[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G04B 1/10
G10F 1/06

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98801241.3

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1196042C

[22] 申请日 1998.8.28 [21] 申请号 98801241.3
[30] 优先权
[32] 1997. 8.28 [33] JP [31] 233105/1997
[86] 国际申请 PCT/JP1998/003828 1998.8.28
[87] 国际公布 WO1999/012080 日 1999.3.11
[85] 进入国家阶段日期 1999.4.27
[71] 专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 茂木正俊 高城富美男 原辰男
审查员 孙全亮

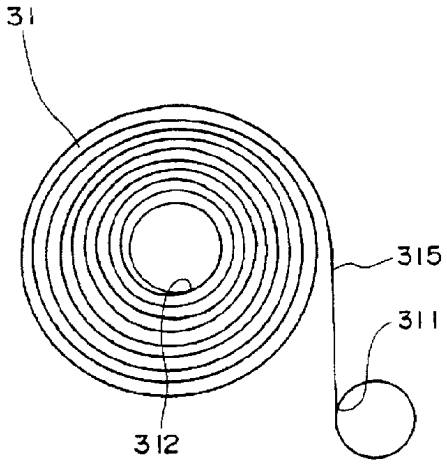
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 张天安

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 11 页

[54] 发明名称 精密仪器的驱动用发条,钟表,驱动机构

[57] 摘要

一种作为驱动机构的动力源的发条，由非晶形金属板状体形成，其自由展开形状为 S 形，该自由展开形状的弯曲方向变化的拐点在为卷绕方向一侧端部的内端和相对于该内端为另一端部的外端的中间点靠近内端一侧上形成。 非晶形金属由于拉伸应力高而杨氏模量低，所以可增加发条中储存的机械能。



ISSN1008-4274

1. 一种精密仪器的驱动用发条，其特征在于：其由非晶形金属构成，

具有初始弯曲并组装在基板或主板等上；自由展开形状为 S 形，该自由展开形状的弯曲方向变化的拐点在为卷绕方向一侧端部的内端和相对于该内端为另一端部的外端的中间点靠近内端一侧上形成。

2. 根据权利要求 1 所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：该精密仪器的驱动用发条具有直径为 0.05mm 以上的圆形剖面或厚度 0.01mm × 宽度 0.05mm 以上的矩形剖面。

3. 根据权利要求 1 所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：该精密仪器的驱动用发条是由非磁性体构成。

4. 根据权利要求 1 所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：该精密仪器的驱动用发条是通过将数片非晶形金属板状体层压一体化而形成。

5. 根据权利要求 4 所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：上述数片非晶形金属板状体是通过合成树脂类的粘接剂而层压一体化。

6. 一种钟表，其特征在于：使用权利要求 1 至 5 中任一项所述的精密仪器的驱动用发条。

7. 一种利用精密仪器的驱动用发条的驱动机构，具备权利要求 1－5 所述的精密仪器的驱动用发条和传递该精密仪器的驱动用发条的机械能的轮系，其特征在于：

具有至少 2 个以上的精密仪器的驱动用发条和分别收藏该精密仪器的驱动用发条的数个条盒，

在上述轮系中同时啮合有上述数个条盒。

8. 根据权利要求 7 所述的利用精密仪器的驱动用发条的驱动机构，其特征在于：上述数个条盒相对于上述轮系的啮合相位相互错开。

9. 一种钟表，其特征在于：该钟表采用权利要求 7 所述的利用精密仪器的驱动用发条的驱动机构。

10. 根据权利要求 1-5 任一所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：非晶形金属由 Ni-Si-B 类、Ni-Si-Cr 类、Ni-B-Cr 类和 Co-Fe-Cr 类之一构成。

11. 根据权利要求 1－5 任一所述的精密仪器的驱动用发条，其特征在于：当非晶形金属的最大应力σ_{max} = 340kgf/mm^2 以下时，杨氏模量 E = 9000－12000kgf/mm^2。

精密仪器的驱动用发条、钟表、驱动机构

技术领域

本发明涉及一种用于钟表等精密仪器中的弹簧，例如，可作为固定构成钟表等的晶体振子的施力装置和钟表，八音盒等的驱动机构的动力源使用。

背景技术

以往，在钟表，八音盒等精密仪器中采用各种弹簧。例如，如果是钟表，则在施力的状态下固定晶体振荡式钟表的晶体振子的弹簧，构成钟表驱动机构的动力源的发条，为防止发条上弦时回卷而设置的掣子弹簧和机械式钟表中对摆轮游丝机构施力的游丝等是公知的。

作为用于这种弹簧的材料，以往是采用碳素钢，不锈钢，钴合金和铜合金等构成的弹簧材料，发条材料等，但存在以下的问题。

①当在施力的状态下固定晶体振子时，作为晶体振子的特性，有由于弹簧的弹性力而产生晶体振子的差率的问题。即由于弹簧弹性力的离散性而使晶体振荡的 32kHz 的信号周期或快或慢，从而以其信号为基准信号的钟表精度产生偏差的问题。因此，在固定晶体振子的弹簧中最好是弹性力的离散性小的弹簧。

②而且，在对构成机械式钟表的调速器的摆轮游丝机构施力的游丝的情况下，杨氏模量随温度的变化而变化，从而弹性力离散，摆轮游丝机构的摆动周期变化，这种摆轮游丝机构的摆动周期的变化对机械式钟表的精度有很大影响。因此，最好采用杨氏模量不随温度变化的材料作为游丝的材料。

③另外，在构成钟表等的驱动机构的动力源的发条的情况下，希望发条满足驱动机构长时间工作和驱动机构小型化。即，例如，钟表的驱动机构具备：为动力源的发条，收藏该发条的条盒，与该发条啮合、传递发条的机械能的轮系，利用卷紧的发条回卷所产生的旋转力，通过轮系等传递装置使钟表的指针旋转。

这种作为驱动机构的动力源的发条圈数和输出转矩之间的关系为比例关系，当发条输出转矩为 T，发条的卷紧次数（圈数）为 N，杨氏模

量为 E，发条的全长为 L，发条具有厚度为 t，宽度为 b 的矩形截面时，则公式

$$T=(Et^3b\pi/6L)\times N \quad \cdots\cdots (1)$$

是公知的。

另一方面，发条的全长 L，厚度 t 和宽度 b 由收藏发条的条盒尺寸所决定，当条盒内半径为 R，条轴半径为 r 时，发条的全长 L 由公式

$$L=\pi(R^2-r^2)/2t \quad \cdots\cdots (2)$$

所推导，可知发条的全长 L 和厚度 t 为反比例关系。

在此，发条中储存的机械能通过用圈数 N 对公式（1）的输出转矩 T 进行积分而得出，由于考虑到公式（1）为发条的全长 L 和厚度 t 的函数，所以，以往通过调整 L 和 t 来调整发条的能量。

即如果减薄发条的厚度 t，并加大发条的全长 L 的话，可增加发条的最大圈数 N_{max}。

相反，如果缩短发条的全长 L，增厚发条的厚度 t 的话，则可提高输出转矩 T 的值。

但是，对于这样的决定方法，从公式（2）可知，由于发条的厚度 t 和全长 L 受条盒内部的收藏空间的容积所限制，在采用可长时间工作的发条的情况下，必然要加大条盒，并加大收藏空间，这样就有不能实现包含发条的驱动机构小型化的问题。

而且，虽然考虑到即使采用杨氏模量高的发条材料，并减薄厚度 t，也可以使发条输出高转矩，但难以确保发条的韧性，并且发条的耐久性有限。

本发明的目的是提供一种可实现钟表等精密仪器的高精度化和稳定工作化的弹簧，而且，提供一种在作为动力源使用的情况下，可实现长时间工作的弹簧和以该弹簧为动力源的驱动机构。

发明的公开

1. 弹簧材料的规格

本发明所涉及的弹簧的特征为由非晶形金属构成。

在此，采用非晶形金属作为弹簧材料是为了使拉伸应力大并且杨氏模量小的材料为弹簧材料。具体地说，当以往的发条材料（化学组成（重量%）：Co：30～45%，Ni：10～20%，Cr：8～15%，C：<0.03%，W：3～5%，

Mo: 3～12%, Ti: 0.1～2%, Mn: 0.1 ～2%, Si: 0.1～2%, 其余为铁）和由非晶形金属构成的弹簧比较时，则

	σ max(kgf/mm²)	E(kgf/mm²)
以往的材料	200	20000
非晶弹簧	340	9000 ～12000

另外，作为上述非晶弹簧的非晶形金属，可采用例如 Ni-Si-B 类，Ni-Si-Cr 类，Ni-B-Cr 类和 Co-Fe-Cr 类等非晶形金属，但也可根据弹簧所要求的性能，采用各种非晶形金属.

