

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5243324号
(P5243324)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl.

F I

G O 4 B 17/06 (2006.01)

G O 4 B 17/06

Z

請求項の数 19 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-81425 (P2009-81425)	(73) 特許権者	504341564
(22) 出願日	平成21年3月30日 (2009. 3. 30)		モントレー プレゲ・エス アー
(65) 公開番号	特開2009-244266 (P2009-244266A)		スイス国・ラバエ・1 3 4 4
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009. 10. 22)	(74) 代理人	100064621
審査請求日	平成23年1月24日 (2011. 1. 24)		弁理士 山川 政樹
(31) 優先権主張番号	08153598.1	(74) 代理人	100098394
(32) 優先日	平成20年3月28日 (2008. 3. 28)		弁理士 山川 茂樹
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ピエール・アンドレ・ビューラー
			スイス国・2 5 3 4 オルヴィン・ルート
			ド プレ ドルヴィン・1 9
		(72) 発明者	マルコ・ヴェラルド
			スイス国・2 3 3 6 ル ボア・オー ジ
			ュレ・(番地なし)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一体構造型ヘアスプリング及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コレット (2 7 、 2 7 ') 上に同軸に装着されたバランススプリング (2 5 、 2 5 ') を備え、シリコンベース材料の同じ下層内に作製された一体構造型ヘアスプリング (2 1 、 2 1 ') であって、上記ヘアスプリングの同心的展開を改善するために前記シリコンベース材料の下層の上に前記バランススプリングの外側コイル用の高架デバイス (2 、 2 ') を含む

前記高架デバイス (2 、 2 ') が、シリコンベース材料の上層内に作製され、前記バランススプリング (2 5 、 2 5 ') の外側コイルに接続された立ち上り手段 (4 、 4 ') を含む、ことを特徴とするヘアスプリング。

10

【請求項 2】

前記高架デバイス (2) が、前記立ち上り手段 (4) に接続され、シリコンベース材料の追加層内に形成された末端曲線部 (2 3) を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のヘアスプリング。

【請求項 3】

前記末端曲線部 (2 3) が P h i l l i p s 曲線である、ことを特徴とする請求項 2 に記載のヘアスプリング。

【請求項 4】

前記コレット (2 7) が、前記ヘアスプリングの誘導を改善させるために前記バランススプリングから突出する 1 つの延長部分 (9 、 1 3) であるパターンを含む、

20

ことを特徴とする前記請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のヘアスプリング。

【請求項 5】

前記高架デバイス (2 ') が、直列の二重のヘアスプリングを形成させるために、前記立ち上り手段 (4 ') に接続され且つシリコンベース材料の追加層内に形成された第 2 のコレット (2 7 ") 上に同軸に装着された第 2 のバランススプリングを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のヘアスプリング。

【請求項 6】

前記ヘアスプリングの機械的耐性を高め且つその熱弾性係数を調整するため、少なくとも 1 つの酸化シリコン部分を含む、ことを特徴とする前記請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のヘアスプリング。

10

【請求項 7】

少なくとも 1 つのコレット (2 7 、 2 7 ' 、 2 7 ") が、そこで駆動される軸部を受けるための 1 つの金属部分 (2 9 、 3 1) を有する、ことを特徴とする前記請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のヘアスプリング。

【請求項 8】

少なくとも 1 つのバランススプリング (2 5 、 2 5 ' 、 2 3 ') 内側コイル (2 6) が Grossman 曲線を有し、前記ヘアスプリングの同心的展開を改善するようにする、ことを特徴とする前記請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のヘアスプリング。

【請求項 9】

前記請求項 1 から 8 のいずれか一項による一体構造型ヘアスプリング (2 1 、 2 1 ') を含むことを特徴とする時計。

20

【請求項 10】

一体構造型ヘアスプリングを製造する方法 (1) であって、

a) シリコンベース材料の上層 (5) 及び下層 (1 1) を含む基材 (3) を準備するステップ (1 0 0) と、

b) 前記上層 (5) 内に少なくとも 1 つのキャビティ (8 、 1 0) を選択的にエッチングして、シリコンベース材料で作製された、前記ヘアスプリングの立ち上り手段 (4) を形成するステップ (1 0 1) と、

c) 前記基材 (3) のエッチングされた上層 (5) にシリコンベース材料の追加層 (7) を結合するステップ (1 0 2) と、

30

d) 前記追加層 (7) 内に少なくとも 1 つのキャビティ (1 8 、 2 0) を選択的にエッチングし、前記立ち上り手段 (4) のパターンを継続して、シリコンベース材料で作製された、前記ヘアスプリングのバランススプリング (2 5) 及びコレット (2 7) のパターンを定めるようにするステップ (1 0 3) と、

を含み、前記方法が更に、

e) 前記下層 (1 1) 内に少なくとも 1 つのキャビティ (1 2 、 1 4) を選択的にエッチングし、前記立ち上り手段 (4) のパターンを継続して、シリコンベース材料で作製された、末端曲線部 (2 3) のパターンを定めるようにするステップ (1 0 5 、 1 0 8 、 1 1 2) と、

f) 前記基材から前記ヘアスプリング (2 1) を解放するステップと、を含む方法。

40

【請求項 11】

ステップ d) における前記バランススプリング (2 3) 及びコレット (2 7) のエッチングが、ステップ e) における前記末端曲線部 (2 3) のエッチングと逆にされる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記コレット (2 7) の延長部分のパターン (9 、 1 3) が、シリコンベース材料の他の層のうちの少なくとも 1 つにエッチングされる、請求項 10 又は請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

50

前記ステップ e) の間にエッチングされた前記末端曲線部 (23) のパターンが、直列の二重のヘアスプリング (21') を形成するために第 2 のバランススプリング (23') 及び第 2 のコレット (27") のパターンと置き換えられる、
請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記バランススプリング (25、25'、23') をエッチングするステップの後に、g) シリコンベース材料で作製された前記バランススプリング (25、25'、23') を酸化して、前記バランススプリングの機械的耐性を高め且つその熱弾性係数を調整するようにするステップを更に含む、

