできる。

20

【0145】

また、上記の処理機能の少なくとも一部を、DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device) 等の電子回路で実現することもできる。

【0146】

以上の第1～第5の実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記1) 配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第1のピン群と、前記第1のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第2のピン群とが与えられたとき、前記第1のピン群および前記第2のピン群それぞれにおいて所定距離内にある同じ前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定するペア候補決定部と、

30

前記ペア候補決定部が決定した前記ペア候補を用いて前記第1のピン群および前記第2のピン群それぞれのピンのペアを決定するペア決定部と、

を有することを特徴とする回路設計支援装置。

【0147】

(付記2) 前記ペア決定部は、前記第1のピン群と前記第2のピン群のうちいずれか一方のピン群の前記各ペア候補について、隣接する前記ペア候補の数が少ない前記ペア候補を優先してペアに決定することを特徴とする付記1記載の回路設計支援装置。

40

【0148】

(付記3) 前記ペア決定部は、ペアに決定した前記ペア候補を、隣接する前記ペア候補の数から除外して次のピンのペアを決定する処理を繰り返し実行することを特徴とする付記2記載の回路設計支援装置。

【0149】

(付記4) 前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補の数が等しい前記ペア候補が複数存在する場合、当該ペア候補それぞれの前記第1のピン群での距離および前記第2のピン群での距離の和が小さいペア候補をペアに決定することを特徴とする付記2記載の回路設計支援装置。

【0150】

50

(付記 5) 前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補それぞれの第 1 のピン群および前記第 2 のピン群での距離の和が等しい場合、当該ペア候補のピンを含む当該ペア候補以外の全ての前記ペア候補の距離の和を前記第 1 のピン群と前記第 2 のピン群について求め、前記距離の和が大きい方をペアに決定することを特徴とする付記 4 記載の回路設計支援装置。

【0151】

(付記 6) 前記ペア候補決定部は、ピンに付与された信号の種別を識別する識別情報を参照して、同じ前記識別情報が付与されたピン間について前記ペア候補を決定することを特徴とする付記 1 ないし 5 のいずれかに記載の回路設計支援装置。

【0152】

(付記 7) 前記ペア候補決定部は、ピンに付与された前記識別情報の組み合わせから決まる前記ピンのペアのなり易さを示す指標を用いて、前記ペア候補を決定することを特徴とする付記 6 記載の回路設計支援装置。

【0153】

(付記 8) コンピュータが、配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群と、前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第 2 のピン群とが与えられたとき、前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれにおいて所定距離内にある同じ前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定し、

前記決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれのピンのペアを決定する、

ことを特徴とする回路設計支援方法。

【0154】

(付記 9) コンピュータに、

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群と、前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となり前記論理接続情報を有するピンを備える第 2 のピン群とが与えられたとき、前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれにおいて所定距離内にある同じ前記論理接続情報を有するピン同士をペア候補に決定し、

決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群および前記第 2 のピン群それぞれのピンのペアを決定する、

処理を実行させることを特徴とする回路設計支援プログラム。

【0155】

(付記 10) 配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群が与えられたとき、与えられた前記第 1 のピン群において所定距離内にあるピン同士をペア候補に決定するペア候補決定部と、

前記ペア候補決定部が決定した前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群のピンのペアを決定するペア決定部と、

前記ペア決定部の決定に応じて前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となるピンを備える第 2 のピン群の論理接続情報の割り当てを調整する調整部と、

を有することを特徴とする回路設計支援装置。

【0156】

(付記 11) 前記ペア決定部は、前記第 1 のピン群の前記各ペア候補について、隣接するペア候補の数が少ないペア候補を優先してペアに決定することを特徴とする付記 10 記載の回路設計支援装置。

【0157】

(付記 12) 前記ペア決定部は、ペアに決定した前記ペア候補を、隣接する前記ペア候補の数から除外することを特徴とする付記 11 記載の回路設計支援装置。

(付記 13) 前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補の数が等しい前記ペア候補が複数存在する場合、当該ペア候補それぞれの前記第 1 のピン群での距離の和が小さいペア候補をペアに決定することを特徴とする付記 11 記載の回路設計支援装置。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 5 8 】

(付記 1 4) 前記ペア決定部は、隣接する前記ペア候補それぞれの第 1 のピン群での距離の和が等しい場合、当該ペア候補のピンを含む当該ペア候補以外の全ての前記ペア候補の距離の和を前記第 1 のピン群について求め、前記距離の和が大きい方をペアに決定することを特徴とする付記 1 3 記載の回路設計支援装置。

## 【 0 1 5 9 】

(付記 1 5) 前記ペア決定部は、ペアに決定した前記ペア候補を、隣接する前記ペア候補の数から除外して次のピンのペアを決定する処理を繰り返し実行し、

当該ペア候補のピンを含む当該ペア候補以外の全ての前記ペア候補の距離の和が等しい場合、ペアに決定した前記ペア候補を含めた隣接するペア候補の数が少ないペア候補を優先してペアに決定することを特徴とする付記 1 4 記載の回路設計支援装置。

10

## 【 0 1 6 0 】

(付記 1 6) 前記ペア候補決定部は、ピンに付与された信号の種別を識別する識別情報を参照して、同じ前記識別情報が付与されたピン間についてペア候補を決定することを特徴とする付記 1 0 ないし 1 5 のいずれかに記載の回路設計支援装置。

## 【 0 1 6 1 】

(付記 1 7) 前記ペア候補決定部は、ピンに付与された前記識別情報の組み合わせから決まる前記ピンのペアのなり易さを示す指標を用いて、前記ペア候補を決定することを特徴とする付記 1 6 記載の回路設計支援装置。

## 【 0 1 6 2 】

20

(付記 1 8) コンピュータが、

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群が与えられたとき、与えられた前記第 1 のピン群において所定距離内にあるピン同士をペア候補に決定し、

決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群のピンのペアを決定し、

前記ペアの決定に応じて前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となるピンを備える前記第 2 のピン群の論理接続情報の割り当てを調整する、

