

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-191361  
(P2004-191361A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 3/34	GO 1 N 3/34	2 G O 5 O
GO 1 N 3/32	GO 1 N 3/32	2 G O 6 1
GO 1 N 17/00	GO 1 N 17/00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-364519 (P2003-364519)	(71) 出願人	000006895 矢崎総業株式会社 東京都港区三田1丁目4番28号
(22) 出願日	平成15年10月24日 (2003.10.24)	(74) 代理人	100060690 弁理士 瀧野 秀雄
(31) 優先権主張番号	特願2002-345219 (P2002-345219)	(74) 代理人	100097858 弁理士 越智 浩史
(32) 優先日	平成14年11月28日 (2002.11.28)	(74) 代理人	100108017 弁理士 松村 貞男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100075421 弁理士 垣内 勇
		(72) 発明者	飯盛 康生 静岡県湖西市鷺津2464-48 矢崎部 品株式会社内

最終頁に続く

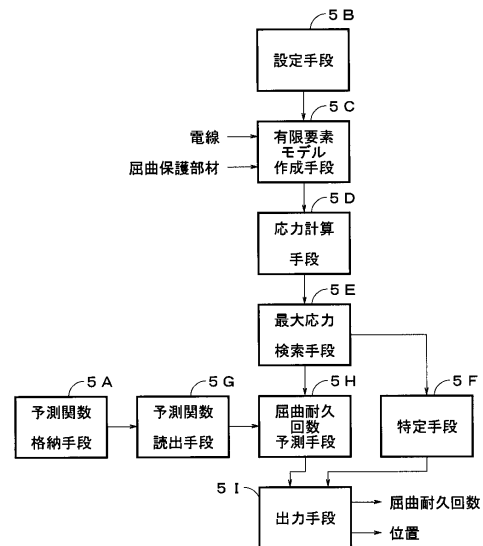
(54) 【発明の名称】 電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法、その装置、並びにそのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 より高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることのできる屈曲耐久性予測方法、その装置及びそのプログラムを提供する。

【解決手段】 所定の屈曲部に取り付けられる複数の電線、屈曲保護部材、及び雰囲気温度、屈曲開始形状及び屈曲終了形状が設定され、屈曲保護部材及び複数の電線の各有限要素モデルが作成される。また、屈曲開始形状から屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう各有限要素における各応力が計算され、この計算された各応力のうちから複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力がそれぞれ検索される。そして、必要な各予測関数、及び複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数が取得され、これらを参照して最短屈曲耐久回数が求められて出力される。或いは、最短屈曲耐久回数に対応する位置も出力される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測する方法であって、

前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定工程と、

前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成工程と、 10

前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算工程と、

前記応力計算工程にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索工程と、

前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ取得する予測関数取得工程と、

前記予測関数取得工程にて取得された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測工程と、 20

前記屈曲耐久回数取得工程にて求められた前記最短屈曲耐久回数を出力する出力工程と

、  
を含むことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の屈曲耐久性予測方法において、

前記最短屈曲耐久回数に対応する前記電線上又は前記屈曲保護部材上の位置を特定する特定工程を更に含み、

前記出力工程では、前記特定工程にて特定された前記位置も出力される、

ことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の屈曲耐久性予測方法において、

前記各予測関数を参照する替わりに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルを参照しつつ、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲耐久性を、有限要素法を用いて予測する方法であって、

前記予測関数取得工程に替えて、前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の応力テーブルをそれぞれ読み出す応力テーブル読出工程を含み、

前記屈曲耐久回数取得工程に替えて、前記応力テーブル読出工程にて読み出された前記各応力テーブル、及び前記最大応力検索工程にて検索された前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力を参照し、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材を 40  
特定する破損部材特定工程を含み、

前記出力工程では、前記最短屈曲耐久回数に替えて、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材の特定情報が出力される、

ことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。

## 【請求項 4】

所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、有限要素法を利用して予測する方法であって、

前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力、屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数、或いは、前記複数の電線、前記屈曲保護部材がそれぞれ 50

破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルの少なくともいずれかを予め格納しておき、

前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定工程と、

前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成工程と、

前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算工程と、

前記応力計算工程にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索工程と、 10

前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度に対応する前記予測関数、或いは、前記応力テーブルの少なくともいずれかを読み出す読出工程と、

前記読出工程にて読み出された前記予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求めるか、或いは、前記読出工程にて読み出された前記応力テーブル、及び前記最大応力検索工程にて検索された前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力を参照し、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材を特定した破損特定情報を求めるか、の少なくともいずれかを行う耐久性演算工程と、 20

前記耐久性演算工程にて求められた前記最短屈曲耐久回数又は前記破損特定情報の少なくともいずれかを出力する出力工程と、

を含むことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。

#### 【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか一項に記載の屈曲耐久性予測方法において、

前記予測関数として、

前記複数の電線及び前記屈曲保護部材に対してそれぞれ、複数の代表的な前記雰囲気温度の下において取得された前記応力及び前記屈曲耐久回数に関するデータに基づいて、統計的に算出された母回帰関数に対する下側信頼区間を表す曲線が採用される、

ことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。 30

#### 【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれか一項に記載の屈曲耐久性予測方法において、

前記複数の電線のうちから、最も太い電線を最も屈曲内側に配置する電線配置工程、を更に含む

ことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測方法。

#### 【請求項 7】

所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測する装置であって、 40

前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を格納する予測関数格納手段と、

前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定手段と、

前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成手段と、

前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算手段と、

前記応力計算手段にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲 50

保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索手段と、

前記設定手段にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ、前記予測関数格納手段から読み出す予測関数読出手段と、

前記予測関数取得手段にて読み出された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測手段と、

前記最短屈曲耐久回数に対応する前記電線上又は前記屈曲保護部材上の位置を特定する特定手段と、

前記最短屈曲耐久回数及び前記位置を出力する出力手段と、

を含むことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測装置。

10

#### 【請求項 8】

所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測するために、コンピュータを、

前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を格納する予測関数格納手段、

前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定手段、

20

前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成手段、

前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算手段、

前記応力計算手段にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索手段、

前記設定手段にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ、前記予測関数格納手段から読み出す予測関数読出手段、

