

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5374878号  
(P5374878)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H01B</b>	<b>13/012</b>	<b>(2006.01)</b>	H01B	13/00	513Z
<b>G06F</b>	<b>17/50</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F	17/50	650Z
			G06F	17/50	634Z

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-15242 (P2008-15242)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成20年1月25日(2008.1.25)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2009-176616 (P2009-176616A)		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21年8月6日(2009.8.6)	(74) 代理人	100108187
審査請求日	平成22年9月17日(2010.9.17)		弁理士 横山 淳一
		(72) 発明者	橋間 正芳
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	渡部 朋也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハーネス配線経路算出方法、ハーネス配線経路設計支援装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

装置の3次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路算出方法であって、

前記3次元モデルよりハーネスの配線経路を探索する配線経路探索空間を設定し、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出し、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定し、

前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定し、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出し、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結び配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出し、

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出し、

算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択し、

算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より小さい場合は、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択することを特徴とするハーネス配線経路算出方法

。【請求項 2】

請求項 1 記載の配線経路禁止領域の設定はハーネスの断面形状半径より前記配線経路探索空間の部品と干渉しない領域を配線経路禁止領域として設定することを特徴とする請求項 1 記載のハーネス配線経路算出方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の配線経路禁止領域の設定は前記配線経路空間部品の占有領域及び前記部品毎に指定する所定距離離して前記配線経路禁止領域を設定することを特徴とする請求項 1 記載のハーネス配線経路算出方法。

【請求項 4】

装置の 3 次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置であって、

前記 3 次元モデルを入力する 3 次元モデル入力部と、

前記ハーネス条件を入力するハーネス条件入力部と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件を入力するハーネス配線経路探索空間条件入力部と、

前記 3 次元モデルと前記ハーネス条件と前記ハーネス配線経路探索空間条件の情報より、ハーネス配線経路を探索し決定する経路探索部とで構成し、

前記経路探索部は、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出する手段と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定する手段と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定する手段と、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手段と、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出する手段と、

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出する手段と、

算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択する手段と、

算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より小さい場合は、前記抽出した所定数の格子点を順次 1 個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択する手段と、

で構成することを特徴とするハーネス配線経路設計支援装置。

【請求項 5】

装置の 3 次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置に備えたコンピュータのプログラムによりハーネス配線経路の算出を実行させるハーネス配線経路算出プログラムであって、

前記ハーネス配線経路算出プログラムは、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出させる手順と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定させる手順と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定させる手順と、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手順と、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出させる手順と、

10

20

30

40

50

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出させる手順と、  
算出した前記出曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択させる手順と、

算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より小さい場合、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択させる手順と、  
を実現させることを特徴とするハーネス配線経路算出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハーネス配線経路の算出方法に係り、特に、配線経路として設定できない箇所を避けて、2つの端点間のハーネス配線経路、長さを自動的に生成するハーネス配線経路算出方法、ハーネス配線経路設計支援装置及びプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

機械製品や、装置、プリント基板などの設計において、ハーネス配線経路設計対象を構成する装置、コネクタ、端子等の部品の2点間にワイヤ、ケーブル等の線状柔軟物を接続することが必要になるが、接続対象の2点間に線状柔軟物を配線できない箇所がある。例えば、設計対象を構成する部品内部、あるいは高熱を発生する部品の周りの一定距離範囲内は線状柔軟物を配線できない。

【0003】

ハーネス配線経路設計は、通常、指定された点を基にして、例えば、3次のベジエ曲線を使い配線経路を決定する。ベジエ曲線は指定された点と点の間を結ぶ曲線を1つの単位として、指定したい2点間の配線経路を算出する。例えば、計算機上に設定した設計対象の機械や装置の3次元モデル上にハーネスの形状をモデリングしてハーネス配線経路設計を行なう。この場合、機械、装置を構成するコネクタ間や端子間のハーネス配線経路を決定するに当たり、ハーネスと部品間の干渉やハーネスの長さ、曲げ具合、余長、熱源やノイズ源との距離を考慮する必要がある。通常、設計は、3次元モデル上に端点や通過点を指定することで配線経路を決定する。

【0004】

図11は従来のハーネス配線経路設定方法を示す図である。端点1、端点2の間に複数の通過点*i*（図11では通過点*i*で表示）を指定しハーネス配線経路を決定する。

【0005】

特許文献1では、少なくとも異なる2点で拘束されたワイヤーハーネスの基本経路の算出を拘束部材による拘束位置と拘束方向を規定して行い、拘束部材の拘束位置、拘束方向、最小曲げ半径を基に基本経路のバラツキ範囲を算出する方法が開示されている。

【0006】

特許文献2では、2点の係止部で係止されたワイヤーハーネスの可動範囲を算出し、可動範囲面の格子点の引っ張り方向、線状材の長さ、ワイヤーハーネスの最小曲げ半径を考慮して経路を検索する技術が開示されている。

