

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6560792号
(P6560792)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

(51) Int.Cl. F I
GO4B 17/06 (2006.01) GO4B 17/06 Z
F16F 1/06 (2006.01) F16F 1/06 A

請求項の数 21 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-114347 (P2018-114347)	(73) 特許権者	599040492
(22) 出願日	平成30年6月15日 (2018.6.15)		ニヴァロックスーファール ソシエテ アノ ニム
(65) 公開番号	特開2019-7955 (P2019-7955A)		スイス国、2400 ル ロクル、アベニ ユ デュ コレージュ 10
(43) 公開日	平成31年1月17日 (2019.1.17)	(74) 代理人	100098394
審査請求日	平成30年6月15日 (2018.6.15)		弁理士 山川 茂樹
(31) 優先権主張番号	17177906.9	(74) 代理人	100064621
(32) 優先日	平成29年6月26日 (2017.6.26)		弁理士 山川 政樹
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	クリスチャン・シャルボン
(31) 優先権主張番号	01593/17		スイス国・2054・シェザールーサンー マルタン・リュ デ ゼセル・36アー
(32) 優先日	平成29年12月21日 (2017.12.21)		審査官 榮永 雅夫
(33) 優先権主張国・地域又は機関	スイス (CH)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計時器用の渦巻き状のばね

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二相構造を有する渦巻き状のばねであって、
 当該渦巻き状のばねの材料は、ニオブとチタンを含有する二元合金であり、
 100%までの残りのニオブと、
 全体の40.0~60.0重量%のチタンと、及び
 O、H、C、Fe、Ta、N、Ni、Si、Cu、Alのうちの他の微量の構成要素と
 を含有し、
 前記微量の構成要素のそれぞれは、重量比で全体の0~1600ppmであり、
 前記微量の構成要素の合計は、0.3重量%以下であり、
 当該渦巻き状のばねは、相のチタンとニオブの固溶体と、相のチタンとニオブの
 固溶体とによって構成する二相の微細構造を有し、
 相のチタン含有量は、体積比で10%よりも大きい
 ことを特徴とする渦巻き状のばね。

【請求項 2】

前記合金は、全体の45.0重量~48.0重量%の割合のチタンを含有する
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 3】

チタンとニオブの割合の合計は、全体の99.7重量%以上である
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 4】

チタンの割合は、全体の 46.5 重量%以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 5】

チタンの割合は、全体の 47.5 重量%以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 6】

メインばねであることを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 7】

バランスばねであることを特徴とする請求項 1 に記載の渦巻き状のばね。

【請求項 8】

計時器用の渦巻き状のばねを製造する方法であって、

ニオブとチタンとの二元合金からブランクを作るステップであって、当該合金が、100%までの残りの含有量のニオブと、全体の 45.0 ~ 48.0 重量%の割合のチタンと、O、H、C、Fe、Ta、N、Ni、Si、Cu、Al のうちの他の微量の構成要素とを含有し、前記微量の構成要素のそれぞれの含有量が、重量比で全体の 0 ~ 1600 ppm であり、前記微量の構成要素の合計が、0.3 重量%以下である、ステップと、

当該合金の全体構造が となるように所与の直径まで行う前置 クエンチ処理と、及びその後の、二相の微細構造を得るまで、変形と熱処理を交互に行う変形 / 析出熱処理のシーケンスの対の連続とを含む処理サイクルを行うステップであって、前記二相の微細構造が、相のチタンとニオブの固溶体と、 相のチタンとニオブの固溶体と によって構成しており、前記 相のチタンの含有量が体積比で 10% 以上であり、弾性限界が 1000 MPa 以上であり、弾性係数が 60 GPa よりも大きく 80 GPa 以下である、ステップと、

丸い断面のワイヤーを得るようにワイヤ引き延ばしを行い、カレンダー加工のローラープレス又はワインダーアーパーのエントリー断面に、又はリング内への挿入のオペレーションに適合する矩形プロファイル成形前圧延を行うステップと、及び

