

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年4月21日(21.04.2022)



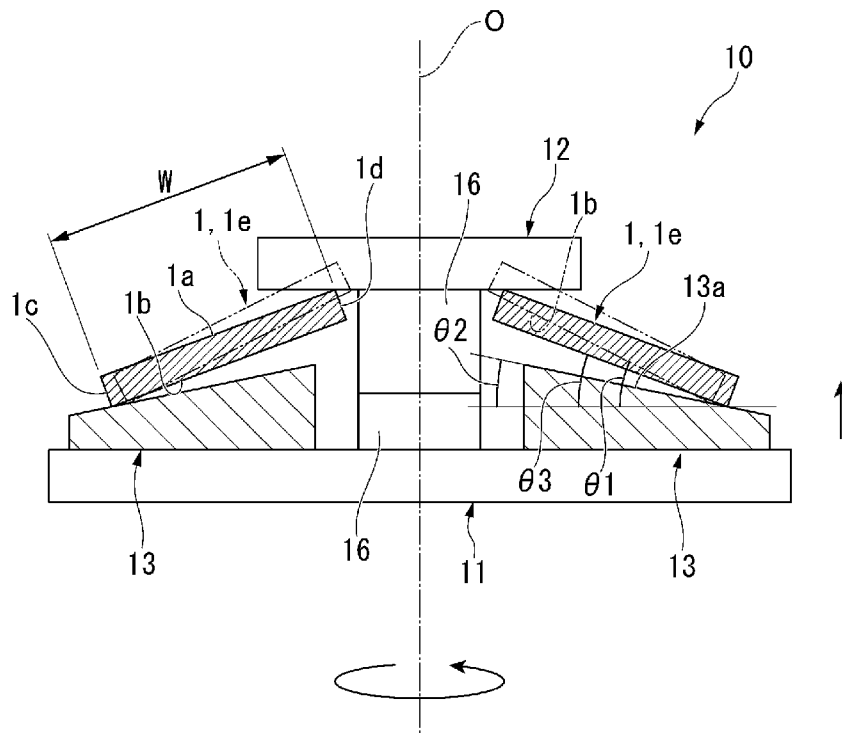
(10) 国際公開番号

WO 2022/080427 A1

- (51) 国際特許分類:
F16F 1/02 (2006.01) *F16F 1/32* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/037943
- (22) 国際出願日: 2021年10月13日(13.10.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-173168 2020年10月14日(14.10.2020) JP
- (71) 出願人: 日本発條株式会社(NHK SPRING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目10番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山田 佳男 (YAMADA Yoshio); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 酒井 秀彰 (SAKAI Hideaki); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 高橋 秀志 (TAKAHASHI Shuji); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: DISC SPRING MANUFACTURING METHOD, AND DISC SPRING

(54) 発明の名称: 皿ばねの製造方法、および皿ばね



(57) Abstract: This disc spring manufacturing method is a method for manufacturing a disc spring that includes a spring body (1e) which is formed in a ring shape and which comprises: an outer circumferential surface (1a) facing outward in the radial direction; an inner circumferential surface (1b) facing inward in the radial direction; an outer circumferential edge (1c) being an outer end surface in the radial direction; and an inner circumferential edge (1d) being an inner end surface in the radial direction. In a state where a support body (11) is used for supporting at least an outer end portion in



WO 2022/080427 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the radial direction of the inner circumferential surface (1b), and where a compressive force in the axial direction along the center axis line of the spring body is applied to the spring body, the support body and the spring body are made to rotate relatively around the center axis line while being in sliding contact with each other, such that a compressive residual stress is applied to at least the outer end portion in the radial direction of the inner circumferential surface.

- (57) 要約 : この皿ばねの製造方法は、径方向の外側を向く外周面 (1 a) と、径方向の内側を向く内周面 (1 b) と、径方向の外側の端面である外周縁 (1 c) と、径方向の内側の端面である内周縁 (1 d) と、を有して環状に形成されたばね本体 (1 e) を有する皿ばねの製造方法であって、内周面 (1 b) のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する支持体 (1 1) を用いて、ばね本体に、ばね本体の中心軸線に沿う軸方向の圧縮力を付与した状態で、支持体およびばね本体を、互いに摺接させつつ中心軸線回りに相対回転させることで、内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

明 細 書

発明の名称： 皿ばねの製造方法、および皿ばね

技術分野

[0001] 本発明は、皿ばねの製造方法、および皿ばねに関するものである。

本願は、2020年10月14日に、日本に出願された特願2020-173168号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来から、径方向の外側を向く外周面と、径方向の内側を向く内周面と、径方向の外側の端面である外周縁と、径方向の内側の端面である内周縁と、有して環状に形成されたばね本体を有する皿ばねの製造方法として、例えば下記特許文献1に示される方法が知られている。特許文献1に示される方法では、回転可能に支持されたボールを、ばね本体の内周面に対して押付けた状態で回転させつつ移動させることで、ばね本体に圧縮残留応力を付与する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第5209904号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の皿ばねの製造方法では、ばね本体に付与される圧縮残留応力が、内周面と外周面との間の所定の深さ位置で最大となり、使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面では最大にならず、皿ばねの耐久性を向上させることが困難である可能性がある。

[0005] この発明は、このような事情を考慮してなされたもので、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばねを得ることができる皿ばねの製造方法、および皿ばねを提供することを目的とする

。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様の皿ばねの製造方法は、径方向の外側を向く外周面と、径方向の内側を向く内周面と、径方向の外側の端面である外周縁と、径方向の内側の端面である内周縁と、を有して環状に形成されたばね本体を有する皿ばねの製造方法であって、前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する支持体を用いて、前記ばね本体に、前記ばね本体の中心軸線に沿う軸方向の圧縮力を付与した状態で、前記支持体および前記ばね本体を、互いに摺接させつつ前記中心軸線回りに相対回転させることで、前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

[0007] 上記態様によれば、ばね本体の内周面のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する支持体を用いて、ばね本体に前記軸方向の圧縮力を付与した状態で、支持体およびばね本体を、互いに摺接させつつ前記中心軸線回りに相対回転させることで、ばね本体の内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

したがって、ばね本体の径方向の外端部における前記中心軸線回りに沿う周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばねを確実に得ることができる。

[0008] 前記ばね本体に、前記支持体を用いて前記軸方向の圧縮力を付与する際、前記ばね本体を前記軸方向に弾性変形させてもよい。

[0009] この場合、ばね本体に、支持体を用いて前記軸方向の圧縮力を付与する際、ばね本体を前記軸方向に弾性変形させて、ばね本体の内周面のうちの少なくとも径方向の外端部を引張する。これにより、ばね本体の内周面における径方向の外端部に、高い圧縮残留応力を確実に付与することができる。

[0010] 前記支持体は、周方向に間隔をあけて設けられた複数の押付突起を備え、前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部は、複数の前記押付突起に支持されてもよい。

- [0011] この場合、ばね本体の内周面のうち、少なくとも径方向の外端部が、周方向に間隔をあけて設けられた複数の押付突起に支持されている。これにより、支持体からばね本体の内周面に加えられる接触圧力を高めることが可能になり、ばね本体の内周面における径方向の外端部に、高い圧縮残留応力を確実に付与することができる。
- [0012] 前記軸方向に沿い、かつ前記中心軸線を通る縦断面視において、前記軸方向で互いに対向する前記内周面、および前記押付突起の押付面はそれぞれ、前記中心軸線に直交する水平面に対して同じ向きに傾斜してもよい。
- [0013] この場合、前記縦断面視において、前記軸方向で互いに対向するばね本体の内周面、および押付突起の押付面がそれぞれ、水平面に対して同じ向きに傾斜している。これにより、ばね本体の内周面に圧縮残留応力を付与するときに、ばね本体において内周面と外周縁とを接続する角部分から押付面に過度に大きな負荷が加えられるのを抑制することができるとともに、圧縮残留応力をばね本体の内周面に径方向の幅を持たせて容易に付与することができる。
- [0014] 前記内周面のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位置する部分と、前記押付面と、の間に、前記軸方向の隙間を設けた状態で、前記ばね本体に前記軸方向の圧縮力を付与する。
- [0015] この場合、ばね本体の内周面のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位置する部分と、押付面と、の間に、前記軸方向の隙間を設けた状態で、ばね本体に前記軸方向の圧縮力を付与する。これにより、支持体およびばね本体を、互いに摺接させつつ前記中心軸線回りに相対回転させるときに、押付面とばね本体の内周面との間に生ずる摺動抵抗を抑制することができるとともに、圧縮残留応力を、例えばばね本体の内周面における径方向の外端部に局所的に付与することができる。また、ばね本体を前記軸方向に弾性変形させる場合には、ばね本体の前記軸方向の圧縮変形量を調整することが可能になり、ばね本体の内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に付与する圧縮残留応力を容易に調整することができる。

