

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年6月20日 (20.06.2002)

PCT

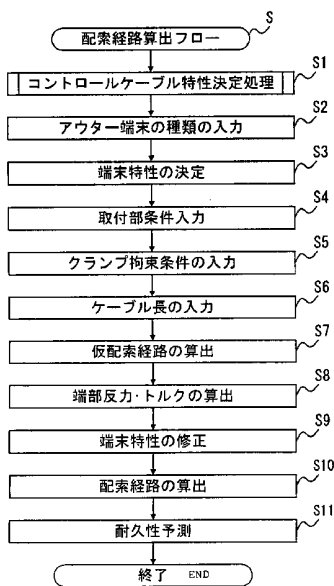
(10) 国際公開番号
WO 02/48923 A1

- (51) 国際特許分類: G06F 17/50
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/10872
- (22) 国際出願日: 2001年12月12日 (12.12.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2000-377374
2000年12月12日 (12.12.2000) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 中央発條株式会社 (CHUO HATSUJO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒458-0835 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 野々義 (NONO, Kazuyoshi) [JP/JP]. 柘植美勝 (TSUGE, Yoshikatsu) [JP/JP]. 芦川貴之 (ASHIKAWA, Takayuki) [JP/JP]. 三崎喜生 (MISAKI, Yoshio) [JP/JP]. 脇田将見 (WAKITA, Masami) [JP/JP]; 〒458-0835 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田68番地 中央発條株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小玉秀男, 外(KODAMA, Hideo et al.); 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4丁目27番23号 名古屋三井ビルディング東館 Aichi (JP).
- (81) 指定国(国内): JP, US.
- (84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CALCULATING WIRING ROUTE OF CONTROL CABLE

(54) 発明の名称: コントロールケーブルの配索経路を算出する方法及びその装置



(57) Abstract: A wiring route of a control cable is predicted without requiring any trial. At first, the characteristics of a control cable being wired are acquired (S1, S2, S3). Characteristics of the control cable can be acquired by subjecting a test piece of control cable to a known test (tensile test). Length and fixing conditions of the control cable are then provided as calculation conditions (S4, S5). A wiring route is calculated by executing finite element method for a calculation model formed by dividing the control cable into a plurality of elements using given length and fixing conditions of the control cable and acquired characteristics of the control cable (S7). Wiring route of the control cable is calculated by executing finite element method for a calculation model formed by dividing the control cable into a plurality of elements. The wiring route of the control cable can be predicted without requiring any trial.

S...CALCULATION FLOW OF WIRING ROUTE
 S1...DETERMINE CHARACTERISTICS OF CONTROL CABLE
 S2...INPUT TYPE OF OUTER TERMINAL
 S3...DETERMINE TERMINAL CHARACTERISTICS
 S4...INPUT FIXING CONDITIONS
 S5...INPUT CLAMPING CONDITIONS
 S6...INPUT CABLE LENGTH
 S7...CALCULATE A TEMPORARY WIRING ROUTE
 S8...CALCULATE TERMINAL REACTION TORQUE
 S9...CORRECT TERMINAL CHARACTERISTICS
 S10... CALCULATE A WIRING ROUTE
 S11...PREDICT DURABILITY



WO 02/48923 A1

[続葉有]



添付公開書類：
— 国際調査報告書

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

(57) 要約:

本発明は、試作を行うことなくコントロールケーブルの配索経路を予測する。本発明の方法ではまず、配索されるコントロールケーブルの特性を取得する（S 1，S 2，S 3）。コントロールケーブルの特性は、コントロールケーブルの試験片に公知の試験（引張試験等）を施すことによって取得することができる。次に、計算条件としてコントロールケーブルの長さコントロールケーブルの取付条件が与えられる（S 4，S 5）。そして、コントロールケーブルを複数の要素に分割して作成された計算モデルに対して、与えられたケーブル長さと、ケーブル取付け条件と、取得されたコントロールケーブルの特性を用いて、有限要素法を実行して配索経路を算出する（S 7）。

この方法では、コントロールケーブルを複数の要素に分割して作成された計算モデルに対して有限要素法等を実行することで、コントロールケーブルの配索経路を算出する。したがって、試作することなくコントロールケーブルの配索経路を予測することができる。

明細書

コントロールケーブルの配索経路を算出する方法及びその装置

5 技術分野

本発明は、入力側の操作を出力側に伝達するコントロールケーブルに関する。詳しくは、入力側装置と出力側装置との間にコントロールケーブルが取付けられたときのコントロールケーブルの配索経路を予測する技術に関する。

10 背景技術

コントロールケーブルは、アウターケーブルと、アウターケーブル内に挿入されるインナーケーブルとで構成される。インナーケーブルは、アウターケーブルに案内されて、軸方向に移動可能となっている。

アウターケーブルの一端は、入力側装置のハウジングに固定される。アウターケーブルの他端は、出力側装置のハウジングに固定される。また、インナーケーブルの一端は入力側装置の操作部材（例えば、操作レバー等）に固定される。インナーケーブルの他端は、出力側装置の被伝達部材（操作レバーの操作が伝達される部材）に固定される。したがって、入力側装置の操作部材が操作されると、アウターケーブル内を軸方向にインナーケーブルが移動する。これによって、出力側装置の被伝達部材に入力された操作が伝達される。上述の説明から明らかなように、インナーケーブルの配索経路はアウターケーブルの配索経路と同一となる。したがって、コントロールケーブルの配索経路は、アウターケーブルの配索経路によって決まる。

一方、コントロールケーブル（即ち、アウターケーブル）は、入力側装置と出力側装置との間に存在する他の装置と干渉しないよう配索されることが要求される。このために、アウターケーブルの両端の取付条件（取付位置、取付角度）や、アウターケーブルを拘束する中間点の条件（拘束位置、拘束態様等）等が種々変更される。

しかしながら、これらの条件を変えたときのコントロールケーブルの配索経路

は、コントロールケーブルの変形性の高さ（配索自由度の高さ）から予測することが困難であった。このため、コントロールケーブルの配索経路を決めるためには、まず、設計者の勘に頼って取付条件や中間拘束点の条件等を決めなければならない。次に、このようにして決めた条件にしたがって、実際に装置（入力側装置及び出力側装置）を試作する。そして、試作した装置にコントロールケーブルを取付ける。試作した装置にコントロールケーブルを取付けたときにコントロールケーブルが他の装置と干渉している場合には、再び上述した手順を繰返すこととなる。したがって、コントロールケーブルの配索経路を決めるためには、複数回の試作と評価を行う必要があった。このことは、開発期間の長期化及び開発コストの増大を招いていた。

本発明は上述した実情に鑑みてなされたもので、その目的は、コントロールケーブルの配索経路を精度良く予測する技術を開発することである。

発明の開示

この発明の方法では、前提条件としてケーブル長さとケーブル取付条件が与えられる。ケーブル長さは、コントロールケーブルの長さであり、予め計画されたケーブル配索経路から、あるいは簡易計算から求めたケーブル長さである。例えば、アウターケーブルの長さを用いることができる。ケーブル取付条件は、コントロールケーブルを入力側装置と出力側装置に取付る際の条件である。ケーブル取付条件としては、例えば、アウターケーブルの両端が取付けられる取付位置と、その取付位置におけるケーブル軸の方向が与えられる。また、アウターケーブルを拘束する拘束点（中間点）の位置と、その拘束条件（例えば、スライド可能か否か、回転可能か否か等）を与えても良い。ケーブル長さとケーブル取付条件は、設計者によって適宜決定することができる。

次に、配索されるコントロールケーブルの特性を取得する。コントロールケーブルの特性とは、コントロールケーブルを一本のはり（梁）としてモデル化したときに、そのはり（梁）が備える「荷重－変形量」特性（例えば、曲げ剛性、ねじり剛性等）をいう。「荷重－変形量」特性は、コントロールケーブルの試験片に公知の試験（引張試験等）を施すことによって取得することができる。

次に、コントロールケーブルを複数の要素に分割した計算モデルを作成する。例えば、複数の要素（梁）を軸方向に連続して結合したモデルによって、コントロールケーブルをモデル化する。各要素（梁）の特性は、前記の取得された特性を用いることができる。

- 5 そして、作成された計算モデルに対して、与えられたケーブル長さ、ケーブル取付け条件と、取得されたコントロールケーブルの特性を用いて、数値解析を実行して配索経路を算出する。数値解析の方法としては、有限要素法や差分法を用いることができる。

- 10 この方法では、コントロールケーブルを複数の要素に分割して作成された計算モデルに対して有限要素法等を実行することで、コントロールケーブルの配索経路を算出する。したがって、実際に装置（入力側装置、出力側装置）を試作することなく、コントロールケーブルの配索経路を予測することができる。

上記の方法においては、以下の方法によってコントロールケーブルの特性を取得することが好ましい。

- 15 まず、アウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性を、それぞれ個別に取得する。アウターケーブルの特性とは、アウターケーブル単体を一本のはり（梁）としてモデル化した際に、そのはり（梁）が備える「荷重－変形量」特性（例えば、曲げ剛性、ねじり剛性等）をいう。インナーケーブルの特性とは、インナーケーブル単体を一本のはり（梁）としてモデル化した際に、そのはり（梁）
- 20 が備える「荷重－変形量」特性（例えば、曲げ剛性等）をいう。これらの特性は、アウターケーブルの試験片とインナーケーブルの試験片について、それぞれ公知の試験を実施することによって取得することができる。そして、それぞれ取得したアウターケーブルの特性と、インナーケーブルの特性とから、コントロールケーブルの特性を決定する。

- 25 すなわち、本発明者らが幾多の実験を行ったところ、（１）アウターケーブルにインナーケーブルを組込んだ状態で実験を行いコントロールケーブルの特性を求める必要は必ずしもなく、インナーケーブル単体の特性とアウターケーブル単体の特性に基づいてコントロールケーブルの特性が決定できること（２）コントロールケーブルの配索経路を精度良く算出するためには、アウターケーブルの特

性とインナーケーブルの特性の両者を考慮する必要があること、が判明した。

したがって、この方法では、アウターケーブルの特性を種類毎にデータベース化し、かつ、インナーケーブルの特性を種類毎にデータベース化することで、アウターケーブルとインナーケーブルを種々組合せたコントロールケーブルの特性を容易に決めることができる。

また、アウターケーブルの端末（装置への取付部）にはクッション材等が配される場合がある。この場合は、クッション材の影響でアウター端末が変形し、配索経路に影響を与えることとなる。したがって、この場合には、アウター端末の特性を取得して、取得したアウター端末の特性をさらに考慮して配索経路を算出することが好ましい。

「アウター端末の特性」とは、アウター端末に作用する力と、その力によりアウター端末が変形する変形量の関係〔すなわち、変形特性（「応力 - 歪み」特性）〕をいう。具体的には、その変形方向によって、ケーブル軸方向の変形特性、ケーブル軸垂直方向の変形特性、ケーブル曲げ方向の変形特性、ケーブル軸周りのねじり変形特性がある。ただし、これらの全てを考慮して配索経路を算出する必要は必ずしもなく、影響の大きい特性のみを考慮して配索経路を算出することができる。これらの特性は、アウター端末に対して公知の試験を実施することにより得ることができる。

アウター端末の特性としてはねじり特性を考慮することが好ましい。アウター端末がねじられることによりケーブル軸の方向が変化し、コントロールケーブルの配索経路に与える影響が大きいためである。

この場合は、例えば、次の手順で配索経路を算出するようにしても良い。

アウター端末に作用するトルクが未知であるため、まず、アウター端末に作用するトルクを算出する。すなわち、アウター端末にトルクが作用しないとしてコントロールケーブルの配索経路を算出する。そして、算出された配索経路からアウターケーブルの端末に作用するトルクを算出する。次に、算出された端末トルクがアウター端末に作用するとして、コントロールケーブルの配索経路を再び算出する。

また、アウターケーブルを装置に取付けた状態（配索した状態）では、アウタ

5

一端末にはアウターケーブルから力が作用する。アウター端末の特性は、アウターケーブルから作用する力によって変化することがある。特に、アウター端末に防振用のクッション材等が組込まれている場合、アウター端末に作用する力によりクッション材が変形し、アウター端末の特性が変化する場合がある。したがって、アウター端末に作用する力によってアウター端末の特性を修正し、配索経路を算出することが好ましい。

例えば、まず、アウター端末の特性の変化を考慮せずにコントロールケーブルの配索経路を算出する。そして、算出された配索経路からアウターケーブルの端末に作用する力を算出する。次に、算出された端末作用力によってアウター端末の端末特性を修正する。そして、修正されたアウター端末の端末特性を用いてコントロールケーブルの配索経路を再計算する。

また、上記の方法においてはコントロールケーブルの中間拘束部を、拘束点（クランプ装置が配される位置）からばね〔例えば、6自由度（ x 、 y 、 z 軸方向、各軸周り）〕により支持する計算モデルでモデル化することが好ましい。すなわち、クランプ装置でクランプされる要素を拘束点からばねを介して支持する。計算条件として、拘束されるコントロールケーブルの要素と、クランプ装置が配される位置（拘束点）とを与える。

このように中間拘束部をモデル化してコントロールケーブルの配索経路を算出した場合は、算出された配索経路と拘束点とのずれの大きさ等によって拘束点の位置が適当か否かを判断することができる。例えば、算出された配索経路と拘束点の位置が大ききずれの場合には、クランプ装置からコントロールケーブルが外れやすいと判断することができる。

上記の方法により算出された配索経路を用いて、コントロールケーブルと他の装置との干渉、耐久性の判断、荷重効率、バックラッシュ等を求めることができる。

例えば、算出された配索経路（すなわち、アウターケーブルの配索経路）からインナーケーブルの各位置に発生する曲げ応力を求める。次に、インナーケーブルの一端に操作ストロークが入力されたときの応力振幅を求める。そして、求めた応力振幅の大きさと、S-N線図から求めた疲れ限度と比較する。応力振幅が

6

疲れ限度より大きい場合は破断の可能性があると判断する。一方、応力振幅が疲れ限度より小さい場合は破断の可能性がないと判断する。

また、算出された配索経路から総曲げ角度を求め、求めた総曲げ角度から荷重効率、バックラッシュを求めることもできる。「総曲げ角度」とは、配索経路全長に渡って曲げ角度を積分したものである。さらには、算出された配索経路から最小曲げ半径を求め、求めた最小曲げ半径から最も曲げ応力が高くなる部位を特定することもできる。「最小曲げ半径」とは、配索経路の曲率が最も大きい部位の曲げ半径である。

10 図面の簡単な説明

図1は、本実施例に係る配索経路算出装置の概略ハード構成を示す図面である。

図2は、配索経路を算出する際の処理手順を示すフローチャートである。

図3は、コントロールケーブルの特性決定処理の手順を示すフローチャートである。

15 図4は、コントロールケーブルの特性を示すグラフである。

図5は、コントロールケーブルの特性を示すグラフである。

図6は、図5の一部を拡大して示すグラフである。

図7は、図7はアウター端末の特性として考慮する剛性の方向を説明するための図である。

20 図8は、アウター端末の特性を実測したデータから計算に使用するデータに加工する処理を説明するための図である。

図9は、アウター端末の特性を実測したデータから計算に使用するデータに加工する処理を説明するための図である。

25 図10は、アウター端末の特性を実測したデータから計算に使用するデータに加工する処理を説明するための図である。

図11は、本実施例における解析モデルを示す図である。

図12は、具体的な計算手順を説明するための図である。

図13は、アウター端末なしの条件で計算した配索経路の一例を示す図である。

図14は、アウター端末ありの条件で計算した配索経路の一例を示す図である。

図15は、解析対象となるコントロールケーブルの構造を説明する図である。

図16は、解析対象となるコントロールケーブルの端末部の構造を説明する図である。

5 図17は、自動車の変速装置にコントロールケーブルが配索されたときの変速装置とコントロールケーブルとの関係を模式的に示す図である。

図18は、コントロールケーブルをクランプするクランプ装置を示す斜視図である。

図19は、クランプ装置によりクランプされる部位に設けられるコントロールケーブルの節点と、クランプ装置との関係を拡大して示す図である。

10 図20は、各節点をクランプするクランプ装置の計算モデルを示す図である。

図21は、グロメット近傍にクランプ装置を設けた条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $x-y$ 平面）。