最初の巻きの前のメインばねを形成するようにト音記号の形のコイルを形成し、又はバランスばねを形成するように巻き、又はリング内への挿入を行ってメインばねを形成する熱処理を行うステップと

をこの順で行うことを特徴とする方法。

【請求項 9】

前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対の最後の変形段階は、平坦な成形前圧延の形態で行われ、

前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対の最後の熱処理は、カレンダー加工された又はリング内に挿入された又は巻かれたばねに対して行われる

ことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記合金に対して、二相の微細構造を得るまで、前記変形と熱処理を交互に行う変形 / 析出熱処理のシーケンスの対を行い、

前記二相の微細構造は、前記二相の微細構造は、相のチタンとニオブの固溶体と、 相のチタンとニオブの固溶体と によって構成しており、

前記 相のチタンの含有量は、体積比で 10% よりも大きく、

弾性限界が 2000 MPa 以上であり、

この処理のサイクルは、合金の構造全体が となるように所与の直径において クエンチを行うこと、そして、その後の、一連の変形 / 析出熱処理のシーケンスの対を含み、

前記変形はそれぞれ、1 ~ 5 である所与の変形レートで行われ、

一連の段階全体にわたっての変形蓄積全体は、1 ~ 14 の合計の変形レートを与え、

10

20

30

40

50

前記熱処理は、毎回前記 相の T i の析出熱処理を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 クエンチは、真空下で温度 700 ~ 1000 で持続時間 5 分 ~ 2 時間の溶体化処理を行い、その後気体冷却を行う処理であることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記 クエンチは、真空下で温度 800 で持続時間が 1 時間である溶体化処理を行い、その後、気体冷却を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

10

【請求項 13】

各前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対は、温度 350 ~ 700 で持続時間 1 ~ 80 時間の析出処理を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 14】

各前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対は、温度 380 ~ 650 で持続時間 1 ~ 10 時間の析出処理を行うことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

各前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対は、温度 450 で持続時間 1 ~ 12 時間の析出処理を行うことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

20

【請求項 16】

前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対を 1 ~ 5 回行うことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 17】

最初の前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対は、断面が少なくとも 30 % 減少する第 1 の変形を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 18】

前記変形 / 析出熱処理のシーケンスの対はそれぞれ、前記第 1 の変形 / 析出熱処理のシーケンスの対とは別に、2 つの析出熱処理の間に、断面を少なくとも 25 % 減少させる 1 回の変形を行うことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

30

【請求項 19】

前記合金のブランクを作った後であって前記ワイヤ引き延ばしの前に、前記ブランクに対して、ニッケル、キュプロニッケル、キュプロマンガン、金、銀、ニッケル - リン (Ni - P)、及びニッケル - ホウ素 (Ni - B) 又は同等の物質から選択された延性物質の表面層を加えて、引き延ばし、ワイヤ引き延ばし及び成形前圧延によって成形を促進し、前記ワイヤ引き延ばし、前記成形前圧延、後のカレンダー加工、プレス、巻き、又はリング内への挿入のオペレーションの後に、エッチングによって前記ワイヤーから前記延性物質の層を取り除くことを特徴とする請求項 8 ~ 18 のいずれかに記載の方法。

40

【請求項 20】

前記ワイヤ引き延ばしの後であって、実際のばねがカレンダー加工、巻き又はリング内への挿入によって作られる前に、前記ワイヤーは、圧延されて平坦にされることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記延性物質の表面層を堆積して、ピッチが一定であり当該ばねの細長材の厚みの倍数ではないばねを形成する

50

ことを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二相構造を有する、計時器用の渦巻き状のばね、特に、メインばねやバランスばね、に関する。