- [0016] 前記押付突起のうち、前記軸方向で前記内周面と対向する押付面は、径方向から見て前記軸方向に突の曲線状を呈してもよい。
- [0017] この場合、押付面が、径方向から見て前記軸方向に突の曲線状を呈する。これにより、ばね本体の内周面に圧縮残留応力を付与するときに、押付面およびばね本体の内周面に加えられる負荷を抑えつつ、押付面からばね本体の内周面に加えられる接触圧力を確実に高めることができる。
- [0018] 複数の前記皿ばねを前記軸方向に直列に設けた状態で、複数の前記皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与してもよい。
- [0019] この場合、複数の皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与する。これにより、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、前記圧縮残留応力が、前述のように付与された複数の皿ばねを効率よく得ることができる。
- [0020] 複数の前記皿ばねを、前記軸方向の同じ向きに向けて同一平面上に複数並べた状態で、複数の前記皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与してもよい。
- [0021] この場合、複数の皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与する。これにより、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、前記圧縮残留応力が、前述のように付与された複数の皿ばねを効率よく得ることができる。
- [0022] 本発明の一態様の皿ばねは、径方向の外側を向く外周面と、径方向の内側を向く内周面と、径方向の外側の端面である外周縁と、径方向の内側の端面である内周縁と、を有して環状に形成されたばね本体を有し、前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に、前記ばね本体の中心軸線回りに沿う周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が付与され、前記圧縮残留応力は、前記内周面において最大となり、前記外周面側に向かうに従い低くなっており、前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さは、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている。
- [0023] 上記態様によれば、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわ

たって、圧縮残留応力が、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与されているので、皿ばねの耐久性を向上させることができる。

ばね本体の内周面において、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる径方向の外端部の表面粗さが、前記圧縮残留応力が付与されている部分より径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている。これにより、皿ばねの使用時に、ばね本体の内周面における径方向の外端部に、例えば傷および表面粗さのばらつき等に起因して応力集中箇所が生ずること、並びに、ばね本体の内周面における径方向の外端部を支持する部材が損傷しやすくなること、をそれぞれ抑制することができる。

[0024] 本発明の別の態様の皿ばねは、径方向の外側を向く外周面と、径方向の内側を向く内周面と、径方向の外側の端面である外周縁と、径方向の内側の端面である内周縁と、を有して環状に形成されたばね本体を有し、前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に、前記ばね本体の中心軸線回りに沿う周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が付与され、前記圧縮残留応力は、前記内周面において最大となり、前記外周面側に向かうに従い低くなっており、前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の硬度は、これより径方向の内側に位置する部分の硬度より高くなっている。

[0025] 上記態様によれば、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与されているので、皿ばねの耐久性を向上させることができる。

ばね本体の内周面において、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる径方向の外端部の硬度が、前記圧縮残留応力が付与されている部分より径方向の内側に位置する部分の硬度より高くなっている。これにより、皿ばねの使用時に、ばね本体の内周面における径方向の外端部に、摩耗が生じたり、例えば傷等に起因して応力集中箇所が生じたりするのを抑制することができる。

[0026] この構成において、前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さは、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなくてもよい。

[0027] この場合、ばね本体の内周面において、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる径方向の外端部の表面粗さが、前記圧縮残留応力が付与されている部分より径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている。これにより、皿ばねの使用時に、ばね本体の内周面における径方向の外端部に、例えば傷および表面粗さのばらつき等に起因して応力集中箇所が生ずること、並びに、ばね本体の内周面における径方向の外端部を支持する部材が損傷しやすくなること、をそれぞれ抑制することができる。

発明の効果

[0028] この発明によれば、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばねを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明に係る第1実施形態として示した皿ばねの製造方法を説明する説明図である。

[図2]実施例および比較例の各皿ばねの圧縮残留応力の厚さ方向の分布を示すグラフである。

[図3]本発明に係る第2実施形態として示した皿ばねの製造方法を説明する説明図である。

[図4A]本発明に係る第2実施形態として示した皿ばねの製造方法を実施するための製造装置の第1支持体の本体部の側面図である。

[図4B]本発明に係る第2実施形態として示した皿ばねの製造方法を実施するための製造装置の第1支持体の押圧部材の平面図である。

[図5A]本発明に係る第2実施形態として示した皿ばねの製造方法を実施するための製造装置の第2支持体の軸部の平面図である。

[図5B]本発明に係る第2実施形態として示した皿ばねの製造方法を実施するための製造装置の第2支持体の平板部の平面図である。

[図6]本発明に係る第3実施形態として示した皿ばねの製造方法を説明する説明図である。

[図7]本発明に係る第4実施形態として示した皿ばねの製造方法を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0030] (第1実施形態)

以下、本発明に係る皿ばねの製造方法、および皿ばねの第1実施形態を、図1を参照しながら説明する。

[0031] 皿ばね1は、金属製の板材が加工されて形成される。皿ばね1のばね本体1eは、中心軸線Oを有する環状に形成されている。

以下、中心軸線Oに沿う方向を軸方向といい、軸方向から見て、中心軸線Oに交差する方向を径方向といい、中心軸線O回りに周回する方向を周方向という。

[0032] ばね本体1eは、外周面1a、内周面1b、外周縁1c、および内周縁1dを有している。

外周面1aは径方向の外側を向き、内周面1bは径方向の内側を向いている。外周面1aおよび内周面1bは、中心軸線Oに対して傾斜している。ばね本体1eは、軸方向に開口した傘形状、若しくはすり鉢形状に形成されている。

外周縁1cは、ばね本体1eにおける径方向の外側の端面とされ、内周縁1dは、ばね本体1eにおける径方向の内側の端面となっている。

なお、皿ばねとして、外周縁1cから径方向の外側に向けて突出した外爪、若しくは内周縁1dから径方向の内側に向けて突出した内爪が設けられた構成を採用してもよい。

[0033] 次に、本実施形態の皿ばねの製造方法を実施するための製造装置10について説明する。

[0034] 製造装置10は、ばね本体1eの内周面1bのうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。製造装置10は、同軸に設けられた第1支持体11および第2支持体12を備えている。第1支持体11および第2支持体12は、円板状に形成されている。第1支持体11および第2支持体12は、ばね本体1eの中心軸線Oと同軸に位置した状態で、ばね本体1eを軸方向の両側から支持する。第1支持体11および第2支持体12は、軸方向に相対的に接近離反可能に設けられている。

[0035] 第1支持体11は、ばね本体1eの内周面1bのうち、少なくとも径方向の外端部を支持し、第2支持体12は、ばね本体1eの外周面1aのうち、少なくとも径方向の内端部を支持する。

[0036] 第1支持体11は、中心軸線O回りに回転可能に設けられている。第1支持体11は、周方向に間隔をあけて設けられた複数の押付突起13を備えている。複数の押付突起13は、ばね本体1eの内周面1bのうち、少なくとも径方向の外端部を支持している。押付突起13は、ばね本体1eの内周縁1dより径方向の外側に位置している。押付突起13は、第1支持体11の表裏面のうち、第2支持体12と軸方向で対向する面に設けられている。押付突起13は、周方向に等間隔をあけて3つ以上設けられている。押付突起13は偶数設けられ、各押付突起13は、他の押付突起13と径方向で対向している。

なお、押付突起13は、第1支持体11と一体に形成されてもよい。押付突起13は、第1支持体11にねじ等で固定されてもよい。押付突起13は、第1支持体11に設けられなくてもよい。

[0037] 図1に示されるような、軸方向に沿い、かつ中心軸線Oおよび押付突起13の周方向の中央部を通る縦断面視において、軸方向で互いに対向するばね本体1eの内周面1bおよび押付突起13の押付面13aはそれぞれ、中心軸線Oに直交する水平面に対して同じ向きに傾斜している。なお、押付面13aは、前記縦断面視で、水平面に沿って延びてもよい。

[0038] 前記縦断面視において、水平面に対する押付面13aの傾斜角度 $\theta 2$ は、

軸方向に弾性変形していない状態のばね本体 1 e の内周面 1 b の、水平面に対する傾斜角度 $\theta 1$ より小さくなっている。なお、これらの傾斜角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は互いに同じであってもよい。

押付面 1 3 a は、径方向から見て軸方向に突の曲線状を呈し、押付突起 1 3 は、径方向に延びる半割の円柱状に形成されている。

[0039] 第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 には、軸方向で互いに向かい合う向きに突出した規制部 1 6 が各別に設けられている。これらの規制部 1 6 は、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 が軸方向に接近移動したときに、軸方向で互いに当接し、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 の、これ以上の軸方向の接近移動を規制する。これにより、ばね本体 1 e の、軸方向に圧縮する向きの弾性変形量が規定される。規制部 1 6 は、中心軸線 O と同軸に配設され、ばね本体 1 e の内側に挿入される。規制部 1 6 の外周面は、ばね本体 1 e の内周縁 1 d に当接、若しくは近接する。

なお、規制部 1 6 は、設けなくてもよく、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 のうちのいずれか一方にのみ設けてもよい。また、規制部として、ばね本体 1 e の外周縁 1 c に当接することで、ばね本体 1 e の弾性変形量を規定する構成を採用してもよい。

