



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 210 122.0**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(43) Offenlegungstag: **03.12.2015**

(51) Int Cl.: **G01N 27/22 (2006.01)**

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

(72) Erfinder:  
**Geisler, Dominik, 72074 Tübingen, DE; Morosow, Viktor, 72762 Reutlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

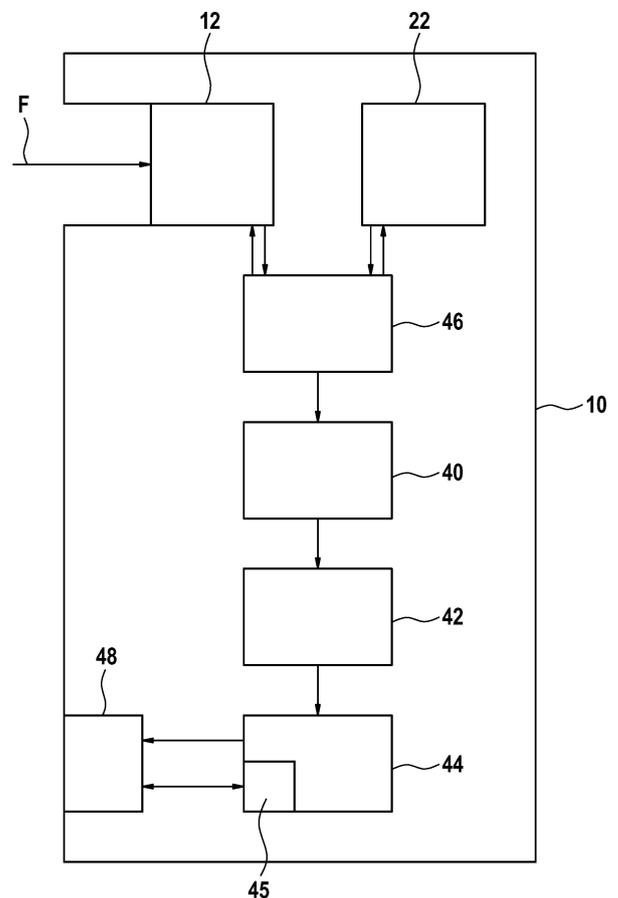
DE	196 44 290	A1
DE	10 2004 042 729	A1
DE	10 2006 019 534	A1
DE	37 81 500	T2
GB	2 136 130	A
WO	85/ 04 718	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids sowie Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, ein Verfahren zum Betreiben einer solche Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Vorrichtung. Die Vorrichtung umfasst: eine Mess-Kondensatoreinrichtung (12), welche mit dem Fluid (F) in Kontakt bringbar ist, wobei die Mess-Kondensatoreinrichtung eine erste Elektrode (14), eine zweite Elektrode (16), eine erste dielektrische Schicht (18) und eine zweite dielektrische Schicht (20) aufweist; wobei eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht (18) bei Kontakt mit dem Fluid (F) abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist; wobei eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht (20) im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist; eine Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22), welche die zweite dielektrische Schicht (20), eine dritte Elektrode (24) und eine vierte Elektrode (26) aufweist; wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) mit der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) parallelgeschaltet oder parallelschaltbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, insbesondere eine zumindest teilweise mikromechanische Vorrichtung. Weiterhin betrifft sie ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, insbesondere zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Bestimmen des Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, insbesondere ein Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Bestimmen des Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids.

**[0002]** Unter einem Fluid ist insbesondere ein Gas oder eine Flüssigkeit zu verstehen. Bei der zu messenden Eigenschaft des Fluids handelt es sich insbesondere um eine physikalische und/oder eine chemische Eigenschaft. Bei der zu messenden Eigenschaft des Fluids kann es sich beispielsweise um eine Gaskonzentration, etwa eine Feuchte, einen pH-Wert, oder ähnliches handeln. Unter dem zu bestimmenden Wert der zu messenden Eigenschaft ist ein numerischer Wert zu verstehen, den die zu messende Eigenschaft des Fluids zum Messzeitpunkt aufweist, beispielsweise ein pH-Wert von 7, eine Kohlendioxid-Konzentration von 5% etc.

**Stand der Technik**

**[0003]** Ein mikromechanischer Sensor zum Bestimmen einer Luftfeuchte, welche auch als Luftfeuchtigkeit bezeichnet wird, ist beispielsweise in der DE 102 53 913 A1 beschrieben. Auf einem Substrat ist ein Paar von gegenüberliegenden Elektroden ausgebildet, welche kammförmig ausgebildet sind und Zähne besitzen. Die Zähne der Elektroden besitzen eine im allgemeinen gleichförmige Breite und greifen ineinander. Die Zähne von einer der Elektroden sind von den Zähnen der anderen Elektrode um einen im allgemeinen gleichförmigen Trennabstand getrennt. Der mikromechanische Sensor weist einen feuchtigkeitsempfindlichen Film auf, dessen Kapazität sich mit der Feuchtigkeit ändert, wobei der feuchtigkeitsempfindliche Film die Elektroden und einen Bereich zwischen den Elektroden bedeckt und Feuchtigkeit auf der Grundlage von Änderungen der Kapazität zwischen den Elektroden im Ansprechen auf die Änderungen der Feuchtigkeit der Umgebungsluft erfasst wird.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0004]** Die vorliegende Erfindung offenbart eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs

1, ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 sowie ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13.

**[0005]** Demgemäß ist vorgesehen: eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids mit einer Mess-Kondensatoreinrichtung, welche mit dem Fluid in Kontakt bringbar ist.

**[0006]** Die Mess-Kondensatoreinrichtung weist eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode, eine erste dielektrische Schicht und eine zweite dielektrische Schicht auf. Die erste Elektrode, die zweite Elektrode, die erste dielektrische Schicht und die zweite dielektrische Schicht sind derart angeordnet, dass eine erste elektrische Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung zumindest teilweise auf die erste und zweite Elektrode in Verbindung mit der ersten und mit der zweiten dielektrischen Schicht zurückgeht.

**[0007]** Eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht ist bei Kontakt mit dem Fluid abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids. Eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht ist im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids.

**[0008]** Weiterhin weist die Vorrichtung eine Kompensations-Kondensatoreinrichtung auf, welche die zweite dielektrische Schicht, eine dritte Elektrode und eine vierte Elektrode aufweist. Die zweite dielektrische Schicht, die dritte Elektrode und die vierte Elektrode sind derart angeordnet, dass eine zweite elektrische Kapazität der Kompensations-Kondensatoreinrichtung zumindest teilweise auf die dritte und vierte Elektrode in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht zurückgeht.

**[0009]** Vorteilhafterweise verhalten sich die Eigenschaften der zweiten dielektrischen Schicht in der Mess- und der Kompensationskondensatoreinrichtung im Wesentlichen gleichartig. Insbesondere verhalten sich Materialparameter als auch herstellungsbedingt streuende, für die Kapazität zu bestimmende Geometrieparameter der zweiten dielektrischen Schicht, im Wesentlichen gleichartig. Besonders bevorzugt ist eine Dicke der zweiten dielektrischen Schicht bei der Mess- und der Kompensationskondensatoreinrichtung im Wesentlichen gleich.

**[0010]** Die Kompensations-Kondensatoreinrichtung ist mit der Mess-Kondensatoreinrichtung parallelgeschaltet, insbesondere permanent parallelgeschaltet, oder parallelschaltbar.

**[0011]** Eine Kondensatoreinrichtung, also die Mess-Kondensatoreinrichtung und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung, soll insbesondere einen

Kondensator beliebiger Bauart, beispielsweise einen Plattenkondensator, Wickelkondensator, Interdigitalkondensator, Kugelkondensator etc. umfassen. Weiterhin kann eine Kondensatoreinrichtung elektrische Anschlüsse, Verbindungen, Schutzschichten, Isolierschichten, Gehäuse, Abdichtungen etc. umfassen.

**[0012]** Unter „parallelgeschaltet“ soll insbesondere verstanden sein, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung derart in einer Schaltung verschaltet sind, dass sich die erste elektrische Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung und die zweite elektrische Kapazität der Kompensations-Kondensatoreinrichtung in einem Ersatzschaltbild für die Schaltung durch eine in einer Parallelschaltung parallelgeschaltete erste und zweite elektrische Kapazität darstellen lassen. Gemäß einer Weiterbildung ist die Parallelschaltung permanent, das heißt dauerhaft.

**[0013]** Unter „parallelschaltbar“ soll verstanden sein, dass die Parallelschaltung nicht dauerhaft ist, aber hergestellt werden kann, etwa mittels eines Schalters oder einer integrierten Schaltung. Vorteilhafterweise erfolgt das Parallelschalten mittels einer elektronischen Schaltungseinrichtung, insbesondere einer integrierten elektronischen Schaltung, insbesondere automatisch als Folge eines Programmablaufs. Unter „parallelschaltbar“ soll weiterhin auch insbesondere eine reversible Parallelschaltbarkeit verstanden sein. Das heißt, dass mit der Parallelschaltbarkeit auch einhergehen kann, dass die Kompensations-Kondensatoreinrichtung von der Mess-Kondensatoreinrichtung abkoppelbar ist.

