

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5639135号  
(P5639135)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 G 13/06 (2006.01)  
 F 16 H 9/18 (2006.01)  
 F 16 G 1/00 (2006.01)

F 16 G 13/06  
 F 16 H 9/18  
 F 16 G 1/00  
 F 16 G 13/06

E  
 Z  
 F  
 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-211999 (P2012-211999)  
 (22) 出願日 平成24年9月26日 (2012.9.26)  
 (65) 公開番号 特開2013-117306 (P2013-117306A)  
 (43) 公開日 平成25年6月13日 (2013.6.13)  
 審査請求日 平成26年3月11日 (2014.3.11)  
 (31) 優先権主張番号 特願2011-239442 (P2011-239442)  
 (32) 優先日 平成23年10月31日 (2011.10.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000003609  
 株式会社豊田中央研究所  
 愛知県長久手市横道41番地の1  
 (73) 特許権者 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人YK1国際特許事務所  
 (72) 発明者 中澤 輝彦  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 (72) 発明者 樽谷 一郎  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チェーン式無段変速機

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

対向し、かつ互いの距離が変更可能な円錐面を有する2個のブーリと、前記2個のブーリに巻き渡され、前記円錐面に挟持されるチェーンと、を有する無段変速機であって、

前記チェーンは、開口を有する板形状のリンクがチェーンの周方向に沿って配置され、かつチェーンの幅方向に複数枚が配列されて構成されたリンクユニットと、前記リンクの両端において開口をそれぞれ貫通し、少なくとも一方が両端が前記円錐面に当接する2本のピンとを有するチェーンエレメントを、チェーン周方向に隣接するチェーンエレメントのうち一方のエレメントのピンを他方のエレメントのリンクの開口に通して連結して形成され、

ピンは、ブーリが有する2個のシープに挟持されると、挟持による荷重によりブーリの径方向内側に向けて撓んで中心線方向の長さが変化し、径方向内側に向かう撓みによるピンの中心線方向の長さの変化をそのときの荷重およびピンの自由長で割った値であるピン長さの変形率が、 $1.3 \times 10^{-6}$  ( $1/N$ ) 以上である、

無段変速機。

## 【請求項2】

請求項1に記載の無段変速機であって、前記ピンがチェーンの周方向においてランダムなピッチで配列されている、無段変速機。

## 【請求項3】

10

20

請求項 1 または 2 に記載の無段变速機であって、前記ピン長さの変形率が、 $2 \cdot 3 \times 10^{-6}$  ( $1 / N$ ) 以下である、無段变速機。

**【請求項 4】**

対向し、かつ互いの距離が変更可能な円錐面を有する 2 個のブーリと、  
前記 2 個のブーリに巻き渡され、前記円錐面に挟持されるチェーンと、  
を有する無段变速機であって、

前記チェーンは、開口を有する板形状のリンクがチェーンの周方向に沿って配置され、  
かつチェーンの幅方向に複数枚が配列されて構成されたリンクユニットと、前記リンクの  
両端において開口をそれぞれ貫通し、少なくとも一方が両端が前記円錐面に当接する 2 本  
のピンとを有するチェーンエレメントを、チェーン周方向に隣接するチェーンエレメント  
のうち一方のエレメントのピンを他方のエレメントのリンクの開口に通して連結して形成  
され、

前記ピンと前記円錐面の接触点の位置が、前記ブーリの径方向において、ピンの径方向  
寸法を 1 としたときピンの中心線から  $0 \cdot 16$  以上、径方向外側にずれており、

ピンは、ブーリが有する 2 個のシープに挟持されると、挟持による荷重によりブーリの  
径方向内側に向けて撓んで中心線方向の長さが変化し、径方向内側に向かう撓みによる  
ピンの中心線方向の長さの変化をそのときの荷重およびピンの自由長で割った値であるピン  
長さの変形率が、 $1 \cdot 3 \times 10^{-6}$  ( $1 / N$ ) 以上である、

無段变速機。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の無段变速機であって、前記ピンがチェーンの周方向においてランダム  
なピッチで配列されている、無段变速機。