如果采用这种非晶形金属构成的弹簧，由于非晶弹簧的最大拉伸应力较大，所以容许应力也较大，与相同形状的以往材料的弹簧相比，可获得强的弹性力，在将仪器小型化时非常适用.

而且，由于弹簧是由非晶形金属构成的，可通过单辊法，双辊法和旋转水中纺丝法等简单地制造丝状、带状材料等，实现弹簧制造工序的简洁化.

另外，由于非晶形金属的耐腐蚀性较好，可根据使用场所而不用防锈电镀.

而且，在使用由非晶形金属构成的弹簧作为固定晶体振子的施力装置的情况下，由于以下的理由，可防止晶体振子的信号周期过快或过慢.即如上所述，由于非晶形金属构成的弹簧与以往材料的弹簧相比杨氏模量低，所以弹簧的弯曲量ε和弹性力 F 的关系如图 1 所示，为比以往材料的弹簧的曲线 G1 的倾斜小的曲线 G2. 因此，当赋予固定晶体振子所必要的弹性力 F0 的以往材料的弹簧的弯曲量为ε1，非晶弹簧的弯曲量为ε2 时，在两者的弹簧的弯曲量ε1 和ε2 发生δ变化的情况下，比较此时的弹性力 F0 的变动 df1、df2，可知非晶弹簧的弹性力的变动 df2 要小。因此，如果采用非晶弹簧作为固定晶体振子的施力装置的话，则可降低弹性力的离散性，并减少晶体振子周期的偏差，实现钟表的高精度化.

而且，如果采用非晶体构成的弹簧作为对构成机械式钟表的调速器驱动机构的摆轮游丝机构施力的游丝，则与通常的游丝材料的碳素钢等相比，由于杨氏模量随温度的变化小，所以即使温度发生变化，随弹性力的离散性而引起摆轮游丝机构的摆动周期的变化小，可实现机械式钟表的高精度化.

另外，在采用非晶形金属构成的弹簧作为驱动机构的动力源的情况下，即在非晶形金属构成的发条的情况下，动力源的长时间工作化可根据以下的考虑推导出。

即，上述公式（1）的关系成立的发条31（厚度为t，宽度为b，长度为L）的弯曲如图2所示，内端311与条轴33刚性接合，近似地求出为另一端部的外端312作为自由端的悬臂支承梁的弯曲。当发条31的弯曲半径为r时，图2中的弯曲角α（rad）可表示为

$$r=L/\alpha \qquad \cdots\cdots (3)$$

另一方面，根据上述的弯曲角α，发条31的圈数N表示为

$$N=\alpha/2\pi \qquad \cdots\cdots (4)$$

因此，上述公式（1）可从（3），（4）变形为

$$T=(bt^3E/12L)\times\alpha \qquad \cdots\cdots (5)$$

而且，由发条31的弯曲所储存的能量U可通过用α对作用于发条31上的弯曲力矩，即发条31的输出转矩T进行积分而求出，为

$$U=\int T d\alpha=\int (bt^3E/12L)\times\alpha\, d\alpha$$
$$=(bt^3E/24L)\times\alpha^2 \qquad \cdots\cdots (6)$$

因此，当图2中的发条31的最大弯曲角为αmax时，长度为L的发条所储存的最大能量U_{max}表示为

$$U_{max}=(bt^3E/24L)\times\alpha max^2 \qquad \cdots\cdots (7)$$

在此，作用于发条31上的弯曲应力σ可作为作用于发条31上的弯曲力矩，即处于弯曲状态下的发条31可输出的输出转矩T的函数来表示，当从发条31的中立轴A向厚度方向位移为y，发条31的剖面几何力矩为I_Z时表示为

$$\sigma=T\times y/I_Z \qquad \cdots\cdots (8)$$

因此，由公式（8）求出作用于图2中的发条31顶面的拉伸方向的最大弯曲应力σb为

$$\sigma b=T\cdot(t/2)/I_Z \qquad \cdots\cdots (9)$$

另一方面，由于发条31的剖面为厚度为t，宽度为b的矩形，计算出

$$I_Z=bt^3/12 \qquad \cdots\cdots (10)$$

由公式（9）、（10）表示为

$$T=(bt^2/6)\times\sigma b \qquad \cdots\cdots (11)$$

因此，由公式（1）、（11）表示为

$$T=(Et^3b\pi/6L)\times N=(bt^2/6)\times \sigma b \quad \cdots\cdots (12)$$

根据公式（4），赋予公式（7）中的σmax的发条的最大圈数N_{max}为

$$N_{max}=\sigma max/2\pi \quad \cdots\cdots (13)$$

因此，由公式（12）、（13）可导出以下的关系。

$$\sigma max=2L\sigma b/Et \quad \cdots\cdots (14)$$

因此可知，σmax由发条31的拉伸方向的最大弯曲应力σb，即用于发条31的发条材料的最大拉伸应力σmax所决定，上述公式（7）计算为

$$U_{max}=(bt^3E/24L)\times(2L\sigma max/Et)^2$$
$$=(btL/6)\times(\sigma max^2/E) \quad \cdots\cdots (15)$$

从公式（15）可知，图2的发条31中储存的最大能量U_{max}不仅因发条31的厚度t，宽度b和长度L而变化，也根据构成发条31的材料的最大拉伸应力σmax和杨氏模量E而变化。

因此可知，要想进一步增加发条中储存的能量U_{max}，最好采用最大拉伸应力σmax大且杨氏模量E小的材料作为发条31。即在采用上述的σmax=340（kgf/mm^2），E=9000~12000（kgf/mm^2）的非晶弹簧作为发条31的材料时，由公式（15）可知，与以往的情况相比，可储存4.8~6.4倍的能量。

因此，如果采用非晶发条作为钟表或八音盒等的驱动机构的动力源的话，就可不必改变条盒等其它部分的形状和尺寸而提高发条中可储存的能量的体积密度。因此，作为驱动机构的动力源，即可保持小型化，又可使其长时间工作，特别适合于小型化很重要的手表的驱动机构的动力源。

以上，在利用上述非晶形金属构成的弹簧作为游丝或发条的情况下，最好是由非磁性体构成的发条。即，如果这些发条是非磁性体构成的话，由于提高了耐磁性，即使发条受磁场的拉伸也不会降低发条的特性。另外，在将非晶形金属构成的弹簧用于晶体振子的固定弹簧，掣子弹簧等的情况下，如果该弹簧是由非磁性体构成的话，提高耐磁性，与上述相同，弹簧的弹性力不会受磁场等的影响。

2. 非晶形金属构成的弹簧的最佳形状

非晶形金属构成的弹簧的剖面形状最好是直径为 0.05mm 以上的圆形剖面，或者具有厚度 0.01mm × 宽度 0.05mm 以上的矩形剖面。

即，如果弹簧的剖面为这种剖面的话，由于可获得足够的弹性力，所以可用于晶体振子的固定装置、向构成机械式钟表的调速器的摆轮游丝机构施力的游丝和成为驱动机构动力源的发条等。

而且，上述非晶形金属构成的弹簧最好具有初始弯曲并组装在基板或主板等上。

即由于有初始弯曲，即使将弹簧组装在基板、主板上也不会产生弹簧的活动或偏移。另外，当具有初始弯曲时，虽然可在初始时施加负荷，但由于以往材料的弹簧的杨氏模量高，其达到容许应力的余量小。与此相反，由于非晶形金属构成的弹簧的杨氏模量低，即使在初始弯曲下施加负荷，也可确保容许应力的余量。

另外，在上述的非晶形金属构成的弹簧用于为驱动机构动力源的发条中的情况下，这种发条的自由展开形状为 S 形，该自由展开形状的弯曲方向改变的拐点最好在为卷绕方向一侧端部的内端和相对于该内端为另一端部的外端的中间点靠近内端一侧上形成。

在此，发条的自由展开形状是指象发条从条盒内取出状态下的形状那样，发条在解除束缚状态时的展开形状。

对于由以往材料构成的发条的自由展开形状，如图 3 中的曲线 G3 所示，形成与在发条的内端和外端的中间点 C 上设置了拐点（曲率半径 ρ 为无限大，发条的弯曲方向变化的点）的理想曲线相近似的 S 形，其理由如下。