【0002】

また、本発明は、計時器用の渦巻き状のばねを製造する方法に関する。

【0003】

本発明は、計時器用ばね、特に、メインばね、モーターばね、打撃機構用ばねのようなエネルギー貯蔵ばね、又はバランスばねのような発振器ばね、を製造する分野に関する。

10

【背景技術】

【0004】

計時器用のエネルギー貯蔵ばねの製造は、以下のような一見したところでは同時に満たすことができないように思われることが多い制約を受けることとなる。

- 非常に高い弾性限界を得る必要性
- 低い弾性係数を得る必要性
- 特にワイヤ引き延ばしについての、製造の容易さ
- 優れた耐疲労性
- 耐久性
- 断面が小さいこと
- 局所的に弱い箇所があり製造が難しいコアフックとスリップばねの両端の構成

20

【0005】

バランスばねの生産においては、規則的なクロノメーターのパフォーマンスを確実にするために、温度補償に対する懸念について注目されている。このためには、熱弾性係数が 0 に近いことが必要である。

【0006】

したがって、前記事項の少なくとも 1 つ、特に、用いられる合金の機械的強度、について何らかの改善がなされれば大きく前進することを意味する。

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、特定の材料の選択に基づいて新しいタイプの計時器用の渦巻き状のばね、そして、その適切な製造方法を開発することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

このために、本発明は、請求項 1 に記載の二相構造を有する計時器用の渦巻き状のばねに関する。

【0009】

本発明は、さらに、このような計時器用の渦巻き状のばねを製造するための請求項 9 に記載の方法に関する。

40

【0010】

添付の図面を参照しながら下記の詳細な説明を読むことで、本発明の他の特徴及び利点を理解することができるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】初めて巻かれる前の、本発明に係る渦巻き状のばねであるメインばねの概略平面図である。

【図 2】本発明に係る渦巻き状のばねであるバランスばねの概略図である。

【図 3】本発明に係る方法のメインオペレーションのシーケンスを示している。

50

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明は、二相構造を有する計時器用の渦巻き状のばねに関する。

【0013】

本発明によると、この渦巻き状のばねの材料は、ニオブとチタンを含有する二元合金である。

【0014】

好ましい変種の実施形態において、この合金は、

- 100%までの残りの割合のニオブと、
 - 全体の40.0~60.0重量%の割合のチタンと、
 - O、H、C、Fe、Ta、N、Ni、Si、Cu、Alのうちの他の微量の構成要素と
- を含有する。前記微量の構成要素のそれぞれは、重量比で全体の0~1600ppmであり、これらの微量の構成要素の合計は、0.3重量%以下である。

10

【0015】

特に、この合金は、全体の45.0~48.0重量%の割合のチタンを含有する。

【0016】

好ましいことに、この渦巻き状のばねは、相の体心立方構造のニオブと相の六方最密構造のチタンとによって構成する二相の微細構造を有する。特に、この渦巻き状のばねは、相のチタン(体心立方構造)を含有するニオブの固溶体と相のチタン(六方最密構造)を含有するニオブの固溶体とによって構成する二相構造を有し、前記相のチタンの含有量は、体積比で10%よりも大きい。

20

【0017】

ばねを作るために適したこの種の構造を得るためには、相の一部を熱処理によって析出させる必要がある。

【0018】

チタン含有量が多いほど、熱処理によって析出させることができる相の最大割合が高くなる。このことは、チタン割合を高くする動機となり得る。しかし、反対に、チタン含有量が高いほど、粒界の交差箇所において相のみの析出を得ることが難しくなる。ウィドマンステッテン構造を有する粒内の相又は粒内の相の析出が出現すると、材料の変形が困難ないし不可能になり、渦巻き状のばねの製造に適さないようになる。したがって、当該合金に過大な量のチタンを入れるべきではない。本発明を開発することによって、妥協点を見つけることが可能になり、最適な構成は、これらの2つの特性の間であって、チタンの割合が47%に近い。

