



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 208 569.5**
(22) Anmeldetag: **13.06.2019**
(43) Offenlegungstag: **17.12.2020**

(51) Int Cl.: **G01C 19/5656 (2012.01)**
G01C 19/5776 (2012.01)
H03B 5/06 (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Hayek, Jan, 81827 München, DE; Visconti,
Andrea, 81673 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 40 087	A1
DE	10 2011 119 949	A1
DE	10 2014 003 640	A1

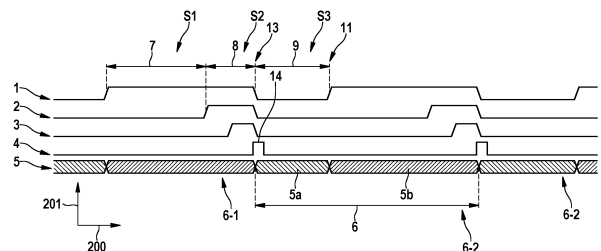
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops bereit, umfassend eine Schrittfolge, die periodisch mit einer Wiederholfrequenz zumindest zweimal durchgeführt wird, wobei die Schrittfolge die folgenden Schritte umfasst

- Anregen einer seismischen Masse des MEMS-Gyroskops über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat,
- Aufrechterhalten der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse für eine zweite Zeitspanne und
- Aussetzen des Aufrechterhaltens der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse nach einem Bereitstellen von Messwerten, sodass die seismische Masse für eine dritte Zeitspanne ausschwingt, wobei vor einem Durchführen einer weiteren Schrittfolge eine Wiederholanregungszeitdauer ermittelt wird, die die ausschwingende seismische Masse benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen und der Zeitpunkt des erneuten Anregens der seismischen Masse innerhalb der weiteren Schrittfolge anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer zeitlich nach hinten verschoben wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops bereit, umfassend eine Schrittfolge, die periodisch mit einer Wiederholfrequenz zumindest zweimal durchgeführt wird, wobei die Schrittfolge die folgenden Schritte umfasst

- Anregen einer seismischen Masse des MEMS-Gyroskops über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat,
- Aufrechterhalten der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse für eine zweite Zeitspanne und
- Aussetzen des Aufrechterhaltens der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse nach einem Bereitstellen von Messwerten, sodass die seismische Masse für eine dritte Zeitspanne ausschwingt.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter eine Treiberschaltung für ein MEMS-Gyroskop zum Durchführen eines Verfahrens zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops, umfassend eine Anregungseinheit zum Anregen einer seismischen Masse des MEMS-Gyroskops, eine Steuereinheit, die ausgebildet ist, die Anregungseinheit derart periodisch mit einer Wiederholfrequenz zu betätigen, sodass in einer Periode die seismische Masse des MEMS-Gyroskops über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat, angeregt und die vorgebbare Amplitude der seismischen Masse über eine zweite Zeitspanne aufrechterhalten wird, sodass während der zweiten Zeitspanne Messwerte des MEMS-Gyroskops bereitstellbar sind und nach Ablauf der zweiten Zeitspanne die seismische Masse für eine dritte Zeitspanne ausschwingt.

Stand der Technik

[0003] Um eine Rotationsbewegung zu messen werden in bekannter Weise MEMS-Gyroskop-Sensoren, im Folgenden kurz als Gyroskop bezeichnet, verwendet. Das Gyroskop weist hierzu eine sogenannte seismische Masse auf, mit der eine entsprechende Rotationsbewegung gemessen wird. Hierzu wird die seismische Masse in mechanische Oszillationen versetzt, was einen großen Energiebedarf erfordert.

[0004] War das Gyroskop abgeschaltet und wird nun wieder eingeschaltet, benötigt die seismische Masse einige Zeit bis diese ihre volle, das heißt eine für die Messung der Rotationsbewegung geeignete Amplitude erreicht hat, mit anderen Worten das Gyroskop für entsprechende Messungen bereitsteht. Um zu verhindern, dass noch während dieser Start- oder Einschwingzeit der seismischen Masse, also wäh-

rend des Ansteigens der Amplitude, schon gemessen wird, wird eine gewisse Zeit abgewartet, die theoretisch festgelegt beziehungsweise berechnet wird, damit sichergestellt werden kann, dass die seismische Masse in jedem Fall ihre volle Amplitude erreicht hat, bevor Messwerte bereitgestellt werden. Fehlerhafte Messwerte werden so vermieden.

[0005] Um den genannten hohen Energieverbrauch des Gyroskops zu senken, ist es weiter bekannt geworden, den Antrieb für die Anregung von Oszillationen der seismischen Masse nach Durchführung einer Messung auszuschalten. Bei einer erneuten Messung muss deshalb wiederum die seismische Masse in Oszillationen versetzt werden und die entsprechende Zeitdauer abgewartet werden, bis wiederum sichergestellt werden kann, dass die seismische Masse ihre volle Amplitude erreicht hat und Messwerte bereitgestellt werden können.