①事先在卷绕方向和相反一侧上对发条进行整形，这是为了在卷绕时储存于发条中的能量多。

②使弯曲应力均等地作用在发条整体上，以防止由于应力集中而引起发条断裂。

另一方面，如上所述，由于非晶发条与以往的发条材料相比杨氏模量小，所以可缓解由上述②的理由而引起的限制，为了专门达到①而进行整形。

具体地说，非晶发条的最佳自由展开形状由以下所决定。

当假设条盒内收藏的发条在卷绕时的螺旋形状为阿基米德螺旋时，在采用极座标 r、θ 的情况下表示为

$$r=(t/2\pi)\cdot\theta \quad \cdots\cdots (16)$$

其中，（t:发条的厚度）

当作用于发条上的弯曲力矩为 M，发条的弯曲刚性为 B，自由展开形状中的发条的曲率半径为 $\rho 0$，卷绕时的发条外周部分的曲率半径为 $\rho 1$ 时，在发条整体上不发生应力集中的理想曲线的条件由下式得出。

$$(1/\rho 1)-(1/\rho 0)=M/B=\text{定值} \quad \cdots\cdots (17)$$

而且，当发条的最大弹性应变量为 εmax 时，发条整体储存的弹性能量为最大的条件由下式得出。

$$B/M=t/4\varepsilon max \quad \cdots\cdots (18)$$

当从卷起的中心沿曲线测得的发条长度为 L' 时，下述关系成立。

$$1/\rho 1=(\pi/t\ L')^{1/2} \quad \cdots\cdots (19)$$

因此，由公式（17）、（19）得出

$$1/\rho 0=(\pi/t\ L')^{1/2}-M/B \quad \cdots\cdots (20)$$

实际上，由于发条的内端卷绕在条轴上，所以当该条轴半径为 r 时，实际的发条长度 L 为，

$$L=L'-\pi r^2/t \quad \cdots\cdots (21)$$

因此，理想曲线形状的自然方程式为公式（22）。

$$\rho 0=2(\pi/t)\times(B/M)^3\times(1/L)+B/M \quad \cdots\cdots (22)$$

因此，根据公式（18）、（22），发条的储存能量为最大时的自由展开形状的曲率半径 $\rho 0$ 可由公式（23）来表示。

$$\rho 0=2(\pi/t)\times(t/4\varepsilon max)^3\times(1/L)+t/4\varepsilon max \quad \cdots\cdots (23)$$

另外，当 $\varepsilon max=0.02$ 时，由于理想曲线的螺旋形状的螺距远小于发条的厚度 t，所以实际上是以接近于 $\varepsilon max=0.02$ 的形状来代替。

如果在上述的图 3 中表示公式（23）的话，则为曲线 G4 那样，可知计算的拐点可在较以往材料的发条的曲线 G3 的内端一侧形成。

因此，如果是非晶发条的话，由于在发条的全长上可沿卷绕方向和相反一侧上进行整形，所以可进一步增加卷紧时的储存能量。

在此，上述公式（1）为理论计算的基础公式，公式（22）也是由该基础公式求出的理论公式，实际上，由于发条之间或发条和条盒之间产生摩擦，为了接合发条和条轴而需要有卷绕量，所以这些必须考虑。

因此，当由摩擦产生的补偿系数为 K1，发条卷绕在条轴上的圈数为 No 时，在以往材料的发条中，圈数 N 和输出转矩 T 之间的关系为

$$T=K1\cdot(Ebt^3\pi/6L)\times(N-No) \quad \cdots\cdots (24)$$

因此，如图 4 所示，与以往材料的发条的输出转矩特性 G6 相比，非晶发条的输出转矩特性 G5 圈数相同，但曲线的倾斜小，由圈数变化引起的转矩变动小。而且，由于在相同的圈数时的转矩高，所以持续时间增加，可使驱动机构更加长时间地工作。

3. 为最佳形状的非晶发条的形成

在上述的利用由非晶形金属构成的弹簧作为发条的情况下，由于以单板难以制造厚度 t 为 50μm 以上的发条，所以最好将 2 片、3 片和数片非晶形金属板状体层压为一体化来作为非晶发条。

即，由于非晶形金属板状体层压而形成，所以从公式（1）、（22）和（23）可知，可根据输出转矩等的要求性能自由地设定非晶发条的厚度 t。

另外，在层压一体化的情况下，最好用合成树脂类的粘接剂将数片非晶形金属板状体贴合在一起。

即，由于合成树脂类的粘接剂可在低温下将数片非晶形金属板状体层压一体化，所以非晶形金属的特性不会变化，上述的非晶发条的特征也不会受到损坏。

具体地说，可采用在非晶形金属的特性发生变化的约 300℃以下的温度下硬化的粘接剂，例如，由于如果是环氧类粘接剂的话，大约在 100℃硬化，所以非晶形金属的特性不会变化。

而且，由于粘接剂完全硬化前易于变形，所以上述非晶发条的整形可通过将其卷绕在夹具等上而易于进行。

另外，不必象以往的发条那样，为了整形而另外进行热处理，可实现发条的制造工序简洁化。而且，即使对数片非晶形金属板状体的内端部分、拐点部分和外端部分进行点焊，也可进行非晶发条的整形。即使用这种层压一体化的弹簧作为晶体振子的固定弹簧和掣子弹簧等，也可有与上述相同的效果。

4. 利用非晶发条的驱动机构

利用涉及本发明的发条的驱动机构具备上述非晶发条和传递该发条的机械能的轮系，其特征在于具有数个非晶发条和收藏这些发条的数个条盒，上述轮系中同时啮合有上述数个条盒。

即，由于使收藏非晶发条的数个条盒同时在轮系中相啮合，所以在轮系中作用有将从数个条盒输出的输出转矩叠加的输出转矩，可使较大的转矩作用于轮系上，并可以较高的输出转矩使驱动机构工作。

以上中，数个条盒相对于轮系的啮合相位最好互相错开。

即，由于啮合的相位互相错开，一方的条盒和轮系的啮合所发生的转矩变动可通过与其它条盒的啮合而消除，在条盒整体上抑制向轮系的传递转矩的变动，使驱动机构平稳地工作。

附图的简要说明

图 1 为用于说明本发明作用的变形和弹性力之间关系的曲线图。

图 2 为用于说明本发明作用的模式图。

图 3 为从发条长度和曲率半径之间的关系表示发条的拐点位置的曲线图。

图 4 为圈数和输出转矩之间关系的曲线图。

图 5 为利用涉及本发明第 1 实施例的非晶发条的驱动机构的俯视图。

图 6 为上述实施例中的驱动机构的剖视图。

图 7 为上述实施例中的驱动机构的另一剖视图。

图 8 为上述实施例中的条盒内收藏的发条的俯视图。

图 9 为上述实施例中的发条沿厚度方向的剖视图。

图 10 为上述实施例中的发条的自由展开形状的俯视图。

图 11 为涉及本发明第 2 实施例的驱动机构的俯视图。

图 12 为上述实施例中的条盒和轮系的啮合状态的局部俯视图。

图 13 为涉及本发明第 3 实施例中的摆轮游丝系统的俯视图。

图 14 为上述实施例中的摆轮游丝系统的剖视图。

图 15 为涉及本发明第 4 实施例的晶体振子的固定结构的侧视图。

实施发明的最佳方式

以下，参照附图对本发明的实施例进行说明。

第 1 实施例涉及利用本发明的弹簧作为发条的驱动机构。图 5 为利用本发明第 1 实施例的非晶发条的电子控制式机械钟表的驱动机构的俯视图，图 6 和图 7 为其剖视图。

电子控制式机械钟表的驱动机构 1 具备有由非晶发条 31，条盒齿轮 32，条轴 33 和条盒盖 34 构成的条盒 30。非晶发条 31 的外端固定在条

盒齿轮 32 上，内端固定在条轴 33 上．条轴 33 由主夹板 2 和上夹板 3 所支承，通过制逆轮螺钉 5 与制逆轮 4 为一体旋转地固定。

制逆轮 4 与掣子 6 相啮合，以便沿顺时针方向旋转而不沿逆时针方向旋转。另外，由于制逆轮 4 沿顺时针方向旋转而卷绕非晶发条 31 的方法与机械式钟表的自动上弦或手动上弦相同，故将说明省略。

将条盒齿轮32的旋转增速7倍并向二号轮7传递,然后依次增速6.4倍向三号轮 8 传递，增速 9.375 倍向四号轮 9 传递，增速 3 倍向五号轮 10 传递，增速 10 倍向六号轮 11 传递，增速 10 倍向转子 10 传递，共计增速 126，000 倍，这些齿轮构成轮系。

