

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5389999号  
(P5389999)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014. 1. 15)

(24) 登録日 平成25年10月18日(2013. 10. 18)

(51) Int.Cl.  
G 0 4 B 17/06 (2006.01)

F I  
G O 4 B 17/06 Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

|              |                              |           |                      |
|--------------|------------------------------|-----------|----------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2012-202260 (P2012-202260) | (73) 特許権者 | 505072926            |
| (22) 出願日     | 平成24年9月14日 (2012. 9. 14)     |           | イーティーエー エスエー マニユファク  |
| (62) 分割の表示   | 特願2005-518308 (P2005-518308) |           | チュア ホルロゲア スイス        |
| 原出願日         | 平成16年2月2日 (2004. 2. 2)       |           | スイス, シーエイチー2540 グレンチ |
| (65) 公開番号    | 特開2013-15534 (P2013-15534A)  | (74) 代理人  | 100081053            |
| (43) 公開日     | 平成25年1月24日 (2013. 1. 24)     |           | 弁理士 三俣 弘文            |
| 審査請求日        | 平成24年9月14日 (2012. 9. 14)     | (72) 発明者  | コヌス, ティエリ            |
| (31) 優先権主張番号 | 03075362.8                   |           | スイス, シーエイチー2543 レングノ |
| (32) 優先日     | 平成15年2月6日 (2003. 2. 6)       |           | ー, オベレレッゲン 5 a       |
| (33) 優先権主張国  | 欧州特許庁 (EP)                   | (72) 発明者  | トランピイ, キャスパー         |
|              |                              |           | スイス, シーエイチー4500 ソルール |
|              |                              |           | , アマンズ グレッシリストラッセ 1  |
|              |                              |           | 9                    |
|              |                              | 最終頁に続く    |                      |

(54) 【発明の名称】 ひげゼンマイ付きテンプの調速機とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プレート（7）とテンプ・コック（6）の間に、軸支された真（9）を有するひげゼンマイ付きテンプの調速ひげゼンマイにおいて、

前記ひげゼンマイ（10）は、ピッチ「p」を有する連続する巻回からなるストリップから形成され、

前記ひげゼンマイ（10）の内側湾曲部（11）の端部は、前記真（9）に固定され、その外側湾曲部（14）の端部は、前記テンプ・コック（6）にあるいはそれに取り付けられた部分に取り付けられ、

前記巻回は、前記内側湾曲部（11）から前記外側湾曲部（14）に至る1本のストリップの巻回から形成され、

前記内側湾曲部（11）の端部と前記外側湾曲部（14）の端部との間の巻回は、前記巻回を構成するストリップの高さ「h」と非均一の厚さ「e」との積である断面積「s」を有し、

前記内側湾曲部（11）の一部（12）は、他の全ての巻回の断面積「s」よりも大きな断面積「s」を有し、

前記内側湾曲部（11）は、グロスマン型の形状（13）を有することを特徴とするひげゼンマイテンプの調速用のひげゼンマイ。

【請求項 2】

プレート（7）とテンプ・コック（6）の間に、軸支された真（9）を有するひげ

10

20

ゼンマイ付きテンプの調速ひげゼンマイにおいて、

前記ひげゼンマイ（１０）は、ピッチ「 $p$ 」を有する連続する巻回からなるストリップから形成され、

前記ひげゼンマイ（１０）の内側湾曲部（１１）の端部は、前記真（９）に固定され、その外側湾曲部（１４）の端部は、前記テンプ・コック（６）にあるいはそれに取り付けられた部分に取り付けられ、

前記巻回は、前記内側湾曲部（１１）から前記外側湾曲部（１４）に至る１本のストリップの巻回から形成され、

前記内側湾曲部（１１）の端部と前記外側湾曲部（１４）の端部との間の巻回は、前記巻回を構成するストリップの高さ「 $h$ 」と非均一の厚さ「 $e$ 」との積である断面積「 $s$ 」を有し、