30

【0019】

このように、特に、チタンの割合は、全体の46.5重量%以上である。

【0020】

特に、チタンの割合は、全体の47.5重量%以下である。

【0021】

代替構成において、チタンの割合は、全体の100%までの残りであり、ニオブの割合は、全体の51.7~55.0重量%である。

40

【0022】

別の変種の組成において、チタンの割合は、全体の46.0~50.0重量%である。

【0023】

さらに、別の変種の組成において、チタンの割合は、全体の53.5~56.5重量%であり、ニオブの割合は、全体の43.5~46.5重量%である。

【0024】

特に、各変種において、チタンとニオブの割合の合計は、全体の99.7~100重量%である。

【0025】

50

特に、酸素の割合は、全体の0.10%以下、特に、全体の0.085重量%以下である。

【0026】

特に、タンタルの割合は、全体の0.10重量%以下である。

【0027】

特に、炭素の割合は、全体の0.04重量%以下であり、特に、全体の0.020重量%以下であり、特に、全体の0.0175重量%以下である。

【0028】

特に、鉄の割合は、全体の0.03重量%以下であり、特に、全体の0.025重量%以下であり、特に、全体の0.020重量%以下である。

10

【0029】

特に、窒素の割合は、全体の0.02重量%以下であり、特に、全体の0.015重量%以下であり、特に、全体の0.0075重量%以下である。

【0030】

特に、水素の割合は、全体の0.01重量%以下であり、特に、全体の0.0035重量%以下であり、特に、全体の0.0005重量%以下である。

【0031】

特に、ニッケルの割合は、全体の0.01重量%以下である。

【0032】

特に、ケイ素の割合は、全体の0.01重量%以下である。

20

【0033】

特に、ニッケルの割合は、全体の0.01重量%以下であり、特に、全体の0.16重量%以下である。

【0034】

特に、延性物質ないし銅の割合は、全体の0.01重量%以下であり、特に、全体の0.005重量%以下である。

【0035】

特に、アルミニウムの割合は、全体の0.01重量%以下である。

【0036】

この渦巻き状のばねは、弾性限界が1000MPa以上である。

30

【0037】

特に、渦巻き状のばねは、弾性限界が1500MPa以上である。

【0038】

特に、渦巻き状のばねは、弾性限界が2000MPa以上である。

【0039】

好ましいことに、この渦巻き状のばねは、60GPaよりも大きく80GPa以下の弾性係数を有する。

【0040】

製造時に施される処理に依存して、このようにして決定される合金によって、弾性限界が1000MPa以上であるバランスばねである渦巻き状のばね、又は特に弾性限界が1500MPa以上であるときにメインばね、の生産が可能になる。

40

【0041】

バランスばねの用途には、このようなバランスばねを組み入れる腕時計の使用の間に、温度変化にもかかわらず、クロノメーター性能が維持されることを確実にすることができる特性が必要となる。したがって、英語からTECと呼ばれる合金の熱弾性係数は、非常に重要である。合金の冷間相は、強い正の熱弾性係数を有し、強い負の熱弾性係数を有する相の析出によって、当該二相合金の熱弾性係数をゼロの近くにすることができ、このことは、特に有利である。CuBe又はニッケルシルバーで作られたバランスによってクロノメーター用の発振器を形成するためには、 $\pm 10 \text{ ppm}$ の熱弾性係数を達成しなければならない。合金の熱弾性係数、及びバランスばねとバランスの膨脹係数をリンク

50

する式は、以下のとおりである。

【 0 0 4 2 】

【 数 1 】

$$CT = \frac{dM}{dT} = \left(\frac{1}{2E} \frac{dE}{dT} - \beta + \frac{3}{2} \alpha \right) \times 86400 \frac{s}{j^{\circ}C}$$