二号轮 7 上固定有分轮 7a，分轮 7a 上固定有分针 13，四号轮 9 上固定有秒针 14。因此，为了使二号轮 7 以 1rph、四号轮 9 以 1rpm 旋转，可控制转子 12 以 5rps 旋转。这时的条盒齿轮 1b 为 1/7rph。

这种电子控制式机械钟表具备由转子 12，定子 15，线圈组件 16 构成的发电机 20。转子 12 由转子磁铁 12a，转子齿轮 12b，转子惯性圆板 12c 构成。转子惯性圆板 12c 是为了减少转子 12 相对于来自条盒 30 的驱动转矩变动而产生的转速变动。定子 15 为在定子体 15a 上绕 4 万匝线的定子线圈 15b。

线圈组件 16 为在磁心 16a 上绕 11 万匝线的线圈 16b。在此，定子体 15a 和磁心 16a 由 PC 坡莫合金等构成。而且，定子线圈 15b 和线圈组件 16b 串接在一起，以输出叠加各自发电电压的输出电压。

由这种发电机 20 所发电的交流输出虽然在图 5 至图 7 中省略了图示，但供给到组装在驱动机构 1 的调速，擒纵等控制用的控制电路中。

以下，参照图 8 对上述条盒 30 的内部结构加以说明。

图 8（A）中表示上述非晶发条 31 卷绕在条盒 30 内的状态，图 8（B）中表示非晶发条 31 在条盒内回卷后的状态。

另外，该非晶发条 31 的形状和尺寸是宽度 b = 1mm，厚度 t=0.1mm，全长 L = 300mm。

非晶发条 31 如上所述，其内端 311 卷绕在条轴 33 上，同时外端 312 接合固定在条盒的内侧面上。

在图 8（B）的状态中，当由于外力使条盒 30 相对于条轴 33 旋转时，非晶发条 31 卷紧．卷紧后，当解除条盒 30 的束缚状态时，非晶发条 31

回卷的同时条盒 30 旋转．然后通过在条盒 30 的外周上形成的条盒齿轮 32 使上述二号轮 7 等轮系旋转，分针 13 和秒针 14 等动作．

非晶发条 31 如图 9 所示，将数片厚度为 50μm 的非晶形金属板状体 313 层压而一体化地形成，各个非晶形金属板状体 313 之间通过环氧类粘接剂 314 而粘接在一起。

如图 10 所示，对从上述条盒 30 取下的非晶发条 31 在相对于条轴 33 的卷绕方向和相反一侧上进行整形，具有平面大致为 S 状的自由展开形状。

然后，弯曲方向变化的拐点 315 在内端 311 的附近形成，从拐点 315 到内端 311 是用于将非晶发条 31 固定在条轴 33 上。

在制造以上这种非晶发条 31 时，首先将非晶形金属板状体 313 加工成作为驱动机构 1 的动力源所必须的宽度和长度。

然后用环氧类粘接剂 314 将各个非晶形金属板状体 313 相互粘接在一起，以确保非晶发条 31 所必须的厚度 t（0.1mm）。

最后，在环氧类粘接剂 314 硬化之前，将非晶发条 31 卷绕在圆棒等上进行整形，使环氧类粘接剂 314 硬化。

根据以上的第 1 实施例的非晶发条 31 具有以下的效果。

①由于采用非晶发条 31 作为驱动机构 1 的动力源，所以可保持驱动机构 1 的小型化，并可使该驱动机构 1 长时间工作。

顺便说一下，相对于在上述驱动机构 1 中组装以往的发条的情况下，从卷紧时开始到 40 小时后停止，而在组装非晶发条 31 的情况下，从卷紧时开始到 45 小时后停止，持续时间增加约 10％．

②由于可将拐点 315 的位置设定在内端 311 的附近，所以可在非晶发条 31 的大致全长上进行整形，使非晶发条 31 储存的能量增加，可实现驱动机构 1 的工作更加长时间化。

而且，由于如果是非晶发条 31 的话，转矩变动小，所以在用于机械式钟表的动力源的情况下，提高驱动精度。

③以往的发条，是反复将整块材料轧制而获得规定尺寸厚度的发条。

与此相反，由于上述非晶发条 31 可通过单辊法，双辊法和旋转水中纺丝法等简单地制造丝状、带状材料等，所以可实现非晶发条的制造简单化。

④由于通过环氧类粘接剂 314 进行数片非晶形金属板状体 313 的层压一体化，所以在非晶发条 31 的形成中不必施加加热工序，从而不会损伤非晶形金属的特性。

而且，由于可在粘接剂硬化前进行整形，所以非晶发条 31 的整形可通过将其卷绕在夹具等上而易于进行。

以下，对利用本发明的第 2 实施例的非晶发条的驱动机构加以说明。另外，在以下的发明中，对已经说明的部分或构件相同或相似的部分等，将其说明省略或简化。

在上述第 1 实施例的驱动机构 1 中，使驱动机构 1 工作的动力源只是收藏在条盒 30 内的一个非晶发条 31。

与此相反，如图 11 所示，第 2 实施例的驱动机构 101 具备 2 个条盒 30，在各自的内部收藏的非晶发条 31 作为驱动机构 101 的动力源，这一点与上述不同。

在驱动机构 101 的二号轮 7 的基部齿轮 71 上同时啮合有 2 个在条盒 30 的外周上形成的条盒齿轮 32（图 11 中省略了图示）。

2 个条盒 30 以各自的条轴 33 为中心沿同一方向旋转，在二号轮 7 上作用有各个非晶发条 31 的输出转矩 T 叠加后的转矩 2T。

在此，与二号轮 7 啮合的条盒齿轮 32 如图 12 所示，左侧的条盒齿轮 32 和右侧的条盒齿轮 32 的啮合相位不同，当左侧的条盒齿轮 32 在 B1 点上与二号轮 7 相接触时，右侧的条盒齿轮 32 在 B2 点上从二号轮 7 离开。

另外，这种相位的不同是由条轴 33 的相对位置所决定，从图 11 可知，可根据二号轮 7 的旋转中心和条轴 33 的夹角 β 调整啮合的相位。

根据这种利用第 2 实施例的非晶发条的驱动机构 101，加上上述的第 1 实施例中叙述的效果，具有以下的效果。即，由于使收藏非晶发条 31 的 2 个条盒 30 同时与构成轮系的二号轮 7 啮合，所以可使各条盒 30 的输出转矩 T 叠加，使二号轮 7 旋转，以较高的输出转矩 2T 使驱动机构 101 工作。

而且，由于与二号轮 7 啮合的条盒齿轮 32 的相位相互错开，另一方面，例如在图 12 中，左侧的条盒 30 和二号轮 7 的啮合状态所发生的转矩变动加上右侧的条盒 30 的啮合状态所发生的转矩，可抑制传递转矩的变动，使驱动机构 101 平稳地工作。

以下，对本发明的第 3 实施例加以说明。第 3 实施例为利用根据本发明的非晶形金属构成的弹簧作为对构成机械式钟表的调速器的摆轮游丝机构施力的游丝。即构成本例中的调速器的摆轮游丝系统 400 如图 13 和图 14 所示，由摆轮轴 410，环形摆轮 420，摆轮座 430，夹头 440，支架 450 和校准器 460 构成。

在摆轮轴 410 上固定有环状摆轮 420，摆轮座 430 和夹头 440，这些为一体旋转地构成。游丝 470 为非晶合金构成的非磁性体，其内周端固定在夹头 440 上，外周端固定在支架 450 上。校准器 460 由游丝内夹 461 和游丝外夹 462 构成，游丝 470 的最外周部分从游丝内夹 461 和游丝外夹 462 之间通过。

而且，在这种摆轮游丝系统 400 中，由于当环形摆轮 420 以摆轮轴 410 为轴旋转时，夹头 440 也随之旋转，所以游丝 470 的弹性力作用在环形摆轮 420 上，当该弹性力与环形摆轮 420 的惯性力平衡时，环形摆轮 420 的旋转停止，通过游丝 470 的弹性力，环形摆轮 420 向相反方向旋转。即环形摆轮 420 以摆轮轴 410 为轴反复摆动。通过微调校准器 460 的游丝内夹 461 和游丝外夹 462 的位置可改变环形摆轮 420 的摆动周期。而且，该摆动周期 T 除了根据环形摆轮 420 等的旋转部分的惯性力矩 J 之外，还根据游丝 470 的材料特性而变化，当游丝 470 的宽度为 b，厚度为 t，发条长度为 L，游丝的杨氏模量为 E 时，可由以下的公式（25）来表示。

$$T = 2\pi\sqrt{(12JL)/(Ebt^3)} \qquad \cdots\cdots (25)$$

根据以上的第 3 实施例，具有以下的效果。

即，由于游丝 470 是由非晶形金属构成的，所以杨氏模量 E 随温度的变化小，由公式（25）表示的摆轮游丝系统 400 的摆动周期的变化也小，可实现具有包含摆轮游丝系统 400 的调速器的机械式钟表的高精度化。