[0040] 次に、皿ばねの製造方法について説明する。

[0041] まず、皿ばね 1 にショットピーニング加工を施す。なお、皿ばね 1 にショットピーニング加工を施さなくてもよい。

次に、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させる。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に、周方向の全長にわたって圧縮残留応力が付与される。

[0042] 図示の例では、ばね本体 1 e に、軸方向の圧縮力を付与する際、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 を軸方向に互いに接近移動させ、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 それぞれの規制部 1 6 を、軸方向で互いに当接させ

る。これにより、ばね本体 1 e を軸方向に圧縮する向きに規定量だけ弾性変形させて、ばね本体 1 e の内周面 1 b に引張応力を生じさせる。なお、ばね本体 1 e を軸方向に弾性変形させなくてもよい。

[0043] この際、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位置する部分と、押付突起 1 3 の押付面 1 3 a と、の間に、軸方向の隙間を設けておく。すなわち、ばね本体 1 e を軸方向に圧縮する向きに弾性変形させた状態でも、前記縦断面視において、水平面に対する押付面 1 3 a の傾斜角度 $\theta 2$ が、水平面に対するばね本体 1 e の内周面 1 b の傾斜角度 $\theta 3$ より小さくなっている。

なお、この際、これらの傾斜角度 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ を互いに同じにし、ばね本体 1 e を軸方向に弾性変形させた状態で、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位置する部分と、押付面 1 3 a と、の間に、軸方向の隙間を設けなくてもよい。

[0044] また、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 1 1 をばね本体 1 e に対して中心軸線 O 回りに回転させると、ばね本体 1 e と第 2 支持体 1 2 との間に生ずる摩擦力によって、第 2 支持体 1 2 に対するばね本体 1 e の回転移動が規制され、押付面 1 3 a がばね本体 1 e の内周面 1 b を周方向に摺動する。

[0045] この際、第 2 支持体 1 2 において、ばね本体 1 e に当接する部分の表面粗さが、第 1 支持体 1 1 において、ばね本体 1 e に当接する部分の表面粗さより大きくなっている。なお、前者の表面粗さを後者の表面粗さ以下としてもよい。

また、この際、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部は、ほぼ摩耗せず（最大数 μm ）擦られて、その表面粗さが、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e の相対回転前と比べて小さくなる。仮に摩耗が生じても、この摩耗のみによって、圧縮残留応力の厚さ方向の分布が変化することはない。

また、この際、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部の硬度

が、第1支持体11およびばね本体1eの相対回転前と比べて高くなる。

[0046] 以上のようにして形成された皿ばね1では、ばね本体1eの径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね1の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面1bで最大となり、外周面1a側に向かうに従い低くなる。

[0047] ばね本体1eの内周面1bにおいて、第1支持体11が摺接し、圧縮残留応力が付与された部分は、外周縁1cとの接続部分から、径方向の内側に、ばね本体1eの幅Wの30%、好ましくは20%離れた位置までの間に位置している。ばね本体1eの幅Wは、前記縦断面視において外周縁1cと内周縁1dとの内周面1bに沿った距離となっている。

なお、ばね本体1eの内周面1bにおいて、圧縮残留応力が付与されている部分が、外周縁1cとの接続部分から、径方向の内側に、ばね本体1eの幅Wの30%を超えて位置すると、所望の高さまで圧縮残留応力を高めることが困難になる。

[0048] さらに、この皿ばね1では、内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さが、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている。

また、この皿ばね1では、内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の硬度が、これより径方向の内側に位置する部分の硬度より高くなっている。

[0049] なお、内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さを、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくし、かつ内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の硬度を、これより径方向の内側に位置する部分の硬度以下としてもよい。

また、内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さを、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さ以上とし、かつ内周面1bのうち、圧縮残留応力が付与されている部分の硬度を、これより径方向の内側に位置する部分の硬度より高くしてもよい。

[0050] 以上説明したように、本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する第 1 支持体 1 1 を用いて、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させることで、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

したがって、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面 1 b で最大となり、外周面 1 a 側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばね 1 を確実に得ることができる。

[0051] ばね本体 1 e に、第 1 支持体 1 1 を用いて軸方向の圧縮力を付与する際、ばね本体 1 e を軸方向に弾性変形させて、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうちの少なくとも径方向の外端部を引張する。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部に、高い圧縮残留応力を確実に付与することができる。

[0052] ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部が、周方向に間隔をあけて設けられた複数の押付突起 1 3 に支持されている。これにより、第 1 支持体 1 1 からばね本体 1 e の内周面 1 b に加えられる接触圧力を高めることが可能になり、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部に、高い圧縮残留応力を確実に付与することができる。

[0053] 前記縦断面視において、軸方向で互いに対向するばね本体 1 e の内周面 1 b、および押付突起 1 3 の押付面 1 3 a がそれぞれ、水平面に対して同じ向きに傾斜している。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b に圧縮残留応力を付与するときに、ばね本体 1 e において内周面 1 b と外周縁 1 c とを接続する角部分から押付面 1 3 a に過度に大きな負荷が加えられるのを抑制することができるとともに、圧縮残留応力をばね本体 1 e の内周面 1 b に径方向の幅を持たせて容易に付与することができる。

[0054] ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位

置する部分と、押付面 1 3 a と、の間に、軸方向の隙間を設けた状態で、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与する。これにより、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させるときに、押付面 1 3 a とばね本体 1 e の内周面 1 b との間に生ずる摺動抵抗を抑制することができるとともに、圧縮残留応力を、例えばばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部に局所的に付与することができる。また、ばね本体 1 e の軸方向の圧縮変形量を調整することが可能になり、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に付与する圧縮残留応力を容易に調整することができる。

[0055] 押付面 1 3 a が、径方向から見て軸方向に突の曲線状を呈する。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b に圧縮残留応力を付与するときに、押付面 1 3 a およびばね本体 1 e の内周面 1 b に加えられる負荷を抑えつつ、押付面 1 3 a からばね本体 1 e の内周面 1 b に加えられる接触圧力を確実に高めることができる。

[0056] 本実施形態による皿ばね 1 によれば、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面 1 b で最大となり、外周面 1 a 側に向かうに従い低くなるように付与されているので、皿ばね 1 の耐久性を向上させることができる。

[0057] ばね本体 1 e の内周面 1 b において、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる径方向の外端部の表面粗さが、前記圧縮残留応力が付与されている部分より径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている。これにより、皿ばね 1 の使用時に、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部に、例えば傷および表面粗さのばらつき等に起因して応力集中箇所が生ずること、並びに、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部を支持する部材が損傷しやすくなること、をそれぞれ抑制することができる。

[0058] ばね本体 1 e の内周面 1 b において、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応

力が生ずる径方向の外端部の硬度が、前記圧縮残留応力が付与されている部分より径方向の内側に位置する部分の硬度より高くなっている。これにより、皿ばね 1 の使用時に、ばね本体 1 e の内周面 1 b における径方向の外端部に、摩耗が生じたり、例えば傷等に起因して応力集中箇所が生じたりするのを抑制することができる。

[0059] 次に、実施例および比較例の各皿ばねについて、圧縮残留応力の厚さ方向の分布を説明する。

[0060] まず、実施例 1、2 および比較例 1～3 の各皿ばねに、同一の条件でショットピーニング加工を施した。

次に、実施例 1、2 では、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させた。比較例 1、2 では、第 1 支持体に回転可能に支持されたボールを設け、このボールを、ばね本体の内周面における径方向の外端部に押付けることにより、ばね本体に軸方向の圧縮力を付与した状態で、ボールを回転させながら、第 1 支持体をばね本体に対して中心軸線 O 回りに回転させた。

ばね本体に軸方向の圧縮力を付与する際、実施例 1 および比較例 1 では、ばね本体を軸方向に圧縮する向きに弾性変形させ、実施例 2 および比較例 2 では、ばね本体を軸方向に弾性変形させなかった。

比較例 3 では、ショットピーニング加工のみを施した。

[0061] この結果、図 2 に示されるように、実施例 1、2 では、ばね本体 1 e の径方向の外端部に付与された圧縮残留応力が、深さが零である内周面 1 b で最大となり、外周面 1 a 側に向かうに従い低くなることが確認された。比較例 1～3 では、圧縮残留応力が、内周面と外周面との間の所定の深さ位置で最大となり、深さが零である内周面では最大にならないことが確認された。

また、深さが零である内周面 1 b での圧縮残留応力が、実施例 1、2 の双方ともに、比較例 3 よりも高くなっており、ショットピーニング加工の後にさらに高められたことが確認されるとともに、実施例 1 の方が実施例 2 より

高くなることが確認された。

[0062] (第2実施形態)

本発明に係る皿ばねの製造方法の第2実施形態を、図3～5Bを参照しながら説明する。なお、本実施形態の説明において、上記第1実施形態と同様の構成については、同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0063] 本実施形態においては、複数の皿ばね1を軸方向に直列に設けた状態で、複数の皿ばね1に同時に前記圧縮残留応力を付与する。また、複数の皿ばね1は、複数の皿ばね1の軸方向の向きが同じ向きとなるよう配置される。