**[0014]** Weiterhin ist vorgesehen ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, insbesondere einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wie oben und im Nachfolgenden beschrieben, mit den Schritten: Bringen einer Mess-Kondensatoreinrichtung in Kontakt mit einem Referenzfluid, wobei das Referenzfluid einen vorbestimmten Referenzwert der zu bestimmenden Eigenschaft aufweist; wobei eine erste elektrische Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung sich aus einem ersten Kapazitätsanteil und aus einem zweiten Kapazitätsanteil zusammensetzt; wobei der erste Kapazitätsanteil bei Kontakt mit dem Referenzfluid abhängig von der zu messenden Eigenschaft ist; und wobei der zweite Kapazitätsanteil im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft ist; Messen, während zumindest die Mess-Kondensatoreinrichtung in Kontakt mit dem Referenzfluid gebracht ist, eines ersten aktuellen Kapazitätswerts einer elektrischen Gesamtkapazität einer elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung mit einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung; wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung eine zweite elektrische Kapazität aufweist; wobei die zweite elektrische Kapazität

im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft ist; und wobei die zweite elektrische Kapazität in einem im Wesentlichen bekannten Verhältnis zu dem zweiten elektrischen Kapazitätsanteil der Mess-Kondensatoreinrichtung steht; und Bestimmen, basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert sowie dem vorbestimmten ersten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft des Referenzfluids, einer Sensitivität der Vorrichtung gegenüber der zu messenden Eigenschaft.

**[0015]** Des Weiteren ist vorgesehen ein Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids, insbesondere zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wie voranstehend und im Nachfolgenden beschrieben, mit den Schritten: Ausbilden einer Mess-Kondensatoreinrichtung, welche mit dem Fluid in Kontakt bringbar ist; wobei das Ausbilden der Mess-Kondensatoreinrichtung derart erfolgt, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode sowie mit einer ersten dielektrischen Schicht und einer zweiten dielektrischen Schicht ausgebildet wird; wobei eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht bei Kontakt mit dem Fluid abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids ist; und wobei eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids ist; wobei die Mess-Kondensatoreinrichtung weiterhin derart ausgebildet wird, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung eine erste elektrische Kapazität aufweist, welche zumindest zum Teil auf die erste und zweite Elektrode in Verbindung mit der ersten dielektrischen Schicht und der zweiten dielektrischen Schicht zurückgeht; Ausbilden einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung, welche die zweite dielektrische Schicht, eine dritte Elektrode und eine vierte Elektrode aufweist; wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung weiterhin derart ausgebildet wird, dass die Kompensations-Kondensatoreinrichtung eine zweite elektrische Kapazität aufweist, welche zumindest zum Teil auf die dritte und vierte Elektrode in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht zurückgeht.

#### Vorteile der Erfindung

**[0016]** Die grundlegende Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass bei Vorrichtungen, insbesondere auf Waferlevel, zum Messen physikalischer Eigenschaften von Stoffen herstellungsbedingte Abweichungen von Sollwerten, etwa Sollwerten für Schichtdicken funktionaler Schichten, zu Fehlern bei Messergebnissen führen können, sobald das Bestimmen der Messergebnisse auf den Sollwerten basiert. Die in dieser Anmeldung beschriebenen Messverfahren sind kapazitive Messverfahren, sodass es sich bei den funktionalen Schichten um

dielektrische Schichten handelt, also Schichten, deren Dielektrizitätskonstanten beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemessen werden, sei es einzeln oder in einem Verbund von kapazitiven Elementen, beispielsweise einer Reihen- oder Parallelschaltung, etwa im Sinne eines Ersatzschaltbilds. Der Begriff „Dielektrizitätskonstante“ ist historisch bedingt und soll nicht bedeuten, dass der als Dielektrizitätskonstante bezeichnete Parameter konstant ist; insbesondere beruhen die beschriebenen Messverfahren auf einer Veränderung der variablen Dielektrizitätskonstante einer funktionalen Schicht bei Kontakt mit einem Fluid.

**[0017]** Beispielsweise kann eine Polyimid-Schicht ihre Dielektrizitätskonstante unter Einfluss einer Feuchte eines Fluids, etwa Luftfeuchte, verändern. Unter der Luftfeuchte ist insbesondere eine Konzentration von Wasserdampf in Luft zu verstehen. Es ist auch mindestens eine funktionale dielektrische Schicht aus einem oder mehreren Materialien ausbildbar, welche ihre Dielektrizitätskonstante bei Kontakt mit einer Flüssigkeit basierend auf dem pH-Wert der Flüssigkeit verändern. Weiterhin ist auch mindestens eine funktionale dielektrische Schicht aus einem oder mehreren Materialien ausbildbar, welche ihre Dielektrizitätskonstante bei Kontakt mit einem Fluid basierend auf einer Kohlendioxid-Konzentration in dem Fluid verändern.

**[0018]** Bei der Herstellung eines Sensors ist ein wesentlicher Schritt der Abgleich. Hierbei wird zunächst ermittelt, wie das Messergebnis eines Sensor, d. h. das Signal am Ende einer Signalkette (bspw. Kapazitäts-Spannungs-Wandler und Spannungs-Zahlenwert Wandler), sich in Abhängigkeit des angelegten Stimulus (bspw. Feuchte) bzw. der angelegten Stimuli (bspw. Feuchte und Temperatur) verhält. Dann können in einer oder in mehreren Iterationen Parameter bestimmt werden, die die Rückrechnung des Stimulus aus dem Endergebnis der Signalkette ermöglichen. Die kann sowohl durch (bevorzugt iteratives) Manipulieren der Signalkette, als auch durch eine der ersten Signalkette nachgeschalteten zweiten Signalkette- oder Verarbeitungskette erfolgen. Das Anlegen der Stimuli ist kostenrelevant, und es ist erstrebenswert, dass so wenig wie möglich definierte Abgleichpunkte angefahren werden müssen. Wenn nur ein bekannter Stimulus angelegt wird, so wird dies ein „Ein-punkt-Abgleich“ genannt.

**[0019]** Die der Erfindung zugrundeliegende Idee besteht nun darin, der oben beschriebenen Erkenntnis Rechnung zu tragen, indem eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids mit einer Mess-Kondensatoreinrichtung ausgebildet wird, welche hauptsächlich dem Bestimmen des Werts dient, sowie mit einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung ausgebildet wird, welche dazu geeignet ist, den Einfluss der her-

stellungsbedingten Abweichungen von den Sollwerten auf das Bestimmen des Werts, insbesondere auf das vorangehende Bestimmen der Sensitivität der Vorrichtung gegenüber einer Änderung der zu messenden Eigenschaft, zu verringern. Durch das Verringern dieses Einflusses können die Fehler bei dem Bestimmen des Werts so verringert werden, dass auch bei einem Ein-Punkt-Abgleich zum Kalibrieren der Vorrichtung die Fehler bei dem Bestimmen des Werts innerhalb verhältnismäßig geringer Fehlerschwellen bleiben, beispielsweise innerhalb von  $\pm 5\%$ , vorzugsweise innerhalb von  $\pm 3\%$  oder noch geringer. Die Fehlerschwellen können auch unsymmetrisch um den exakten Wert angeordnet sein, beispielsweise  $-1\%$  bis  $+3\%$  betragen.

**[0020]** Bei einem Ein-Punkt-Abgleich wird für ein individuelles Bauteil, hier eine der erfindungsgemäßen Vorrichtungen, ein einzelner Messpunkt unter kontrollierten Bestimmungen erzeugt, hier durch das Messen eines Referenzwerts der zu bestimmenden Eigenschaft. Der Ein-Punkt-Abgleich ist gegenüber einem Mehr-Punkt-Abgleich technisch weniger aufwändig. Jedes einzelne individuelle Bauteil ist herstellungsbedingten Schwankungen unterworfen, also Abweichungen von Sollwerten. Basierend auf dem einzelnen Messpunkt wird das individuelle Bauteil kalibriert. Im vorliegenden Fall wird als Teil einer Kalibrierung auch eine Sensitivität der individuellen erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber einer Änderung der zu bestimmenden Eigenschaft des Fluids bestimmt.

**[0021]** Bei Kenntnis der Sensitivität kann aus einem aktuellen Messpunkt an dem Fluid durch Vergleich mit dem bekannten Messpunkt, welcher unter den kontrollierten Bedingungen erzeugt wurde, ein aktueller Wert der zu bestimmenden Eigenschaft des Fluids bestimmt werden. Ist beispielsweise bekannt, dass eine elektrische Kapazität einer Vorrichtung einen Wert von einer Einheit als Offset hat, wenn die Luftfeuchte 10% als Referenzwert beträgt, und ist weiterhin die Sensitivität der Vorrichtung bekannt, das heißt, wie sehr sich die elektrische Kapazität der Vorrichtung bei einer gegebenen Änderung der Luftfeuchte ändert, so kann aus einem aktuellen Messpunkt, welcher beispielsweise eine aktuelle elektrische Kapazität der Vorrichtung von drei Einheiten ergibt, der aktuelle Wert der Luftfeuchte bestimmt werden.

**[0022]** Bei einer Mehr-Punkt-Messung werden für ein individuelles Bauteil zwei oder mehr Messpunkte bestimmt, zwischen welchen beispielsweise ein linearer Zusammenhang angenommen wird. Dadurch kann sich die Genauigkeit der Kalibrierung verbessern, aber der nötige Kalibrierungsaufwand erhöhen.