而且，由于游丝 470 是由非磁性体的非晶形金属构成的，所以可提高耐磁性，并且即使游丝 470 受外部磁场的吸引，也不会降低游丝的特性。

以下，对本发明的第 4 实施例加以说明。第 4 实施例为利用根据本发明的非晶形金属构成的弹簧作为在施力状态下固定晶体振荡式钟表的晶体振子的弹簧。

即，如图 15 所示，晶体振子 500 由真空密封舱 501 和该真空密封舱 501 的内部收藏的音叉型振子主体 502 所构成，在真空密封舱 501 的端部设置的端子 503 与电路基板 510 电气连接，构成振荡电路。

晶体振子 500 配置在主板 520 上，通过螺钉 530 和由非晶形金属构成的固定弹簧 540，固定在向由主板 520 所推压的方向依附的状态。

根据第 4 实施例，具有以下的效果。即，由于非晶形金属构成的固定弹簧 530 的杨氏模量小，所以固定弹簧 530 的弯曲量和弹性力的关系如上述的图 1 所示，为较以往材料的弹簧的曲线 G1 的倾斜要小的曲线 G2. 因此，即使固定弹簧 530 的弯曲量变化，由于此时的弹性力的变动减小，所以可减少晶体振子的周期偏差，实现晶体振荡式钟表的高精度化。

另外，本发明并不限于上述的各实施例，还包括以下所示的变形等。

即，上述的第 1 实施例中，非晶发条 31 是用作电子控制式机械钟表的驱动机构 1 的动力源，但并不仅限于此，也可在控制系统由调速器和擒纵机构成的通常的机械式钟表的驱动机构中使用非晶发条。

而且，上述的第 1 实施例中，非晶发条 31 是用作钟表的驱动机构 1 的动力源，但并不仅限于此，非晶发条也可作为八音盒等其它驱动机构的动力源使用。

另外，上述的第 1 实施例中，非晶发条 31 是通过粘接剂 314 而层压一体化形成的，但也可通过在内端 311、外端 312 和拐点 315 上进行点焊而使其一体化，这样，在层压一体化的同时，可在一定程度上对非晶发条进行整形。

上述的第 2 实施例中，在构成轮系的二号轮 7 上啮合有 2 个条盒 30，但也可啮合有 2 个以上的条盒 30，也就是说，根据非晶发条的储存能量和作为驱动机构的动力源所要求的能量适当决定即可。

而且，上述的第 4 实施例中，非晶形金属构成的弹簧是作为固定晶体振子 500 的固定弹簧 530 使用的。但并不仅限于此。即，也可由非晶形金属构成掣子弹簧，该掣子弹簧构成与第 1 实施例的制逆轮 4 啮合的掣子 6。掣子为在卷绕条盒内的发条时防止回卷的零件，此时起作用的弹簧为掣子弹簧。而且，在卷绕发条时，掣子弹簧只是在与掣子卡合的制逆轮的啮合齿数上反复承受负荷，其次数为数万～数十万次/年。在这种反复施加负荷的情况下，必须将掣子弹簧的容许应力设定在最大应

力的二分之一以下．因此，如果在这种掣子弹簧中使用由非晶形金属构成的弹簧的话，可较高地设定容许应力，而且由于弹性力的离散性也小，有利于作为掣子弹簧的材料．

除此之外，实施本发明时的具体结构和形状等，在可达到其它目的的范围内也可以是其它的结构。

工业上应用的可能性

如上所述，本发明的弹簧，发条，游丝，以及利用这些的驱动机构和钟表适于作为钟表和八音盒等的驱动机构的动力源，固定晶体振荡式钟表等的晶体振子的弹簧，对机械式钟表的摆轮游丝机构施力的游丝和卷紧条盒内的发条时防止回卷的掣子弹簧。