【0007】

近年、装置機能の多様化、高度化等に伴う装置構成部品の増加、ハーネスと部品間の距離の考慮が必要な部品の増加、ハーネス数の増加等により多数の通過点の指定が必要となる。また、ベジエ曲線は比較的単純な曲線であるので、長い距離の経路を作成する場合、多数の通過点の指定も必要である。さらに、装置が複雑な3次元構造の場合、装置の内側で通過点を指定することが難ずかしい問題もある。このため、ハーネス設計では、通過点の設定の作業量が膨大となる。

【特許文献1】特開2004-127925号公報

【特許文献2】特開2006-59245号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

解決しようとする課題は、機械製品、装置、プリント板等のハーネス設計において、3次元モデルにハーネスが通過する通過点の指定作業が膨大になり、また、装置が複雑な3次元構造の場合、装置の内側で通過点を指定することが難ずかしい問題である。

## 【0009】

本発明は、ハーネス設計において、膨大なハーネスの配線経路を効率良く自動的に算出するハーネス配線経路算出方法、ハーネス配線経路設計支援装置及びハーネス配線経路算出の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】

## 【0010】

第1の発明は、装置の3次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路算出方法である。

## 【0011】

前記3次元モデルよりハーネスの配線経路を探索する配線経路探索空間を設定し、前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出し、前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定し、前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定し、前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出し、前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出し、前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出し、算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択する。所定数抽出格子点から算出した前記曲率半径が前記最小曲率半径より小さい場合は、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択する。

## 【0012】

第1の発明により、指定された3次元モデル、ハーネス条件を基に配線経路として設定できない経路禁止領域を避けてハーネス配線経路を算出し、配線経路長さをハーネスの曲げ具合を踏まえて自動的に効率良く算出できる。

## 【0013】

第2の発明は、第1の発明の配線経路禁止領域の設定はハーネスの断面形状半径より前記配線経路探索空間の部品と干渉しない領域を配線経路禁止領域として設定する。

## 【0014】

第2の発明により、ハーネスの太さを考慮した配線経路探索空間上に配線禁止領域を設定し、配線経路を算出できる。

## 【0015】

第3の発明は、第1の発明の配線経路禁止領域の設定は前記配線経路空間部品の占有領域及び前記部品毎に指定する所定距離離して前記配線経路禁止領域を設定する。

## 【0016】

第3の発明により、発熱源となる部品、ノイズ源となる部品の影響範囲、あるいはハーネスと接触不可の領域を避けて配線経路を算出できる。

## 【0017】

第4の発明は、装置の3次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置である。

## 【0018】

前記3次元モデルを入力する3次元モデル入力部と、前記ハーネス条件を入力するハーネス条件入力部と、前記ハーネス配線経路探索空間条件を入力するハーネス配線経路探索空間条件入力部と、前記3次元モデルと前記ハーネス条件と前記ハーネス配線経路探索空間条件の情報より、ハーネス配線経路を探索し決定する経路探索部とで構成し、前記経路

10

20

30

40

50

探索部は、前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出する手段と、前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定する手段と、前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定する手段と、前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手段と、前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出する手段と、前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出する手段と、算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択する手段と、算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より小さい場合は、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択する手段と、で構成する。

10

#### 【0019】

第4の発明により、ハーネス設計支援システムと連携して3次元モデル情報とハーネス条件よりハーネス配線設計を自動的に効率よく算出した配線経路情報を配線設計、配線製造図面の作成が可能となる。

#### 【0020】

第5の発明は、装置の3次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置に備えたコンピュータのプログラムによりハーネス配線経路の算出を実行させるハーネス配線経路算出プログラムである。

20

#### 【0021】

前記ハーネス配線経路算出プログラムは、前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出させる手順と、前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定させる手順と、前記ハーネス配線経路探索空間条件よりハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定させる手順と、前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手順と、前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出させる手順と、前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出させる手順と、算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択させる手順と、算出した前記曲率半径の大きさが前記最小曲率半径より小さい場合、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択させる手順と、を実現させる。

30

#### 【0022】

第5の発明により、ハーネス設計支援装置等に備えたコンピュータプログラムにより指定された3次元モデル、ハーネス条件を基に配線経路として設定できない領域を避けてハーネス配線経路をハーネスの曲げ具合を踏まえて自動的に効率良く算出させ、ハーネス設計支援装置の処理機能を実現できる。

#### 【発明の効果】

40

#### 【0025】

本発明により、ハーネスが通過する位置の指定を行なうことなく、装置の3次元モデルより設定した配線経路探索空間に配線経路として設定できない禁止領域を避け、構成部品と干渉しないハーネス配線経路を自動的に生成し、ハーネス配線経路設計を効率良く実現できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0026】

#### (実施例1)

図1はハーネス配線経路設計支援装置ブロック構成を示す図である。ハーネス設計支援システムと連携して配線経路の算出を行う。

50

## 【 0 0 2 7 】

ハーネス設計支援システム 2 は設計対象の 3 次元モデルの生成、配線経路探索空間の設計、ハーネス条件の算出、電気回路情報の生成を行い、また、ハーネス配線経路設計支援装置 1 で生成した配線経路データより具体的なハーネス配線の製造図面等を作成するシステムである。説明は省略する。