Offenbarung der Erfindung

[0006] In einer Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops bereit, umfassend eine Schrittfolge, die periodisch mit einer Wiederholfrequenz zumindest zweimal durchgeführt wird, wobei die Schrittfolge die folgenden Schritte umfasst:

- Anregen einer seismischen Masse des MEMS-Gyroskops über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat,
- Aufrechterhalten der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse für eine zweite Zeitspanne und
- Aussetzen des Aufrechterhaltens der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse nach einem Bereitstellen von Messwerten, sodass die seismische Masse für eine dritte Zeitspanne ausschwingt,

wobei vor einem Durchführen einer weiteren Schrittfolge eine Wiederholanregungszeitdauer ermittelt wird, die die ausschwingende seismische Masse benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen und der Zeitpunkt des erneuten Anregens der seismischen Masse innerhalb der weiteren Schrittfolge anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer zeitlich nach hinten verschoben wird.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung eine Treiberschaltung für ein MEMS-Gyroskop zum Durchführen eines Verfahrens zum Betreiben eines MEMS-Gyroskops, umfassend eine Anregungseinheit zum Anregen einer seismischen Masse des MEMS-Gyroskops, eine Steuereinheit, die ausgebildet ist, die Anregungseinheit derart periodisch mit einer Wiederholfrequenz zu betätigen, sodass in einer Periode die seismische Mas-

se des MEMS-Gyroscopes über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat, angeregt und die vorgebbare Amplitude der seismischen Masse über eine zweite Zeitspanne aufrechterhalten wird, sodass während der zweiten Zeitspanne Messwerte des MEMS-Gyroscopes bereitstellbar sind und nach Ablauf der zweiten Zeitspanne die seismische Masse für eine dritte Zeitspanne ausschwingt, eine Ermittlungseinheit, die ausgebildet ist, vor einem erneuten Betätigen der Anregungseinheit durch die Steuereinheit eine Wiederholanregungszeitdauer zu ermitteln, die die ausschwingende seismische Masse benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, den Zeitpunkt des erneuten Betätigens der Anregungseinheit zum erneuten Anregen der seismischen Masse anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer zeitlich nach hinten innerhalb der jeweiligen Periode zu verschieben.

[0008] Mit anderen Worten wird von Ausführungsformen der Erfindung ausgenutzt, dass die seismische Masse des MEMS-Gyroscopes noch eine gewisse Zeit nachschwingt, auch wenn diese nicht mehr angeregt wird. Auf Grund dieses Nachschwingens benötigt die seismische Masse nicht die volle theoretisch berechnete Zeit, wenn sie noch während des Ausschwingens wieder angeregt wird, bis sie ihre volle Amplitude zur Bereitstellung von Messwerten erreicht hat.

[0009] Einer der damit erzielten Vorteile ist, dass der Energieverbrauch eines MEMS-Gyroscopes wesentlich reduziert werden kann, da nicht die sonst übliche Zeit von einem Anregen in der seismischen Masse ausgehend von dem Stillstand bis zur vollen Amplitude benötigt wird, die Anregungseinheit somit nur für kürzere Zeit betätigt werden muss, ohne dass sich der Zeitpunkt der Bereitstellung von Messdaten des Gyroscopes verschiebt.

[0010] Weitere Merkmale, Vorteile und weitere Ausführungsformen der Erfindung sind im Folgenden beschrieben oder werden dadurch offenbar.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Wiederholanregungszeitdauer anhand einer gespeicherten Tabelle ermittelt, die Werte von Wiederholfrequenzen entsprechenden Wiederholanregungszeitdauern zuordnet. Dies ermöglicht eine einfache und schnelle Ermittlung der Wiederholanregungszeitdauer in Abhängigkeit der Wiederholfrequenz der Schrittfolge.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung werden die Werte der Tabelle individuell vorab für jedes MEMS-Gyroskop separat ermittelt. Vorteil hiervon ist, dass damit Veränderungen beziehungsweise Toleranzen in der Produktion eines MEMS-Gyroscopes ausgeglichen werden können, da jedes ME-

MS-Gyroskop separat vermessen und dessen individuelle Werte in der Tabelle hinterlegt werden.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung werden die Werte der Tabelle vorab anhand einer Vielzahl von MEMS-Gyroscopes ermittelt. Vorteil hiervon ist, dass eine besonders einfache Ermittlung von Tabellenwerten für eine Vielzahl von MEMS-Gyroscopes ermöglicht wird, da jedes MEMS-Gyroskop auf dieselben Tabellenwerte zugreift.

