

(19)



(11)

EP 3 979 291 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.04.2022 Patentblatt 2022/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01H 59/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20199173.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01H 59/0009; H01H 2001/0084; H01H 2059/0063

(22) Anmeldetag: **30.09.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(72) Erfinder:

- **Kiefl, Stefan**
80992 München (DE)
- **Raab, Oliver**
94496 Ortenburg (DE)
- **Schwarz, Markus**
80796 München (DE)
- **Wilke, Hans**
85599 Parsdorf (DE)

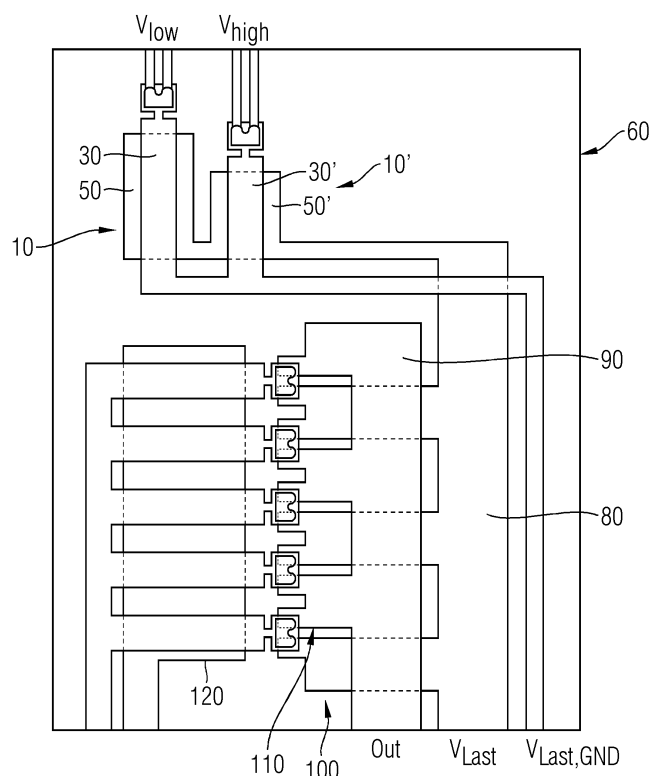
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) ELEKTRONIKMODUL UND ANLAGE

(57) Das Elektronikmodul weist eine elektrische Schaltung und mindestens einen ersten MEMS-Schalter mit mindestens einem ersten Steuerkontakt mit einer ersten Schaltschwelspannung und mindestens einem zweiten MEMS-Schalter mit einem zweiten Steuerkontakt mit einer zweiten, von der ersten verschiedenen Schalt-

schwellspannung auf, wobei die Steuerkontakte von erstem und zweitem MEMS-Schalter an die elektrische Schaltung angebunden sind.

Die Anlage weist insbesondere ein Steuer- und/oder Regelmodul auf und weist ein solches Elektronikmodul auf.

FIG 3**EP 3 979 291 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Elektronikmodul mit einer elektrischen Schaltung und mindestens einem ersten MEMS-Schalter sowie eine Anlage.

[0002] Es sind Elektronikmodule bekannt, welche MEMS-Schalter (MEMS = Micro-Electro-Mechanical Switch) aufweisen.

[0003] Solche MEMS-Schalter sind beispielsweise in den Druckschriften DE102017215236A1 und WO 2018028947A1 beschrieben.

[0004] MEMS-Schalter weisen regelmäßig ein Biegeelement, beispielsweise einen Biegebalken, auf, welcher insbesondere elektrostatisch ausgelenkt werden kann. Das Biegeelement trägt elektrische Schaltkontakte, welche infolge der Auslenkung mit entsprechend angeordneten Gegenkontakten in Anlage gebracht werden können und somit eine elektrisch leitende Verbindung bereitstellen oder unterbrechen können.

[0005] Elektronikmodule mit MEMS-Schaltern weisen also Schaltfunktionalitäten auf, welche eine galvanische Trennung zwischen einem Ansteuerstromkreis, mittels welchem das Biegeelement des MEMS-Schalters ausgelenkt wird, und einem Laststromkreis, welcher mit dem MEMS-Schalter geschaltet wird, erlaubt.

[0006] Bei Elektronikmodulen ist es häufig wünschenswert, Spannungen eines Laststromkreises zu überwachen. Auf diese können etwa im Laststromkreis befindliche Verbraucher vor Über- oder Unterspannungen geschützt werden. Auch zum Schutz von Schaltern selbst kann eine solche Überwachung von Spannungen erforderlich sein. Insbesondere in Steuerungen von Industrieanlagen ist eine solche Überwachung von Spannungen regelmäßig vorgesehen.