**【請求項 6】**

請求項 4 または 5 に記載の無段变速機であって、前記ずれが  $0 \cdot 38$  以下である、無段  
变速機。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、チェーン式無段变速機に関し、特にその騒音対策に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

対向し、かつ互いの距離が変更可能な円錐面を有するブーリを 2 個備え、この 2 個のブ  
ーリに可撓性無端部材を巻き渡した無段变速機が知られている。一方のブーリの回転が、  
可撓性無端部材により他方のブーリに伝えられる。このとき、対向する円錐面の距離を変  
更することにより可撓性無端部材のブーリに対する巻き掛かり半径が変更され、变速比を  
変更することができる。無段变速機の可撓性無端部材として用いられるチェーンが下記特  
許文献 1 に開示されている。

**【0003】**

下記特許文献 1 に示されるチェーンは、開口を有する板形状のリンクがチェーンの周方  
向に沿って配置され、かつチェーンの幅方向に複数枚が配列されて構成されたリンクユニ  
ットと、リンク両端において前記開口をそれぞれ貫通し、両端が前記円錐面に当接する 2  
本のピンとを有するチェーンエレメントを連結して形成される。チェーンエレメント同士  
の連結は、隣接するチェーンエレメントの一方のピンを他方のエレメントのリンクの開口  
に通して成される。

**【0004】**

このようなチェーンを用いた無段变速機においては、チェーンのピンがブーリに噛み込  
むときの衝撃が起振力となって、騒音が発生する。特に、ブーリやブーリを支持する軸等  
の構成部品の伝達系の固有値が存在する  $3 \sim 5$  kHz の起振力が騒音の原因となる。ピン  
を等間隔に配置した場合、ピンの噛み込み周波数およびその高次周波数にピークを持った

10

20

30

40

50

振動が発生する。下記特許文献 1 には、チェーンの周方向におけるピンの配列ピッチを不等ピッチにして、振動ピークを分散させ共鳴振動を抑制する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 167224 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献 1 のように、ピンの配列を不等ピッチとすることによって振動のピークを分散させると、次数成分そのものは低減することができる。しかし、伝達系の固有値が存在する 3 ~ 5 kHz の帯域の次数成分以外の部分の振動成分が増加し、これらが音となって、高周波異音（以下、シャーシャー音と記す。）となる。

【0007】

本発明は、3 ~ 5 kHz の高次成分の騒音およびシャーシャー音を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の無段变速機は、対向し、かつ互いの距離が変更可能な円錐面を有する 2 個のブーリと、前記 2 個のブーリに巻き渡され、前記円錐面に挟持されるチェーンと、を有するチェーン式の無段变速機である。ここで、円錐面とは、母線が直線である円錐面、および母線が円弧等の曲線となって若干凸または凹となる略円錐面の双方を含む。前記チェーンは、開口を有する板形状のリンクがチェーンの周方向に沿って配置され、かつチェーンの幅方向に複数枚が配列されて構成されたリンクユニットと、前記リンクの両端において開口をそれぞれ貫通する 2 本のピンとを有するチェーンエレメントを、チェーン周方向に隣接するチェーンエレメントのうち一方のエレメントのピンを他方のエレメントのリンクの開口に通して連結して形成される。2 本のピンの少なくとも一方は、その両端がブーリの円錐面に当接する。ピンがブーリに噛み込まれるときの衝撃を低減するために、ピンがピンの中心軸線方向に変形しやすいようにする。具体的には、ピンの中心軸線方向の荷重に対する同方向のピンの単位荷重当たりの変形率が、 $1.3 \times 10^{-6}$  ( $1/N$ ) 以上とする。

【0009】

ピンが変形しやすいうるために、例えばピンとブーリの円錐面の接触点の位置を、前記ブーリの径方向外側にずらすことができる。このずれ量により、ブーリに挟持されたときに、ピンが曲がり、これによりピンの中心軸線方向の変形も大きくなる。