請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 15】

前記ステップ e) の前に、

h) 前記下層の上に少なくとも 1 つの金属層を選択的に堆積して、前記ヘアスプリングの金属部分 (29、31) のパターンを定めるようにするステップ (107、110) を含む、

請求項 10 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

前記ステップ e) の前に、

i) 連続する金属層によって前記下層の表面を少なくとも部分的に覆って前記堆積部を成長させ、そこで駆動される軸部を受けるための金属部分 (29) を形成するようにするステップ (107) を含む、

請求項 15 に記載の方法。

20

【請求項 17】

前記ステップ h) が、

j) 前記金属部分 (31) を受けるために前記下層内に少なくとも 1 つのキャビティ (30) を選択的にエッチングするステップ (109) と、

k) 連続する金属層によって前記少なくとも 1 つのキャビティ内に少なくとも部分的に前記堆積部を成長させ、そこで駆動される軸部を受ける金属部分 (31) を形成するようにするステップ (110) と、

を含む請求項 15 に記載の方法。

30

【請求項 18】

前記ステップ h) が、l) 前記金属堆積部を研磨する最後のステップ (111) を含む、

請求項 15 から 17 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 19】

複数の一体構造型ヘアスプリング (21、21') が同じ基材 (3) 上に作製される、

請求項 10 から 18 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヘアスプリング及びその製造方法に関し、より具体的には、単一部品で形成された上段末端曲線部を有するヘアスプリングに関する。

40

【背景技術】

【0002】

時計の調速部材は一般に、テンブ (バランス) と呼ばれる慣性ホイールと、ヘアスプリングと呼ばれる共振子とを含む。これらの部品は、時計の動作品質に関しての決定的役割を果たしている。実際、これらはムーブメントを調速し、すなわちムーブメントの振動数を制御する。

【0003】

上段末端曲線部を有するヘアスプリングにおいて、多くの材料及び方法が試験されてき

50

たが、共振組み立てに関する困難さは解決されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】欧州特許EP 1 6 1 2 6 2 7 公報

【特許文献2】欧州特許EP 1 4 2 2 4 3 6 公報

【特許文献3】欧州特許EP 1 6 5 5 6 4 2 公報

【特許文献4】欧州特許EP 1 5 8 4 9 9 4 公報

【特許文献5】欧州特許EP 1 8 3 7 7 2 2 公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、熱弾性係数が調整可能であり且つ組み立ての困難性を最小限にする製造方法を用いて得られる上段末端曲線部を有する一体構造型ヘアスプリングを提供することによって、上記の欠点の一部又は全てを克服することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

従って、本発明は、コレット上に同軸に装着されたバランススプリングを含み、シリコンベース材料の同じ層内に作製された一体構造型ヘアスプリングに関し、該ヘアスプリングが、その同心的展開を改善するためにシリコンベース材料の層の上にバランススプリングの外側コイルを高架にする、つまり上段にする高架（立ち上げ）デバイスを含むことを特徴とする。

20

【0007】

本発明の、他の有利な特徴によれば、以下ようになる。

高架デバイスは、シリコンベース材料の第2の層内に作製され、バランススプリングの外側コイルを接続するための立ち上り手段を含む。

高架デバイスには、立ち上り手段に接続され、シリコンベース材料の第3の層内に形成された端部曲線が含まれ、それによりB r e g u e t（登録商標）コイルを形成する。

端部曲線（コイル）はP h i l l i p s 曲線である。

コレットは、ヘアスプリングの誘導を改善するためにバランススプリングから突出する延長部分を含む。

30

高架デバイスは、直列の二重バランススプリングを形成するために、立ち上り手段に接続され且つシリコンベースの第3の層内に形成された第2のコレット上に同軸に装着された第2のバランススプリングを含む。

ヘアスプリングは、該ヘアスプリングの機械的耐性を高め且つ熱弾性係数を調整するために、酸化シリコンで作製された少なくとも1つの部分を含む。

少なくとも1つのコレットが、そこで軸部が駆動される金属部分を有し、シリコンベース材料で作製された内径部の損傷を回避する。

少なくとも1つの内側バランススプリングコイルが、ヘアスプリングの同心的展開を改善させるためにG r o s s m a n 曲線を有する。

40

【0008】

より一般的には、本発明は、前述の変形形態のいずれかによる一体構造型ヘアスプリングを含むことを特徴とする時計に関する。

【0009】

最後に、本発明は、ヘアスプリングの製造方法に関し、本方法は、

- a) シリコンベース材料で作製された上層及び下層を含む基材を準備するステップと、
- b) 上層内に少なくとも1つのキャピティを選択的にエッチングして、シリコンベースの材料で作製されたヘアスプリングの立ち上り手段を形成するステップと、
- c) 基材のエッチングされた上層にシリコンベース材料の追加層を結合するステップと

50

d) 追加層内に少なくとも1つのキャビティを選択的にエッチングし、立ち上り手段のパターンを継続して、リコンベース材料で作製されたヘアスプリングのシバランススプリング及びコレットのパターンを定めるようにするステップと、
を含み、本方法が更に、

e) 下層内に少なくとも1つのキャビティを選択的にエッチングし、立ち上り手段のパターンを継続して、端部コイルのパターンを定めるようにするステップと、

f) ヘアスプリングを基材から解放するステップと、
を含むことを特徴とする。

【0010】

本発明の別の有利な特徴によれば、以下ようになる。

ステップd)におけるバランススプリング及びコレットのエッチングが、ステップe)における端部曲線部のエッチングと逆にされる。

コレットの延長部分のパターンは、シリコンベース材料の他の層のうちの少なくとも1つにエッチングされる。

ステップe)の間にエッチングされた端部曲線部のパターンは、直列の二重バランススプリングを形成するために、第2のバランススプリング及び第2のコレットのパターンと置き換えられる。

