

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 708 113 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B 15/14** (2006.01)
G04B 15/08 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01429/07

(22) Anmeldedatum: 13.09.2007

(24) Patent erteilt: 15.12.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.12.2014

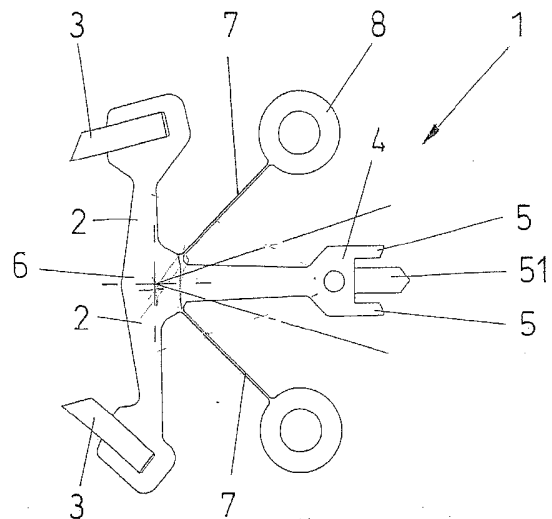
(73) Inhaber:
Stéphane von Gunten, Chemin des Virettes 11
2035 Corcelles (CH)

(72) Erfinder:
AugustENZler, 9054 Haslen (CH)

(74) Vertreter:
BOVARD AG, Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3000 Bern 25 (CH)

(54) **Anker für eine Uhrenhemmung.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Anker (1) für eine Uhrenhemmung in einem mechanischen Uhrwerk, umfassend zwei Ankerarme (2) mit je einer Palette (3) und eine Ankergabel (4), an welcher endseitig ein Gabelhorn vorhanden ist, welches auf eine Unruh einwirkt. In diesem Anker (1) sind die Ankerarme (2) und die Ankergabel (4) zusammen mit zwei Befestigungsarmen (7) einstückig gefertigt, wobei die Befestigungsarme (7) in derselben Ebene verlaufen wie die übrigen Ankerteile, und wobei sich die Mittelachsen der beiden Befestigungsarme (7) in einer virtuellen Achse schneiden. Ausserdem sind die Befestigungsarme (7) mindestens mit je einer Teilstrecke so biegeelastisch gestaltet, dass der Anker (1) in der Ebene um die virtuelle Achse unter Einwirkung der auf ihn übertragenen Energie zu schwingen vermag.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Anker für eine Uhrenhemmung mit Hemmungsrad einer mechanischen Uhr gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Die Grundzüge der Funktion einer mechanischen Uhr sind heute allgemein bekannt und gut dokumentiert. Die Uhrwerke der mechanischen Uhren schöpfen im Allgemeinen ihre Energie aus einer Feder, meist einer Spiralfeder, der Aufzugsfeder beziehungsweise der so genannten Barillet. Diese Energie wird auf ein Zahnradgetriebe abgegeben, welches wiederum über Zeigerelemente, zum Beispiel die Information für die Anzeige der Stunde wiedergibt, bis zum letzten Element, der so genannten Hemmung. Letztere hat drei Funktionen, nämlich die Anzahl der Oszillationen der Unruh zu zählen, das heisst die Zeit zu messen, die Energie des Räderwerks während des zusätzlichen Drehweges der Unruh zu blockieren und der Unruh einen Impuls zu übermitteln um ihre oszillierende Bewegung zu erhalten. Die so genannte Schweizer Ankerhemmung, wo jede der im Anker gehaltenen Paletten alternativ einen Impuls vom Hemmungsrad erhält, um ihn an die Unruh weiterzugeben, ist das am meisten benutzte in der Uhrenindustrie.

[0003] Wie jedes mechanische System ist der Kraftfluss mit Reibung behaftet. Die Energie, die in der Aufzugsfeder gesammelt wurde, erfährt Verluste bei der Übertragung von der Aufzugsfeder über das Getriebe bis zum letzten Element, der Unruh. Dies hat mehrere Nachteile. Zur Kompensation der Energieverluste muss die Aufzugsfeder vergrössert werden, um eine genügende Funktionsdauer der Uhr sowie der Ablaufreserve zu erhalten. Um die Genauigkeit und die Justierbarkeit der Reglage relativ zu erhöhen, liesse sich die Schwingfrequenz oder die Trägheit der Unruh erhöhen. Die so erzielte Verbesserung der Ganggenauigkeit müsste man sich aber wiederum mit der Vergrösserung der Unruh oder der Aufzugsfeder erkaufen, was unerwünscht ist.

[0004] Ein Teil der Energie, die in der Aufzugsfeder gespeichert wurde, geht durch Reibung im Zahneingreifvorgang und beim Drehen des Räderwerkes in deren Lager verloren. Typisch hat jede Stufe des Räderwerks einen Wirkungsgrad von ungefähr 90% bis 95%. Der Zahneingreifvorgang und das Profil der Zähne wurden infolgedessen optimiert.