前記予測関数取得手段にて読み出された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測手段、

30

前記最短屈曲耐久回数を出力する出力手段、として機能させる、

ことを特徴とする電線及び屈曲保護部材の屈曲耐久性予測プログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、所定の屈曲部に配策される複数の電線、及びこの屈曲部に取り付けられて複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を予測する方法、その装置、並びにそのプログラムに関する。

#### 【背景技術】

40

#### 【0002】

自動車等に用いられる電線は、例えば、自動車のドアの開閉部やスライドシートのスライド部等のように屈曲を受ける部位に配設される場合がある。例えば、ドア及びボディ内の電装部品を電氣的に接続する複数の電線は、ドアとボディとのひんじ部に固定されるグロメットとよばれる屈曲保護部材内を貫通して、ドアとボディとの間に架け渡される。

#### 【0003】

このようなグロメット及び複数の電線は、自動車のドアの開閉やスライドシートのスライド等により、繰り返し屈曲変形を受けるため、これらの屈曲耐久性又は屈曲寿命を予測することが重要となる。従来、このようなグロメットや電線の屈曲耐久性の予測は、設計、試作及び実際の屈曲試験を繰り返すことにより行われていた。その一方で、自動車の開

50

発期間は、ますます短縮化される傾向にあると共に予測精度の向上も求められている。そこで、例えば、下記特許文献1のように、試作レスを目指し、コンピュータによるシミュレーションにより、屈曲耐久性を予測する手法が提案されている。

【特許文献1】特開2002-260460号公報

【非特許文献1】B.ナス著「マトリクス有限要素法」ブレイン図書出版株式会社出版、1978年8月10日、p.7-15

【非特許文献2】登坂 宣好他著「偏微分方程式の数値シミュレーション」東京大学出版会、1991年4月1日初版、p.119-123

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

上記特許文献1の屈曲耐久性予測方法では、グロメット内を挿通する複数の電線を1本の電線束とみなしてモデル化し、このモデルに基づいて、電線束の寿命を予測している。しかしながら、通常、グロメット内を挿通する電線は、複数種及び複数本存在するため、この特許文献1の方法では、どの電線のどの位置が、最初に破損するのかを正確に把握することが困難であった。また、現実的に、屈曲部では、複数の電線及びグロメットが必ず組み合わされて使用されるにも拘わらず、特許文献1の方法では、電線束のみの寿命予測を行うようにしているため、個々の電線やグロメットの寿命予測を含めた総合的な寿命予測を行うためには、別途、そのための手法が必要であった。すなわち、開発期間短縮及び予測精度向上の要望に応えるためには、さらなる改善の余地があった。

20

【0005】

よって本発明は、上述した現状に鑑み、より高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることのできる屈曲耐久性予測方法、その装置及びそのプログラムを提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するためになされた請求項1記載の屈曲耐久性予測方法は、所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測する方法であって、前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定工程と、前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成工程と、前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算工程と、前記応力計算工程にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索工程と、前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ取得する予測関数取得工程と、前記予測関数取得工程にて取得された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測工程と、前記屈曲耐久回数取得工程にて求められた前記最短屈曲耐久回数を出力する出力工程と、を含むことを特徴とする。

30

40

【0007】

また、上記課題を解決するためになされた請求項2記載の屈曲耐久性予測方法は、請求項1記載の屈曲耐久性予測方法において、前記最短屈曲耐久回数に対応する前記電線上又は前記屈曲保護部材上の位置を特定する特定工程を更に含み、前記出力工程では、前記特定工程にて特定された前記位置も出力される、ことを特徴とする。

【0008】

また、上記課題を解決するためになされた請求項3記載の屈曲耐久性予測方法は、請求

50

項 1 記載の屈曲耐久性予測方法において、前記各予測関数を参照する替わりに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルを参照しつつ、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲耐久性を、有限要素法を用いて予測する方法であって、前記予測関数読出工程に替えて、前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の応力テーブルをそれぞれ読み出す応力テーブル読出工程を含み、前記屈曲耐久回数取得工程に替えて、前記応力テーブル読出工程にて読み出された前記各応力テーブル、及び前記最大応力検索工程にて検索された前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力を参照し、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材を特定する破損部材特定工程を含み、前記出力工程では、前記最短屈曲耐久回数に替えて、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材の特定情報が出力される、ことを特徴とする。

10

## 【 0 0 0 9 】

また、上記課題を解決するためになされた請求項 4 記載の屈曲耐久性予測方法は、所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、有限要素法を利用して予測する方法であって、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力、屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数、或いは、前記複数の電線、前記屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルの少なくともいずれかを予め格納しておき、前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定工程と、前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成工程と、前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算工程と、前記応力計算工程にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索工程と、前記設定工程にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度に対応する前記予測関数、或いは、前記応力テーブルの少なくともいずれかを読み出す読出工程と、前記読出工程にて読み出された前記予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求めるか、或いは、前記読出工程にて読み出された前記応力テーブル、及び前記最大応力検索工程にて検索された前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力を参照し、最初に破損する前記複数の電線又は前記屈曲保護部材を特定した破損特定情報を求めるか、の少なくともいずれかを行う耐久性演算工程と、前記耐久性演算工程にて求められた前記最短屈曲耐久回数又は前記破損特定情報の少なくともいずれかを出力する出力工程と、を含むことを特徴とする。

20

30

## 【 0 0 1 0 】

また、上記課題を解決するためになされた請求項 5 記載の屈曲耐久性予測方法は、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の屈曲耐久性予測方法において、前記予測関数として、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材に対してそれぞれ、複数の代表的な前記雰囲気温度の下において取得された前記応力及び前記屈曲耐久回数に関するデータに基づいて、統計的に算出された母回帰関数に対する下側信頼区間を表す曲線が採用される、ことを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 1 】

また、上記課題を解決するためになされた請求項 6 記載の屈曲耐久性予測方法は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の屈曲耐久性予測方法において、前記複数の電線のうちから、最も太い電線を最も屈曲内側に配置する電線配置工程、を更に含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

また、上記課題を解決するためになされた請求項 7 記載の屈曲耐久性予測装置は、図 1 の基本構成図に示すように、所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取