ことを特徴とする回路設計支援方法。

## 【 0 1 6 3 】

(付記 1 9) コンピュータに、

配線の論理接続情報を有するピンを複数備える第 1 のピン群が与えられたとき、与えられた前記第 1 のピン群において所定距離内にあるピン同士をペア候補に決定し、

決定された前記ペア候補を用いて前記第 1 のピン群のピンのペアを決定し、

前記ペアの決定に応じて前記第 1 のピン群の各ピンの配線の接続先となるピンを備える前記第 2 のピン群の論理接続情報の割り当てを調整する、

処理を実行させることを特徴とする回路設計支援プログラム。

30

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 6 4 】

1、1 0、1 0 a、1 0 b 回路設計支援装置

1 a 基板情報格納部

1 b ペア候補決定部

40

1 c ペア決定部

1 d 配線部

1 1 バスピン群記憶部

1 2 ピン座標情報記憶部

1 2 a、1 2 b、1 2 c ネットリスト

1 3 ネット情報記憶部

1 4 部品情報記憶部

1 5 ネット種別情報記憶部

1 6 ペア候補グラフ作成部

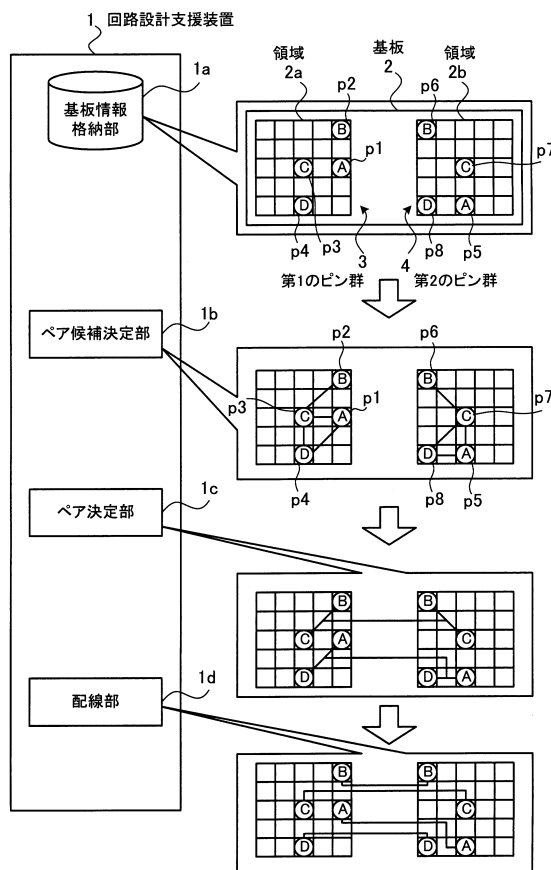
1 6 a、1 6 c ソースピン距離管理テーブル

50

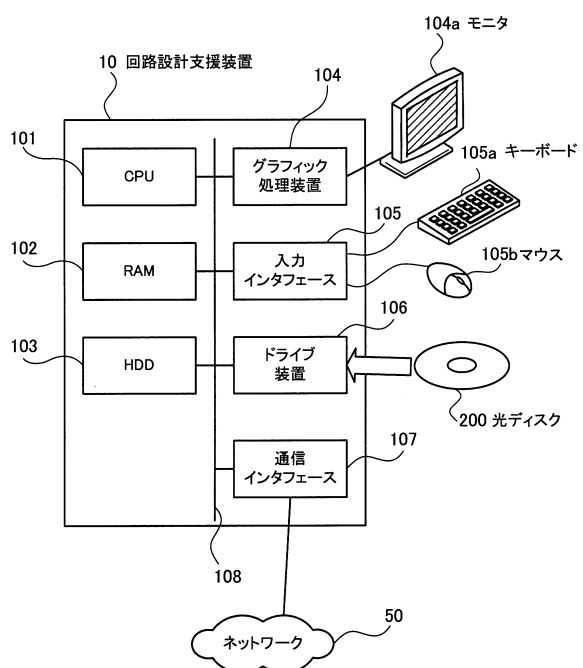
16b、16d ターゲットピン距離管理テーブル  
 17 ペア決定部  
 17a グラフ管理テーブル  
 18 結果出力部  
 19 ピンペア情報記憶部  
 20 信号種別距離係数記憶部  
 20a 距離係数テーブル  
 21 調整部  
 110 基板  
 111、112 領域  
 P1、P1a～P4a、P1b～P4b バスピン  
 G、L、L1、L2、R、R1、R2 グラフ

10

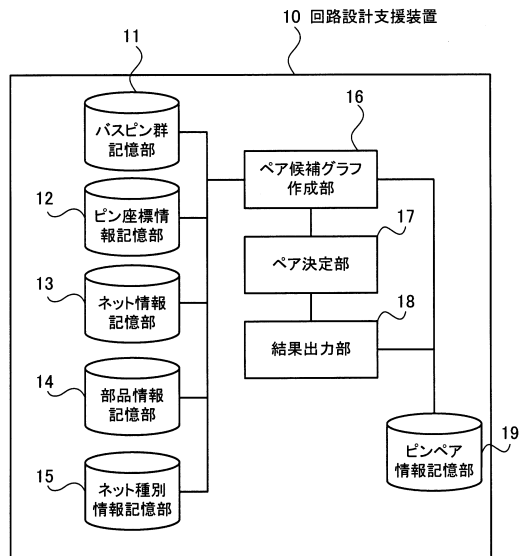
【図1】



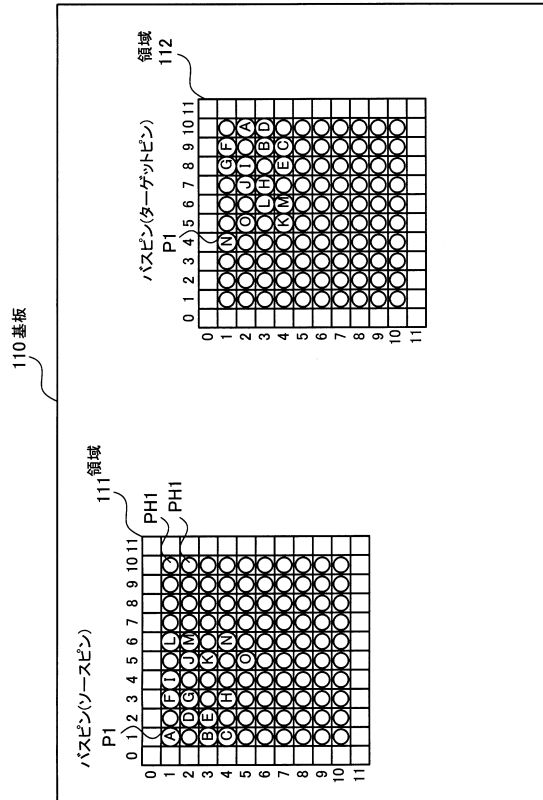
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【圖 5】