バランススプリングをエッチングするステップの後、本方法は、シリコンベース材料で作製されたバランススプリングを酸化して、バランススプリングの機械的耐性を高め且つその熱弾性係数を調整するようにするステップg)を含む。

ステップe)の前に、本方法は、下層の上に少なくとも1つの金属層を選択的に堆積して、コレット上に金属部分のパターンを定めるようにするステップh)を含む。

ステップh)は、連続する金属層によって前記下層の表面を少なくとも部分的に覆って前記堆積部を成長させ、そこで駆動される軸部を受ける金属部分を形成するようにするステップi)を含む。

ステップh)は、金属部分を受けるため下層内に少なくとも1つのキャビティを選択的にエッチングするステップj)と、連続する金属層によって前記少なくとも1つのキャビティ内に少なくとも部分的に前記堆積部を成長させ、そこで駆動される軸部を受ける金属部分(31)を形成するようにするステップk)とを含む。

ステップh)は、金属堆積部を研磨する最後のステップl)を含む。

複数のヘアスプリングが同じ基材上に作製される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明による製造方法の連続した図である。

【図2】本発明による製造方法の連続した図である。

【図3】本発明による製造方法の連続した図である。

【図4】本発明による製造方法の連続した図である。

【図5】本発明による製造方法の連続した図である。

【図6】代替の実施形態の連続するステップの図である。

【図7】代替の実施形態の連続するステップの図である。

【図8】代替の実施形態の連続するステップの図である。

【図9】本発明による方法のフローチャートを示す。

【図10】本発明による一体構造型ヘアスプリングの透視図である。

【図11】本発明による一体構造型ヘアスプリングの透視図である。

【図12】本発明の変形形態によるヘアスプリングの透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

他の特質及び特徴は、添付図面を参照しながら非限定的な例証として与えられる以下の説明からより明らかになるであろう。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明は、時計ムーブメント用の高架された又は上段に配設の末端曲線部を有する一体構造型ヘアスプリング 2 1、2 1' を製造するための方法（全体的に符号 1 で示す）に関する。図 1 から図 9 に示されるように、方法 1 は、全体的にシリコンベースの材料から形成することができる、少なくとも 1 つのタイプのヘアスプリングを形成するための連続ステップを含む。

【 0 0 1 4 】

図 1 から図 9 を参照すると、第 1 のステップ 1 0 0 は、シリコン・オン・インシュレータ（SOI）基材 3 を準備することからなる。基材 3 は、上層 5 と下層 7 とを含み、各々がシリコンベースの材料から形成される。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、このステップ 1 0 0 において、基材 3 は、下層 7 の高さが最終のヘアスプリング 2 1 の一部分の高さと一致するように選択される。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、上層 5 は、下層 7 に対するスペーサ手段として使用される。その結果、上層 5 の高さは、上段末端コイルを有するヘアスプリング 2 1、2 1' の構成に従って適応されることになる。

【 0 0 1 7 】

図 2 で見られる第 2 のステップ 1 0 1 において、キャビティ 8 は、シリコンベース材料の上層 5 において、例えば DRIE（ディープ反応性イオンエッチング）プロセスによって選択的にエッチングされる。キャビティ 8 は、好ましくは、ヘアスプリング 2 1、2 1' の高架デバイス 2 に属するシリコン部分の内側及び外側輪郭を定めるパターン 6 を形成する。

【 0 0 1 8 】

図 1 0 及び図 1 1 に示す第 1 の変形形態において、パターン 6 は、ヘアスプリング 2 1 の高架デバイス 2 の立ち上がり手段 4 の中央部分を形成する。図 2 に示すように、パターン 6 は、曲線矩形プレートの近似形態をとる。しかしながら、方法 1 に従って有利なことには、上層 5 上のエッチングにより、パターン 6 の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、当該パターンは、必ずしも矩形である必要はなく、例えば台形であってもよい。

【 0 0 1 9 】

図 1 2 に示された第 2 の変形形態において、パターン 6 は、ヘアスプリング 2 1' の高架デバイス 2' の立ち上がり手段 4' の中間部分を形成する。図 2 に示されるように、パターン 6 は、曲線矩形プレートの概略形態をとる。しかしながら、方法 1 に従って有利なことには、上層 5 上のエッチングは、パターン 6 の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、詳細には、当該パターンは必ずしも矩形である必要はなく、例えば完全な環体を形成することもできる。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、図 1 0 及び図 1 1 の第 1 の変形形態において、ステップ 1 0 1 の間にパターン 6 とは別個のパターン 9 を形成するように別のキャビティ 1 0 をエッチングすることができ、該パターン 9 は、ヘアスプリング 2 1 のコレット 2 7 にそれぞれ属する内側及び外側輪郭を定める。

【 0 0 2 1 】

図 1 0 及び図 1 1 に示された実施例において、従って、パターン 9 は、上段末端曲線部を有するヘアスプリング 2 1 のコレット 2 7 の中央部分を形成する。図 2 に示されるように、パターン 9 は、円形断面を備えたほぼ円筒形である。しかしながら、方法 1 に従って有利なことには、上層 5 上のエッチングにより、パターン 9 の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、詳細には当該パターンは、必ずしも円形である必要はなく、例えば楕円形及び／又は非円形の内径を有することができる。

【 0 0 2 2 】

好ましくは、ステップ 1 0 1 の間に、材料 1 6 の少なくとも 1 つのブリッジが、製造中

10

20

30

40

50

に上段末端曲線部を有するヘアスプリング 2 1、2 1'を基材 3 上に保持するように作製される。図 2 に示す実施例において、材料 1 6 のブリッジがパターン 6 の主表面の 1 つと非エッチングの層 5 の残りの部分との間に残されることが理解することができる。