50

り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測する装置であって、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を格納する予測関数格納手段5Aと、前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定手段5Bと、前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成手段5Cと、前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算手段5Dと、前記応力計算手段5Dにて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索手段5Eと、前記設定手段5Bにて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ、前記予測関数格納手段5Aから読み出す予測関数読出手段5Gと、前記予測関数取得手段5Gにて読み出された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測手段5Hと、前記最短屈曲耐久回数に対応する前記電線上又は前記屈曲保護部材上の位置を特定する特定手段5Fと、前記最短屈曲耐久回数及び前記位置を出力する出力手段5Iと、を含むことを特徴とする。

10

**【0013】**

また、上記課題を解決するためになされた請求項8記載の屈曲耐久性予測プログラムは、所定の屈曲部に配策される複数の電線、及び前記屈曲部に取り付けられて前記複数の電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を参照しつつ、有限要素法を用いて予測するために、コンピュータを、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す各予測関数を格納する予測関数格納手段、前記複数の電線、前記屈曲保護部材、前記雰囲気温度、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲開始形状、並びに、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材の屈曲終了形状を設定する設定手段、前記屈曲保護部材及び前記複数の電線の各有限要素モデルを作成する有限要素モデル作成手段、前記屈曲開始形状から前記屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう前記有限要素モデルの各有限要素における各応力を計算する応力計算手段、前記応力計算手段にて計算された前記各応力のうちから、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力をそれぞれ検索する最大応力検索手段、前記設定手段にて設定された前記複数の電線、前記屈曲保護部材、及び前記雰囲気温度の予測関数をそれぞれ、前記予測関数格納手段から読み出す予測関数読出手段、前記予測関数取得手段にて読み出された前記各予測関数を参照し、前記複数の電線及び前記屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数を取得し、このうちから最短屈曲耐久回数を求める屈曲耐久回数予測手段、前記最短屈曲耐久回数を出力する出力手段、として機能させる、ことを特徴とする。

20

30

**【0014】**

請求項1、請求項2、請求項7及び請求項8記載の発明によれば、所定の屈曲部に取り付けられる複数の電線、屈曲保護部材、及び雰囲気温度、屈曲開始形状及び屈曲終了形状が設定され、屈曲保護部材及び複数の電線の各有限要素モデルが作成される。また、屈曲開始形状から屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう各有限要素における各応力が計算され、この計算された各応力のうちから複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力がそれぞれ検索される。そして、必要な各予測関数、及び複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数が取得され、これらを参照して最短屈曲耐久回数が求められて出力される。或いは、最短屈曲耐久回数に対応する位置も出力される。したがって、屈曲部における、屈曲保護部材を含めた複数の電線の総合的な屈曲耐久性予測が可能となる。或いは、対応する位置も予測可能となる。

40

50

## 【0015】

また、請求項3記載の発明によれば、予測関数を参照する替わりに、複数の電線及び屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルが参照されて、最初に破損する複数の電線又は屈曲保護部材の破損特定情報が出力される。

## 【0016】

また、請求項4記載の発明によれば、複数の電線及び屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す予測関数、及び/又は、複数の電線及び屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルが参照されて、電線及び屈曲保護部材の最短屈曲耐久回数、及び/又は、最初に破損する複数の電線又は屈曲保護部材の特定情報が出力される。

10

## 【0017】

また、請求項5記載の発明によれば、予測関数として、屈曲保護部材及び複数の電線に対してそれぞれ、複数の代表的な雰囲気温度の下において取得された応力及び屈曲耐久回数に関するデータに基づいて、統計的に算出された母回帰関数に対する下側信頼区間を表す曲線が採用されるので、統計的にもより厳しい条件下での寿命予測が行われる。勿論、予測関数について所定の統計的信頼性も維持されるうえ、この予測関数の計算処理も容易である。

## 【0018】

また、請求項6記載の発明によれば、複数の電線のうちから、最も太い電線が最も屈曲内側に配置されて、屈曲保護部材及び複数の電線の各有限要素モデルが作成される。したがって、より厳しい屈曲経路での屈曲耐久性予測が行われるようになるため、最短屈曲耐久性がより正確に予測される。

20

## 【発明の効果】

## 【0019】

請求項1、請求項2、請求項7及び請求項8記載の発明によれば、所定の屈曲部に取り付けられる複数の電線、屈曲保護部材、及び雰囲気温度、屈曲開始形状及び屈曲終了形状が設定され、屈曲保護部材及び複数の電線の各有限要素モデルが作成される。また、屈曲開始形状から屈曲終了形状までの間の屈曲動作にともなう各有限要素における各応力が計算され、この計算された各応力のうちから複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力がそれぞれ検索される。そして、必要な各予測関数、及び複数の電線及び屈曲保護部材毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数が取得され、これらを参照して最短屈曲耐久回数が求められて出力される。或いは、最短屈曲耐久回数に対応する位置も出力される。したがって、屈曲部における、屈曲保護部材を含めた複数の電線の総合的な屈曲耐久性予測が可能となる。或いは、対応する位置も予測可能となる。これらの結果、高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることができる。

30

## 【0020】

また、請求項3記載の発明によれば、予測関数を参照する替わりに、複数の電線及び屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す各応力テーブルが参照されて、最初に破損する複数の電線又は屈曲保護部材の特定情報が出力される。この結果、改善すべき部位の特定が容易になり、開発期間短縮の一助となる。

40

## 【0021】

また、請求項4記載の発明によれば、複数の電線及び屈曲保護部材にそれぞれ対応する、雰囲気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す予測関数、及び/又は、複数の電線及び屈曲保護部材がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す応力テーブルが参照されて、電線及び屈曲保護部材の最短屈曲耐久回数、及び/又は、最初に破損する複数の電線又は屈曲保護部材の破損特定情報が出力される。この結果、更に高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることのできる屈曲耐久性予測方法が提供される。

## 【0022】

また、請求項5記載の発明によれば、予測関数として、屈曲保護部材及び複数の電線に対してそれぞれ、複数の代表的な雰囲気温度の下において取得された応力及び屈曲耐久回

50

数に関するデータに基づいて、統計的に算出された母回帰関数に対する下側信頼区間を表す曲線が採用されるので、統計的にもより厳しい条件下での寿命予測が行われる。勿論、予測関数について所定の統計的信頼性も維持されるうえ、この予測関数の計算処理も容易である。これらの結果、複雑な処理手順を付加することなく、よりシビアに屈曲耐久性予測が行われるようになり、より一層の品質向上や経路案改善に貢献できる。