**[0023]** Anhand von **Fig. 9** wird ein einfacher Ein-Punkt-Abgleich anhand einer beispielhaften Vorrich-

tung **1** zum kapazitiven Messen einer Luftfeuchte erläutert. Zwischen drei Kondensatorplatten **2** ist eine funktionale Schicht **3** aus einem Polyimid angeordnet, deren Dielektrizitätskonstante materialbedingt von der Luftfeuchte  $H$  der Umgebungsluft abhängt. Die Kondensatorplatten **2** und die funktionale Schicht **3** sind auf einem Substrat **5** angeordnet, wobei eine Isolierschicht **4** das Substrat **5** von den Kondensatorplatten **2** elektrisch isoliert. Über zwei Kontakteinrichtungen **6** ist zum Messen der elektrischen Kapazität der Vorrichtung **1** eine Spannung anlegbar.

**[0024]** Die Formel für die elektrische Kapazität  $C(H)$  in Abhängigkeit von der Luftfeuchte  $H$  dieser Anordnung lautet

$$C(H) = \varepsilon_0 \varepsilon_{\text{pol}}(H) \frac{A}{d}$$

**[0025]** Dabei ist  $\varepsilon_0$  die elektrische Feldkonstante,  $\varepsilon_{\text{pol}}$  die Luftfeuchte-abhängige Dielektrizitätskonstante des verwendeten Polyimids,  $A$  die effektive Fläche des Plattenkondensators und  $d$  der effektive Abstand zwischen den beiden Kondensatorplatten des Plattenkondensators, welcher senkrecht auf der effektiven Fläche  $A$  steht. Sowohl die effektive Fläche  $A$  als auch der Abstand  $d$  können fertigungsbedingten Abweichungen von einem jeweiligen Sollwert unterliegen. Die Abweichungen der Fläche  $A$  von dem Sollwert werden in dieser Anmeldung nicht berücksichtigt; sie sind im Verhältnis zu der Fläche  $A$  selbst häufig relativ gering.

**[0026]** Die Sensitivität gegenüber der Luftfeuchte ist die totale Ableitung der elektrischen Kapazität nach der Luftfeuchte  $H$ :

$$S = \frac{\delta C(H)}{\delta H} = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \frac{\delta \varepsilon_{\text{pol}}(H)}{\delta H}$$

**[0027]** Wird bei einem vorbestimmten Referenzwert  $H_0$  die obige Kapazität  $C(H_0)$  der Luftfeuchte  $H$  gemessen, kann aus dieser Ein-Punkt-Messung der Term

$$\frac{C(H_0)}{\varepsilon_{\text{pol}}(H_0)}$$

$$\varepsilon_0 \frac{A}{d} =$$

bestimmt werden, wobei  $\varepsilon_{\text{pol}}(H_0)$  aus Tabellen und/oder Messreihen vorbekannt ist. Mit dem ebenfalls aus Tabellen und/oder Messreihen vorbekannten Wert für

$$\frac{\delta \varepsilon_{\text{pol}}(H)}{\delta H}$$

kann somit die Sensitivität  $S$  besonders genau berechnet werden zu

$$S = \frac{C(H_0)}{\varepsilon_{\text{pol}}(H_0)} \frac{\delta \varepsilon_{\text{pol}}(H)}{\delta H}$$

**[0028]** Wird sodann in der eigentlichen Messung eine Kapazität  $C(H_1)$  bei einem Luftfeuchte-Wert  $H_1$  gemessen, kann dieser Luftfeuchte-Wert  $H_1$  auf die einfachste Weise bestimmt werden durch

$$H_1 = H_0 + S[C(H_1) - C(H_0)],$$

das heißt, der Luftfeuchte-Wert  $H_1$  ist die Summe aus dem Referenzwert  $H_0$  der Luftfeuchte als Offset, und dem Produkt aus der Sensitivität  $S$  mit der Differenz zwischen der Kapazität bei Kontakt mit Luft mit dem Luftfeuchte-Wert  $H_1$  und der Kapazität bei Kontakt mit Luft mit dem Luftfeuchte-Wert  $H_0$ . Statt von einer Kapazität wäre es noch genauer, von einem jeweiligen aktuellen Kapazitätswert der elektrischen Kapazität zu sprechen.

**[0029]** Elektroden solcher Vorrichtungen zum kapazitiven Bestimmen von Werten für zu messende Eigenschaften eines Stoffes können mit Schutzschichten versehen werden, beispielsweise sauerstoffundurchlässige Schutzschichten zum Verhindern eines Oxidierens der Elektroden oder feuchteundurchlässige Schutzschichten zum Verhindern einer Korrosion der Elektroden und somit zum Verlängern der Lebensdauer der Vorrichtung und zur Stabilisierung des Verhaltens der Vorrichtung über die Lebensdauer. Dadurch kann sich eine kapazitive Reihenschaltung ergeben, deren elektrische Gesamtkapazität als Unbekannte die Schichtdicke sowohl der Schutzschicht als auch die Schichtdicke der in der Vorrichtung verwendeten funktionalen Schicht, deren Dielektrizitätskonstante bei Kontakt mit dem Fluid veränderbar ist, enthält.

**[0030]** Gemäß dem Erfindungsgedanken der vorliegenden Patentanmeldung kann auch für eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids ein Ein-Punkt-Abgleich, also ein Kalibrieren basierend auf einer Ein-Punkt-Messung, durchgeführt werden, wobei Messfehler, welche auf herstellungsbedingten Abweichungen von Sollwerten basieren, minimiert werden. Dabei kann für die Berechnungen der Sollwert für eine der dielektrischen Schichten der Vorrichtung, deren Dielektrizitätskonstante nicht von dem Wert der zu messenden Eigenschaft des Fluids abhängt, beispielsweise einer Schutzschicht, verwendet werden. Erfindungsgemäß können die Fehler, die durch die herstellungsbedingten Abweichungen der Schichtdicke dieser dielektrischen Schicht bei dem Bestimmen der Sensitivität der Vorrichtung auftreten können mittels der Kompensations-Kondensatoreinrichtung verringert werden.

**[0031]** Bei den beschriebenen Verfahren zum Bestimmen der Vorrichtung zum Bestimmen des Werts

der zu messenden Eigenschaft des Fluids können einige Schritte zum Kalibrieren der jeweiligen individuellen Vorrichtung dienen. Dabei handelt es sich insbesondere um Schritte, welche zu dem Bestimmen der Sensitivität der Vorrichtung sowie zum Bestimmen eines Offsets führen. Die Sensitivität und der Offset sind beispielsweise anhand von **Fig. 9** oben beschrieben. Die Schritte zum Kalibrieren können, aufgrund des damit verbundenen Aufwands, vorteilhafterweise nur ein einziges Mal durchgeführt werden, während die weiteren Schritte, also das eigentliche Bestimmen des Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids, zeitlich nach den Kalibrierungsschritten beliebig oft durchgeführt werden können.

**[0032]** Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

**[0033]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die erste dielektrische Schicht und die zweite dielektrische Schicht zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ausgebildet. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite dielektrische Schicht zwischen der dritten Elektrode und der vierten Elektrode ausgebildet. Vorteilhafterweise ist lediglich die zweite dielektrische Schicht zwischen der dritten Elektrode und der vierten Elektrode ausgebildet. Hierdurch kann die Messgenauigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter verbessert werden.

**[0034]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Vorrichtung eine Messeinrichtung auf, mittels welcher ein erster aktueller Kapazitätswert einer elektrischen Gesamtkapazität einer elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung messbar ist. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Vorrichtung eine Bestimmungseinrichtung auf, mittels welcher basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert eine Sensitivität der Vorrichtung gegenüber der zu messenden Eigenschaft bestimmbar ist.

**[0035]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Vorrichtung eine Recheneinrichtung auf, mittels welcher basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung sowie basierend auf einem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert der ersten elektrischen Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung und/oder basierend auf einem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert der elektrischen Gesamtkapazität der Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung der zu bestimmende Wert der zu messenden Eigenschaft des Fluids bestimmbar ist. Hierdurch kann die Vorrich-

tung besonders kompakt ausgebildet werden. Weiterhin können Fertigungsschritte kombiniert werden, insbesondere auf Waferlevel, sodass der technische Aufwand zum Herstellen der Vorrichtung verringert ist.

**[0036]** Die Bestimmungseinrichtung und/oder die Recheneinrichtung können beispielsweise als ein Rechner einer Abgleichanlage ausgebildet sein.

**[0037]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die erste dielektrische Schicht ein Polyimid auf oder besteht aus einem Polyimid. Polyimide weisen Dielektrizitätskonstanten auf, welche sich nahezu linear mit einer angelegten, das heißt in Kontakt gebrachten, relativen Luftfeuchte ändern. Somit eignen sich Polyimide besonders für eine Vorrichtung zum Messen einer Luftfeuchte, insbesondere einer relativen Luftfeuchte, gemäß der vorliegenden Erfindung. Auch eine Drift von Eigenschaften von Polyimiden ist verhältnismäßig gering. Polyimide sind vielfältig integrierbar und können über einem beispielhaften Messbereich zwischen 0% und 100% relativer Luftfeuchte je nach Größe beispielsweise zu Kapazitätsänderungen im Bereich von einhundert bis ein-tausend Femto-Farad, je nach den Abmessungen der Polyimide auch mehrere zehntausend Femto-Farad führen. Solche Kapazitätsänderungen sind, wie im Folgenden auch beschrieben, leicht mittels integrierter Schaltungen zum Bestimmen der Luftfeuchte auswertbar.

