



(11)

EP 2 687 916 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:

G04B 15/08 (2006.01)

G04B 15/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13187564.3**

(22) Anmeldetag: **11.09.2008**

(54) **Anker für eine Uhrenhemmung in einem mechanischen Uhrwerk**

Anchor for an escapement in a mechanical clock

Ancre pour un échappement de montre dans une montre mécanique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **13.09.2007 CH 14292007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.01.2014 Patentblatt 2014/04

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
08164108.6 / 2 037 335

(73) Patentinhaber: **von Gunten, Stéphane**
2035 Corcelles (CH)

(72) Erfinder: **Enzler, August**
9054 Haslen AI (CH)

(74) Vertreter: **BOVARD AG**
Optingenstrasse 16
3000 Bern 25 (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 770 452 CH-A4- 965 973

EP 2 687 916 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Anker für eine Uhrenhemmung in einem mechanischen Uhrwerk mit Hemmungsrad, umfassend zwei Ankerarme, in welchen jeweils eine Palette gehalten ist, und eine Gabel, welche auf die Unruh wirkt.

Stand der Technik

[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 zum Beispiel über Zeigerelemente 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 die am meisten benutzte in der Uhrenindustrie.

[0003] Wie jedes mechanische System ist der Kraftfluss in einem Uhrwerk 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 den Einfluss der Reibungsverluste relativ zu reduzieren, 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 Zahneingriffvorgang und beim Drehen des Räderwerkes in deren Lager verloren. Typisch hat jede Stufe des Räderwerks einen Wirkungsgrad von ungefähr 90% bis 95%. Der Zahneingriffvorgang und das Profil der Zähne wurden in Folge dessen 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 mehreren Teilen 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 energie-sparendste Möglichkeit der Übertragung vom Hemmungsrad auf die Paletten des Ankers zu erreichen. So offenbaren die Dokumente CH-570644-A und CH-342897-A, das Dokument CH-342897, das Dokument EP1770452-A1 oder auch die WO-2007/003539 Lösungen, die auf die optimierte Geometrie der Palette Bezug nehmen.

[0007] Andere Dokumente, wie die DE-2050013-A und die CH-510285-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.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Trotz allen Vorkehrungen sind Reibung und Spiel zwischen den Lagerzapfen der Ankerachse und ihren Lagersteinen mit den wohlbekannten Nachteilen bis heute vorhanden. Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Anker zu schaffen, der sich praktisch spielfrei und reibungsfrei oszillierend bewegt, wodurch der Wirkungsgrad der Hemmung verbessert werden soll.

[0011] Diese Aufgabe löst ein Anker der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

[0012] 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.

[0013] Es zeigt:

Figur 1: eine Aufsicht auf eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers;

Figur 2: den Anker aus Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht;

Figur 3: eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers in der Aufsicht, wobei die Schwenkbewegung des Ankers beziehungsweise dessen Gabel beschränkt ist;

Figur 4: die zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers in einer perspektivischen Darstellung;

Figur 5: eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers, der so gestaltet ist, dass er gewisse parasitäre Bewegungen zu kompensieren vermag;

Figur 6: den Anker aus Figur 5 in perspektivischer Lage;

Figur 7: eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers in der Aufsicht;

Figur 8: den Anker aus Figur 7 in perspektivischer Darstellung; und

Figuren 9 bis 11: einen herkömmlichen Anker in der Seitenansicht in der Aufsicht und in perspektivischer Darstellung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0014] Vorerst wird mit Bezug auf die Figuren 9 bis 11 ein herkömmlicher Anker beschrieben.

[0015] 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 praktisch senkrecht oder zumindest auf einer Winkelhalbierenden der beiden Ankerarme verläuft. 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.

[0016] In allen nun folgenden Ausführungsformen des erfindungsgemässen Ankers fällt sogleich auf, dass die-

ser in keiner der hier dargestellten Ausführungsformen eine konkrete Lagerachse aufweist. Dies trifft auch entsprechend bei der ersten Ausführungsform gemäss den Figuren 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 praktisch 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 auf der Winkelhalbierenden des genannten Winkels. Endständig weist die Gabel 4 Gabelzinken 5 beziehungsweise das Gabelhorn auf. 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 den Winkel, den die beiden Befestigungsarme 7 miteinander einschliessen.

[0017] 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.

[0018] 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 genau so geeignet.

[0019] Auch beim erfindungsgemässen Anker erfolgt die Kraffeinleitung wie bei einem herkömmlichen Anker vom Hemmungsrad über die Paletten 3. Der gesamte Anker 1 besteht meist mit Ausnahme der beiden Paletten 3 einstückig aus einem plattenförmigen Material. Es wird bevorzugterweise ein Material mit hohem E-Modul gewählt.

