

(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
<b>F 1 6 G 13/06 (2006.01)</b>	F 1 6 G 13/06 E
<b>F 1 6 H 9/18 (2006.01)</b>	F 1 6 H 9/18 Z
<b>F 1 6 G 1/00 (2006.01)</b>	F 1 6 G 1/00 F
	F 1 6 G 13/06 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-211999 (P2012-211999)	(73) 特許権者	000003609
(22) 出願日	平成24年9月26日 (2012.9.26)		株式会社豊田中央研究所
(65) 公開番号	特開2013-117306 (P2013-117306A)		愛知県長久手市横道4 1 番地の1
(43) 公開日	平成25年6月13日 (2013.6.13)	(73) 特許権者	000001247
審査請求日	平成26年3月11日 (2014.3.11)		株式会社ジェイテクト
(31) 優先権主張番号	特願2011-239442 (P2011-239442)		大阪府大阪市中央区南船場3 丁目5 番8 号
(32) 優先日	平成23年10月31日 (2011.10.31)	(74) 代理人	110001210
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
早期審査対象出願		(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4 1 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4 1 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個のプーリと、  
前記2個のプーリに巻き渡され、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  
のうちの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、プーリが有する2個のシープに挟持されると、挟持による荷重によりプーリの  
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】

請求項 1 または 2 に記載の無段変速機であって、前記 ピン長さの変形率が、 $2.3 \times 10^{-6} (1/N)$  以下である、無段変速機。

【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 個のプーリと、  
前記 2 個のプーリに巻き渡され、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  
のうちの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、前記プ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  $0.16$  以上、径方向外側にずれており、

ピンは、プーリが有する 2 個のシープに挟持されると、挟持による荷重によりプーリの  
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 5】

請求項 4 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 6】

請求項 4 または 5 に記載の無段変速機であって、前記ずれが  $0.38$  以下である、無段  
変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、チェーン式無段変速機に関し、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プーリを 2 個備え、この 2 個のプーリに可撓性無端部材を巻き渡した無段変速機が知られている。一方のプーリの回転が、可撓性無端部材により他方のプーリに伝えられる。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プーリに対する巻き掛かり半径が変更され、変速比を変更することができる。無段変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間は、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変速機においては、チェーンのピンがプ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、プーリやプ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  $3 \sim 5 \text{ kHz}$  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 - 1 6 7 2 2 4 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 k H z 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 k H z 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】

本発明の無段変速機は、対向し、かつ互いの距離が変更可能な円錐面を有する 2 個のプーリと、前記 2 個のプーリに巻き渡され、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変速機である。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、その両端がプーリの円錐面に当接する。ピンがプ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ようにするために、例えばピンとプーリの円錐面の接触点の位置を、前記プ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、プ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、プーリの径方向において、ピンのプーリ径方向寸法を 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プ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、ピンがプ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】ピンとプ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（ＯＡ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個のプーリ１２，１４とこれらのプーリに巻き渡されたチェーン１６を有する。２個のプーリの一方を入力プーリ１２、他方を出力プーリ１４と記す。入力プーリ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。出力プーリ１４も、入力プーリ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】

入力プーリ１２と出力プーリ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、入力プーリ１２において移動シープ２６が図１中、右側であるのに対し、出力プーリ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、巻き掛かり半径が小さくなる。逆に、移動シープ２２，３２が固定シープ２０，３０に近づくとも溝幅が狭くなり、チェーン１６は溝の浅い位置に移動して、巻き掛かり半径が大きくなる。巻き掛かり半径の増減を、入力プーリ１２と出力プーリ１４で逆にする事により、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、巻き掛かり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が延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見た図、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視た図である。

【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

50

形成される。個々のリンク40は厚さも含めて同一形状であり、棒形状のピン42aおよびピン42bは、それぞれに同一形状である。リンク40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42a、42b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42a、42b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プーリ12、14の略円錐面24、26、34、36に当接する。この2本のピン42a、42bとピンに貫通されたリンクの組をチェーンエレメント44と記す。図3には、二つのチェーンエレメント44-1、44-2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44-1は、複数のリンク40-1とこれらを通る2本のピン42a-1、42b-1から構成される。2本のピン42a-1、42b-1は、リンク40-1の両端において、それぞれ開口38-1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44-2も同様に、複数のリンク40-2とこれらを通る2本のピン42a-2、42b-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40の全体をリンクユニット46と記す。リンクユニット46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。

#### 【0018】

隣接するチェーンエレメント44-1、44-2の連結は、ピン42を、互いに相手側のリンク40の開口38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44-1のピン42b-1は、右側のチェーンエレメント44-2のピン42a-2の右側に位置するように、開口38-2内に配置される。逆に、右側のチェーンエレメント44-2のピン42a-2は、左側のチェーンエレメント44-1のピン42b-1の左側に位置するように、開口38-1内に配置される。この2本のピン42b-1、42a-2が係合し、これらの間でチェーン16の張力が伝達される。チェーン16が曲がるときには、隣接するピン、例えばピン42b-1、42a-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42a、42b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44に属するリンク40およびピン42a、42b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40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44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40の配置は一例であり、他の配置を採用することも可能である。