**[0038]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Mess-Kondensatoreinrichtung als Plattenkondensator oder als Interdigitalkondensator ausgebildet. Ist die Mess-Kondensatoreinrichtung als Plattenkondensator ausgebildet, können eine oder mehrere Elektroden der Mess-Kondensatoreinrichtung aus einem porösen oder feuchtedurchlässigem Material bestehen, sodass das Fluid oder dessen Feuchte durch diese Elektrode durch dringen kann. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Kompensations-Kondensatoreinrichtung als Plattenkondensator oder als Interdigitalkondensator ausgebildet. Solche Kondensatorformen für die Kondensatoreinrichtungen sind besonders kompakt und leicht herstellbar.

**[0039]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Fluid ein Gas oder ein Gasgemisch und die zu bestimmende Eigenschaft des Gases oder Gasgemischs eine Konzentration eines vorbestimmten Stoffes in dem Gas oder Gasgemisch, beispielsweise ein Kohlendioxidgehalt in der Luft. Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung ist das Fluid ein Gas oder Gasgemisch, beispielsweise Luft, und die zu bestimmende Eigenschaft eine Konzentration von Wasserdampf in dem Gas oder Gasgemisch, wobei sich die erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht im Wesentlichen abhängig von

der Konzentration des Wasserdampfs in dem Gas oder Gasgemisch verändert.

**[0040]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Fluid eine Flüssigkeit und die zu bestimmende Eigenschaft der Flüssigkeit ein pH-Wert der Flüssigkeit.

**[0041]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Vorrichtung eine steuerbare Schaltungseinrichtung auf, mittels welcher die Kompensations-Kondensatoreinrichtung mit der Mess-Kondensatoreinrichtung elektrisch parallelschaltbar und/oder von der Mess-Kondensatoreinrichtung elektrisch abkoppelbar ist. Zumindest die Mess-Kondensatoreinrichtung und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung sind auf einem und demselben Substrat ausgebildet. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die steuerbare Schaltungseinrichtung als auf dem Substrat angeordnete anwendungsspezifische integrierte Schaltung ausgebildet. Somit kann die Vorrichtung besonders kompakt und auf Waferlevel mit besonders geringem technischen Aufwand produziert werden. Durch das Abkoppeln der Kompensations-Kondensatoreinrichtung kann erreicht werden, dass diese beim eigentlichen Messen nicht ständig mitbeansprucht wird. Dies kann vorteilhaft sein, wenn etwa zu erwarten ist, dass die Kompensations-Kondensatoreinrichtung anders, beispielsweise schneller, altert als die Mess-Kondensatoreinrichtung, oder keine Erkenntnisse zum Langzeitverhalten vorliegen.

**[0042]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Schaltungseinrichtung als eine von dem Substrat separate, mit der Mess-Kondensatoreinrichtung und der Kompensations-Kondensatoreinrichtung elektrisch verbundene anwendungsspezifische integrierte Schaltung ausgebildet.

**[0043]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids die weiteren Schritte auf: Messen eines vierten aktuellen Kapazitätswerts der ersten elektrischen Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung mit dem Referenzfluid, wobei das Referenzfluid einen vorbestimmten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft des Referenzfluids aufweist; Bringen der Mess-Kondensatoreinrichtung in Kontakt mit dem Fluid mit der zu messenden Eigenschaft; Messen eines zweiten aktuellen Kapazitätswerts der Mess-Kondensatoreinrichtung bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung mit dem Fluid mit der zu messenden Eigenschaft; Berechnen des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids basierend auf dem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert; weiterhin basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung

gegenüber der zu messenden Eigenschaft; sowie basierend auf dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert. Hierdurch kann die Messgenauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter verbessert werden.

**[0044]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren den Schritt: Ermitteln eines Differenzwerts zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert; wobei das Berechnen des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids basierend auf dem ermittelten Differenzwert zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert durchgeführt wird. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren die Schritte: Bringen der Mess-Kondensatoreinrichtung in Kontakt mit dem Fluid mit der zu messenden Eigenschaft; Messen eines dritten aktuellen Kapazitätswerts der elektrischen Gesamtkapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung mit dem Fluid; Berechnen des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids basierend auf dem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert; und weiterhin basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung gegenüber der zu messenden Eigenschaft.

**[0045]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Vorrichtung werden die erste dielektrische Schicht und die zweite dielektrische Schicht zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ausgebildet. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die zweite dielektrische Schicht zwischen der dritten Elektrode und der vierten Elektrode ausgebildet.

**[0046]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die zweite dielektrische Schicht zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode sowie zwischen der dritten Elektrode und der vierten Elektrode im selben Fertigungsschritt ausgebildet. Somit wirken sich herstellungsbedingte Abweichungen bei den Eigenschaften, insbesondere Abmessungen, darunter Schichtdicken, der zweiten dielektrischen Schicht in gleicher Weise sowohl auf die Mess-Kondensatoreinrichtung als auch auf die Kompensations-Kondensatoreinrichtung aus und können somit kompensiert werden. Das heißt, der Einfluss dieser Abweichungen auf das Bestimmen der Sensitivität der Vorrichtung gegenüber Änderungen der zu messenden Eigenschaft des Fluids kann verringert werden.

**[0047]** Sofern in dieser Beschreibung und den Patentansprüchen Elemente als „erstes“, „zweites“, „drittes“, „n-tes“ usw. Elemente bezeichnet werden,

soll verstanden sein, dass es sich dabei nicht um eine numerische Aufzählung, sondern lediglich um verschiedene Bezeichnungen handelt. Somit kann in einer bestimmten Ausführungsform durchaus ein als „zweites“ bezeichnetes Element enthalten sein, ohne dass notwendigerweise auch ein als „erstes“ bezeichnetes Element in dieser Ausführungsform enthalten ist.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0048]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

**[0049]** Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0050]** Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht einer Mess-Kondensatoreinrichtung der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0051]** Fig. 3 eine schematische Längsschnittsansicht der Mess-Kondensatoreinrichtung der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0052]** Fig. 4 eine schematische Querschnittsansicht einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0053]** Fig. 5 ein Ersatzschaltbild für die Mess-Kondensatoreinrichtung und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Parallelschaltung;

**[0054]** Fig. 6 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0055]** Fig. 7 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0056]** Fig. 8 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Herstellungsverfahrens für eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids gemäß einer

vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**[0057]** Fig. 9 eine schematische Querschnittsansicht durch eine beispielhafte Vorrichtung zum kapazitiven Messen einer Luftfeuchte.

**[0058]** In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen – sofern nichts anderes angegeben ist – mit denselben Bezugszeichen versehen.

#### Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0059]** Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung **10** zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids **F** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Für Details wird auch auf die folgenden Fig. 2 bis Fig. 5 verwiesen.

**[0060]** Gemäß der ersten Ausführungsform weist die Vorrichtung **10** eine Mess-Kondensatoreinrichtung **12** auf, welche mit dem Fluid **F** in Kontakt bringbar ist. Dazu kann die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** an einer äußeren Oberfläche der Vorrichtung **10** angeordnet sein. Insbesondere ist die Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform eine Vorrichtung zum Messen einer Luftfeuchte, d. h. einer Konzentration von Wasser in Luft als Fluid **F**.

**[0061]** Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Mess-Kondensatoreinrichtung **12** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform. Die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ist als Interdigitalkondensator ausgebildet, siehe auch Fig. 2 und Fig. 3. Solch ein Interdigitalkondensator weist interdigital („zwischenfingrig“) ineinander eingreifend angeordnete kammförmige Elektroden auf. Die einzelnen Zähne der Kammform der Elektroden werden im Folgenden als „Elektrodenfinger“ bezeichnet.

**[0062]** Die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** weist eine erste Elektrode **14** mit einer ersten Mehrzahl von elektrisch verbundenen ersten Elektrodenfingern **17-1** und eine zweite Elektrode **16** mit einer zweiten Mehrzahl von elektrisch verbundenen zweiten Elektrodenfingern **17-2** auf. Mit Ausnahme von an einem Rand der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ausgebildeten Elektrodenfingern **17-1**, **17-2**, greift jeweils ein erster Elektrodenfinger **17-1** in einen Zwischenraum zwischen zwei der zweiten Elektrodenfinger **17-2** ein, und es greift jeweils ein zweiter Elektrodenfinger **17-2** in einen Zwischenraum zwischen zwei der ersten Elektrodenfinger **17-1** ein. Die erste und zweite Elektrode **14**, **16** sind aus einem leitfähigen Material, insbesondere aus Polysilizium oder aus einem Metall, vorzugsweise Aluminium, Kupfer, Titan oder Wolfram, ausgebildet. Eine oder mehrere der Elektroden können aus einem porösen Metall ausgebildet

sein, um einen besseren Zugang des Fluids F in oder an die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** zu ermöglichen.

**[0063]** Die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** stehen im Querschnitt senkrecht auf einer gemeinsamen gedachten Achse A-A'. In einer jeweiligen Ebene senkrecht zu der Achse A-A' ist jeder der ersten und zweiten Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** im Wesentlichen als Platte ausgebildet. Die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** weisen jeweils die Breite B senkrecht zu der Achse A-A' und eine Dicke D parallel zu der Achse A-A' auf. Dabei soll verstanden sein, dass infolge der verwendeten Herstellungsverfahren Formen nur im Wesentlichen angebar sind. Statt einer idealen Platte mit rechteckigen Querschnitten können die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** beispielsweise einen oder mehrere trapezförmige, dreiecksförmige und/oder fünfeckige Querschnitte etc. aufweisen.