#### 【0023】

また、請求項6記載の発明によれば、複数の電線のうちから、最も太い電線が最も屈曲内側に配置されて、屈曲保護部材及び複数の電線の各有限要素モデルが作成される。したがって、より厳しい屈曲経路での屈曲耐久性予測が行われるようになるため、最短屈曲耐久性がより正確に予測される。この結果、より高精度の屈曲耐久性予測方法が提供される。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図2(A)及び図2(B)はそれぞれ、ドアが閉じられたとき及びドアが開放されたときの電線及び屈曲保護部材の状態を示す図である。図2(A)に示すように、複数の電線1がその内部に貫通されたグロメット2は、車体側パネル3とドア側パネル4との間に取り付けられる。電線1は、周知のように、所定の芯線を絶縁内皮及び絶縁外皮で被覆されて構成される。グロメット2は、周知のように、筒状の可撓性材料からなり、車体側パネル3及びドア側パネル4のそれぞれの電線引出口3a及び4aにそれぞれ固定される固定部21及び22と、これら両固定部21及び22を連結する筒部23とから構成され、その内部に複数の電線が挿通される電線挿入孔24が形成されている。

20

#### 【0025】

固定部21及び22は、筒部23よりも大径であって、それぞれの外周部には環状溝21a及び21bが形成されている。これら環状溝21a及び21bにそれぞれ、電線引出口3a及び3bが嵌めこまれて、グロメット2は所定部位に取り付けられる。また、ここには図示しないが、筒部23の表面は、蛇腹状に形成されており、ドアの開閉にともなう筒部23の急激な折れ曲がりを回避するようになっている。

#### 【0026】

図2(A)に示すように、ドアが開放されたときには、車体側パネル3とドア側パネル4とは、相互に略平行となり、筒部23も略平行に近い状態になっている。これにともなって複数の電線1も、真っ直ぐに伸ばされた状態に保持されている。一方、図2(B)に示すように、ドアが閉じられているときには、車体側パネル3とドア側パネル4とは、相互に略90度の角度をなして、筒部23は屈曲状態になる。これにともなって複数の電線1も、折れ曲がった状態に保持されている。

30

#### 【0027】

このように、ドア開閉にともない、複数の電線1及びグロメット2に対して屈曲が繰り返されるうちに、電線1に断線等の破損が発生したり、グロメット2に亀裂等の破損が発生することになる。そこで、本発明では、電線1及びグロメット2の少なくともいずれかに破損が発生する最短の屈曲耐久回数、すなわち、屈曲耐久性が予測される。或いは、最初に破損が発生する電線1又はグロメット2が予測される。なお、上記グロメット2は、請求項の屈曲保護部材に対応し、上記車体側パネル3とドア側パネル4ととの間は、請求項の屈曲部に対応する。なお、グロメット2は、上記形状に限定されることはない。

40

#### 【0028】

本発明では、上記屈曲耐久回数又は最初に破損する部材を予測するために、有限要素法を利用する。有限要素法は、周知のように、コンピュータを利用して、複雑な構造物の連続体の応力分布等を求めることを可能にするもので、解析対象となる構造体を、三角径や矩形の網目の有限要素に分割し、それぞれの有限要素に対して基礎微分方程式をたてると共に、各有限要素の解が隣接する有限要素との解との間に連続性を満足するように連立一次方程式をたて、この解を解くことにより、未知数として定義されている各有限要素におけ

50

る応力等を求める手法である。有限要素法については、例えば、上記非特許文献1及び非特許文献2等にも示されているので、ここでは、その説明は、省略する。

#### 【0029】

図3(A)及び図3(B)はそれぞれ、電線及びグロメットに対する有限要素の割り当て方と応力計算点とを示す図である。本発明では、複数の電線に対しては、それぞれ3次元梁要素にモデル化し、図3(A)に示すように、梁要素の節点n1に一致するそれぞれの断面における4点p1~p4で応力を求める。各電線に対して、それぞれ3次元梁要素にモデル化する手法は、2002年9月25日に、本出願人にて出願された、特願2002-279502号と類似の手法が、各電線について適応可能である。また、グロメット2に対しては、図3(B)に示すように、複数の矩形の有限要素e1~e3、...、に分割し、これら複数の有限要素における4点p1~p4での応力をそれぞれ求めるようにする。

10

#### 【0030】

次に、本発明の実施形態に係る処理手順を実現するハードウェア構成について説明する。図4は、本発明の実施形態に係るハードウェア構成を示すブロック構成図である。図5(A)及び5(B)は共に、図4の記憶装置に格納される寿命データファイルに係る図である。

#### 【0031】

図4に示すように、本発明では、マイクロコンピュータ51、入力装置52、表示装置53、印字装置54、記憶装置55、通信インターフェース56及びリードライト装置57で基本構成される、例えば、パーソナルコンピュータが用いられる。マイクロコンピュータ51は、CPU51a(中央演算装置)、ブートプログラム等を記憶するROM51b、各種処理結果を一時的に記憶するRAM51cを含む。入力装置52は上記各値等を入力するキーボード、マウス等であり、表示装置53は処理結果を表示するLCDやCRT等であり、印字装置54は処理結果を印字するプリンタである。

20

#### 【0032】

また、記憶装置55は例えばハードディスクドライブであり、通信インターフェース56は外部装置と、例えば、インターネットやLAN回線を用いてデータ通信を行うためのモデムボード等である。リードライト装置57は、CDやDVD等の記録媒体59に格納される本発明に係る屈曲耐久性予測プログラム59aを読み込んだり、結果ファイル55bを記録媒体59に書き込んだりする装置である。これらの各構成要素は、内部バス58を介して接続されている。

30

#### 【0033】

上記記憶装置55には、少なくとも、屈曲耐久性データファイル55a及び結果ファイル55bが格納される。屈曲耐久性データファイル55aは、図5(A)に示すように、各電線55a1、55a2及びグロメット55a3に対して、複数の代表的な雰囲気温度、例えば、-40、0、25の下において取得された応力及び屈曲耐久回数に関するデータに基づいて、統計的に算出された予測関数y1、y2及びy3の集合体である。詳しくは、グラフ中、横軸の応力は上記屈曲開始形状において、零、もしくは、所定の基準値となるようになっている。換言すれば、この横軸の応力は、屈曲開始形状を基準としてここからの応力変化量と考えてもよい。