## 【 0 0 2 8 】

ハーネス配線経路設計支援装置 1 は 3 次元モデル入力部 1 1、ハーネス条件入力部 1 2、配線経路探索空間条件入力部 1 3、経路探索部 1 4、経路データ出力部 1 5 と必要なデータを保持するメモリ部 1 6 で構成する。これらの機能の処理はコンピュータで行うが、その構成の説明は省略する。

## 1 ) 3 次元モデル入力部 1 1

ハーネス設計支援システム 2 で生成した設計対象の 3 次元モデルのデータを入力するインタフェースである。3 次元モデル、その表現例は図 3 で説明する。

## 2 ) ハーネス条件入力部 1 2

ハーネス設計支援システム 2 で生成した 3 次元モデル上で接続を行うハーネスの条件を入力するインタフェースである。ハーネス条件、その表現例は図 4 で説明する。

## 3 ) 配線経路探索空間条件入力部 1 3

ハーネスと部品間の干渉やハーネスの長さ、曲げ具合、余長、熱源やノイズ源との距離の制限から経路空間上での経路の禁止情報を入力するインタフェースである。配線経路探索空間については図 5 で説明する。

## 4 ) 経路探索部 1 4

3 次元モデルで表現された配線経路探索空間でのハーネス配線経路をハーネス条件、経路探索空間条件を基にハーネス配線経路を算出する。算出方法、手順については図 7、図 8、図 9 で説明する。

## 5 ) 経路データ出力部 1 5

経路探索部 1 4 で算出した配線経路データを出力するインタフェースである。

## 6 ) メモリ 1 6

経路探索部 1 4 で経路算出に必要なデータを保持する。データとしては入力した 3 次元モデルデータ、ハーネス条件、配線経路探索空間条件の情報がある。

## 【 0 0 2 9 】

なお、以下では誤解の無い範囲でハーネス配線経路を経路、ハーネス配線経路設計をハーネス設計と表現する。また、ハーネス設計対象を構成する装置、コネクタ、端子等の部品を総称して部品と表現する。

## 【 0 0 3 0 】

図 2 は配線経路探索空間とその表現を示す図である。1 ) に配線経路空間設定、2 ) に配線経路探索空間表現を示している。

## 1 ) 配線経路探索空間設定

ハーネス設計配線を行う設計対象を包含した直方体で表現し、その内部を配線経路探索空間とする。空間を  $S_{min}(X_{min}, Y_{min}, Z_{min})$  と  $S_{max}(X_{max}, Y_{max}, Z_{max})$  で指定する。 $S_{min}$  は設定した  $X Y Z$  の基本座標系の原点に一番近い位置であり、 $S_{max}$  は一番遠い位置である。

## 2 ) 配線経路探索空間表現

$S_{min}$  と  $S_{max}$  で規定した配線経路探索空間を分割して空間内に格子点を設定して、配線経路探索空間を以下で表現する。

ア．空間分割数：各軸を各々  $N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_z$  に分割する。

イ．空間格子点の数：上記より格子点数は  $N_x \times N_y \times N_z$  となる。

ウ．各格子点の位置：座標  $(P_x, P_y, P_z)$  で表わす。

エ．各格子点の表現： $P_{ijk}$  ( $i = 0 \sim N_x, j = 0 \sim N_y, k = 0 \sim N_z$ ) で表わす。

## 【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

これらのデータは個別のハーネス設計を行うユーザに設定して貰う方法の他に、自動で生成しても良い。3次元モデル全体を囲む直方体の自動設定も考えられる。また、分割数は3次元モデルにおける最小の寸法やハーネスの断面形状外接円半径をセルサイズ（セル：探索空間全体の直方体を分割した時の最小直方体）となるよう決めても良い。

#### 【0032】

図3は部品の3次元モデルとその表現を示す図である。ポリゴンデータを使用して部品を3次元形状と3次元位置で表わす。ポリゴン（polygon）とは3次元コンピュータグラフィクス等において、三角形の組み合わせで物体の表面を表現する場合の各三角形要素を指す。直方体と円柱の例を示す。

ア．直方体の例：頂点位置を $V_{i0}(X_{i0}, Y_{i0}, Z_{i0})$ 、 $V_{i1}(X_{i1}, Y_{i1}, Z_{i1})$ 、 $V_{i2}(X_{i2}, Y_{i2}, Z_{i2})$ （ $i=1 \sim L$ ）で表す。直方体の場合の三角形の数は12となる。

イ．円柱の例：頂点位置を $V_{i0}(X_{i0}, Y_{i0}, Z_{i0})$ 、 $V_{i1}(X_{i1}, Y_{i1}, Z_{i1})$ 、 $V_{i2}(X_{i2}, Y_{i2}, Z_{i2})$ （ $i=1 \sim L$ ）で表す。