[0020] Die vom Hemmungsrad auf die Paletten 3 ausgeübte Kraft führt zu einer Biegeverformung der Befestigungsarme 7. Dabei ist die Breite b der Befestigungsarme 7 möglichst klein gehalten. Die Höhe h der Befestigungsarme 7 ist ein mehrfaches der Breite b dieser Ar-

me. Bezüglich der Biegefestigkeit der Befestigungsarme ergibt sich folgende Formel:

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

[0021] Hierbei gilt, dass

$$I = b \times h^3/12$$

[0022] In dieser Formel gilt:

E = E-Modul des Materials

b = Breite des Befestigungsarmes

h = Höhe des Befestigungsarmes

l = Länge des Befestigungsarmes

I = Flächenträgheitsmoment des Balkens

K = Die Gesteifigkeit des Balkens.

[0023] Aus dieser Formel ersieht man, dass eine möglichst leichtgängige Ausgestaltung des erfindungsgemässen Ankers dadurch erreicht wird, dass man jeden Befestigungsarm 7 möglichst lang und in der Breite möglichst dünn gestalten sollte. Bezüglich der Höhe jedes Befestigungsarmes 7 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 7 ebenfalls sehr klein wählen, so würden sich jeder Befestigungsarm 7 gleich Fäden verhalten und wäre 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 jedes Befestigungsarms 7 innerhalb der Erstreckungsebene, in der der Anker liegt.

[0024] Die bisher beschriebene einfachste Ausführungsform des erfindungsgemässen Ankers mit 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 Figuren 5 und 6 dargestellt ist, löst auch dieses Problem.

[0025] Idealerweise sollte sich der Anker 1 ohne eine Offsetbewegung des Zentrums um eine vorgegebene, virtuelle Achse drehen. Diese Problematik lässt sich bei-

spielsweise dadurch weitgehend reduzieren, dass man die Befestigungsarme 7, wie in den Figuren 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.

[0026] Die bei der erst beschriebenen Ausführungsform gemäss den Figuren 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 aufgezeigt dritte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes gemäss den Figuren 5 und 6. Ein weiterer Vorteil dieser Ausgestaltungsform 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.

[0027] 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-1013949 Abbildung 4 verwiesen. Andere Vorschläge gehen auch aus der Publikation von W.H. Wittrick "The properties of crosslecture pivots and the influence of the point at which strips cross" (The aeronautique, Jahrgang 1951).

[0028] Normalerweise und insbesondere bei herkömmlichen Ankern wird deren Bewegung mittels Ankerbegrenzungsstiften begrenzt. In einer Ausführungsform, wie sie in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, sind die Befestigungselemente 8 derart gestaltet, dass diese selbst Anschläge bilden, welche die oszillierende Drehbewegung der Gabel 4 begrenzen. Hierzu weisen die Befestigungsösen 8 Bewegungsbegrenzungsanschlüge 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.

[0029] Letztlich sei auch noch auf eine vierte in den Figuren 7 und 8 dargestellte Ausführungsform verwiesen. Die bisher beschriebenen Ausführungsformen weisen auch in der Bewegungsrichtung noch eine kleine Reststeifigkeit auf. Obwohl ein Teil des Impulses den der Anker 1 an die Unruh abgibt auch von dieser wiederum zurückerstattet wird, wird ein Teil der Arbeit für die Bewegung des Ankers 1 selber sowie für die elastische Deformationsarbeit seiner Befestigungsarme aufgewendet. Diese Arbeit ist deutlich niedriger als die Ennergie die vom Hemmungsrad geliefert wird. Um nun die Federsteifigkeit des Ankers 1 zu reduzieren, wird bei dieser Ausführungsform vorgeschlagen, am Anker 1 wieder monolytisch einstückig ein zugelastisches Federelement 10 anzufügen. Am freien Ende des zugelastischen Federelementes 10 ist eine Befestigungsplatte 11 angebracht. Diese Befestigungsplatte 11 besitzt ein Langloch 12. 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 einen anderen fixen Teil des Uhrwerkes, das in derselben Ebene liegt. Auch das zugelastische Federelement 10 weist eine wesentlich geringere Breite b auf im Verhältnis zu 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.

[0030] 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 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 Dreh-

achse 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.

[0031] 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 instabile Lage gelangt. Der Anker wird dann im so genannten bistabilen Bucklingmode betrieben. Mit anderen Worten bei geringer Krafteinwirkung springt der Anker 1 um die virtuelle Drehachse schwenkend von der einen Endlage in die andere Endlage.