【 0 0 4 3 】

変数 M 及び T はそれぞれ、割合と温度である。E は、バランスばねのヤング率であり、この式において、E、 β 及び α は、 $^{-1}$ で表現される。

10

CT は、発振器の温度係数（通常、英語から TC）であり、 $(1/E \cdot dE/dT)$ は、バランスばね合金の熱弾性係数であり、 β は、バランスの膨脹係数であり、 α は、バランスばねの膨張係数である。

【 0 0 4 4 】

また、本発明は、計時器用の渦巻き状のばねを製造する方法に関し、下記ステップが順に実行される。

【 0 0 4 5 】

- (10) は、ニオブとチタンを含有する合金からブランクを作るステップである。当該合金は、ニオブとチタンを含有する二元合金であり、

20

100% までの残りの含有量のニオブと、

全体の 45.0 ~ 48.0 重量% の含有量のチタンと、

O、H、C、Fe、Ta、N、Ni、Si、Cu、Al から選択される他の微量の構成要素と

を含有し、これらの微量の構成要素の含有量はそれぞれ、全体の 0 ~ 1600 ppm であり、これらの微量の構成要素の含有量の合計は、0.3 重量% 以下である。

【 0 0 4 6 】

- (20) は、二相の微細構造が得られるまで、変形と熱処理を交互に行う変形 / 析出の熱処理シーケンスの対を当該合金に対して行うステップである。前記二相の微細構造は、

30

相のチタンを含有するニオブの固溶体と、及び 相のチタンを含有するニオブの固溶体とを含み、前記 相のチタンの含有量は、体積比で 10% よりも大きく、弾性限界が 1000 MPa 以上であり、弾性係数が 60 GPa よりも大きく 80 GPa 以下である。

【 0 0 4 7 】

- (30) は、丸い断面のワイヤーを得るようにワイヤ引き延ばしを行い、ローラプレス又はワインダーアーバーのエントリー断面に適合する矩形プロファイルの成形前圧延を行い、さらに、メインばねの場合には、巻き上げられてリングに挿入されて、さらなる処理オペレーションを行う、ステップである。

【 0 0 4 8 】

- (40) は、最初の巻きの前のメインばねを形成するようにト音記号の形にコイルを形成し、又はバランスばねを形成するように巻き、又はメインばねを形成するようにリング内に挿入し熱処理をするステップである。

40

【 0 0 4 9 】

特に、この合金に対して、二相の微細構造を得るまで、変形 (21) と熱処理 (22) を交互に行うことによって構成する変形 / 析出熱処理のシーケンスの対 (20) を行う。この二相の微細構造は、相のチタンを含有するニオブの固溶体と、及び 相のチタンを含有するニオブの固溶体とによって構成し、相のチタン含有量は、体積比で 10% 以下であり、弾性限界は、2000 MPa 以上である。特に、この場合の処理サイクルは、当該合金の構造全体が α となるように所与の直径において前置 β クエンチする処理 (15) を含み、そして、変形 / 析出熱処理のシーケンスの対の連続が続く。

【 0 0 5 0 】

50

これらの変形 / 析出熱処理のシーケンスの対において、変形はそれぞれ、所与の変形レートが 1 ~ 5 であるように行われる。この変形レートは、伝統的な式 $2 \ln(d_0 / d)$ に答えるものである。ここで、 d_0 は、最後のクエンチの直径であり、 d は、冷間加工されたワイヤーの直径である。相の連続全体にわたっての変形の蓄積全体によって、合計の変形レートが 1 ~ 1.4 となる。変形 / 析出熱処理のシーケンスのすべての対は、毎回、相の T_i の析出熱処理 (300 ~ 700 、 1 h ~ 30 h) を含む。

【 0 0 5 1 】

クエンチを含む当該方法のこの変種は、メインばねの製造に特に適している。特に、このクエンチは、真空下で、温度 700 ~ 1000 、持続時間 5 分 ~ 2 時間であり、気体冷却が続くような溶体化処理である。