#### 【0033】

数Lは分割数が多くなるとポリゴン数が増大するため、配線経路探索空間上の部品とハーネス条件の大きさから定まる精度から決めれば良い。

#### 【0034】

図4はハーネス条件を示す図である。

配線経路探索空間内の経路算出に必要なデータとして以下の3つの条件を設定し入力する。

ア．ハーネスの両端の位置：始点 $H_s(X_s, Y_s, Z_s)$ 、終点 $H_e(X_e, Y_e, Z_e)$

イ．ハーネスの最小曲率半径：HSR

ウ．ハーネスの断面形状外接円半径：CR

なお、ハーネスの断面が円の場合はハーネスの断面半径をCRに設定する。

#### 【0035】

図5は配線経路探索空間イメージを示す図である。3次元空間を便宜的に長方形の平面で表現し、3次元モデル空間上に経路として設定できない部品を配置する。その空間内を経路始点 $H_s$ から $H_e$ の経路終点までの経路探索のイメージを示している。アに始点 $H_s$ 、イに終点 $H_e$ 、ウに部品及び配線経路禁止領域を示す。

#### 【0036】

また、ハーネスの断面形状外接円半径CRに対し、部品及び配線経路禁止領域を厚さCR膨らませ、この膨らませたモデルを部品及び配線経路禁止領域として設定する。配線経路禁止領域については図6で説明する。

#### 【0037】

図6は配線経路探索空間の禁止領域設定を示す図である。部品の形状が与えられたとき、格子点が部品の内部にあるか調べることにより経路設定の可否を判断する。1)に禁止領域の基本設定、2)に禁止領域の拡張設定を示している。

##### 1) 禁止領域の基本設定

部品内部の格子点を黒の円で、部品外部の格子点を白の円で示す。格子点が部品の内側か外側の何れに存在するかにより経路設定の可否を判断する。図6では実線で示す領域の内側が経路線禁止領域であり、外側が経路許容領域である。部品の内外判定は、計算幾何学で内外判定法として幾つかの方法が提案されているので、その手法で行う。説明は省略する。

##### 2) 禁止領域の拡張設定

ハーネス断面形状外接円半径の考慮、あるいは熱を発生する部品等の隣接領域はハーネスの配線経路を該当の部品より所定距離離して設定する場合が発生する。この場合、1)で述べた禁止領域を所定距離拡張した領域を設定する。図の点線で示す領域が拡張した禁止領域を示している。この拡張方法は、画像処理における領域膨張手法を適用できる。説明は省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 8 】

また、前述したが、領域設定では、ハーネス形状外接円半径  $CR$  の大きさにより部品及び配線経路禁止領域を膨らませて経路設定禁止領域、許容領域の設定を行う。

## 【 0 0 3 9 】

図7は経路格子点探索の基本を示す図である。選択済み経路格子点から順次、次の格子点を探索し選択する方法を図的に示している。経路格子点は経路の格子点として選択した格子点である。選択済み経路格子点列を  $Q_{j,k}$  とする。

ア． $Q_{j,k}$  に対し、格子点  $Q_{j,k}$  の隣接格子点の中から経路許容領域（部品外部）の格子点を経路格子点候補として選択する。

イ．選択した経路格子点候補の内、現在の格子点  $Q_{j,k}$  から見て終点の方向に最も近い格子点を配線経路格子点  $Q_{j,k+1}$  として選定する。

10

## 【 0 0 4 0 】

図7では経路格子点  $Q_{j,k}$  隣接格子点である「a」、「b」、「c」、「d」に対し、格子点「b」が配線経路格子点  $Q_{j,k+1}$  となる。ここで、「a」は禁止領域の格子点であり、「c」、「d」は終点方向への角度が「b」より大きい格子点である。

## 【 0 0 4 1 】

図8は経路格子点候補列から曲率半径算出と経路格子点選択例を示す図である。選択済み経路格子点と格子点探索手順で抽出した経路格子点候補列から曲率半径を算出して経路格子点候補列を格子点として選択する方法を示している。

## 1) 経路格子点候補列の抽出

20

選択済み経路格子点を  $Q_{k_0}$  とし、 $Q_{k_0}$  を始点に順次、図7で示した探索の方法で  $M$  個の経路格子点候補  $Q_j$  ( $j = (k_0 + 1) \sim (k_0 + M)$ ) を抽出する。

2) 経路格子点 ( $Q_{k_0}$ ) と  $M$  個の格子点より曲率半径  $R_X$  を算出する。 $R_X$  の算出は例えば、これらの対象となる格子点を含む直方体を作り、その長い方の辺の長さを曲率半径  $R_X$  とする。

3) 算出曲率半径  $R_X$  とハーネス最小曲率半径  $H_S R$  を比較し、 $R_X > H_S R$  の場合抽出した  $M$  個の経路格子点候補を経路格子点とする。算出曲率半径  $R_X$  が最小曲率半径  $H_S R$  より小さいことは、ハーネスの曲がり角が厳しいことを意味している。例えば、算出曲率半径が「0」である経路を選択した場合はハーネスが折れてしまうことになる。

4)  $R_X < H_S R$  の場合、最後尾の経路格子点候補  $Q_{k_0 + M}$  を経路格子点として除外し、 $Q_{j, k_0 + (M - 1)}$  の隣接格子点として、 $Q_{k_0 + M}$  を除いた隣接格子点を選択して2)、3)を行う。