[0064] 図3に示されるように、本実施形態の皿ばねの製造方法を実施するための製造装置20は、第1支持体21、および第2支持体22を備えている。第1支持体21および第2支持体22はそれぞれ、中心軸線O回りに回転可能に設けられている。

[0065] 第1支持体21は、有底円筒状の本体部23と、複数の押圧部材24と、を有する。

本体部23は、円筒状の周壁部23aと、周壁部23aの下端に接続される円板状の底部23bと、を有する。本体部23は、ばね本体1eの中心軸線Oと同軸に配置される。周壁部23aの上端には、不図示の円環状の蓋が着脱可能に取り付けられる。

図4Aに示されるように、周壁部23aには、周方向に間隔をあけて複数の複数の係合孔(スリット)23cが形成されている。係合孔23cは、軸方向に延びる。なお、係合孔23cは、周壁部23aの軸方向の端部まで延びることなく、周壁部23aの軸方向の中央部に設けられていてもよい。係合孔23cは、周壁部23aの全域に亘って軸方向に延びるよう設けられていてもよい。また、係合孔23cの代わりに、周壁部23aの内周面から外周面側に向かって凹む係合溝が設けられていてもよい。係合溝とすることにより、周壁部23aの強度が向上する。

[0066] 押圧部材24は、円板状に形成されている。押圧部材24は、ばね本体1

eの中心軸線Oと同軸に配置される。複数の押圧部材24が、軸方向に間隔をあけて設けられる。押圧部材24は、ばね本体1eの内周面1bのうち、少なくとも径方向の外端部を支持している。

図4Bに示されるように、押圧部材24の径方向中央には、孔部24aが形成されている。複数の押圧部材24のうち、最も底部23b側に配置される押圧部材24の孔部24aには、後述する規制部25が挿通され、その他の押圧部材24の孔部24aには、後述する第2支持体22の軸部26が挿通される。押圧部材24の外周縁には、周方向に間隔をあけて複数の係合爪24bが設けられている。係合爪24bは、押圧部材24の外周縁から径方向外側に突出する。

押圧部材24は、本体部23の内側に配置される。このとき、係合爪24bは、係合孔23cにそれぞれ係合される。これにより、押圧部材24は、本体部23に対して、相対回転不能、かつ軸方向に相対移動可能に取り付けられる。したがって、本体部23と押圧部材24とは一体的に回転する。

[0067] 第1支持体21には、規制部25が設けられる。規制部25は、中心軸線Oと同軸に配置される。規制部25は、本体部23の底部23bの径方向中央から、軸部26に向けて突出する。

[0068] 第2支持体22は、軸部26と、複数の平板部27と、を有する。

軸部26は、中心軸線Oと同軸に配置される。軸部26は、ばね本体1eの内側に挿入される。

図5Aに示されるように、軸部26の外周面には、周方向に間隔をあけて複数の係合溝26aが形成される。係合溝26aは、軸方向に延びる。

[0069] 平板部27は、円板状に形成されている。平板部27は、ばね本体1eの中心軸線Oと同軸に配置される。複数の平板部27が、軸方向に間隔をあけて設けられる。平板部27は、ばね本体1eの外周面1aのうち、少なくとも径方向の内端部を支持している。

図5Bに示されるように、平板部27の径方向中央には、孔部27aが形成される。孔部27aの周面には、周方向に間隔をあけて複数の係合爪27

bが設けられている。係合爪27bは、孔部27aの周面から径方向内側に突出する。孔部27aには、軸部26が挿通される。このとき、係合爪27bは、係合溝26aにそれぞれ係合される。これにより、平板部27は、軸部26に対して、相対回転不能、かつ軸方向に相対移動可能に取り付けられる。したがって、軸部26と平板部27とは一体的に回転する。

[0070] 平板部27には、回り止め部材28が設けられる。回り止め部材28は、第2支持体22に対するばね本体1eの中心軸線O回りの回転移動を規制する。回り止め部材28は、平板部27の表裏面のうち、ばね本体1eの外周面1aと対向する面（図示の例では、底部23b側の面）に設けられる。本実施形態においては、ばね本体1eの内周縁に、周方向に間隔をあけて複数の内爪が設けられおり、回り止め部材28は、周方向で互いに隣り合う内爪同士の間配置される。

なお、ばね本体1eに内爪が設けられていない場合には、回り止め部材28として、ばね本体1eの径方向の内端部を軸方向の両側から挟み込む構成を採用してもよい。

あるいは、回り止め部材28を設けずに、ばね本体1eと平板部27との間に生ずる摩擦力によって、第2支持体22に対するばね本体1eの回転移動を規制してもよい。

[0071] 軸部26には、押圧部材24と平板部27とが交互に挿通される。押圧部材24と平板部27とは、軸方向に間隔をあけて配置される。ばね本体1eは、押圧部材24と平板部27との間に配置される。ばね本体1eは、押圧部材24および平板部27により、軸方向の両側から支持される。具体的には、押圧部材24は、ばね本体1eの内周面1bのうち、少なくとも径方向の外端部を支持し、平板部27は、ばね本体1eの外周面1aのうち、少なくとも径方向の内端部を支持する。

押圧部材24および平板部27は、軸方向に移動可能である。すなわち、押圧部材24および平板部27は、軸方向に相対的に接近離反可能に設けられている。

なお、押圧部材 24 と平板部 27 との間の摺動による摩擦を低減するために、押圧部材 24 において、平板部 27 と当接する部分の表面粗さを、他の部分の表面粗さよりも小さくしてもよく、平板部 27 において、押圧部材 24 と当接する部分の表面粗さを、他の部分の表面粗さよりも小さくしてもよい。また、押圧部材 24 と平板部 27 との間に、スラスト軸受けを設けてもよい。

[0072] 規制部 25 と軸部 26 とは、第 1 支持体 21 および第 2 支持体 22 が軸方向に接近移動したときに、軸方向で互いに当接し、第 1 支持体 21 および第 2 支持体 22 の、これ以上の軸方向の接近移動を規制する。すなわち、軸部 26 は、規制部としても機能する。

[0073] 次に、製造装置 20 を用いた皿ばねの製造方法について説明する。

まず、皿ばね 1 にショットピーニング加工を施す。次に、第 1 支持体 21 および第 2 支持体 22 により、ばね本体 1e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 21 およびばね本体 1e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させる。これにより、ばね本体 1e の内周面 1b のうち、少なくとも径方向の外端部に、周方向の全長にわたって圧縮残留応力が付与される。

[0074] 図示の例では、ばね本体 1e に、軸方向の圧縮力を付与する際、第 1 支持体 21 および第 2 支持体 22 を軸方向に互いに接近移動させ、第 1 支持体 21 の規制部 25 と第 2 支持体 22 の軸部 26 とを、軸方向で互いに当接させる。これにより、ばね本体 1e を軸方向に圧縮する向きに規定量だけ弾性変形させて、ばね本体 1e の内周面 1b に引張応力を生じさせる。

[0075] また、第 1 支持体 21 および第 2 支持体 22 により、ばね本体 1e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 21 を中心軸線 O 回りに沿う一方の向きに回転させ、第 2 支持体 22 を中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転させる。回り止め部材 28 によって第 2 支持体 22 に対するばね本体 1e の中心軸線 O 回りの回転移動を規制しているため、第 2 支持体 22 の回転に伴い、ばね本体 1e もまた中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転する。こ

れにより、押圧部材 24 がばね本体 1e の内周面 1b を周方向に摺動する。

[0076] 本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、ばね本体 1e の内周面 1b のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する第 1 支持体 21 を用いて、ばね本体 1e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 21 およびばね本体 1e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させることで、ばね本体 1e の内周面 1b のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

したがって、ばね本体 1e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面 1b で最大となり、外周面 1a 側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばね 1 を確実に得ることができる。

[0077] また、本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、複数の皿ばね 1 に同時に前記圧縮残留応力を付与するので、ばね本体 1e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、前記圧縮残留応力が、前述のように付与された複数の皿ばね 1 を効率よく得ることができる。

[0078] (第 3 実施形態)

次に、本発明に係る皿ばねの製造方法の第 3 実施形態を、図 6 を参照しながら説明する。なお、本実施形態の説明において、上記第 2 実施形態と同様の構成については、同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0079] 本実施形態においても、上記第 2 実施形態と同様に、複数の皿ばね 1 を軸方向に直列に設けた状態で、複数の皿ばね 1 に同時に前記圧縮残留応力を付与する。また、本実施形態においては、複数の皿ばね 1 は、複数の皿ばね 1 の軸方向の向きが互いに逆向きとなるよう配置される。

[0080] 本実施形態の皿ばねの製造方法を実施するための製造装置 30 について説明する。

図 6 に示されるように、製造装置 30 においては、第 1 支持体 21 の複数の押圧部材 24 のうち、最も底部 23b に近い側に配置される押圧部材 24

以外の押圧部材 24 A は、2つの皿ばね 1 を支持するよう構成される。具体的には、軸方向の向きが互いに逆向きとなる2つの皿ばね 1 が、押圧部材 24 A を軸方向に挟んで配置される。このとき、これら2つの皿ばね 1 は、ばね本体 1 e の内周面 1 b が押圧部材 24 A に対向するよう配置される。押圧部材 24 A は、押圧部材 24 A の両面において、これら2つの皿ばね 1 のばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する。