40

#### 【0034】

この予測関数は、好ましくは、図5(B)に示すように、周知の回帰分析により求められた母回帰関数y21に対する上側信頼区間を表す曲線y22及び下側信頼区間を表す曲線y23のうちで、下側信頼区間を表す曲線y23が採用される。信頼区間は、例えば、95%とする。このような予測関数が、各電線及びグロメットにおける複数の雰囲気温度でそれぞれ予め求められている。したがって、統計的により厳しい条件下での寿命予測が行われる。勿論、予測関数について所定の統計的信頼性も維持されるうえ、この予測関数の計算処理も容易である。これらの結果、複雑な処理手順を付加することなく、よりシビアに屈曲耐久性予測が行われるようになり、より一層の品質向上や経路案改善に貢献でき

50

る。なお、母回帰関数を用いて、屈曲耐久回数を取得するようにしてもよい。

【0035】

或いは、ここでは図示しないが、屈曲耐久性データファイル55aは、上記予測関数に替えて、各電線55a1、55a2及びグロメット55a3がそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す応力テーブルであってもよい（請求項3に対応する）。各応力テーブルもまた、複数の代表的な雰囲気温度毎に予め取得されている。

【0036】

また、結果ファイル55bは、各電線及びグロメットのそれぞれの有限要素における上記4点について計算された全応力が、所定のステップ幅毎に記録されたものである。結果ファイル55bは、例えば、テキスト形式で保存されており、適宜出力することも可能である。なお、記憶装置55は、請求項の予測関数格納手段に対応する。

10

【0037】

このような構成において、マイクロコンピュータ51は、リードライト装置57にて読み込まれた屈曲耐久性予測プログラム59aを記憶装置55にインストールする。また、電源投入後、マイクロコンピュータ51は、ROM51bに記憶されるブートプログラムにしたがって起動され、インストールされている屈曲耐久性予測プログラム59aを立ちあげる。そして、マイクロコンピュータ51は、屈曲耐久性予測プログラム59aにしたがって、電線及びその屈曲部に取り付けられて電線を保護する屈曲保護部材の屈曲耐久性を予測したり、これらを表示装置53や印字装置54から出力させたり、その結果を記憶装置55に保存させたりする。屈曲耐久性予測プログラム59aは、上記基本構成を有する他のパーソナルコンピュータ等にもインストール可能であり、インストール後は、そのコンピュータを屈曲寿命予測装置（請求項7に対応）として機能させる。なお、記録媒体59に格納される屈曲耐久性予測プログラム59aは請求項8に相当する。屈曲耐久性予測プログラム59aは、記録媒体59のみならず、インターネットやLAN等の通信回線を経由して提供されたものであってもよい。

20

【0038】

次に、図8～図10の説明図を参照しつつ、図6及び図7のフローチャートを用いて、本発明の実施形態に係る処理手順について説明する。図6は、本発明の実施形態に係る主処理手順を示すフローチャートである。図7は、図6に示す応力計算処理手順を示すフローチャートである。図8は、本発明の実施形態に係る入力画面を示す図である。図9は、電線径と応力との関係を説明するための図である。図10は、本発明の実施形態に係る出力画面を示す図である。

30

【0039】

図6に示すように、ステップS1においては、予測のための必要データが設定される。すなわち、少なくとも、屈曲動作の開始点及び終了点、電線の種類、雰囲気温度が設定される。これらを設定するために、例えば、上記表示装置53上に、図8に示すような入力画面が表示される。そして、入力装置52を用いて、この入力画面に必要な値が設定される。なお、通常、ひとつのグロメットにて保護される電線の数及び種類は複数存在するので、各電線に関しては上記入力画面を用いて繰り返し設定される。なお、入力画面は、ここに例示するものに限定されるものではない。

40

【0040】

屈曲動作の開始時点及び終了時点はそれぞれ、各電線及びグロメットの屈曲開始形状及び屈曲終了形状に対応するものである。ここには図示しないが、入力画面と共に開始時点及び終了時点に対応する各電線及びグロメットの屈曲形状をグラフィック表示させるようにしてもよい。そして、この表示を参照しつつ、開始時点及び終了時点を適宜調整することにより、正確に屈曲開始形状及び屈曲終了形状を設定することが可能である。各時点に対応する各電線及びグロメットの屈曲形状は、予め計算しておくことが可能である。

【0041】

なお、各電線及びグロメットの屈曲開始形状及び屈曲終了形状の設定方法は、このような設定方法に限定されず、例えば、表示装置53上に表示される各電線及びグロメットの

50

屈曲形状を、マウス操作等により、屈曲開始形状及び屈曲終了形状にあうように、適宜設定できるようにしてもよい。屈曲開始形状から屈曲終了形状に至るまでに計算される応力は、屈曲開始形状からの応力変化量であるが、この応力変化量は、屈曲開始形状の応力を零と想定すると、応力の絶対値と等しくなるので、以降の説明では、単に、この応力変化量を応力と記載して説明する。

#### 【0042】

電線の種類は、文字通り、寿命予測されるべき各電線の種類である。各電線には、電線の種類に、形状特性や材料特性がリンクされて設定されている。例えば、形状特性は各電線やグロメットの長さや断面積等に関する情報であり、材料特性は2次モーメント、2次極モーメント、密度、縦弾性係数及び横弾性係数等である。これらは、予め試験等により取得しておくことが可能である。

10

#### 【0043】

雰囲気温度は、寿命予測される際の各電線及びグロメットの周囲温度であり、-40、0、25等の複数の代表的な値である。なお、各電線及びグロメットの取付位置に関する座標情報は、ここには図示しない、別の設定画面にて既に設定されているものとする。また、屈曲開始形状から屈曲終了形状に変形していく際の変形ステップ幅は、予めデフォルト値が設定されているものとし、このデフォルト値も、ここには図示しない、別の設定画面にて変更可能とする。このようなステップS1は、請求項の設定工程及び設定手段に対応する。

#### 【0044】

次に、ステップS2においては、電線の配置が行われる。すなわち、上記設定された複数の電線うちから最も太い電線が選ばれて、この電線を最も屈曲内側に配置する。これについて、図9を用いて説明を加える。図9に示すように、真っ直ぐにのばされた電線（正確には電線被覆）1aを、矢印で示すように、屈曲半径Rにて屈曲させるものとする。