#### 【0020】

チェーン式無段変速機の運転中は、ピン42a、42bの両方、またはピン42a、42bのいずれかは、入力プーリ12または出力プーリ14に挟まれた状態と、プーリから開放された状態を繰り返す。プーリ12、14に挟まれると、挟まれたピンは、プーリ12、14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、ピンがプーリ12、14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42a、42bについて符号42を用い、プーリは入力プーリ12に関して説明する。

#### 【0021】

図5は、ピン42の変形についての説明図である。ピン42が入力プーリ12の二つのシープ20、22から力を受けていない状態において、ピン42の中心線上の長さ(自由長)はLである(図5(a)参照)。シープ20、22に荷重Fで挟持されると、図5(b)に示すように、プ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42の長さの変化を $\Delta L$ とする。長さの変化 $\Delta L$ 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。

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

## 【 0 0 2 2 】

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 3 k H z 以上、特に 3 ~ 5 k H z の帯域で効果が認められる。

## 【 0 0 2 3 】

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 4 2 とシープの略円錐面 2 4 , 2 6 の接触点の位置をピンの中心からずらしている。ピン 4 2 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 4 2 とシープ 2 2 との接触点 C の位置は、ピン 4 2 のプリー径方向の寸法 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。

## 【 0 0 2 4 】

図 8 は、ピン長さの変形率と、3 ~ 5 k H z 帯域のオーバーオール ( O A ) の音圧値の関係を示した図である。白丸「 $\circ$ 」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 A 1 で示されており、このときの音圧を 3 d B 低下させた点 B 1 とするためには、ピンの変形率を約 1 . 5 倍の、約  $1 . 3 \times 10^{-6} ( 1 / N )$  とすることが必要である。3 d B 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、変速比が 1、無負荷、入力回転速度を 7 0 0 ~ 3 0 0 0 r p m、低負荷相当のプリー挟持力を付与した時のものである。

## 【 0 0 2 5 】

ピン 4 2 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 4 2 に生じる応力も高くなる。図 5 ( b ) で示すようにピン 4 2 を曲げて、長さ方向の変形を生じさせる場合、ピン 4 2 の中央部の、プリー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 4 2 は、入力および出力プリー 1 2 , 1 4 に挟持されるときに変形する一方、入力プリーと出力プリー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 E 1 が疲労強度を考慮した上限値である。

## 【 0 0 2 6 】

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 ~ 5 k H z 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。

## 【 0 0 2 7 】

図 9 は、接触点 C の位置 ( ずれ率 ) と 3 ~ 5 k H z 帯域のオーバーオール ( O A ) の音圧値の関係を示した図である。白丸「 $\circ$ 」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 A 2 で示されており、このときの音圧を 3 d B 低下させた点 B 2 とするためには、ずれ率を 0 . 1 6 とすることが必要である。騒音の実測値は、変速比が 1、無負荷、入力回転速度を 7 0 0 ~ 3 0 0 0 r p m、低負荷相当のプリー挟持力を付与した時のものである。点 B 2 より右側の範囲、つまりずれ率を約 0 . 1 6 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 ~ 5 k H z 帯域の O A において、3 d B 以上の改善効果が期待できる。

## 【 0 0 2 8 】

ずれ率を大きくすると、入力および出力プリー 1 2 , 1 4 に挟持されたとき、ピン 4 2 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 . 3 8 ある。図 9 中の点 E 2 が疲労強度を考慮した上限値である。