**[0064]** Die erste und die zweite Elektrode **14**, **16** und die zugehörigen ersten und zweiten Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbesondere aus einem Metall. Über eine erste elektrische Kontakteinrichtung **19-1**, beispielsweise ein Bondpad, ist die erste Elektrode **14** elektrisch kontaktierbar. Über eine zweite elektrische Kontakteinrichtung **19-2**, beispielsweise ein Bondpad, ist die zweite Elektrode **16** elektrisch kontaktierbar. Zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** der ersten und zweiten Elektroden **14**, **16** ist eine erste dielektrische Schicht **18** ausgebildet, welche im Folgenden näher erläutert wird.

**[0065]** Fig. 3 zeigt eine schematische Längsschnittsansicht der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform, welcher die Achse A-A' umfasst und senkrecht auf dem Querschnitt gemäß Fig. 2 steht. Wie in Fig. 3 dargestellt, sind die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** gemäß der ersten Ausführungsform jeweils mit einer Höhe H senkrecht zu der Achse A-A' ausgebildet. Die erste und die zweite Elektrode **14**, **16** sind auf einem gemeinsamen Substrat **50** ausgebildet. Das Substrat ist vorzugsweise ein nichtleitendes Silizium-Substrat, beispielsweise aus Siliziumoxid, wobei auch andere Materialien denkbar sind. Die erste und die zweite Elektrode **14**, **16** sind in derselben Ebene isoliert voneinander ausgebildet.

**[0066]** Das Substrat ist, beispielsweise durch Ätzen vor oder nach dem Aufbringen der Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** auf dem Substrat **50**, mit voneinander beabstandeten Podesten P ausgebildet. Die Podeste P weisen im Wesentlichen eine Podest-Höhe h gegenüber dem Substrat **50**, sowie ebenfalls die Dicke D und die Breite B auf. Jeder der ersten und zweiten Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** ist mit einer Höhe H auf je einem Podest P des Substrats **50** ausgebildet. Zwischen den Podesten P und den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** kann eine isolierende Schicht, beispiels-

weise eine Oxidschicht, etwa aus Siliziumoxid, ausgebildet sein. Alternativ können die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** auch direkt an dem Substrat **50** ausgebildet sein. Die Podeste P können dazu beitragen, dass bei dem Ausbilden der Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** ungewollte elektrische Verbindungen zwischen der ersten und der zweiten Elektrode **14**, **16** verhindert werden.

**[0067]** Die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** sind mit einer zweiten dielektrischen Schicht **20** als Schutzschicht beschichtet, welche insbesondere zum Verbessern der Zuverlässigkeit und/oder dem Verlängern der Lebensdauer der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** dienen kann. Gemäß der ersten Ausführungsform besteht die zweite dielektrische Schicht **20** aus Siliziumnitrid. Die Siliziumnitrid-Schicht **20** kann auf das Substrat **50** mit den darauf angeordneten Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** beispielsweise aufgedampft werden. Alternativ kann die zweite dielektrische Schicht auch beispielsweise aus Gold, einem anderen Siliziumoxid, oder einem anderen, gasdichten, nicht-oxidierenden Material bestehen.

**[0068]** Die Siliziumnitridschicht **20** ist an Oberflächen **21-1** bis **21-7** der Elektrodenfinger **17-1**, **17-2**, welche einem oder mehreren anderen Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** zugewandt sind, mit einer ersten Schichtdicke d1 ausgebildet. An von dem Substrat **50** abgewandten Oberflächen **23-1** bis **23-4** ist die Siliziumnitridschicht **20** mit einer zweiten Schichtdicke d2 ausgebildet, wobei die erste Schichtdicke d1 kleiner ist als die zweite Schichtdicke d2.

**[0069]** Zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** und an einer von dem Substrat **50** abgewandten Seite der ersten und zweiten Elektroden **14**, **16** ist die erste dielektrische Schicht **18** als eine Polyimid-Schicht ausgebildet. Insbesondere Zwischenräume **15** zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** sind möglichst vollständig mit der zweiten dielektrischen Schicht **20** gefüllt. Eine Zwischenraumbreite d4 der Zwischenräume **15** zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** ist vorzugsweise zwischen 200 Nanometer und 2000 Nanometer, insbesondere zwischen 500 Nanometer und 1500 Nanometer breit ausgebildet. Die dritte Schichtdicke d3 der ersten dielektrischen Schicht **18** zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** kann insbesondere zwischen 100 Nanometer und 500 Nanometer dünner sein als die Zwischenraumbreite d4.

**[0070]** Vorteilhafterweise wird die Zwischenraumbreite d4 im Wesentlichen für alle Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** gleichförmig ausgebildet. Ein Abstand d5 zwischen Spitzen der Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** und einem Hauptkörper der ersten und zweiten Elektroden **14**, **16**, von welchem die Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** ausgehen, siehe Fig. 2, kann vorteilhaft zwischen der Hälfte und dem Doppelten der Zwi-

schenraumbreite  $d_4$  sein. Insbesondere kann der Abstand  $d_5$  auch gleich der Zwischenraumbreite  $d_4$  sein.

**[0071]** Eine erste elektrische Kapazität  $C_1$  der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** weist demnach einen ersten und einen zweiten Kapazitätsanteil  $C_m$ ,  $C_p$  auf. Der erste Kapazitätsanteil  $C_m$  geht auf die erste und zweite Elektrode **14**, **16** in Verbindung mit der ersten dielektrischen Schicht **18**, also der Polyimid-Schicht, zurück. Die Polyimid-Schicht ist derart beschaffen, das heißt, das Polyimid oder die Polyimide der zweiten dielektrischen Schicht ist oder sind derart ausgewählt, dass in Abhängigkeit einer Luftfeuchte der Umgebungsluft als Fluid  $F$  eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht **18** veränderlich ist, das heißt, sich in Abhängigkeit der Luftfeuchte verändert. Damit ist auch der erste Kapazitätsanteil  $C_m$  abhängig von der Luftfeuchte. Darauf basierend kann eine kapazitive Messung zum Bestimmen der Luftfeuchte, als eine zu bestimmende Eigenschaft der Luft, durchgeführt werden.

**[0072]** Der zweite Kapazitätsanteil  $C_p$  der ersten elektrischen Kapazität  $C_1$  der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** geht auf die erste und zweite Elektrode **14**, **16** in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht **20**, also der Siliziumnitridschicht, zurück. Die als Siliziumnitridschicht ausgebildete zweite dielektrische Schicht weist eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht **20** auf, welcher im Wesentlichen unabhängig von der Luftfeuchte ist.

**[0073]** Somit ist auch der zweite Kapazitätsanteil  $C_p$  im Wesentlichen unabhängig von der Luftfeuchte, wodurch sich die Sensitivität der Mess-Kondensatoreinrichtung auf Änderungen der Luftfeuchte verringern kann. Der erste und der zweite Kapazitätsanteil  $C_m$ ,  $C_p$  sind, elektrotechnisch gesehen, in Reihe geschaltet, siehe **Fig. 5**, wodurch die erste elektrische Kapazität  $C_1$  entsteht.

**[0074]** Die erste Schichtdicke  $d_1$  der zweiten dielektrischen Schicht **20** ist je nach gewähltem Herstellungsverfahren, beispielsweise Aufdampfen, Schwankungen unterworfen. Ein Sollwert für die erste Schichtdicke  $d_1$  kann beispielsweise zwischen 30 und 250 Nanometer, vorzugsweise zwischen 40 und 150 Nanometer, insbesondere 60 bis 100 Nanometer betragen. Hierbei ist eine unterschiedliche Schichtdicke an Stirn- und Flankenseiten der Elektrodenfinger **17-1**, **17-2** herstellungsbedingt möglich. Beispielsweise kann die erste Schichtdicke  $d_1$  um 40% kleiner sein als die zweite Schichtdicke  $d_2$ . Herstellungsbedingt können dabei beispielsweise Schwankungen von plus oder minus 10% auftreten. Da die erste dielektrische Schicht **18** nach dem Ausbilden der zweiten dielektrischen Schicht **20** an den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** in die Zwischenräume **15** mit der Zwischenraumbreite  $d_4$  zwischen den Elektrodenfin-

gern **17-1**, **17-2** eingefüllt wird, ist auch eine dritte Schichtdicke  $d_3$  der ersten dielektrischen Schicht **18** zwischen den Elektrodenfingern **17-1**, **17-2** herstellungsbedingten Schwankungen unterworfen.

**[0075]** Eine Sensitivität der Vorrichtung **10** gegenüber einer Änderung der Luftfeuchte geht auf eine Änderung des ersten Kapazitätsanteils  $C_m$  zurück. Je stärker sich – insbesondere prozentual auf den ersten Kapazitätsanteil  $C_m$  bezogen – der erste Kapazitätsanteil  $C_m$  zwischen einem Kontakt mit Luft mit ca. 0% relativer Luftfeuchte und einem Kontakt mit Luft mit ca. 100% relativer Luftfeuchte ändert, desto größer ist die Sensitivität der Vorrichtung **10** gegenüber der Änderung der Luftfeuchte.