【0010】

ピンの変形率は、耐久性を考慮して $2.3 \times 10^{-6}$  ( $1/N$ ) 以下とすることが好ましい。

【0011】

また、本発明の別の態様として、ピンと円錐面の接触点の位置が、ブーリの径方向において、ピンのブーリ径方向寸法を 1 としたときピンの中心から 0.16 以上、径方向外側にずらすようにすることができる。また、耐久性を考慮して、ピン中心からのずれ量とピンのブーリ径方向の寸法の比（以下ずれ率と記す。）が 0.38 以下とすることが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

ピンの中心軸線方向において変形しやすくすることにより、ピンがブーリに噛み込む際の衝撃を和らげ、起振力の高次成分が低減される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

10

20

30

40

50

【図1】チェーン式無段変速機の要部を示す図である。

【図2】チェーンの構造を示す側面図である。

【図3】チェーンの構造を説明するための斜視図である。

【図4】チェーンの構造を示す平面図である。

【図5】ピンの変形についての説明図である。

【図6】ピンの変形量を変えたときの起振力の周波数分布の変化を示す図である。

【図7】ピンとブーリの接触状態の詳細を示す図である。

【図8】ピン長さの変形率と3～5kHzの音圧(0A値)の関係を示す図である。

【図9】接触点のずれ率とピン長さの変形率の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0014】

以下、本発明の実施形態を、図面に従って説明する。図1には、チェーン式無段変速機10の要部が示されている。チェーン式無段変速機10は2個のブーリ12, 14とこれらのブーリに巻き渡されたチェーン16を有する。2個のブーリの一方を入力ブーリ12、他方を出力ブーリ14と記す。入力ブーリ12は、入力軸18に固定された固定シープ20と、入力軸18上を入力軸に沿ってスライドして移動可能な移動シープ22を有する。固定シープ20と移動シープ22の互いに対向する面は、略円錐側面の形状を有する。この略円錐側面は、図示されるように、円錐の側面に対して凸に形成された面である。これらの面を略円錐面24, 26と記す。この略円錐面24, 26によりV字形の溝が形成され、この溝内に、略円錐面24, 26に側面を挟まれるようにしてチェーン16が位置する。出力ブーリ14も、入力ブーリ12と同様に、出力軸28に固定された固定シープ30と、出力軸28上を出力軸に沿ってスライドして移動可能な移動シープ32を有する。固定シープ30と移動シープ32の互いに対向する面は、略円錐側面の形状を有する。この略円錐側面は、図示されるように、円錐の側面に対して凸に形成された面である。これらの面を略円錐面34, 36と記す。この略円錐面34, 36によりV字形の溝が形成され、この溝内に、略円錐面34, 36に側面を挟まれるようにしてチェーン16が位置する。

20

【0015】

入力ブーリ12と出力ブーリ14の固定シープと移動シープの配置は逆となっている。すなわち、入力ブーリ12において移動シープ26が図1中、右側であるのに対し、出力ブーリ14において移動シープ32は左側に配置される。移動シープ22, 32をスライドさせることにより、互いに対向する略円錐面24, 34、26, 36の距離が変化し、これらの略円錐面で形成されるV字溝の幅が変化する。この溝幅の変化により、チェーンの巻き掛かり半径が変わる。すなわち、移動シープ22, 32が固定シープ20, 30から離れるとき溝幅が広がり、チェーン16は溝の深い位置に移動して、巻き掛け半径が小さくなる。逆に、移動シープ22, 32が固定シープ20, 30に近づくとき溝幅が狭くなり、チェーン16は溝の浅い位置に移動して、巻き掛け半径が大きくなる。巻き掛け半径の増減を、入力ブーリ12と出力ブーリ14で逆にすることにより、チェーン16がたるまないようにされている。移動シープ22, 32がスライドすることにより、V字溝の幅は連続的に変化し、巻き掛け半径も連続的に変化する。これにより、入力軸18から出力軸28への伝達における変速比を連続的に変化させることができる。