[0081] 第2支持体 22 の複数の平板部 27 のうち、最も底部 23 b から遠い側に配置される平板部 27 以外の平板部 27 A は、2つの皿ばね 1 を支持するよう構成される。具体的には、軸方向の向きが互いに逆向きとなる2つの皿ばね 1 が、平板部 27 A を軸方向に挟んで配置される。このとき、これら2つの皿ばね 1 は、ばね本体 1 e の外周面 1 a が平板部 27 A に対向するよう配置される。平板部 27 A は、平板部 27 A の両面において、これら2つの皿ばね 1 のばね本体 1 e の外周面 1 a のうち、少なくとも径方向の内端部を支持する。また、回り止め部材 28 は、平板部 27 A の両面に設けられる。

[0082] 製造装置 30 を用いた皿ばねの製造方法については、第2実施形態と同様である。すなわち、第1支持体 21 および第2支持体 22 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第1支持体 21 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させる。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に、周方向の全長にわたって圧縮残留応力が付与される。

[0083] 本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、第2実施形態と同様の効果を奏することが可能である。すなわち、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面 1 b で最大となり、外周面 1 a 側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばね 1 を確実に得ることができる。また、複数の皿ばね 1 に同時に前記圧縮残留応力を付与するので、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、前記圧縮残留応力が、前述のように付与された複数の皿ばね 1 を効率よく得ることができる。

[0084] さらに、本実施形態によれば、1つの押圧部材24（24A）および1つの平板部27（27A）によって2つの皿ばね1を支持するため、押圧部材24および平板部27の部品数を削減することができる。したがって、第1支持体21および第2支持体22の構成の簡略化が可能となる。また、製造装置30の軸方向の寸法を短縮することができる。

[0085]（第4実施形態）

本発明に係る皿ばねの製造方法の第4実施形態を、図7を参照しながら説明する。なお、本実施形態の説明において、上記第1～3実施形態と同様の構成については、同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0086] 本実施形態においては、複数の皿ばね1を、軸方向の同じ向きに向けて同一平面上に並べた状態で、複数の皿ばね1に同時に前記圧縮残留応力を付与する。

[0087] 本実施形態の皿ばねの製造方法を実施するための製造装置40について説明する。

図7に示されるように、製造装置40においては、第1支持体21の本体部23が、ばね本体1eの中心軸線Oと異なる回転軸線Ogと同軸に配置される。複数の皿ばね1は、同一平面上に並べた状態で、回転軸線Og回りの周方向に間隔をあけて配置される。複数の皿ばね1のそれぞれについて、軸部26、平板部27、および押圧部材24が設けられる。軸部26、平板部27、および押圧部材24は、それぞれの皿ばね1の中心軸線Oと同軸に配置される。

なお、本実施形態では、皿ばね1のそれぞれについて押圧部材24を設けているが、複数の皿ばね1の全体で1つの押圧部材24を設けてもよい。

[0088] 第2支持体22は、回転軸線Ogと同軸に配置される回転軸部42をさらに備える。回転軸部42の上端部には、駆動ギア41Aが設けられる。また、軸部26の上端部には、駆動ギア41Aと歯合される従動ギア41Bが設けられる。これにより、回転軸部42を回転軸線Og回りに沿う一方の向き

に回転させると、軸部 2 6 は、中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転する。また、軸部 2 6 の回転に伴い、平板部 2 7、およびばね本体 1 e も中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転する。したがって、回転軸部 4 2 を回転させることにより、複数のばね本体 1 e を同時に中心軸線 O 回りに回転させることができる。

[0089] 本実施形態において、第 1 支持体 2 1 は回転しない。押圧部材 2 4 は、本体部 2 3 の底部 2 3 b に回転不能に固定されている。また、規制部 2 5 は、回転軸線 O g と同軸に配置される。規制部 2 5 は、底部 2 3 b の径方向中央から、回転軸部 4 2 に向けて突出するよう設けられる。

[0090] 次に、製造装置 4 0 を用いた皿ばねの製造方法について説明する。

まず、皿ばね 1 にショットピーニング加工を施す。次に、第 1 支持体 2 1 および第 2 支持体 2 2 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 2 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させる。これにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に、周方向の全長にわたって圧縮残留応力が付与される。

[0091] 図示の例では、ばね本体 1 e に、軸方向の圧縮力を付与する際、第 1 支持体 2 1 および第 2 支持体 2 2 を軸方向に互いに接近移動させ、第 1 支持体 2 1 の規制部 2 5 と第 2 支持体 2 2 の回転軸部 4 2 とを、軸方向で互いに当接させる。これにより、ばね本体 1 e を軸方向に圧縮する向きに規定量だけ弾性変形させて、ばね本体 1 e の内周面 1 b に引張応力を生じさせる。

[0092] また、第 1 支持体 2 1 および第 2 支持体 2 2 により、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、回転軸部 4 2 を回転軸線 O g 回りに沿う一方の向きに回転させる。このとき、軸部 2 6 は、中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転する。軸部 2 6 の回転に伴い、ばね本体 1 e もまた中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転する。第 1 支持体 2 1 (押圧部材 2 4) を回転させずに、ばね本体 1 e を中心軸線 O 回りに回転させることにより、ばね本体 1 e の内周面 1 b が押圧部材 2 4 を周方向に摺動する。

[0093] 本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する第 1 支持体 2 1 を用いて、ばね本体 1 e に軸方向の圧縮力を付与した状態で、第 1 支持体 2 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させることで、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する。

したがって、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばね 1 の使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面 1 b で最大となり、外周面 1 a 側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばね 1 を確実に得ることができる。

[0094] また、本実施形態による皿ばねの製造方法によれば、複数の皿ばね 1 に同時に前記圧縮残留応力を付与するので、ばね本体 1 e の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、前記圧縮残留応力が、前述のように付与された複数の皿ばね 1 を効率よく得ることができる。

[0095] なお、軸部 2 6 に従動ギア 4 1 B を設けたが、押圧部材 2 4 側に従動ギアを設け、軸部 2 6 (ばね本体 1 e) を回転させずに、押圧部材 2 4 を回転させてもよい。この場合であっても、第 1 支持体 2 1 およびばね本体 1 e を、互いに摺接させつつ中心軸線 O 回りに相対回転させることができる。

[0096] なお、本発明の技術的範囲は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

[0097] 例えば、ばね本体 1 e の外周縁 1 c に、径方向の外側に向けて突出する外爪が設けられるとともに、ばね本体 1 e における外周面 1 a および内周面 1 b が、外爪の表裏面と面一になっている場合、第 1 支持体 1 1 に、外爪の径方向の外端部に当接する規制部を設けてもよい。この場合、ばね本体 1 e の内周面 1 b のうちの少なくとも径方向の外端部に、圧縮残留応力を容易に付与することができる。

[0098] 第 1 実施形態において、第 2 支持体 1 2 に、第 2 支持体 1 2 に対するばね

本体 1 e の中心軸線 O 回りの回転移動を規制する回り止め部材を設けてもよい。

例えば、ばね本体 1 e の内周縁 1 d に、周方向に間隔をあけて複数の内爪が設けられている場合、回り止め部材を、周方向で互いに隣り合う内爪同士の間位置させ、ばね本体 1 e に内爪が設けられていない場合、回り止め部材により、ばね本体 1 e の径方向の内端部を軸方向の両側から挟み込んでもよい。

[0099] 第 1～4 実施形態において、ばね本体 1 e に、第 1 支持体 1 1、2 1 を用いて軸方向の圧縮力を付与する際、ばね本体 1 e を軸方向に弾性変形させなくてもよい。この際、第 2 支持体 1 2、2 2 にばね本体 1 e の外周面 1 a を支持させてもよい。

[0100] 第 1 実施形態において、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 のうちの少なくとも一方が、いずれか他方に対して中心軸線 O 回りに相対的に回転可能に設けられてもよい。

例えば、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 の双方が、中心軸線 O 回りに回転可能に設けられている場合、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を互いに摺接させる際、第 1 支持体 1 1 を、中心軸線 O 回りに沿う一方の向きに回転させつつ、第 2 支持体 1 2 を、中心軸線 O 回りに沿う他方の向きに回転させてもよい。また、第 1 支持体 1 1 および第 2 支持体 1 2 を、中心軸線 O 回りに沿う同一の向きに速度差を付けて回転させてもよい。

また、第 1 支持体 1 1 およびばね本体 1 e を互いに摺接させる際、第 1 支持体 1 1 を中心軸線 O 回りに回転させず、第 2 支持体 1 2 のみを中心軸線 O 回りに回転させてもよい。

[0101] 第 2、3 実施形態において、第 1 支持体 2 1 および第 2 支持体 2 2 のうちの少なくとも一方が、いずれか他方に対して中心軸線 O 回りに相対的に回転可能に設けられてもよい。すなわち、第 1 支持体 2 1 およびばね本体 1 e を互いに摺接させる際、第 1 支持体 2 1 を中心軸線 O 回りに回転させず、第 2 支持体 2 2 のみを中心軸線 O 回りに回転させてもよいし、第 2 支持体 2 2 を