[0032] In der Figur 7 ist im Gegensatz zur Figur 8 auch noch die Möglichkeit aufgezeigt, dass man die Paletten 3 ebenfalls einstückig monolytisch und somit aus demselben Material wie den Anker 1 in einem Arbeitsgang herstellt. Da man zur Fertigung des erfindungsgemässen Ankers 1 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-3927163 oder DE-4420962-A verwiesen.

[0033] 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 1, weist eine extreme Genauigkeit auf, mit Abweichungen die üblicherweise unter ein Mikrometer liegen.

[0034] 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 erfindungsgemässen Ankers. In der Tat besitzt dieses Material ideale Eigenschaften für diese Anwendung. Es besitzt eine hohe mechanische Festigkeit und eine sehr geringe plastische Verformbarkeit, so dass die Bereiche mit grosser Dicke in Belastungsrichtung praktisch keine Verformung aufweisen. Dies führt zu äusserst geringen Verlusten. Eine Materialermüdung tritt praktisch nicht auf so lang 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 geätzte Teile sehr scharfe Kanten aufweisen. Für den Uhrmacher, der mit der Pinzette arbeitet, können somit an den scharfen Kanten lokal sehr hohe Drucke entstehen. Dies kann zur Zerstörung des Ankers führen. Um diesem Nachteil abzuweichen, kann man die Oberfläche des Werkstückes verändern in dem 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 in dem wiederum der Reibungskoeffizient positiv beeinflusst wird.

[0035] Es ist ferner auch möglich auf der Siliziumoberfläche eine harte Schicht aufzubringen in dem man hierauf einen synthetischen Diamant oder Saphir wachsen lässt. Auch dies sind bekannte Beschichtungsverfahren.

[0036] 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 abreibfest. Zudem lassen sich diese Materialien mindestens teilweise durch das DRIE-Verfahren bearbeiten. Ein weiteres bevorzugtes Herstellungsverfahren ist aus der so genannten LIGA-Technologie bekannt. Bezüglich des LIGA-Verfahrens wird beispielsweise auf die Europäischen Patentschriften EP-0183910A oder die EP-1431844-A sowie auf das US-Patent 6458263-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 Ätzverfahren.

[0037] 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) erwähnt.

Patentansprüche

1. Anker (1) für eine Uhrenhemmung in einem mechanischen Uhrwerk mit Hemmungsrad, umfassend zwei Ankerarme (2), in welchen jeweils eine Palette (3) gehalten ist, und eine Gabel (4), welche angeordnet ist, um auf die Unruh zu wirken

wobei der Anker (1) mindestens zwei Befestigungsarmen (7) umfasst, welche mit den Ankerarmen (2) und der Gabel (4) einstückig gefertigt sind, und mittels welchen der Anker (1) mit einem feststehenden Teil des Uhrwerkes, verbindbar ist, wobei die mindestens zwei Befestigungsarme (7) mindestens teilweise derart biegeelastisch gestaltet sind, dass der Anker (1) unter Einwirkung der vom Hemmungsrad auf ihn übertragenen Energie zu schwingen vermag.

2. Anker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Befestigungsarme (7) auf der gesamten Länge elastisch gestaltet sind.

3. Anker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Befestigungsarme (7) zwei elastische Teilstrecken (70, 71) aufweisen, die parallel gegenläufig angeordnet sind.

4. Anker nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Teilstrecken (70, 71) haarnadelartig gestaltet sind, und dass die beiden Teilstrecken (70, 71) über eine verdickte Verbindungsstelle (72) miteinander verbunden sind.

5. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Anker (1) ein zugelastisches Federelement (10) einstückig angeformt ist, welches mit einer Befestigungsplatte (11) zur Befestigung versehen ist, um die Drehsteifigkeit des Ankers (1) zu vermindern.

6. Anker nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsplatte (11) ein Langloch (12) aufweist, zur Befestigung des Federelementes (10) mit einstellbarer Vorspannung um die Drehsteifigkeit des Ankers (1) zu justieren.

7. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Befestigungsarme (7) mittels Schrauben am feststehenden Teil des Uhrwerkes befestigt sind.

8. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Befestigungsarme (7) unlösbar mittels Schweißen, Löten oder Kleben am feststehenden Teil des Uhrwerkes befestigt sind.

9. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (1) zwei Befestigungsarme (7) umfasst, wobei die beiden Befestigungsarme (7) symmetrisch zur Gabel (4) angeordnet sind, so dass die Gabel (4) auf den Winkelhalbierenden des von den beiden Befestigungsarmen (7) beziehungsweise deren beiden elastischen Teilstrecken eingeschlossenen Winkels liegt.

10. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (1) zwei Befestigungsarme (7) umfasst, wobei die beiden Befestigungsarme (7) auf derselben Seite zwischen der Gabel (4) und einem Ankerarm (2) liegen.

5

11. Anker nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Befestigungsarme (7) durch einen gemeinsamen Verbindungsbereich (6) verbunden sind.

10

12. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser aus einem der folgenden Materialien gefertigt ist:

- synthetischem Edelstein, insbesondere Diamant;
- synthetischem Halbedelstein;
- Silizium oder Siliziumverbindung.

15

13. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Oberfläche nitriert oder oxidiert ist.

20

Claims

1. Anchor (1) for a timepiece escapement in a mechanical clockwork with escape wheel, comprising two anchor arms (2) in each of which is held a pallet (3) and with a fork (4) which is disposed in order to act on the balance wheel, whereby the anchor (1) comprises at least two fastening arms (7), which are integrally manufactured with the anchor arms (2) and the fork (4), and by means of which the anchor (1) is connectible to an immobile part of the clockwork, whereby the at least two fastening arms (7) are designed at least in part in such an elastically flexible way that the anchor (1) is able to swing under the effect of the energy transmitted to it by the escape wheel.

25

30

35

40

2. Anchor according to claim 1, **characterized in that** the at least two fastening arms (7) are elastically designed on the entire length.

45

3. Anchor according to claim 1, **characterized in that** the at least two fastening arms (7) have two elastic sections (70, 71) which are disposed in a way running opposite and parallel.

50

4. Anchor according to claim 3, **characterized in that** the two sections (70, 71) are designed hairpin-like, and **in that** the two sections (70, 71) are connected to one another via a thickened place of attachment (72).

55

5. Anchor according to one of the claims 1 to 4, **char-**

acterized in that integrally shaped in one piece on the anchor (1) is a tenso-elastic spring element (10), which is provided with a mounting plate (11) for fastening, in order to reduce the torsional rigidity of the anchor (1).

6. Anchor according to claim 5, **characterized in that** the mounting plate (11) has a long slot (12) for fastening of the spring element (10) with adjustable pre-tension in order to adjust the torsional rigidity of the anchor (1).

7. Anchor according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the at least two fastening arms (7) are fixed to the immobile part of the clockwork by means of screws.

8. Anchor according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the at least two fastening arms (7) are non-detachably fixed to the immobile part of the clockwork by means of welding, soldering, or adhesive bonding.

9. Anchor according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the anchor (1) comprises two fastening arms (7), whereby the two fastening arms (7) are disposed symmetrically with respect to the fork (4), so that the fork lies on the bisecting lines of the angle enclosed by the two fastening arms (7) or respectively their two elastic sections.

10. Anchor according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the anchor (1) comprises two fastening arms (7), whereby the two fastening arms (7) lie on the same side between the fork (4) and an anchor arm (2).

11. Anchor according to claim 9 or 10, **characterized in that** the two fastening arms (7) are connected by a common connecting region (6).

12. Anchor according to one of the claims 1 to 11, **characterized in that** it is made of one of the following materials: of

- synthetic jewel, in particular diamond;
- synthetic semi-precious stone;
- silicon or silicon compound.

13. Anchor according to one of the claims 1 to 12, **characterized in that** its surface is nitrided or oxidised.

Revendications

1. Ancre (1) pour un échappement d'horlogerie dans un mouvement mécanique avec une roue d'échappement, comprenant deux bras d'ancre (2), dans