20

#### 【0045】

いま、電線の歪みを  $\epsilon$  とすると、

$$\epsilon = L / L \dots (1)$$

$$L = 2 R_2 \dots (2)$$

$$L = 2 R_1 - 2 R_2 \dots (3)$$

ここで、L：電線中心の長さ、 $L$ ：電線の伸び量、 $R_1$ ：電線外側の曲げ半径、 $R_2$ ：電線中心の曲げ半径、を示す。

30

式(1)～式(3)より、

$$\epsilon = (2 R_1 - 2 R_2) / 2 R_2$$

$$= R_1 / R_2 - 1$$

$$= (R + d) / (R + d / 2) - 1 \dots (4)$$

と表すことができる。

ここで、R：電線の屈曲半径、d：電線径、を示す。

#### 【0046】

一方、電線の応力を  $\sigma$  とすると、

$$\sigma = E \dots (5)$$

と表すことができる。

40

#### 【0047】

したがって、式(4)及び式(5)から、電線径dが太い程、応力  $\sigma$  も大きくなることわかる。

#### 【0048】

そこで、本発明では、できるだけ太い電線を最も屈曲内側に配置することにより、より厳しい屈曲経路を想定して、寿命予測精度を向上させる。詳しくは、グロメット内の複数の電線がL字型に屈曲される場合には、屈曲部位が一カ所であるので、最も太い電線を最も屈曲内側に配置すればよいが、グロメット内の複数の電線がZ字型に屈曲される場合には、ある屈曲点で最も屈曲内側に相当する部位が、他の屈曲点では最も屈曲外側に相当す

50

る部位になることもあるので、この点も考慮して、例えば、ワイヤーハーネス又はグロメット内の中心により細い電線を配置し、1番目及び2番目に太い電線を外側に配置することが好ましい。但し、いずれの場合にも、最も太い電線を、最も屈曲内側（複数の屈曲部がある場合にはそのうちのひとつ）に配置する。

**【0049】**

このように配置することにより、より厳しい屈曲経路での屈曲耐久性予測が行われるようになるため、最短屈曲耐久性が正確に予測される。この最も太い電線の選択及び屈曲内側への配置は、ステップS1で設定された各電線の電線径を比較し、最も太い電線径を有する電線を選択し、この電線がグロメットの屈曲側の内壁に接するように、自動処理させることが可能である。或いは、入力装置52を用いて、手動で設定するようにすることも可能である。ステップS2は、請求項の電線配置工程に対応する。

10

**【0050】**

このような処理が終了すると、次に、ステップS3及びステップS4において、上記各電線及びグロメットの有限要素モデルが作成される。この有限要素モデルは、上述した通り、グロメットに対しては複数の矩形の有限要素に分割されたものとし、各電線に対してはそれぞれ3次元梁要素にモデル化されたものとする。このステップS3及びステップS4は、請求項の有限要素モデル作成工程及び有限要素モデル作成手段に対応する。

**【0051】**

次に、ステップS5においては、各有限要素に対して、それぞれ応力が計算される。すなわち、この応力計算処理では、図7に示すように、ステップS501において、グロメットに対して、図3(A)に示すように、各有限要素における4点での応力がそれぞれ計算され、ステップS502において、各電線に対して、図3(B)に示すように、それぞれの断面における4点で応力が計算される。次に、ステップS503において、これら計算された各応力を、その位置（有限要素）情報及び時点情報に関連づけて、結果ファイルに書き出し、ステップS504において、上記変形ステップ幅で規定されている分だけ、各電線及びグロメットが次の屈曲形状に変形される。このようなステップS501～ステップS504の処理は、屈曲形状が、上記ステップS1で設定された最終形状に到達するまで繰り返され（ステップS505のN）、屈曲形状が最終形状に到達するとステップS6にもどる（ステップS505のY）。これらステップS5、ステップS501～ステップS505は、請求項の応力計算工程及び応力計算手段に対応する。

20

30

**【0052】**

次に、ステップS6においては、上記ステップS5にて計算されて結果ファイルに記録されている複数の応力のうちから、複数の電線及びグロメット毎の最大応力がそれぞれ検索される。ステップS6は請求項の最大応力検索工程に対応する。

**【0053】**

次に、ステップS7においては、上記ステップS1にて設定された電線及びグロメットに対する予測関数が読み出される。すなわち、上述したように記憶装置55には、寿命データファイル55a格納されているので、このファイル55aから、対象となる電線又はグロメットに対応する予測関数が読み出される。この際、ステップS1にて設定された雰囲気温度に対応する予測関数が読み出されることはいうまでもない。ステップS7は、請求項の予測関数取得工程及び予測関数読出手段に対応する。

40

**【0054】**

次に、ステップS8において、上記ステップS7にて読み出された予測関数を参照しつつ、ステップS6にて検索された複数の電線及びグロメット毎の最大応力に対応する各屈曲耐久回数が取得され、更に、このうちから最短屈曲耐久回数が求められる。このように、予測関数を利用することにより、一度の屈曲動作だけで、正確に、最短屈曲耐久回数を予測することができる。ステップS8は、請求項の屈曲耐久回数予測工程及び屈曲耐久回数予測手段に対応する。

**【0055】**

次に、ステップS9において、ステップS8にて求められた最短屈曲耐久回数に対応す

50

る電線上又はグロメット上の位置が特定される。詳しくは、最短屈曲耐久回数に対応する有限要素が特定可能なので、上記結果ファイルを参照して、対応する電線上又はグロメット上の位置も特定可能である。ステップS 9は請求項の特定工程及び特定手段に対応する。

#### 【0056】

次に、ステップS 10において、上記最短屈曲耐久回数、及びステップS 9にて特定された電線又はグロメット、並びにその位置が、表示装置53上に出力される。この出力画面は、例えば、図10に示すように、最短の屈曲耐久回数、最大応力、破損部材及び破損部位を含んで構成される。また、ここには図示しないが、出力画面と共に、破損部材及び破損部位をグラフィック表示させるようにしてもよい。更に、破損部位以外の各有限要素の応力を色分け表示させるようにしてもよい。これにより、より正確に改善案を創出することが可能となる。勿論、破損部材以外を色分けされた応力と共にグラフィック表示させるようにしてもよい。ステップS 10は、請求項の出力工程及び出力手段に対応する。