[0005] Ein anderer Teil der Energie geht an der Hemmung, vor allem durch Gleitreibung, verloren. Typisch beträgt der Wirkungsgrad letzterer ungefähr 40%. Die Verluste an der Hemmung können in mehrere Teile getrennt werden:

- Übertragung der Energie des Hemmungsrades an die Paletten des Ankers;
- Führung des Ankers durch seine Achse in den Lagersteinen;
- Übertragung der Energie des Ankers an die Unruh und Reibungsverluste der Lagerung der Spindel der Unruh in einem entsprechenden Lagerstein.

[0006] Um den Wirkungsgrad der Hemmung zu verbessern, wurden viele Lösungen vorgeschlagen, bei der Anpassungen vorgenommen wurden, um die energiesparendste Möglichkeit der Übertragung vom Hemmungsrad auf die Paletten des Ankers zu erreichen. So offenbaren die Dokumente CH-570 644-A und CH-342 897-A, das Dokument CH-342 897 oder auch die WO-2007/003 539 Lösungen, die auf die optimierte Geometrie der Palette Bezug nehmen.

[0007] Andere Dokumente, wie die DE-2 050 013-A oder CH-510 285-A richten sich auf die Verbesserung der Übertragung der Energie vom Anker auf die Unruh.

[0008] Die Lagerung und Führung des Ankers beziehungsweise ihrer Achse in Lagersteinen (meist Rubinen) ist seit den ersten Uhren mit Ankerhemmungen wesentlich verbessert worden. Man hat natürliche Rubine und später synthetische Rubine als Werkstoff genommen, um die Reibung und den Verschleiss der Lagerzapfen der Achsen zu reduzieren. Man hat auch die Durchmesser der Lagerzapfen der Achse des Ankers reduziert und angepasst. Ebenfalls wurden Schmiermittel an den Lagerzapfen eingesetzt, und die Schmiermittel wurden fortlaufend verbessert.

[0009] Die Schmiermittel haben jedoch den Nachteil, dass sie sich mit der Zeit verschlechtern, nämlich altern, oxidieren, cracken und ranzig werden. Ausserdem sind Schmiermittel empfänglich für die Aufnahme von Staub und neigen dazu, zu verharzen. Schmiermittel werden deshalb kaum noch für Lagerzapfen des Ankers benutzt. Trotz allen Vorkehrungen sind Reibung und Spiel zwischen den Lagerzapfen der Ankerachse und ihren Lagersteinen bis heute vorhanden mit den wohl bekannten Nachteilen. Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Anker zu schaffen, der sich praktisch spielfrei, verschleissfrei und reibungsfrei oszillierend bewegt, wodurch der Wirkungsgrad der Hemmung verbessert werden soll.

[0010] Diese Aufgabe löst ein Anker der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Die Erfindung zeigt ferner ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemässen Ankers gemäss Anspruch 20 auf.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Erfindungsgegenstandes gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor, und deren Bedeutung und Wirkungsweise sind in der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine Aufsicht auf eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers und

Fig. 2: denselben Anker in einer perspektivischen Ansicht.

- Fig. 3: zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers in der Aufsicht, wobei die Schwenkbewegung des Ankers beziehungsweise dessen Gabel beschränkt ist und
- Fig. 4: zeigt wiederum diese zweite Ausführungsform in einer perspektivischen Darstellung.
- Fig. 5: zeigt abermals in einer Aufsicht eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers, der so gestaltet ist, dass er gewisse parasitäre Bewegungen zu kompensieren vermag, und auch hier ist in der
- Fig. 6: dieser Anker in perspektivischer Lage gezeigt. Eine nochmals andere, vierte Ausführungsform zeigt die
- Fig. 7: in der diese vierte Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers in der Aufsicht und
- Fig. 8: in perspektivischer Darstellung gezeigt ist. Die
- Fig. 9–11: zeigen einen herkömmlichen Anker in der Seitenansicht in der Aufsicht und in perspektivischer Darstellung.

[0012] Vorerst wird mit Bezug auf die Fig. 9–11 ein herkömmlicher Anker beschrieben. Der Anker insgesamt ist mit A bezeichnet. Der Anker besitzt zwei Ankerarme B, in deren Enden jeweils eine Palette C gehalten ist. Mittig zwischen den beiden Ankerarmen in deren Verbindungsbereich greift eine Gabel D an, die normalerweise senkrecht oder zumindest auf einer Winkelhalbierenden der beiden Ankerarme verläuft. Dies gilt auch für einen Anker eines Tourbillon-Uhrwerkes, obwohl hier die Gabel eine abgekröpfte Grundform aufweist. Die Gabel D endet in Zinken E, und die Schwenkbewegung des Ankers beziehungsweise der Gabel D wird durch zwei seitliche Ankerbegrenzungsstifte F in der Schwenkbewegung begrenzt. Diese Schwenkbewegung erfolgt um eine Lagerachse G mit beidseitigen Lagerzapfen H, die in hier nicht dargestellten Lagersteinen ruhen. Es ist selbstverständlich, dass diese Lagerzapfen H mit einer gewissen Reibung und damit mit Energieverlust in den Lagersteinen lagern, und es ist ebenso klar, dass diese Lagerzapfen in den Lagersteinen nicht spielfrei lagern können. Wie eingangs erwähnt, führt dies zu den entsprechenden Energieverlusten und einer Gangungenauigkeit.