- chacun desquels est tenue une palette (3), et une fourchette (4) qui est agencée afin d'agir sur le balancier,
- dans laquelle l'ancre comprend au moins deux bras de fixation (7), qui sont fabriqués de manière monobloc avec les bras d'ancre (2) et la fourchette (4), et au moyen desquels l'ancre (1) peut être connectée à une partie fixe du mécanisme, les au moins deux bras de fixation (7) étant formés au moins en partie d'une façon élastiquement flexible de manière que l'ancre (1) puisse pivoter sous l'effet de l'énergie transmise à elle par la roue d'échappement.
2. Ancre selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les au moins deux bras de fixation (7) sont formés d'une façon élastique sur toute la longueur.
3. Ancre selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les au moins deux bras de fixation (7) ont deux segments élastiques (70, 71) qui sont disposés de manière parallèle à contre-courant.
4. Ancre selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les deux segments (70, 71) sont formés en forme d'épingle à cheveux, et **en ce que** les deux segments (70, 71) sont connectés l'un à l'autre par un point d'attachement épaissi (72).
5. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un** élément de ressort élastique en traction est formé d'un seul tenant sur l'ancre (1), lequel élément de ressort est pourvu avec une plaque de fixation (11) pour la fixation, afin de réduire la rigidité en torsion de l'ancre (1).
6. Ancre selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la plaque de fixation (11) a un trou oblong (12) pour la fixation de l'élément de ressort (10) avec une précontrainte ajustable afin d'ajuster la rigidité en torsion de l'ancre (1).
7. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les au moins deux bras de fixation (87) sont fixés sur la partie fixe du mécanisme au moyen de vis.
8. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les au moins deux bras de fixation (7) sont fixés de manière non détachable sur la partie fixe du mécanisme au moyen de la soudure, du brasage ou du collage.
9. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'ancre (1) comprend deux bras de fixation (7), les deux bras de fixation (7) étant disposés de manière symétrique par rapport à la fourchette (4), de sorte que la fourchette (4) est posée sur la bissectrice de l'angle formé par les deux bras de fixation (7) ou respectivement ses deux segments élastiques.
10. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'ancre (1) comprend deux bras de fixation (7), les deux bras de fixation (7) étant disposés du même côté entre la fourchette (4) et un bras d'ancre (2).
11. Ancre selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les deux bras de fixation (7) sont reliés par une zone de connexion commune (6).
12. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** est fabriqué en l'un des matériaux suivants :
- pierre précieuse synthétique, en particulier le diamant ;
 - pierre semi-précieuse synthétique ;
 - silicium ou un composé de silicium.
13. Ancre selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** sa surface est nitrée ou oxydée.

FIG. 1

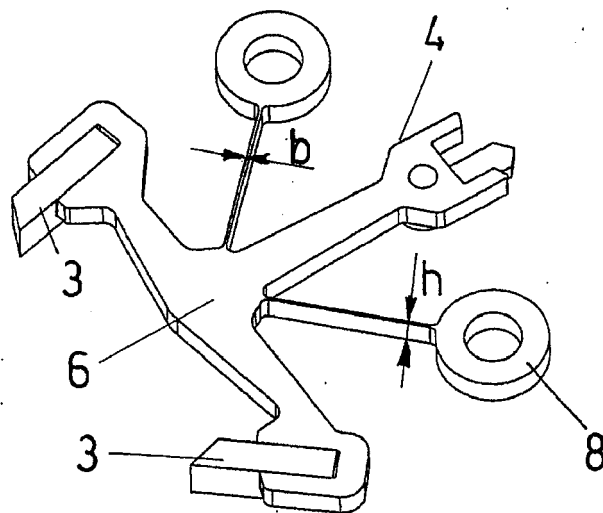
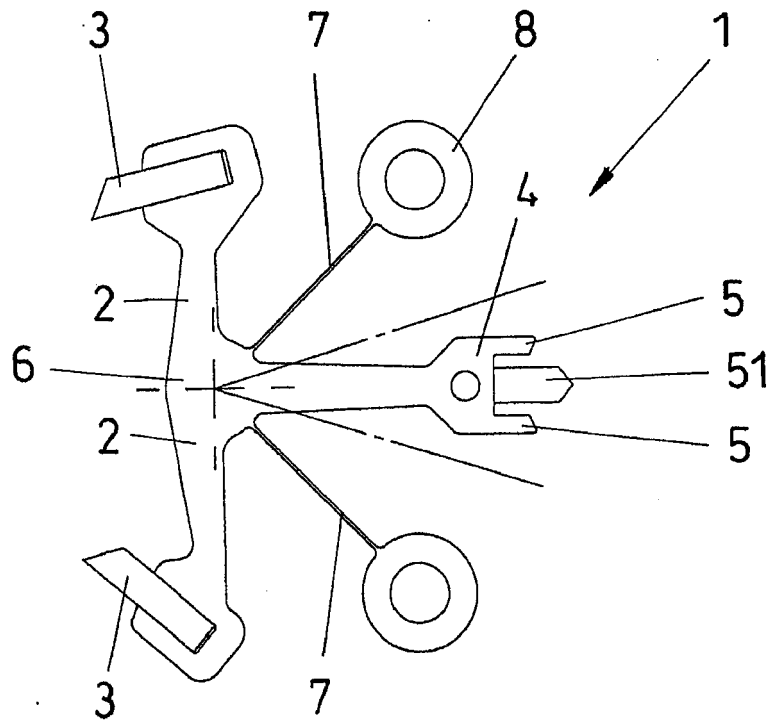