図22は、グロメット近傍にクランプ装置を設けた条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $x-z$ 平面）。

15 図23は、グロメット近傍にクランプ装置を設けた条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $y-z$ 平面）。

図24は、グロメット近傍にクランプ装置を設けない条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $x-y$ 平面）。

20 図25は、グロメット近傍にクランプ装置を設けない条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $x-z$ 平面）。

図26は、グロメット近傍にクランプ装置を設けない条件で算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す図である（ $y-z$ 平面）。

図27は、クランプ部におけるケーブル軸とクランプ軸のずれを拡大して示す図である（ $x-y$ 平面）。

25 図28は、クランプ部におけるケーブル軸とクランプ軸のずれを拡大して示す図である（ $x-z$ 平面）。

図29は、算出された配索経路となるようにアウターケーブルが配索されたときのインナーケーブルの各位置における応力を模式的に示す図である。

図30は、算出された配索経路について耐久性を評価した例を示す図である。

図31は、本発明の第2実施例に係る配索経路算出装置の概略ハード構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 5 本発明に係る方法は、コンピュータを利用した配索経路算出装置により好適に実施することができる。この配索経路算出装置は、入力装置と演算装置（プロセッサ）を有する。

入力装置からは、コントロールケーブルの特性と、コントロールケーブルの長さ、コントロールケーブルの取付け条件を入力される。

- 10 演算装置は、入力装置から入力されたコントロールケーブルの特性とコントロールケーブルの長さ、コントロールケーブルの取付け条件を用いて数値解析（例えば、有限要素法）を実行して、コントロールケーブルの配索経路を算出する。数値解析用のソフトウェアとしては、「ABAQUS」、「NASTRAN」等の有限要素法プログラムを用いることができる。

- 15 演算装置は、さらに、算出した配索経路からコントロールケーブルの耐久性を判断するためのデータ（総曲げ角度、最小曲げ半径）等を算出するようにしても良い。

- 20 入力装置から入力されるコントロールケーブルの特性としては、アウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性とがそれぞれ個別に入力されても良い。この場合は、入力されたアウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性とからコントロールケーブルの特性が決定される。

入力装置からは、さらにアウター端末の特性を入力するようにしても良い。この場合、入力されたアウター端末の特性を考慮して配索経路を算出することが好ましい。

- 25 上記の装置においては、各種データを記憶する記憶装置を備えても良い。

記憶装置には、コントロールケーブルの種類毎にコントロールケーブルの特性データが記憶されていても良い。この場合には、入力装置からコントロールケーブルの種類を入力する。演算装置は、入力された「コントロールケーブルの種類」をキーに記憶装置内を検索し、コントロールケーブルの特性データを読み出

す。そして、読み出されたコントロールケーブルの特性データを用いて配索経路を算出する。

- 記憶装置には、インナーケーブルの種類毎にインナーケーブルの特性データが記憶され、また、アウターケーブルの種類毎にアウターケーブルの特性データが
- 5 記憶されるようにしても良い。この場合、インナーケーブルの種類と、アウターケーブルの種類を入力装置から入力する。演算装置は、入力された「インナーケーブルの種類」をキーに記憶装置内を検索し、インナーケーブルの特性データを読み出す。また、演算装置は、入力された「アウターケーブルの種類」をキーに記憶装置内を検索し、アウターケーブルの特性データを読み出す。読み出された
- 10 インナーケーブルの特性データとアウターケーブルの特性データからコントロールケーブルの特性を求める。この場合には、インナーケーブルの種類とアウターケーブルの種類を種々変えて計算を行うことで、最適なインナーケーブルとアウターケーブルの組合せを見つけることができる。特に、アウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性からコントロールケーブルの特性を決定するため、ア
- 15 ウターケーブルとインナーケーブルの組合せ毎に特性を実測する必要はない。

- 記憶装置には、アウター端末の種類毎にアウター端末の特性データを記憶するようにしても良い。この場合、入力装置からアウター端末の種類を入力する。演算装置は、入力された「アウター端末の種類」をキーに記憶装置内を検索し、アウター端末の特性データを読み出す。そして、読み出したアウター端末の特性デ
- 20 ータを考慮して配索経路が算出される。

- 記憶装置に記憶されるアウター端末の特性データは、さらに、アウター端末に作用する力の大きさ毎に記憶されていても良い。この場合、演算装置は、算出された配索経路からアウター端末に作用する力を算出する。そして、算出された端末作用力に対応するアウター端末の特性データを記憶装置から読み出し、その読
- 25 み出した特性データを用いて配索経路を再計算する。

記憶装置には、コントロールケーブルが取付けられる装置の設計データが記憶されていても良い。この場合、記憶装置に記憶されている設計データと算出された配索経路とを比較することで、コントロールケーブルと装置との干渉の有無を判定するようにしても良い。

記憶装置には、さらに、コントロールケーブルが取付けられる装置の周辺に配置される部品類の設計データが記憶されても良い。この場合、記憶装置に記憶されている部品類の設計データと算出された配索経路とを比較することで、コントロールケーブルと部品類の干渉の有無を判定するようにしても良い。

- 5 上記の装置においては、計算結果を表示する表示装置を備えても良い。

表示装置には、算出された配索経路と、コントロールケーブルが取付けられる装置とを併せて表示するようにしても良い。さらには、コントロールケーブルが取付けられる装置の周辺に配置される部品類も併せて表示するようにしても良い。

10 (第1実施例)

以下、配索経路算出装置の一実施例について説明する。まず、解析対象となるコントロールケーブル50について図15、図16を用いて簡単に説明する。

図15に示すように、コントロールケーブル50は、アウターケーブル54と、アウターケーブル54内に挿入されたインナーケーブル52とで構成される。

- 15 アウターケーブル54は、円筒状に形成された中空部材である。図16に良く示されるように、アウターケーブル54の両端には連結金具56を介して揺動可能（首振り可能）にスリーブ62が取付けられている。連結金具56の外周には、シール材64及びクッション材66が配される。シール材64とクッション材66の外側には外套金具58が組み付けられている。外套金具58は、入力側装置
- 20 及び出力側装置のハウジングに形成された取付溝等に固定される。

- インナーケーブル52は、複数の線材（鋼線）を撚ってケーブルとしたものである。図15に示すように、インナーケーブル52の両端にはロッド64が連結されている。ロッド64の先端には取付部66が設けられる。取付部66は、入力側装置の操作レバーや、出力側装置の被伝達部材に連結されるようになっている。
- 25

コントロールケーブル50を入力側装置と出力側装置に配索するためには、まず、アウターケーブル54にインナーケーブル52を組付ける。次に、アウターケーブル54の両端（外套金具58）をそれぞれ入力側装置と出力側装置のハウジングに固定する。同時に、インナーケーブル52の両端（ロッド64の先端）

を入力側装置の操作レバー、出力側装置の被伝達部材に連結する。

5 コントロールケーブル50が配索された状態で操作レバーが操作されると、操作レバーに連結されたロッド64がスリーブ62に案内されて軸方向にスライドする。これによって、インナーケーブル52も軸方向にスライドし、他方のロッド62に操作レバーの動きが伝達される。

したがって、アウターケーブル54はインナーケーブル52を案内する機能（すなわち、インナーケーブル52の経路を決定する機能）を有することとなる。このため、コントロールケーブル50の配索経路は、入力側装置及び出力側装置のハウジングに固定されるアウターケーブル54の配索経路と同一となる。

10 次に、配索経路算出装置の概略構成について図1を用いて説明する。図1に示すように、配索経路算出装置は主制御部10、主制御部10に接続された記憶装置20と、入力装置11と表示装置12と出力装置13を備える。入力装置11は、キーボードやマウス等のポインティングデバイスからなる。表示装置12は、算出された結果を表示するディスプレイ等からなる。出力装置13は、算出された結果をプリントアウトするプリンター等からなる。

15 主制御部10は、装置全体を統括的に制御する演算処理装置である。主制御部10には、OS (Operating system) 等の制御プログラム、入力された各条件からコントロールケーブル50の配索経路を算出するための各種プログラム、算出された配索経路を表示装置12に表示するための画像処理プログラム、所要データを格納するための内部メモリ等を有している。

20 記憶装置20は、主制御部10に接続されている。記憶装置20は、ハードディスクやフレキシブルディスク、あるいは光ディスク等の記憶装置である。記憶装置20内には、インナーケーブル特性データファイル21、アウターケーブル特性データファイル22、アウター端末特性データファイル23、耐久性予測用データファイル24が格納されている。

25 インナーケーブル特性データファイル21は、インナーケーブル52の種類〔径、鋼線の撚り方（例えば、単撚り又は複撚り）等〕毎にインナーケーブル52の特性（曲げ特性のみ）を記憶する。インナーケーブル52の特性は、インナーケーブル52（単体）に所定の曲げ荷重（N）を加えたときのたわみ量（m

m) を実測して求める。

インナーケーブル52のたわみ量を実測したデータは、インナーケーブル52に対して負荷した時と除荷した時ではその値が異なる（いわゆる、ヒステリシスループを描く）。したがって、本実施例においては、この負荷時のデータと除荷時のデータの平均を求め、この平均から荷重-変位特性を求めている。

ここで、図5はコントロールケーブル50（アウターケーブル54+インナーケーブル52）の荷重-変位特性を示す図であり、図6は図5のマルで囲んだ領域を拡大して示す図である。図5、図6から明らかなように、コントロールケーブル50は、インナーケーブル52と同様に、負荷時（図中、加重と表示）と除荷時（図中、抜重と表示）でたわみ量が異なる。したがって、図5、図6を便宜的に用いて、負荷時のデータと除荷時のデータから特性値を求める手順を説明する。まず、実験により得られた「荷重-変位」特性からシミュレーションで使用する領域（図5のマルで囲まれた領域）を取出す。図6に拡大して示すように、取出された領域では、負荷時と除荷時の平均値は略直線状となる。このため、この直線の傾きをケーブルの曲げ剛性として求め、特性ファイルに格納する。

アウターケーブル特性データファイル22は、アウターケーブル54の種類〔径、アウターケーブルのタイプ（例えば、平鋼タイプ又はストランドタイプ）等〕毎にアウターケーブル54の特性（曲げ剛性とねじり剛性）を記憶する。アウターケーブル54の特性は、インナーケーブル52と同様に、アウターケーブル54（単体）に所定の曲げ荷重（又はねじり荷重）を加えたときのたわみ量（又はたわみ角）をそれぞれ実測して求める。

アウターケーブル54のたわみ量（又はたわみ角）を実測したデータは、インナーケーブル52と同様、負荷時と除荷時でその値が異なる。したがって、アウターケーブル54についても、シミュレーションで使用する領域における負荷時のデータと除荷時のデータの平均値を使用する。

なお、アウターケーブル54は、インナーケーブル52と比較して相対的にねじり剛性への寄与が大きいため、簡易的にアウターケーブル54のみのねじり剛性を考慮する。

アウター端末特性データファイル23は、アウターケーブル54の端末の種類

〔アウターケーブル54の径、クッション材66、外套金具58の種類等〕毎に末端特性（「荷重－変形」特性）を記憶する。アウター端末60の変形特性を考慮する理由は、以下の理由による。

図16に示されるアウター端末60の構造から明らかなように、アウター端末60が5 入力側装置と出力側装置に取付けられると、アウターケーブル54から連結金具56（アウター端末60）に力（トルクを含む）が作用する。連結金具56は、クッション材66と外套金具58を介して入力側装置と出力側装置のハウジングに固定される。このため、連結金具56に作用する力によってクッション材66は変形する。クッション材が変形すると、連結金具56の先端の位置（アウターケーブル54の両端の位置）が変化し、配索経路が変化するためである。10 また、連結金具56にトルクが作用することで連結金具56がねじられると、連結金具56の先端からアウターケーブル54が伸長する方向（ケーブル軸の方向）が変化し、配索経路が変化するためである。

図7に示すように、考慮するアウター端末60の変形特性は、ケーブル軸方向の荷重－変位特性（図7（a））、ケーブル軸方向に垂直な方向の荷重－変位特性（図7（b））、ケーブル曲げ方向の荷重－変位特性（図7（c））、ケーブル軸周りのねじりトルク－変位（ねじれ角）特性（図7（d））である。アウター端末60の変形特性は、図7の各図に示す方向に所定の荷重（トルク）をアウター端末60（単体）に作用させ、そのときの連結金具56の先端の変位を実測して求める。20

図7（c）に示す場合（ケーブル曲げ方向の荷重－変位特性）を例に具体的に説明する。図7（c）に示す場合の、アウター端末60（詳しくは、連結金具56の先端）の変位を実測したデータを図8に示す。図8に示すように、「荷重－変位」特性は負荷時と除荷時では変位が異なる（ヒステリシスループを描く）。25 このため、まず、負荷時のデータと除荷時のデータを平均して、図9に示すような1本の荷重－変位特性を取得する。図9から明らかなように、この荷重－変位特性は非線形となる。そこで、図10に示すように、離散的なデータの集合（荷重に対する変位）をアウター端末特性データファイル23に格納する。他の方向（ケーブル軸方向、ケーブル軸に垂直な方向、ケーブル軸周りのねじり方向）の

荷重-変位特性についても、上述と同様の手順で求める。

また、図16から明らかなように、アウター端末60を構成するクッション材66は、アウター端末60の軸方向(図7(a)に示すケーブル軸方向)に作用する荷重により収縮する。クッション材66が収縮すると、アウター端末60の特性データは大きく変化することとなる。このため、本実施例では、ケーブル曲

5 げ方向(図7(c)の方向)の荷重-変位特性については、ケーブル軸方向に作用する荷重を種々の値に変えて求めている。これら求めたケーブル曲げ方向の荷重-変位特性は、ケーブル軸方向に作用する荷重毎に区別してアウター端末特性データファイル23に格納される。なお、ケーブル曲げ方向についてのみ求めているのは、相対的にケーブル曲げ方向の「荷重-変位」特性は算出される配索経路に大きな影響を与えるためである。

耐久性予測用データファイル24は、算出された配索経路からコントロールケーブル50の耐久性を予測するためのデータを記憶する。すなわち、コントロールケーブル50は、配索経路の曲率半径が最小となる部位において曲げモーメントが最大となる。したがって、最小曲げ半径によってコントロールケーブル50に作用する最大曲げモーメントが変わることとなる。このため、最小曲げ半径がコントロールケーブル50の耐久性に影響を与えられ

15 と考えられる。また、コントロールケーブル50の総曲げ角度もコントロールケーブル50の耐久性に影響を与えられ

20 と考えられる。したがって、最小曲げ半径、総曲げ角度を種々に変えて耐久性試験を行い、その耐久性試験の結果が耐久性予測用データファイル24に記憶される。

次に、上述の配索経路算出装置を使用して配索経路を算出する手順を、図2に示すフローチャートに基づいて説明する。

図2に示すように、まず、コントロールケーブル50の特性を決定する処理が行われる(S1)。コントロールケーブル50の特性を決定する処理について、図3のフローチャートに基づいて詳細に説明する。

図3に示すように、まず、インナーケーブル52の種類が入力装置11から入力される(S21)。入力されたインナーケーブル52の種類は、主制御部10の内部メモリ内に記憶される。

インナーケーブル52の種類が入力されると、主制御部10は入力された種類に対応するインナーケーブル52の特性（曲げ剛性）をインナーケーブル特性ファイル21から読み出す（S22）。読み出されたインナーケーブル52の特性は、主制御部10の内部メモリに記憶される。

5 次に、入力装置11からアウターケーブル54の種類が入力される（S23）。

アウターケーブル54の種類が入力されると、主制御部10は入力された種類に対応するアウターケーブル54の特性（曲げ剛性とねじり剛性）をアウターケーブル特性ファイル22から読み出す（S24）。読み出されたアウターケーブル54の特性は、主制御部10の内部メモリに記憶される。