[0014] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung werden die Werte der Tabelle im laufenden Betrieb des MEMS-Gyroscopes ermittelt und abgespeichert und/oder laufend angepasst. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung der Werte der Tabelle, da beispielsweise Veränderungen im Betrieb des MEMS-Gyroscopes erkannt und die Werte der Tabelle entsprechend abgeändert werden können.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird die Tabelle vor dem erstmaligen Betrieb mit vorab bestimmten Werten von Wiederholfrequenzen und entsprechenden Wiederholanregungszeitdauern gefüllt. Damit werden ausreichend genaue Startwerte in der Tabelle hinterlegt, sodass das Gyroskop bereits beim ersten Einschalten hinreichend genaue Werte erhält und eine Energieeinsparung ermöglicht wird.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird die ermittelte Wiederholanregungszeitdauer mit einer zusätzlichen Pufferzeit versehen. Damit wird die Zuverlässigkeit beim Betreiben des MEMS-Gyroscopes noch verbessert, da dann sichergestellt ist, dass Abweichungen bei der Ermittlung der Wiederholanregungszeitdauer nicht zu fehlerhaften Messwerten führen, da eine Messung bei noch nicht voller Amplitude der seismischen Masse erfolgt ist.

[0017] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen, und aus dazugehöriger Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0018] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0019] Bevorzugte Ausführungen und Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile oder Elemente beziehen.

Figurenliste

[0020] Dabei zeigen

Fig. 1 verschiedene Signale beziehungsweise Zustände eines MEMS-Gyroskops betrieben mit einem bekannten Verfahren;

Fig. 2 verschiedene Signale beziehungsweise Zustände eines MEMS-Gyroskops betrieben mit einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 verschiedene Signale beziehungsweise Zustände eines MEMS-Gyroskops betrieben mit einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 4 in schematischer Form eine Treiberschaltung für einen MEMS-Gyroskop gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0021] **Fig. 1** zeigt verschiedene Signale beziehungsweise Zustände eines MEMS-Gyroskop betrieben mit einem bekannten Verfahren, die **Fig. 2** und **Fig. 3** jeweils verschiedene Signale beziehungsweise Zustände eines MEMS-Gyroskops betrieben mit einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0022] Im Detail sind in **Fig. 1** der Verlauf von Zuständen beziehungsweise im Wesentlichen rechteckförmigen Signalen zwischen einem oberen Wert und einem unteren Wert (y-Achse 201) über die Zeit (x-Achse 200) gezeigt.

[0023] Hierbei bezeichnet

- das Bezugszeichen **1** den periodischen Verlauf eines im wesentlichen rechteckförmigen Signals, welches anzeigt, ob die seismische Masse des MEMS-Gyroskops für Oszillationen angetrieben wird (oberer Wert) oder nicht (unterer Wert),

- das Bezugszeichen **2** den periodischen Verlauf eines rechteckförmigen Signals, welches anzeigt, ob die seismische Masse ihre volle Amplitude erreicht hat und eine Messung möglich ist (oberer Wert) oder nicht (unterer Wert),

- das Bezugszeichen **3** den periodischen Verlauf eines rechteckförmigen Signals, welches die Zeit anzeigt, in der gemessen wird (oberer Wert) oder nicht (unterer Wert),

- das Bezugszeichen **4** den periodischen Verlauf eines rechteckförmigen Signals, welches anzeigt, wann Daten der Messung bereitstehen beziehungsweise bereitstehen müssen, wobei dieses Signal von außen vorgegeben werden

kann und die jeweils anderen Signale **1-3** werden dementsprechend angepasst, und

- das Bezugszeichen **5** schließlich den periodischen Verlauf eines rechteckförmigen Signals, welches anzeigt, in welchem Betriebsmodus sich das MEMS-Gyroskop beziehungsweise die entsprechende Anregungseinheit **20** befindet.

[0024] Der Signalverlauf des Signals **5** korrespondiert mit dem Verlauf des Signals **1**: Wird die seismische Masse nicht angetrieben (unterer Wert des Signals **1**) befindet sich die Treiberschaltung in einem Betriebszustand, der nur wenig Energie benötigt (Bezugszeichen **5a**). Wird die seismische Masse des MEMS-Gyroskops angetrieben, befindet sich diese also in einem Betriebsmodus, der mehr Energie benötigt (Bezugszeichen **5b**).

[0025] Weiterhin bezeichnet Bezugszeichen **6** eine einzelne Periode, Bezugszeichen **6-1**, **6-2**, **6-3** jeweils zeitlich aufeinanderfolgende Perioden.

[0026] Bezugszeichen **7** bezeichnet die theoretische Zeitspanne, die benötigt wird, um die seismische Masse ausgehend vom Stillstand in Oszillationen mit ihrer vollen Amplitude zu versetzen. Der Beginn der Zeitspanne **7** korrespondiert mit der ansteigenden Flanke des Signals **1** und das Ende der Zeitspanne **7** korrespondiert mit der ansteigenden Flanke des Signals **2** in der **Fig. 1**.