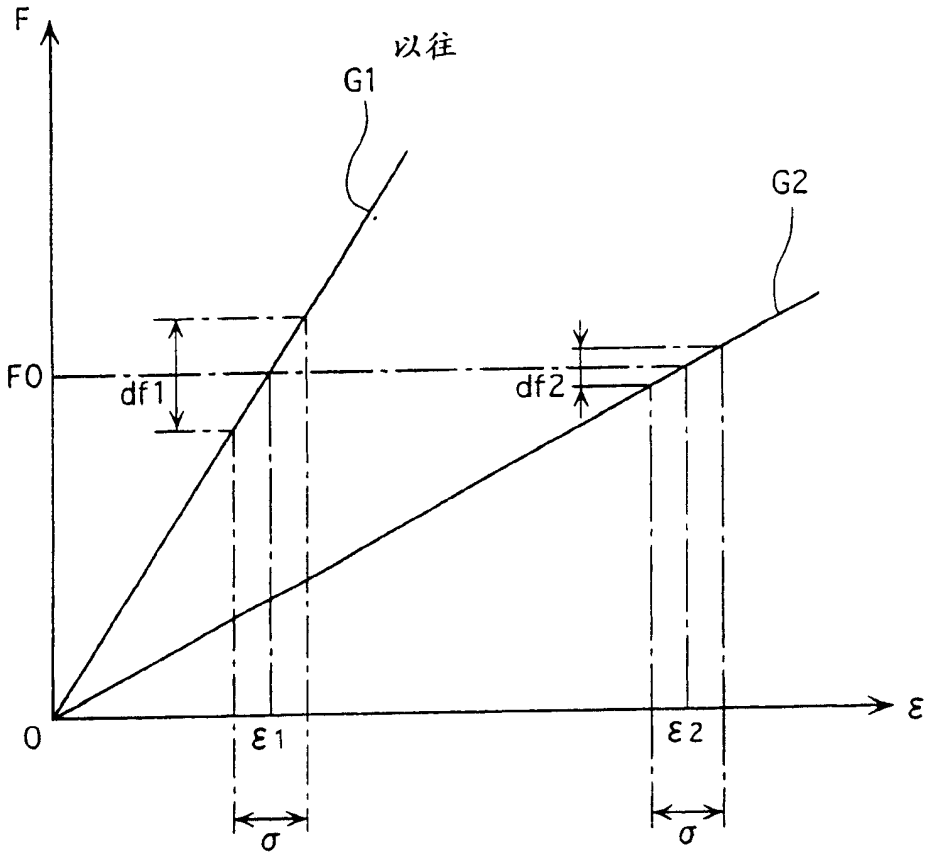


图 1

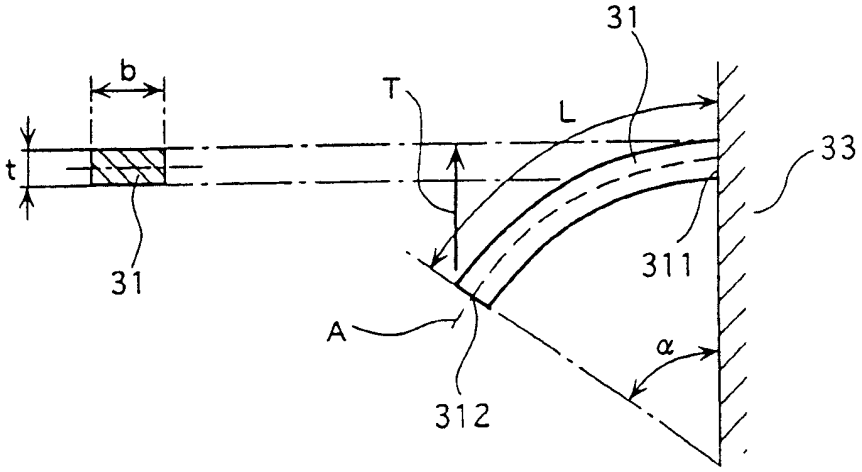

31
b
T
L
33
t
31
311
A
α
312

图 2

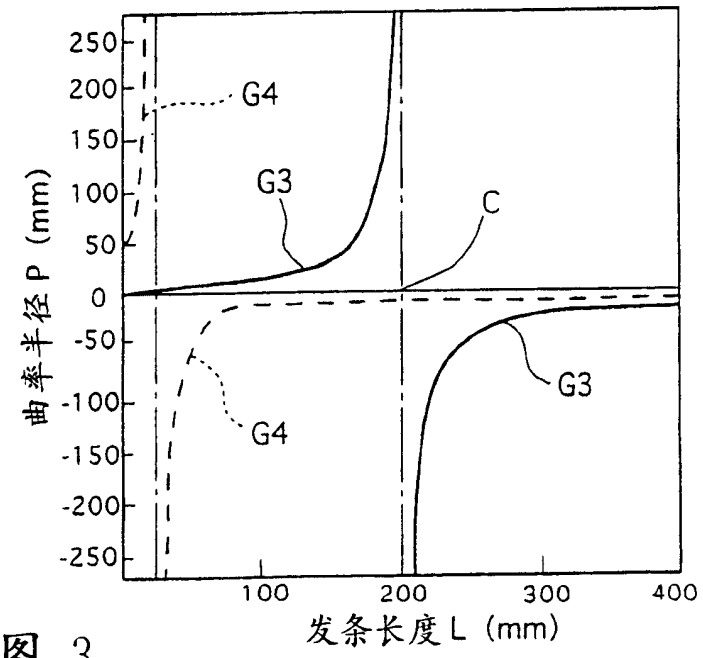

250
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-250
G4
G3
C
G3
G4
100
200
300
400
曲率半径 P (mm)
发条长度 L (mm)