10

【 0 0 5 2 】

また、特に、クエンチは、真空下で 800 で 1 時間行われ、気体冷却が続くような溶体化処理である。

【 0 0 5 3 】

変形 / 析出熱処理のシーケンスの対に戻るためには、特に、変形 / 析出熱処理のシーケンスの対はそれぞれ、350 ~ 700 の温度で 1 時間 ~ 80 時間の持続時間の析出熱処理を含む。特に、380 ~ 650 の温度で持続時間は 1 ~ 10 時間である。また、特に、380 の温度で持続時間は 1 ~ 12 時間である。好ましくは、長い熱処理が施される。例えば、温度 350 ~ 500 で持続時間が 1.5 ~ 7.5 時間で熱処理が行われる。例えば、熱処理は、350 で 75 ~ 400 時間、400 で 2.5 時間、又は 480 で 1.8 時間として行われる。

20

【 0 0 5 4 】

特に、当該方法は、1 ~ 5 回、好ましくは、3 ~ 5 回、の変形 / 析出熱処理のシーケンスの対が行う。

【 0 0 5 5 】

特に、最初の第 1 の変形 / 析出熱処理のシーケンスの対は、断面が少なくとも 30 % 減少する第 1 の変形処理を含む。

【 0 0 5 6 】

特に、変形 / 析出熱処理のシーケンスの対はそれぞれ、第 1 の対とは別に、2 つの析出熱処理の間に、断面が少なくとも 25 % 減少する 1 つの変形処理を含む。

30

【 0 0 5 7 】

特に、当該合金のブランクを作った後であってワイヤ引き延ばしの前に、付加的なステップ 25 において、銅、ニッケル、キュプロニッケル、キュプロマンガン、金、銀、ニッケル - リン (Ni - P) 及びニッケル - ホウ素 (Ni - B) 又は同等の物質から選ばれる延性物質の表面層をブランクに加えて、引き延ばし、ワイヤ引き延ばし及び成形前圧延による成形を促進する。ワイヤ引き延ばし、成形前圧延、又はその後のカレンダー加工、プレス、巻きオペレーション、又はリング内への挿入の後、そして、メインばねの場合には熱処理の後に、ステップ 50 で、ワイヤーから延性物質の層を、特に、エッチングによって、取り除く。

【 0 0 5 8 】

実際に、リング内への挿入と熱処理によって、メインばねの製造を行うことができる。ここで、リング内への挿入のオペレーションが、カレンダー加工を置き換えている。また、メインばねは、一般的には、リング内への挿入又はカレンダー加工の後に、熱処理される。

40

【 0 0 5 9 】

また、バランスばねは、一般的には、巻きの後に熱処理される。

【 0 0 6 0 】

特に、最後の変形段階は、平坦な成形前圧延の形態であり、カレンダー加工され、リング内に挿入され、又は巻かれた、ばねに対して最後の熱処理が行われる。特に、ワイヤ引き延ばしの後に、カレンダー加工、巻き、リング内への挿入によって実際のばねが作られ

50

る前に、ワイヤーが圧延されて平坦にされる。

【0061】

変種の1つにおいて、細長材の厚みの倍数でないピッチを有するバランスばねを形成するように、延性物質の表面層が堆積される。別の変種において、ピッチが可変なばねを形成するように延性物質の表面層が堆積される。

【0062】

特定の計時器におけるアプリケーションにおいて、所定の時間に延性物質ないし銅が加えられて、引き延ばし及びワイヤ引き延ばしによるワイヤーの成形を促進し、これによって、ワイヤーにおいて、0.3~1mmの最終的な直径にて10~500 μ mの厚みが残る。特に、エッチングによって、延性物質ないし銅の層が当該ワイヤーから取り除かれ、そして、実際のばねが作られる前に、圧延されて平坦にされる。

