



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
22.11.95 Patentblatt 95/47

⑤① Int. Cl.⁶ : **G04C 11/02, G04C 11/08,**
G04B 18/00

②① Anmeldenummer : **92103129.0**

②② Anmeldetag : **25.02.92**

⑤④ **Kompensator für eine mechanische Pendeluhr.**

③⑩ Priorität : **19.03.91 DE 4108935**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
23.09.92 Patentblatt 92/39

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
22.11.95 Patentblatt 95/47

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-C- 452 433
FR-A- 1 254 583
FR-A- 1 388 783
FR-A- 1 439 715
FR-A- 2 305 768
US-A- 3 590 573
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no.
085 17. März 1988 & JP-A-62221201

⑦③ Patentinhaber : **Damm, Eric, Dr.**
Neustadt 17
D-35260 Stadtallendorf (DE)
Patentinhaber : **Wolff, Harry**
Am Esch 6
D-36355 Grebenhain (DE)

⑦② Erfinder : **Damm, Eric Dr.**
Neustadt 17
W-3570 Stadtallendorf 3 (DE)

⑦④ Vertreter : **Schlagwein, Udo, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt,
Frankfurter Strasse 34
D-61231 Bad Nauheim (DE)

EP 0 504 625 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kompensator für eine mechanische Pendeluhr mit einem eine Pendellinse aufweisenden Pendel, der zum Ausgleich von die Laufgenauigkeit der Pendeluhr beeinflussenden Störgrößen ausgebildet ist und welcher eine als Vergleichler ausgebildete elektronische Steuerung aufweist, die eingangsseitig mit einem elektronischen Taktgeber und einem Pendelfrequenzgeber verbunden ist und Mittel zum Verändern der Frequenz des Pendels der Pendeluhr hat.

Ein solcher Kompensator ist in der FR-A-2 305 768 beschrieben. Der Kompensator hat hier einen Sensor zur Messung der Pendelfrequenz, eine Steuerung zum Steuern eines Servomotors, ein Taktgeber und mehrere Magnete. Wenn ein von dem Sensor stammendes Pendelfrequenzsignal von der Taktfrequenz abweicht, wird der Servomotor angesteuert, welcher die Magnete verstellt, die je nach Stellung die Pendelbewegung der Pendelstangen erschweren oder erleichtern. Ein derartiger Kompensator verlangt erhebliche Eingriffe in die Pendeluhr und erfordert irreversible Veränderungen an dieser.

Bei anderen bekannten Kompensatoren wird die Pendellinse auf der Pendelstange verstellt, was einen hohen Energieverbrauch zur Folge hat. Das ist besonders bei batteriebetriebenen Kompensatoren von Nachteil.

Trotz kostengünstig erhältlichen und mit sehr hoher Genauigkeit arbeitender Quarzuhren sind seit einigen Jahren mechanische Pendeluhr wieder auf dem Vormarsch. Beliebt sind sowohl restaurierte antike Uhren als auch Nachbauten derselben. Leider ist die Ganggenauigkeit solcher Uhren meist unbefriedigend. Zusätzlich zu den von Anfang an bestehenden Ungenauigkeiten durch Temperatur- und Luftdruckschwankungen sowie einfachen Hemmungssystemen kommt es im Laufe der Zeit zu Ungenauigkeiten durch Abnutzung des Räderwerkes und Verharzung des Öles in der Uhr. Abweichungen bis zu 10 Sekunden pro Tag sind dann normal, die heutzutage als stark störend empfunden werden. Dennoch will man häufig nicht auf solche Pendeluhr verzichten, oftmals schon allein wegen ihres schönen Schlags.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen Kompensator für eine mechanische Pendeluhr so auszubilden, daß die Pendeluhr mit ihm eine mit Quarzuhren vergleichbare Ganggenauigkeit erreicht und ein nachträgliches Verbessern der Ganggenauigkeit vorhandener Uhren mit möglichst geringem Aufwand und ohne sichtbare oder bleibende Veränderung der Pendeluhr möglich wird.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kompensator zur Anordnung an oder in der Pendellinse gestaltet ist und seine Steuerung zum Verstellen einer am Pendel zu befestigenden, motorischen Schwerpunktverstelleinrichtung mit re-

lativ zum Schwerpunkt der Pendellinse verstellbares Gewicht ausgebildet ist.