图 3

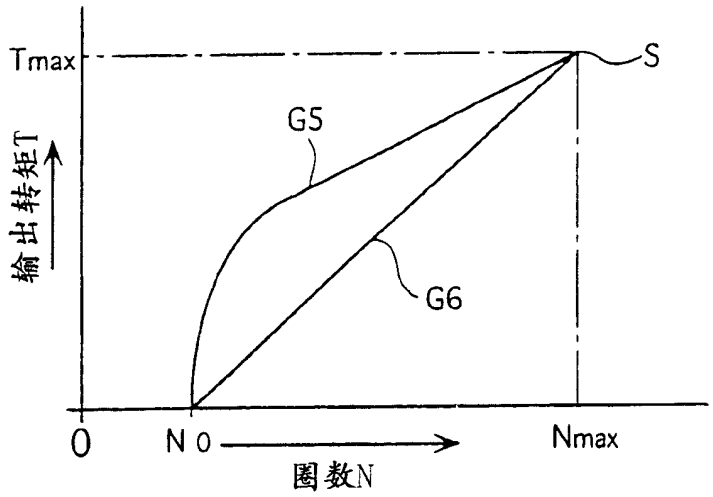


图 4

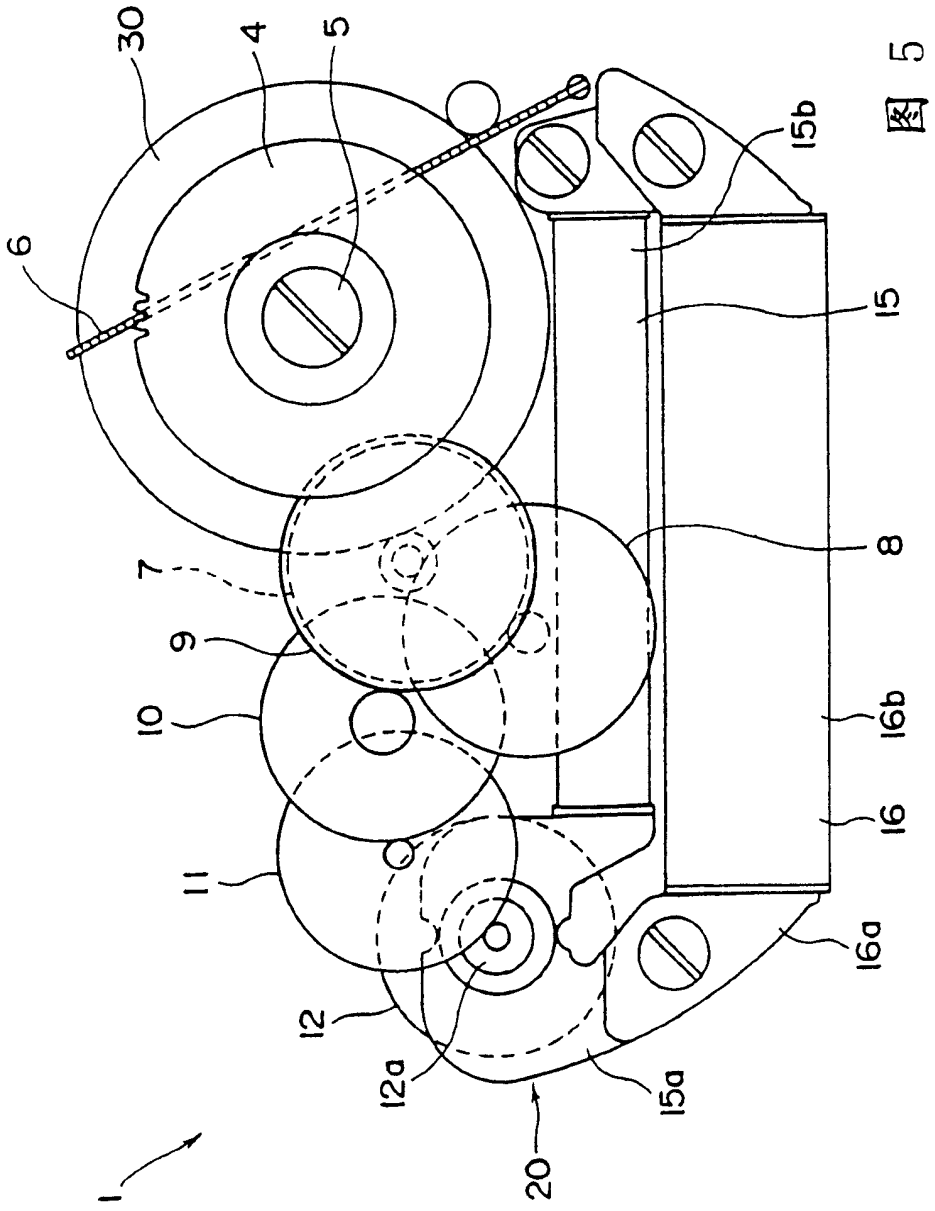


图 5

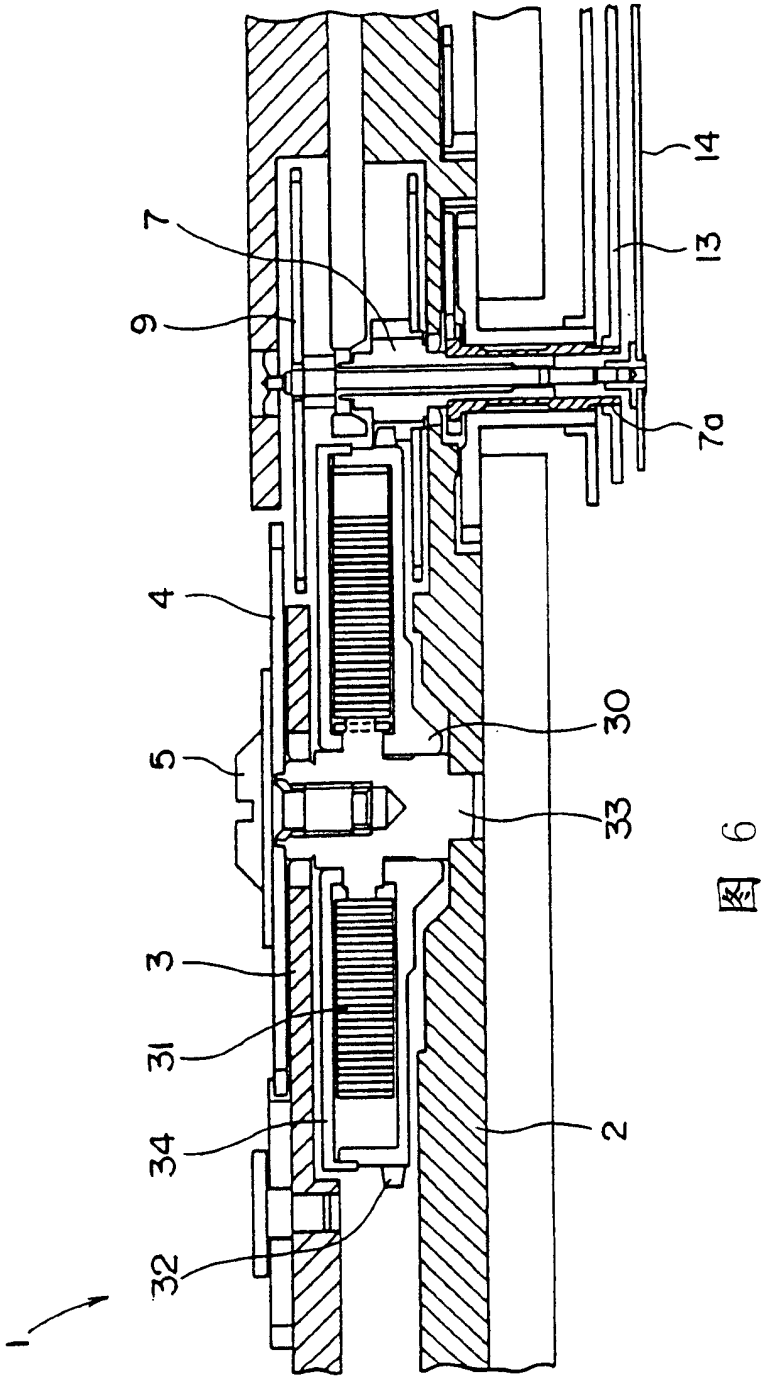


图 6

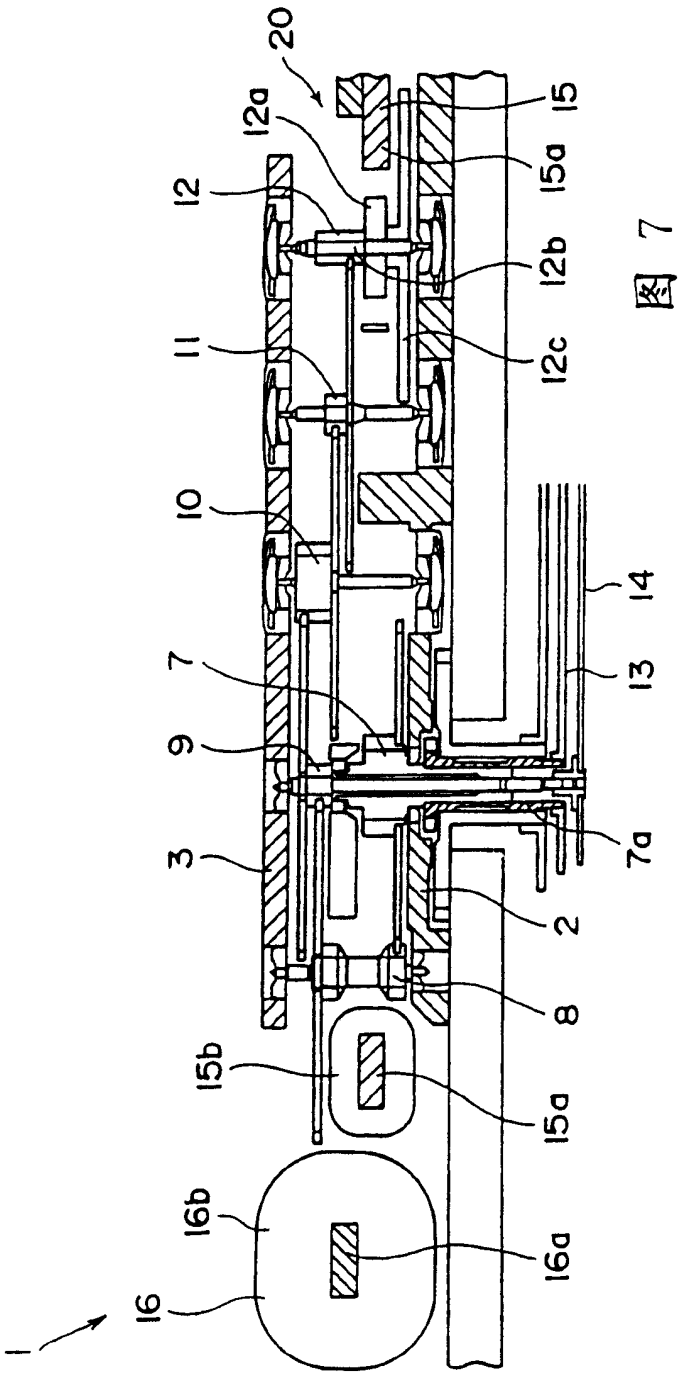


图 7

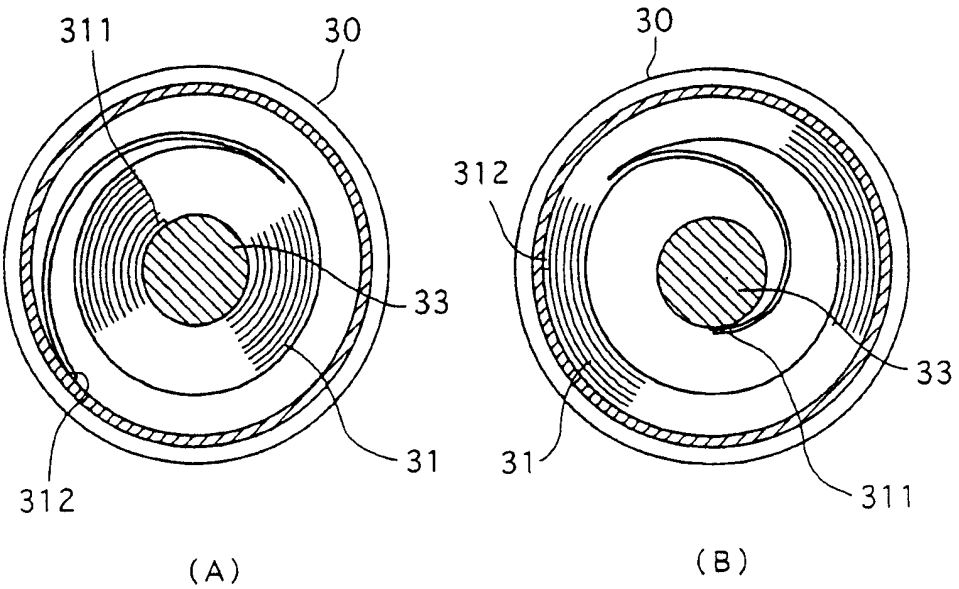


图 8

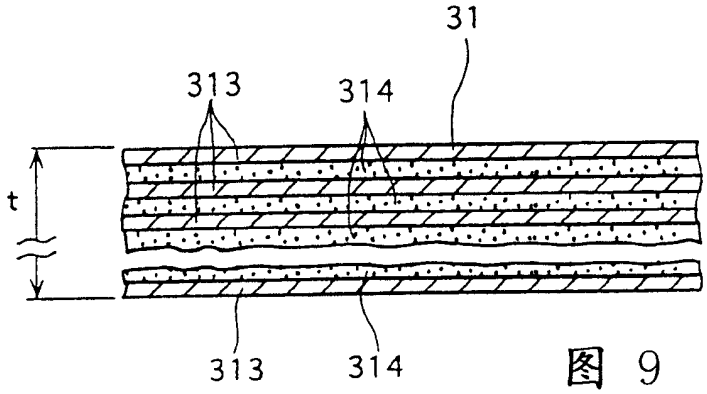


图 9

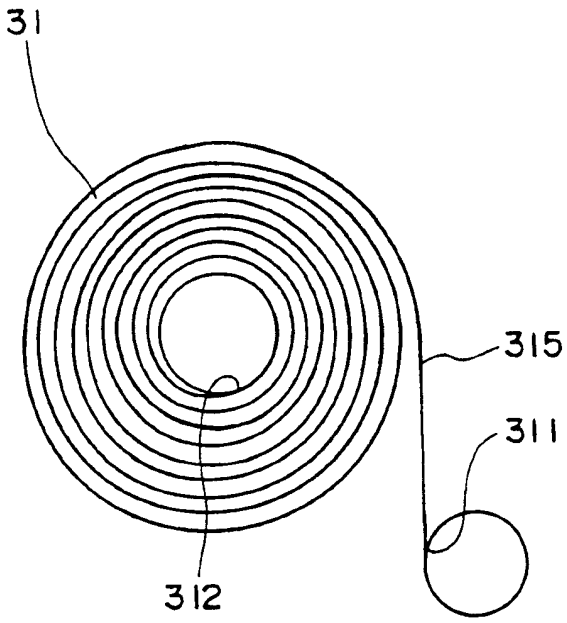