30

40

【0016】

図2～4は、チェーン16の構造の詳細を示す図である。以降の説明において、チェーン16が伸びる方向に沿う方向を周方向、周方向に直交し、かつ入力軸18および出力軸28に平行な方向を幅方向、周方向と幅方向に直交する方向を厚さ方向と記す。図2は、チェーン16の一部を幅方向より覗いた図、図3は一部を抜き出して分解して示す図、図4はチェーン16の一部を外周側から厚さ方向に覗いた図である。

【0017】

図2において、左右方向が周方向であり、上下方向が厚さ方向である。チェーン16は、開口38を有する板形状のリンク40と、棒形状のピン42a, 42bを組み合わせて

50

形成される。個々のリンク 4 0 は厚さも含めて同一形状であり、棒形状のピン 4 2 a およびピン 4 2 b は、それぞれに同一形状である。リンク 4 0 は、幅方向に所定パターンで配列され(図4参照)、2本のピン 4 2 a , 4 2 b がリンクの両端において開口を貫通している。2本のピン 4 2 a , 4 2 b の両端、またはいずれか1本のピンの両端が入力および出力ブーリ 1 2 , 1 4 の略円錐面 2 4 , 2 6 , 3 4 , 3 6 に当接する。この2本のピン 4 2 a , 4 2 b とピンに貫通されたリンクの組をチェーンエレメント 4 4 と記す。図3には、二つのチェーンエレメント 4 4 -1 , 4 4 -2 が示されている。添え字「-1」「-2」「-3」は、チェーンエレメントおよびチェーンエレメントに属するリンク、ピンを他のエレメントから区別する場合に用いる。チェーンエレメント 4 4 -1 は、複数のリンク 4 0 -1 とこれらを貫く2本のピン 4 2 a -1 , 4 2 b -1 から構成される。2本のピン 4 2 a -1 , 4 2 b -1 は、リンク 4 0 -1 の両端において、それぞれ開口 3 8 -1 に圧入、または位置固定されて結合されている。チェーンエレメント 4 4 -2 も同様に、複数のリンク 4 0 -2 とこれらを貫く2本のピン 4 2 a -2 , 4 2 b -2 から構成される。また、一つのチェーンエレメントに属するリンク 4 0 の全体をリンクユニット 4 6 と記す。リンクユニット 4 6 においても、属するチェーンエレメントを区別する必要がある場合には、前述の添え字「-1」「-2」「-3」を用いて説明する。10

#### 【0018】

隣接するチェーンエレメント 4 4 -1 , 4 4 -2 の連結は、ピン 4 2 を、互いに相手側のリンク 4 0 の開口 3 8 に通すことにより達成される。図3に示すように、左側のチェーンエレメント 4 4 -1 のピン 4 2 b -1 は、右側のチェーンエレメント 4 4 -2 のピン 4 2 a -2 の右側に位置するように、開口 3 8 -2 内に配置される。逆に、右側のチェーンエレメント 4 4 -2 のピン 4 2 a -2 は、左側のチェーンエレメント 4 4 -1 のピン 4 2 b -1 の左側に位置するように、開口 3 8 -1 内に配置される。この2本のピン 4 2 b -1 , 4 2 a -2 が係合し、これらの間でチェーン 1 6 の張力が伝達される。チェーン 1 6 が曲がるときには、隣接するピン、例えばピン 4 2 b -1 , 4 2 a -2 同士が互いの接触面において転がるように動き、曲げが許容される。一つのチェーンエレメントのピン 4 2 a , 4 2 b の間隔は、数種類が用意され、これらがランダムに配列され、連結されている。この結果、チェーン周方向におけるピンの配列ピッチはランダムピッチとなっている。

#### 【0019】

図4には、3個のチェーンエレメント 4 4 に属するリンク 4 0 およびピン 4 2 a , 4 2 b が示され、これら3個のチェーンエレメントに隣接するエレメントについては、省略されている。リンク 4 0 は、幅方向(図4中、左右方向)に複数枚が配列され、周方向にも適宜ずらして配置されている。これにより、チェーンエレメント 4 4 が周方向に連なり一つのチェーンを構成している。図示する、リンク 4 0 の配置は一例であり、他の配置を探ることも可能である。30