10

【0063】

延性物質ないし銅の追加は、直流電氣的又は機械的なプロセスであることができる。この場合、当該延性物質ないし銅は、粗い直径を有するニオブ-チタン合金の棒体に嵌まる延性物質ないし銅のスリーブないしチューブであり、そして、複合棒体を変形するステップの間に細くされる。

【0064】

この延性物質ないし銅の層を取り除くことができる。これは、特に、シアニド又は酸ベースの溶液、例えば、硝酸、によってエッチングすることによって行う。

【0065】

このようにして、本発明によって、典型的には、チタンの47重量% (46~50重量%) によって、ニオブ-チタン合金によって作られた渦巻き状のメインばねを作ることができる。変形及び熱処理ステップの適切な組み合わせによって、相のチタンを含有するニオブの固溶体と相のチタンを含有するニオブの固溶体を含有し、相のチタンの含有量が体積比で10%よりも大きいような、非常に薄い層状の二相の微細構造 (特に、ナノサイズの微細構造) を得ることができる。この合金は、1000MPaよりも大きく、又は1500MPaよりも大きく、又は2000MPaよりも大きいような非常に高い弾性限界と、60~80GPaのオーダーの非常に低い弾性係数とを組み合わせている。この特性の組み合わせは、メインばね又はバランスばねに非常に適している。このニオブ-チタン合金は、延性物質ないし銅で容易に被覆することができる。このことによって、ワイヤ引き延ばしによる変形が大きく促進される。

20

30

【0066】

このような合金は知られており、磁気共鳴画像デバイスや粒子加速器などで用いられる超伝導体の製造に用いられるが、計時器においては用いられていない。当該合金の薄く二相の微細構造は、物理的な理由によって超伝導体の場合に望ましく、当該合金の機械的性質を改善するという歓迎されるべき二次的な結果を発生させる。

【0067】

NbTi47タイプの合金は、メインばねを作るため、また、バランスばねを作るために、特に適している。

【0068】

また、本発明を実装するための上記のタイプのニオブとチタンを含有する二元合金は、渦巻き状のワイヤとしても用いることができる。これは、エリンパーの効果と類似する効果があり、腕時計の通常の動作温度範囲内において実質的にゼロの熱弾性係数を有し、温度補償バランスばね、特に、チタンの割合が40重量%、50重量%又は65重量%のニオブ-チタン合金、の製造に適している。

40

【0069】

本発明に係る組成の選択は、超伝導のアプリケーションのために必要であり、チタン含有量のために有利である。これによって、以下の課題を回避することができる。

- 合金が過大な量のチタンを含有する場合にマルテンサイト相が現われて成形の障害に遭遇すること。

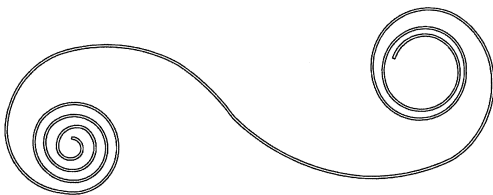
50

- 過小な量のチタンを含有する場合に析出熱処理の間に 相が少なくなること。

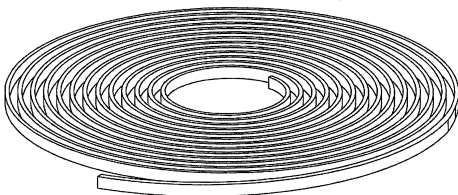
【0070】

バランスばね手段の成形前のあらかじめ引き延ばされたワイヤーを成形することは、合金におけるチタンの含有量を大きくすることを回避することができることを意味し、温度補償を達成することによって、合金におけるチタンの含有量を小さくすることを回避することができることを意味している。

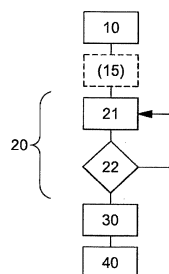
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-140674(JP, A)
英国特許出願公告第1166701(GB, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G04B 1/00 - 49/04

F16F 1/06 - 54

C22C 14/00

C22C 27/02