10

前記外側湾曲部（１４）の一部（１５）は、他の全ての巻回の断面積「 $s$ 」よりも大きな断面積「 $s$ 」を有し、

前記内側湾曲部（１１）は、グロスマン型の形状（１３）を有することを特徴とするひげゼンマイテンプの調速用のひげゼンマイ。

#### 【請求項３】

プレート（７）とテンプ・コック（６）の間に、軸支された真（９）を有するひげゼンマイ付きテンプの調速ひげゼンマイにおいて、

前記ひげゼンマイ（１０）は、ピッチ「 $p$ 」を有する連続する巻回からなるストリップから形成され、

20

前記ひげゼンマイ（１０）の内側湾曲部（１１）の端部は、前記真（９）に固定され、その外側湾曲部（１４）の端部は、前記テンプ・コック（６）にあるいはそれに取り付けられた部分に取り付けられ、

前記巻回は、前記内側湾曲部（１１）から前記外側湾曲部（１４）に至る１本のストリップの巻回から形成され、

前記内側湾曲部（１１）の端部と前記外側湾曲部（１４）の端部との間の巻回は、前記巻回を構成するストリップの高さ「 $h$ 」と非均一の厚さ「 $e$ 」との積である断面積「 $s$ 」を有し、

前記内側湾曲部（１１）の一部（１２）と前記外側湾曲部（１４）の一部（１５）とは、他の全ての巻回の断面積「 $s$ 」よりも大きな断面積「 $s$ 」を有し、

30

前記内側湾曲部（１１）は、グロスマン型の形状（１３）を有することを特徴とするひげゼンマイテンプの調速用のひげゼンマイ。

#### 【請求項４】

前記内側湾曲部（１１）は、前記ストリップと同時に形成されたワッシャ（１７）を構成し

前記ワッシャ（１７）は、前記ひげゼンマイを前記真（９）に固定するひげ玉として機能し、

アルキメデス型のひげ玉の開始点の距離と方向が、前記テンプ（８）の回転軸に対し制御可能となる

ことを特徴とする請求項１－３のいずれかに記載のひげゼンマイ。

40

#### 【請求項５】

前記ワッシャ（１７）は、前記ストリップの高さ「 $h$ 」よりも大きな厚さを有することを特徴とする請求項４記載のひげゼンマイ。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

本発明は、ひげゼンマイ付きテンプの調速機用平ひげゼンマイに関し、特に、一方でひげゼンマイの製造パラメータと、他方でひげゼンマイをテン真に固定する方法を工夫して、アルキメデス(Archimedes)型のひげゼンマイの開始点とテンプの回転軸との間の従来の固定方法に起因する物理的な変動（ずれ）を減らして、等時性を改善する製造方法に

50

より得られた平ひげ調速機に関する。

【背景技術】

【0002】

本明細書において、等時性とは、テンプの振動振幅の変化による偏差と、時計を水平方向においた場合と垂直方向においた場合の姿勢差による偏差を意味する。

【0003】

従来公知のように、ひげゼンマイは均一断面積と均一ピッチからなる巻回を有する。平ひげの巻回面（あるいは多くの場合それとは別の面）において、内側湾曲部と外側湾曲部との均整のとれた配列を介して、重力方向に対するひげゼンマイの振幅と位置による動作の変動を最小にするような、ひげゼンマイの同心状の解放と、ひげゼンマイの重心の動きと、ひげゼンマイが解放中にひげゼンマイの慣性の変動が得られる。このようなひげゼンマイを形成するには高度な技量が必要とされる事実に加え、高さ方向のスペース（厚さ）は、腕時計に用いられる場合には、ある種の（例えば時計の美的な理由と最小の薄さを達成する為には）欠点となる。

10

【0004】

この理由により、例えば図1に示したような平ひげゼンマイの使用が好ましい。このようなひげゼンマイは、一定の断面積のワイヤあるいは金属製バンドをその全長に渡って巻回する公知の方法により製造される。そして巻回の間で一定のピッチを有する。図1から分かるように、内側のカーブはテンプ8の真9上で駆動されるひげ玉20にレーザ溶接で取り付けられる。