**[0076]** Bei dem Bestimmen der Sensitivität wird vorteilhafterweise ein Ein-Punkt-Abgleich verwendet. Dabei wird die Vorrichtung **10** in Kontakt mit einem Referenzfluid mit einem vorbestimmten Referenzwert der zu bestimmenden Eigenschaft des Fluids gebracht, im vorliegend beschriebenen Beispiel mit Luft mit einer relativen Luftfeuchte von 50%. Darauf basierend wird die Sensitivität der Vorrichtung **10** bestimmt, wie im Folgenden näher beschrieben, wobei für die ersten und dritten Schichtdicken  $d_1$ ,  $d_3$  die Sollwerte angenommen werden. Ein Sollwert für die dritte Schichtdicke  $d_3$  kann beispielsweise zwischen 100 und 2000 Nanometer, vorteilhaft zwischen 200 und 1500 Nanometer, insbesondere zwischen 300 und 1300 Nanometer liegen und besonders bevorzugt 300 Nanometer sein. Dadurch, dass herstellungsbedingt die ersten und dritten Schichtdicken  $d_1$ ,  $d_3$  von den Sollwerten abweichen, wird somit die Sensitivität der Vorrichtung **10** mit einem gewissen Fehler bestimmt. Mittels der Kompensations-Kondensatorvorrichtung **22** wird die Abhängigkeit des Bestimmens der Sensitivität von den herstellungsbedingten Abweichungen der ersten und dritten Schichtdicken  $d_1$ ,  $d_3$  verringert, sodass selbst bei einem Ein-Punkt-Abgleich der resultierende Fehler bei dem Bestimmen der Sensitivität verhältnismäßig gering bleibt.

**[0077]** Daher ist es von Vorteil, wenn die Schwankungen insbesondere der ersten und dritten Schichtdicken  $d_1$ ,  $d_3$  zu einem möglichst geringen Fehler bei dem Bestimmen des Werts der Luftfeuchte basierend auf gemessenen elektrischen Kapazitäten, welche den ersten Kapazitätsanteil  $C_m$  umfassen, führen. Dies wird mittels einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** erreicht, wie im Folgenden näher beschrieben.

**[0078]** Wieder bezugnehmend auf **Fig. 1** weist die Vorrichtung **10** weiterhin eine Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** auf, welche gemäß der ersten Ausführungsform als Plattenkondensator ausgebildet ist.

**[0079]** Fig. 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform. Gemäß der ersten Ausführungsform ist die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** als Plattenkondensator auf einer Oberfläche **50-S** des Substrats **50** ausgebildet, auf welcher auch die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ausgebildet ist.

**[0080]** An einer Oberfläche **50-S** des Substrats **50** ist eine elektrisch isolierende Schicht, insbesondere eine Oxidschicht **27** ausgebildet. Auf, insbesondere an, einer von dem Substrat abgewandten Oberfläche **27-S** der Oxidschicht **27** sind eine dritte Elektrode **24** und eine fünfte Elektrode **25**, voneinander durch einen Zwischenraum **51** beabstandet, ausgebildet. Die dritte und die fünfte Elektrode **24**, **25** bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbesondere aus Polysilizium oder aus einem Metall, vorzugsweise Aluminium, Kupfer, Titan oder Wolfram. Die dritte und fünfte Elektrode **24**, **25** der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** können vorteilhafterweise im selben Fertigungsschritt und mit demselben Verfahren hergestellt werden wie die erste und zweite Elektrode **14**, **16** der Mess-Kondensatoreinrichtung **12**.

**[0081]** Auf, insbesondere an, einer von der Oxidschicht **27** abgewandten Oberfläche **24-S** der dritten Elektrode **24** ist die zweite dielektrische Schicht **20** ausgebildet. Ein Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht **20**, welcher Teil der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** ist, kann dabei von einem Abschnitt der zweiten dielektrischen Schicht **20**, welcher Teil der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ist, separat und beabstandet sein. Dazu kann die zweite dielektrische Schicht **20** strukturiert sein, beispielsweise durch Ätzen.

**[0082]** Alternativ kann die zweite dielektrische Schicht **20** auch durchgehend, also einteilig ausgebildet sein, sodass der Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht **20**, welcher Teil der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** ist und der Abschnitt der zweiten dielektrischen Schicht **20**, welcher Teil der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ist, innerhalb der zweiten dielektrischen Schicht miteinander verbunden sind.

**[0083]** Gemäß der ersten Ausführungsform ist die gesamte zweite dielektrische Schicht **20** innerhalb eines Fertigungsschrittes ausgebildet worden, sodass sich herstellungsbedingte Abweichungen von Sollwerten, insbesondere bezüglich der Abmessungen der zweiten dielektrischen Schicht **20**, besonders bezüglich der Schichtdicken  $d_1$ ,  $d_2$  der zweiten dielektrischen Schicht **20**, gleichermaßen in der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** als auch in der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** niederschlagen.

**[0084]** Gemäß der ersten Ausführungsform bedeckt der Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht **20** die von der Oxidschicht **27** abgewandte Oberfläche **24-S** der dritten Elektrode **24** zum Teil, vorzugsweise zu mehr als 50%, insbesondere zu mehr als 90%. Weiterhin bedeckt der Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht **20** die von der Oxidschicht **27** abgewandte Oberfläche **25-S** der fünften Elektrode **254** zum Teil, vorzugsweise zu mehr als 50%, insbesondere zu mehr als 90%. Auch ein Zwischenraum **51**, welcher zwischen der dritten Elektrode **24**, der fünften Elektrode **25** und der Oxidschicht **27** ausgebildet ist, ist von dem Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht im Wesentlichen ausgefüllt. Mit „im Wesentlichen“ soll hier gemeint sein, dass herstellungsbedingte Abweichungen, beispielsweise kleine Bläschen, umfasst sein können.

**[0085]** An einer von der dritten und fünften Elektrode **24**, **25** abgewandten Oberfläche **20-S** des ersten Abschnitts **21-1** der zweiten dielektrischen Schicht **20**, wobei die Oberfläche **20-S** auch von dem Substrat **50** abgewandt ist, ist eine vierte Elektrode **26** ausgebildet. Der Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht ist somit zwischen der dritten Elektrode **24** und der vierten Elektrode **26** ausgebildet, welche als Kondensatorplatten angesehen werden können. Herstellungsbedingt ist der Abschnitt **20'** der zweiten dielektrischen Schicht ebenfalls mit der zweiten Schichtdicke  $d_2$  ausgebildet, ebenso wie der in der Mess-Kondensatoreinrichtung angeordnete Abschnitt der zweiten dielektrischen Schicht **20**. Ein Verhältnis zwischen der ersten Schichtdicke  $d_1$  und der zweiten Schichtdicke  $d_2$  kann aufgrund des bekannten Fertigungsschrittes zum Herstellen der zweiten dielektrischen Schicht bekannt sein und beispielsweise 5:3 betragen.

**[0086]** Die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** weist somit eine zweite elektrische Kapazität  $C_2$  auf, welche zum Teil auf die dritte und vierte Elektrode **24**, **26** in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht **20** zurückgeht. Über eine dritte elektrische Kontaktierungseinrichtung **19-3**, beispielsweise ein Bondpad, ist die dritte Elektrode **24** elektrisch kontaktierbar. Über eine vierte elektrische Kontaktierungseinrichtung **19-4**, beispielsweise ein Bondpad, ist die fünfte Elektrode **25** elektrisch kontaktierbar. Zwischen der dritten und der vierten elektrischen Kontaktierungseinrichtung **19-3**, **19-4** ist somit eine dritte elektrische Kapazität messbar, welche auf die dritte und vierte Elektrode **24**, **26** in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht **20** sowie auf die vierte und fünfte Elektrode **26**, **25** in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht **20** zurückgeht. Die zweite elektrische Kapazität  $C_2$  und die dritte elektrische Kapazität sind im Wesentlichen von der Luftfeuchte unabhängig, während die erste elektrische Kapazität  $C_1$  abhängig von der zu messenden Luftfeuchte ist.

**[0087]** Wieder bezugnehmend auf **Fig. 1**, sind die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** mittels einer Schaltungseinrichtung **46**, welche auf dem Substrat **50** angeordnet ist, parallelgeschaltet oder parallel-schaltbar.

**[0088]** **Fig. 5** zeigt ein Ersatzschaltbild für die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform in Parallelschaltung.

**[0089]** **Fig. 1** zeigt weiterhin eine Messeinrichtung **40** der Vorrichtung **10**, mittels welcher ein erster aktueller Kapazitätswert einer elektrischen Gesamtkapazität der elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** messbar ist. Die Messeinrichtung **40** ist mit der Schaltungseinrichtung **26** elektrisch verbunden. Ein Messen mittels der Messeinrichtung **40** kann beispielsweise basierend auf einem Messen einer RC-Zeitkonstante, einer Phasenverschiebung, einer Frequenzmodulation und/oder einer Amplitudenmodulation erfolgen. Die Messeinrichtung **40** kann jeweils entsprechende elektronische Bauelemente umfassen.

**[0090]** Die Vorrichtung **10** weist gemäß der ersten Ausführungsform weiterhin eine Bestimmungseinrichtung **42** auf, mittels welcher basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert eine Sensitivität der Vorrichtung **10** gegenüber der Luftfeuchte bestimmbar ist. Die Bestimmungseinrichtung **42** ist mit der Messeinrichtung **46** elektrisch verbunden, um zumindest den von der Messeinrichtung **40** gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert zu empfangen. Die Bestimmungseinrichtung **42** kann beispielsweise als ein Rechner einer Abgleichanlage ausgebildet sein. Das Bestimmen der Sensitivität kann mittels eines der erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführt werden, wie im Folgenden näher beschrieben.