10

#### 【0057】

そして、ステップS 11において結果ファイルの出力指令ありと判定されると、ステップS 12において、結果ファイル55bの内容がテキスト形式で出力される。この出力は、表示装置53上にさせるようにしてもよいし、印字装置54にて紙上に印字させるようにしてもよい。また、出力すべき内容を入力装置52にて、指定できるようにしてもよい。また、この出力が不要であるときには、そのまま一連の処理を終了させるようにしてもよい(ステップS 11のN)。

20

#### 【0058】

また、他の実施形態として、予測関数を参照する代わりに、上記応力テーブルを参照しつつ、複数の電線及びグロメットの屈曲耐久性を予測するようにしてもよい。この場合、上記ステップS 7では、ステップS 1にて設定された複数の電線、グロメット、及び雰囲気気温度の応力テーブルがそれぞれ読み出される(請求項の応力テーブル読出工程に対応する)。また、上記ステップS 9では、読み出された応力テーブル及び、ステップS 6にて検索された電線及びグロメット毎の最大応力を参照し、最初に破損する電線又はグロメットが特定される(請求項の破損部材特定工程に対応する)。そして、ステップS 10では、この最初に破損する電線又はグロメットの名称が出力される。これにより、改善すべき部位の特定が容易になり、開発期間短縮の一助となる。なお、この実施形態は、請求項3

30

#### 【0059】

また、更に他の実施形態として、複数の電線及びグロメットにそれぞれ対応する、雰囲気気温度、応力及び屈曲耐久回数の関係を示す上記予測関数、及び/又は、複数の電線及びグロメットがそれぞれ破損すると想定される最小応力を示す上記応力テーブルを参照して、電線及びグロメットの最短屈曲耐久回数、及び/又は、最初に破損する複数の電線又は屈曲保護部材の破損特定情報を出力させるようにしてもよい。したがって、この実施形態によると、更に高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることのできる屈曲耐久性予測方法が提供される。なお、この実施形態は、請求項4に対応する。

#### 【0060】

また、更に他の実施形態として、上述のようにしてワイヤーハーネスの耐久性を予測するときに、ワイヤーハーネスの形状データと共にボディ等に関するデータも入力しておくようにしてもよい。そうすると、最短寿命に相当する箇所の要因等を追跡しやすくなる。例えば、ワイヤーハーネスがボディと干渉しているときには、この干渉部に相当するワイヤーハーネスの一部に大きな応力が集中することが多いので、ボディ等に関するデータを入力しておくこと、その部位が最短寿命となる要因がワイヤーハーネスとボディとの干渉であることを容易に突き止めることが可能となる。すなわち、ボディ等に関するデータも入力して耐久性を予測することにより、ボディ等へのワイヤーハーネスの干渉も検討することが可能となる。

40

#### 【0061】

50

このように、本発明の実施形態によれば、より高精度の寿命予測や開発期間短縮の要望を満足させることのできる屈曲耐久性予測方法が提供される。また、より厳しい屈曲経路での屈曲耐久性予測が行われるため、最短屈曲耐久性が正確に予測される。更に、統計的にもより厳しい条件下での屈曲耐久性予測が行われるため、よりシビアに屈曲耐久性予測が行われるようになり、より一層の品質向上や経路案改善に貢献できる。

【0062】

なお、上記実施形態に本発明は限定されるものではない。例えば、屈曲部はドアのひんじ部に限定されるものではないし、本発明の適用範囲は自動車内に限定されるものでもない。また、グロメットの形状も実施形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

10

【0063】

【図1】本発明の基本構成を示すブロック図である。

【図2】図2(A)及び図2(B)はそれぞれ、ドアが閉じられたとき及びドアが開放されたときの電線及び屈曲保護部材の状態を示す図である。

【図3】図3(A)及び図3(B)はそれぞれ、電線及びグロメットに対する有限要素の割り当て方と応力計算点とを示す図である。

【図4】本発明の実施形態に係るハードウェア構成を示すブロック構成図である。

【図5】図5(A)及び5(B)は共に、図4の記憶装置に格納される寿命データファイルに係る図である。

【図6】本発明の実施形態に係る主処理手順を示すフローチャートである。

20

【図7】図6に示す応力計算処理手順を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態に係る入力画面を示す図である。

【図9】電線径と応力との関係を説明するための図である。

【図10】本発明の実施形態に係る出力画面を示す図である。

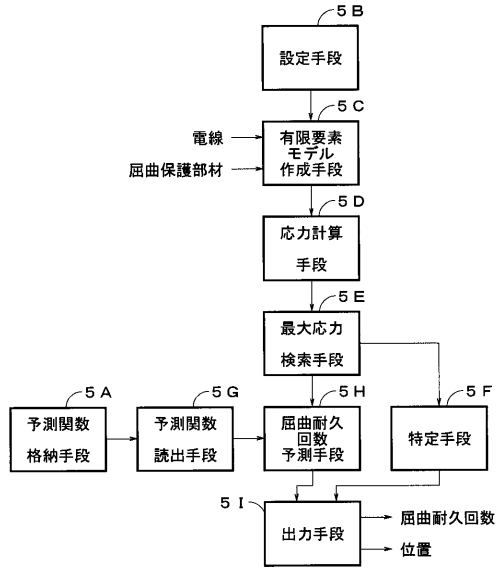
【符号の説明】

【0064】

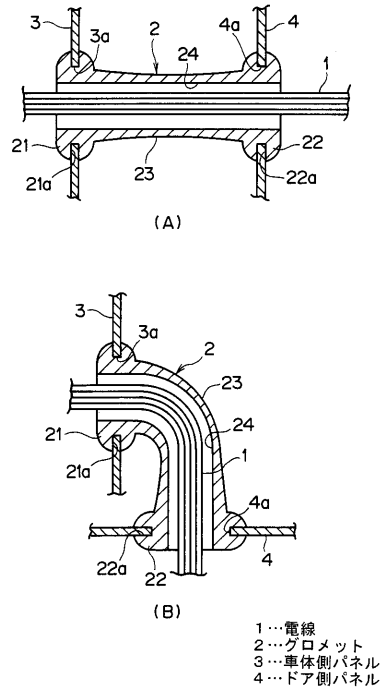
- 1 電線
- 2 グロメット
- 3 車体側パネル
- 4 ドア側パネル
- 5 1 マイクロコンピュータ
- 5 2 入力装置
- 5 3 表示装置
- 5 4 印字装置
- 5 5 記憶装置
- 5 6 通信インターフェース
- 5 7 リードライト装置
- 5 8 内部バス
- 5 9 記録媒体