中心軸線O回りに回転させず、第1支持体21のみを中心軸線O回りに回転させてもよい。

また、第1支持体21および第2支持体22を、中心軸線O回りに沿う同一の向きに速度差を付けて回転させてもよい。

[0102] 第2～4実施形態において、円板状の押圧部材24の代わりに、第1実施形態の複数の押付突起13が設けられていてもよい。

[0103] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、前記実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、前記した実施形態、および変形例を適宜組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明によれば、ばね本体の径方向の外端部における周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が、皿ばねの使用時に最も高い引張応力が生ずる内周面で最大となり、外周面側に向かうに従い低くなるように付与された皿ばねを得ることができる。

符号の説明

- [0105] 1 皿ばね
- 1 a 外周面
 - 1 b 内周面
 - 1 c 外周縁
 - 1 d 内周縁
 - 1 e ばね本体
 - 1 1、2 1 第1支持体（支持体）
 - 1 3 押付突起
 - 1 3 a 押付面
 - O 中心軸線

請求の範囲

- [請求項1] 径方向の外側を向く外周面と、
径方向の内側を向く内周面と、
径方向の外側の端面である外周縁と、
径方向の内側の端面である内周縁と、
を有して環状に形成されたばね本体を有する皿ばねの製造方法であつて、
前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部を支持する支持体を用いて、前記ばね本体に、前記ばね本体の中心軸線に沿う軸方向の圧縮力を付与した状態で、
前記支持体および前記ばね本体を、互いに摺接させつつ前記中心軸線回りに相対回転させることで、
前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に圧縮残留応力を付与する、皿ばねの製造方法。
- [請求項2] 前記ばね本体に、前記支持体を用いて前記軸方向の圧縮力を付与する際、前記ばね本体を前記軸方向に弾性変形させる、請求項1に記載の皿ばねの製造方法。
- [請求項3] 前記支持体は、周方向に間隔をあけて設けられた複数の押付突起を備え、
前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部は、複数の前記押付突起に支持されている、請求項1または2に記載の皿ばねの製造方法。
- [請求項4] 前記軸方向に沿い、かつ前記中心軸線を通る縦断面視において、
前記軸方向で互いに対向する前記内周面、および前記押付突起の押付面はそれぞれ、前記中心軸線に直交する水平面に対して同じ向きに傾斜している、請求項3に記載の皿ばねの製造方法。
- [請求項5] 前記内周面のうち、径方向の外端部より径方向の内側に位置する部分と、前記押付面と、の間に、前記軸方向の隙間を設けた状態で、前

記ばね本体に前記軸方向の圧縮力を付与する、請求項4に記載の皿ばねの製造方法。

[請求項6] 前記押付突起のうち、前記軸方向で前記内周面と対向する押付面は、径方向から見て前記軸方向に突の曲線状を呈する、請求項3から5のいずれか1項に記載の皿ばねの製造方法。

[請求項7] 複数の前記皿ばねを前記軸方向に直列に設けた状態で、複数の前記皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与する、請求項1から6のいずれか1項に記載の皿ばねの製造方法。

[請求項8] 複数の前記皿ばねを、前記軸方向の同じ向きに向けて同一平面上に複数並べた状態で、複数の前記皿ばねに同時に前記圧縮残留応力を付与する、請求項1から6のいずれか1項に記載の皿ばねの製造方法。

[請求項9] 径方向の外側を向く外周面と、
径方向の内側を向く内周面と、
径方向の外側の端面である外周縁と、
径方向の内側の端面である内周縁と、
を有して環状に形成されたばね本体を有し、
前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に、前記ばね本体の中心軸線回りに沿う周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が付与され、
前記圧縮残留応力は、前記内周面において最大となり、前記外周面側に向かうに従い低くなっており、
前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さは、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている、皿ばね。

[請求項10] 径方向の外側を向く外周面と、
径方向の内側を向く内周面と、
径方向の外側の端面である外周縁と、
径方向の内側の端面である内周縁と、

を有して環状に形成されたばね本体を有し、

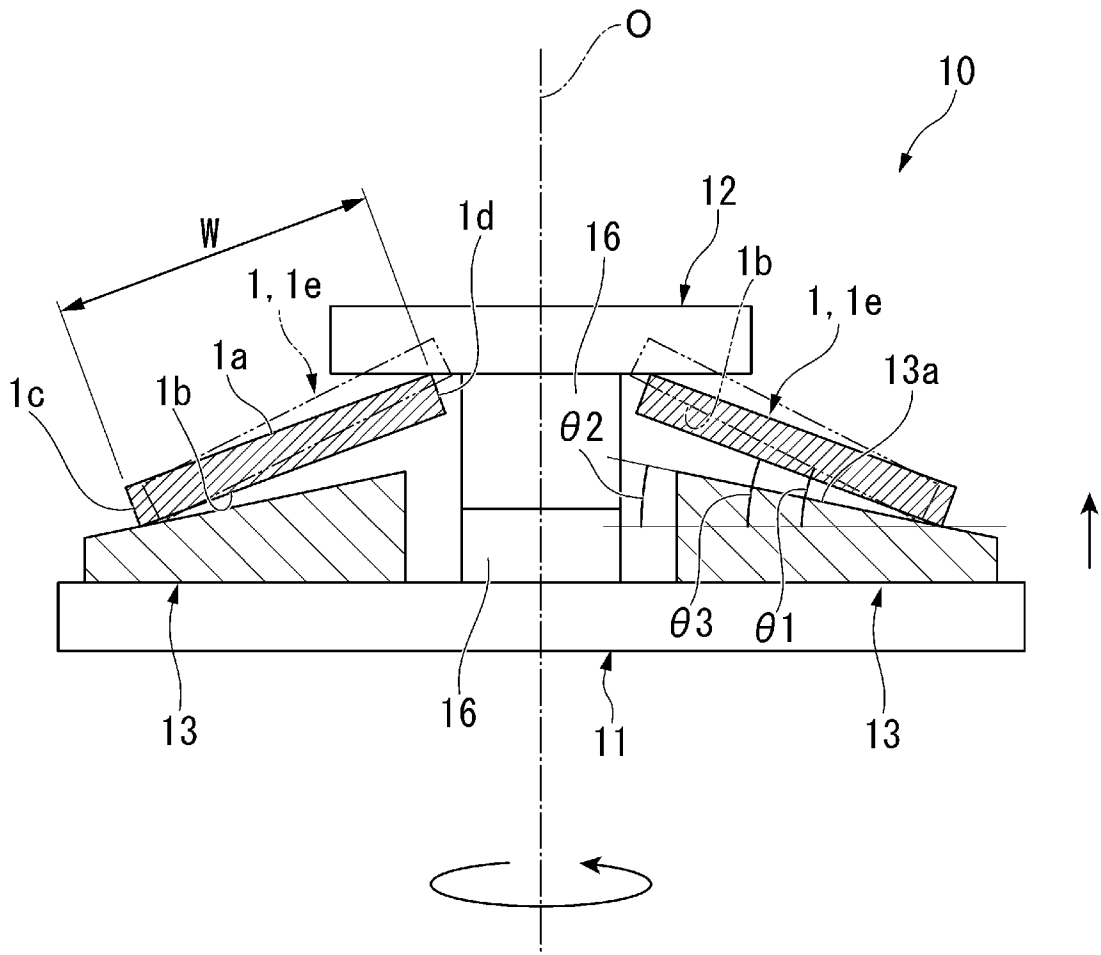
前記内周面のうち、少なくとも径方向の外端部に、前記ばね本体の中心軸線回りに沿う周方向の全長にわたって、圧縮残留応力が付与され、