30

5)  $Q_{j, k_0 + (M - 1)}$  の隣接点全てが条件を満たさない場合は、 $Q_{j, k_0 + (M - 1)}$  を経路格子点候補から除外し、さらに1つ前の経路格子点候補の隣接格子点を探索する。(すなわち、1)、2)、3)の手順を行う。)

ここでは図7の経路格子点探索のベースに経路格子点の選択を選択済み経路格子点の最後尾の経路格子点とそれに続く  $M$  個の格子点で行う方法を述べた。個数  $M$  は例えば、 $M = 2 \times H_S R / D$  で算出する。ここで、 $D$  は経路探索空間の最小格子間隔である。算出値が整数でない場合は切り上げて整数とする。この  $(M + 1)$  個の格子点より曲率の半径の算出は2)で説明した方法等により算出できる。

40

## 【 0 0 4 2 】

また、経路探索空間上の部品とハーネス条件により、個数  $M$  を整数倍した数で上記経路格子点候補の抽出、経路格子点の選択により逐次選択の回数を調整することができる。例えば、経路格子点の選択範囲が広い場合は  $M$  を大きく設定することにより選択回数を少なくし、逐次処理の回数を低減できる。

## 【 0 0 4 3 】

図9はハーネス配線経路算出手順を示す図である。経路探索空間上に設定した経路始点から経路終点までの配線経路を空間上の格子点の中から逐次選択する手順を示している。

S1: 経路空間データを生成し、下記データを設定する。

ア．始点:  $H_s$ 、終点:  $H_e$

50

イ．ハーネス最小曲率半径：H S R

ウ．ハーネス断面形状外接円半径：C R

エ．最小格子間隔：D

オ．部品領域、熱対策等による経路禁止領域

S 2：選択した格子点間の曲率半径を算出する格子点数  $M = 2 \times H S R / D$  で算出する。整数でない場合は切り上げて整数とする。

S 3：始点、終点に最も近い格子点を各々抽出し各々  $H s_n$ 、 $H e_n$ 、ハーネス経路格子点列の始点  $Q_j$  を ( $j$  の初期値  $j = 0$ )  $H s_n$  とする。なお、始点  $H s$ 、終点  $H e$  が格子点に一致する場合は  $H s_n = H s$ 、 $H e_n = H e$  となる。

S 4： $i = 1$ 、 $j = j + 1$

S 5：以下の格子点を除いた格子点を経路格子点候補として抽出する。

ア．禁止領域の格子点

イ．算出した曲率半径  $R X$  が最小曲率半径  $H S R$  より小さくなるため経路格子点候補から除外した格子点 (S 10 の判定結果)

S 6：抽出した経路格子点候補から経路格子点候補  $Q_j$  として、「現在の経路格子点  $Q_{j-1}$  から隣接格子点への方向と経路終点  $H e_n$  方向への角度が最小となる隣接格子点」を選択とする。(図 7、8 参照)

S 7： $i = i + 1$ 、 $j = j + 1$

S 8： $i \leq M$  か否か確認し、 $i$  が  $M$  を超えている場合は S 9 に進み、そうでないなら、S 5 に戻る。

S 9：選択済み経路格子点  $Q_{j-(M+1)}$  と経路格子点候補  $Q_k$  ( $k = (j - M) \sim (j - 1)$ ) を使い曲率半径  $R X$  を算出する。(図 8 参照)

S 10：算出曲率半径  $R X$  が最小曲率半径  $H S R$  より大きい確認し、大きい場合は S 12 に進み、そうでない場合は S 11 に進む。

【0044】

これは、経路格子点  $Q_{j-(M+1)}$  と経路格子点候補  $Q_k$  ( $k = (j - M) \sim (j - 1)$ ) の  $M$  個の点より経路格子点が配線経路格子点として選択できるか判定している。

S 11： $Q_j$  を経路格子点候補から外す。また、 $j = j - 1$ 、 $i = i - 1$  とする。

【0045】

算出曲率半径が最小曲率半径より小さいので経路格子点候補列を選択できず、最後尾の格子点を経路格子点として外す。最後段を他の格子点に置き換えても不可の場合は順次前の格子点に戻る。

S 12：選択した格子点候補  $Q_k$  ( $k = (j - M) \sim (j - 1)$ ) を経路格子点  $Q_k$  ( $k = (j - M) \sim (j - 1)$ ) として選択する。(図 8) なお、選択した経路格子点の  $Q_j$  は現在の経路格子点の中で経路終点  $H e_n$  に最も近い格子点となる。

S 13： $Q_{j-1}$  は経路終点  $H e_n$  か確認し、経路終点の場合は終了し、そうでない場合は次の経路格子点選択のため、S 14 を経て S 4 に戻る。

S 14： $i = 0$ 、 $j = j - 1$

なお、図 9 の手順では経路格子点候補の抽出と選択を図 8 の手順で示したが、最初の ( $M + 1$ ) 個の格子点を格子始点及び図 8 の手順で選択し、それ以降は図 7 で示した探索の基本の方法で 1 点毎に順次選択する方法も考えられる。