[0013] In allen nun folgenden Ausführungsformen des erfindungsgemässen Ankers fällt sogleich auf, dass dieser in keiner der hier dargestellten Ausführungsformen eine konkrete Lagerachse aufweist. Dies trifft auch entsprechend bei der ersten Ausführungsform gemäss den Fig. 1 und 2 zu. Der erfindungsgemässe Anker wird insgesamt immer mit 1 bezeichnet. Auch dieser Anker besitzt wie ein herkömmlicher Anker zwei Ankerarme 2. Endständig in den beiden Ankerarmen 2 sind die Paletten 3 gehalten. Diese beiden Ankerarme 2 sind einstückig miteinander verbunden, und in dem Verbindungsbereich greift die Gabel 4 des Ankers an. Die Gabel 4 steht normalerweise senkrecht auf den beiden Ankerarmen 2, wenn diese gestreckt fluchtend miteinander verbunden sind. Schliessen die beiden Ankerarme 2 einen vom Winkel 180° abweichenden Winkel ein, so liegt die Gabel 4 normalerweise auf der Winkelhalbierenden des genannten Winkels. Endständig weist die Gabel 4 Gabelzinken 5 beziehungsweise Gabelhörner auf mit dem dazwischen liegenden Messer (51). Dieser Teil entspricht wiederum der herkömmlichen Machart. Der Bereich, in dem die Gabel 4 mit den beiden Ankerarmen 2 verbunden ist, wird hier als Verbindungsbereich 6 definiert. In diesem Verbindungsbereich 6 greifen zwei Befestigungsarme 7 an. Diese Befestigungsarme 7 verlaufen in der hier dargestellten einfachsten Ausführungsform exakt gerade. Bezüglich der Mittelachse durch die Gabel 4 verlaufen die beiden Befestigungsarme 7 spiegelsymmetrisch. Folglich bildet so die Gabel 4 beziehungsweise deren Mittelachse die Winkelhalbierende bezüglich dem Winkel, den die beiden Befestigungsarme 7 miteinander einschliessen.

[0014] Endständig an den beiden Befestigungsarmen 7 sind Befestigungselemente 8, die in der hier bevorzugten Ausführungsform als ringförmige Ösen ausgestaltet sind. Entsprechend wird nachfolgend auch von Befestigungsösen 8 gesprochen, wobei der Fachmann selbstverständlich auch andere Befestigungselementformen darunter verstehen wird. Die Wahl der Befestigungselemente als Befestigungsösen wird daher bevorzugt, da diese sowohl geeignet sind, um mittels Schrauben mit einem entsprechenden feststehenden Teil des Uhrwerkes, beispielsweise der Uhrwerksplatine, verbunden zu werden. Die Befestigungsösen 8 sind aber ebenso geeignet für eine Löt- oder Schweissverbindung wie auch für eine Klebeverbindung. Für die letztgenannten Verbindungsarten wären aber einfache scheibenförmige Ausgestaltungen der Befestigungselemente genauso geeignet.

[0015] Auch beim erfindungsgemässen Anker erfolgt die Krafteinleitung wie bei einem herkömmlichen Anker vom Hemmungsrad über die Paletten. Der gesamte Anker 1 besteht meist mit Ausnahme der beiden Paletten einstückig aus einem plattenförmigen Material. Es wird bevorzugterweise ein Material mit hohem E-Modul gewählt. Die vom Hemmungsrad auf die Paletten 3 ausgeübte Kraft führt zu einer Biegeverformung der Befestigungsarme 7. Dabei ist die Breite b der Befestigungsarme möglichst klein gehalten. Die Höhe h der Befestigungsarme 7 ist ein Mehrfaches der Breite b dieser Arme. Bezüglich der Biegesteifigkeit der Befestigungsarme ergibt sich folgende Formel:

$$K = 3EI/I^3$$

Hierbei gilt, dass $I = bh^3/12$.

[0016] In dieser Formel gilt:

E = E-Modul des Materials

b = Breite des Befestigungsarmes

h = Höhe des Befestigungsarmes

I = Länge des Befestigungsarmes

I = Flächenträgheitsmoment des Balkens

K = Biegesteifigkeit des Balkens.

[0017] Aus dieser Formel ersieht man, dass eine möglichst leichtgängige Ausgestaltung des erfindungsgemässen Ankers dadurch erreicht wird, dass man die Befestigungsarme möglichst lang und in der Breite möglichst dünn gestalten sollte. Bezüglich der Höhe des Befestigungsarmes ist man selbstverständlich nicht frei, da diese genügend gross sein muss, um dadurch nicht Dreh-Freiheitsgrade zu erhalten, die nicht in der Ebene des Ankers liegen. Würde man die Höhe des Befestigungsarmes ebenfalls sehr klein wählen, so würden die Befestigungsarme sich gleich Fäden verhalten und wären lediglich auf Zug und Druck steif, aber ansonsten in alle Biegerichtungen sehr flexibel. Dies ist aber nicht erwünscht, sondern die Bewegungsfreiheit soll begrenzt sein auf eine Biegebewegung der Befestigungsarme 7 innerhalb der Erstreckungsebene, in der der Anker liegt.