前記圧縮残留応力は、前記内周面において最大となり、前記外周面側に向かうに従い低くなっており、

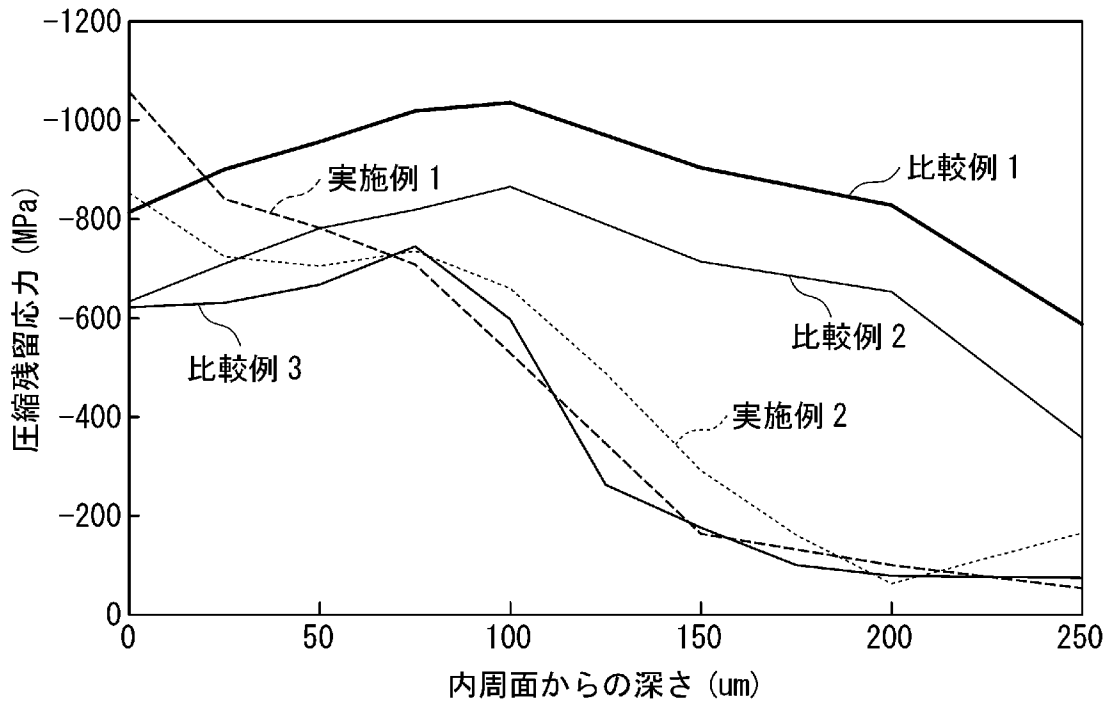
前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の硬度は、これより径方向の内側に位置する部分の硬度より高くなっている、皿ばね。

[請求項11] 前記内周面のうち、前記圧縮残留応力が付与されている部分の表面粗さは、これより径方向の内側に位置する部分の表面粗さより小さくなっている、請求項10に記載の皿ばね。

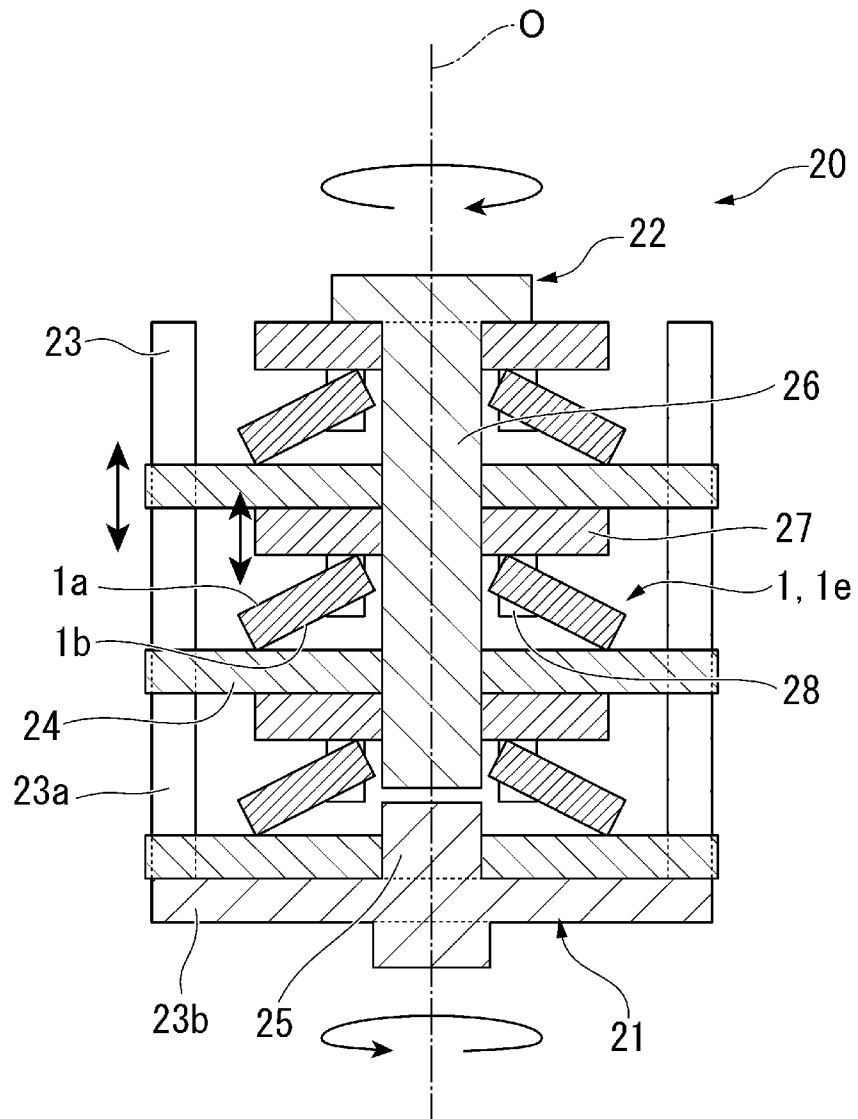
[図1]



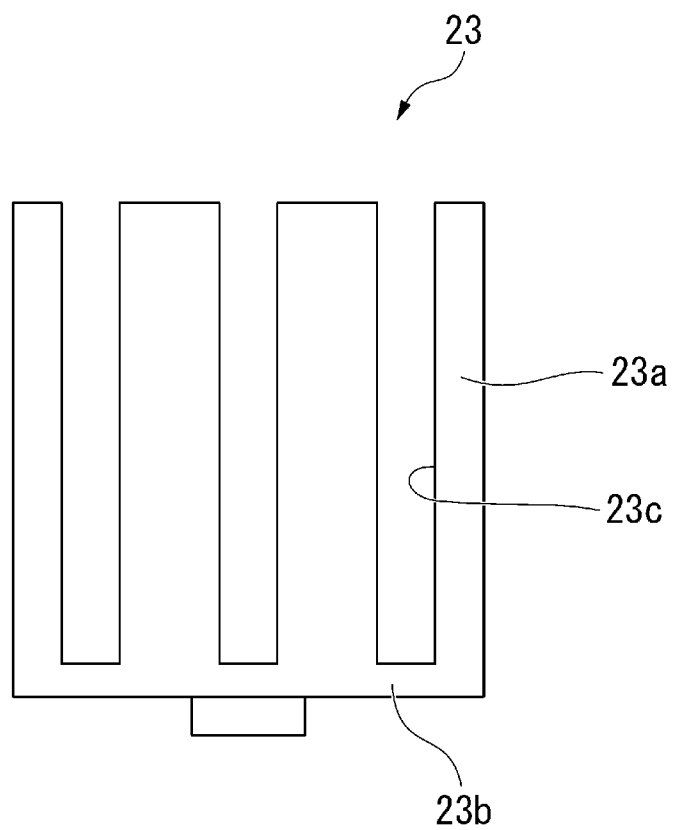
[図2]



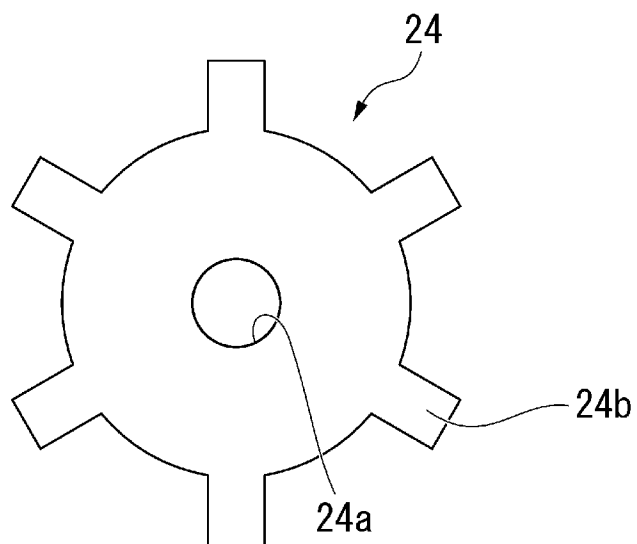
[図3]



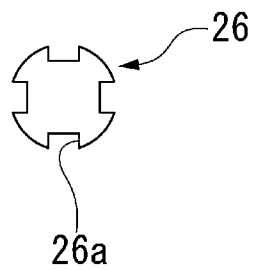
[図4A]



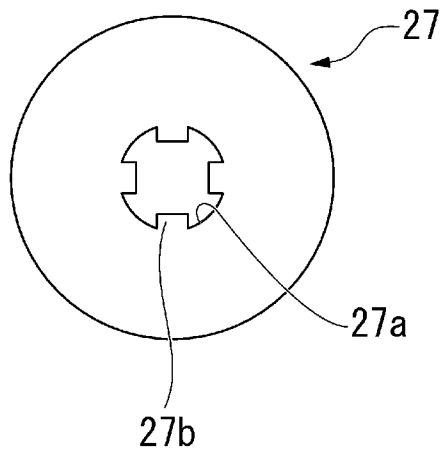
[図4B]