【0046】

図 10 は曲率半径算出と逐次経路格子点の選択例を示す図である。部品配置から図 9 の手順により経路格子点候補から逐次経路格子点の選択を曲率半径算出例と併せて示している。

【0047】

例えば、部品 a 17 を避け算出曲率半径  $R X 1 (> H S R)$  で選択した配列格子点列  $Q_k$ 、 $Q_{k-1}$ 、 $Q_{k-2}$ 、 $Q_{k-3}$ 、 $Q_{k-4}$  に対し、部品 b 18 の配置位置より  $Q_k$  と次の  $M$  個の配列格子点候補  $Q_{k+1}$ 、 $Q_{k+2}$ 、 $Q_{k+3}$ 、 $Q_{k+4}$  で算出する曲率半径の中心 B を前段の曲率半径の中心 A とは逆側の位置で算出する。経路格子点選択の判定基準 (

10

20

30

40

50

曲率半径  $R \times 2 > HSR$  ) より  $Q_{K+1}$ 、 $Q_{K+2}$ 、 $Q_{K+3}$ 、 $Q_{K+4}$  を配列格子点として選択する。この手順で逐次、経路終点まで経路格子点を選択してハーネス配線経路を自動的に算出する。

( 付記 1 )

装置の 3 次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報に基づきハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路算出方法であって、

前記 3 次元モデルよりハーネスの配線経路を探索する配線経路探索空間を設定し、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出し、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定し、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定し、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出し、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出し、

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出し、

前記算出曲率半径の大きさが前記ハーネス最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択することを特徴とするハーネス配線経路算出方法。

( 付記 2 )

付記 1 記載の配線経路禁止領域の設定はハーネスの断面形状半径より前記配線経路探索空間の部品と干渉しない領域を配線経路禁止領域として設定することを特徴とする付記 1 記載のハーネス配線経路算出方法。

( 付記 3 )

付記 1 記載の配線経路禁止領域の設定は前記配線経路空間部品の占有領域及び前記部品毎に指定する所定距離離して前記配線経路禁止領域を設定することを特徴とする付記 1 記載のハーネス配線経路算出方法。

( 付記 4 )

装置の 3 次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報に基づきハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置であって、

前記 3 次元モデルを入力する 3 次元モデル入力部と、

前記ハーネス条件を入力するハーネス条件入力部と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件を入力するハーネス配線経路探索空間条件入力部と

、前記 3 次元モデルと前記ハーネス条件と前記ハーネス配線経路探索空間条件の情報より、ハーネス配線経路を探索し決定する経路探索部とで構成し、

前記経路探索部は、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出する手段と、

前記ハーネス配線経路空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定する手段と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定する手段と、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手段と、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結ぶ配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出する手段と、

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出する手段と、

前記算出曲率半径の大きさが前記ハーネス最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択する手段と、

で構成することを特徴とするハーネス配線経路設計支援装置。

## (付記5)

装置の3次元モデルとハーネス条件及びハーネス配線経路探索空間条件の情報を基にハーネス配線経路を算出するハーネス配線経路設計支援装置に備えたコンピュータのプログラムによりハーネス配線経路の算出を実行させるハーネス配線経路算出プログラムであって、

前記ハーネス配線経路算出プログラムは、

前記配線経路探索空間を分割して複数の格子点を算出させる手順と、

前記ハーネス配線経路空間条件より前記ハーネス配線経路の各々始点及び終点を設定させる手順と、

前記ハーネス配線経路探索空間条件より前記ハーネス配線経路点として設定不可の配線経路禁止領域を設定させる手順と、

前記ハーネス条件より最小曲率半径を算出する手順と、

前記始点を起点に前記始点から前記終点までを結び配線経路格子点として、前記配線経路禁止領域以外の前記複数格子点の中から前記終点への方向に一番近い格子点を所定数順次抽出させる手順と、

前記抽出した所定数の格子点より曲率半径を算出させる手順と、

前記算出曲率半径の大きさが前記ハーネス最小曲率半径より大きい場合、前記抽出した格子点を配線経路格子点として選択させる手順と、

を実現させることを特徴とするハーネス配線経路算出プログラム。

## (付記6)

付記1記載の所定数抽出格子点から算出する算出曲率半径が前記最小曲率半径より小さい場合は、前記抽出した所定数の格子点を順次1個毎格子点から外し、

前記外した格子点の次に前記終点方向に近い格子点を配線経路格子点として順次選択することを特徴とする付記1記載のハーネス配線経路算出方法。

## (付記7)

付記2記載の前記3次元モデル上の部品と干渉しない領域は、前記ハーネス断面形状半径の大きさだけ前記部品及び配線経路禁止領域を膨らませて設定することを特徴とする付記2記載のハーネス配線経路算出方法。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0048】