[0007] Zur Überwachung, das heißt zur Messung, von Spannungen sind Analog-Digital-Konverter bekannt, welche jedoch keine galvanische Trennung von einem Laststromkreis erlauben, es sei denn, es werden zusätzliche Bauteile, wie beispielsweise Optokoppler vorgesehen. Eine galvanisch getrennte Spannungsmessung kann mittels kapazitiver Spannungsmessungen erfolgen. Dabei sind jedoch komplexe Auswertelektroniken erforderlich. Zudem gelingt eine solche kapazitive Spannungsmessung nur in Wechselspannungsanwendungen. Grundsätzlich können auch MEMS-Voltmeter zur Spannungsmessung vorgesehen sein. Jedoch erfordern auch solche MEMS-Voltmeter eine komplexe Auswertelektronik und zusätzliche Bauteile.

[0008] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Elektronikmodul zu schaffen, bei welchem eine galvanisch getrennte Spannungsmessung möglich ist. Insbesondere soll das erfindungsgemäße Elektronikmodul ohne zusätzliche Prozesskosten oder Prozessaufwände fertigbar sein. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Anlage, vorzugsweise mit einem Steuer- und/oder Regelmodul, zu schaffen, welche ein solches Elektronikmodul aufweist.

[0009] Diese Aufgabe der Erfindung wird mit einem

Elektronikmodul mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie mit einer Anlage mit den in Anspruch 11 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den zugehörigen Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung angegeben.

[0010] Das erfindungsgemäße Elektronikmodul weist eine elektrische Schaltung und mindestens einen ersten MEMS-Schalter mit mindestens einem ersten Steuerkontakt mit einer ersten Schaltschwellschwellspannung sowie mindestens einen zweiten MEMS-Schalter mit einem zweiten Steuerkontakt mit einer zweiten, von der ersten verschiedenen, Schaltschwellschwellspannung auf. Bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul sind die Steuerkontakte, also erster Steuerkontakt und Steuerkontakt, von erstem und zweitem MEMS-Schalter an die elektrische Schaltung angebunden.

[0011] Auf diese Weise können mittels des ersten MEMS-Schalters und mittels des zweiten MEMS-Schalters derart Spannungen in der elektrischen Schaltung gemessen werden, indem aufgrund eines Überschreitens der ersten und/oder der zweiten Schaltschwellschwellspannung der erste und/oder der zweite MEMS-Schalter geschaltet werden. Aufgrund der unterschiedlichen ersten und zweiten Schaltschwellschwellspannung kann somit auf die elektrische Spannung in der elektrischen Schaltung rückgeschlossen werden. Bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul erfolgt die Spannungsmessung daher mittels eines ersten und eines zweiten MEMS-Schalters. Folglich erfolgt die Spannungsmessung galvanisch getrennt von der elektrischen Schaltung. Lediglich der erste und der zweite Steuerkontakt müssen an die elektrische Schaltung angebunden sein. Da bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul die Spannungsmessung mittels MEMS-Schaltern erfolgen kann, können insbesondere elektrische Schaltungen mit weiteren MEMS-Schaltern mit erstem MEMS-Schalter und zweitem MEMS-Schalter versehen werden. Weitere Prozessschritte zum Vorsehen von sonstigen Bauteilen sind bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul nicht erforderlich. Wenn also bei Elektronikmodulen bei der elektrischen Schaltung ohnehin MEMS-Schalter vorgesehen werden, können auch erster MEMS-Schalter und zweiter MEMS-Schalter zum Messen von Spannungen leicht in den Fertigungsprozess des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls integriert werden.

[0012] Mittels des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls kann auf zusätzliche Bauteile wie beispielsweise Optokoppler, zur Spannungsmessung verzichtet werden. Folglich ergibt sich, trotz eines minimal erhöhten Raumbedarfes in Folge der/s zusätzlichen MEMS-Schalter/s, in Summe eine Platzersparnis und somit auch eine Kostenersparnis.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul sind vorzugsweise der erste Steuerkontakt und der zweite Steuerkontakt an einem identischen elektrischen Potential der elektrischen Schaltung angebunden. Zweckmäßig ist bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul

zudem dem ersten Steuerkontakt und dem zweiten Steuerkontakt jeweils ein auf einem gemeinsamen Erdpotential befindlicher Gegenkontakt zugeordnet. Auf diese Weise lässt sich mittels des ersten MEMS-Schalters und mittels des zweiten MEMS-Schalters ein Spannungsintervall aufspannen, bei welchem mittels erstem und zweitem MEMS-Schalter leicht geprüft werden kann, ob die Spannung der elektrischen Schaltung innerhalb oder außerhalb des Spannungsintervalls und gegebenenfalls auf welcher Seite des Spannungsintervalls die Spannung der elektrischen Schaltung befindlich ist.