【 0 0 2 3 】

図 3 に示す第 3 のステップ 1 0 2 では、シリコンベース材料の追加層 1 1 が基材 3 に付加される。好ましくは、追加層 1 1 はシリコン融解ボンディング (S F B) により上層 5 に固定される。従って、ステップ 1 0 2 は、有利には、パターン 6 及び場合によってはパターン 9 の上面を超高レベルの接着で追加層 1 1 の下面に接合することにより上層 5 を覆う。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示される第 4 のステップ 1 0 3 では、キャピティ 1 8 及び 2 0 が、例えば、ステップ 1 0 1 と同様の D R I E プロセスにより追加シリコン層 1 1 に選択的にエッチングされる。これらのキャピティ 1 8 及び 2 0 は、上段末端曲線部を有するヘアスプリング 2 1、2 1'のシリコン部分の内側及び外側輪郭を定める 3 つのパターン 1 7、1 9 及び 2 4 を形成する。

【 0 0 2 5 】

図 4 に示す実施例において、パターン 1 7 は、円形断面を有するほぼ円筒形であり、パターン 1 9 は、ほぼ螺旋形状である。しかしながら、方法 1 に従って有利なことには、追加層 1 1 上のエッチングにより、パターン 1 7 及び 1 9 の幾何形状に関して完全な自由度をもたせることができる。従って、詳細にはパターン 1 9 は、例えば、G r o s s m a n 曲線を含む更なるコイル又は内側コイルを有することができ、該 G r o s s m a n 曲線は、引用により本明細書に組み込まれる欧州特許 E P 1 6 1 2 6 2 7 で説明されるような同心的展開を改善する。

【 0 0 2 6 】

好ましくは、図 1 0 及び図 1 1 の第 1 の変形形態において、追加層 1 1 内に作製されたパターン 1 7 は、上層 5 内に作製されたパターン 9 と同様の形状で且つこれに垂直である。このことは、キャピティ 1 8 及び 1 0 が、パターン 1 7 及び 9 の内径をそれぞれ形成して互いに連通し、実質的に重なり合うことを意味する。図 1 0 及び図 1 1 に示す実施例において、パターン 9 及び 1 1 はそれぞれ、ヘアスプリング 2 1 のコレット 2 7 の上側及び中央部分を形成する。

【 0 0 2 7 】

有利には、パターン 1 7 及び 1 9 が同時にエッチングされるので、これらは追加層 1 1 内に一体構造型部品を形成する。図 1 0 及び図 1 1 に示す第 1 の変形形態において、パターン 1 7 及び 1 9 は、上段末端曲線部を有するヘアスプリング 2 1 のコレット 2 7 の下側部分及びバランススプリング 2 5 をそれぞれ形成する。図 1 2 に示された第 2 の変形形態において、パターン 1 7 及び 1 9 は、上段末端起伏を有するヘアスプリング 2 1'の第 1 のコレット 2 7'及び第 1 のバランススプリング 2 5'をそれぞれ形成する。

【 0 0 2 8 】

好ましくは、追加層 1 1 内に作製されたパターン 2 4 は、上層 5 内に作製されたパターン 6 と同様の形状で且つこれにほぼ垂直である。図 1 0 及び図 1 1 に示された第 1 の変形形態において、パターン 6 及び 2 4 は、ヘアスプリング 2 1 の高架デバイス 2 の立ち上り手段 4 の上側及び中間部分をそれぞれ形成する。

【 0 0 2 9 】

図 1 2 に示された第 2 の変形形態において、パターン 6 及び 2 4 は、ヘアスプリング 2 1'の高架デバイス 2'の立ち上り手段 4'の上側及び中間部分をそれぞれ形成する。勿論同様に、ステップ 1 0 3 の間に材料ブリッジ 1 6 のパターンを追加層 1 1 内に延長することができる。

【 0 0 3 0 】

第 4 のステップ 1 0 3 の後、追加層 1 1 内にエッチングされたパターン 1 7、1 9 及び 2 4 は、高レベルの接着力で上層 5 内にエッチングされたパターン 6 上にパターン 2 4 の

10

20

30

40

50

下部により接続されることは明らかである。

【0031】

好ましくは、図9の破線で示されたように、方法1は、少なくともパターン19、すなわちヘアスプリング21、21'のバランススプリング25、25'を酸化し、第1のバランススプリングの機械的耐性を高め且つその熱弾性係数を調整するようにすることからなる第5のステップ104を含むことができる。この酸化ステップは、引用により本明細書に組み込まれる欧州特許EP1422436で説明されている。

【0032】

有利には、本発明によれば、第4のステップ103の後或いは好ましくは第5のステップ104の後、方法1は、図9に示すように3つの実施形態A、B及びCを含むことができる。しかしながら、3つの実施形態A、B及びCの各々は、製造した上段末端曲線部を有するヘアスプリング21、21'を基材3から解放することからなる同じ最終ステップ106で終了する。

10

【0033】

有利には、解放ステップ106は、単に材料16のブリッジを破断させるのに十分な力をヘアスプリング21、21'に印加することにより行うことができる。この力は、例えば、操作者が手動的に或いは機械加工により発生させることができる。

【0034】

第1の実施形態によれば、第6のステップ105において、キャビティ12及び14は、例えばステップ101及びステップ103と同様のDRIEプロセスによってシリコンベース材料からなる下層7内に選択的にエッチングされる。これらのキャビティ12及び14は、3つのパターン13、15及び22を形成し、これらは上段末端曲線部を有するヘアスプリング21、21'のシリコン部分の内側及び外側輪郭を定める。

20

【0035】

図5に示された第1の変形形態において、パターン13は円形断面を有するほぼ円筒形であり、パターン15はほぼ螺旋形状である。更に、パターン22は曲線矩形プレートの形態をとる。しかしながら、方法1に従って有利なことには、下層7内のエッチングは、パターン13、15及び22の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、詳細には、パターン15は、例えば、より多くのコイルを有することができる。