FIG. 2

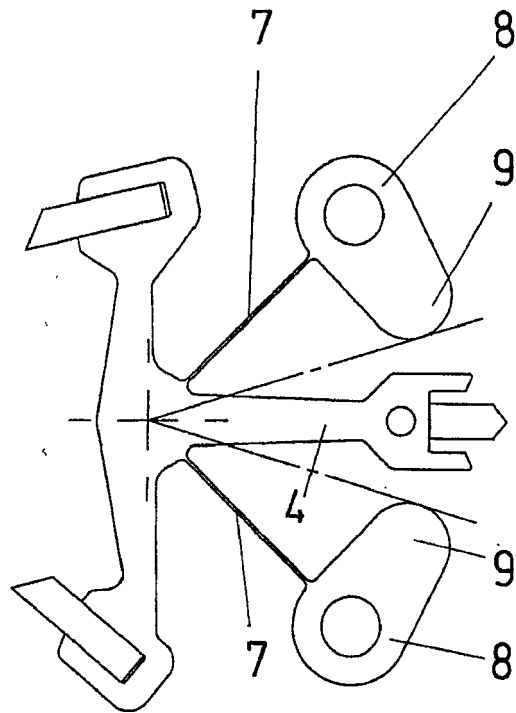


FIG. 3

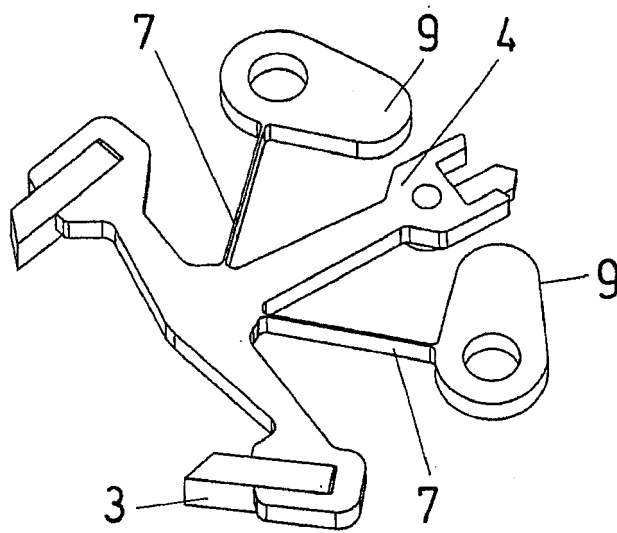
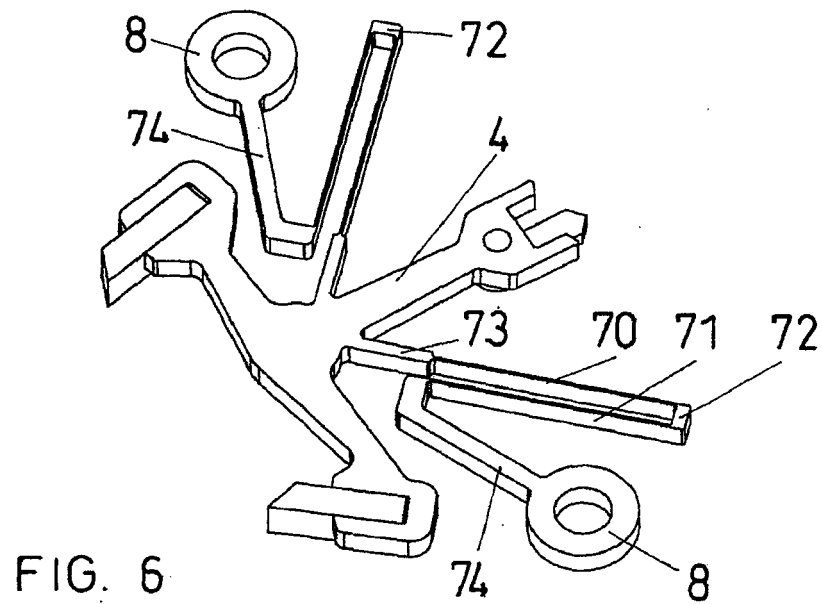
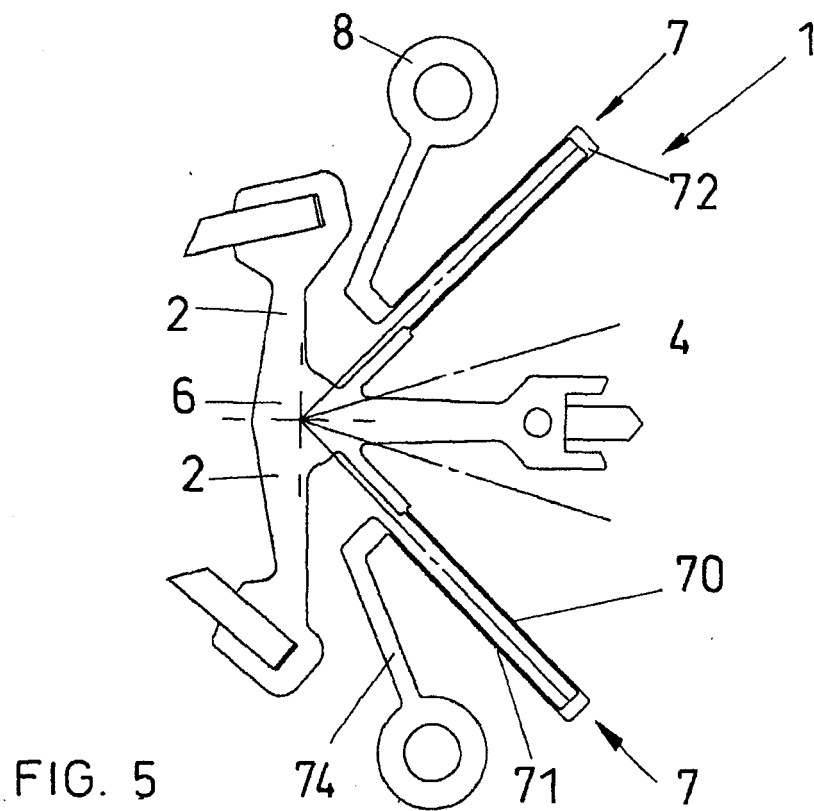