[0014] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls sind erster und zweiter Steuerkontakt an Teilspannungen eines Spannungsteilers der elektrischen Schaltung angebunden. Auch aus Teilspannungen eines Spannungsteilers können erste Schaltschwellschwelle und zweite Schaltschwellschwelle miteinander in Beziehung gesetzt werden. Entsprechend können auch in dieser Konfiguration Spannungen mittels des ersten MEMS-Schalters und des zweiten MEMS-Schalters gemessen werden.

[0015] Besonders bevorzugt sind bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul erster MEMS-Schalter und zweiter MEMS-Schalter zueinander parallel geschaltet. In dieser Konfiguration lässt sich mit der ersten Schaltschwellschwelle des ersten MEMS-Schalters und der zweiten Schaltschwellschwelle des zweiten MEMS-Schalters sehr einfach ein Spannungsintervall bilden, so dass in Folge der Schaltvorgänge des ersten MEMS-Schalters und des zweiten MEMS-Schalters eine Lage der Spannung der elektrischen Schaltung relativ zum Spannungsintervall einfach bestimmbar ist.

[0016] Das Elektronikmodul gemäß der Erfindung weist zweckmäßig eine Signaleinrichtung auf, welche mindestens ein von einer Schaltstellung des ersten MEMS-Schalters und einer Schaltstellung des zweiten MEMS-Schalters abhängiges Signal ausgibt. Sind etwa erster MEMS-Schalter und zweiter MEMS-Schalter mit erstem und zweitem Steuerkontakt an ein identisches Spannungspotential der elektrischen Schaltung angebunden und sind erster und zweiter MEMS-Schalter zueinander parallel geschaltet, so wird bei einem Überschreiten der niedrigsten Schaltschwellschwelle durch die Spannung der elektrischen Schaltung der zugehörige MEMS-Schalter geschaltet. Der entsprechende MEMS-Schalter kann nun ein Signal schalten, welches das Überschreiten der zugehörigen Schaltschwellschwelle anzeigt. Erreicht die Spannung der elektrischen Schaltung die weitere Schaltschwellschwelle des zugehörigen MEMS-Schalters, so schaltet auch dieser MEMS-Schalter durch und kann etwa ein weiteres, zweites Signal aktiv schalten, welches anzeigt, dass die Spannung die zugehörige Schaltschwellschwelle übersteigt.

[0017] In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls weist dieses mindestens einen dritten MEMS-Schalter mit einem Steuerkontakt mit einer Schaltschwellschwelle auf, welche von der ersten und/oder zweiten Schaltschwellschwelle ver-

schieden ist. Auf diese Weise lässt sich mittels weiterer Schaltschwellschwellen die Auflösung der Spannungsmessung oder aber der Messbereich der Spannungsmessung erhöhen. Vorteilhafterweise kann auch ein vierter MEMS-Schalter mit einem Steuerkontakt mit einer Schaltschwellschwelle Teil des Elektronikmoduls sein, welche von der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Schaltschwellschwelle verschieden ist.

[0018] Bei dem Elektronikmodul gemäß der Erfindung sind der erste und/oder der zweite und/oder der dritte und/oder weitere und/oder sämtliche der MEMS-Schalter mit einem Biegeelement, vorzugsweise mit einem Biegebalken, gebildet. Auf diese Weise bildet der Steuerkontakt eine Elektrode aus, welche das Biegeelement, insbesondere den Biegebalken, auslenkt. Zweckmäßigerweise trägt das Biegeelement, insbesondere der Biegebalken, mindestens einen Schaltkontakt, mittels welchem in Folge einer Auslenkung des Biegeelementes eine leitende Verbindung bereitgestellt werden kann.

[0019] Idealerweise vergleicht bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul die Signaleinrichtung eine Spannung der elektronischen Schaltung mit mindestens einem Spannungsintervall, bei welchem erster und/oder zweiter MEMS-Schalter jeweils eine Grenze des Spannungsintervalls festlegen. Wie bereits zu vorhergehenden Weiterbildungen der Erfindung ausgeführt, lässt sich mittels erstem und/oder zweitem MEMS-Schalter ein Spannungsintervall bilden, mit welchem die Spannung der elektrischen Schaltung verglichen werden kann.

[0020] Bevorzugt ist oder sind bei dem Elektronikmodul gemäß der Erfindung die erste und/oder zweite und/oder weitere Schaltschwellschwelle/n mittels mindestens eines geometrischen und/oder materialbedingten Parameters des MEMS-Schalters festgelegt. Vorzugsweise ist der geometrische und/oder materialbedingte Parameter eine Länge und/oder Breite und/oder Dicke eines Biegeelementes und/oder ein Elektrodenabstand und/oder ein Dielektrikum und/oder ein Schichtstress und/oder ein Schichtmaterial des MEMS-Schalters. So können eine Länge oder Breite oder Dicke eines Biegeelementes die Schaltschwellschwelle einfach festlegen. Auf ähnliche Weise haben ein Elektrodenabstand oder ein Dielektrikum oder ein Schichtstress oder ein Schichtmaterial einen Einfluss auf die Schaltschwellschwelle des MEMS-Schalters.