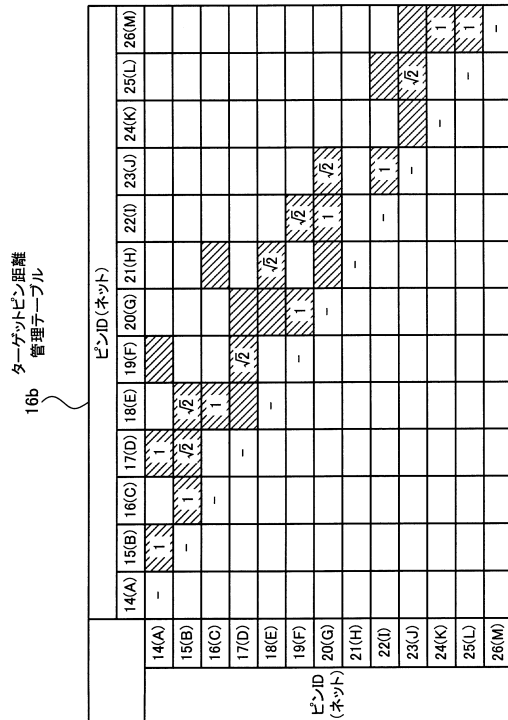
12a ネットリスト

ピンID	ピン群ID	ネット	座標	ペアピンID
1	左	A	(1,1)	
2	左	B	(1,3)	
3	左	C	(1,4)	
4	左	D	(2,2)	
5	左	E	(2,3)	
6	左	F	(3,1)	
7	左	G	(3,2)	
8	左	H	(3,4)	
9	左	I	(4,1)	
10	左	J	(5,2)	
11	左	K	(5,3)	
12	左	L	(6,1)	
13	左	M	(6,2)	
14	右	A	(10,3)	
15	右	B	(9,3)	
16	右	C	(9,4)	
17	右	D	(10,2)	
18	右	E	(8,4)	
19	右	F	(9,1)	
20	右	G	(8,1)	
21	右	H	(7,3)	
22	右	I	(8,2)	
23	右	J	(7,2)	
24	右	K	(5,4)	
25	右	L	(6,3)	
26	右	M	(6,4)	
27	左	N	(6,4)	28
28	左	O	(5,5)	27
29	右	N	(4,1)	30
30	右	O	(5,2)	29

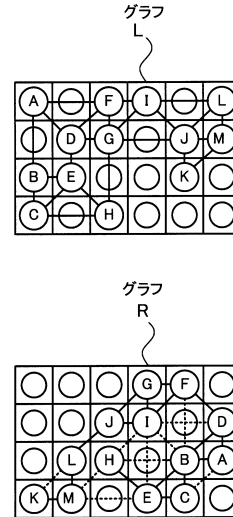
【 図 6 】

[illegible]

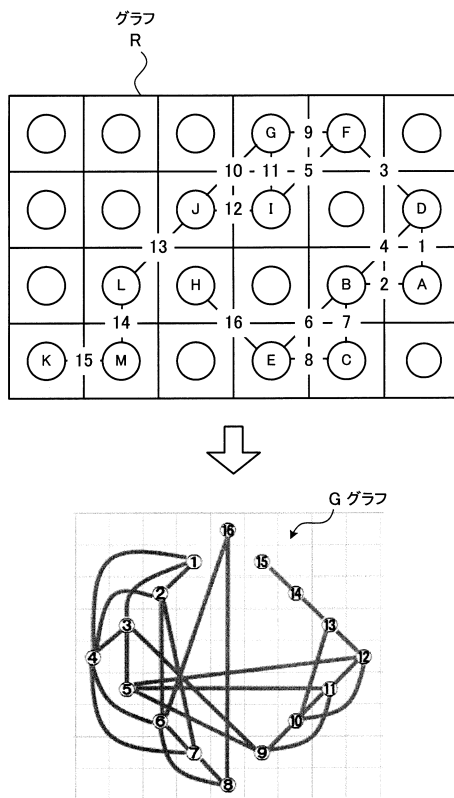
【圖 7】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	採否	採択順	次数	隣接頂点	枝距離			機会逸失距離		
						左L	右R	合計	左L	右R	合計
1	A,D	未		3	3,4,2	1.4	1	2.4	4.8	3.8	8.6
2	A,B	未		4	4,6,7,1	2	1	3	4.8	4.8	9.6
3	D,F	未		4	9,5,1,4	1.4	1.4	2.8	4.8	4.8	9.6
4	B,D	未		5	1,3,2,7,6	1.4	1.4	2.8	6.8	5.8	12.6
5	F,I	未		4	11,12,9,3	1	1.4	2.4	5.2	4.4	9.6
6	B,E	未		5	16,8,4,2,7	1	1.4	2.4	7.2	5.8	13
7	B,C	未		4	2,4,6,8	1	1	2	5.8	4.8	10.6
8	C,E	未		3	6,16,7	1.4	1	2.4	3.4	3.8	7.2
9	F,G	未		4	10,11,3,5	1	1	2	5.8	5.2	11
10	G,J	未		4	9,11,12,13	2	1.4	3.4	5.2	4.4	9.6
11	G,I	未		4	9,10,12,5	1.4	1	2.4	5.4	4.8	10.2
12	I,J	未		4	10,13,11,5	1.4	1	2.4	5.8	5.2	11
13	J,L	未		3	10,12,14	1.4	1.4	2.8	4.4	3.4	7.8
14	L,M	未		2	13,15	1	1	2	2.8	2.4	5.2
15	K,M	未		1	14	1.4	1	2.4	1	1	2
16	E,H	未		2	6,8	1.4	1.4	2.8	2.4	2.4	4.8

【図 1 1】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	探索	採択順	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
					左L	右R	合計	合計
1	AD	未		3	3.4,2	1.4	2.4	3.8
2	AB	未		4	4.6,7.1	2	3	4.8
3	DF	未		4	9.5,1.4	1.4	2.8	4.8
4	BD	未		5	1.3,2.7.6	1.4	2.8	5.8
5	FJ	未		4	11.1,2.9.3	1	2.4	4.4
6	BE	未		5	16.8,4.2.7	1	2.4	7.2
7	BC	未		4	2.4,6.8	1	2	5.8
8	CE	未		3	6.1,6.7	1.4	2.4	3.8
9	FG	未		4	10.1,1.3.5	1	2	5.2
10	GJ	未		4	9.1,1.2,1.3	2	1.4	3.4
11	GI	未		4	9.1,0.1,2.5	1.4	1	2.4
12	IJ	未		4	10.1,3.11.5	1.4	1	2.4
13	JL	未		2<3	10.1,2.4	1.4	2.8	1.4+1
14	LM	否		2	1.3,1.5	1	2	2.4
15	KM	探	1	1	1.4	1	2.4	1
16	EH	未		2	6.8	1.4	2.4	4.8

【図 1 2】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	探索	採択順	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
					左L	右R	合計	合計
1	AD	未		3	3.4,2	AD=1.4	1	2.4
2	AB	未		4	4.6,7.1	...	...	...
3	DF	未		4	9.5,1.4	...	...	...
4	BD	未		5	1.3,2.7.6	...	...	...
5	FJ	未		4	11.1,2.9.3	...	...	...
6	BE	未		5	16.8,4.2.7	...	...	...
7	BC	未		4	2.4,6.8	...	...	...
8	CE	未		3	6.1,6.7	...	...	...
9	FG	未		4	10.1,1.3.5	...	...	...
10	GJ	未		4	9.1,1.2,1.3	...	...	...
11	GI	未		4	9.1,0.1,2.5	...	...	...
12	IJ	未		4	10.1,3.11.5	...	...	...
13	JL	探	2	2<3	10.1,2.4	JL=1.4	1.4	2.8
14	LM	否		2	1.3,1.5	...	...	...
15	KM	探	1	1	1.4	...	...	...
16	EH	未		2	6.8	EH=1.4	1.4	2.8
						BE+OE=1+1.4	1.4+1	4.8