20

【0005】

この最先端の技術である巻回の間ピッチに関しては特許文献1がある。同文献では、あらゆる形状の、特に可変のピッチを有するひげゼンマイを、一定断面積の金属ストリップあるいはワイヤから形成し、それをダイの溝に巻き付けてアニールして硬化することにより製造する方法を開示している。出願人の知りうる限りでは、この種の製品は市場に投入されていない。その理由は製造方法は技術的かつ経済的に満足できるものではないからと推測される。

【0006】

【特許文献1】スイス特許 第465537号明細書

【特許文献2】英国特許 第1020456号明細書

30

【特許文献3】米国特許 第209642号明細書

【特許文献4】米国特許 第4571661号明細書

【特許文献5】米国特許 第5576250号明細書

【特許文献6】米国特許 第4661212号明細書

【非特許文献1】Theorie generale de l'horlogerie" by L.Defossez

【非特許文献2】C.Harendt et al. ("Wafer bonding and its application to silicon-on-insulator fabrication" Technical Digest MNE'90, 2nd Workshop, Berlin, November 90, p.81-86

【0007】

巻回された金属ストリップの厚さの変動に関して、特許文献2は、中心から周辺に向かって断面積が増加するストリップを付き合わせ溶接することにより、主ゼンマイ（main spring）を製造する方法を開示している。このような主ゼンマイは、パワーリザーブを増加するために等間隔の要件を満たすよう設計されるが、この製造方法をひげゼンマイに適用すると、溶接行程が存在することにより、同心状の展開ができず、ひげゼンマイ毎に再現性のある等時性を得ることが困難となる。

40

【0008】

これと同一の原理は特許文献3で既に提案されており、内側の巻回の断面積を小さくして、ひげゼンマイの等時性を改善することが提案されている。以下の説明から明らかとなるが、我々の実験結果とこの説明とは矛盾する。

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

かくして本発明は、平ひげゼンマイと、微細機械加工あるいはガルバニック成長による製造方法に関し、ひげゼンマイの形状と固定手段により等時性を改善する為に、最も好ましい構造パラメータを選択するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、テンプ機構を調速する為に、ピッチ「 $p$ 」を有する連続する巻回からなるストリップから形成された平ひげゼンマイに関する。このひげゼンマイは、ほぼ完全な等時性を達成できる製造方法により得られる。矩形断面を有する巻回は、内側湾曲部から外側湾曲部に至る1本のストリップから形成されるが、前記中心部における取り付け場所から外側部分への取り付け場所との間に含まれるある部分では、非均一の矩形断面積「 $s$ 」を有する、又は、完全なひげゼンマイのライン外に形成された1つあるいは複数の部分を有する。本明細書において「非均一の断面積」とは、ストリップは、一定の高さ「 $h$ 」を有するが、ある部分の厚さ「 $e$ 」が、残りの部分の厚さよりも大きいかあるいは小さいかのいずれかであることを意味する。

10

【0011】

以下の説明から明らかなように、本発明の製造方法は、金属あるいは合金を、光リソグラフィと電気メッキを用いるマイクロ技術により、あるいは単結晶シリコンあるいは多結晶シリコンのような結晶材料製あるいはアモルファス材料製の厚さ「 $h$ 」を有するプレート

20

【0012】

本発明の第1実施例によれば、巻回の断面積「 $s$ 」は、外側のカーブ（巻回）から内側のカーブに向かって順次増加する。

【0013】

本発明の第2実施例によれば、第1実施例と組み合わせて、巻回の間のピッチ「 $p$ 」が外側カーブから内側カーブに向かって規則的に減少している。

【0014】

本発明の他の実施例によれば、等時性にとって好ましい他のパラメータを動かす為に、所定の巻回部分を選択し、ストリップの幅を局部的に変更する。このような増加／変更は、例えば内側カーブ、外側カーブ、あるいはその両方のカーブに対し達成可能である。あるいはひげゼンマイの他の部分の他の場所においても達成可能である。

30

【0015】

例えばGrossmann型の内側カーブを有することにより、完全なひげゼンマイのカーブから逸脱した巻回部分を有するようなひげゼンマイを得ることができる。

【0016】

本発明は、ひげゼンマイと、このひげゼンマイをテン真に取り付ける手段とを同時に製造できる利点がある。この取り付け手段は、その中心に自己固定ワッシャ例えば星形状をしており、また組み立て体に十分な柔軟性を与える為に、その周辺にリセス（凹部）を有し、アルキメデスのひげゼンマイの中心点とテンプの回転軸との間の偏差をなくしている。