30

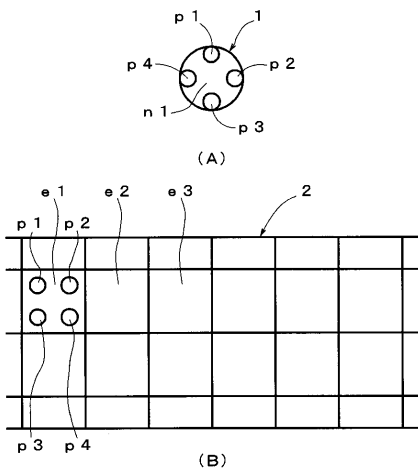
【 図 1 】



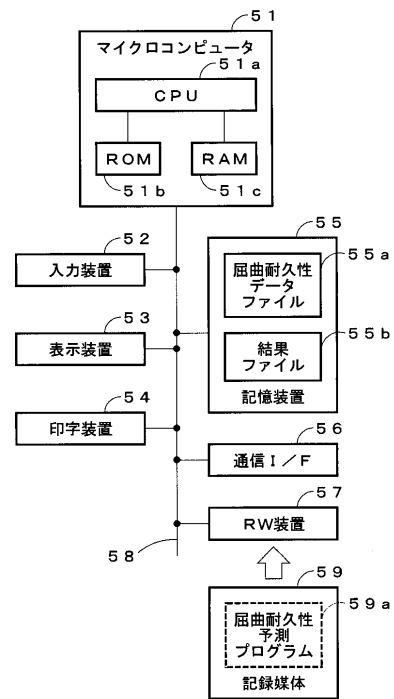
【 図 2 】



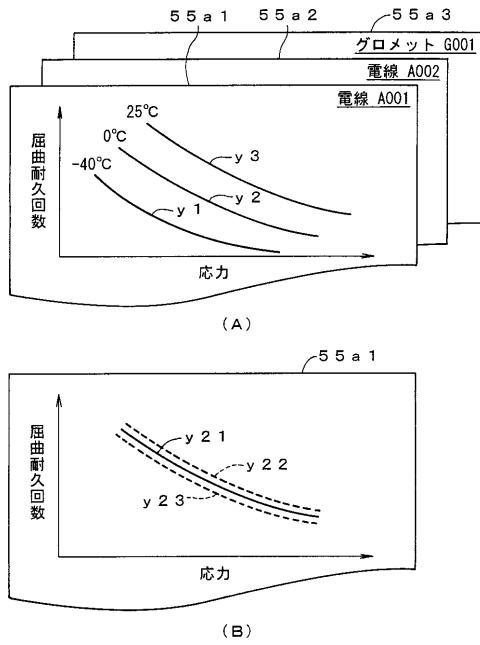
【 図 3 】



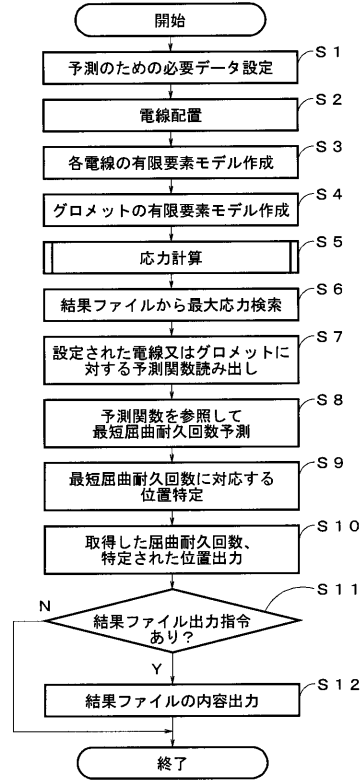
【 図 4 】



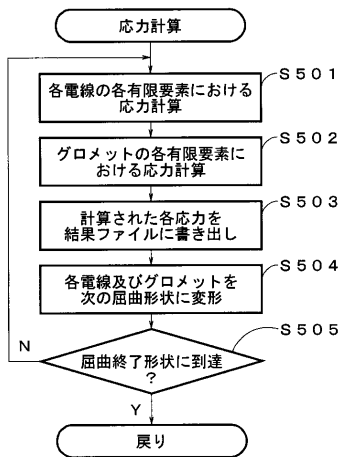
【 図 5 】



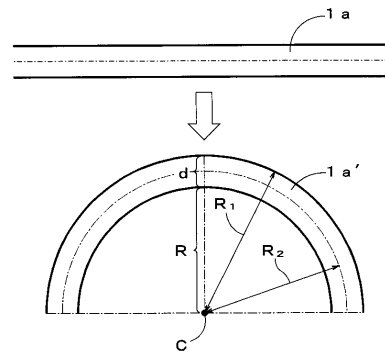
【 図 6 】



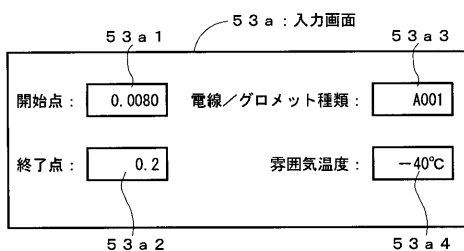
【 図 7 】



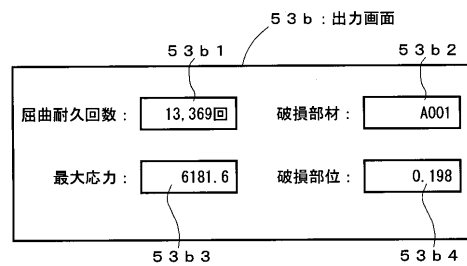
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G050 AA01 BA10 BA12 DA02 EA01 EA10 EC01 EC05  
2G061 AA07 AB05 BA15 CA01 CA14 DA11 EA01 EA02 EC02