[0021] Bevorzugt weist bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul die elektrische Schaltung einen weiteren MEMS-Schalter auf und die elektrische Schaltung bildet einen Lastkreis des weiteren MEMS-Schalters. Auf diese Weise wird zum einen der Lastkreis des Elektronikmoduls mit einem MEMS-Schalter geschaltet und eine Spannung der elektrischen Schaltung wird mittels MEMS-Schaltern gemessen. Entsprechend sind die Schaltungen des Lastkreises und die Messung der Spannung des Lastkreises mittels derselben Technologie realisiert.

[0022] Die erfindungsgemäße Anlage weist insbesondere ein Steuer- und/oder Regelmodul auf. Die Anlage

ein Elektronikmodul wie vorhergehend beschrieben auf. Besonders bevorzugt ist das Elektronikmodul Teil des Steuer- und/oder Regelmoduls.

[0023] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0024] Es zeigen:

- Figur 1 einen ersten MEMS-Schalter des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls schematisch im Querschnitt,
- Figur 2 den ersten MEMS-Schalter gemäß Figur 1 schematisch in einer Draufsicht,
- Figur 3 das erfindungsgemäße Elektronikmodul mit dem ersten MEMS-Schalter gemäß Figuren 1 und 2 sowie mit einem zweiten MEMS-Schalter schematisch in einer Draufsicht sowie
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Anlage mit dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul gemäß Figur 3 in einer schematischen Prinzipskizze.

[0025] Der in Figur 1 dargestellte MEMS-Schalter 10 des erfindungsgemäßen Elektronikmoduls (in den Figuren 1 und 2 nicht dargestellt) weist ein Substrat 20 und einen daran angelagten Biegebalken 30 auf. Der Biegebalken 30 ist mit einem freien Ende 40 in Richtung auf das Substrat 20 auslenkbar. Zur Auslenkung des freien Endes 40 des Biegebalkens 30 ist auf dem Substrat 20 an seiner dem Biegebalken 30 zugewandten Oberfläche eine Elektrode 50 flächig aufgebracht, welche auf eine am Biegebalken 30 befindliche Gegenelektrode (in der Zeichnung nicht explizit dargestellt) eine elektrostatische Anziehung ausübt, sodass das freie Ende 40 des Biegebalkens 30 sich auf die Elektrode 50 und folglich auf das Substrat 20 zubewegen kann. Zur Auslenkung wird die Elektrode 50, welche einen ersten Steuerkontakt des ersten MEMS-Schalters 10 bildet, mit einer Spannung beaufschlagt, worauf sich der Biegebalken 30 auslenkt.

[0026] Nicht eigens in den Figuren 1 und 2 dargestellt, weist der Biegebalken 30 an seinem freien Ende 40 zwei Schaltkontakte auf, welche miteinander senkrecht zur Zeichenebene leitend verbunden sind und welche sich an dem freien Ende 40 je einmal vor der Zeichenebene und einmal hinter der Zeichenebene befinden. Die Schaltkontakte können folglich eine elektrisch leitende Verbindung senkrecht zur Zeichenebene herstellen oder unterbrechen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine elektrisch leitende Verbindung hergestellt, wenn das freie Ende 40 des Biegebalkens 30 auf das Substrat 20 zubewegt wird. Zur Auslenkung des freien Ende 40 des ersten MEMS-Schalters 10 ist eine Spannung an der den ersten Steuerkontakt bildenden Elektrode 50 erforderlich, welche eine erste Schaltschwellschwellspannung bildet. Diese erste Schaltschwellschwellspannung hängt von den geo-

metrischen Abmessungen des Biegebalkens 30 ab. Je größer die Länge L des Biegebalkens 30 ist (siehe Figur 2), umso leichter lässt sich der Biegebalken 30 auf das Substrat 20 zubewegen. Mit zunehmender Länge L sinkt also die erforderliche Schaltschwellschwellspannung zur Auslenkung des freien Endes 40 des ersten MEMS-Schalters 10.

[0027] Mit zunehmender Breite b (siehe Figur 2) wächst hingegen die Biegesteifigkeit des Biegebalkens 30 des ersten MEMS-Schalters 10, sodass die erste Schaltschwellschwellspannung entsprechend zunimmt. Ferner nimmt die erste Schaltschwellschwellspannung mit einem zunehmendem Abstand g des Biegebalkens 30 von dem Substrat 20 zu. Mittels der geometrischen Abmessungen lässt sich also bei dem ersten MEMS-Schalter 10 die erste Schaltschwellschwellspannung maßschneidern. Bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul 60 (Figur 3) ist nicht allein ein erster MEMS-Schalter 10 vorhanden, sondern das Elektronikmodul 60 weist zudem einen zweiten MEMS-Schalter 10' auf, bei welchem der Biegebalken 30 mit einer kürzeren Länge L versehen ist, sodass an einem zweiten Steuerkontakt 50' des zweiten MEMS-Schalters 10' eine höhere Spannung zum Schalten des zweiten MEMS-Schalters 10' angelegt werden muss. Mithin weist der zweite MEMS-Schalter 10' eine höhere Schaltschwellschwellspannung auf als der erste MEMS-Schalter 10.