[0018] Die bisher beschriebene einfachste Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers mit zwei flexiblen Befestigungsarmen 7 besitzt jedoch noch immer einen relativen Nachteil. Dieser Anker weist eine so genannte parasitäre Bewegung auf. Hierunter wird die unerwünschte, wenn auch kleine, Fehlbewegung des Rotationszentrums, also der virtuellen Achse bezeichnet. Die dritte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes, wie sie in den Fig. 5 und 6 dargestellt ist, löst auch dieses Problem. Idealerweise sollte sich der Anker ohne eine Offsetbewegung des Zentrums um eine vorgegebene, virtuelle Achse drehen. Diese Problematik lässt sich beispielsweise dadurch weitgehend reduzieren, dass man die Befestigungsarme 7, wie in den Fig. 5 und 6 dargestellt, gestaltet. Hier sind die Befestigungsarme 7 mit zwei parallelen, elastischen Teilstrecken 70 und 71 gestaltet. Diese beiden Teilstrecken 70 und 71 verlaufen haarnadelartig. Die beiden Teilstrecken sind parallel und gegenläufig angeordnet. Die beiden elastischen Teilstrecken 70, 71 sind über eine verdickte Verbindungsstelle 72 miteinander verbunden. Die erste elastische Teilstrecke 70 verläuft somit zwischen der verdickten Verbindungsstelle 72 und dem Verbindungsbereich 6 des Ankers 1 beziehungsweise zu einem verdickten Teil der Befestigungsarme 7, der hier als Verbindungsteil 73 bezeichnet ist. Die zweite elastische Teilstrecke 71 verläuft von der verdickten Verbindungsstelle 72 zu einem verdickten Befestigungsarmteil 74, an dem endständig das Befestigungselement beziehungsweise die Befestigungsöse 8 angeformt ist.

[0019] Die bei der erstbeschriebenen Ausführungsform gemäss den Fig. 1 und 2 aufgezeigt Lösung ergibt wie erwähnt eine leichte Verschiebung des Zentrums der virtuellen Drehachse. Diese Verschiebung wird durch die Deformationsbewegung der Befestigungsarme 7 ausgelöst. Die Befestigungsarme verkürzen ihre Länge etwas, wenn sie durchgebogen werden. Die Stärke dieser Verschiebung hängt sowohl von der Länge der Befestigungsarme 7 als auch von der angulären Position, der Auslenkung, des Ankers ab. Diese parasitäre Bewegung wird nun weitgehend kompensiert durch die hier aufgezeigte dritte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes gemäss den Fig. 5 und 6. Ein weiterer Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass durch die beiden elastischen Teilstrecken 70 und 71 praktisch bei gleichem Platzbedarf die doppelte Länge des beweglichen Teils der Befestigungsarme 7 erreicht wird. Folglich führt diese Lösung nicht nur zu einer Kompensation der parasitären Bewegungen, sondern reduziert gleichzeitig auch die Steifigkeit der Befestigungsarme, so dass die erforderliche Energie für die Verformung geringer ist.

[0020] Es sind auch andere Ausgestaltungsformen zur Reduktion der parasitären Bewegungen bekannt, die sich ebenfalls eignen würden. Hierzu wird beispielsweise auf die Lösung gemäss der EP-1013 949 Abbildung 4 verwiesen. Andere Vorschläge gehen auch aus der Publikation von W.H. Wittrick «The properties of crossed flexure pivots and the influence of the point at which Strips cross» (The aeronautique, Jahrgang 1951). Normalerweise und insbesondere bei herkömmlichen Ankern wird deren Bewegung mittels Ankerbegrenzungsstiften begrenzt. In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform, wie sie in den Fig. 3 und 4 dargestellt ist, sind nun die Befestigungselemente 8 derart gestaltet, dass diese selbst Anschläge bilden, welche die oszillierende Drehbewegung der Gabel begrenzen. Hierzu weisen die Befestigungsösen 8 Bewegungsbegrenzungsanschlüsse 9 auf, die in der Form von Ausbuchtungen in Richtung zur Gabel 4 hin gestaltet sind. Auch hier sind wiederum diese Befestigungsbegrenzungsanschlüsse 9 einstückig monolytisch als Teil der Befestigungselemente beziehungsweise Befestigungsösen 8 gestaltet. Damit erübrigt es sich, im Uhrwerk selber Ankerbegrenzungsstifte vorzusehen.