## 【 0 0 2 9 】

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。

## 【 0 0 3 0 】

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。

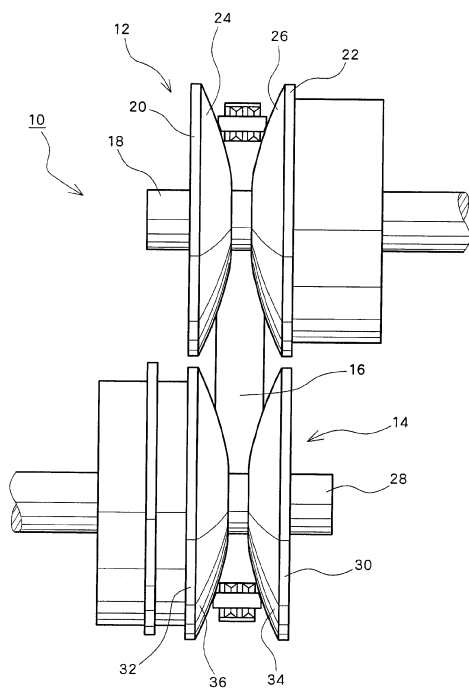
## 【符号の説明】

## 【 0 0 3 1 】

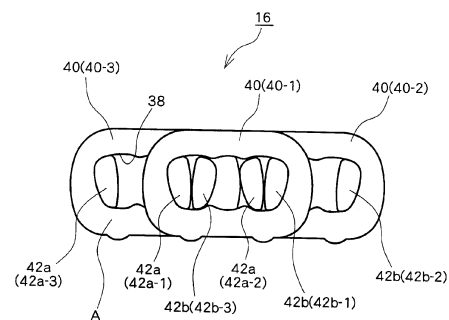
10 チェーン式無段変速機、12 入力プーリ、14 出力プーリ、16 チェーン、20, 30 固定シープ、22, 32 移動シープ、42, 42a, 42b ピン。

10

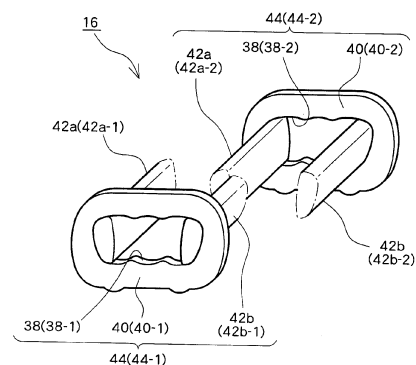
【 図 1 】



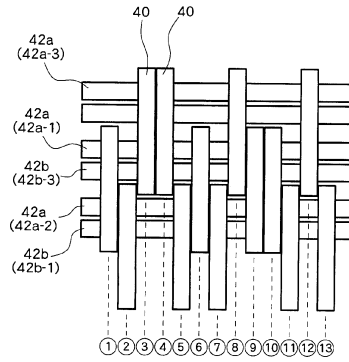
【 図 2 】



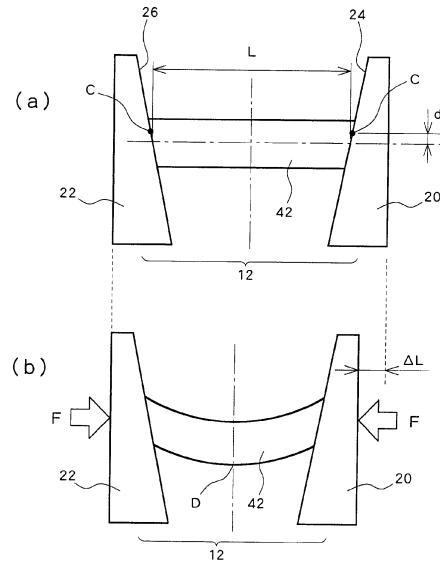
【 図 3 】



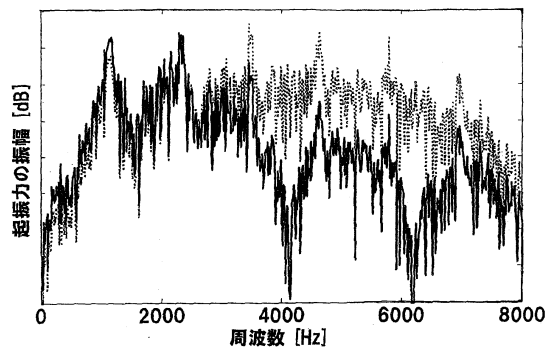
【図4】



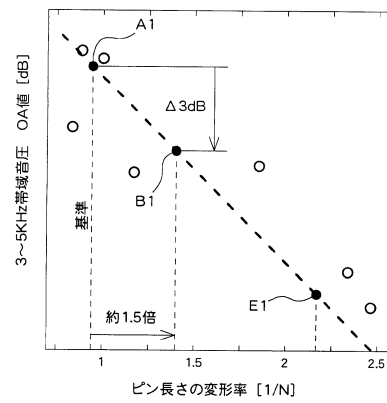
【図5】



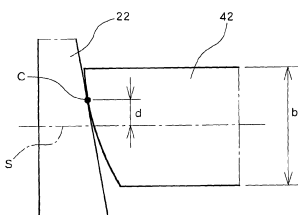
【図6】



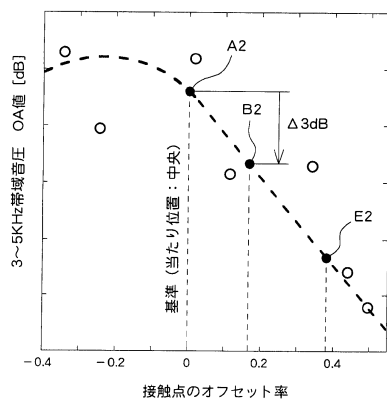
【図8】



【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)
- |      |       |
|------|-------|
| F16G | 13/06 |
| F16G | 1/00  |
| F16H | 9/18  |