[0028] Erster MEMS-Schalter 10 und zweiter MEMS-Schalter 10' sind jeweils an demselben Potential eines Laststromkreises 70 angeordnet, welches zum einen ein Lastpotential V_{Last} sowie ein Erdpotential $V_{Last, GND}$ umfasst. Lastpotential V_{Last} und Erdpotential $V_{Last, GND}$ sind jeweils an die Elektrode 50 und die nicht in Figur 1 dargestellten Gegenelektrode des ersten MEMS-Schalters sowie an den zweiten Steuerkontakt 50' des zweiten MEMS-Schalters 10' und einen in Figur 1 nicht dargestellten zweiten Gegensteuerkontakt elektrisch leitend angebunden. Dabei ist jeweils das Erdpotential $V_{Last, GND}$ an die Biegebalken 30 des ersten 10 und des zweiten MEMS-Schalters 10' herangeführt, während das Lastpotential V_{Last} jeweils an die auf dem Substrat 20 befindliche Elektrode 50 sowie den zweiten Steuerkontakt 50' geführt ist. Mittels des Lastpotentials V_{Last} sowie des Erdpotentials $V_{Last, GND}$ können also erster MEMS-Schalter 10 und zweiter MEMS-Schalter 10' geschaltet werden.

[0029] In dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Lastpotential V_{Last} mit einer elektrischen Ausleitung Out kontaktierbar. Zur Kontaktierbarkeit sind Ausleitung Out und Lastpotential V_{Last} jeweils an eine kammartige Struktur 80, 90 angebunden, welche jeweils Kammzähne 100, 110 aufweisen, welche mittels weiteren MEMS-Schaltern 120 miteinander in elektrisch leitenden Kontakt gebracht werden können. Werden die weiteren MEMS-Schalter 120 geschaltet, so werden die Kammzähne 100, 110 miteinander elektrisch leitend in Kontakt gebracht, sodass die Ausleitung Out auf Lastpotential V_{Last} gebracht wird. Mittels des ersten MEMS-Schalters 10 und des zweiten MEMS-Schalters 10' kann bei dem erfindungsgemäßen Elektronikmodul 60 die

Spannung zwischen dem Lastpotential V_{Last} und dem Erdpotential $V_{\text{Last, GND}}$ bestimmt werden. In Folge der voneinander verschiedenen ersten Schwellspannung und der zweiten Schwellspannung schaltet der MEMS-Schalter 10 dann durch, wenn die Lastspannung V_{Last} die erste Schwellspannung überschreitet. In diesem Falle schaltet der erste MEMS-Schalter 10 durch und gibt ein Spannungssignal V_{low} aus, indem der erste MEMS-Schalter 10 einen ersten Signalschaltkreis V_{low} durchschaltet. Beim Durchschalten kann an dem ersten Signalschaltkreis folglich ein Lastpotential V_{Last} erkannt werden, welches die erste Schwellspannung überschreitet. Überschreitet die Lastspannung V_{Last} die zweite Schwellspannung, so schaltet entsprechend der zweite MEMS-Schalter 10' einen zweiten Signalschaltkreis durch, welcher ein Signal V_{high} ausgibt. Anhand der Spannungssignale V_{low} und V_{high} , welche einer Signaleinrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung bilden, kann folglich leicht ermittelt werden, ob das Lastpotential V_{Last} innerhalb der Grenzen der ersten Schwellspannung und der zweiten Schwellspannung liegt.

[0030] Das erfindungsgemäße Elektronikmodul 60 ist Teil eines Steuer- und Regelmoduls 200, welches seinerseits Teil einer erfindungsgemäßen Industrieanlage 300 ist. Die Industrieanlage 300 dient zur Steuerung und Regelung eines in der Zeichnung nicht dargestellten Industriemotors.

Patentansprüche

1. Elektronikmodul mit einer elektrischen Schaltung (70) und mindestens einem ersten MEMS-Schalter (10) mit mindestens einem ersten Steuerkontakt (50) mit einer ersten Schaltschwellspannung und mindestens einem zweiten MEMS-Schalter (10') mit einem zweiten Steuerkontakt (50') mit einer zweiten, von der ersten verschiedenen Schaltschwellspannung, bei welchem die Steuerkontakte (50, 50') von erstem (10) und zweitem MEMS-Schalter (10') an die elektrische Schaltung (70) angebunden sind.
2. Elektronikmodul nach Anspruch 1, bei welchem erster (50) und zweiter Steuerkontakt (50') an einem identischen Spannungspotential der elektrischen Schaltung (70) angebunden sind.
3. Elektronikmodul nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem erster (50) und zweiter Steuerkontakt (50') an Teilspannungen eines Spannungsteilers der elektrischen Schaltung (70) angebunden sind.
4. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem erster MEMS-Schalter (10) und zweiter MEMS-Schalter (10') zueinander parallel geschaltet sind.

5. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches eine Signaleinrichtung aufweist, welche mindestens ein von einer Schaltstellung vom erstem MEMS-Schalter (10) und einer Schaltstellung vom zweiten MEMS-Schalter (10') abhängiges Signal (V_{low} , V_{high}) ausgibt.
6. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches mindestens einen dritten MEMS-Schalter mit einem dritten Steuerkontakt mit einer Schaltschwellspannung aufweist, welche von der ersten und/oder zweiten Schaltschwellspannung verschieden ist.
7. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der erste (10) und zweite (10') und/oder dritte oder ein oder mehrere weitere MEMS-Schalter mit einem Biegeelement (30), insbesondere mit einem Biegebalken, gebildet sind.
8. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Signaleinrichtung eine Spannung der elektronischen Schaltung mit mindestens einem Spannungsintervall vergleicht, bei dem erster und/oder zweiter MEMS-Schalter jeweils eine Grenze des Spannungsintervalls festlegen.
9. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die erste und/oder zweite oder eine weitere Schaltschwellspannung jeweils mittels mindestens eines geometrischen und/oder materialbedingten Parameters (h, b, L) des jeweiligen MEMS-Schalters (10, 10') festgelegt ist, insbesondere einer Länge (L) und/oder Breite (b) und/oder Dicke (h) eines Biegeelements und/oder eines Elektrodenabstands (g) und/oder eines Dielektrikums und/oder eines Schichtstress' und/oder eines Schichtmaterials des MEMS-Schalters (10, 10').
10. Elektronikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die elektrische Schaltung (70) einen weiteren MEMS-Schalter (120) aufweist und die elektrische Schaltung (70) einen Lastkreis des weiteren MEMS-Schalters (120) bildet.
11. Anlage, insbesondere mit einem Steuer- und/oder Regelmodul, mit einem Elektronikmodul (60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG 1