Mit einem solchen, einen elektronischen Taktgeber aufweisenden Kompensator läßt sich bei mechanischen Pendeluhrn auch bei schwankenden Störeinflüssen eine gleich hohe Ganggenauigkeit erreichen wie bei einer Quarzuhr. Deshalb können dank der Erfindung mechanische Pendeluhrn auch dann eingesetzt werden, wenn es auf eine hohe Ganggenauigkeit ankommt. Da der erfindungsgemäße Kompensator lediglich die Schwerpunktlage des Pendels verstellen muß, kann er ohne Umbauten der Pendeluhr sehr leicht nachträglich vorgesehen werden. Dabei ist es unerheblich, ob das Pendel ausgetauscht, oder auf der Rückseite der Pendellinse ein Kästchen mit den erfindungsgemäßen Bauteilen befestigt wird.

Der erfindungsgemäße Kompensator kann aus in der Elektronik allgemein gebräuchlichen Bauteilen aufgebaut sein, wenn der Pendelfrequenzgeber ein am Pendel zu befestigender Resonanzschwinger und der Taktgeber ein Quarzreferenzschwinger ist.

Mechanische Pendeluhrn können die Genauigkeit von Atomuhren erreichen, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung der Taktgeber eine Funkuhr aufweist.

Die Funkuhr benötigt keine separate Antenne, wenn gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung der die Funkuhr aufweisende Taktgeber ausgebildet ist, um an der Pendellinse angeordnet zu werden und die Pendelstange die Antenne der Funkuhr bildet.

Selbst Laien können ohne handwerkliches Geschick den erfindungsgemäßen Kompensator montieren, wenn alle seine Bauteile in einem einzigen, auf der Pendellinse zu befestigenden Gehäuse angeordnet sind.

Die Schwerpunktverstelleinrichtung kann sehr unterschiedlich gestaltet sein. Sie muß ein Gewicht aufweisen, dessen Abstand von der Pendelachse verstellbar ist. Besonders einfach ist die Schwerpunktverstelleinrichtung ausgebildet, wenn die Steuerung des Kompensators zum Verstellen der Schwerpunktverstelleinrichtung mit drehbar gelagerter, von einem Elektromotor des Kompensators verdrehbarer Scheibe mit außerhalb ihrer Drehachse liegendem Schwerpunkt ausgebildet ist. Eine solche Scheibe kann beispielsweise an einer Stelle ein Gewicht tragen. Möglich ist es jedoch auch, bei ihr einen Sektor auszusparen, so daß sich ihre Schwerpunktlage durch Drehen der Scheibe verändert.

Die Scheibe könnte analog verstellt werden, so daß eine stufenlose Veränderung der Schwerpunktlage und damit eine stufenlose Verstellung der Ganggeschwindigkeit der Pendeluhr erreicht wird. In der Praxis hat es sich als ausreichend erwiesen, wenn die Steuerung des Elektromotors der Scheibe zum Verstellen derselben aus einer Mittelstellung in eine obere und eine untere Schwerpunktstellung ausgelegt

ist. Eine solche Ausführungsform hat den Vorteil, daß nur selten eine Stellbewegung erforderlich wird, so daß der Energieverbrauch für die Verstellung gering ist und der erfindungsgemäße Kompensator mit einer kleinen Batterie sehr lange zu arbeiten vermag.

Der Taktgeber muß die theoretisch benötigte Pendelfrequenz erzeugen. Da diese oft nicht bekannt ist, könnte die Elektronik im Quarzreferenzschwinger so ausgebildet sein, daß in einem Initialisierungsprozeß die Dauer der realen Pendelschwingung zunächst automatisch gemessen wird und als Bezugsgröße für einen als programmierbaren Teiler ausgebildeten Taktgeber benutzt wird. Der automatisch erfaßte Wert wird jedoch meistens nicht genau genug sein. Die Feinjustierung der Pendeluhr wird dann einfach durch inkrementelles Verstellen der Teilungszahl des Teilers erreicht. Ein Anhalten des Pendels kann hierbei vermieden werden, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung der Taktgeber als programmierbarer Teiler ausgebildet ist und zu seiner Einstellung ein mittels eines Magneten betätigbarer Hallschalter vorgesehen ist.

Die Erfindung läßt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist in der Zeichnung schematisch ein Pendel mit dem erfindungsgemäßen Kompensator dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die Zeichnung zeigt ein Pendel 1, bei dem es sich um ein aus einer Pendelstange 2 und einer üblichen Pendellinse 3 zusammengesetztes Pendel handelt. Das untere Ende der Pendelstange 2 ist mit einem Gewinde 4 versehen, so daß man mittels einer Justierschraube 5 von Hand die Höhenlage der Pendellinse 3 verstellen kann, um die Ganggeschwindigkeit der Pendeluhr zu regulieren.