[0027] Bezugszeichen **8** bezeichnet die Zeitspanne, in der die seismische Masse des MEMS-Gyroskops mit voller Amplitude schwingt. Innerhalb dieser Zeitspanne wird die volle Amplitude aufrechterhalten. Diese korrespondiert mit dem oberen Wert des Signals **2**.

[0028] Bezugszeichen **9** bezeichnet die Zeitspanne, in der die seismische Masse des MEMS-Gyroskops nicht angetrieben wird. Diese korrespondiert zeitlich mit dem unteren Wert des Signals **1**.

[0029] Bezugszeichen **10** in den **Fig. 2** und **Fig. 3** bezeichnet die ermittelte Wiederholanregungszeitdauer, die kürzer ist, als die maximale Zeit - Zeitspanne **7** in **Fig. 1** -, die die seismische Masse benötigt, um ausgehend vom Stillstand ihre volle Amplitude zu erreichen.

[0030] Bezugszeichen **11** zeigt den Zeitpunkt des erneuten Anregens der seismischen Masse des MEMS-Gyroskops, korrespondiert demnach mit dem Ansteigen des Signals **1**.

[0031] Im Wesentlichen ist der Verlauf der Signale **1-5** in den **Fig. 1-3** wie folgt: Zunächst erfolgt ein Einschalten einer Treiberschaltung zur Anregung der seismischen Masse des MEMS-Gyroskops, was durch ein Ansteigen des Signals **1** von einem unteren

ren Wert auf einen oberen Wert dargestellt ist. Dieser obere Wert wird anschließend für eine gewisse Zeit, die der Summe der Zeitspannen **7** und **8** entspricht, gehalten. Nach der Zeitspanne **7** steigt auch das Signal **2** von einem unteren auf einen oberen Wert an, das heißt die seismische Masse des MEMS-Gyroscopes hat dann die volle, das heißt eine für eine Messung geeignete Amplitude erreicht. Diese steht für die Zeitspanne **8** zur Verfügung. Eine gewisse Zeit, nachdem das Signal **2** den oberen Wert erreicht hat, erfolgt eine Messung, dargestellt durch ein Ansteigen des Signals **3** von dem unteren auf den oberen Wert. Zu einem gemeinsamen Zeitpunkt **13** wird die seismische Masse nicht mehr angeregt, das heißt das Signal **1** und damit auch das Signal **2** fallen auf den jeweiligen unteren Wert ab, ebenso ist die Messung beendet, das heißt auch der Wert des Signals **3** sinkt vom oberen auf den jeweiligen unteren Wert ab. Die Daten stehen anschließend für eine Zeitspanne **14** bereit, die durch einen oberen Wert des Signals **4** dargestellt ist.

[0032] In Fig. 2 ist nun im Unterschied zur Fig. 1 der Zeitpunkt **11** des Ansteigens des Signals **1** zeitlich nach hinten verschoben, ohne das hiervon das Ansteigen des Signals **2** auf den oberen Wert ebenfalls nach hinten verschoben wird. Grund ist, dass das Ausschwingen der seismischen Masse ausgenutzt wird. Durch das noch anhaltende (Nach)Schwingen der seismischen Masse auch nach Abschalten der Anregung, benötigt die seismische Masse nicht die theoretisch notwendige Zeit ausgehend vom Stillstand, um wieder ihre volle Amplitude zu erreichen. Der Zeitpunkt **11** der erneuten Anregung kann daher in der jeweiligen Periode **6-1**, **6-2**, **6-3** nach hinten verschoben werden. Dieses Verschieben des Zeitpunkts **11** nach hinten erfolgt in Fig. 2 anhand von statisch gespeicherten Tabellenwerten. Aus der Tabelle wird der Wert der Wiederholanregungszeitdauer **10** entnommen, welcher der seismischen Masse und der Wiederholfrequenz der Periode **6**, **6-1**, **6-2**, **6-3** zugeordnet ist und entsprechend wird dann der Zeitpunkt **11** zeitlich nach hinten verschoben. Damit kann zum gleichen Zeitpunkt innerhalb der jeweiligen Periode **6-1**, **6-2**, **6-3** wieder gemessen werden, der Zeitpunkt entspricht dabei, wie vorstehend ausgeführt, der ansteigenden Flanke des Signals **3**. Das Anregen (Signal **1**) der seismischen Masse erfolgt dann entsprechend dem zeitlich nach hinten verschobenen Zeitpunkt **11** innerhalb der jeweiligen Periode **6-1**, **6-2**, **6-3**.