【0036】

30

好ましくは、図10及び図11の第1の変形形態において、下層7内に作製されたパターン13は、上層5及び追加層11内に作製されたパターン9及び17と同様の形状で且つこれらと実質的に垂直である。このことは、キャビティ12、10及び18が、パターン13、9及び17の内径をそれぞれ形成して互いに連通し、ほぼ重なり合うことを意味する。図10及び図11に示された第1の変形形態において、パターン17、9及び13は、ヘアスプリング21のコレット27の高位、中央及び低位部分をそれぞれ形成する。

【0037】

好ましくは、図12の第2の変形形態において、下層7内に作製されたパターン13は、上層5内に作製されたパターン17と同様の形状で且つこれと実質的に垂直である。このことは、キャビティ12及び18が、パターン13及び17の内径をそれぞれ形成して、ほぼ重なり合うことを意味する。図12に示された第2の変形形態において、パターン17及び13は、二重直列ヘアスプリング21'の第1のコレット27'及び第2のコレット27''をそれぞれ形成する。

40

【0038】

好ましくは、下層7内に作製されたパターン22は、上層5内に作製されたパターン6と同様の形状で且つこれとほぼ垂直である。図10及び図11に示された第1の変形形態において、パターン22、6及び24は、ヘアスプリング21の高架デバイス2の立ち上り手段4の低位、中央及び高位部分をそれぞれ形成する。図12に示された第2の変形形態において、パターン22、6及び24は、ヘアスプリング21'の高架デバイス2'の立ち上り手段4'の低位、中央及び高位部分をそれぞれ形成する。勿論、材料16のブリッ

50

ジパターンは、ステップ 105 の間に下層 7 内に延長することができる。

【0039】

更にまた、好ましくは図 10 及び図 11 の第 1 の変形形態において、パターン 15 が、P h i l l i p s のヘアスプリングの基準を満たすように作製される。このようにして、有利には、パターン 22 及び 15 が同時にエッチングされると、これらは下層 7 内に一体構造部分を形成する。図 10 及び図 11 に示された第 1 の変形形態において、パターン 22 及び 15 は、ヘアスプリング 21 の高架デバイス 2 の立ち上り手段 4 の低位部分と、末端曲線部 23 とをそれぞれ形成する。

【0040】

最後に、好ましくは図 12 の第 2 の変形形態において、パターン 15 がステップ 103 10
の間に作製されたパターン 19 と同様の方式で作製される。このように、有利には、パターン 13、22 及び 15 が同時にエッチングされると、これらは下層 7 内に一体構造型部分を形成する。図 12 に示された第 2 の変形形態において、パターン 22、15 及び 13 は、高架デバイス 2' の立ち上り手段 4' の低位部分と、第 2 のバランススプリング 23' と、二重バランススプリング 21' の第 2 のコレット 27" とを直列にそれぞれ形成する。方法 1 に従って有利なことには、下層 7 内のエッチングにより、パターン 15 の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、パターン 15 は、例えば、引用により本明細書に組み込まれる欧州特許 E P 1 6 1 2 6 2 7 で説明されているように、その同心的展開を改善するために G r o s s m a n 曲線を含む、より多くのコイル又は内側コイルを有 20
することができる。

【0041】

上記で説明された最終ステップ 106 の後、第 1 の実施形態 A は、図 10 及び図 11 又は図 12 に示すような全体的にシリコンベース材料から形成された上段末端曲線部を有する一体構造型ヘアスプリング 21 又は 21' を提供する。このようにして、ヘアスプリング 21 又は 21' の製造の間に各部部品が固定された要素上に直接形成されるので、これら部品の形成に関してはどのような問題も存在しないことは明らかである。

【0042】

図 10 及び図 11 に示された第 1 の変形形態において、ヘアスプリング 21 は、コレット 27 に同軸に接続されたバランススプリング 25 を含み、その外側コイルは、3 つの層 11、5、7 内にエッチングされて立ち上り手段 4 として機能する矩形プレートと末端曲線部 23 とを主に備える高架デバイス 2 を有する。図 10 及び図 11 に示されるように、その結果得られた上段末端曲線部を有するヘアスプリング 21 は、B r e g u e t (登録商標) 構造を有する。本発明に従って有利なことには、コレット 27 もまた 3 つの層 11、5、7 内にエッチングされ、これによりヘアスプリング 21 の誘導性を改善する点に留意されたい。更にまた、バランススプリング 25 の内側コイル 26 は、その同心的展開を改善するための G r o s s m a n 曲線を有する。

【0043】

更に、方法 1 のステップ 103 及びステップ 105 で行われるエッチングにより、末端曲線部 23、バランススプリング 25、立ち上り手段 4 及びコレット 27 の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、詳細には、バランススプリング 25 と、立ち上り手段 4 と、末端曲線部 23 との間の連続部分は、異なる幾何形状を有することができる。 40

【0044】

同じ理由により、コレット 27 は、一様に、下部、中央部及び / 又は上部 13、9 及び 17 の少なくとも 1 つにわたって特異的な又は異なる寸法及び / 又は幾何形状を有することができる。実際に、コレット 27 が装着されることになる軸部に基づいて、内径は、コレット 27 の高さの全部又は一部を覆う相補的形状を有することができる。同様に、内径及び / 又は外径は、必ずしも円形である必要はなく、例えば楕円形及び / 又は多角形であってよい。

【0045】

また、ディープ反応性イオンエッチングの構造上の精度が極めて高レベルであることにより、バランススプリング 25 の開始半径すなわちコレット 27 の外径が縮小され、このことは、コレット 27 の内径及び外径が小型化できることを意味する点に留意されたい。従って、ヘアスプリング 21 が、現在一般的に製造されているものよりも小さい直径の軸部をキャビティ 18、10 及び 12 を介して有利に受けることができる点は明らかである。