40

【0017】

金属製あるいは合金製のひげゼンマイを製造する為には、本発明の製造方法は、LIGA技術を適用して、ひげゼンマイの所望のプロファイルに対応したモールドを形成する。市販されているホトレジストの特性が分かると、このホトレジスト層の厚さを調整して、ミリメートルの数十パーセントの最大高さを有するひげゼンマイを得ることができる。

【0018】

アモルファス材料、結晶材料製のひげゼンマイを製造する為には、本発明の方法は、前記材料のプレートをマスクを介してエッチングする。本発明の他の特徴及び利点は、

50

これに限定されないが、様々な実施例により与えられる。

【実施例】

【0019】

図1は従来技術のひげゼンマイ付きテンプを表す。図1は、等時性に関し本発明により大幅な進歩が計られたことを示す参照従来例を示している。ひげゼンマイ10の中心の端部は、従来方法でひげ玉20に取り付けられた内側湾曲部11である。このひげ玉20は、プレート7とテンプ・コック6の間で軸支されたテンプ8の真9で駆動される。調速装置は、ひげゼンマイ10の外側湾曲部14を固定するひげゼンマイ付きテンプスタッド保持部5と、目盛り1に面した指示針先端2とピン3を具備する指示針4とを有する。

【0020】

図2にはひげゼンマイ10の拡大図のみが示されている。同図によれば、ひげゼンマイ10は、内側湾曲部11から外側湾曲部14に伸びる、均一矩形断面（例えば $0.05 \times 0.30$  mm）を有する14回の巻回から構成されている。この巻回はその間に一定のピッチ「p」を有する。内側湾曲部11の取り付け場所は、巻回の軸中心から距離「r」の場所にあり、外側湾曲部14の取り付け場所は、曲げ部分16の前で距離「R」のところにある。この実施例において「r」は、 $0.57$  mmで「R」は $2.46$  mmである。これらの「r」と、「R」と、巻回数とは、特に断らない限り以下の説明では同じである。

【0021】

図3aを参照すると前述の特徴を有するひげゼンマイの等時性を表すグラフが示されている。テンプの位置に関し、角度で表されたテンプの振動振幅を「X」軸に示す。一日当たりの秒数で表された動作の偏差は「Y」軸に示す。このグラフは、ひげゼンマイ付きテンプの通常の測定位置に対する5個のカーブを有する。即ち1個の水平方向配置（カーブ1）と4個の垂直方向配置（カーブ2-5で $90^\circ$ 毎の回転位置で示す）である。

【0022】

点線は最も好ましくない位置の包絡線である。動作のズレの評価は、 $200^\circ$ から $300^\circ$ の間に含まれる振幅に対する包絡線の最大偏差を考慮に入れて、従来方法で行われた。図3aのグラフにおいては、最大偏差は、従来のひげゼンマイで、 $236^\circ$ の振幅場所で一日当たり4.7秒であった。

【0023】

図3bは、前掲の特許文献3に開示された特徴を有するひげゼンマイ（図示せず）で得られたグラフを示す。即ちストリップの厚さが、外側湾曲部14の $0.046$  mmと、内側湾曲部11の $0.036$  mmの間で変動する。前掲の特許の教示から期待できるのとは異なり、最大偏差が、 $230^\circ$ の振幅位置で一日当たり7.7秒に増加している。

【0024】

図4、5を参照すると、微細機械加工（光リソグラフィとガルバニック成長（galvanic growth））により、あるいはアモルファス材料又は結晶材料をエッチングすることにより製造され、等時性にとって好まし形状をしたひげゼンマイの第1実施例が示されている。同図から分かるように、ある巻回から次の巻回の間ピッチ「p」は、ひげゼンマイの中心向かって徐々に減少していく。逆に断面積は外側湾曲部14から内側湾曲部11に向かって増加している。製造方法でストリップに一定の高さとなると、断面積の変動は厚さの変化に対応する。外側湾曲部14の $0.036$  mmから内側湾曲部11の $0.046$  mmに変化する。