Auf der Rückseite der Pendellinse 3 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kompensator 6 angeordnet. Dieser hat in einem angedeuteten Gehäuse 7 eine Schwerpunktverstelleinrichtung 8, welche eine um eine Drehachse 9 drehbare Scheibe 10 mit einem Gewicht 11 aufweist. Ein Elektromotor 12 vermag mittels einer Spindel 13 die Scheibe 10 zu verdrehen, welche zu diesem Zweck als Schneckenrad ausgebildet ist.

Zum Ansteuern des Elektromotors 12 dient eine elektronische Steuerung 14, die als Vergleicher ausgebildet ist und die Signale eines als Quarzreferenzschwingers ausgebildeten, elektronischen Taktgebers 15 und eines Pendelfrequenzgebers 16 vergleicht. Kommt es zu einer Differenz zwischen der Referenzschwingung und der Pendelschwingung, dann wird der Elektromotor 12 angesteuert, so daß sich das Gewicht 11 durch Drehung der Scheibe 10 nach oben oder unten bewegt und sich dadurch die Pendelschwingung erhöht oder erniedrigt.

Der Pendelfrequenzgeber 16 hat die Aufgabe, bei jeder vollen Schwingung des Pendels einen elektrischen Impuls zu erzeugen. Das kann auf verschiedene Weise verwirklicht werden. Beispielsweise kann

man wie bei einer Taschenuhr ein mechanisches Resonanzsystem mit Spiralfeder und Schwingmasse vorsehen. Liegt die Eigenschwingung dieses Systems in der Nähe der Pendelfrequenz, so ergeben sich ausreichende Schwingungsamplituden, um einen Kontakt zu betätigen. Der Pendelfrequenzgeber 16 liefert also die "Ist-Frequenz".

Das "Soll" wird vom Taktgeber 15 geliefert. Die Frequenz dieser Impulsfolge entspricht der rechnerisch aus dem Räderwerk der Pendeluhr ermittelten Pendelschwingung. Diese Schwingung des Taktgebers 15 ist quarzstabilisiert. Sie kann zum Beispiel durch einen programmierbaren Teiler erzeugt werden. Um eine Feineinstellung des Taktgebers 15 ohne Anhalten des Pendels 1 zu ermöglichen, ist am Taktgeber 15 ein mit einem Magneten zu betätigender Hallschalter 17 vorgesehen.

Bei der Steuerung 14 handelt es sich im wesentlichen um einen Auf-/Abwärts-Zähler. Stimmen die ankommenden Impulsfolgen überein, so steht dieser Zähler immer auf Null (die Uhr geht genau). Weichen die Impulsfolgen jedoch zeitlich voneinander ab, so akkumuliert sich der Fehler und der Zählerstand steigt oder fällt.

Auflistung der verwendeten Bezugszeichen

1	Pendel
2	Pendelstange
3	Pendellinse
4	Gewinde
5	Justierschraube
6	Kompensator
7	Gehäuse
8	Schwerpunktverstelleinrichtung
9	Drehachse
10	Scheibe
11	Gewicht
12	Elektromotor
13	Spindel
14	Steuerung
15	Taktgeber
16	Pendelfrequenzgeber
17	Hallschalter

Patentansprüche

1. Kompensator für eine mechanische Pendeluhr mit einem eine Pendellinse (3) aufweisenden Pendel (1), der zum Ausgleich von die Laufgenauigkeit der Pendeluhr beeinflussenden Störgrößen ausgebildet ist und welcher eine als Vergleicher ausgebildete elektronische Steuerung (14) aufweist, die eingangsseitig mit einem elektronischen Taktgeber (15) und einem Pendelfrequenzgeber (16) verbunden ist und Mittel zum Verändern der Frequenz des Pendels (1) der

Pendeluhr hat, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kompensator zur Anordnung an oder in der Pendellinse (3) gestaltet ist und seine Steuerung (14) zum Verstellen einer am Pendel (1) zu befestigenden motorischen Schwerpunktverstelleinrichtung (8) mit relativ zum Schwerpunkt der Pendellinse (3) verstellbarem Gewicht (11) ausgebildet ist.

2. Kompensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Pendelfrequenzgeber (16) ein am Pendel (1) zu befestigender Resonanzschwinger und der Taktgeber (15) ein Quarzreferenzschwinger ist.

3. Kompensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Taktgeber (15) eine Funkuhr aufweist.

4. Kompensator nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Funkuhr aufweisende Taktgeber (15) ausgebildet ist, um an der Pendellinse (3) angeordnet zu werden und die Pendelstange (2) die Antenne der Funkuhr bildet.

5. Kompensator nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle seine Bauteile in einem einzigen, auf der Pendellinse (3) zu befestigenden Gehäuse (7) angeordnet sind.