10 インナーケーブル52の特性（曲げ剛性）とアウターケーブル54の特性（曲げ剛性）が読み出されると、両者を足し合せてコントロールケーブル50の特性（曲げ剛性）を決定する（S25）。図4に示すように、コントロールケーブル50の特性（曲げ剛性）は、アウターケーブル54（単体）の曲げ剛性とインナーケーブル52（単体）の曲げ剛性を足し合わせたもの（図中、アウター+インナーの一点鎖線で表示）に略等しくなる。このため、ステップS25では、アウターケーブル54（単体）とインナーケーブル52（単体）について読み出した曲げ剛性から、コントロールケーブル50の特性を決定する。これによって、アウターケーブル54とインナーケーブル52を組合せたものについて曲げ剛性を求める実験を省略することができる。

20 なお、コントロールケーブル50のねじり剛性については、既に説明したようにアウターケーブル54のねじり剛性をそのまま使用している。

上述した手順でコントロールケーブル52の特性が決定されると、図2に戻って、アウター端末の種類が入力される（S2）。

25 アウター端末の種類が入力されると、主制御部10は入力された種類に対応する特性データをアウター端末特性データファイル23から読み出す（S3）。読み出されたアウター端末の特性データは主制御部10の内部メモリに記憶される。このステップS3では、ケーブル曲げ方向の荷重-変位の特性データは、ケーブル軸方向に作用する荷重が0のときの特性データが読込まれている。これは、アウター端末のケーブル軸方向に作用する荷重が判明していないためである。

次に、アウターケーブル54の取付部の条件が入力装置11から入力される(S4)。具体的には、アウターケーブル54両端の取付部の位置データ(x , y , z)と、ケーブル軸の方向(a , b , c)〔単位ベクトルで与えられる〕が入力される。入力されたデータは、主制御部10の内部メモリに記憶される。

5 次に、クランプ拘束条件が入力装置11から入力される(S5)。具体的には、クランプ装置がクランプするコントロールケーブル50の位置と、クランプ装置を配置する位置の座標(x , y , z)と、クランプ装置の拘束条件(軸方向にスライド可能か否か、回転可能か否か)について入力する。この入力された条件は、主制御部10の内部メモリに記憶される。

10 次に、コントロールケーブル50の長さが入力装置11から入力される(S6)。入力されるコントロールケーブル50の長さ(単にケーブル長ともいう)は、設計者等が適宜決定することができる。特に、配索経路算出装置の一つの利点は、最適なケーブル長を机上で検討することができる点にある。したがって、設計者は適宜ケーブル長を決定し、その決定したケーブル長が最適な値なのか否か
15 を判断することとなる。

ここで、配索経路算出装置を利用して最適なケーブル長を求める手順の一例を簡単に説明する。最適なケーブル長は、通常、二つの段階を経て決定される。

第1段階としては、まず、コントロールケーブルが取付けられる装置(例えば、自動車の変速装置)を設計した設計者(一般には、車メーカーの設計者)によりケーブル長が決定される。あるいは、アウターケーブル54の取付条件(両端の位置、ケーブル軸方向)から決まる幾何学的条件からケーブル長が決定される。まず、この決定されたケーブル長を用いてコントロールケーブル50の配索経路を算出する。そして、算出された配索経路から他の部品との干渉の問題(干渉部位との間隙が充分か否か)や、ケーブルの最小曲げ半径(耐久性を満足するか否か)等の条件がクリアできているか否かを判断する。これらの条件をクリアでき
25 ない場合には、次に説明する第2段階に進む。

第2段階では、第1段階の計算に用いられたケーブル長を中心として+、-に複数のケーブル長を設定する。そして、これら複数のケーブル長のそれぞれについて配索経路を算出する。次に、各ケーブル長について算出された配索経路のそ

れそれぞれについて、干渉の問題やケーブルの最小曲げ半径（耐久性の問題）等について検討を行う。そして、これらの中から最適な条件となるケーブル長を試作するケーブル長とする。これによって、試作回数の削減を図ることができる。

ステップS 1～ステップS 6までの処理が終了すると、これらのステップで決定された計算条件を用いてコントロールケーブル5 0の配索経路を算出する（S 7）。配索経路の算出方法について、図1 1，図1 2を用いて説明する。

まず、コントロールケーブル5 0を図1 1に示す解析モデルでモデル化する。すなわち、コントロールケーブル5 0の端末部（点C，点D）は、軸方向のバネ（アウター端末の軸方向の荷重特性により決定されるバネ）と、軸に垂直方向のバネ（アウター端末の軸に垂直方向の荷重特性により決定されるバネ）と、ケーブル曲げ方向のバネ（アウター端末の曲げ方向の荷重特性により決定されるバネ）により支持される。なお、3次元の解析の場合には、軸に垂直な2方向のバネにより端末部（点C，点D）が支持される。

点C～点A（点D～点B）は、アウターケーブル5 4の両端に取付られる連結金具5 6に相当する（図1 5、図1 6参照）。点C～点A（点D～点B）は、複数の要素（梁要素）に分割される。分割する要素数は、設計者が入力装置1 1から入力する。なお、本実施例では、連結金具5 6に作用するトルクによって生じる変形（ねじれ）について考慮する。両端に作用するトルクにより連結金具5 6がねじられると、点Aと点Bにおけるケーブル軸の方向が変化して、配索経路が大きく変化するためである。ただし、ステップS 7の配索経路の算出では、両端に作用するトルクによって生じる連結金具5 6の変形については考慮していない。これは連結金具5 6に作用するトルクが判明していないためである。

点A～点Bは、コントロールケーブル5 0に相当する。コントロールケーブル5 0の部分（点A～点B）の特性は、ステップS 1のコントロールケーブル特性決定処理で決定された特性（曲げ剛性及びねじり剛性）が用いられる。点A～点Bも複数の要素（梁）に分割される。分割される要素数は、設計者が入力装置1 1から入力する。

上述のようにして計算モデルが作成されると有限要素法を実行する。本実施例においては、汎用有限要素法ソフト「ABAQUS」を用いた。その他、「NA

STRAN」を用いることもでき、用いる有限要素法のソフトウェアに特に制約はない。

計算手順は、まず、一方の端部（図11における点C又は点D）を固定して、他方の端部（点C又は点Dのうち固定しなかった方）をステップS4で入力した位置まで移動させる（図12（a）参照）。これによって、直線状のコントロールケーブル（計算開始時のコントロールケーブル）の両端がステップS4で入力された位置に固定される。1回の計算で端部を移動させる距離は、計算が発散しないような距離とする。

次に、コントロールケーブル50の中間拘束点（クランプ装置を取付ける位置）に中間取付物（クランプ装置）を配置する（図12（b）参照）。そして、中間取付物をステップS5で入力した位置に移動させる（図12（c）参照）。中間取付物を移動させる際は、中間取付物に拘束される要素（コントロールケーブル50の要素）の回転方向変位や軸方向変位が考慮される。1回の計算で中間取付物を移動させる距離は、計算が発散しないような距離とする。以上の手順で、コントロールケーブルの配索経路が算出される。

上述したステップS7の処理で配索経路が求められると、次に、コントロールケーブルの端部に作用する軸方向の力（圧縮力又は引張力）とトルクが求められる（S8）。

ステップS9では、まず、ステップS8で求めた軸方向の力からアウター端末の特性が修正される（S9）。既に説明したように、アウター端末60を構成するクッション材66は、アウター端末60に作用する軸方向の力により変形する。クッション材66が変形すると、アウター端末60の変形特性が大きく変化する。このため、ステップS9では、ステップS8で求めた軸方向の力がアウター端末60に作用したときの特性に修正する。すなわち、ステップS7で用いられたアウター端末60の特性（軸方向に作用する力が0のときの特性）を、ステップS8で求めた軸方向の力がアウター端末60に作用するときの特性に修正する。

具体的な手順としては、まず、ステップS7のシミュレーションにより算出した配索経路からアウター端末に作用する軸方向の力を算出する。次に、算出した軸方向の力がコントロールケーブル50の端末に作用するとして、この軸方向の

力に対応したアウター端末60の特性データ（ステップS8で算出された力に最も近い力をアウター端末60に作用させて取得した荷重-変位特性のデータ）をアウター端末特性データファイル23から読み出す。読み出されたデータは、主制御部10のメモリに記憶される。

- 5 ステップS9でアウター端末60の特性データが修正されると、その修正された特性データを用いて再度配索経路が算出される（S10）。ステップS10の計算では、連結金具56〔図11に示す点A～点C（点B～点D）の部分〕に作用するトルクによる連結金具56の変形が考慮される。

- すなわち、ステップS8において算出された両端末（点A、点B）に作用する
10 トルクが、連結金具56に作用していると仮定して計算が行われる。トルクが作用したときの連結金具56の変位は、アウター端末のねじり特性（アウター端末特性データファイル23のデータ）を用いて算出される（点Aと点Bにおける変位（ねじれ角）が算出される）。配索経路の算出手順自体は、ステップS7の配索経路の算出手順と同一である。ステップS10で算出された配索経路は、表示
15 装置12に表示され、また、オペレータの操作により出力装置13からプリントアウトされる。

- ステップS10で最終的な配索経路が算出されると、その配索経路から耐久性が予測される（S11）。具体的には、ステップS10で求めた配索経路から最小曲げ半径Rを求め、また、配索経路全体の総曲げ角度を求める。次に、求めた
20 最小曲げ半径Rに対応する耐久予測回数を耐久性予測用特性ファイル24から読出す。また、求めた総曲げ角度に対応する耐久予測回数を耐久性予測用特性ファイル24から読出す。そして、これら二つの耐久予測回数のうち、少ない回数を耐久予測回数とする。この耐久予測回数は表示装置12に表示される。

- したがって、本実施例では、表示装置12に表示された配索経路からコントロールケーブル50が他の装置（部品）と干渉するか否かについて判断することができる。また、表示装置12に表示された耐久予測回数から、計算した条件（取付位置及びケーブル軸角度）が耐久性を満足するか否かを判断することができる。

上述のようにして算出された配索経路の例を図13，14に示す。図13，14には、実測した配索経路も併せて示されている。なお、図13，14には2次

元的に配索した例を示している。

図13は、2種類のコントロールケーブル（外径7mm，9mm）についての計算例である。計算はアウター端末にクッションが無いという条件で行った（すなわち、アウター端末の特性を表す3つのバネ定数の値を、アウター端末の変形が無視できる程度に大きい値とした）。

図13中、 ϕ 7mmのコントロールケーブルをケーブルASSY①で示し、 ϕ 9mmのコントロールケーブルをケーブルASSY②で示している。また、図13(a)はケーブルASSY①について中間拘束物を設置しない条件で算出した配索経路である。図13(b)はケーブルASSY①について中間拘束物を設置した条件で算出した配索経路である。図13(c)はケーブルASSY②について中間拘束物を設置しない条件で算出した配索経路である。図13(d)はケーブルASSY②について中間拘束物を設置した条件で算出した配索経路である。これらの図において、太い1本の線で示された配索経路は実測した配索経路であり、二本の細い線で示された配索経路は算出された配索経路（アウターケーブル54の内側と外側の線を示す）である。また、これらの図において四角で囲まれた中に示されている数値は、計算した配索経路と実測した配索経路の差（mm）を示している。図13から明らかなように、計算による配索経路と実測による配索経路との差は殆ど無く、両者は良い一致を示していることが確認された。

図14は、コントロールケーブル（外径7mm）にアウター端末（オートマッチク用）を組合せた条件（以下、ケーブルASSY③という）での計算例である。図14(a)は中間拘束物を設置しない条件でのケーブルASSY③の配索経路であり、図14(b)は中間拘束物を設置した条件でのケーブルASSY③の配索経路を示す。図14中の太い線、細い線及び数値の意義は、図13と同一である。図14から明らかなように、アウター端末を組合せた場合でも、計算による配索経路と実測による配索経路は良い一致を示していることが確認された。

上述したことから明らかなように、上述の配索経路算出装置を用いて計算を行うことで、コントロールケーブルの配索経路を精度良く予測することができる。したがって、数値計算によってある程度最適な条件を絞り込めるので、試作回数の削減や開発期間を短縮することができる。

(他の計算例)

次に、自動車の変速装置にコントロールケーブルを配索するときの配索経路について、上記の配索経路算出装置を用いて算出した例を説明する。図17は、自動車の変速装置にコントロールケーブルを配索したときの変速装置とコントロールケーブルの関係を模式的に示した図である。

5 自動車の変速装置は、入力側装置としてシフトレバー装置、出力側装置としてトランスミッション装置を有する。シフトレバー装置は運転室内に設けられている。トランスミッション装置は、一般にエンジンルーム内に配されたエンジンに隣接して取付けられている。このシフトレバー装置とトランスミッション装置の間に、コントロールケーブルが配される。

10 図17に示すように、コントロールケーブルの一端はシフトレバー装置に取付けられる。コントロールケーブルの他端はトランスミッション装置に取付けられる。エンジンルームと運転室との境界の壁にはコントロールケーブルが貫通する貫通孔が設けられている。貫通孔とコントロールケーブルとの隙間はグロメット(シール材)によって塞がれている。

また、コントロールケーブルは、エンジンルーム内の2箇所においてクランプされる。1箇所(クランプ①)はトランスミッション装置上面の後側よりの位置に設けられる。1箇所(クランプ②)はグロメットの近傍に設けられている。

20 コントロールケーブルをクランプするクランプ装置を図18に示す。図18に示すように、クランプ装置は板材を曲げ加工して形成される。コントロールケーブルは開口部から環状部に押し込まれることで、クランプ装置に取付けられる。なお、図18から明らかなように、このクランプ装置では、コントロールケーブルに開口部方向への力が作用すると容易に脱落することが予測される。

次に、クランプ装置のモデル化について図19、図20を参照して説明する。25 図19はクランプされる部位におけるコントロールケーブルの節点(分割された各要素の節点)を拡大して示している。図20は各節点をクランプするクランプ装置の計算モデルである。

図19に示すように、コントロールケーブルの3つの節点がそれぞれクランプ装置の左端の点 L_k 、中央の点 C_k 、右端の点 R_k となるように、コントロールケ

ケーブルが複数の要素に分割される。各節点 L_k 、 C_k 、 R_k は、図20に示す6自由度のバネ機構により支持される。すなわち、各節点 L_k 、 C_k 、 R_k は、それぞれ x 軸方向にバネ K_x 、 x 軸周りにバネ $K_{x\theta}$ 、 y 軸方向にバネ K_y 、 y 軸周りにバネ $K_{y\theta}$ 、 z 軸方向にバネ K_z 、 z 軸周りにバネ $K_{z\theta}$ により拘束点から支持される。6つのバネの各定数は、コントロールケーブルを拘束する条件（スライド可能か否か、回転可能か否か等）によって適宜決定される。拘束点は、クランプ装置を配置する位置〔例えば、座標 (x, y, z) 〕である。図18に示すクランプ装置の場合、各節点 L_k 、 C_k 、 R_k にそれぞれ対応する拘束点が一つ設けられる。クランプ装置の形状から明らかなように、各節点 L_k 、 C_k 、 R_k に対応する3つの拘束点は一直線上に配置される。この直線が図18のクランプ軸線となる。このような計算モデルで配索経路を算出することで、クランプ装置の変形等の影響が考慮されてコントロールケーブルの配索経路が算出される。

なお、クランプ装置の種類によっては、図19、20に示す以外の計算モデルを用いることができる。例えば、回転が自由な状態でクランプするクランプ装置では、コントロールケーブルの1つの節点（中央の点 C_k ）のみがクランプ装置にクランプされる。この節点は、先程と同様に6自由度のバネで支持される。

図21から図26に算出されたコントロールケーブルの配索経路を示す。図21から図23はグロメット近傍にクランプ装置（図17においてクランプ②で示される）を設けたときの計算例を示している。図21は $x-y$ 平面、図22は $x-z$ 平面、図23は $y-z$ 平面における配索経路を示している。一方、図24から図26はグロメット近傍のクランプ装置（クランプ②）を無くしたときの計算例を示している。図24は $x-y$ 平面、図25は $x-z$ 平面、図26は $y-z$ 平面における配索経路を示している。

なお、図17に示すエンジンは運転時には前後方向に揺動する。したがって、エンジンに取付けられているトランスミッション装置も前後に揺動する。そこで、図21から図26には、(1) エンジンが前方向に揺動したときの配索経路（すなわち、コントロールケーブルのトランスミッション側取付端が前方に揺動した条件）、(2) エンジンが揺動していないときの配索経路、(3) エンジンが後方向に揺動したときの配索経路、の3条件で計算した例が示されている。