[0021] Letztlich sei auch noch auf die 4. Ausführungsform wie sie in den Fig. 7 und 8 dargestellt ist verwiesen. Die bisher beschriebenen Ausführungsformen weisen auch in der Bewegungsrichtung noch eine kleine Reststeifigkeit auf. Obwohl ein Teil des Impulses, den der Anker an die Unruh abgibt, auch von diesem wiederum zurückerstattet wird, wird ein Teil der

Arbeit für die Bewegung des Ankers selber sowie für die elastische Deformationsarbeit seiner Befestigungsarme aufgewendet. Die dafür notwendige Energie ist deutlich niedriger als die Energie, die vom Hemmungsrad geliefert wird. Um nun die Federsteifigkeit des Ankers zu reduzieren, wird bei dieser Ausführungsform vorgeschlagen, am Anker wieder monolytisch einstückig ein zugelastisches Federelement 10 anzuformen. Am freien Ende des zugelastischen Federelementes 10 ist eine Befestigungsplatte 11 angebracht. Die Befestigungsplatte 11 besitzt ein Langloch 12 oder eine entsprechend andere Vorrichtung zur Justage. Durch dieses Langloch 12 kann die Befestigungsplatte 11 justierbar mittels einer Schraube auf die Platine des Uhrwerkes geschraubt sein. Hierdurch lässt sich die Vorspannung des zugelastischen Federelementes 10 einstellen. Das zugelastische Federelement 10 liegt in derselben Ebene wie auch die Befestigungsarme 7 und die übrigen Teile des erfindungsgemässen Ankers 1. Selbstverständlich müssen die Befestigungsarme 7 mit ihren Befestigungselementen 8 entweder auf derselben Platine des Uhrwerkes befestigt sein oder zumindest auf einem anderen fixen Teil des Uhrwerkes, das in derselben Ebene liegt. Auch das zugelastische Federelement 10 weist eine wesentlich geringere Breite b auf im Verhältnis zur Höhe h . Das zugelastische Federelement 10 kann im Prinzip eine beliebige Form besitzen, die von einer Geraden abweicht. So könnte das zugelastische Federelement 10 als einfacher, bogenförmig gewölbter Arm gestaltet sein oder, wie hier dargestellt, als in der Ebene mäanderförmig verlaufende Strecke.

[0022] Während bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen die beiden Befestigungsarme 7 spiegelsymmetrisch bezüglich der mittigen Längsachse der Gabel 4 verlaufend angeordnet sind, ist hier eine davon abweichende Lösung gezeigt. Die elastischen Befestigungsarme 7 sind wiederum als gestreckte Elemente zwischen dem Verbindungsbereich 6 und den endständigen Befestigungselementen 8, die hier wiederum als Befestigungsösen ausgestaltet sind, verlaufend. Diese beiden Befestigungsarme 7 sind nun beide auf derselben Seite der Gabel 4 zwischen diesen und einem Ankerarm 2 angeordnet. Das zugelastische Federelement 10 ist nun beispielsweise so gelegt, dass die Verbindungslinie zwischen dem Zentrum des Langloches 12 und der Anbindungsstelle des zugelastischen Federelementes 10 am Verbindungsbereich 6 die Winkelhalbierende zwischen den beiden Befestigungsarmen 7 darstellt. Die virtuelle Drehachse liegt immer auf dem Schnittpunkt der Verlängerungen der beiden Befestigungsarme 7. Während bei den zuvor beschriebenen Beispielen, bei denen die Befestigungsarme 7 spiegelsymmetrisch bezüglich der Gabel 4 angeordnet sind, diese virtuelle Drehachse auch ausserhalb des Verbindungsbereiches 6 liegen kann, ist es bei der Ausführungsform gemäss den Figuren 7 und 8 bevorzugterweise so, dass die virtuelle Drehachse im Zentrum des Verbindungsbereiches 6 liegt. Mit anderen Worten, der Ort der virtuellen Drehachse kann somit durch die Wahl der Anordnung der Befestigungsarme 7 praktisch frei bestimmt werden.

[0023] Dank der Verwendung eines zugelastischen Federelementes 10, wie zuvor beschrieben, wird nunmehr auf die Befestigungsarme 7 eine Vorspannkraft ausgeübt. Dank dieser Vorspannkraft lässt sich die angulare Steifigkeit des Ankers 1 verändern beziehungsweise dank dem Langloch 12 einstellen. Diese Vorspannung lässt sich soweit erhöhen, dass im Prinzip der Anker in eine instabilen Lage gelangt. Der Anker wird dann im so genannten bistabilen bucklingmode betrieben. Mit anderen Worten bei geringer Krafteinwirkung springt der Anker um die virtuelle Drehachse schwenkend von der einen Endlage in die andere Endlage.

[0024] In der Fig. 7 ist im Gegensatz zur Fig. 8 auch noch die Möglichkeit aufgezeigt, dass man die Paletten 3 ebenfalls einstückig monolytisch und somit aus demselben Material wie der Anker 1 in einem Arbeitsgang herstellt. Auch das Messer 51, welches Teil des Ankers 1 ist, kann monolitisch einstückig an der Gabel 4 angeformt sein. Da man zur Fertigung des erfindungsgemässen Ankers erfindungsgemäss und bevorzugterweise ein Herstellungsverfahren wählt, bei dem die Begrenzungskanten des Ankers ausserordentlich regelmässig mit einer sehr geringen Rauigkeit zu fertigen sind, werden so auch Reibungsverluste reduziert. Für die Fertigung kommen insbesondere zwei Verfahren in Frage. Das eine Verfahren wird als DRIE-Verfahren bezeichnet. Hierbei steht DRIE für Deep Reactive Ion Etching. Dieses Verfahren wurde von der Firma Bosch entwickelt, und diesbezüglich wird beispielsweise auf die Dokumente DE-3 927 163 oder DE-4 420 962-A verwiesen. Mittels dieses Verfahrens lassen sich Befestigungsarme 7 mit einer sehr kleinen Breite herstellen. Typischerweise werden die Befestigungsarme 7 mit einer Breite von 15–50 Mikrometern hergestellt. Die Geometrie eines so hergestellten erfindungsgemässen Ankers weist eine extreme Genauigkeit auf, mit Abweichungen, die üblicherweise unter ein Mikrometer liegen.