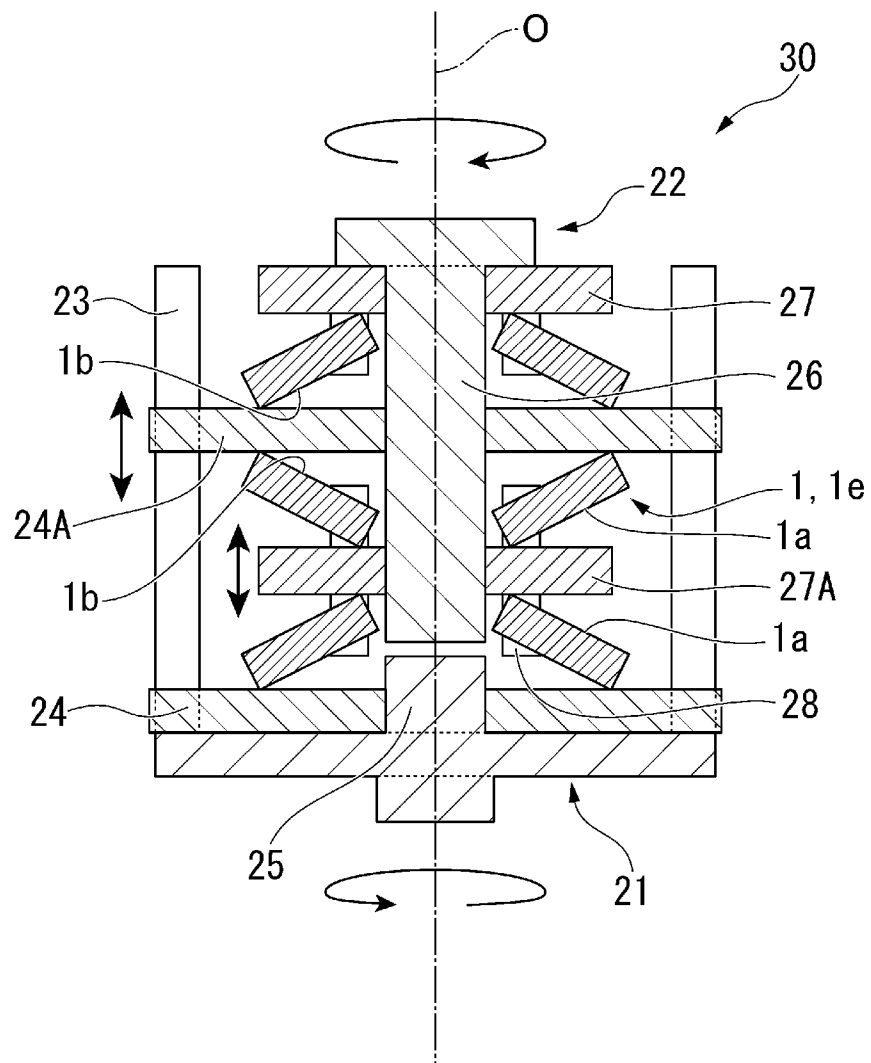
[図5A]



[図5B]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/037943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F16F 1/02</i> (2006.01)i; <i>F16F 1/32</i> (2006.01)i FI: F16F1/02 B; F16F1/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16F1/02; F16F1/32		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2019/189644 A1 (NHK SPRING CO LTD) 03 October 2019 (2019-10-03) claim 5, paragraphs [0020]-[0037], fig. 1A-3	10 1-9, 11
Y A	JP 2004-50362 A (EXEDY CORP) 19 February 2004 (2004-02-19) paragraphs [0017]-[0020], fig. 7	10 1-9, 11
Y A	JP 51-66960 A (LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU GMBH) 10 June 1976 (1976-06-10) page 1, lower right column, lines 5-16 page 2, upper left column, line 7 to page 3, upper left column, line 8, fig. 1, 2	10 9, 11
A	JP 6654261 B1 (NHK SPRING CO LTD) 26 February 2020 (2020-02-26) paragraphs [0020]-[0026], fig. 1-2	1-11
A	JP 2000-27915 A (NABCO LTD) 25 January 2000 (2000-01-25) paragraphs [0006]-[0017], fig. 1-3	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 December 2021		Date of mailing of the international search report 28 December 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/037943

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-144132 A (NHK SPRING CO LTD) 20 May 2004 (2004-05-20) paragraphs [0013]-[0040], fig. 1-7	1-11
A	JP 2005-54995 A (MUHR & BENDER KG) 03 March 2005 (2005-03-03) paragraphs [0012]-[0015], fig. 1-3	1-11
A	JP 5209904 B2 (MUHR & BENDER KG) 12 June 2013 (2013-06-12) paragraphs [0049]-[0066], fig. 1-17	1-11
A	US 5971377 A (KNORR, Karl) 26 October 1999 (1999-10-26) column 2, line 62 to column 3, line 6, figures	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/037943

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/189644	A1	03 October 2019	US 2021/0115993 A1 claim 5, paragraphs [0025]-[0042], fig. 1A-3 CN 111936762 A	
JP	2004-50362	A	19 February 2004	US 2004/0016278 A1 paragraphs [0037]-[0042], fig. 7 DE 10333285 A1	
JP	51-66960	A	10 June 1976	US 4135283 A column 1, lines 11-23, column 2, line 61 to column 3, line 25, fig. 1-2 GB 1528598 A DE 2450267 A1 FR 2288913 A1	
JP	6654261	B1	26 February 2020	WO 2020/162450 A1	
JP	2000-27915	A	25 January 2000	(Family: none)	
JP	2004-144132	A	20 May 2004	(Family: none)	
JP	2005-54995	A	03 March 2005	US 2005/0029721 A1 paragraph [0016]-[0019] fig. 1(a)-3(c) EP 1503102 A1 DE 10334470 A1	
JP	5209904	B2	12 June 2013	US 2008/0006351 A1 paragraphs [0049]-[0066], fig. 1-17 EP 1870612 A2 DE 102006029316 A1	
US	5971377	A	26 October 1999	GB 2297141 A DE 4447330 A1 FR 2728946 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16F 1/02(2006.01)i; F16F 1/32(2006.01)i FI: F16F1/02 B; F16F1/32		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F16F1/02; F16F1/32 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2019/189644 A1（日本発條株式会社）03.10.2019（2019-10-03） 請求項5, [0020]-[0037], 図1A-3	10 1-9, 11
Y A	JP 2004-50362 A（株式会社エクセディ）19.02.2004（2004-02-19） 段落0017-0020、図7	10 1-9, 11
Y A	JP 51-66960 A（ルーク・ラメレン・ウント・クツブルングスバウ・ゲゼルシヤフ ト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング）10.06.1976（1976-06-10） 第1ページ右下欄第5行-第16行 第2ページ左上欄第7行-第3ページ左上欄第8行、図1、図2	10 9, 11
A	JP 6654261 B1（日本発條株式会社）26.02.2020（2020-02-26） 段落0020-0026、図1-2	1-11
A	JP 2000-27915 A（株式会社ナブコ）25.01.2000（2000-01-25） 段落0006-0017、図1-3	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 17.12.2021	国際調査報告の発送日 28.12.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 後藤 健志 3W 3433 電話番号 03-3581-1101 内線 3367	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-144132 A (日本発条株式会社) 20.05.2004 (2004 - 05 - 20) 段落 0 0 1 3 - 0 0 4 0、図 1 - 7	1-11
A	JP 2005-54995 A (ムール・ウント・ベンダー・コマンディット・ゲゼルシャフト) 03.03.2005 (2005 - 03 - 03) 段落 0 0 1 2 - 0 0 1 5、図 1 - 3	1-11
A	JP 5209904 B2 (ムール ウント ベンダー コマンディートゲゼルシャフト) 12.06.2013 (2013 - 06 - 12) 段落 0 0 4 9 - 0 0 6 6、図 1 - 1 7	1-11
A	US 5971377 A (KNORR, Karl) 26.10.1999 (1999 - 10 - 26) 第2欄第62行-第3欄第6行, Figure	1-11

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/037943

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/189644 A1	03.10.2019	US 2021/0115993 A1 claim 5, [0025]-[0042], FIGs.1A-3 CN 111936762 A	
JP 2004-50362 A	19.02.2004	US 2004/0016278 A1 [0037]-[0042], FIG.7 DE 10333285 A1	
JP 51-66960 A	10.06.1976	US 4135283 A 第1欄第11行-第23行, 第2 欄第61行-第3欄第25行, FIGs.1-2 GB 1528598 A DE 2450267 A1 FR 2288913 A1	
JP 6654261 B1	26.02.2020	WO 2020/162450 A1	
JP 2000-27915 A	25.01.2000	(ファミリーなし)	
JP 2004-144132 A	20.05.2004	(ファミリーなし)	
JP 2005-54995 A	03.03.2005	US 2005/0029721 A1 [0016]-[0019], FIGs.1(a)- 3(c) EP 1503102 A1 DE 10334470 A1	
JP 5209904 B2	12.06.2013	US 2008/0006351 A1 [0049]-[0066], FIGs.1-17 EP 1870612 A2 DE 102006029316 A1	
US 5971377 A	26.10.1999	GB 2297141 A DE 4447330 A1 FR 2728946 A1	