(A) クランプ装置 (クランプ②) の拘束条件の評価

算出された配索経路からクランプ装置 (クランプ②) の拘束条件 (拘束位置、拘束方向) の評価を行った。拘束条件の評価は、(A-1) 計算された配索経路から求められたコントロールケーブルの位置 (節点 L_k , C_k , R_k の位置) とク
5 ランプ装置を配置した位置のずれ、(A-2) 計算された配索経路から求められたコントロールケーブルのケーブル軸方向 (節点 L_k , C_k , R_k の方向) とクランプ装置のクランプ軸の方向のずれ、の2つの基準により評価した。(A-1)、
(A-2) の場合とも、ずれが閾値を超えるか否かで判断した。なお、(A-2) については、コントロールケーブルの着脱方向を考慮して、ずれの方向毎に
10 閾値を設定した。

(A-1) の評価を行った結果、コントロールケーブルとクランプ装置の位置のずれは殆ど問題とならない程度であった。これによりコントロールケーブルとクランプ装置の間に大きな力が作用しないことが確認された。

(A-2) の評価を行った結果を図27と図28に示す。図27は $x-y$ 平面
15 におけるケーブル軸とクランプ軸のずれを示し、図28は $x-z$ 平面におけるケーブル軸とクランプ軸のずれを示している。また、エンジンが揺動していない条件で計算された配索経路から評価を行っている。

図27から明らかなように、 $x-y$ 平面においてはケーブル軸とクランプ軸は略同一方向となった。一方、 $x-z$ 平面においてはケーブル軸とクランプ軸のず
20 れは約6度となった。クランプ装置の構造 (図18参照) から明らかなように、クランプ装置へのコントロールケーブルの取付はコントロールケーブルを下から上 (z 方向) に移動させて行う。したがって、クランプ軸に対してケーブル軸のずれ方向 ($x-z$ 平面で z 方向下向き) が、コントロールケーブルを外す方向と一致することとなる。このため、計算結果からはクランプ装置からコントロール
25 ケーブルが外れ易いと考えられる。これによって、クランプ装置の拘束条件の変更等を検討する必要があることが判明した。

このように、計算された配索経路からクランプ装置の拘束条件の適否を判断することができる。これによって、実際に試作することなく、クランプ装置の拘束条件の最適化を図ることができる。

(B) 耐久性の評価

図 2 9 を参照して算出された配索経路から耐久性を評価する方法について説明する。図 2 9 は、算出された配索経路でアウターケーブルが配索されたときのインナーケーブルの各位置における応力を示している。

- 5 既に説明したように、コントロールケーブルの配索経路はアウターケーブルの配索経路と一致する。また、アウターケーブルの配索経路とインナーケーブルの配索経路は一致する。したがって、算出された配索経路からインナーケーブルの各位置における曲率半径を求めることができ、その曲率半径から各位置における曲げ応力を算出することができる。一方、インナーケーブルにはシフトレバー装置を操作するときの操作力（圧縮荷重，引張荷重）が作用する。よって、インナーケーブルには、曲げ応力と操作力により発生する圧縮応力又は引張応力が作用することとなる。このようにして求められたインナーケーブルの各位置に作用する応力が図 2 9 に模式的に示されている。

- 15 また、インナーケーブルは、アウターケーブルに案内されてアウターケーブル内を軸方向に移動する。操作レバーが操作されたときのインナーケーブル（例えば、A点）の応力の変化を考える。インナーケーブル（A点）は、操作レバーの操作によってB点まで移動するものとする。図 2 9 から明らかなように、操作レバーを操作する前のインナーケーブル（A点）の応力は σ_A であり、操作後のインナーケーブル（A点）の応力は σ_B となる。したがって、インナーケーブル
- 20 （A点）の応力振幅は $\sigma_A - \sigma_B$ となる。このようにしてインナーケーブルの各位置の応力振幅を求めることができる。インナーケーブルの各位置における応力振幅が算出されると、この算出された応力振幅の最大値とS-N線図から求めた疲労限度とを比較することで耐久性を評価できる。

- 25 算出された配索経路について耐久性を評価した例を図 3 0 に示す。図 3 0 に示すように、応力振幅はトランスミッション側の端部において最大となった。この応力振幅は疲労限度より大きくなった。したがって、トランスミッション側の端部近くでインナーケーブルが破損する可能性があることがわかった。これによって、配索経路の再検討やインナーケーブルの材質変更等が必要であることが判明した。

(C) 荷重効率とバックラッシュの算出

荷重効率とバックラッシュを算出するためには、まず、算出された配索経路から総曲げ角度を算出する。総曲げ角度が算出されると、次に示す式から荷重効率とバックラッシュを求める。

5 荷重効率 : $\eta = \text{EXP}(-\mu \cdot \theta)$

バックラッシュ : $b = C \cdot \theta + \alpha$

θ : 総曲げ角度

μ : インナーケーブルとアウターケーブルの間の摩擦係数

C : インナーケーブルとアウターケーブルの間のクリアランス

10 α : その他のガタ

荷重効率とバックラッシュが求められると、その値が設計基準を充たしているか否かを判断する。

(D) クランプ装置 (クランプ②) の要否の検討

クランプ装置 (クランプ②) を無くしたときの配索経路を算出することで、ク

15 ランプ装置 (クランプ②) の要否について検討した。ここでは、エンジンが揺動することによる配索経路の変化からコントロールケーブルとグロメットとの摩擦量を評価し、この摩擦量の大小により判断した。摩擦量はグロメットと当接する節点の移動量 (配索経路の変化による移動量) により評価した。具体的には、エンジンが前方向に揺動したときの節点の位置からエンジンが後方向に揺動したと

20 きの節点の位置との距離を求め、求めた距離の大小により摩擦量を評価した。

図 2 2 と図 2 5 の比較から理解されるように、グロメット前のクランプ装置 (クランプ②) を廃すると、グロメット近傍でコントロールケーブルが大きく軸方向に移動することが理解される。コントロールケーブルが大きく動くとグロメットが磨耗し、グロメットによるシールが不完全となる。したがって、クランプ

25 装置 (クランプ②) の廃止は困難であることがわかった。

(第 2 実施例)

第 2 実施例の配索経路算出装置について図 3 1 を参照して説明する。図 3 1 は第 2 実施例の配索経路算出装置の概略ハード構成を示す図面である。

第2実施例の配索経路算出装置の基本的構成（配索経路を算出する手順、コントロールケーブルの特性を決定する手順、データベース化された各ファイルの内容等）は、既に説明した第1実施例の装置と同一である。ただし、第2実施例では、（1）CAD装置と通信線で接続される点、（2）CAD装置に記憶されている設計データ〔コントロールケーブルが配索される装置（例えば、自動車）の設計データ〕を利用してコントロールケーブルの干渉を判定できる点で異なる。以下、異なる点を中心に説明する。

図31に示すように、配索経路算出装置の入出力制御部14には通信線40を介してCAD装置30が接続されている。CAD装置30は表示ディスプレイ31と設計データ記憶部32とを備える。設計データ記憶部32にはコントロールケーブルが配索される装置（以下、被配索装置という）を構成する各部品の設計データが記憶されている。

第2実施例における配索経路の算出は、基本的には図2に示すフローチャートにしたがって行われる。ただし、第2実施例では、ステップS10で算出された配索経路を利用してコントロールケーブルと被配索装置との干渉が判定される。

具体的には、配索経路が算出されると、主制御部10は設計データ記憶部32に記憶されている被配索装置（例えば、自動車の各部品）の設計データを読出す。次に、算出された配索経路の各位置において、その位置から所定の距離（設計者が適宜設定する距離）内に被配索装置が存在するか否かが判定される。そして、所定の距離内に被配索装置が存在する場合には、コントロールケーブルと被配索装置が干渉する可能性が高いと判定する。その旨は表示装置12に表示される。したがって、設計者は表示装置12に表示された判定結果により、入力された各条件で配索可能か否かの判断が可能となる。

さらに、主制御部10は、算出された配索経路と被配索装置の外形とを同時にCAD装置30の表示ディスプレイ31に表示するための表示データの作成を行う。CAD装置30に入力するための表示データとしては、「ABAQUS」により算出された配索経路のデータを「EXCEL」形式のデータに変換したものが使用できる。[EXCEL]形式に変換されたデータは、CAD装置30に入力される。CAD装置30は、この作成された表示データを用いてコントロール

ケーブルと被配索装置の外形とを同時に表示する。

したがって、設計者は表示ディスプレイ 31 に表示される画面を見ることで、コントロールケーブルと被配索装置との隙間を視覚的に把握することができる。これにより、コントロールケーブルと被配索装置との干渉が、どの位置で起きるか

5 かを判断することが可能となる。

以上、本発明の好適ないくつかの実施例について詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。

例えば、上述した実施例においては、両端末に作用する力（トルク）を 1 回目に算出した配索経路から算出し、その算出した力（トルク）が両端末に作用するものと仮定して 2 度目の配索経路の算出を行った。しかしながら、これらの処理（両端末に作用する力の算出→算出した力が両端末に作用するとして再度の配索経路の算出）を複数回繰り返すように構成しても良い。処理を繰り返すことで両端末に作用する力（トルク）がより正確な値となり、算出される配索経路の精度が

10 向上する。この場合は、算出される両端末に作用する力（トルク）のばらつきが所定の範囲内に収束するまで、処理を繰り返すようにしても良い。

また、配索経路を算出する際の計算条件等も、上述した各実施例に限られることはない。コントロールケーブルが使用される装置毎に、設計者が適宜追加又は削除することができる。

20 また、耐久性に関する因子も最小曲げ半径や総曲げ角度だけでなく、他の因子を考慮して耐久性を判断するようにしても良い。

さらには、算出した配索経路からコントロールケーブルの性能（摺動抵抗、ストロークロス、座屈荷重、NV 値等）を予測するようにしても良い。

請求の範囲

1. 与えられたケーブル長さと、与えられたケーブル取付け条件とからコントロールケーブルの配索経路を算出する方法であり、
- 5 コントロールケーブルの特性を得る工程、
 特性取得工程で得られたコントロールケーブルの特性と、与えられたケーブル長さと、与えられたケーブル取付け条件とを用いて数値解析を行う工程、
 を有するコントロールケーブルの配索経路を算出する方法。
- 10 2. 前記特性取得工程では、アウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性とをそれぞれ取得し、これら取得したアウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性とを用いてコントロールケーブルの特性を取得する請求の範囲第1項に記載の配索経路算出方法。
- 15 3. 与えられたケーブル長さと、与えられたケーブル取付け条件とからコントロールケーブルの配索経路を算出する方法であり、
 コントロールケーブルの特性を得る工程、
 アウター端末の特性を得る工程、
 取得されたコントロールケーブルの特性と、取得されたアウター端末の特性と、与えられたケーブル長さと、与えられたケーブル取付け条件とを用いて数値解析を行う工程、
- 20 を有するコントロールケーブルの配索経路を算出する方法。
4. 前記端末特性取得工程では、少なくともアウター端末のねじり特性が取得され、次の工程を実行することによりコントロールケーブルの配索経路を算出する請求の範囲第3項に記載の配索経路算出方法。
 - (1) コントロールケーブルからアウター端末にトルクが作用しないという条件
 - 25 で前記数値解析工程を実行して配索経路を算出する工程
 - (2) 算出された配索経路を用いて、コントロールケーブルからアウター端末に作用するトルクを算出する工程
 - (3) 算出されたトルクがアウター端末に作用するという条件で前記数値解析工程を実行して配索経路を再度算出する工程

5. 次の工程を実行することによりコントロールケーブルの配索経路を算出する請求の範囲第3項に記載の配索経路算出方法。

(1) コントロールケーブルからアウター端末に外力が作用しない条件で前記数値解析工程を実行して配索経路を算出する工程

5 (2) 算出された配索経路を用いて、コントロールケーブルからアウター端末に作用する外力を算出する工程

(3) 算出された外力がアウター端末に作用するときの特性にアウター端末の特性を修正する工程

(4) 修正されたアウター端末の特性を用いて前記数値解析工程を実行して配索経路を再度算出する工程

6. 請求の範囲第1項から第5項のいずれかの方法により算出された配索経路からコントロールケーブルの耐久性を予測する方法であって、

算出された配索経路からインナーケーブルの各位置に作用する曲げ応力を算出する工程、

15 操作荷重からインナーケーブルの軸方向に作用する引張応力又は圧縮応力を算出する工程、

算出された曲げ応力と、算出された引張応力又は圧縮応力とを用いて、インナーケーブルの各点の合成応力を算出する工程、

20 操作ストロークと、算出されたインナーケーブルの各点の合成応力とを用いて、インナーケーブルの各点の応力振幅を算出する工程、

算出された応力振幅と、インナーケーブルの疲労限度とを比較してインナーケーブルの耐久性を評価する工程、

を有するコントロールケーブルの耐久性を評価する方法。

7. コントロールケーブルの配索経路を算出する装置であり、

25 コントロールケーブルの特性を入力するケーブル特性入力手段と、

コントロールケーブルの長さを入力するケーブル長さ入力手段と、

コントロールケーブルの取付け条件を入力する取付け条件入力手段と、

前記各入力手段により入力されたコントロールケーブルの特性と、コントロールケーブルの長さ、コントロールケーブルの取付け条件とを用いて数値解析を

行うことで配索経路を算出する配索経路算出手段と、

を有する配索経路算出装置。

8. 前記ケーブル特性入力手段からはアウターケーブルの特性とインナーケーブルの特性がそれぞれ入力され、前記配索経路算出手段は、入力されたアウターケ

5 ケーブルの特性とインナーケーブルの特性からコントロールケーブルの特性を決定し、その決定されたコントロールケーブルの特性を用いて数値解析を行う請求の範囲第7項に記載の配索経路算出装置。

9. コントロールケーブルの種類毎にコントロールケーブルの特性を記憶するケーブル特性データファイルをさらに有し、前記ケーブル特性入力手段からはコン

10 トロールケーブルの種類が入力され、前記配索経路算出手段は、入力された「ケーブル種類」をキーにケーブル特性データファイルからコントロールケーブルの特性を読み出し、その読み出したコントロールケーブルの特性を用いて数値解析を行う請求の範囲第7項に記載の配索経路算出装置。

10. コントロールケーブルの配索経路を算出する装置であり、

15 コントロールケーブルの特性を入力するケーブル特性入力手段と、
コントロールケーブルの長さを入力するケーブル長さ入力手段と、
コントロールケーブルの取付け条件を入力する取付け条件入力手段と、
アウター端末の特性を入力する端末特性入力手段と、

20 前記各入力手段により入力されたコントロールケーブルの特性と、コントロールケーブルの長さ、コントロールケーブルの取付け条件と、アウター端末の特性とを用いて数値解析を行うことで配索経路を算出する配索経路算出手段と、
を有する配索経路算出装置。