[0025] Als Herstellungsmaterial für dieses Verfahren kommt unter anderem Silizium in Form von Wafern in Frage. Dieses Material eignet sich besonders gut für die Herstellung des Ankers. In der Tat besitzt dieses Material ideale Eigenschaften für diese Anwendung. Es besitzt eine hohe mechanische Festigkeit und eine sehr geringe, praktisch nicht feststellbare, plastische Verformbarkeit, so dass die Bereiche mit grosser Dicke in Belastungsrichtung praktisch keine bleibende Verformung aufweisen. Dies führt zu äusserst geringen Verlusten. Eine Materialermüdung tritt praktisch nicht auf, solange die angelegten Spannungen bei den Wechselbelastungen unterhalb der elastischen Bruchgrenze gehalten sind. Schliesslich weist Silizium einen sehr kleinen Reibungskoeffizienten auf. Problematisch kann lediglich sein, dass die durch das DRIE-Verfahren geätzten Teile sehr scharfe Kanten aufweisen. Für den Uhrmacher, der mit der Pinzette arbeitet, können somit an den scharfen Kanten lokal sehr hohe Drücke entstehen. Dies kann zur Zerstörung des Ankers führen. Um diesem Nachteil abzuwehren, kann man die Oberfläche des Werkstückes verändern, indem man die Oberfläche entweder oxidiert oder nitriert. Hierbei lagert sich um die Kanten Material an oder wird Material abgetragen, so dass die Kanten gewisse Rundungen erfahren. Das Siliziumoxyd und das Siliziumnitrid haben zudem tribologische Vorteile, indem wiederum der Reibungskoeffizient positiv beeinflusst wird.

[0026] Es ist ferner auch möglich, auf der Siliziumoberfläche eine harte Schicht aufzubringen, indem man hierauf einen synthetischen Diamanten oder Saphir wachsen lässt. Auch dies sind bekannte Beschichtungsverfahren.

[0027] Auch wenn Silizium das bevorzugte Material für den Anker ist, so kann dieser auch aus Quarz, Pyrexglas, Saphir oder Diamant hergestellt werden. All diese Materialien lassen sich synthetisch herstellen, sind entsprechend hart und abriebfest. Zudem lassen sich diese Materialien mindestens teilweise durch das DRIE-Verfahren oder anderes geeignetes Ätzverfahren bearbeiten. Ein weiteres bevorzugtes Herstellungsverfahren ist aus der so genannten LIGA-Technologie bekannt. Bezüglich des LIGA-Verfahrens wird beispielsweise auf die Europäischen Patentschriften EP-0 183 910A oder die EP-1 431 844-A sowie auf das US-Patent 6 458 263-B verwiesen. Für das LIGA-Verfahren werden insbesondere Nickel oder Nickelphosphorverbindungen verwendet. Auch mittels dieses Verfahrens lässt sich ein erfindungsgemässer Anker mit den erforderlichen Dimensionen und Genauigkeit fertigen, der die gewünschten physikalischen Eigenschaften aufweist. Das LIGA-Verfahren ist ein lithographisch-galvanisches Abformverfahren.

[0028] Neben den beiden hier beschriebenen bevorzugten Herstellungsverfahren kommen selbstverständlich auch weitere geeignete Verfahren in Frage mit den jeweils dazu passenden Materialien. Lediglich der Vollständigkeit halber seien hier als Beispiel noch die Möglichkeit der Draht-Elektro-Erosion erwähnt, wobei dann der Anker aus einem entsprechenden Stahl geformt wird oder die Herstellung von metallischen Gläsern mit dem so genannten Mikrostrukturierungs-Verfahren (Mikro moulding) sowie die lithographische Herstellung über ein photoempfindliches Glas erwähnt.