【0046】

好ましくは、上記軸部は、コレット 27 の 1 つの内径 18 及び / 又は 10 及び / 又は 12 に固定することができる。コレットの締め付けは、例えば、シリコンベース材料内に作製されたコレット 27 内にエッチングされた弾性手段によって行うことができる。軸部は、シリコンコレット 27' 又は 27" 内にエッチングされた弾性手段を用いて締め付けることができる。こうした弾性手段は、例えば、欧州特許 E P 1 6 5 5 6 4 2 の図 10 A から図 10 E に開示された形態、或いは欧州特許 E P 1 5 8 4 9 9 4 の図 1、図 3 及び図 5 に開示された形態をとることができ、上記特許は、引用により本明細書に組み込まれる。

【0047】

図 12 に示された第 2 の変形形態において、ヘアスプリング 21' は、コレット 27' に同軸に接続され、その外側コイルが 3 つの層 11、5、7 内にエッチングされ且つ立ち上り手段 4' として機能する矩形プレートを中心に備えた高架デバイス 2 を含む第 1 のバランススプリング 25' と、第 2 のバランススプリング 23' と、第 2 のコレット 27" とを有する。図 12 に示されるように、その結果得られたヘアスプリング 21' は、二重直列ヘアスプリング構造を有する。

【0048】

更に、方法 1 のステップ 103 及びステップ 105 で行われるエッチングは、バランススプリング 25' 及び 23'、立ち上り手段 4' 並びにコレット 27' 及び 27" の幾何形状に関して完全な自由度が許容される。従って、詳細には、バランススプリング 25'、23' と、立ち上り手段 4' との間の連続部分は、異なる幾何形状を有することができる。前述の変形形態と同様に、バランススプリング 25' 及び 23' の各々の内側コイルが、各コイルの同心的展開を改善するために Grossman 曲線を有することができることが想定することができる。

【0049】

同じ理由に基づいて、コレット 27' 及び 27" もまた、特異的な又は異なる寸法及び / 又は幾何形状を有することができる。実際に、何れのコレット 27' 及び 27" に軸部が装着されることになるかに基づいて、上記コレットの内径は、相補的な形状を有することができる。同様に、コレット 27' 及び 27" の内径及び / 又は外径は、必ずしも円形である必要はなく、例えば楕円形及び / 又は多角形であってよい。

【0050】

ディープ反応性イオンエッチングの構造上の精度が極めて高レベルであることにより、バランススプリング 25' 及び 23' の開始半径すなわちコレット 27' 及び 27" の外径が小さくなり、このことはコレット 27' 及び 27" の内径及び外径を小型化することができることを意味する点に留意されたい。従って、ヘアスプリング 21' が、有利には、現在一般的に製造されているものよりも小さい直径の軸部をキャビティ 18 又は 12 を介して受けることができる点は明らかである。

【0051】

好ましくは、上記軸部は、コレット 27'、27" の 1 つの内径 18 及び / 又は 12 に固定することができる。その結果、他のコレットは、スプリング付きテンパー又はテンパ上のいずれかに装着することができる。軸部は、シリコンコレット 27' 又は 27" 内にエッチングされた弾性手段を用いて締結することができる。こうした弾性手段は、例えば、欧州特許 E P 1 6 5 5 6 4 2 の図 10 A から図 10 E に開示された形態、或いは欧州特許 E P 1 5 8 4 9 9 4 の図 1、図 3 及び図 5 に開示された形態をとることができ、上記特許は引用により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 5 2 】

第2の実施形態Bによれば、ステップ103又はステップ104の後、方法1は、LIGAプロセス(ドイツ語の「*roentgen Lithographie, Galvanoformung & Abformung*」から)を実装することからなる、図6に示された第6のステップ107を含む。このプロセスは、光構造化樹脂を用いて基材3の下層7上の金属を特定の形状に電気メッキする一連のステップを含む。LIGAプロセスは公知であるので、本明細書ではこれ以上詳細には説明しない。好ましくは、堆積される金属は、例えば、金又はニッケル或いはこれらの金属の合金とすることができる。

【 0 0 5 3 】

図6に示す実施例において、ステップ107は、シリンダ29を堆積する段階からなることができる。図6に示す実施例において、シリンダ29は、有利にはここで駆動される軸部を受けるためのものである。実際、シリコンの1つの欠点は、弾性及び塑性域がほとんどないので、極めて脆性になることである。従って、本発明は、軸部例えば天真をコレット27、27'又は27"のシリコンに対してではなく、ステップ107の間に電気メッキされた金属シリンダ29の内径28に締結することを提案している。

【 0 0 5 4 】

有利には、方法1によれば、電気メッキによって得られるシリンダ29により、その幾何形状に関して完全な自由度をもたせることができる。従って、詳細には、内径28は、必ずしも円形である必要はなく、例えば多角形状であり、一致する形状の軸部と共に回転して応力の伝達を改善することができる。

【 0 0 5 5 】

図5に示すステップ105と類似した第7のステップ108において、キャビティが、例えばDRIE法によってシリコンベース材料の下層7内に選択的にエッチングされる。これらのキャビティにより、2つの変形形態の1つによる第1の実施形態Aのパターン13、15及び22と同様のパターンが形成可能になる。

【 0 0 5 6 】

このように、上記で説明された最終ステップ106の後、第2の実施形態Bは、金属部分29を付加して、実施形態Aと同じ利点を有するシリコンベース材料から形成された上段末端曲線部を有する一体構造型ヘアスプリングを提供する。従って、ヘアスプリング21又は21'の製造の間に各部分が固定要素上に直接形成されるので、部品の形成に関してはどのような問題ももはや存在しないことは明らかである。最終的に、有利なことには、軸部は金属部分29の内径28に接して駆動することができる。従って、軸部がコレット27、27'又は27"と押込嵌め接触になるのを防ぐために、好ましくは、金属部分29の内径28よりも大きな断面寸法を含む当該変形形態によるキャビティ12及び/又は10及び/又は18を想起することができる。