[0033] In Fig. 3 ist im Wesentlichen das gleiche Verhalten der Signale **1-5** gemäß Fig. 2 gezeigt. Im Unterschied zur Fig. 2 wird die Wiederholanregungszeitdauer **10** im laufenden Betrieb in einer Periode **6-1** gemessen und in der darauffolgenden Periode **6-2** angewandt. Um Messtoleranzen zu vermeiden, wird der Wiederholanregungszeitdauer **10** eine zusätzliche Pufferzeit **12** hinzuaddiert. Anhand dieser Sum-

me wird dann der Zeitpunkt **11** entsprechend zeitlich nach hinten innerhalb der Periode **6-2** verschoben.

[0034] In den Fig. 2 und Fig. 3 kann damit das Verhältnis der Zeit von Niedrigenergie- zu Hochenergiemodus innerhalb einer Periode **6-1**, **6-2**, **6-3**, ... zugunsten des Niedrigenergiemodus verschoben werden. Mit anderen Worten erfolgt innerhalb einer Periode **6-1**, **6-2**, **6-3**, ... länger ein Betrieb im Niedrigenergie-Betriebsmodus, sodass Energie gespart wird.

[0035] Fig. 4 zeigt in schematischer Form eine Treiberschaltung für einen MEMS-Gyroskop gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0036] Im Detail zeigt Fig. 4 eine Treiberschaltung **100** für ein MEMS-Gyroskop **101** zum Durchführen eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1-7. Die Treiberschaltung **100** umfasst

- eine Anregungseinheit **20** zum Anregen einer seismischen Masse **102** des MEMS-Gyroscopes **101**,
- eine Steuereinheit **22**, die ausgebildet ist, die Anregungseinheit **20** derart periodisch mit einer Wiederholfrequenz zu betätigen, sodass in einer Periode die seismische Masse **102** des MEMS-Gyroscopes **101** über eine erste Zeitspanne, bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat, angeregt und die vorgebbare Amplitude der seismischen Masse **102** über eine zweite Zeitspanne aufrechterhalten wird, sodass während der zweiten Zeitspanne Messwerte des MEMS-Gyroscopes **101** bereitstellbar sind und nach Ablauf der zweiten Zeitspanne die seismische Masse **102** ausschwingt,
- eine Ermittlungseinheit **23**, die ausgebildet ist, vor einem erneuten Betätigen der Anregungseinheit **20** durch die Steuereinheit **22** eine Wiederholanregungszeitdauer zu ermitteln, die die ausschwingende seismische Masse **102** benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen, wobei die Steuereinheit **22** ausgebildet ist, den Zeitpunkt des erneuten Betätigens der Anregungseinheit **20** zum erneuten Anregen der seismischen Masse **102** anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer zeitlich nach hinten innerhalb der jeweiligen Periode zu verschieben.

[0037] Zusammenfassend ermöglicht zumindest eine der Ausführungsformen der Erfindung zumindest einen der folgenden Vorteile

- Einfache Implementierung
- reduzierter Energieverbrauch
- zuverlässiges Bereitstellen von Messwerten

[0038] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie nicht darauf beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines MEMS-Gyroscopes (101), umfassend eine Schrittfolge (6-1, 6-2, 6-3), die periodisch mit einer Wiederholfrequenz (6) zumindest zweimal durchgeführt wird, wobei die Schrittfolge (6-1, 6-2, 6-3) die folgenden Schritte umfasst

- Anregen (S1) einer seismischen Masse (102) des MEMS-Gyroscopes (101) über eine erste Zeitspanne (7), bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat,
- Aufrechterhalten (S2) der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse (102) für eine zweite Zeitspanne (8) und
- Aussetzen (S3) des Aufrechterhaltens der vorgebbaren Amplitude der seismischen Masse (102) nach einem Bereitstellen von Messwerten, sodass die seismische Masse (102) für eine dritte Zeitspanne (9) ausschwingt, wobei vor einem Durchführen einer weiteren Schrittfolge (S1, S2, S3) eine Wiederholanregungszeitdauer (10) ermittelt wird, die die ausschwingende seismische Masse (102) benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen und der Zeitpunkt (11) des erneuten Anregens der seismischen Masse (102) innerhalb der weiteren Schrittfolge (6-2, 6-3) anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer (10) zeitlich nach hinten verschoben wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Wiederholanregungszeitdauer (10) anhand einer gespeicherten Tabelle ermittelt wird, die Werte von Wiederholfrequenzen (6) entsprechenden Wiederholanregungszeitdauern (10) zuordnet.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Werte der Tabelle individuell vorab für jedes MEMS-Gyroskop (101) separat ermittelt werden.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Werte der Tabelle vorab anhand einer Vielzahl von MEMS-Gyroscopen (101) ermittelt werden.

5. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Werte der Tabelle im laufenden Betrieb des MEMS-Gyroscopes (101) ermittelt und abgespeichert und/oder laufend angepasst werden.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Tabelle vor dem erstmaligen Betrieb mit vorab bestimmten Werten von Wiederholfrequenzen (10) und entsprechenden Wiederholanregungszeitdauern befüllt wird.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-6, wobei die ermittelte Wiederholanregungszeitdauer (10) mit einer zusätzlichen Pufferzeit (12) versehen wird.

8. Treiberschaltung (100) für ein MEMS-Gyroskop (101) zum Durchführen eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1-7, umfassend eine Anregungseinheit (20) zum Anregen einer seismischen Masse (102) des MEMS-Gyroscopes (101), eine Steuereinheit, die ausgebildet ist, die Anregungseinheit (20) derart periodisch mit einer Wiederholfrequenz (6) zu betätigen, sodass in einer Periode (6) die seismische Masse (102) des MEMS-Gyroscopes (101) über eine erste Zeitspanne (7), bis diese ihre vorgebbare Amplitude zum Messen von Messwerten erreicht hat, anregt und die vorgebbare Amplitude der seismischen Masse (102) über eine zweite Zeitspanne (8) aufrechterhalten wird, sodass während der zweiten Zeitspanne (8) Messwerte des MEMS-Gyroscopes (101) bereitstellbar sind und nach Ablauf der zweiten Zeitspanne (8) die seismische Masse (102) für eine dritte Zeitspanne (9) ausschwingt, eine Ermittlungseinheit (23), die ausgebildet ist, vor einem erneuten Betätigen der Anregungseinheit (20) durch die Steuereinheit (22) eine Wiederholanregungszeitdauer (10) zu ermitteln, die die ausschwingende seismische Masse (102) benötigt, um ihre vorgebbare Amplitude wieder zu erreichen, wobei die Steuereinheit (22) ausgebildet ist, den Zeitpunkt (11) des erneuten Betätigens der Anregungseinheit (20) zum erneuten Anregen der seismischen Masse (102) anhand der ermittelten Wiederholanregungszeitdauer (10) zeitlich nach hinten innerhalb der jeweiligen Periode (6-1, 6-2, 6-3) zu verschieben.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