#### 【0020】

チェーン式無段变速機の運転中は、ピン 4 2 a , 4 2 b の両方、またはピン 4 2 a , 4 2 b のいずれかは、入力ブーリ 1 2 または出力ブーリ 1 4 に挟まれた状態と、ブーリから開放された状態を繰り返す。ブーリ 1 2 , 1 4 に挟めると、挟まれたピンは、ブーリ 1 2 , 1 4 からの荷重により、ピン中心軸線方向において変形する。この変形が大きいと、ピンがブーリ 1 2 , 1 4 に噛み込まれるときの衝撃が小さくなり、起振力の高次成分を低減する効果がある。簡略化のために、以降の説明において、ピン 4 2 a , 4 2 b について符号 4 2 を用い、ブーリは入力ブーリ 1 2 に関して説明する。40

#### 【0021】

図5は、ピン 4 2 の変形についての説明図である。ピン 4 2 が入力ブーリ 1 2 の二つのシープ 2 0 , 2 2 から力を受けていない状態において、ピン 4 2 の中心線上の長さ(自由長)は L である(図5(a)参照)。シープ 2 0 , 2 2 に荷重 F で挟持されると、図5(b)に示すように、ブーリの径方向内側に向けて撓んで、ピン中心軸方向の長さが短くなる。このときのピン 4 2 の長さの変化を L' とする。長さの変化 L' を荷重およびピンの自由長 L で割った値をピン長さの変形率と定義し、ピンの変形量を正規化する。50

$$( \text{ピン長さの変形率} ) = L / ( F \times L )$$

### 【0022】

図6は、ピンの変形量の差を設けた場合の起振力の周波数特性を比較した計算結果を示す図である。同一の回転速度の時の周波数分布が示されている。実線で表されたグラフは、破線で表されたものに対してピンの変形量が2倍の場合である。ピンの変形量を大きくすることにより、高次成分、特に3次以上の高次成分を低減する効果があるとともに、シャーシャー音に影響する3kHz以上、特に3~5kHzの帯域で効果が認められる。

### 【0023】

本実施形態においては、ピンの変形率を変化させるために、ピン42とシープの略円錐面24, 26の接触点の位置をピンの中心からずらしている。ピン42の端面は、わずかに湾曲しており、この湾曲形状の頂点の位置をずらすことにより、接触点の位置を変更することができる。図7に示すように、ピン42とシープ22との接触点Cの位置は、ピン42のブーリ径方向の寸法bの中心を通る中心軸線sからの距離dで定義される。また、ずれ量dを寸法bで割った値をずれ率と記す。

$$( \text{ずれ率} ) = d / b$$

なお、図7のピンの中心線から図中上側のずれをプラス、下側のずれをマイナスとする。

### 【0024】

図8は、ピン長さの変形率と、3~5kHz帯域のオーバーオール(OA)の音圧値の関係を示した図である。白丸「○」は、実測値であり、破線はその一次近似を表す。実測値においても、ピン長さの変形率を大きくすると音圧値が低くなっていることが理解できる。基準となる変形率の場合が点A1で示されており、このときの音圧を3dB低下させた点B1とするためには、ピンの変形率を約1.5倍の、約 $1.3 \times 10^{-6}$ (1/N)とする必要である。3dBは、聴感上、改善効果を感じることができる値である。なお、騒音の実測値は、变速比が1、無負荷、入力回転速度を700~3000rpm、低負荷相当のブーリ挟持力を付与した時のものである。

### 【0025】

ピン42を長さ方向に変形させる場合、その変形量が大きくなると、ピン42に生じる応力も高くなる。図5(b)で示すようにピン42を曲げて、長さ方向の変形を生じさせる場合、ピン42の中央部の、ブーリの径方向内側の部分(図5中、Dで示す。)において、変形時の応力が高くなる。ピン42は、入力および出力ブーリ12, 14に挟持されるときに変形する一方、入力ブーリと出力ブーリの間にある場合には、荷重が作用せず、変形しない。したがって、ピンに作用する応力は、繰り返し応力となり、疲労強度が問題となる。疲労強度が限度上限となるピン長さの変形率が $2.3 \times 10^{-6}$ (1/N)である。図8中の点E1が疲労強度を考慮した上限値である。