【図 1 3】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	探索	採択順	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
					左L	右R	合計	合計
1	AD	未		3	3.4,2	AD=1.4	1	2.4
2	AB	未		4	4.6,7.1	...	...	...
3	DF	未		4	9.5,1.4	...	...	...
4	BD	未		5	1.3,2.7.6	...	...	...
5	FJ	未		3<4	11.1,2.9.3	...	...	...
6	BE	未		5	16.8,4.2.7	...	...	...
7	BC	未		4	2.4,6.8	...	...	...
8	CE	未		3	6.1,6.7	...	...	...
9	FG	未		3<4	10.1,1.3.5	...	...	...
10	GJ	否		4	9.1,1.2,1.3	...	...	...
11	GI	探	3	2<4	9.1,0.1,2.5	GI=1.4	1	2.4
12	IJ	否		4	10.1,3.11.5	...	...	...
13	JL	探	2	2<3	10.1,2.4	JL=1.4	1.4	2.8
14	LM	否		2	1.3,1.5	...	...	...
15	KM	探	1	1	1.4	...	...	...
16	EH	未		2	6.8	EH=1.4	1.4	2.8
						BE+OE=1+1.4	1.4+1	4.8

【図 1 4】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	探索	採択順	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
					左L	右R	合計	合計
1	AD	未		3	3.4,2	AD=1.4	1	2.4
2	AB	未		4	4.6,7.1	...	...	...
3	DF	探	4	2<4	9.5,1.4	DF=1.4	1.4	2.8
4	BD	未		5	1.3,2.7.6	...	...	...
5	FJ	否		3<4	11.1,2.9.3	...	...	...
6	BE	未		5	16.8,4.2.7	...	...	...
7	BC	未		4	2.4,6.8	...	...	...
8	CE	未		3	6.1,6.7	...	...	...
9	FG	否		3<4	10.1,1.3.5	...	...	...
10	GJ	否		4	9.1,1.2,1.3	...	...	...
11	GI	探	3	2<4	9.1,0.1,2.5	GI=1.4	1	2.4
12	IJ	否		4	10.1,3.11.5	...	...	...
13	JL	探	2	2<3	10.1,2.4	JL=1.4	1.4	2.8
14	LM	否		2	1.3,1.5	...	...	...
15	KM	探	1	1	1.4	...	...	...
16	EH	未		2	6.8	EH=1.4	1.4	2.8
						BE+OE=1+1.4	1.4+1	4.8

【図 15】

17a グラフ管理テーブル

G頂点 ID	ネット の組	探索 否	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
				左L	右R	左L	右R
1	AD	否	3	AD=1.4	1	...	...
2	AB	未	2	AB=2	1	...	...
3	DF	探	4	DF=1.4	1.4	AD+BD=1.4+1.4	1.4
4	BD	否	5	BD=1.4	...	...	...
5	FI	否	3	FI=1.4	...	...	...
6	BE	未	4	BE=1.4	...	...	...
7	BC	未	3	BC=1.4	...	...	...
8	CE	未	3	CE=1.4	...	...	...
9	DE	否	4	DE=1.4	...	...	...
10	GI	否	4	GI=1.4	...	...	...
11	GI	探	3	GI=1.4	...	...	...
12	IL	否	4	IL=1.4	...	...	...
13	JL	探	2	JL=1.4	...	...	...
14	LM	否	2	LM=1.4	...	...	...
15	KM	探	1	...	...	...	...
16	EH	探	5	EH=1.4	1.4	BE+CE=1.4+1.4	1.4+1.4

【図 16】

17a グラフ管理テーブル

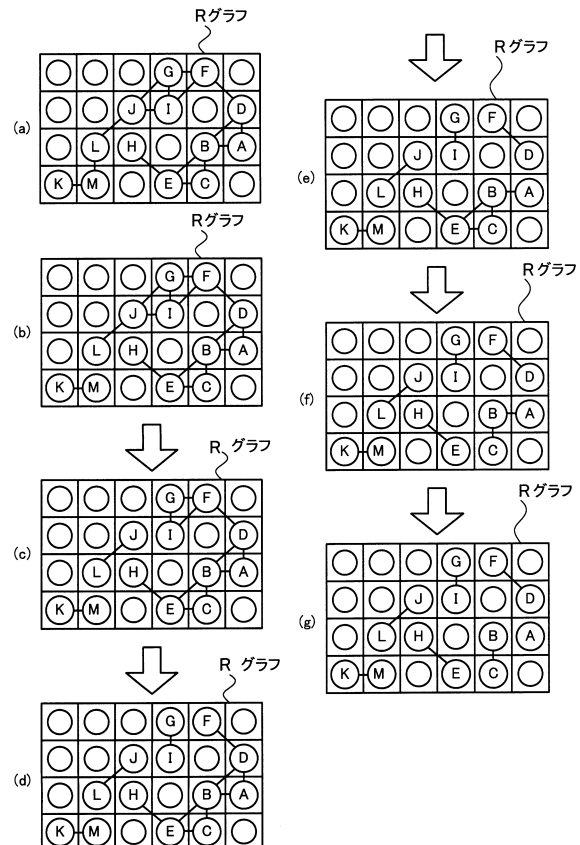
G頂点 ID	ネット の組	探索 否	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
				左L	右R	左L	右R
1	AD	否	3	AD=1.4	1	...	...
2	AB	未	2	AB=2	1	...	...
3	DF	探	4	DF=1.4	1.4	AD+BD=1.4+1.4	1.4
4	BD	否	5	BD=1.4	...	...	...
5	FI	否	3	FI=1.4	...	...	...
6	BE	未	4	BE=1.4	...	...	...
7	BC	探	3	BC=1	1	...	...
8	CE	否	3	CE=1.4	...	...	...
9	DE	否	4	DE=1.4	...	...	...
10	GI	探	3	GI=1.4	...	...	...
11	GI	探	3	GI=1.4	...	...	...
12	JL	探	2	JL=1.4	...	...	...
13	JL	探	2	JL=1.4	...	...	...
14	LM	否	2	LM=1.4	...	...	...
15	KM	探	1	...	...	...	...
16	EH	探	5	EH=1.4	1.4	BE+CE=1.4+1.4	1.4+1.4

【図 17】

17a グラフ管理テーブル

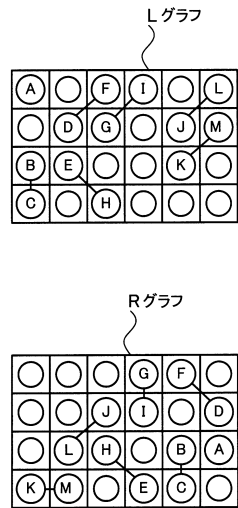
G頂点 ID	ネット の組	探索 否	隣接頂点 次数	枝距離		機会逸失距離	
				左L	右R	左L	右R
1	AD	否	3	AD=1.4	1	...	...
2	AB	未	2	AB=2	1	...	...
3	DF	探	4	DF=1.4	1.4	AD+BD=1.4+1.4	1.4
4	BD	否	5	BD=1.4	...	...	...
5	FI	否	3	FI=1.4	...	...	...
6	BE	未	4	BE=1.4	...	...	...
7	BC	探	3	BC=1	1	...	...
8	CE	否	3	CE=1.4	...	...	...
9	DE	否	4	DE=1.4	...	...	...
10	GI	否	4	GI=1.4	...	...	...
11	GI	探	3	GI=1.4	...	...	...
12	IL	否	4	IL=1.4	...	...	...
13	JL	探	2	JL=1.4	...	...	...
14	LM	否	2	LM=1.4	...	...	...
15	KM	探	1	...	...	...	...
16	EH	探	5	EH=1.4	1.4	BE+CE=1.4+1.4	1.4+1.4