【図1】図1はハーネス配線経路設計支援装置ブロック構成を示す図である。

【図2】図2は配線経路探索空間設定とその表現を示す図である。

【図3】図3は部品の3次元モデルとその表現を示す図である。

【図4】図4はハーネス条件を示す図である。

【図5】図5は配線経路探索空間イメージを示す図である。

【図6】図6は配線経路探索空間の禁止領域設定を示す図である。

【図7】図7は経路格子点探索の基本を示す図である。

【図8】図8は経路格子点候補列から曲率半径算出と経路格子点選択例を示す図である。

【図9】図9はハーネス配線経路算出手順を示す図である。

【図10】図10は曲率半径算出と逐次経路格子点の選択例を示す図である。

【図11】図11は従来のハーネス配線経路設定方法を示す図である。

## 【符号の説明】

## 【0049】

- 1 ハーネス配線経路設計支援装置
- 2 ハーネス設計支援システム
- 11 3次元モデル入力部
- 12 ハーネス条件入力部
- 13 配線経路探索空間の条件入力部
- 14 経路探索部
- 15 配線経路データ出力部

10

20

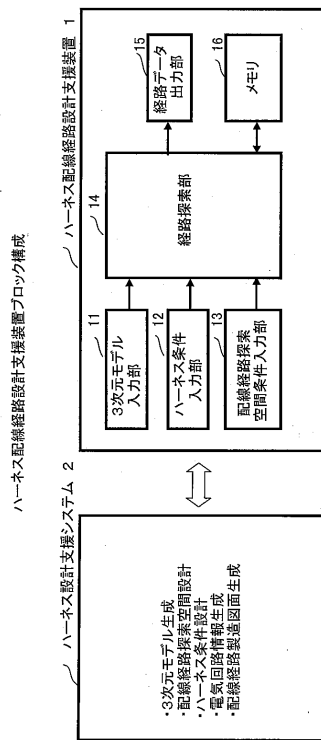
30

40

50

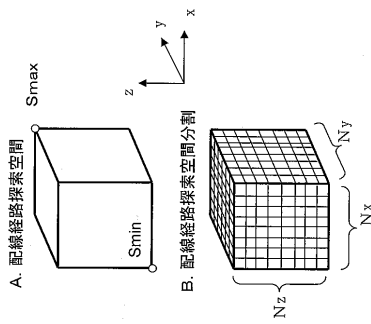
- 1 6 メモリ
- 1 7 部品 a
- 1 8 部品 b

【 図 1 】



【 図 2 】

配線経路探索空間設定とその表現



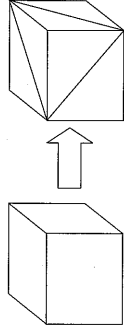
- 1) 配線経路探索空間設定:
  - ・ハース配線を行う対象物体を包含した直方体で表現
  - ・直方体を  $Smin(Xsmin, Ysmin, Zsmin)$ 、 $Smax(Xsmax, Ysmax, Zsmax)$  で指定
  - ・直方体内部に配線経路空間
- 2) 配線経路探索空間表現:
  - ・空間分割数: 3次元空間の各軸方向を  $Nx, Ny, Nz$  に分割
  - ・空間内格子点の数:  $Nx \times Ny \times Nz$  個
  - ・各格子点の位置:  $(Px, Py, Pz)$
  - ・格子点の表現:  $P_{ijk}$  ( $i=0 \sim Nx, j=0 \sim Ny, k=0 \sim Nz$ )

【 図 3 】

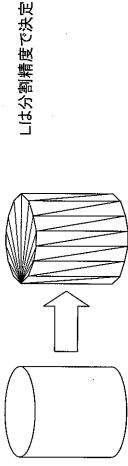
部品の3次元モデルとその表現

- 1) ポリゴンデータを使用して部品の3次元形状と3次元位置を表す。
- ・三角形の組み合わせて物体の表面の表現
- ・各三角形を3つの頂点位置  $V_0(X_0, Y_0, Z_0), V_1(X_1, Y_1, Z_1), V_2(X_2, Y_2, Z_2)$  で表現

直方体の例: 頂点位置で  $V_0(X_0, Y_0, Z_0), V_1(X_1, Y_1, Z_1), V_2(X_2, Y_2, Z_2)$  ( $i=1\sim 12$ )



円柱の例: 頂点位置で  $V_0(X_0, Y_0, Z_0), V_1(X_1, Y_1, Z_1), V_2(X_2, Y_2, Z_2)$  ( $i=1\sim L$ )



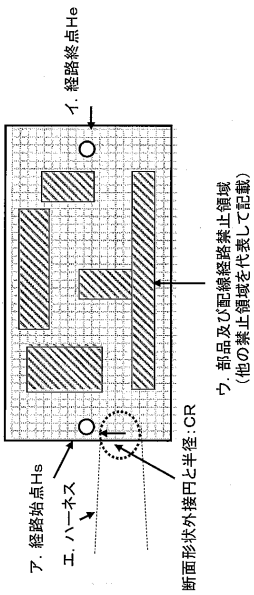
【 図 4 】

ハーネス条件

- 1) ハーネスの面端の位置: 始点  $He(X_s, Y_s, Z_s)$  終点  $He(X_e, Y_e, Z_e)$
- 2) ハーネスの最小曲率半径: HSR
- 3) 断面形状外接円半径: CR