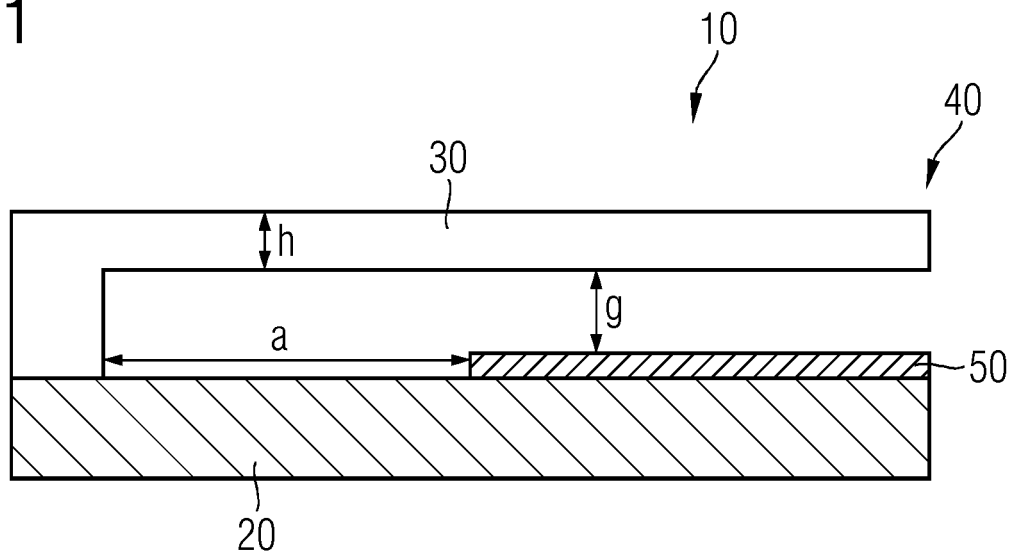


FIG 2

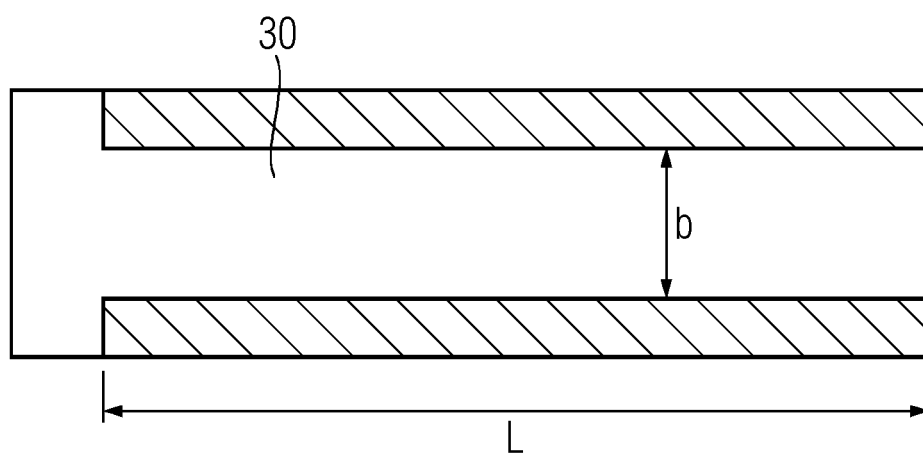


FIG 3

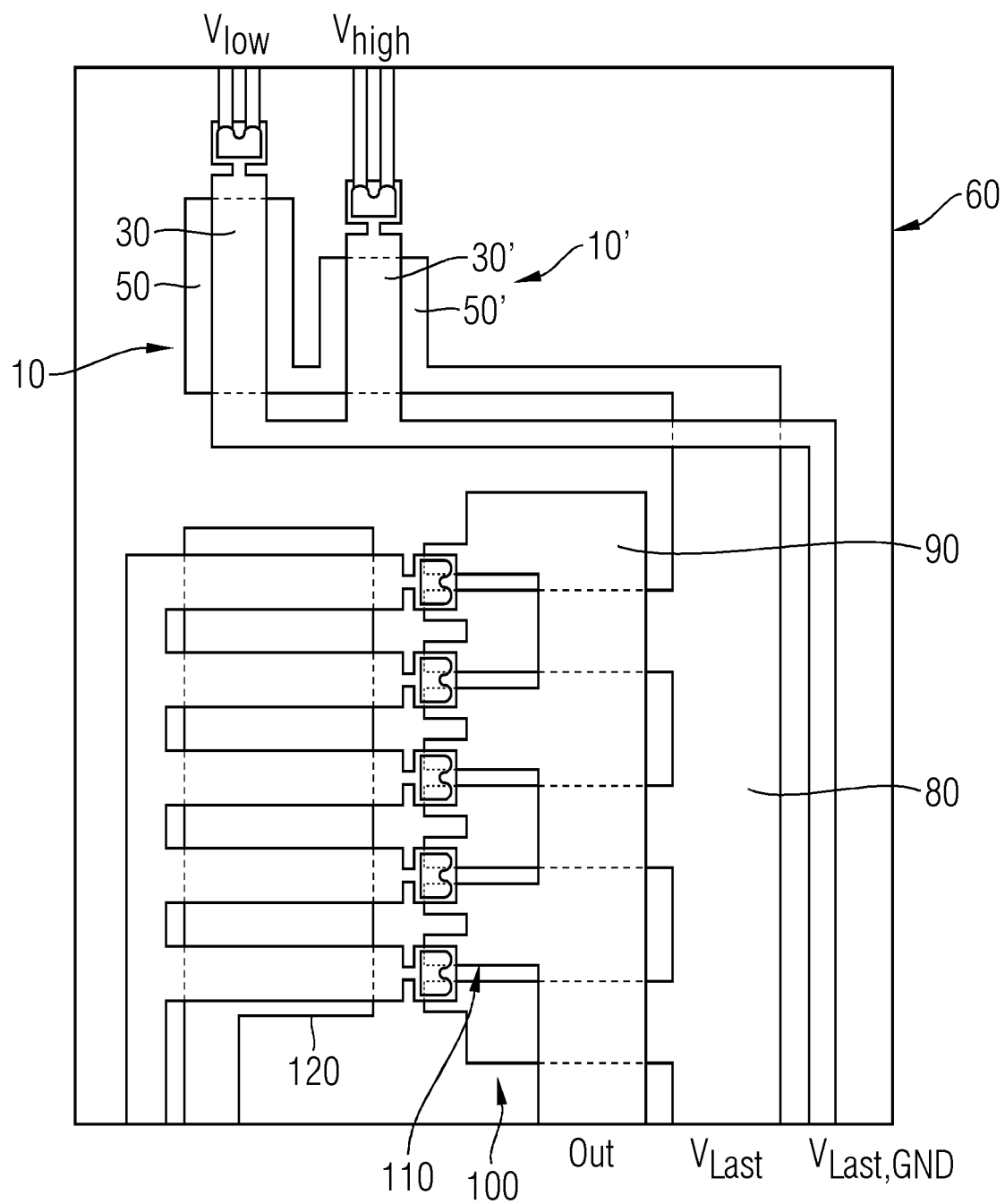
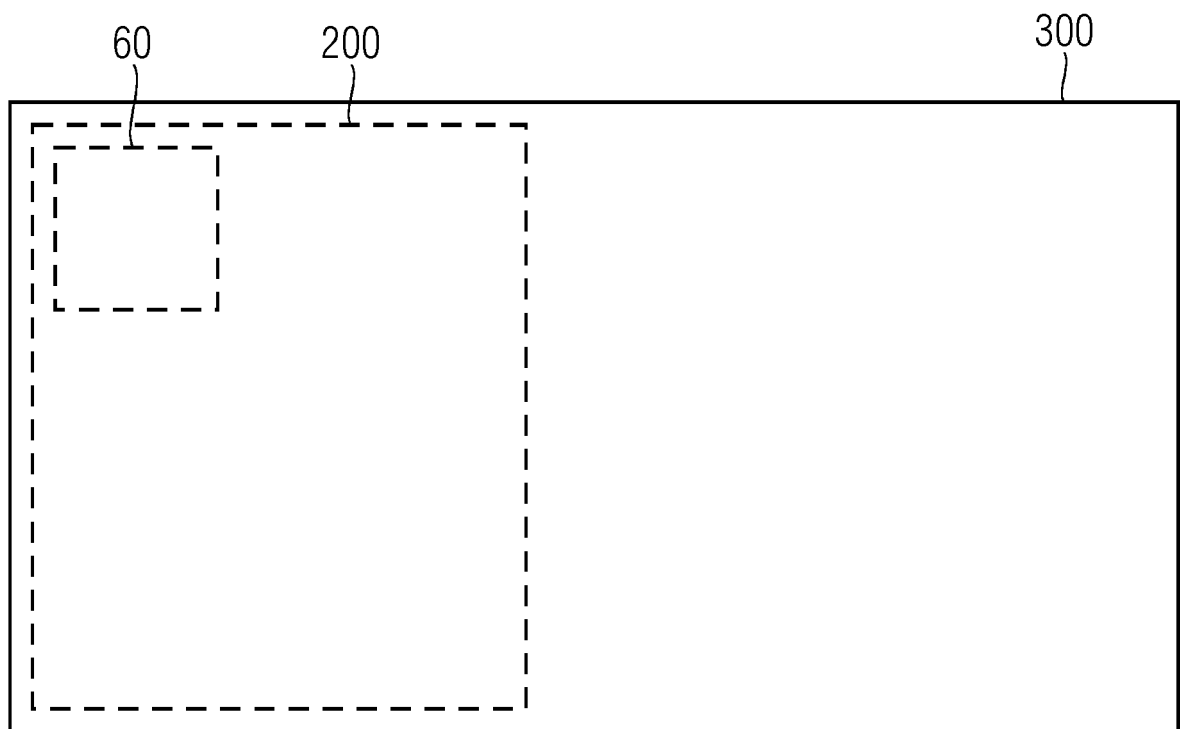