【図 18】

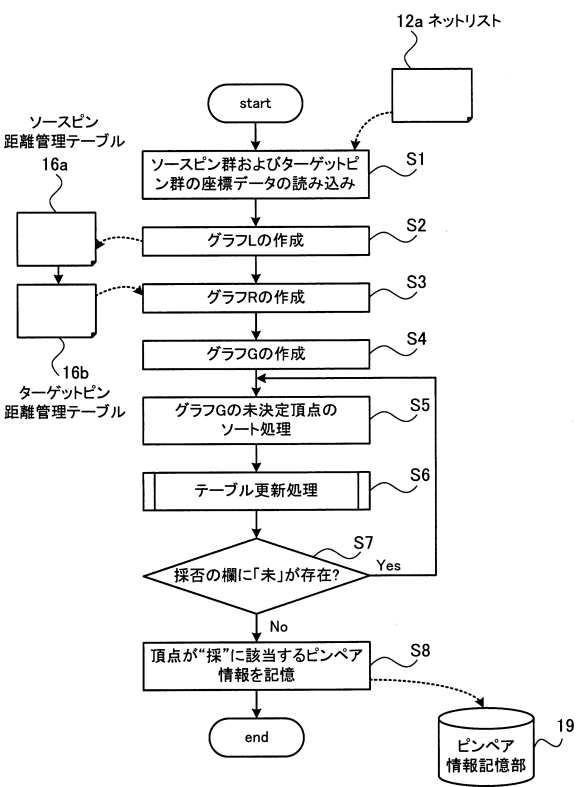




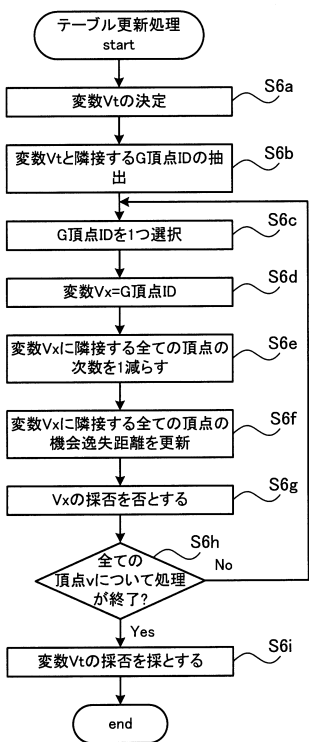
【図 19】



【図 20】



【図 21】

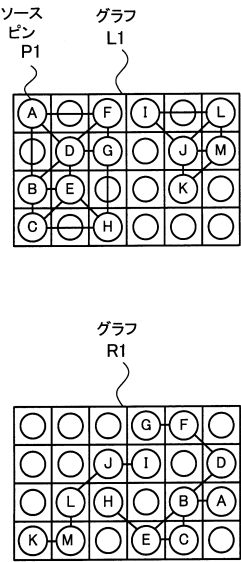


【図 22】

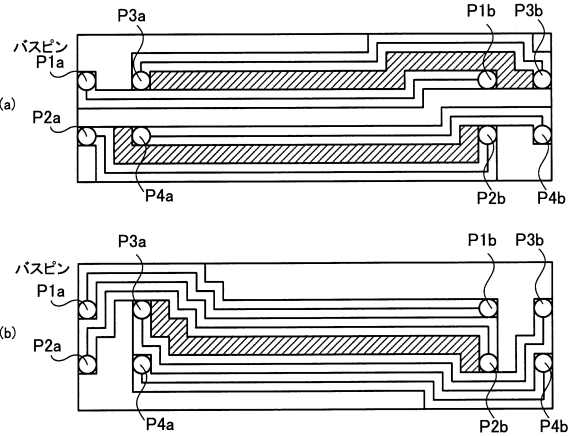
12b ネットリスト

ピンID	ピン群ID	ネット	座標	信号種ID	ペアピンID
1	左	A	(1,1)	1	
2	左	B	(1,3)	1	
3	左	C	(1,4)	1	
4	左	D	(2,2)	1	
5	左	E	(2,3)	1	
6	左	F	(3,1)	1	
7	左	G	(3,2)	1	
8	左	H	(3,4)	1	
9	左	I	(4,1)	2	
10	左	J	(5,2)	2	
11	左	K	(5,3)	2	
12	左	L	(6,1)	2	
13	左	M	(6,2)	2	
14	右	A	(10,3)	1	
15	右	B	(9,3)	1	
16	右	C	(9,4)	1	
17	右	D	(10,2)	1	
18	右	E	(8,4)	1	
19	右	F	(9,1)	1	
20	右	G	(8,1)	1	
21	右	H	(7,3)	1	
22	右	I	(8,2)	2	
23	右	J	(7,2)	2	
24	右	K	(5,4)	2	
25	右	L	(6,3)	2	
26	右	M	(6,4)	2	

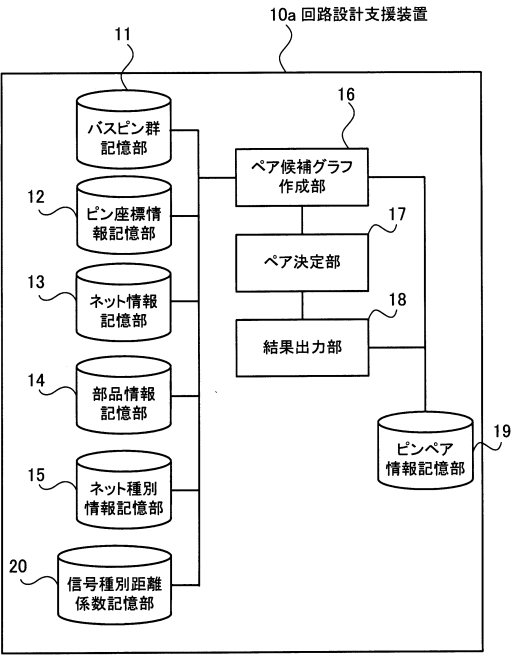
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】