FIG. 1

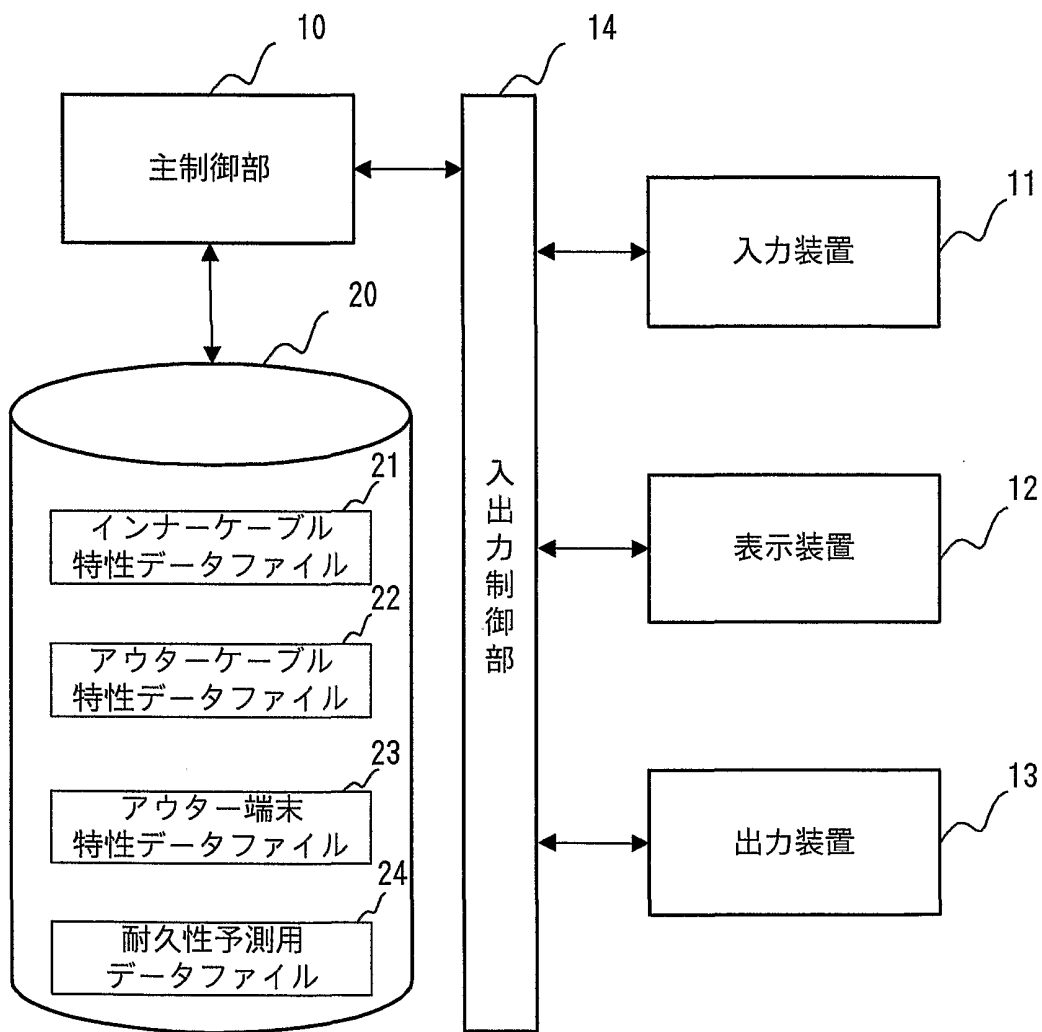


FIG. 2

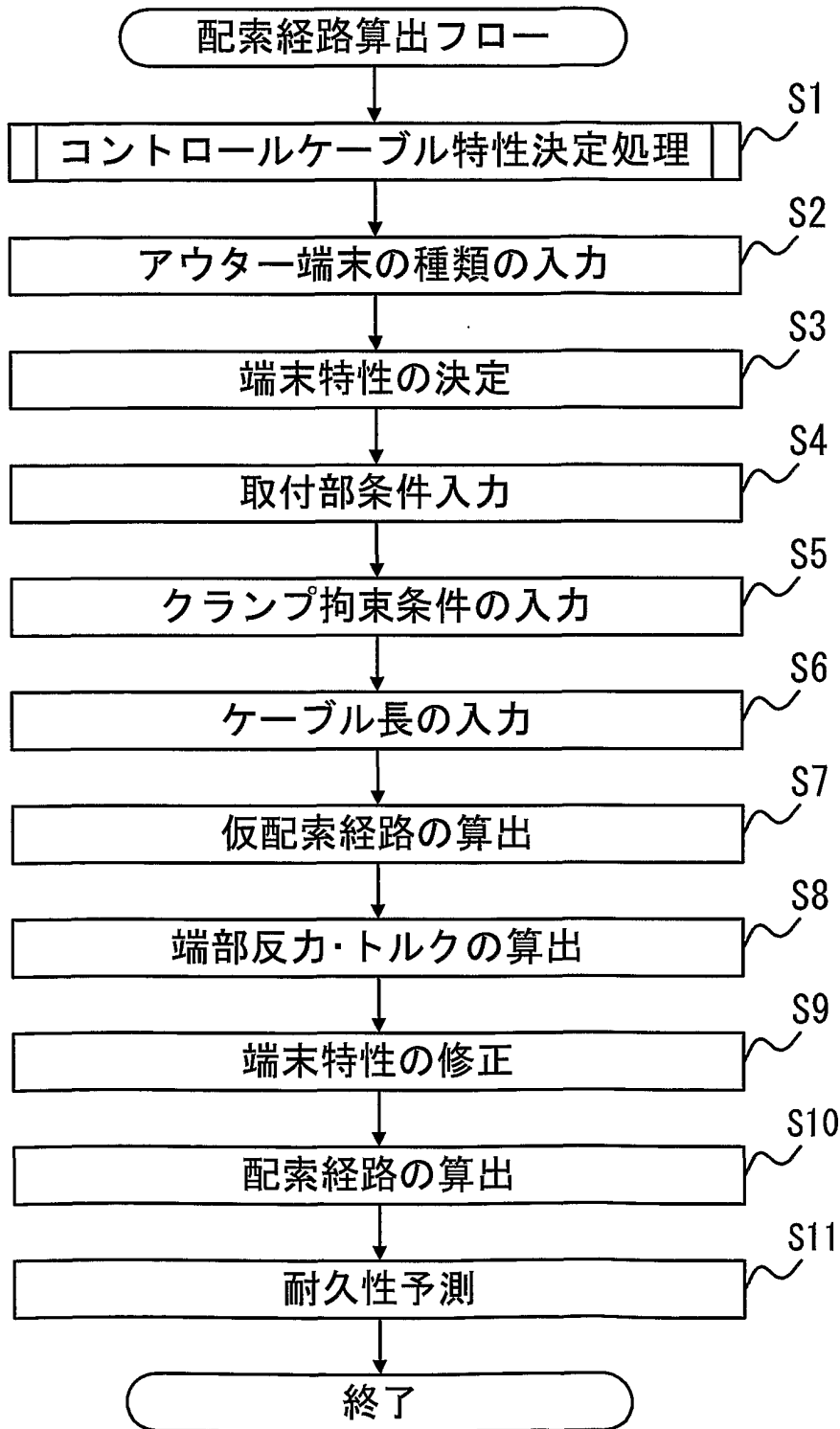


FIG. 3

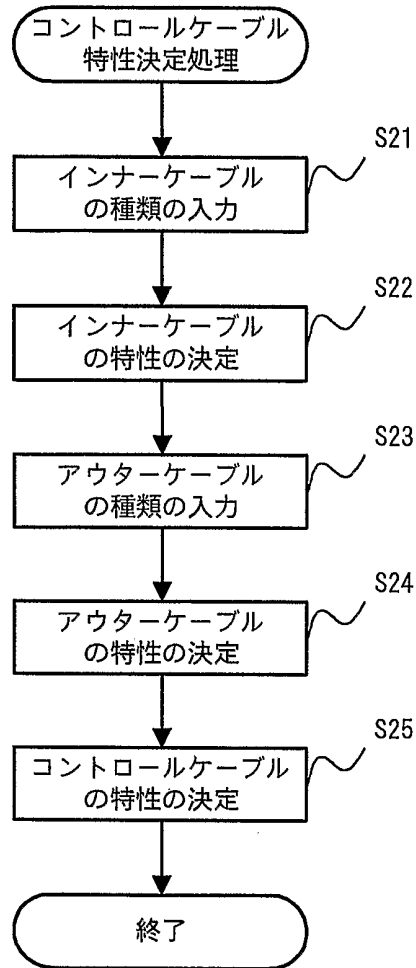


FIG. 4

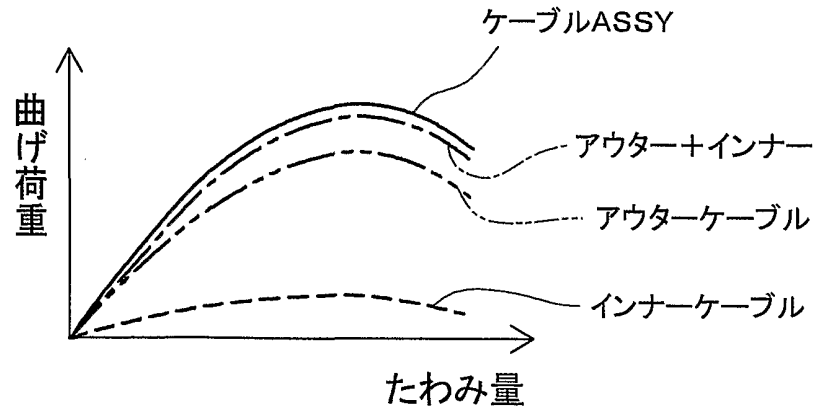


FIG. 5

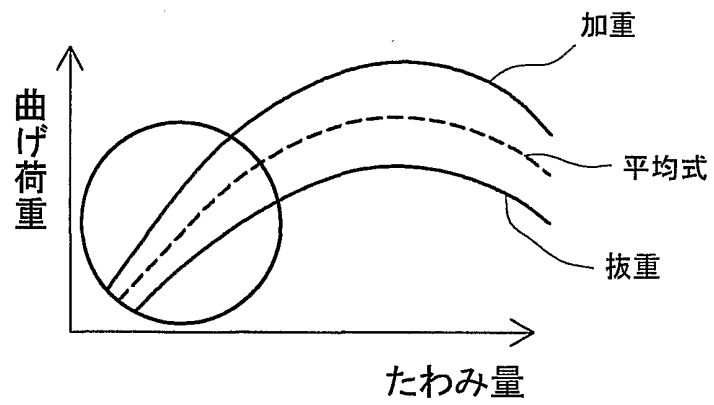


FIG. 6

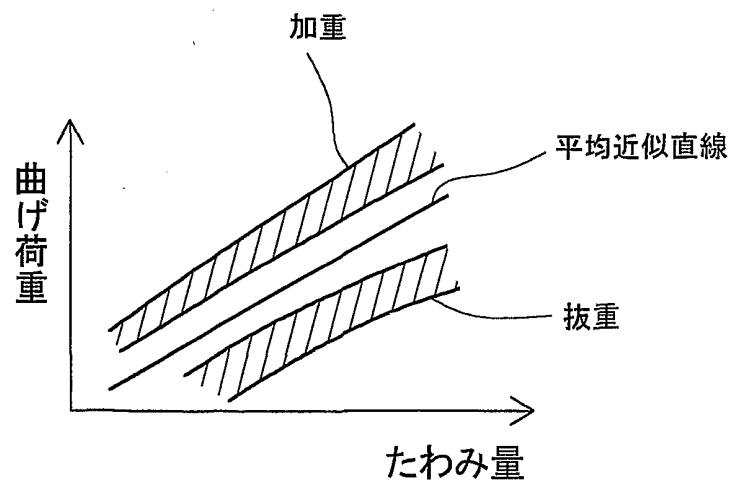
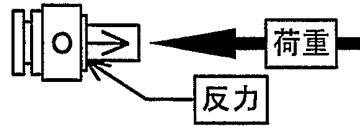
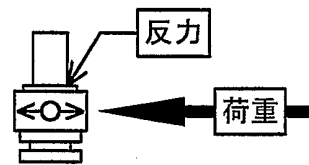