### 【0026】

ピン長さの変形率を $1.3 \sim 2.3 \times 10^{-6}$ (1/N)とすることで、3~5kHz帯域の騒音の低減および疲労強度の要件を満足させることができる。

### 【0027】

図9は、接触点Cの位置(ずれ率)と3~5kHz帯域のオーバーオール(OA)の音圧値の関係を示した図である。白丸「○」は、実測値である。破線は、近似曲線である。接触点Cがピンの中心線s上に位置する場合が点A2で示されており、このときの音圧を3dB低下させた点B2とするためには、ずれ率を0.16とする必要である。騒音の実測値は、变速比が1、無負荷、入力回転速度を700~3000rpm、低負荷相当のブーリ挟持力を付与した時のものである。点B2より右側の範囲、つまりずれ率を約0.16以上とすることにより、接触点Cがピンの中心線上にある場合に比して、3~5kHz帯域のOAにおいて、3dB以上の改善効果が期待できる。

### 【0028】

ずれ率を大きくすると、入力および出力ブーリ12, 14に挟持されたとき、ピン42の変形が大きくなるため、疲労強度が問題となる。疲労強度が限度上限となるずれ率が約0.38である。図9中の点E2が疲労強度を考慮した上限値である。

10

20

30

40

50

## 【0029】

接触点Cのずれ率を0.16~0.38とすることで、3~5kHz帯域の騒音の低減および疲労強度の要件を満足させることができる。

## 【0030】

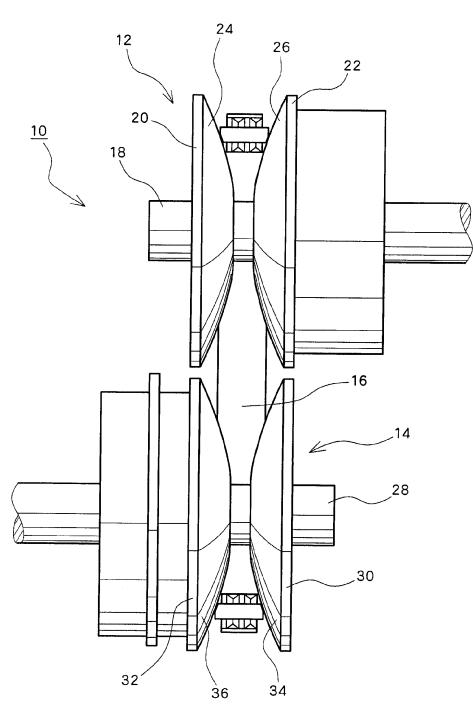
以上、ピンをチェーンの周方向にランダムなピッチで配置した例を示したが、ピンを変形しやすくすることにより、等ピッチで配置した場合においても、3~5kHzの帯域内の高次成分のピークを低減することができ、騒音低減の効果がある。

## 【符号の説明】

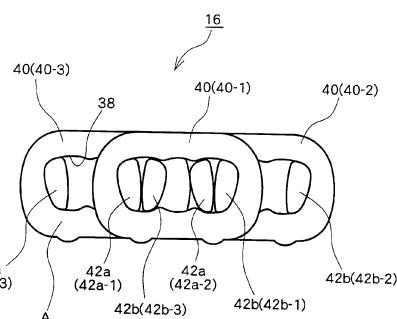
## 【0031】

10 チェーン式無段変速機、12 入力ブーリ、14 出力ブーリ、16 チェーン  
、20, 30 固定シープ、22, 32 移動シープ、42, 42a, 42b ピン。 10