12c ネットリスト

ピンID	ピン群ID	ネット	座標	信号種ID	ペアピンID
1	左	A	(1,1)	1	
2	左	B	(1,3)	1	
3	左	C	(1,4)	1	
4	左	D	(2,2)	1	
5	左	E	(2,3)	3	
6	左	F	(3,1)	1	
7	左	G	(3,2)	1	
8	左	H	(3,4)	3	
9	左	I	(4,1)	2	
10	左	J	(5,2)	2	
11	左	K	(5,3)	2	
12	左	L	(6,1)	2	
13	左	M	(6,2)	2	
14	右	A	(10,3)	1	
15	右	B	(9,3)	1	
16	右	C	(9,4)	1	
17	右	D	(10,2)	1	
18	右	E	(8,4)	3	
19	右	F	(9,1)	1	
20	右	G	(8,1)	1	
21	右	H	(7,3)	3	
22	右	I	(8,2)	2	
23	右	J	(7,2)	2	
24	右	K	(5,4)	2	
25	右	L	(6,3)	2	
26	右	M	(6,4)	2	

【 図 2 7 】

20a 距離係数テーブル

信号種ID(a)	信号種ID(b)	距離係数
1	1	1
1	2	3
1	3	3
2	2	1
2	3	3
3	3	1

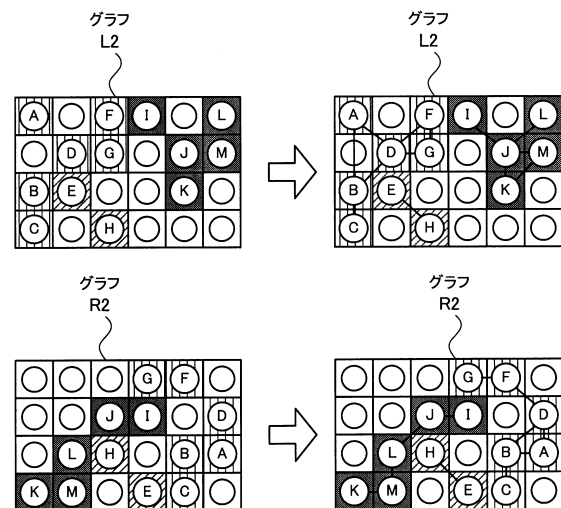
【 図 2 8 】

[illegible]

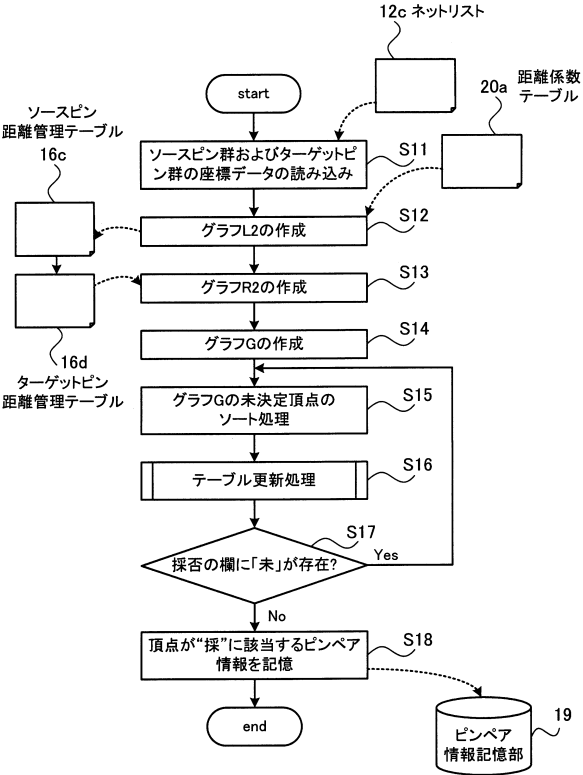
【 図 2 9 】

[illegible]

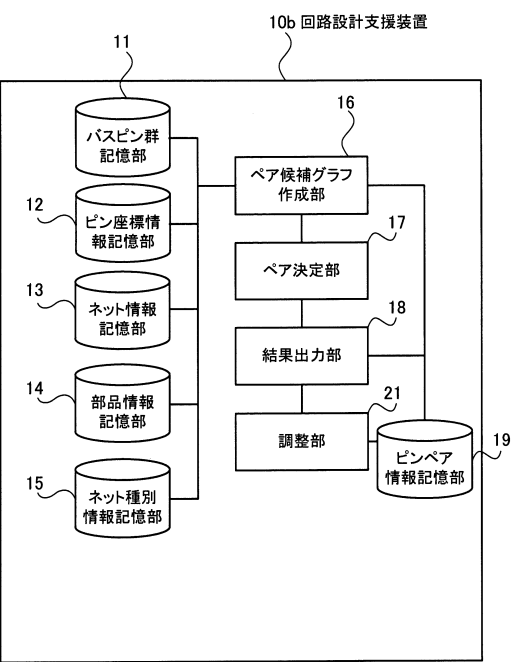
【 図 3 0 】



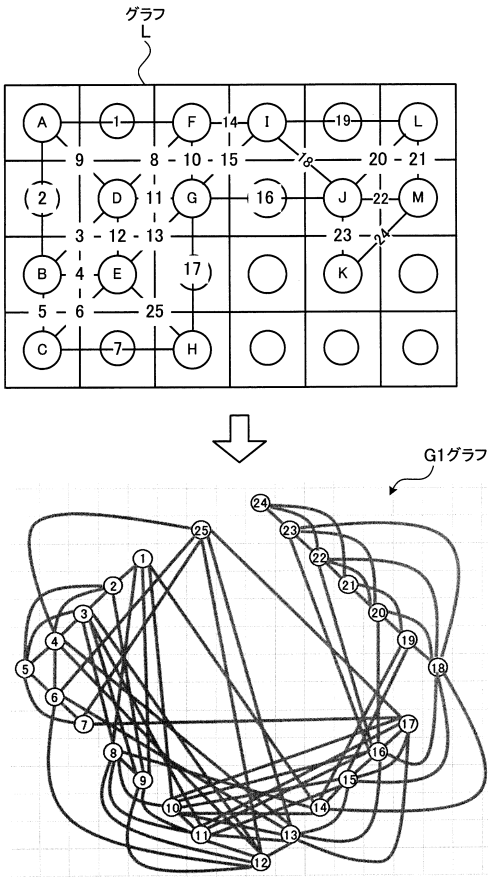
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】

17b グラフ管理テーブル

G頂点ID	ネットの組	採否	採択順	次数	隣接頂点										枝距離	機会逸失距離
1	A,F	未		5	2	9	8	10	14							
2	A,B	未		5	9	1	5	4	3							
3	B,D	未		7	2	5	4	12	11	8	9					
4	B,E	未		7	3	2	5	12	13	25	6					
5	B,C	未		5	2	3	4	6	7							
6	C,E	未		6	5	7	4	12	13	25						
7	C,H	未		4	5	6	25	17								
8	D,F	未		7	9	3	12	11	10	14	1					
9	A,D	未		6	1	2	8	11	12	3						
10	F,G	未		8	8	1	14	11	13	17	16	15				
11	D,G	未		9	12	3	9	8	10	15	16	17	13			
12	D,E	未		8	3	9	8	11	4	6	25	13				
13	E,G	未		9	25	6	4	12	11	10	15	16	17			
14	F,I	未		6	1	8	10	15	18	19						
15	G,I	未		8	10	11	13	17	16	14	19	18				
16	G,J	未		9	15	10	11	13	17	18	20	22	23			
17	G,H	未		7	7	25	16	15	10	11	13					
18	I,J	未		7	16	23	22	20	15	14	19					
19	I,L	未		5	14	15	18	20	21							
20	J,L	未		6	18	16	23	22	21	19						
21	L,M	未		4	19	20	24	22								
22	J,M	未		6	20	18	16	23	21	24						
23	J,K	未		5	16	18	20	22	24							
24	K,M	未		3	22	21	23									
25	E,H	未		6	13	12	4	6	17	7						