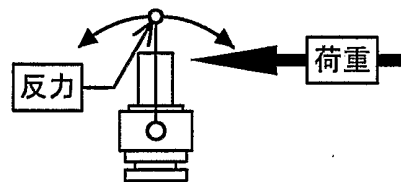
FIG. 7



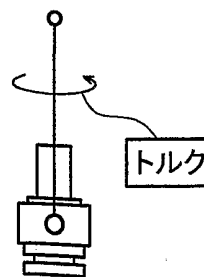
(a): 軸方向



(b): 軸直方向



(c): ケーブル曲げ方向



(d): ケーブルねじり方向

FIG. 8

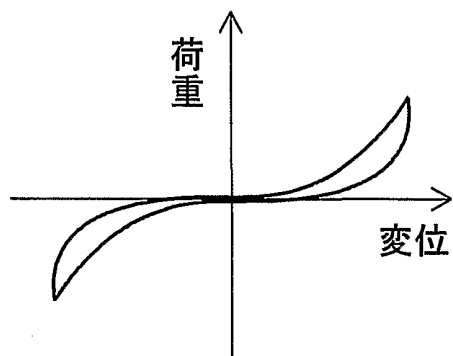


FIG. 9

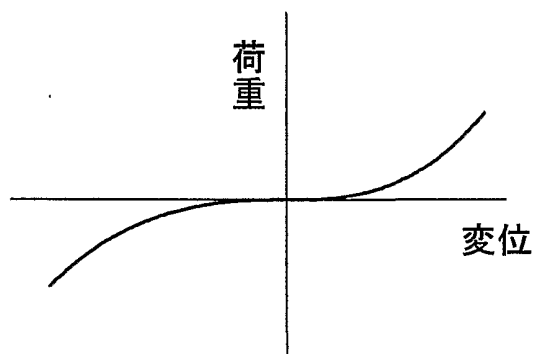


FIG. 10

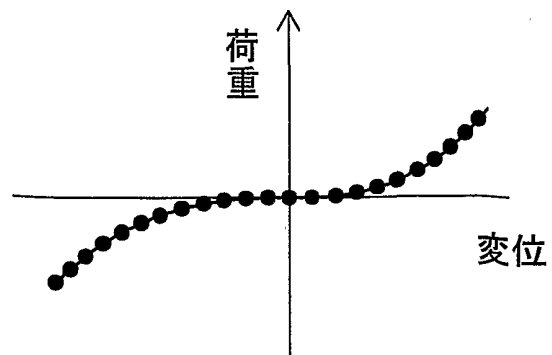


FIG. 11

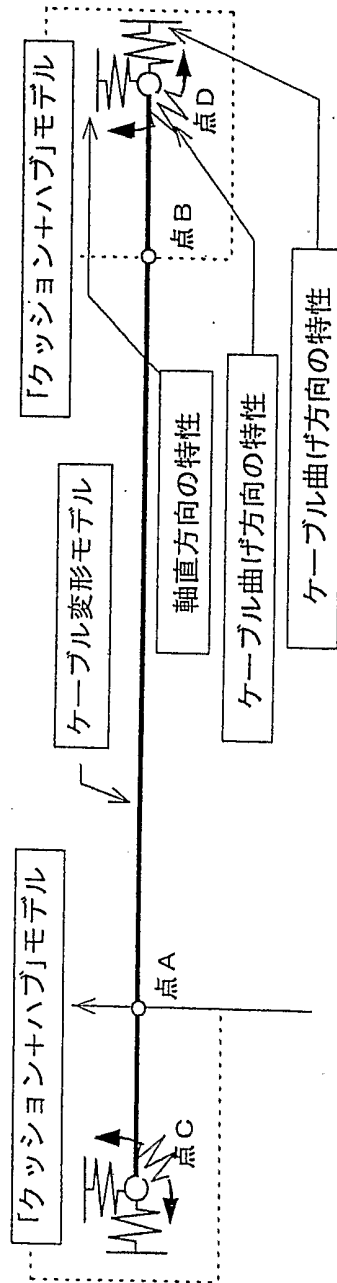


FIG. 12

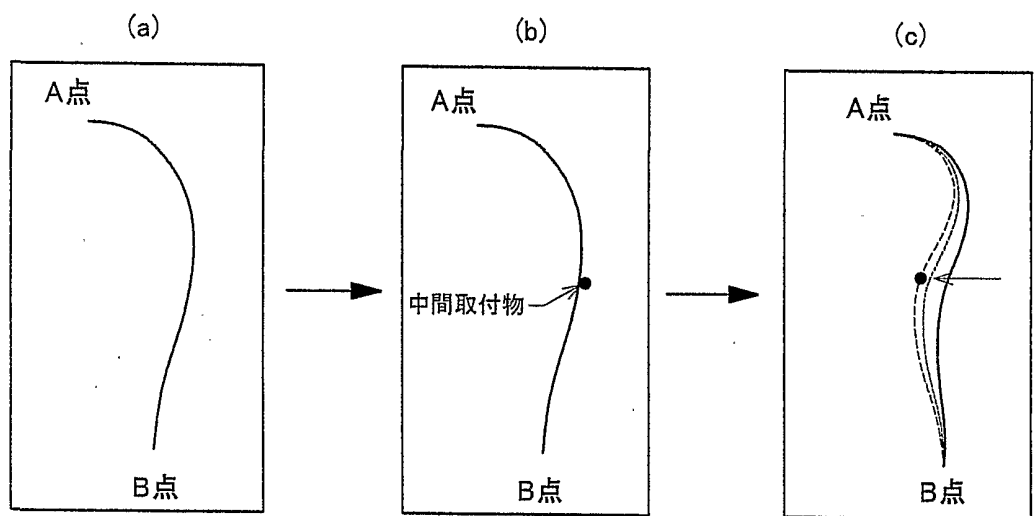
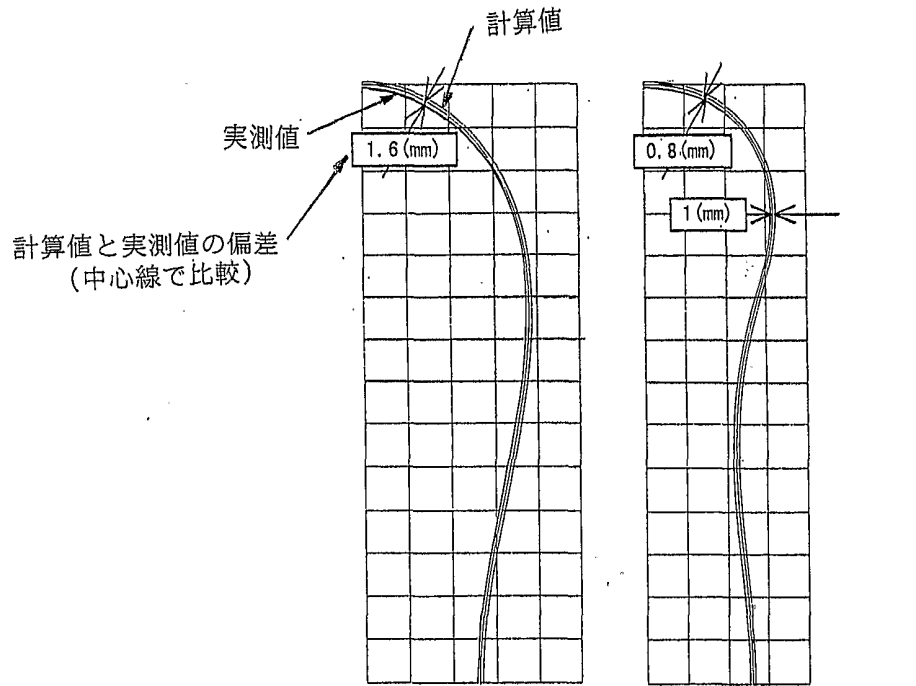
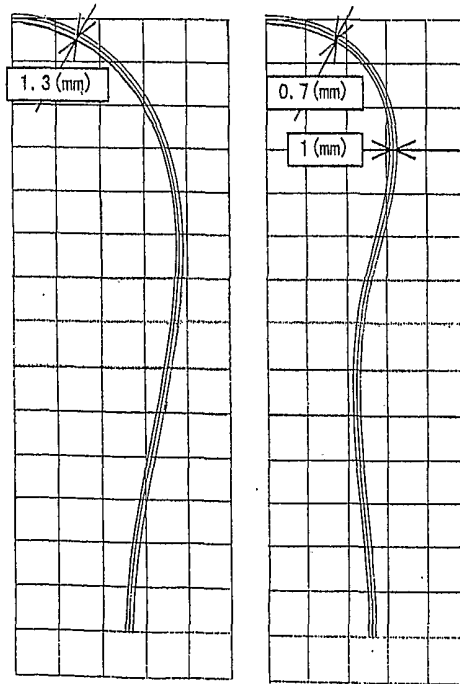


FIG. 13



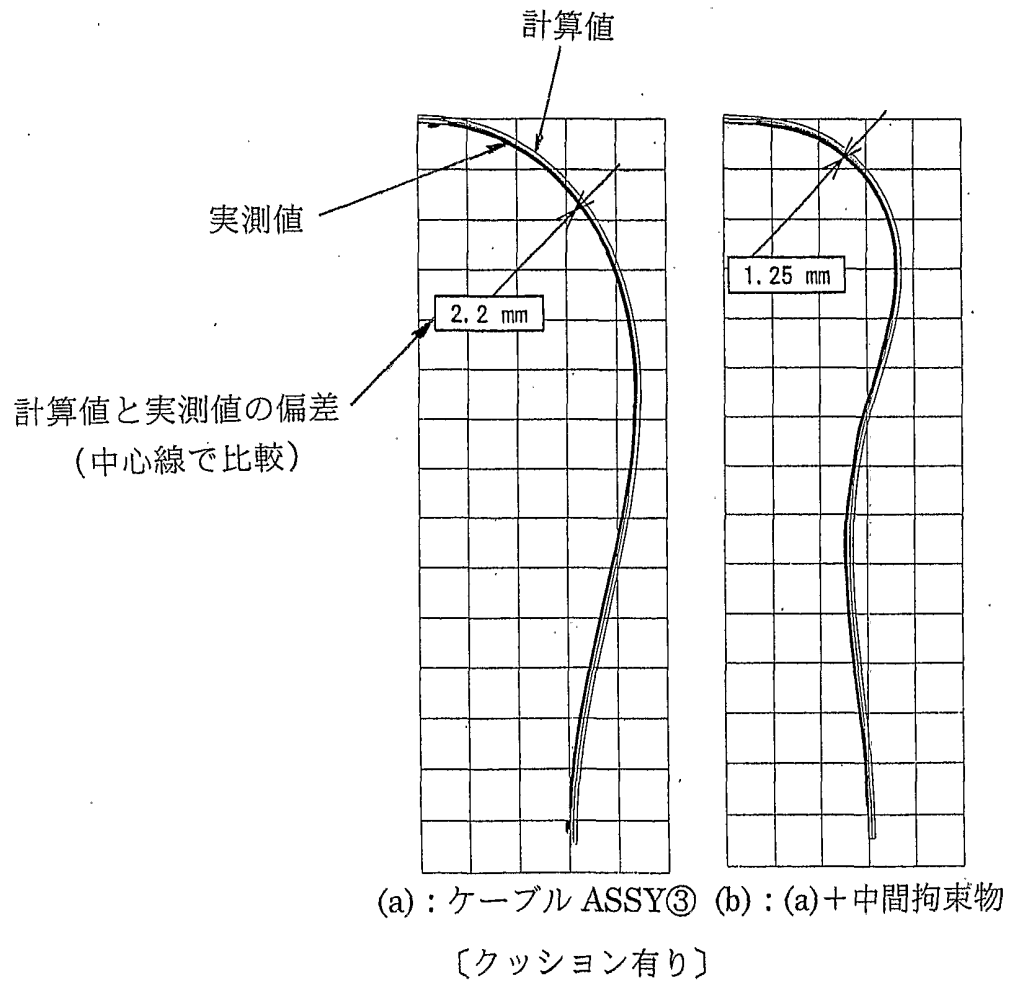
(a) : ケーブル ASSY① (b) : (a) + 中間拘束物設置
〔クッション無し〕