【 0 0 5 7 】

第3の実施形態Cによれば、ステップ103又はステップ104の後、方法1は、図7に示す第6のステップ109を含み、該ステップは、例えばDRIEプロセスにより、シリコンベース材料の下層7内に限定された深さまでキャビティ30を選択的エッチングすることからなる。キャビティ30は、金属部分用の収容部として使用されることになる陥凹部を形成する。図7に示す実施例のように、得られるキャビティ30は、ディスクの形態をとることができる。しかしながら、方法1に従って有利なことには、下層7のエッチングにより、キャビティ30の幾何形状に関して完全な自由度をもたせることができる。

【 0 0 5 8 】

第7のステップ110では、図7に示すように、方法1は、特定の金属形状に従ってキャビティ30を充填するガルバニック成長又はLIGAプロセスの実施を含む。好ましくは、堆積される金属は、例えば、金又はニッケル或いはこれらの金属の合金とすることができる。

【 0 0 5 9 】

図8に示す実施例において、ステップ110は、キャビティ30内にシリンダ31を堆

10

20

30

40

50

積することからなることができる。シリンダ 3 1 は、有利にはここで駆動される軸部を受けるためのものである。実際、上記で説明されたように、本発明の 1 つの有利な特徴は、軸部例えば天真をコレット 2 7、2 7' 又は 2 7" のシリコンベース材料に対してではなく、ステップ 1 0 7 の間に電気メッキされた金属シリンダ 3 1 の内径 3 2 に締結することからなる。

【0060】

方法 1 に従って有利なことには、電気メッキによって得られるシリンダ 3 1 により、その幾何形状に関して完全な自由度をもたせることができる。従って、詳細には、内径 3 2 は、必ずしも円形である必要はなく、例えば多角形状であり、一致する形状の軸部と共に回転して応力の伝達を改善することができる。

10

【0061】

好ましくは、方法 1 は、上記堆積部を平坦にするためにステップ 1 1 0 の間に作製された金属堆積部 3 1 を研磨することからなる、第 8 のステップ 1 1 1 を含む。

【0062】

図 5 に示したステップ 1 0 5 と類似した第 9 のステップ 1 1 2 において、キャビティが、例えば D R I E プロセスによってシリコンベース材料の下層 7 内に選択的にエッチングされる。これらのキャビティにより、2 つの変形形態の 1 つによる第 1 の実施形態 A のパターン 1 3、1 5 及び 2 2 に類似したパターンを形成する。

【0063】

上記で説明された最終ステップ 1 0 6 の後、第 3 の実施形態 C は、金属部分 3 1 を付加して、実施形態 A と同じ利点を有するシリコンベース材料から形成された上段末端曲線部を有する一体構造型ヘアスプリングを提供する。従って、ヘアスプリング 2 1 又は 2 1' の製造の間に各部分が固定要素上に直接形成されるので、どのような製造上の問題ももはや存在しないことは明らかである。最終的に、有利なことには、軸部は金属部分の内径 3 2 に接して駆動することができる。従って、軸部がコレット 2 7、2 7' 又は 2 7" と押込嵌め接触になるのを防ぐために、金属部分 3 1 の内径 3 2 よりも大きい断面寸法を含む当該変形形態によるキャビティ 1 2 及び / 又は 1 0 及び / 又は 1 8 を想起することができるのが好ましい。

20

【0064】

3 つの実施形態 A、B 及び C によれば、最終のヘアスプリング 2 1 又は 2 1' が構造化前に、すなわちエッチングされ及び / 又は電気メッキによって改変される前にこのように組み付けられることを理解されたい。これにより、有利には、現在の製造方法によって生じる分散が最小化され、その結果、これに依存する調速部材の精度が改善される。

30

【0065】

有利には、本発明によれば、上段末端曲線部を有する複数のヘアスプリング 2 1 又は 2 1' を同じ基材 3 上で作製可能であることも明らかであり、これにより大量生産が可能になる。

【0066】

更に、金属堆積部 2 9 及び / 又は 3 1 と同じタイプ或いは追加層 1 1 及び / 又は上層 5 からのみ駆動挿入体を作製することが可能である。

40

【0067】

方法 1 は、ステップ 1 0 5、ステップ 1 0 8 又はステップ 1 1 2 の後に、パターン 1 5 すなわちヘアスプリング 2 1 又は 2 1' の末端曲線部 2 3 又はバランススプリング 2 3' を機械的耐性を高め、その熱弾性係数を調整するように酸化することからなる、ステップ 1 0 4 と同じタイプのステップを含むことができる。ステップ 1 1 1 のタイプの研磨ステップもまたステップ 1 0 7 とステップ 1 0 8 との間に実施してもよい。

【0068】

本発明に従って有利なことには、実施形態 A、B 又は C の何れを使用しても、方法 1 は、追加層 1 1 内にバランススプリング 2 5、2 5' 及びコレット 2 7、2 7' をエッチングすることからなるステップ 1 0 3 を、下層 7 内に末端曲線部 2 3 又はバランススプリング

50

２３'及びコレット２７'をエッチングすることからなるステップ１０５、１０８又は１１２と逆にすることができる。このことは、末端曲線部２３又はバランススプリング２３'及びコレット２７'を追加層１１に最初にエッチングし、次いでバランススプリング２５、２５'及びコレット２７、２７'を下層７内にエッチングできることを意味する。このような場合には、末端曲線部２３は、例えばバランススプリング２５が酸化される前のステップ１０４において酸化することができる。

【００６９】

また、等時性の問題を防ぐために、導電層をヘアスプリング２１又は２１'の少なくとも一部の上に堆積することもできる。この層は、欧州特許ＥＰ１８３７７２２で開示されたタイプのものとすることができ、該特許は引用により本明細書に組み込まれる。

10

【００７０】

コレット２７の高さは、図示の第１の変形形態の図１０及び図１１におけるよりも限定される可能性があり、すなわち例えば、層５及び１１に限定される可能性がある。立ち上り手段４は、曲線矩形プレートと異なる形態をとることもできる。

【００７１】

最後に、製造の間にヘアスプリング２１を基材３に保持するために、少なくとも第２の材料ブリッジを設けることができ、これは、パターン１９の外側曲線部と非エッチングの層１１の残りの部分との間に行うことができる。