FIG. 4



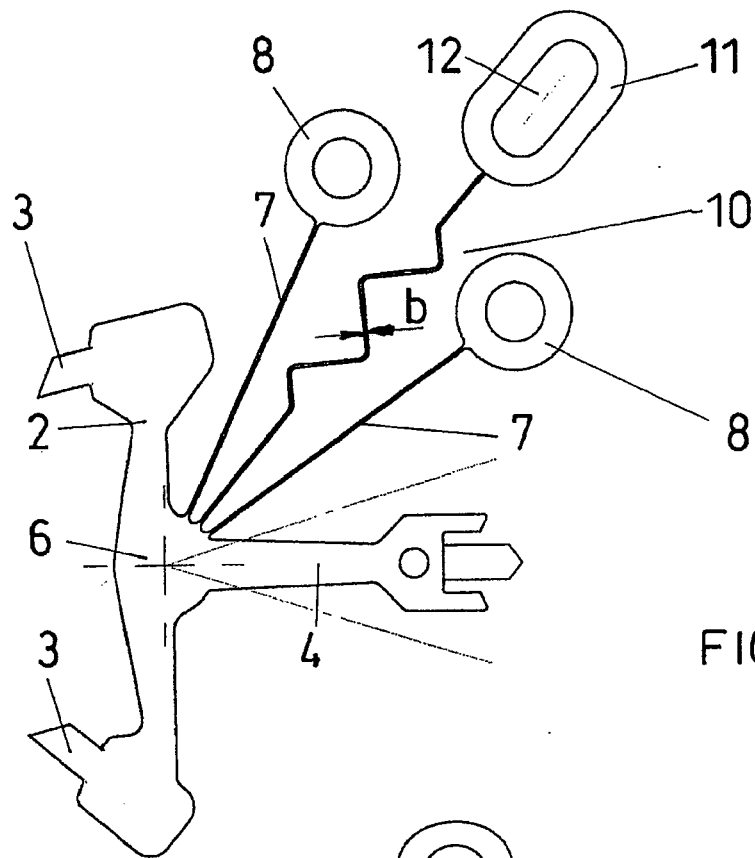


FIG. 7

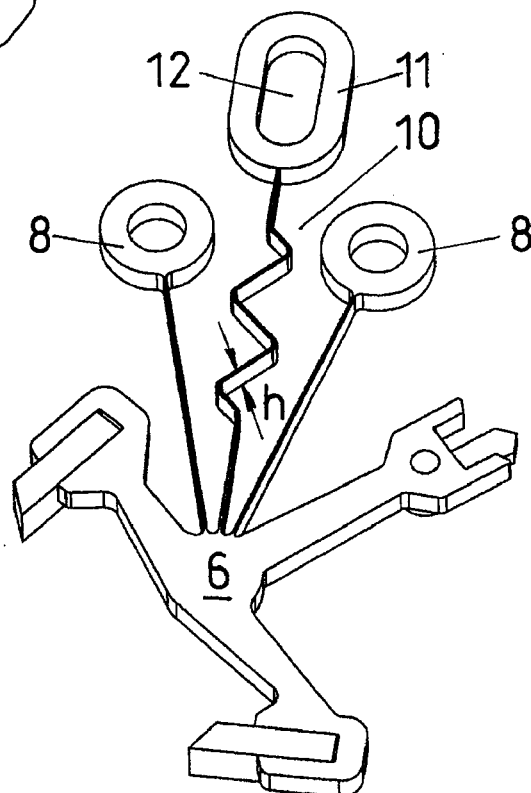
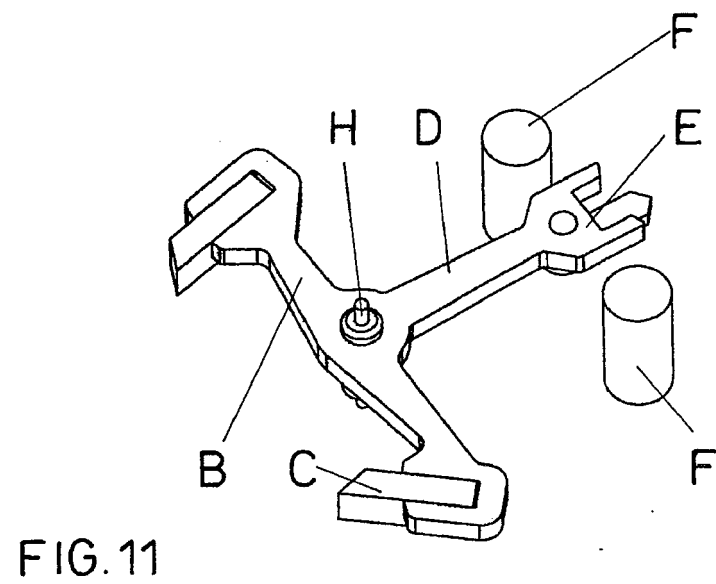
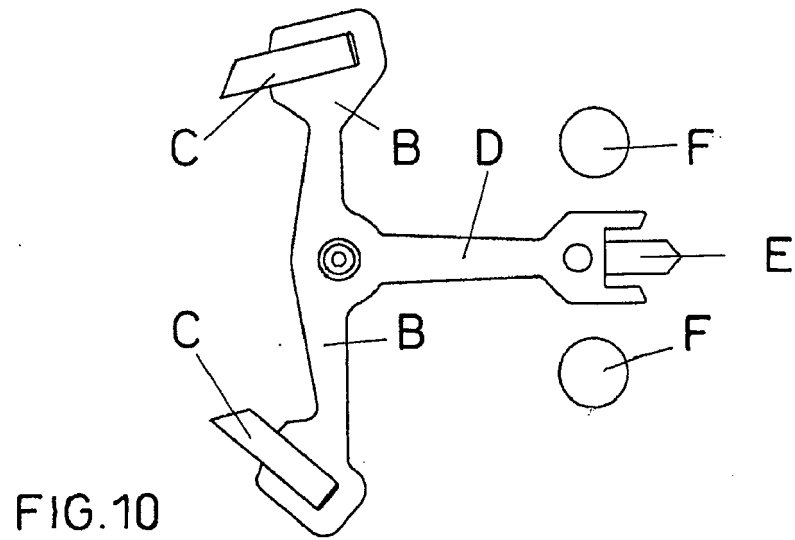
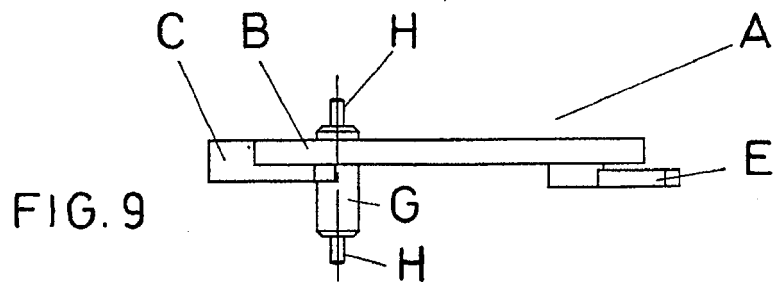


FIG. 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- CH 570644 A [0006]
- CH 342897 A [0006]
- CH 342897 [0006]
- EP 1770452 A1 [0006]
- WO 2007003539 A [0006]
- DE 2050013 A [0007]
- CH 510285 A [0007]
- EP 1013949 A [0027]
- DE 3927163 [0032]
- DE 4420962 A [0032]
- EP 0183910 A [0036]
- EP 1431844 A [0036]
- US 6458263 B [0036]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **W.H. WITTRICK.** The properties of crosslecture pivots and the influence of the point at which strips cross. *The aeronautique*, 1951 [0027]