【0025】

図5に示されたグラフにおいては、最大偏差は、 $242^\circ$ の振幅位置に対し一日当たり2.8秒に減少した。ひげゼンマイのピッチ「p」あるいは厚さ「e」のいずれか一方のみを替えることにより、この最大変位に対する好ましい結果が得られた。

【0026】

図6、7は、外側湾曲部14と内側湾曲部11に対する第2（Michel）型の実施例

10

20

30

40

50

に対応する。この巻回は、一定ピッチと一定断面積（一定厚さ 0.042 mm に対応する）を有する。但し例外的に 2 つの巻回部分 12, 15 の厚さは、0.056 mm である。

【0027】

内側湾曲部 11 の部分 12 は、基準軸「Ox」から  $-110^\circ$  の位置に中央部分がある約  $80^\circ$  の角度に開いた扇形の部分に相当する。

【0028】

外側湾曲部 14 の部分 15 は、基準軸「Ox」から  $+115^\circ$  の位置に中央部分がある約  $20^\circ$  の角度に開いた扇形の部分に相当する。

【0029】

図 7 に示すグラフにおいては、最大偏差は一日当たり最大 1.8 秒である。過剰厚さの値と上記の過剰厚さの巻回部分は単なる例示であり、当業者は、異なる場所で過剰厚さの巻回領域を更に多く選ぶことができる。

10

【0030】

図 8, 9 は本発明の第 3 実施例を示し、内側湾曲部 11 はグロスマン (Grossmann) 型 13 である。このグロスマン (Grossmann) 型 13 の形状については、非特許文献 1 に開示されている。この形状は金属ストリップを変形することによって得ることは非常に難しい。しかし本発明の製造方法によれば、このような形状は、熟練工の手を煩わすことなく極めて容易に得ることができる。図 9 に示されたグラフは、最大変位は、 $300^\circ$  の振幅位置で一日当たりわずか 2.1 秒である。

【0031】

20

当然の事ながら、本発明による製造方法により自由な形状が得られることにより、前述した実施例を組み合わせ、本発明による等時性を改良したひげゼンマイを得ることができる。

【0032】

図 10 は、第 1 実施例 (図 4) に対応するひげゼンマイを示す。ひげ玉 20 は、ひげゼンマイ 10 と同時に形成された自己固定ワッシャ 17 で置換されている。自己固定ワッシャ 17 は、その中心に固定用窓形 19 を有し、その結果テンプ 8 の真 9 が遊びなくロックされ、一方図 10 では星形で示された固定窓形 19 の周囲に開口 18 が分散配置され、ある程度の柔軟性が得られる。図 10A-10E は、三角形、四角形、多角形、円形、ノーズ型をした固定用窓形 19 を具備した自己固定ワッシャ 17 の他の可能な構造を示す。ひげゼンマイと自己固定ワッシャとの組み立て体は、光リソグラフとガルバニック成長技術で形成される。自己固定ワッシャ 17 は更なるステップで形成でき、その厚さはストリップの高さ以上であり、その結果ひげゼンマイ 10 が真 9 上に良好に保持される。

30

【0033】

シリコンのようなアモロファス材料製あるいは結晶材料製の本発明のひげゼンマイは、シリコンウエハーから集積回路あるいは加速度計を製造するのに既に用いられている微細機械加工方法を適用することにより、製造可能である。加速度計に関しては、特許文献 4, 5 に開示された方法を特に参照されたい。この方法は、以下のステップからなる。