**[0091]** Die Vorrichtung **10** weist weiterhin eine Recheneinrichtung **44** auf, mittels welcher basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung **10** sowie basierend auf einem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert der elektrischen Gesamtkapazität der Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** der zu bestimmende Wert der Luftfeuchte bestimmbar ist. Die Recheneinrichtung **44** weist einen nicht-flüchtigen Datenspeicher **45** zum Speichern von Rechenparametern auf. Das Bestimmen des Werts der Luftfeuchte kann gemäß einem der erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführt werden, wie im Folgenden näher beschrieben.

**[0092]** Die Vorrichtung **10** weist weiterhin eine Schnittstelle **48** auf, mittels welcher Ergebnisse des

Bestimmens des Werts der Luftfeuchte ausgebar sind. Bei der Schnittstelle kann es sich um eine drahtlose Schnittstelle, etwa eine Funkschnittstelle, oder um eine einfache drahtgebundene Schnittstelle handeln, mittels welcher ein analoges oder ein digitales Signal, welches den bestimmten Wert der Luftfeuchte umfasst, übermittelbar ist. Über die Schnittstelle **48** kann auch der Dateninhalt des Datenspeichers **45** anpassbar sein, beispielsweise ein in dem Datenspeicher **45** gespeichertes Steuerprogramm, welche das Bestimmen des zu bestimmenden Werts mittels der Vorrichtung **10** automatisch steuert.

**[0093]** **Fig. 6** zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids **F** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, insbesondere ein Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung **10** zum Bestimmen eines Werts der Luftfeuchte gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren gemäß der zweiten Ausführungsform wird im Folgenden hauptsächlich anhand der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. Für das Verfahren gemäß der zweiten Ausführungsform sollten die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** parallel-schaltbar sowie auch wieder voneinander abkoppelbar sein.

**[0094]** In einem Schritt **S01** wird die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** in Kontakt mit einem Referenzfluid gebracht, wobei das Referenzfluid einen vorbestimmten Referenzwert der zu bestimmenden Eigenschaft aufweist. Gemäß der zweiten Ausführungsform ist das Referenzfluid Luft mit einem vorgegebenen Referenzwert der Luftfeuchte, beispielsweise von 50% Luftfeuchte. Alternativ kann auch eine Luftfeuchte von – im Rahmen der technischen Möglichkeiten – 0% oder 100% als Referenzwert der Luftfeuchte verwendet werden. Gemäß der zweiten Ausführungsform wird die gesamte Vorrichtung **10** dazu in einen abgeschlossenen Raum eingebracht, welcher als Referenzfluid Luft mit dem Referenzwert von 10% Luftfeuchte enthält.

**[0095]** In einem Schritt **S02** wird, während die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** in Kontakt mit dem Referenzfluid gebracht ist, ein erster aktueller Kapazitätswert einer elektrischen Gesamtkapazität einer elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** gemessen. Das Messen **S02** kann etwa basierend auf einem Messen einer RC-Zeitkonstante, einer Phasenverschiebung, einer Frequenzmodulation und/oder einer Amplitudenmodulation erfolgen

**[0096]** In einem Schritt **S03** wird, basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert sowie

dem vorbestimmten ersten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft des Referenzfluids, die Sensitivität der Vorrichtung **10** gegenüber der Luftfeuchte bestimmt.

**[0097]** Bei dem Bestimmen der Sensitivität der Vorrichtung **10** werden vorbestimmte Parameter berücksichtigt. Ein vorbestimmter Parameter kann etwa angeben, welche durchschnittliche Sensitivität ein Vielzahl von Vorrichtungen, welche auf die gleiche Weise wie die vorliegende Vorrichtung **10** hergestellt wurden, in Abhängigkeit von dem jeweiligen gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert, also bei Kontakt mit dem Referenzfluid, aufweist.

**[0098]** Weitere vorbestimmte Parameter, welche für das Bestimmen der Sensitivität verwendet werden, sind bekannte Eigenschaften des Polyimids, aus welchem die als Polyimid-Schicht ausgebildete erste dielektrische Schicht **18** ausgebildet ist, insbesondere eine Funktion, welche die Dielektrizitätskonstante des verwendeten Polyimids als Funktion der Luftfeuchte angibt.

**[0099]** Weitere vorbestimmte Parameter, welche für das Bestimmen der Sensitivität verwendet werden, sind bekannte Abmessungen, insbesondere Soll-Werte der Abmessungen, der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22**.

**[0100]** Ein weiterer vorbestimmter Parameter, welcher für das Bestimmen der Sensitivität verwendet wird, ist der Referenzwert des Referenzfluids.

**[0101]** In einem Schritt S04 wird ein vierter aktueller Kapazitätswert der ersten elektrischen Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit dem Referenzfluid gemessen, beispielsweise mittels der Messeinrichtung **40** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform. Die Bezeichnung als „vierter aktuelle Kapazitätswert“ wurde gewählt, da an anderer Stelle noch ein „zweiter aktuelle Kapazitätswert“ und ein „dritter aktuelle Kapazitätswert“ definiert werden. Das Referenzfluid weist dabei den vorbestimmten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft aufweist, ist also Luft mit einer Luftfeuchte von 10%. Für den Schritt S04 wurde die Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** aufgehoben, beispielsweise mittels der Schaltungseinrichtung **46** gemäß der ersten Ausführungsform. Das Messen S04 kann etwa basierend auf einem Messen einer RC-Zeitkonstante, einer Phasenverschiebung, einer Frequenzmodulation und/oder einer Amplitudenmodulation erfolgen.

**[0102]** In einem Schritt S05 wird ein Differenzwert zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen

vierten aktuellen Kapazitätswert bestimmt. Der Differenzwert gibt ein Indiz, einen wie großen Einfluss die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** auf die elektrische Gesamtkapazität hatte. Der Differenzwert wird beispielsweise mittels der Recheneinrichtung **44** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform berechnet und in dem nicht-flüchtigen Datenspeicher **45** der Recheneinrichtung **45** gespeichert.

**[0103]** Damit kann die Kalibrierung der individuellen Vorrichtung abgeschlossen sein. Die Schritte S01 bis S05 können beispielsweise einmal für jede individuelle Vorrichtung durchgeführt werden, welche daraufhin für ein ein- oder mehrmaliges Bestimmen des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids F verwendet werden kann, ohne dass eine weitere Kalibrierung notwendig ist. Die weiteren Schritte S06 bis S08 können somit, insbesondere zeitlich nach den Schritten S01 bis S05, beliebig oft durchgeführt werden.

**[0104]** In einem Schritt S06 wird die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** in Kontakt mit dem Fluid F mit der zu messenden Eigenschaft gebracht.

**[0105]** In einem Schritt S07 wird ein zweiter aktueller Kapazitätswert der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit dem Fluid F mit der zu messenden Eigenschaft gemessen, beispielsweise mittels der Messeinrichtung **40** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform. Das Messen S07 kann etwa basierend auf einem Messen einer RC-Zeitkonstante, einer Phasenverschiebung, einer Frequenzmodulation und/oder einer Amplitudenmodulation erfolgen.

**[0106]** In einem Schritt S08 wird der zu bestimmende Wert der zu messenden Eigenschaft des Fluids F basierend auf dem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert, basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung gegenüber der zu messenden Eigenschaft, sowie basierend auf dem ermittelten Differenzwert zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert bestimmt. Insbesondere kann der Differenzwert zu dem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert hinzugezählt werden, um einen effektiven Kapazitätswert zu erhalten, auf welchem die weitere Bestimmung des Werts – statt direkt auf dem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert – basiert. Weiterhin kann auch der Referenzwert, beispielsweise als Offset, wie oben in Bezug auf **Fig. 9** beschrieben, bei dem Bestimmen des zu bestimmenden Werts verwendet werden.

**[0107]** **Fig. 7** zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Betreiben einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids F gemäß ei-

ner dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, insbesondere ein Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung **10** zum Bestimmen eines Werts der Luftfeuchte gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auch das Verfahren gemäß der dritten Ausführungsform wird hauptsächlich anhand der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben, welche sowohl zum Durchführen des Verfahrens gemäß der zweiten als auch des Verfahrens gemäß der dritten Ausführungsform ausgebildet sein kann.

**[0108]** Das Verfahren gemäß der dritten Ausführungsform ist eine Variante des Verfahrens gemäß der zweiten Ausführungsform, welches mit diesem die Schritte S01 bis S03 teilt. Für das Verfahren gemäß der dritten Ausführungsform können die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** parallelschaltbar sowie auch wieder voneinander abkoppelbar sein, wobei Messungen nur durchgeführt werden, wenn die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** parallelgeschaltet sind. Alternativ können die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** für das Verfahren gemäß der dritten Ausführungsform auch permanent parallelgeschaltet sein.

**[0109]** Bei dem Verfahren gemäß der dritten Ausführungsform kann die Kalibrierung der individuellen Vorrichtung mit den Schritten S01 bis S03 abgeschlossen sein. Die Schritte S01 bis S03 können beispielsweise einmal für jede individuelle Vorrichtung durchgeführt werden, welche daraufhin für ein ein- oder mehrmaliges Bestimmen des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids F verwendet werden kann, ohne dass eine weitere Kalibrierung notwendig ist. Die weiteren Schritte S04' bis S06' können somit, insbesondere zeitlich nach den Schritten S01 bis S03, beliebig oft durchgeführt werden.