Bezugszeichenliste:

[0029]

- A herkömmlicher Anker
- B Ankerarme
- C Paletten
- D Gabel
- E Zinken
- F Ankerbegrenzungsstifte
- G Lagerachse
- H Lagerzapfen
- 1 erfindungsgemässer Anker
- 2 Ankerarme
- 3 Palette
- 4 Gabel
- 5 Gabelzinken
- 6 Verbindungsbereich
- 7 Befestigungsarme
- 8 Befestigungselement, Befestigungsösen
- 9 Bewegungsbegrenzungsanschlüsse
- 10 zugelastisches Federelement
- 11 Befestigungsplatte
- 12 Langloch
- 70 erste elastische Teilstrecken
- 71 zweite elastische Teilstrecken
- 72 verdichtete Verbindungsstelle
- 73 Verbindungsteil

Patentansprüche

1. Anker (1) für eine Uhrenhemmung in einem mechanischen Uhrwerk, umfassend zwei Ankerarme (2) mit je einer Palette (3) und eine Ankergabel (4), an welcher endseitig ein Gabelhorn vorhanden ist, welches auf eine Unruh wirkt, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerarme (2) und die Ankergabel (4) zusammen mit zwei Befestigungsarmen (7) einstückig gefertigt sind, wobei die Befestigungsarme (7) in derselben Ebene verlaufen wie die übrigen Ankerteile, und wobei sich die Mittelachsen der beiden Befestigungsarme (7) in einer virtuellen Achse schneiden, und dass die Befestigungsarme (7) mindestens mit je einer Teilstrecke so biegeelastisch gestaltet sind, dass der Anker (1) in der Ebene um die virtuelle Achse unter Einwirkung der auf ihn übertragenen Energie zu schwingen vermag.
2. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die virtuelle Achse im Bereich der Verbindung (6) von Ankerarmen (2) und Ankergabel (4) liegt.
3. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die virtuelle Achse ausserhalb des Ankers (1) liegt.
4. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Befestigungsarme (7) symmetrisch zur Ankergabel (4) angeordnet sind, so dass die Ankergabel (4) auf der Winkelhalbierenden des von den beiden Befestigungsarmen (7) beziehungsweise von deren beiden elastischen Teilstrecken eingeschlossenen Winkels liegt.
5. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an den freien Enden der beiden Befestigungsarme (7) je ein Befestigungselement (8) angeformt ist.
6. Anker nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die beiden Befestigungsarme (7) von ihrem jeweiligen Befestigungselement (8) bis zum Bereich der Verbindung (6) von Ankergabel (4) und Ankerarmen (2) erstrecken und auf der gesamten Länge elastisch gestaltet sind.
7. Anker nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungselemente (8) so angeordnet sind, dass deren Peripherien jeweils Bewegungsbegrenzungsanschlätze (9) bilden, die eine maximale Auslenkung der Ankergabel (4) definieren.
8. Anker nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungselemente (8) eine Form mit zu der Ankergabel (4) hin gerichteten Ausformungen aufweisen, welche Bewegungsbegrenzungsanschlätze (9) bilden, die eine maximale Auslenkung der Ankergabel (4) definieren.
9. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beide Befestigungsarme (7) auf derselben Seite zwischen der Ankergabel und einem Ankerarm (2) liegen.
10. Anker nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Winkelhalbierenden zwischen den beiden Befestigungsarmen (7) ein zugelastisches Federelement (10) einstückig angeformt ist, welches mit einer Befestigungsplatte (11) zur Befestigung versehen ist, um die Drehsteifigkeit des Ankers (1) um die virtuelle Achse zu vermindern.
11. Anker nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsplatte (11) ein Langloch (12) aufweist, zur Befestigung des Federelementes (10) mit einstellbarer Vorspannung, um die Drehsteifigkeit des Ankers (1) um die virtuelle Achse zu justieren.
12. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsarme (7) je zwei elastische Teilstrecken (70, 71) aufweisen, die parallel gegenläufig angeordnet sind.
13. Anker nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Teilstrecken (70, 71) haarnadelförmig gegenläufig gestaltet sind und über eine verdickte Verbindungsstelle (72) miteinander verbunden sind.
14. Anker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsarme (7) an einem unbeweglichen Teil des Uhrwerkes befestigbar sind.
15. Anker nach den Ansprüchen 5 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungselemente (8) mittels Schrauben am Uhrwerk befestigbar sind.
16. Anker nach den Ansprüchen 5 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungselemente (8) mittels Schweißen, Löten oder Kleben unlösbar am Uhrwerk befestigbar sind.
17. Anker nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass dieser monolithisch aus sprödem Material gefertigt ist, insbesondere aus der Auswahl von:
 - Silizium oder Siliziumverbindung
 - synthetischem Edelstein, insbesondere Diamant
 - synthetischem Halbedelstein
 - Hartmetallen und deren Legierungen
 - Glas und Keramik.
18. Anker nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker aus Silizium-Wafer hergestellt ist, dessen Oberfläche nitriert oder oxidiert ist.

19. Verfahren zur Herstellung eines Ankers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieser aus Silizium nach dem DRIE-Verfahren oder nach dem LIGA-Verfahren hergestellt wird.