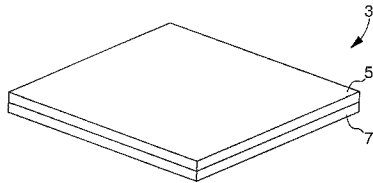
【符号の説明】

【００７２】

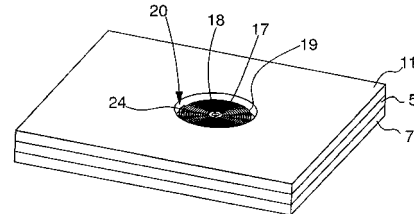
20

２ 高架デバイス； ４ 立ち上り手段； ２１ 一体構造型ヘアスプリング；
２３ 末端曲線部； ２５ バランススプリング； ２７ コレット。

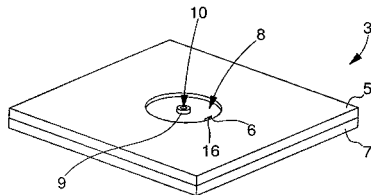
【図１】



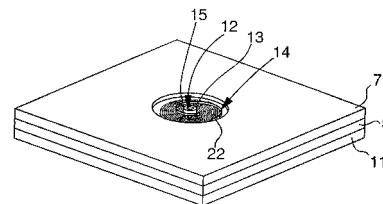
【図４】



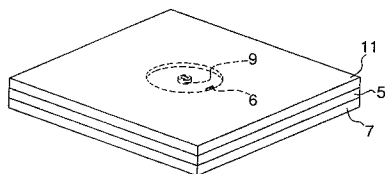
【図２】



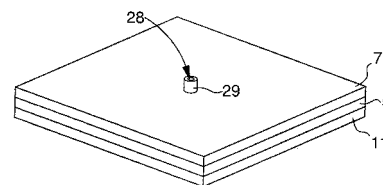
【図５】



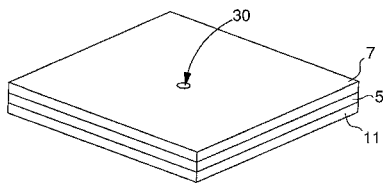
【図３】



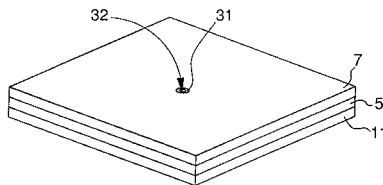
【図６】



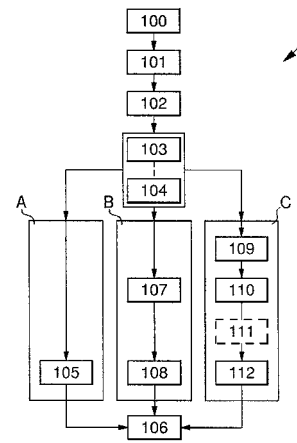
【図 7】



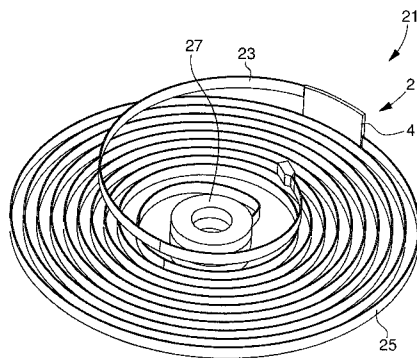
【図 8】



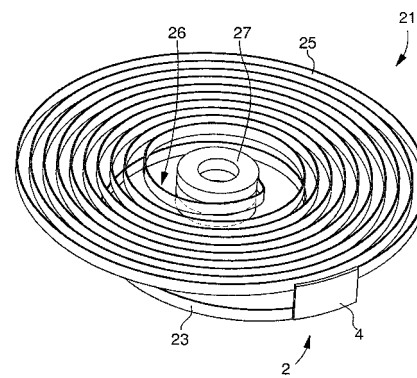
【図 9】



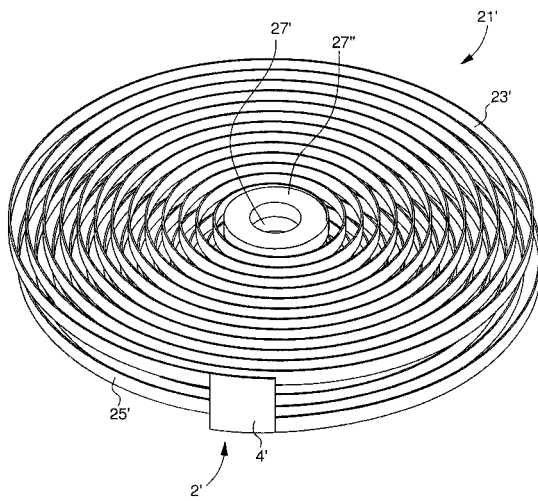
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 ティエリー・コーヌス
スイス国・２５４３ ラングナウ・レブヴェーク・１２
- (72)発明者 ジャン・フィリップ・ティーボー
スイス国・１５８８ クードレフィン・ス レ テンプル・７
- (72)発明者 ジャン・バーナード・ピータース
スイス国・２３００ ラ ショー・ドウ・フォン・リュヌマ・ドロー・１３５
- (72)発明者 ピエール・クージン
スイス国・１４２３ ヴィラルール・ブルキン・シイエイチ ド ポエティ・(番地無し)

審査官 松浦 久夫

- (56)参考文献 スイス国特許出願公開第００６９５３９５(ＣＨ，Ａ３)
仏国特許出願公開第０２３１５７１４(ＦＲ，Ａ１)
特開２００７－２５６２９０(ＪＰ，Ａ)
欧州特許出願公開第００７３２６３５(ＥＰ，Ａ１)
欧州特許出願公開第０１６０５３２３(ＥＰ，Ａ１)

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G 0 4 B 1 7 / 0 6
G 0 4 B 1 7 / 3 4