【0034】

(A) シリコンウエハーを基板に適用して絶縁  $\text{SiO}_2$  インターフェースを形成するステップと、

40

(B) プレートを所望のストリップ高さ「h」に非特許文献 2 に記載された方法に従って薄くするステップと、

(C) 所望のひげゼンマイ外形に対応するようにマスクを光リソグラフ技術により形成するステップと、

(D) シリコンウエハーを基板に、公知の方法 (ウエットケミカルエッチング、ドライプラズマエッチングあるいはそれらの組み合わせ) でエッチングするステップと、

(E) ひげゼンマイを前記基板から分離するステップ。

【0035】

ひげゼンマイは非常に小型なので、1 個のシリコンウエハーからそれらを大量に製

50

造することができる。

【0036】

金属製あるいは合金製の本発明のひげゼンマイを製造するためには、70年代中葉から公知のLIGA方法が用いられる。LIGA方法は、第1ステップとして、(A)ポジ型あるいはネガ型のホトレジストを、犠牲層を予めコーティングした基板上に、所望のストリップ高さ「h」に対応する厚さで拡散塗布するステップと、(B)光リソグラフと化学エッチングにより、マスクの手段により所望のひげゼンマイの外形に対応する中空構造体を形成するステップとからなる。第2ステップとして、前記の中空構造体には、例えば特許文献6に示された電気メッキ、あるいは米国特許出願第2001/0038803に開示されたナノ粒子圧縮あるいは焼き入れのいずれかにより金属又は合金を充填する。

10

【0037】

最後のステップとして、ひげゼンマイは、犠牲層を取り除くことにより基板から切り離される。

【0038】

以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。特許請求の範囲の構成要素の後に記載した括弧内の番号は、図面の部品番号に対応し、発明の容易なる理解の為に付したものであり、発明を限定的に解釈するために用いてはならない。また、同一番号でも明細書と特許請求の範囲の部品名は必ずしも同一ではない。これは上記した理由による。

20

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】従来技術にかかるひげゼンマイ付きテンプを表す図。

【図2】図1のひげゼンマイの拡大図。

【図3A】図2のひげゼンマイで得られた等時性を表すグラフ。

【図3B】別の従来技術のひげゼンマイで得られた等時性を表すグラフ。

【図4】本発明のひげゼンマイの第1実施例を表す図。

【図5】図4のひげゼンマイで得られた等時性を表すグラフ。

【図6】本発明のひげゼンマイの第2実施例を表す図。

【図7】図6のひげゼンマイで得られた等時性を表すグラフ。

30

【図8】本発明のひげゼンマイの第3実施例を表す図。

【図9】図8のひげゼンマイで得られた等時性を表すグラフ。

【図10】本発明によるひげゼンマイを固定する方法を表す図。

【図10A】ひげゼンマイを中心軸に固定する他の形態を表す図。

【図10B】ひげゼンマイを中心軸に固定する他の形態を表す図。

【図10C】ひげゼンマイを中心軸に固定する他の形態を表す図。

【図10D】ひげゼンマイを中心軸に固定する他の形態を表す図。

【図10E】ひげゼンマイを中心軸に固定する他の形態を表す図。

【符号の説明】

【0040】

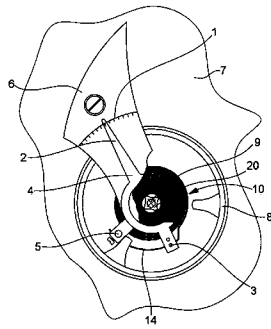
40

- 1 目盛り
- 2 指示針先端
- 3 ピン
- 4 指示針
- 5 ひげゼンマイ付きテンプスタッド保持部
- 6 テンプ・コック
- 7 プレート
- 8 テンプ
- 9 真
- 10 ひげゼンマイ

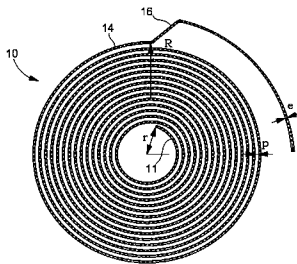
50

- 1 1 内側湾曲部
- 1 2 部分
- 1 3 グロスマン (Grossmann) 型
- 1 4 外側湾曲部
- 1 5 部分
- 1 6 曲げ部分
- 1 7 自己固定ワッシャ
- 1 8 開口
- 1 9 外形
- 2 0 ひげ玉