(c) : ケーブル ASSY② (d) : (c) + 中間拘束物設置
〔クッション無し〕

10/26

FIG. 14



11/26

FIG. 15

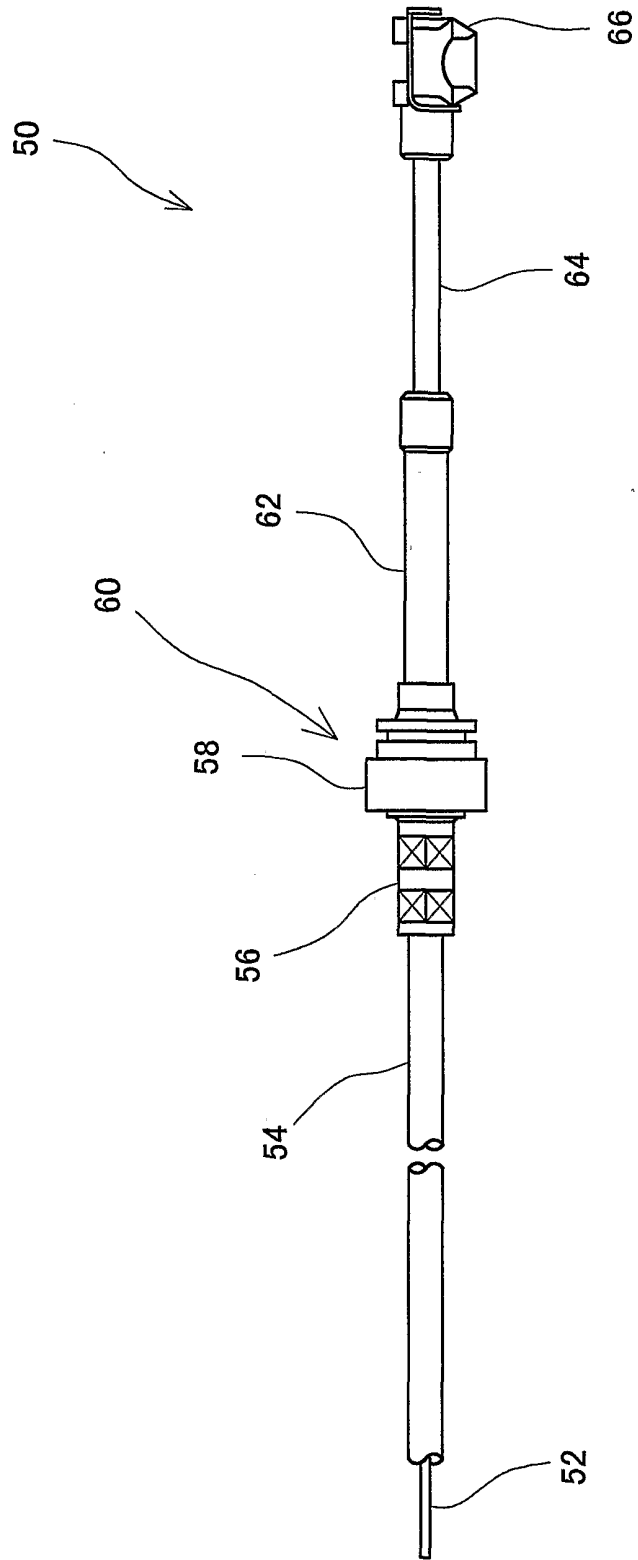


FIG. 16

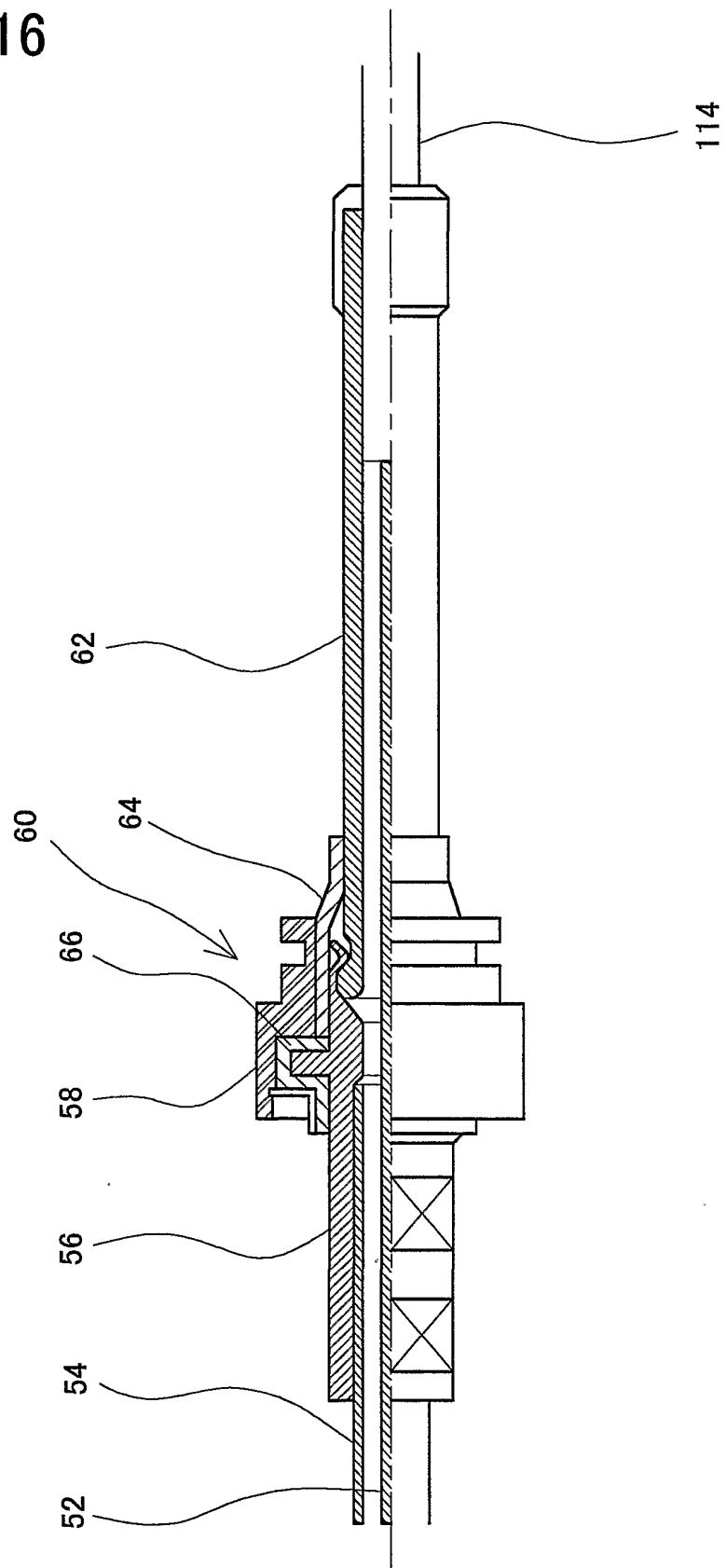


FIG. 17

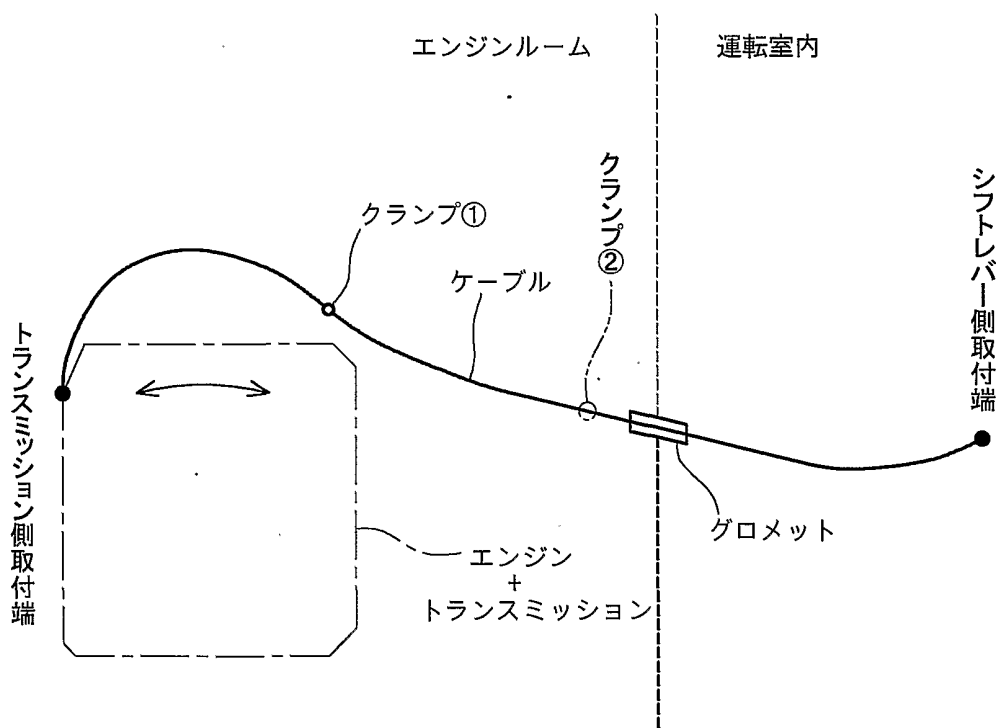


FIG. 18

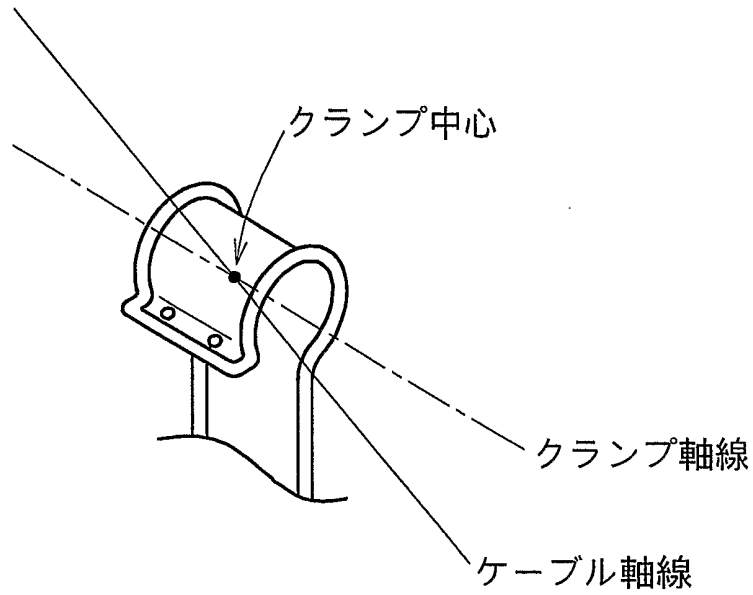


FIG. 19

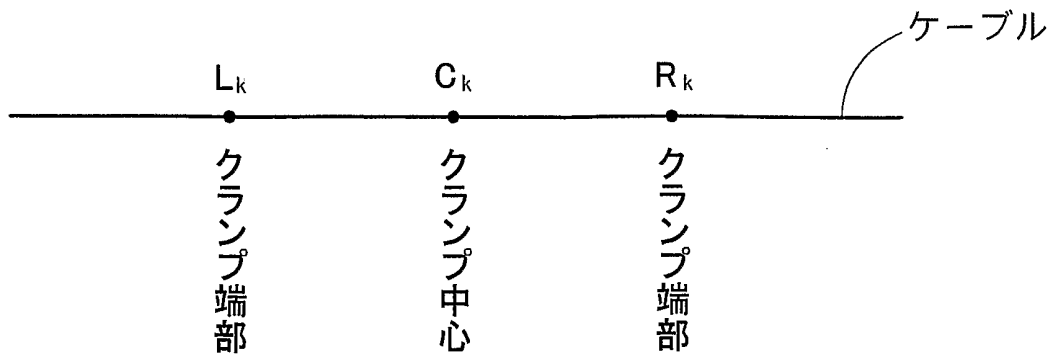


FIG. 20

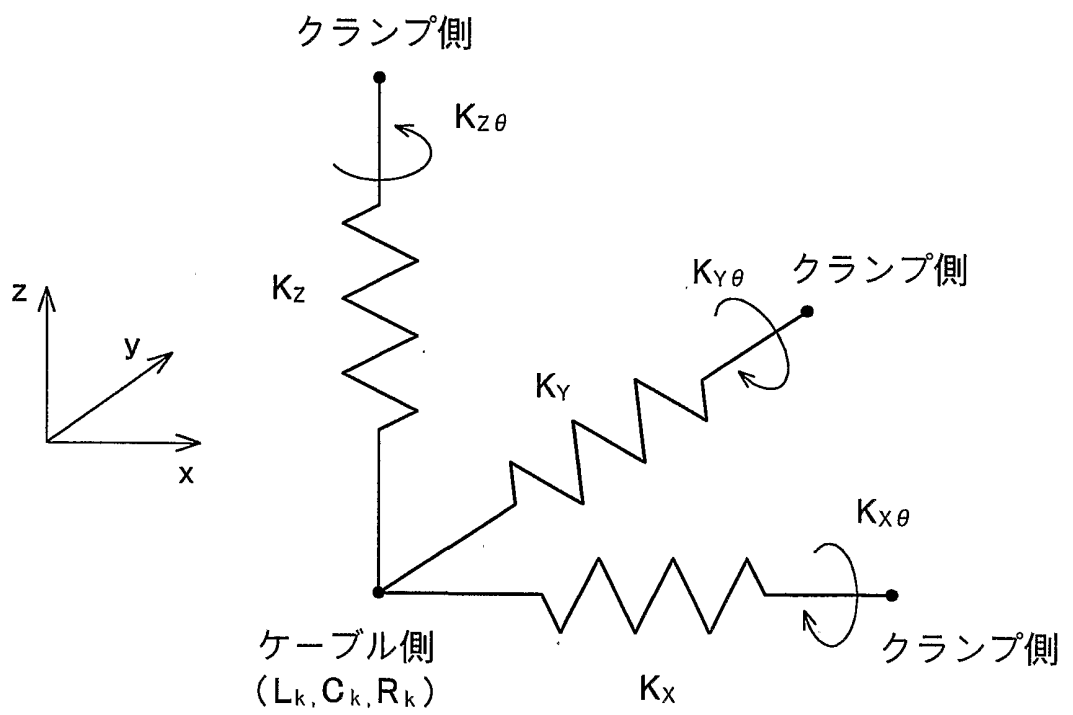


FIG. 21

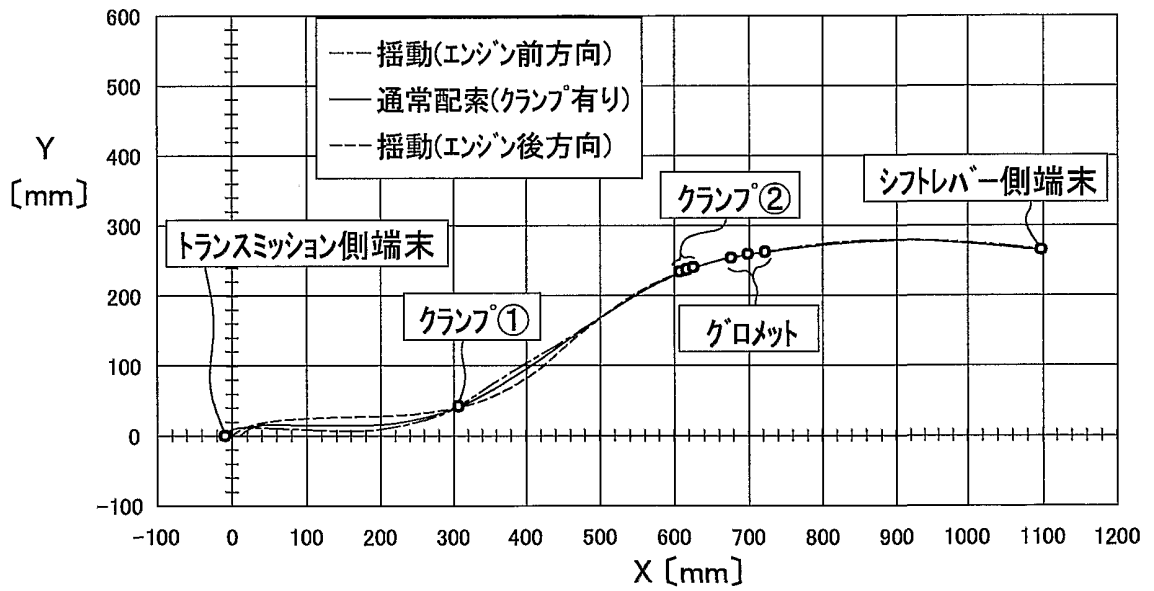


FIG. 22

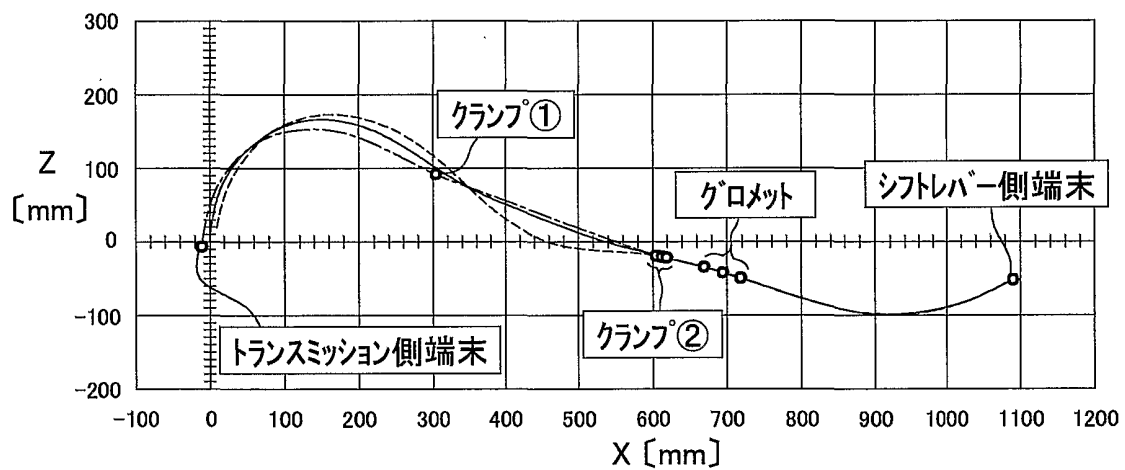


FIG. 23

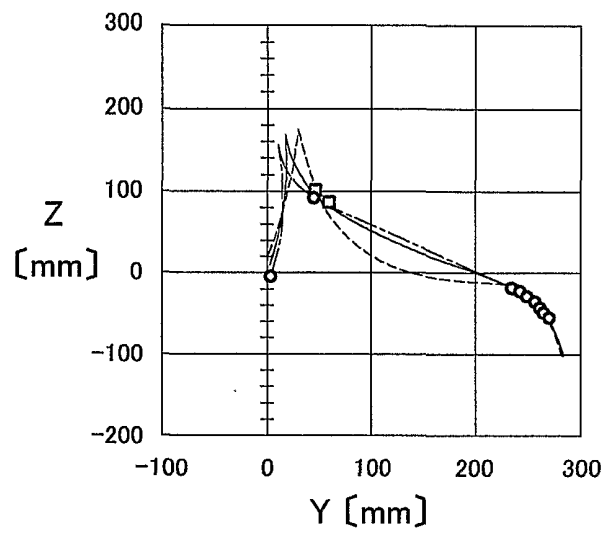


FIG. 24

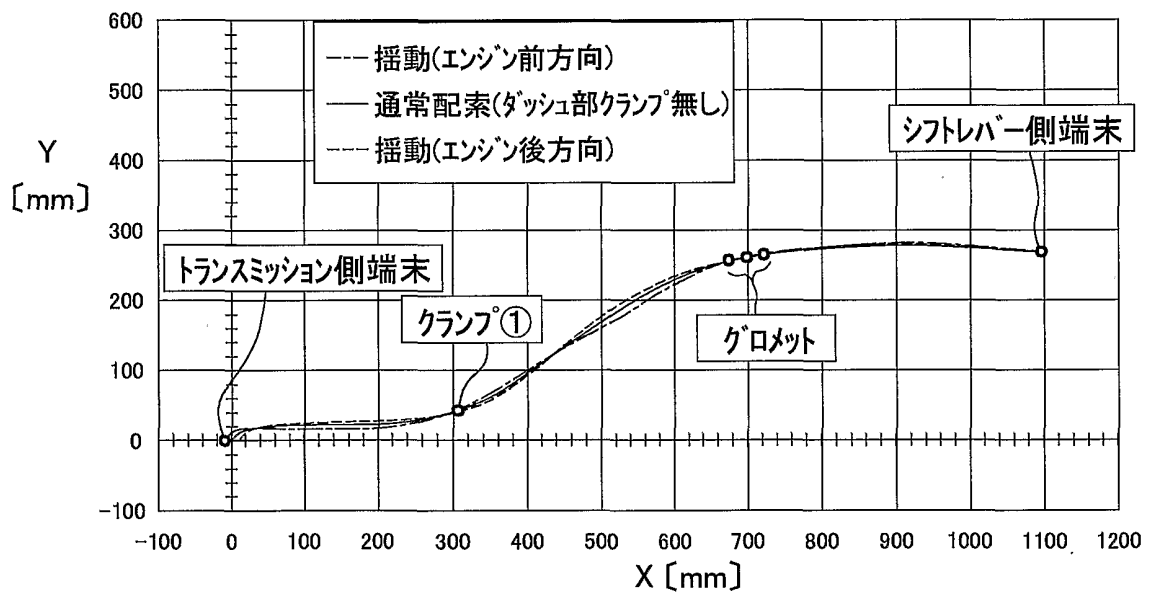


FIG. 25

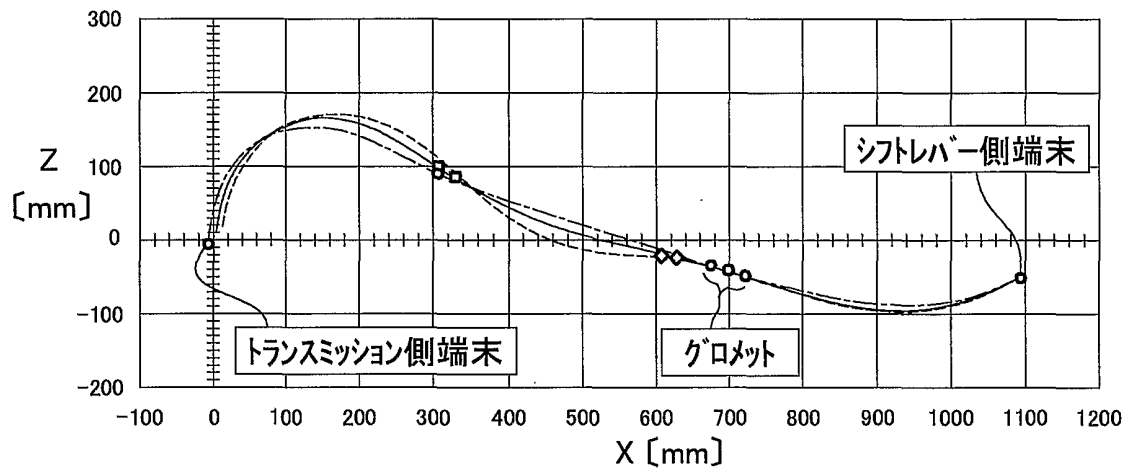


FIG. 26

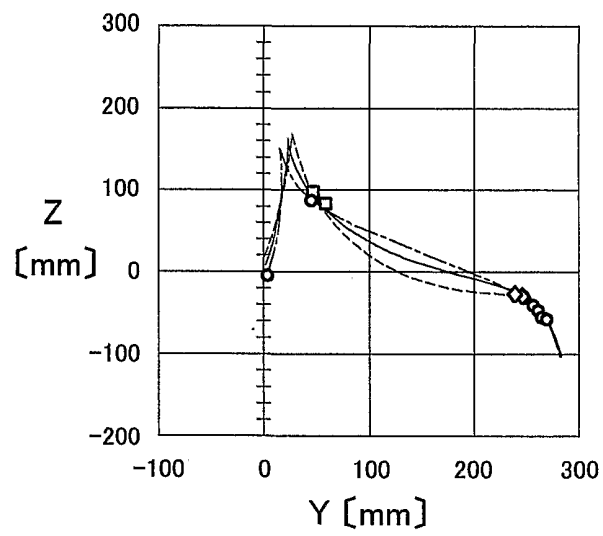


FIG. 27

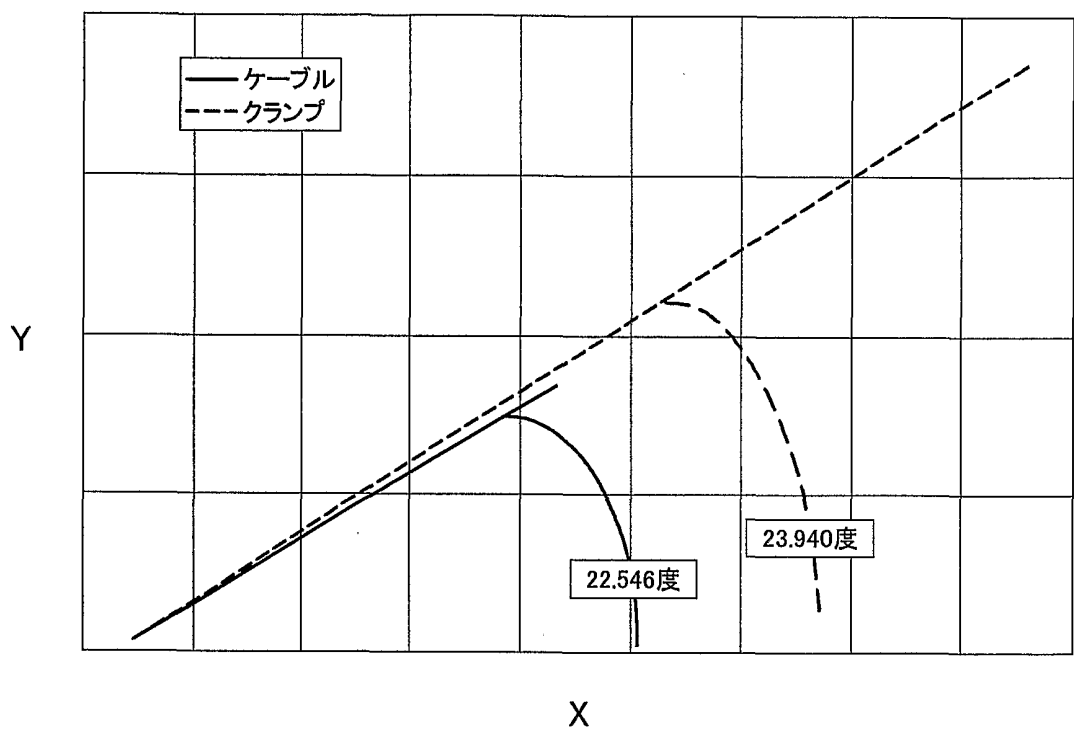


FIG. 28

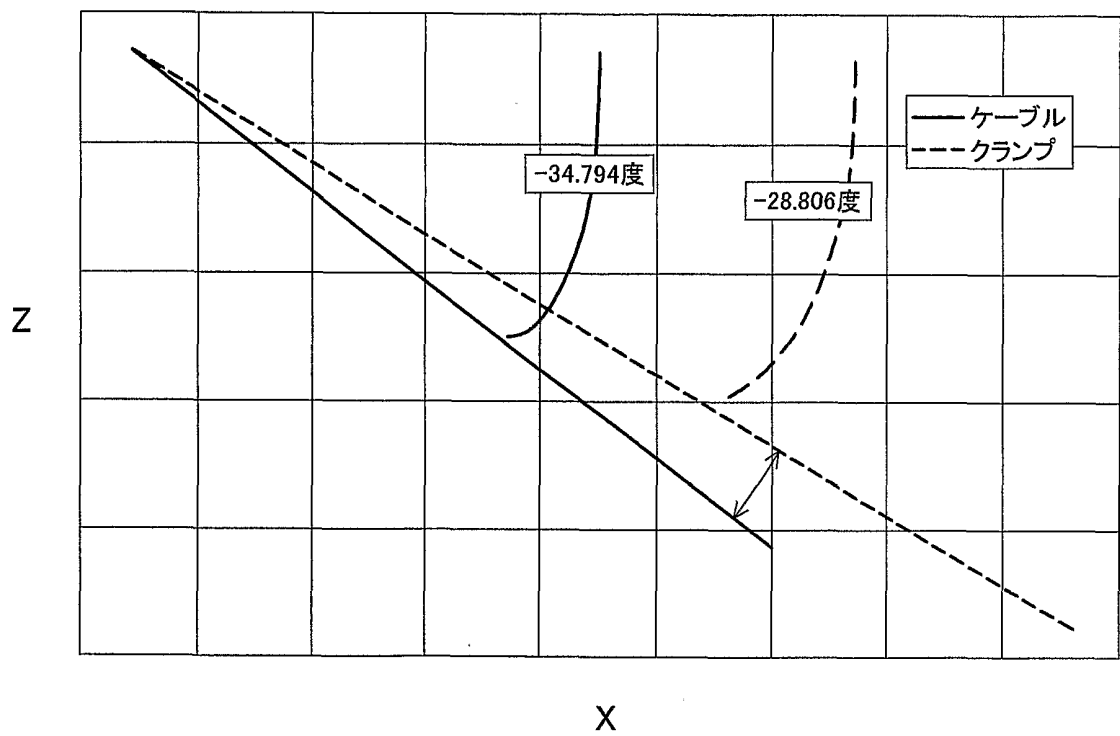


FIG. 29

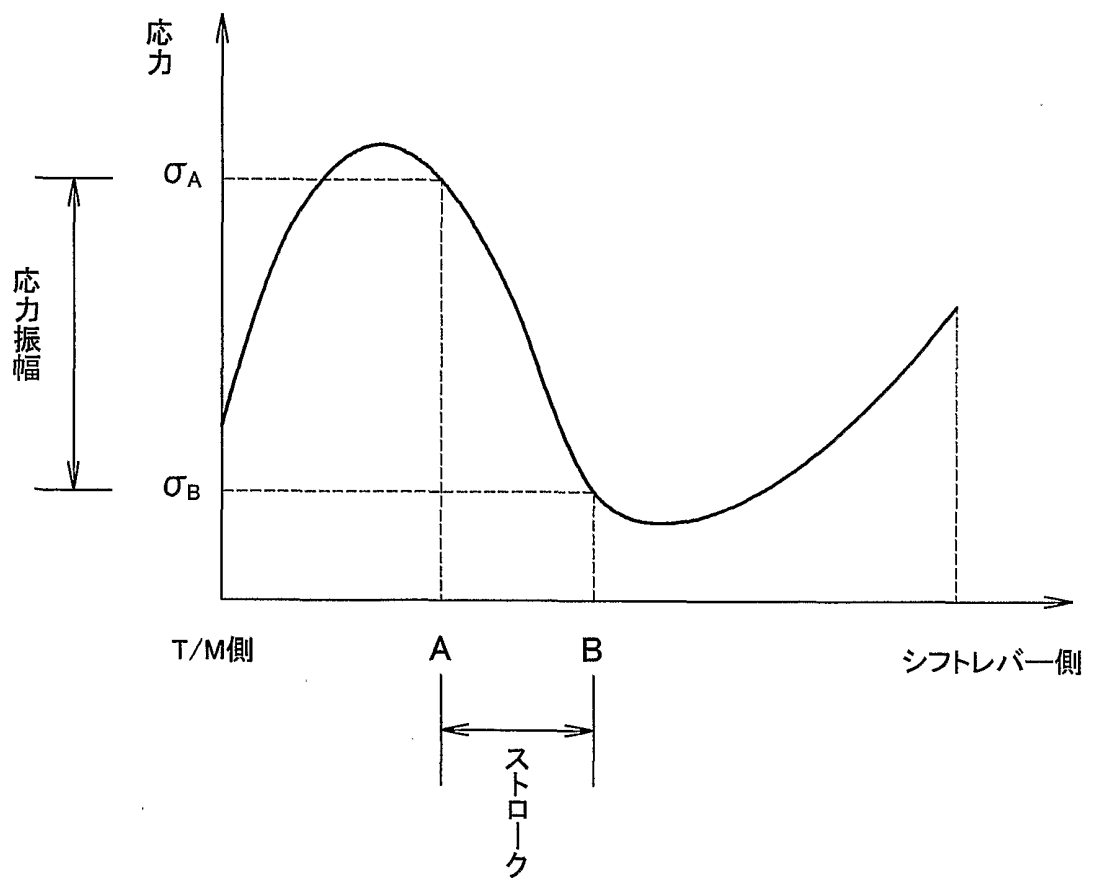


FIG. 30

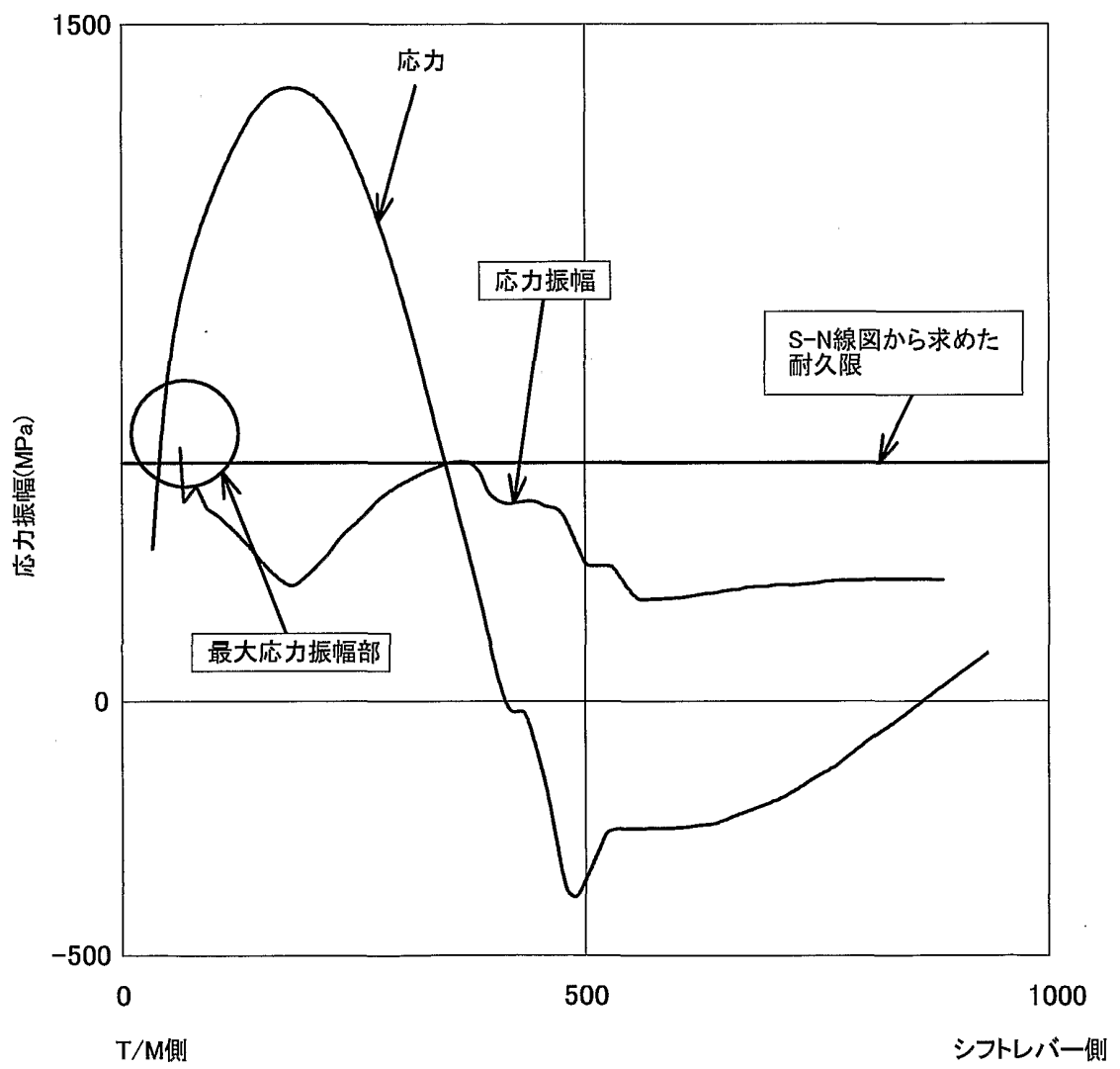
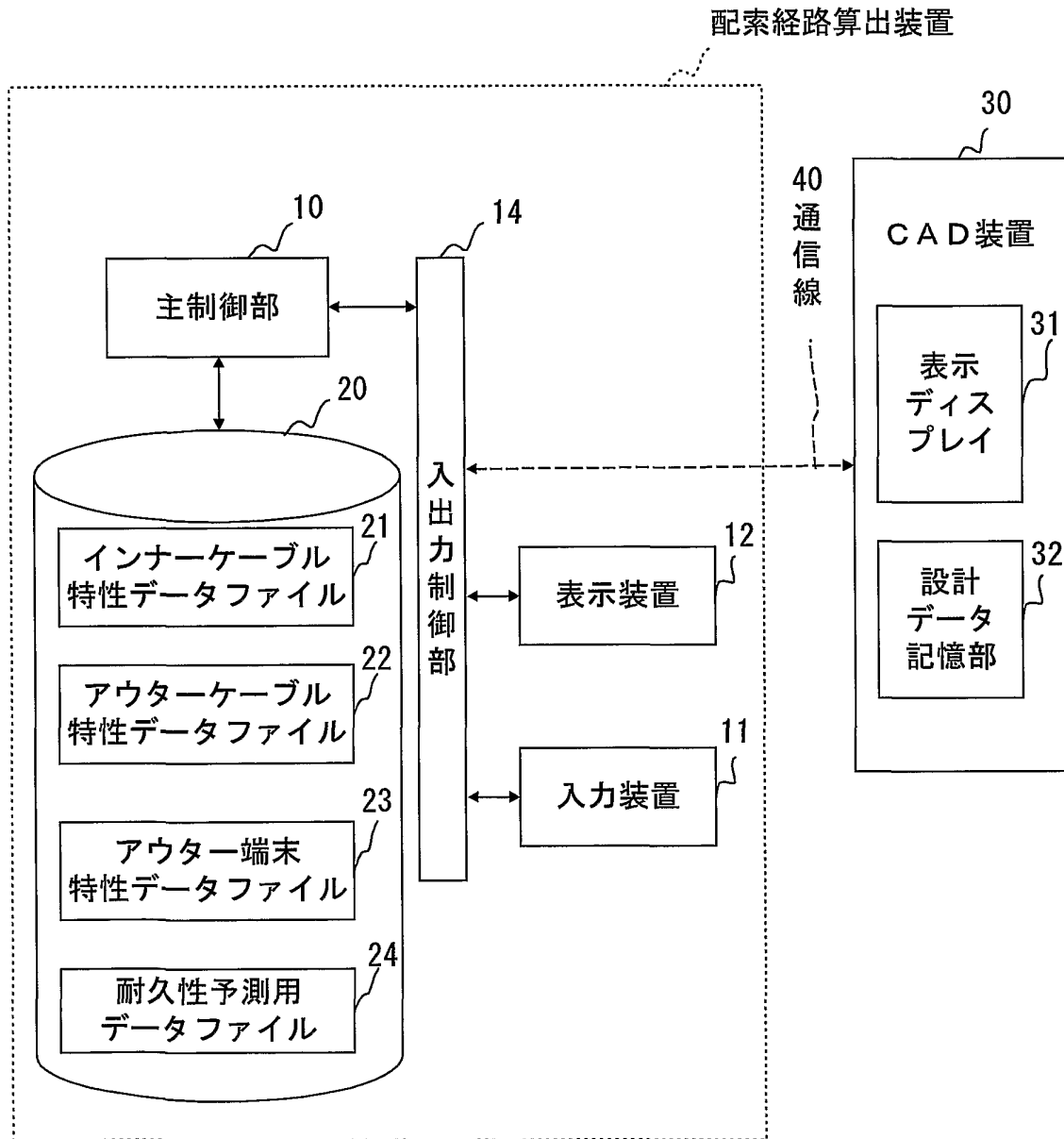


FIG. 31



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06F17/50

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06F17/50

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

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

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Kazuhito KOJIMA, et al., "Shift Cable Haisaku Keisan Gijutsu no Kaihatsu", Jidosha Gijutsukai Gakujutsu Kouenkai Zensatsushuu, 20 April, 1995 (20.04.1995), No.952, pp.97-100	1-3, 7-10
A		4-6
X	JP 3-108070 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 May, 1991 (08.05.1991),	1-3, 7-10
A	Full text; all drawings (Family: none)	4-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

"E" earlier document but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 December, 2001 (27.12.01)Date of mailing of the international search report
15 January, 2002 (15.01.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 G06F17/50		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 G06F17/50		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
JICSTファイル (JOIS)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	小島和仁ほか, シフトケーブル配索計算技術の開発, 自動車技術会 学術講演会前刷集, 1995.04.20, No.952, 97-100頁	1-3, 7-10 4-6
X A	JP 3-108070 A (日産自動車株式会社) 1991.0 5.08, 全文全図 (ファミリー無し)	1-3, 7-10 4-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	27.12.01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 田中 幸雄
		5H 9191 電話番号 03-3581-1101 内線 3531