FIG. 1

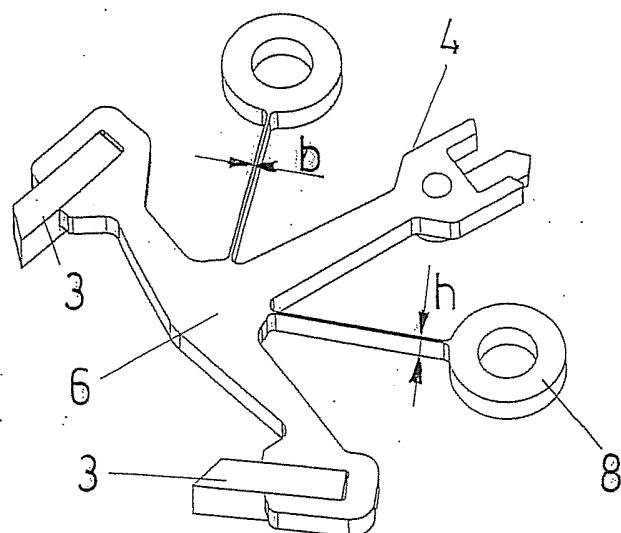
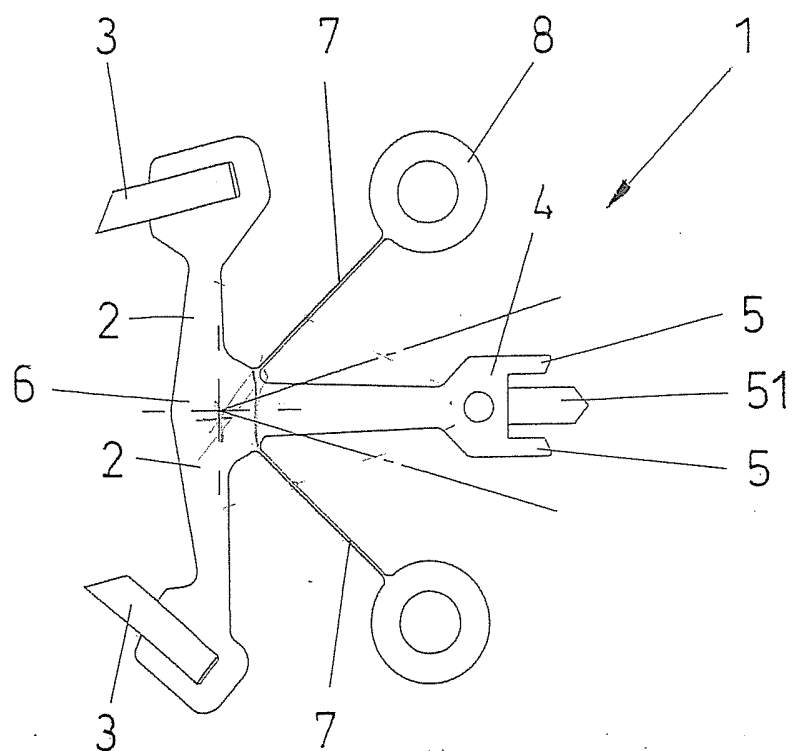


FIG. 2

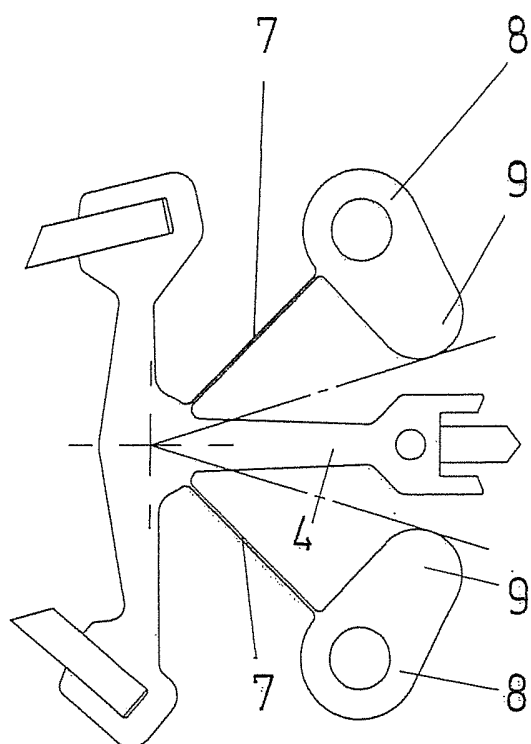


FIG. 3

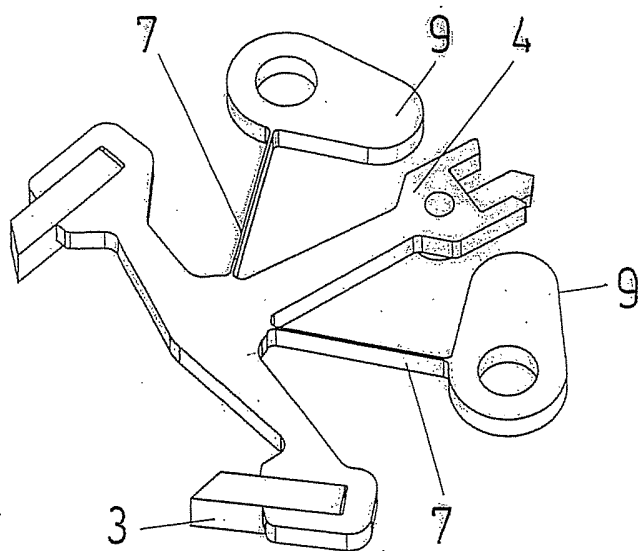


FIG. 4