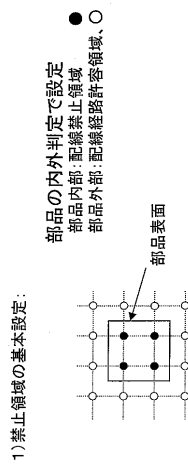
【 図 5 】

配線経路探索空間イメージ

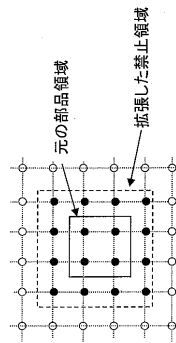


【 図 6 】

配線経路探索空間の禁止領域設定



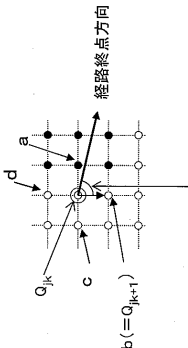
2) 禁止領域の拡張設定: 部品周辺に所定距離の禁止領域設定



【 図 7 】

経路格子点探索の基本

- 選択済み経路格子点(あるいは経路格子点候補)  $Q_{jk}$  に対し、隣接格子点の中から、経路許容領域(部品外部)の格子点を選択
- 選択した格子点の中から、現在の格子点  $Q_{jk}$  から見て経路終点へ方向に最も近い格子点を選択

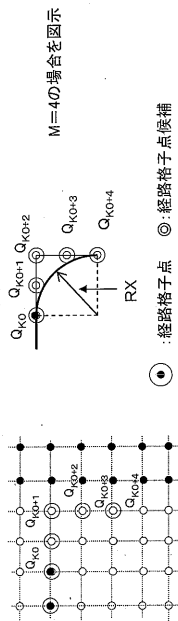


• 隣接格子点へ方向と経路終点方向間の角度が最小となる隣接格子点を選択

【 図 8 】

経路格子点候補列から曲率半径算出と経路格子点選択例

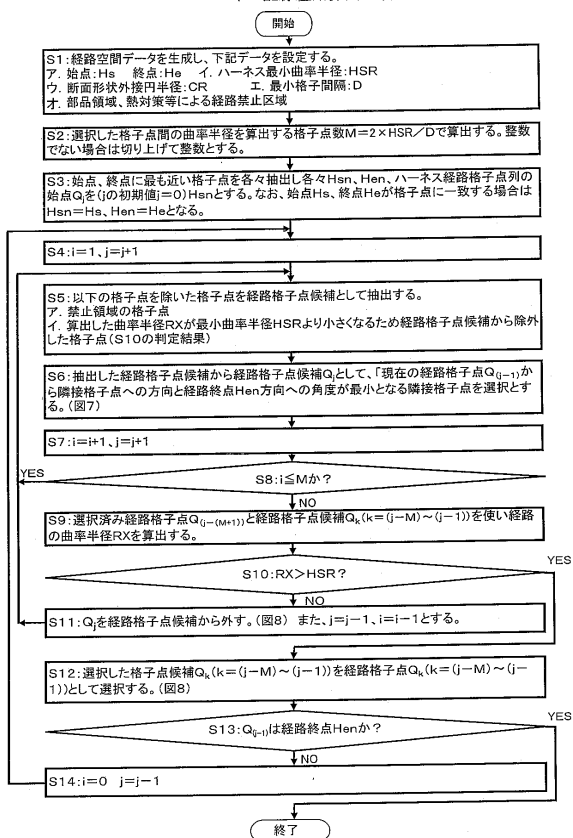
- 1) 経路格子点候補列の抽出
- 2) 経路格子点とM個の格子点候補より曲率半径RXを算出



- 3)  $RX > HSR$  場合
  - $Q_k (k = k0 \sim (k0+M))$  を経路格子点として選択
- 4)  $RX < HSR$  場合
  - $Q_{k(c+3)}$  のS点以外の隣接点で2)、3)を実行
- 5)  $Q_{k(c+3)}$  のS点以外の隣接点で2)、3)が不可の場合順次前の格子点に戻り、次の隣接点を抽出し、2)、3)を実行

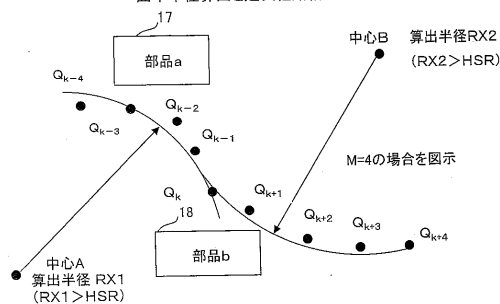
【 図 9 】

ハーネス配線経路算出手順



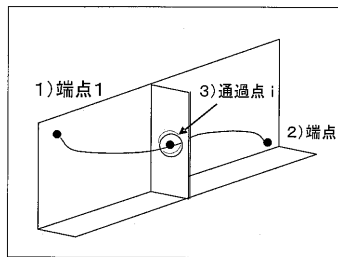
【 図 10 】

曲率半径算出と逐次経路格子点の選択例



【 図 11 】

従来のハーネス配線経路設定方法



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004 - 172088 (JP, A)  
特開2001 - 250438 (JP, A)  
国際公開第2004 / 104868 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01B 13 / 012  
G06F 17 / 50