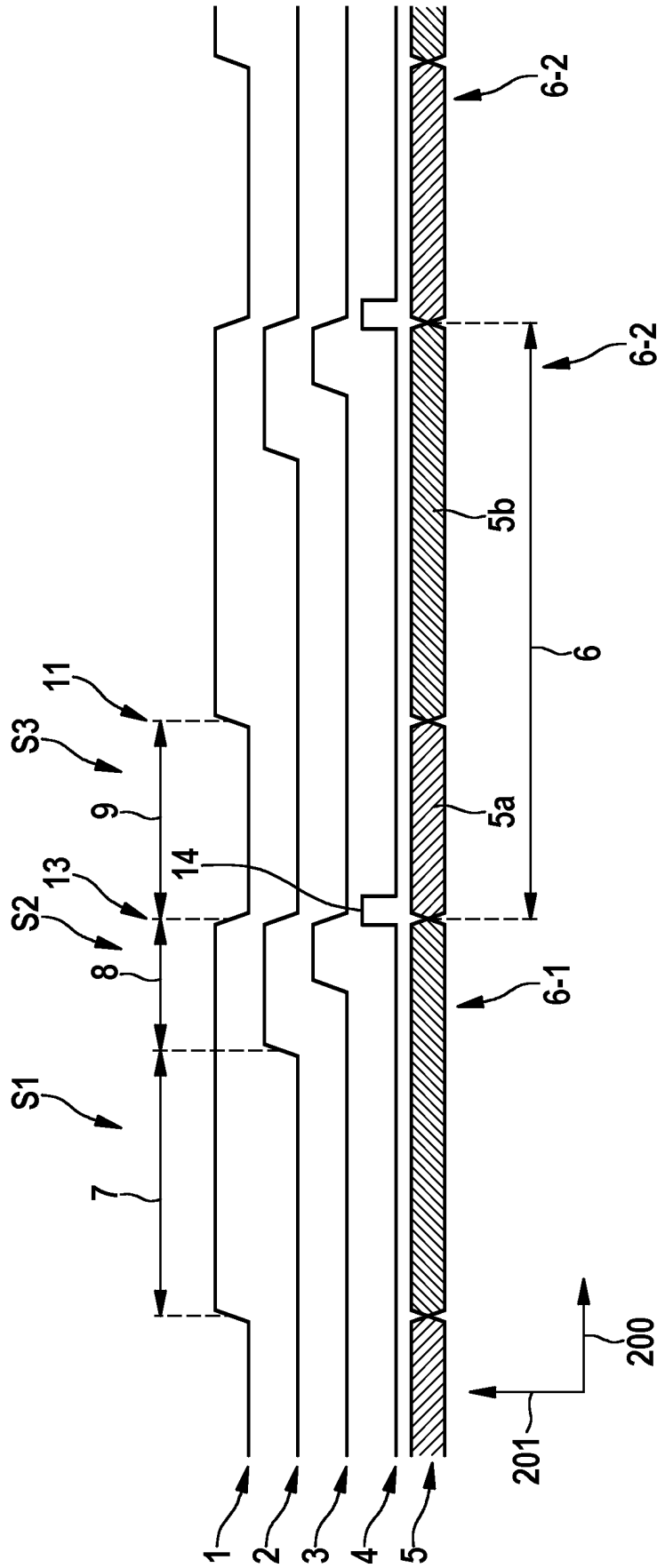


Fig. 1

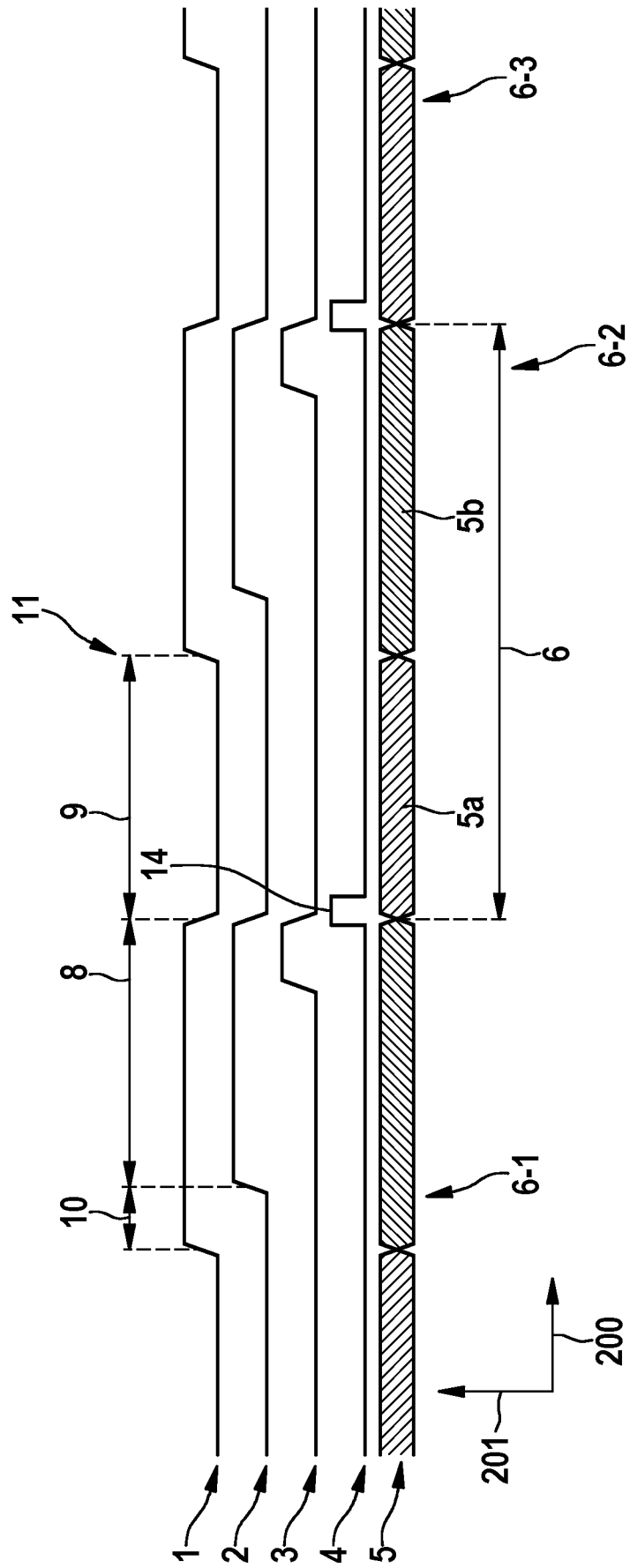


Fig. 2