【図 35】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	ネット の組	採 否	採 択 順	次数	隣接頂点										枝 距離	機会 逸失 距離
1	A,F	未		5	2	9	8	10	14							
2	A,B	未		5	9	1	5	4	3							
3	B,D	未		7	2	5	4	12	11	8	9					
4	B,E	未		7	3	2	5	12	13	25	6					
5	B,C	未		5	2	3	4	6	7							
6	C,E	未		6	5	7	4	12	13	25						
7	C,H	未		4	5	6	25	17								
8	D,F	未		7	9	3	12	11	10	14	1					
9	A,D	未		6	1	2	8	11	12	3						
10	F,G	未		8	8	1	14	11	13	17	16	15				
11	D,G	未		9	12	3	9	8	10	15	16	17	13			
12	D,E	未		8	3	9	8	11	4	6	25	13				
13	E,G	未		9	25	6	4	12	11	10	15	16	17			
14	F,I	未		6	1	8	10	15	18	19						
15	G,I	未		8	10	11	13	17	16	14	19	18				
16	G,J	未		9	15	10	11	13	17	18	20	22	23			
17	G,H	未		7	7	25	16	15	10	11	13					
18	I,J	未		7	16	23	22	20	15	14	19					
19	I,L	未		5	14	15	18	20	21							
20	J,L	未		6	18	16	23	22	21	19						
21	L,M			4	19	20	24	22								
22	J,M			5	20	18	16	23	21	24						
23	J,K			5	16	18	20	22	24							
24	K,M	採	1	3	22	21	23									
25	E,H	未		6	13	12	4	6	17	7						

【図 36】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	ネット の組	採 否	採 択 順	次数	隣接頂点										枝 距離	機会 逸失 距離
1	A,F	未		5	2	9	8	10	14							
2	A,B	未		5	9	1	5	4	3							
3	B,D	未		7	2	5	4	12	11	8	9					
4	B,E	未		7	3	2	5	12	13	25	6					
5	B,C	未		5	2	3	4	6	7							
6	C,E	未		6	5	7	4	12	13	25						
7	C,H	未		4	5	6	25	17								
8	D,F	未		7	9	3	12	11	10	14	1					
9	A,D	未		6	1	2	8	11	12	3						
10	F,G	未		8	8	1	14	11	13	17	16	15				
11	D,G	未		9	12	3	9	8	10	15	16	17	13			
12	D,E	未		8	3	9	8	11	4	6	25	13				
13	E,G	未		9	25	6	4	12	11	10	15	16	17			
14	F,I	未		6	1	8	10	15	18	19						
15	G,I	未		8	10	11	13	17	16	14	19	18				
16	G,J	未		7<9	15	10	11	13	17	18	20	22	23			
17	G,H	未		7	7	25	16	15	10	11	13					
18	I,J	未		5<7	16	23	22	20	15	14	19					
19	I,L	未		4<5	14	15	18	20	21							
20	J,L	未		3<6	18	16	23	22	21	19						
21	L,M	否		4	19	20	24	22								
22	J,M	否		5	20	18	16	23	21	24						
23	J,K	否		5	16	18	20	22	24							
24	K,M	採	1	3	22	21	23									
25	E,H	未		6	13	12	4	6	17	7						

【図 37】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	採 否	採 択 順	次数	隣接頂点										枝 距離	機会 逸失 距離
1	未		5	2	9	8	10	14							
2	未		5	9	1	5	4	3							
3	未		7	2	5	4	12	11	8	9					
4	未		7	3	2	5	12	13	25	6					
5	未		5	2	3	4	6	7							
6	未		6	5	7	4	12	13	25						
7	未		4	5	6	25	17						2		
8	未		7	9	3	12	11	10	14	1					
9	未		6	1	2	8	11	12	3						
10	未		7<8	8	1	14	11	13	17	16	15				
11	未		8<9	12	3	9	8	10	15	16	17	13			
12	未		8	3	9	8	11	4	6	25	13				
13	未		8<9	25	6	4	12	11	10	15	16	17			
14	採		4<6	1	8	10	15	18	19				1		
15	未		5<8	10	11	13	17	16	14	19	18				
16	否		7<9	15	10	11	13	17	16	20	22	23			
17	未		6<7	7	25	16	15	10	11	13					
18	否		5<7	16	23	22	20	15	14	19					
19	否		4<5	14	15	18	20	21							
20	採	2	3<6	18	16	23	22	21	19						
21	否		4	19	20	24	22								
22	否		5	20	18	16	23	21	24						
23	否		5	16	18	20	22	24							
24	採	1	3	22	21	23									
25	未		6	13	12	4	6	17	7						

【図 38】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	採 否	採 択 順	次数	隣接頂点										枝 距離	機会 逸失 距離
1	否		5	2	9	8	10	14							
2	未		4<5	9	1	5	4	3					2		
3	未		6<7	2	5	4	12	11	8	9					
4	未		7	3	2	5	12	13	25	6					
5	未		5	2	3	4	6	7							
6	未		6	5	7	4	12	13	25						
7	未		4	5	6	25	17						2		
8	否		7	9	3	12	11	10	14	1					
9	採	4	4<6	1	2	5	11	12	3				1,4		
10	否		7<8	8	1	14	11	13	17	16	15				
11	未		5<8<9	12	3	9	8	10	15	16	17	13			
12	未		7<8	3	9	8	11	4	6	25	13				
13	未		6<8<9	25	6	4	12	11	10	15	16	17			
14	採	3	4<6	1	8	10	15	18	19				1		
15	否		5<8	10	11	13	17	16	14	19	18				
16	否		7<9	15	10	11	13	17	16	20	22	23			
17	未		4<6<7	7	25	16	15	10	11	13			2		
18	否		5<7	16	23	22	20	15	14	19					
19	否		4<5	14	15	18	20	21							
20	採	2	3<6	18	16	23	22	21	19						
21	否		4	19	20	24	22								
22	否		5	20	18	16	23	21	24						
23	否		5	16	18	20	22	24							
24	採	1	3	22	21	23									
25	未		6	13	12	4	6	17	7						