6. Kompensator nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dessen Steuerung (14) zum Verstellen der Schwerpunktverstelleinrichtung (8) mit drehbar gelagerter, von einem Elektromotor (12) des Kompensators verdrehbarer Scheibe (10) mit außerhalb ihrer Drehachse (9) liegendem Schwerpunkt ausgebildet ist.

7. Kompensator nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerung (14) des Elektromotors (12) der Scheibe (10) zum Verstellen derselben aus einer Mittelstellung in eine obere und eine untere Schwerpunktstellung ausgelegt ist.

8. Kompensator nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Taktgeber (15) als programmierbarer Teiler ausgebildet ist und zu seiner Einstellung ein mittels eines Magneten betätigbarer Hall-Schalter vorgesehen ist.

Claims

1. Compensator for a mechanical pendulum clock

with a pendulum (1) comprising a pendulum lens (3), which is designed to compensate disturbance variables influencing the running accuracy of the pendulum clock and has an electronic controller (14) which is designed as a comparator, is connected to an electronic clock generator (15) and a pendulum frequency generator (16) on the input side and has means for changing the frequency of the pendulum (1) of the pendulum clock, characterized in that the compensator is designed to be arranged on or in the pendulum lens (3) and its controller (14) is designed to adjust a motor-driven centre of gravity adjusting device (8) to be fastened on the pendulum (1) with a weight (11) which is adjustable relative to the centre of gravity of the pendulum lens (3).

2. Compensator according to claim 1, characterized in that the pendulum frequency generator (16) is a sympathetic vibrator to be fastened on the pendulum (1) and the clock generator (15) is a quartz reference vibrator.

3. Compensator according to claim 1, characterized in that the clock generator (15) has a radio clock.

4. Compensator according to claim 3, characterized in that the clock generator (15) having the radio clock is designed to be arranged on the pendulum lens (3) and the pendulum rod (2) forms the aerial of the radio clock.

5. Compensator according to at least one of the preceding claims, characterized in that all its components are arranged in a single housing (7) to be fastened on the pendulum lens (3).

6. Compensator according to at least one of the preceding claims, characterized in that its controller (14) is designed to adjust the centre of gravity adjusting device (8) with rotatably mounted disc (10) which is rotatable by an electric motor (12) of the compensator with the centre of gravity lying outside its axis of rotation (9).

7. Compensator according to claim 6, characterized in that the controller (14) of the electric motor (12) of the disc (10) is designed for the adjustment thereof from a central position into an upper and a lower centre of gravity position.

8. Compensator according to at least one of the preceding claims, characterized in that the clock generator (15) is designed as a programmable divider and a Hall switch which is actuable by a magnet is provided for the setting thereof.

Revendications

1. Compensateur pour une horloge mécanique avec un pendule (1) présentant une lentille (3), conforme de façon à compenser l'influence des perturbations sur l'exactitude de l'horloge, lequel présente une commande électronique (14) configurée en comparateur, reliée du côté de ses entrées à un générateur de rythme (15) électronique et à un générateur de fréquence du pendule (16) et possède des moyens pour modifier la fréquence du pendule (1) de l'horloge, caractérisé en ce que le compensateur est disposé sur ou dans la lentille et sa commande (14) est configurée pour le réglage d'un dispositif de réglage (8) du centre de gravité motorisé fixé au pendule avec un poids réglable (11) relativement au centre de gravité de la lentille (3). 5 10 15
2. Compensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le générateur de fréquence du pendule (16) est un oscillateur résonnant fixé au pendule (1) et le générateur de rythme (15) est un oscillateur de référence à quartz. 20 25
3. Compensateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le générateur de rythme (15) se comporte comme une radio-horloge. 30
4. Compensateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le générateur de rythme (15) se comportant en radio-horloge est configuré pour être disposé sur la lentille (3) et le balancier (2) forme l'antenne de la radio-horloge. 35
5. Compensateur selon au moins l'une des précédentes revendications, caractérisé en ce que toutes ses parties constitutantes sont disposées dans un boîtier unique (7) fixé à la lentille (3). 40
6. Compensateur selon au moins l'une des précédentes revendications, caractérisé en ce que la commande (14) est configurée pour le réglage du dispositif de réglage (8) du centre de gravité au moyen d'un disque (10) mobile en rotation grâce à un moteur électrique (12) du compensateur et dont le centre de gravité est situé en dehors de son axe de rotation (9). 45
7. Compensateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la commande (14) du moteur électrique (12) du disque (10) est disposé de façon à régler celui-ci depuis une position médiane vers une position supérieure ou inférieure au centre de gravité. 50 55
8. Compensateur selon au moins une des précédentes revendications, caractérisé en ce que le

générateur de rythme (15) est conformé en élément programmable et en ce qu'il est pourvu, pour son réglage, d'un commutateur (17) actionnable par un aimant.