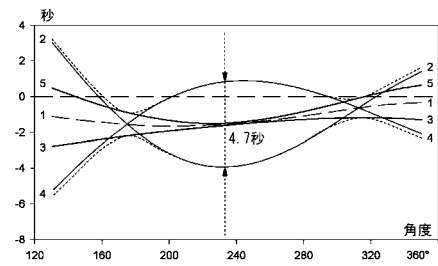
【図 1】



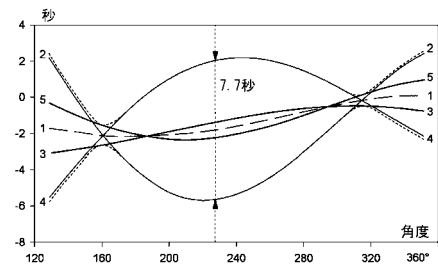
【図 2】



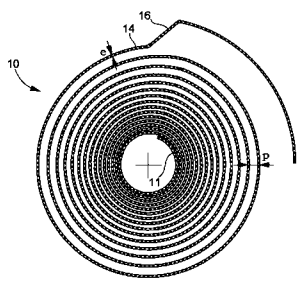
【図 3 A】



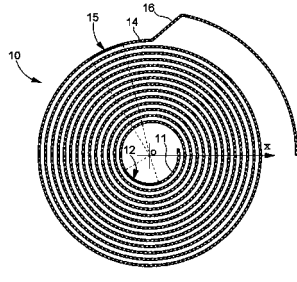
【図 3 B】



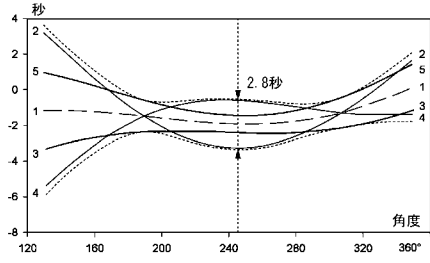
【図 4】



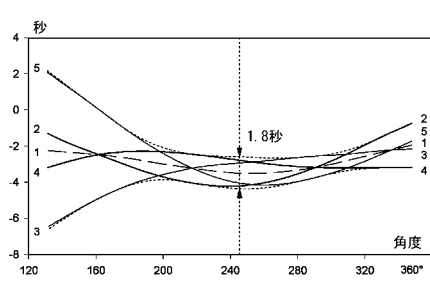
【図 6】



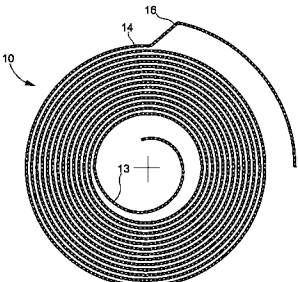
【図 5】



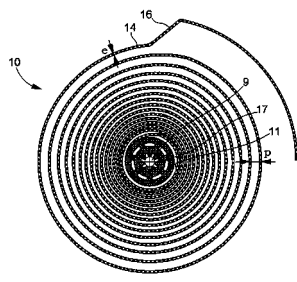
【図 7】



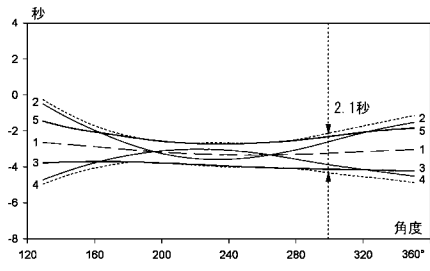
【図 8】



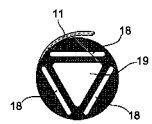
【図 10】



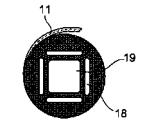
【図 9】



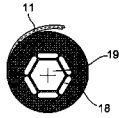
【図 10 A】



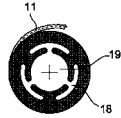
【図 10 B】



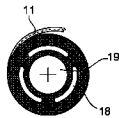
【図 10 C】



【図 10 D】



【図 10 E】



---

フロントページの続き

審査官 榮永 雅夫

- (56)参考文献 特開平11-194174 (JP, A)  
特開平01-116328 (JP, A)  
国際公開第1999/012080 (WO, A1)  
米国特許第209642 (US, A)  
米国特許第3186157 (US, A)  
米国特許第6558868 (US, B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G04B 17/06