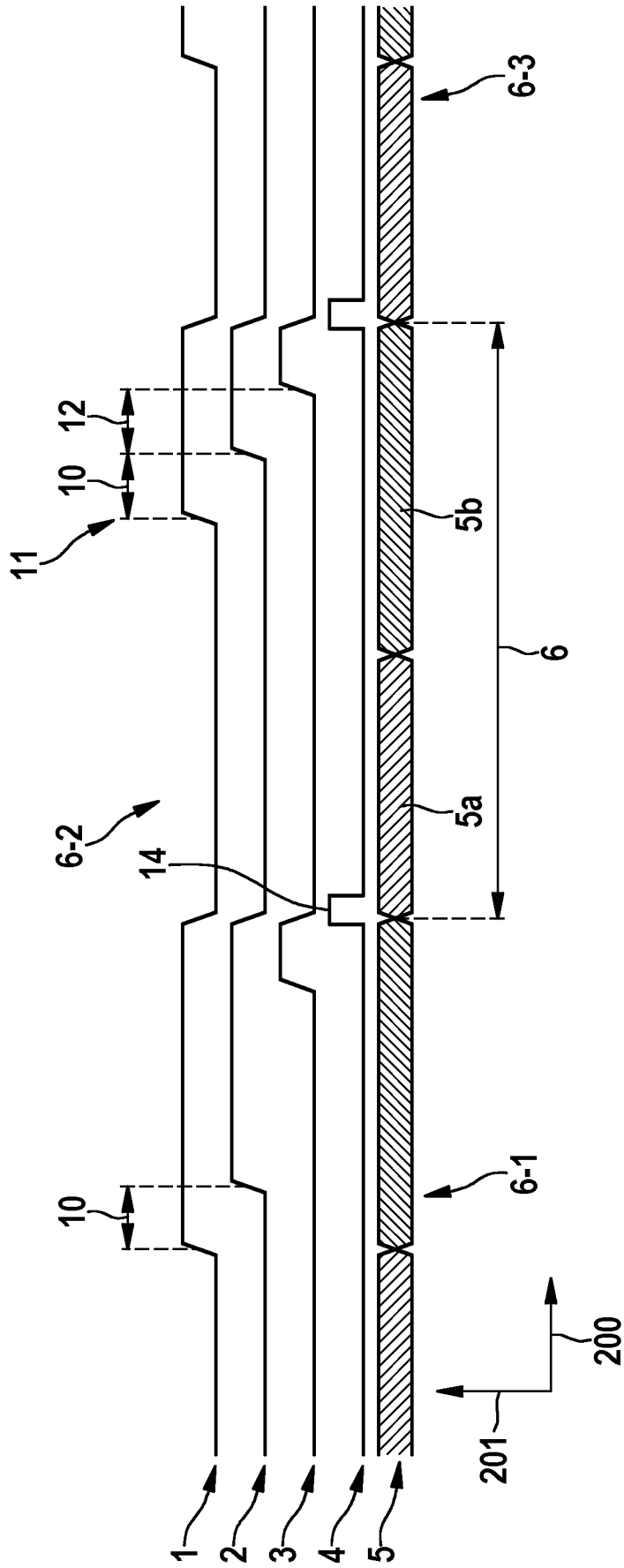


Fig. 3

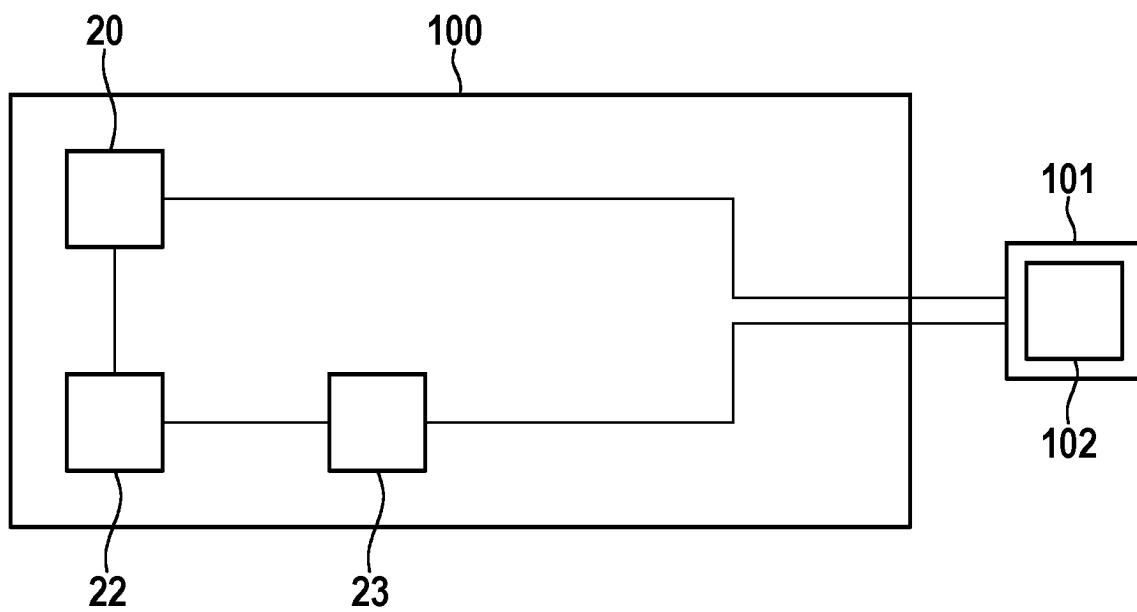


Fig. 4