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 9173

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2014/158506 A1 (YOON JUN BO [KR] ET AL) 12. Juni 2014 (2014-06-12)	1-5,7-11	INV. H01H59/00
Y	* Absätze [0056] - [0078]; Abbildungen 1-8 *	6	
Y	EP 2 398 028 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 21. Dezember 2011 (2011-12-21)	6	
A	* Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-5,7-11	
Y	US 2008/174390 A1 (NGUYEN ANH TUAN [VN] ET AL) 24. Juli 2008 (2008-07-24)	9	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-18 *	1-8,10,11	
A	DE 198 54 450 A1 (TYCO ELECTRONICS LOGISTICS AG [CH]) 15. Juni 2000 (2000-06-15)	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	US 8 659 326 B1 (CLAYDON GLENN [US] ET AL) 25. Februar 2014 (2014-02-25)	9	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-8,10,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2021	Prüfer Rucha, Johannes
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 19 9173

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2014158506	A1	12-06-2014	KR 101380604 B1		09-04-2014
				US 2014158506 A1		12-06-2014
15	EP 2398028	A2	21-12-2011	CN 102394199 A		28-03-2012
				EP 2398028 A2		21-12-2011
				JP 5802060 B2		28-10-2015
				JP 2012004112 A		05-01-2012
				US 2011308924 A1		22-12-2011
20	US 2008174390	A1	24-07-2008	CN 101226856 A		23-07-2008
				JP 4879760 B2		22-02-2012
				JP 2008177043 A		31-07-2008
				KR 20080068548 A		23-07-2008
25				US 2008174390 A1		24-07-2008
	DE 19854450	A1	15-06-2000	DE 19854450 A1		15-06-2000
				WO 0031767 A1		02-06-2000
30	US 8659326	B1	25-02-2014	EP 2713379 A1		02-04-2014
				JP 6243674 B2		06-12-2017
				JP 2014072191 A		21-04-2014
				US 8659326 B1		25-02-2014
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102017215236 A1 [0003]
- WO 2018028947 A1 [0003]