图 10

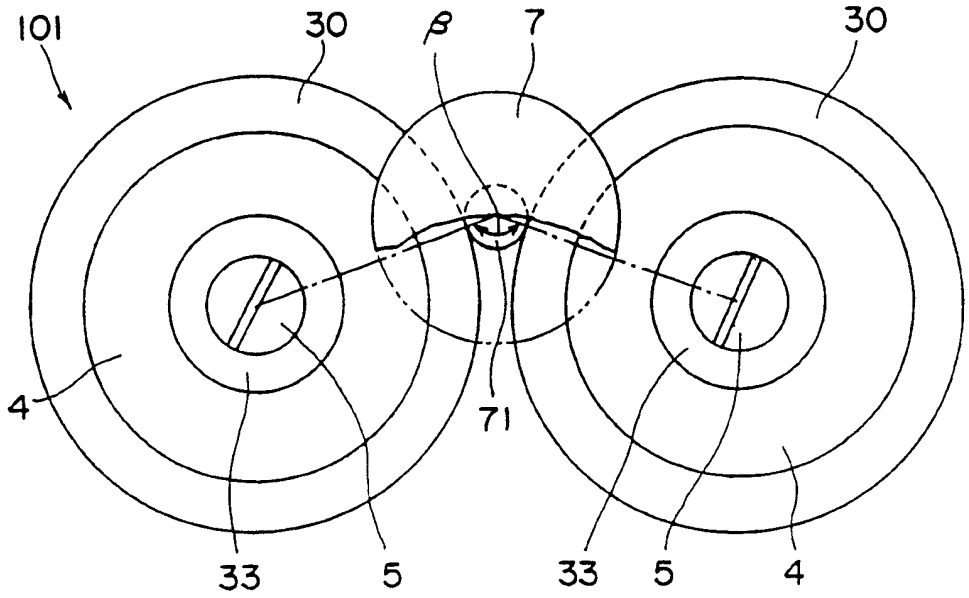


图 11

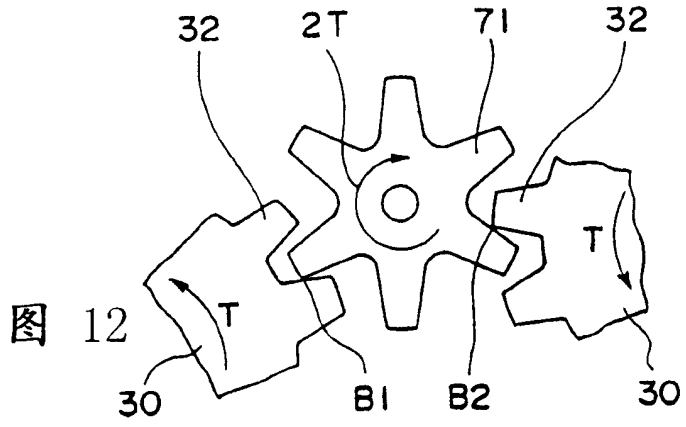


图 12

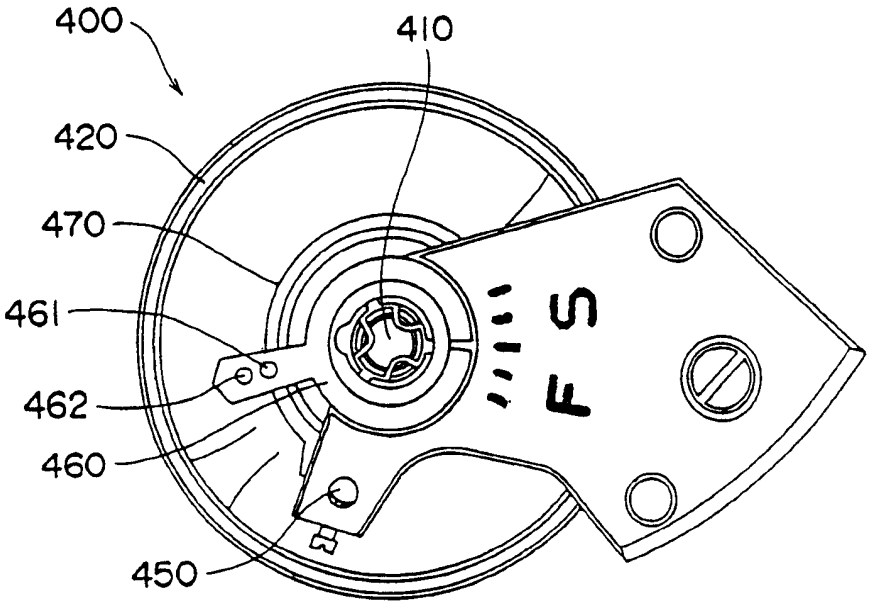

400
410
420
470
461
462
460
450

图 13

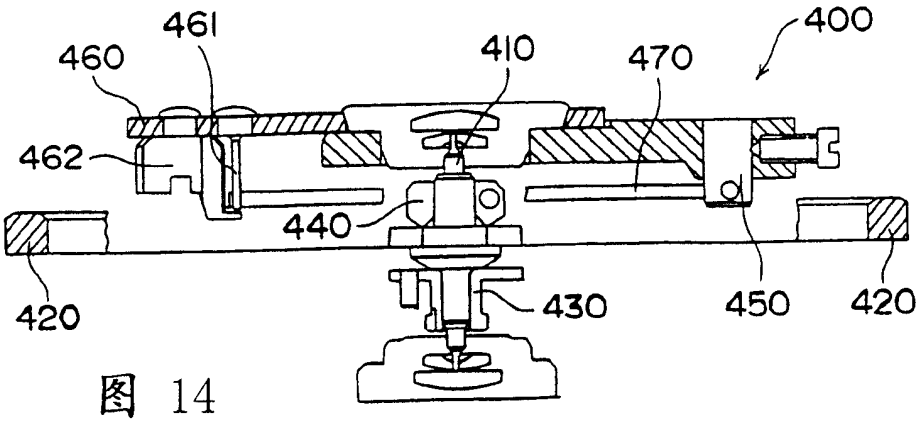

461
460
410
470
400
462
440
420
430
450
420

图 14

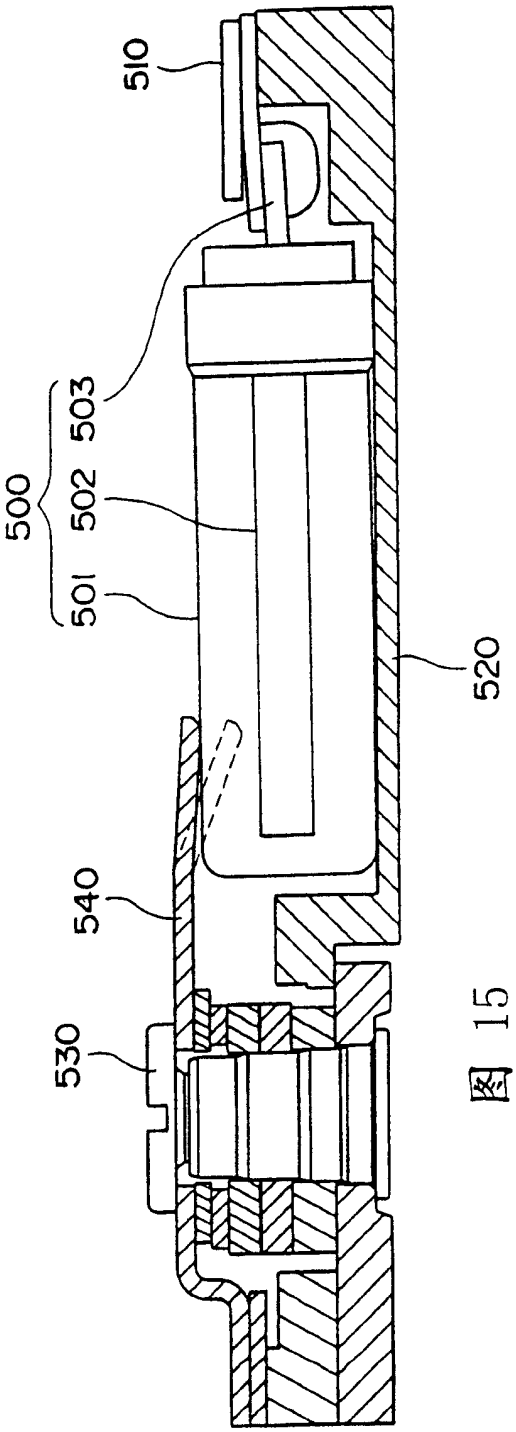


图 15