【図 39】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	採 否	採 順	次 数	隣接頂点													枝 距離	機会 逸失 距離
1	否		5	2	9	8	10	14										
2	否		4<5	9	1	5	4	3								2		
3	否		6<7	2	5	4	12	11	8	9								
4	未		4<7	3	2	5	12	13	25	6								
5	採	5	③5	2	9	4	6	7								①		
6	未		5<6	5	7	4	12	13	25									
7	未		4	5	6	25	17									2		
8	否		7	9	3	12	11	10	14	1								
9	採	4	4<6	1	2	8	11	12	3							1.4		
10	否		7<8	8	1	14	11	13	17	16	15							
11	否		5<8<9	12	3	9	8	10	15	16	17	13						
12	否		7<8	3	9	8	11	4	6	25	13							
13	未		4<6<8<9	25	6	4	12	11	10	15	16	17						
14	採	3	4<6	1	8	10	15	18	19							1		
15	否		5<8	10	11	13	17	16	14	19	18							
16	否		7<9	15	10	11	13	17	18	20	22	23						
17	未		③4<6<7	7	25	16	15	10	11	13						2		
18	否		5<7	16	23	22	20	15	14	19								
19	否		4<5	14	15	18	20	21										
20	採	2	3<6	18	16	23	22	21	19									
21	否		4	19	20	24	22											
22	否		6	20	18	16	23	21	24									
23	否		5	16	18	20	22	24										
24	採	1	3	22	21	23												
25	未		5<6	13	12	4	6	17	7									

【図 40】

17b グラフ管理テーブル

G 頂点 ID	採 否	採 順	次 数	隣接頂点													枝 距離	機会 逸失 距離
1	否		5	2	9	8	10	14										
2	否		4<5	9	1	5	4	3									2	
3	否		6<7	2	5	4	12	11	8	9								
4	否		4<7	3	2	5	12	13	25	6								
5	採	5	3<5	2	3	4	6	7								1		
6	否		5<6	5	7	4	12	13	25									
7	否		4	5	6	25	17									2		
8	否		7	9	3	12	11	16	14	1								
9	採	4	4<6	1	2	8	11	12	3							1.4		
10	否		7<8	8	1	14	11	13	17	16	15							
11	否		5<8<9	12	3	9	8	10	15	16	17	13						
12	否		7<8	3	9	8	11	4	6	25	13							
13	未		2<4<6<8<9	25	6	4	12	11	10	15	16	17	1.4	EH+GH =3.4				
14	採	3	4<6	1	8	10	15	18	19							1		
15	否		5<8	10	11	13	17	16	14	19	18							
16	否		7<9	15	10	11	13	17	18	20	22	23						
17	未		2<3<4<6<7	7	25	16	15	10	11	13						2		
18	否		5<7	16	23	22	20	15	14	19								
19	否		4<5	14	15	18	20	21										
20	採	2	3<6	18	16	23	22	21	19									
21	否		4	19	20	24	22											
22	否		6	20	18	16	23	21	24									
23	否		5	16	18	20	22	24										
24	採	1	3	22	21	23												
25	採		2<3<5<6	13	12	4	6	17	7							1.4	EG+GH =3.4	

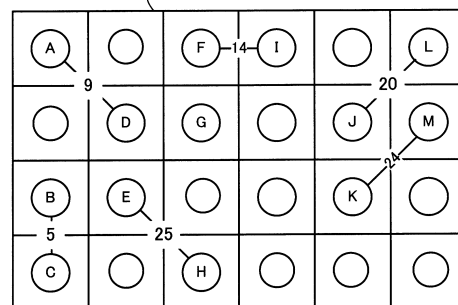
【図 41】

17b グラフ管理テーブル

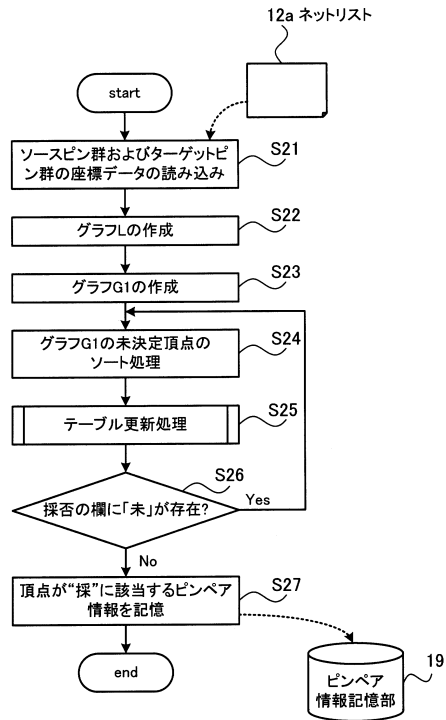
G 頂点 ID	採 否	採 順	次 数	隣接頂点													枝 距離	機会 逸失 距離
1	否		5	2	9	8	10	14										
2	否		4<5	9	1	5	4	3									2	
3	否		6<7	2	5	4	12	11	8	9								
4	否		4<7	3	2	5	12	13	25	6								
5	採	5	3<5	2	3	4	6	7								1		
6	否		5<6	5	7	4	12	13	25									
7	否		4	5	6	25	17									2		
8	否		7	9	3	12	11	16	14	1								
9	採	4	4<6	1	2	8	11	12	3							1.4		
10	否		7<8	8	1	14	11	13	17	16	15							
11	否		5<8<9	12	3	9	8	10	15	16	17	13						
12	否		7<8	3	9	8	11	4	6	25	13							
13	否		2<4<6<8<9	25	6	4	12	11	10	15	16	17	1.4	EH+GH =3.4				
14	採	3	4<6	1	8	10	15	18	19							1		
15	否		5<8	10	11	13	17	16	14	19	18							
16	否		7<9	15	10	11	13	17	18	20	22	23						
17	否		2<3<4<6<7	7	25	16	15	10	11	13						2		
18	否		5<7	16	23	22	20	15	14	19								
19	否		4<5	14	15	18	20	21										
20	採	2	3<6	18	16	23	22	21	19									
21	否		4	19	20	24	22											
22	否		6	20	18	16	23	21	24									
23	否		5	16	18	20	22	24										
24	採	1	3	22	21	23												
25	採	6	2<3<5<6	13	12	4	6	17	7							1.4	EG+GH =3.4	

【図 42】

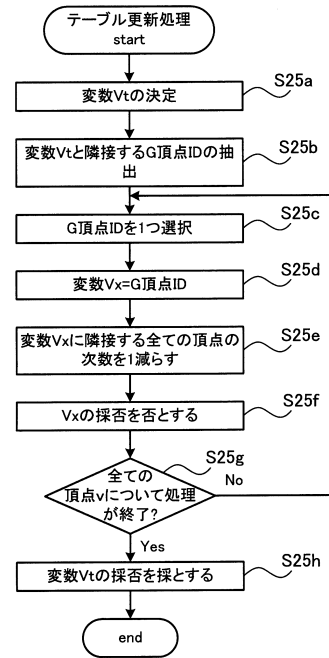
グラフ



【図 4 3】



【図 4 4】



---

フロントページの続き

審査官 早川 学

(56)参考文献 特開2008-204349(JP,A)  
特開平09-198423(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06F 17/50