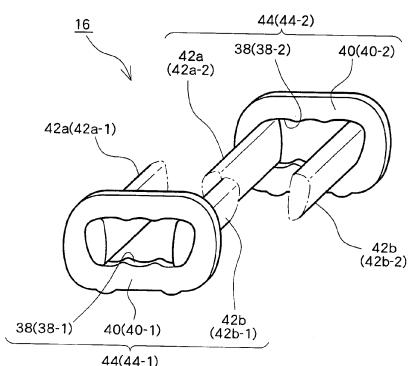
【図1】



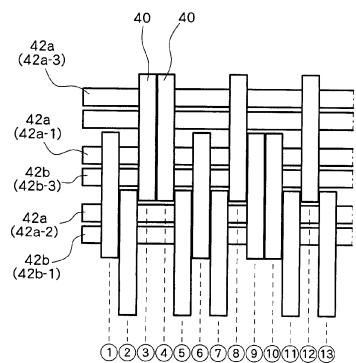
【図2】



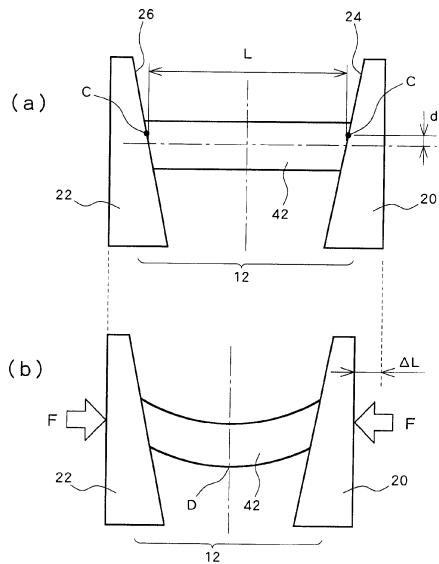
【図3】



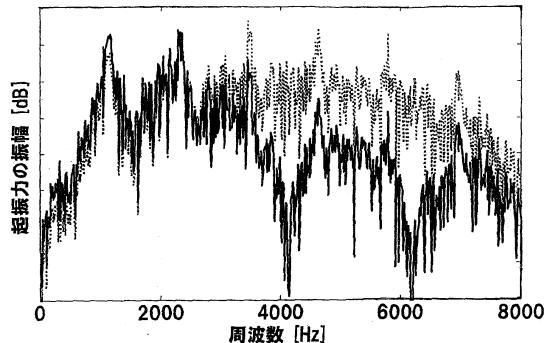
【図4】



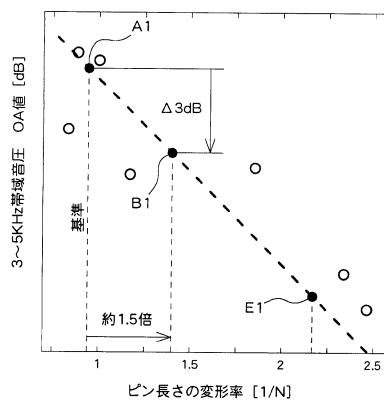
【図5】



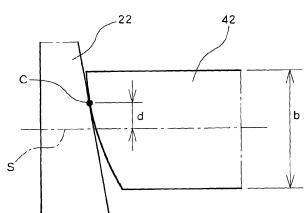
【図6】



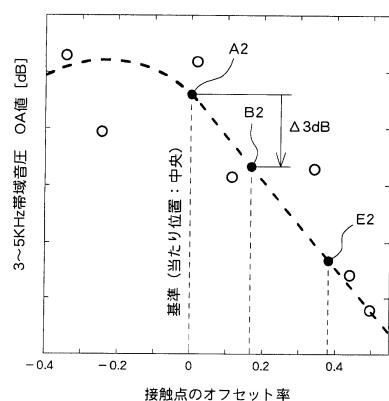
【図8】



【図7】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 長沢 裕二

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 服部 治博

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 山根 伸志

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

(72)発明者 森 敬祐

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 中村 大輔

(56)参考文献 特開2002-174303(JP,A)

特開2008-144825(JP,A)

特開2008-208920(JP,A)

特開2009-222106(JP,A)

米国特許出願公開第2007/0298921(US,A1)

特開2009-063164(JP,A)

特開2008-151309(JP,A)

特開2006-242374(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 G 13 / 06

F 16 G 1 / 00

F 16 H 9 / 18