**[0110]** Gemäß der zweiten Ausführungsform wird in einem Schritt S04' die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** in Kontakt mit dem Fluid F mit der zu messenden Eigenschaft gebracht.

**[0111]** In einem Schritt S05' wird ein dritter aktueller Kapazitätswert der elektrischen Gesamtkapazität der Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit dem Fluid F gemessen, beispielsweise mittels der Messeinrichtung **40** der Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform.

**[0112]** In einem Schritt S06' wird der zu bestimmende Wert der zu messenden Eigenschaft des Fluids F basierend auf dem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert und weiterhin basierend auf der be-

stimmten Sensitivität der Vorrichtung gegenüber der zu messenden Eigenschaft bestimmt. Dabei wird das Produkt aus der Sensitivität und der Differenz zwischen dem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert und dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert bestimmt. Das bestimmte Produkt kann zu einem vorbestimmten Offset, beispielsweise dem Referenzwert, addiert werden, um als Ergebnis den zu bestimmenden Wert zu erhalten. Hierzu kann der Referenzwert in dem Datenspeicher **45** der Recheneinrichtung **44** gespeichert sein.

**[0113]** Fig. 8 zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Herstellungsverfahrens für eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids F gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, insbesondere eines Herstellungsverfahrens für die Vorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Insbesondere bei dem beschriebenen Herstellungsverfahren sollen die Bezugszeichen der Schritte keine zeitliche Reihenfolge implizieren. Insbesondere können die einzelnen Schritte auch teilweise gleichzeitig durchgeführt werden.

**[0114]** In einem Schritt S21 wird, insbesondere auf einem Substrat **50**, eine Mess-Kondensatoreinrichtung **12** ausgebildet, welche mit dem Fluid F in Kontakt bringbar ist.

**[0115]** Das Ausbilden S21 der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** erfolgt derart, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** mit einer ersten Elektrode **14** und einer zweiten Elektrode **16** sowie mit einer ersten dielektrischen Schicht **18** und einer zweiten dielektrischen Schicht **20** ausgebildet wird.

**[0116]** Das Ausbilden S21 erfolgt weiterhin derart, dass eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht **18** bei Kontakt mit dem Fluid F abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids F ist, und dass eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht **20** im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids F ist.

**[0117]** Das Ausbilden S21 erfolgt weiterhin derart, die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** eine erste elektrische Kapazität C1 aufweist, welche zumindest zum Teil auf die erste und zweite Elektrode **14**, **16** in Verbindung mit der ersten dielektrischen Schicht **18** und der zweiten dielektrischen Schicht **20** zurückgeht.

**[0118]** In einem Schritt S22 wird eine Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** ausgebildet, welche die zweite dielektrische Schicht **20**, eine dritte Elektrode **24** und eine vierte Elektrode **26** aufweist.

**[0119]** Die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** wird weiterhin derart ausgebildet, dass die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** eine zweite elektrische Kapazität C2 aufweist, welche zumindest zum Teil auf die dritte und vierte Elektrode **24**, **26** in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht **20** zurückgeht.

**[0120]** Vorteilhafterweise werden die Mess-Kondensatoreinrichtung **12** und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** derart ausgebildet, dass die zweite elektrische Kapazität C2 zwischen 1% und 400% der ersten elektrischen Kapazität C1 ausmacht, bevorzugt zwischen 5% und 300%, insbesondere zwischen 10% und 200%, besonders bevorzugt zwischen 20% und 50%.

**[0121]** Gemäß der vierten Ausführungsform wird die erste dielektrische Schicht **18** und die zweite dielektrische Schicht **20** zwischen der ersten Elektrode **14** und der zweiten Elektrode **16** ausgebildet. Weiterhin wird die zweite dielektrische Schicht **20** zwischen der dritten Elektrode **24** und der vierten Elektrode **26** ausgebildet.

**[0122]** Außerdem wird die zweite dielektrische Schicht **20** zwischen der ersten Elektrode **14** und der zweiten Elektrode **16** sowie zwischen der dritten Elektrode **24** und der vierten Elektrode **26** im selben Fertigungsschritt ausgebildet, sodass die zweite dielektrische Schicht **20** sowohl der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** als auch der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** die gleichen herstellungsbedingten Abweichungen von Sollwerten aufweist, insbesondere was die erste und zweite Schichtdicke d1, d2 der zweiten dielektrischen Schicht **20** angeht.

**[0123]** Sowohl das Ausbilden S21 der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** als auch das Ausbilden S22 der Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** erfolgen vorteilhafterweise auf Waferlevel. So kann mit besonders niedrigem technischen Gesamtaufwand eine Vielzahl von Vorrichtungen gleichzeitig hergestellt werden.

**[0124]** Gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind sowohl die Mess-Kondensatoreinrichtung als auch die Kompensations-Kondensatoreinrichtung als Interdigitalkondensatoren ausgebildet. Die fünfte Ausführungsform ist eine Variante der ersten Ausführungsform, wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung **22** gemäß der ersten Ausführungsform durch eine als Interdigitalkondensator ausgebildete Kompensations-Kondensatoreinrichtung ersetzt ist.

**[0125]** Die als Interdigitalkondensator ausgebildete Kompensations-Kondensatoreinrichtung gemäß der fünften Ausführungsform ist als Variante der in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigten Mess-Kondensatoreinrichtung

**12** gemäß der ersten Ausführungsform ausgebildet, wobei anstelle der ersten dielektrischen Schicht **18** eine elektrisch leitende Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise aus einem Metall, ausgebildet wird. Dabei ist bevorzugt, dass das leitfähige Material im Wesentlichen keine Sensitivität gegenüber der zu messenden Eigenschaft des Fluids aufweist, das heißt eine von der zu messenden Eigenschaft unabhängige Dielektrizitätskonstante aufweist.

**[0126]** Die Abmessungen, insbesondere Schichtdicken, können bei der als Interdigitalkondensator ausgebildeten Kompensations-Kondensatoreinrichtung gemäß der fünften Ausführungsform ebenfalls anders als bei der Mess-Kondensatoreinrichtung **12** gemäß der ersten Ausführungsform ausgebildet sein. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn eine Zwischenraumbreite zwischen den Elektrodenfingern der Kompensations-Kondensatoreinrichtung 0.5-mal bis 2-mal so groß ist wie die Zwischenraumbreite, d4 in **Fig. 3**, zwischen den Elektrodenfingern der Mess-Kondensatoreinrichtung, insbesondere 0.75-mal bis 1.5-mal so groß, besonders bevorzugt gleich groß.

**[0127]** Die zweite dielektrische Schicht **20** wird bei den als Interdigitalkondensator ausgebildeten Mess- und Kompensationskondensatoreinrichtungen im selben Fertigungsschritt aus demselben Material auf dieselbe Weise, etwa durch Aufdampfen, ausgebildet. Somit verhalten sich die Eigenschaften der zweiten dielektrischen Schicht **20** in der Mess- und der Kompensationskondensatoreinrichtung im Wesentlichen gleichartig. Insbesondere verhalten sich Materialparameter als auch herstellungsbedingt streuende, für die Kapazität zu bestimmende Geometrieparameter der zweiten dielektrischen Schicht **20** im Wesentlichen gleichartig. Ganz besonders gilt dies für die erste und zweite Schichtdicke d1, d2 der zweiten dielektrischen Schicht **20**, welche somit – unabhängig von den ggf. unterschiedlichen Abmessungen der Elektrodenfinger – bei der Mess- und der Kompensationskondensatoreinrichtung gemäß der fünften Ausführungsform gleich sind.

**[0128]** Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Insbesondere lässt sich die Erfindung in mannigfaltiger Weise verändern oder modifizieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können zwischen dem Substrat **50** und den ersten bis fünften Elektroden **14**, **16**, **24**, **25**, **26** weitere Schutzschichten, aber auch Schichten mit oder aus Plastik, mit oder aus Epoxid etc. angeordnet sein.

**[0129]** Beispielsweise können auch sowohl die Mess-Kondensatoreinrichtung als auch die Kompen-

sations-Kondensatoreinrichtung als Interdigitalkondensatoren, oder auch beide als Plattenkondensatoren, oder auch als Kondensatoren einer anderen Bauart ausgebildet sein. Eine besonders einfache Herstellung kann erfolgen, wenn die Mess-Kondensatoreinrichtung und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung als Kondensatoren der gleichen Bauart, wenn auch möglicherweise unterschiedlicher Abmessungen, etwa der Elektroden und/oder Elektrodenfinger, ausgebildet sind.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10253913 A1 [0003]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids (F) mit: einer Mess-Kondensatoreinrichtung (12), welche mit dem Fluid (F) in Kontakt bringbar ist, wobei die Mess-Kondensatoreinrichtung eine erste Elektrode (14), eine zweite Elektrode (16), eine erste dielektrische Schicht (18) und eine zweite dielektrische Schicht (20) aufweist; wobei die erste Elektrode (14), die zweite Elektrode (16), die erste dielektrische Schicht (18) und die zweite dielektrische Schicht (20) derart angeordnet sind, dass eine erste elektrische Kapazität (C1) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) zumindest teilweise auf die erste und zweite Elektrode (14, 16) in Verbindung mit der ersten und mit der zweiten dielektrischen Schicht (18, 20) zurückgeht; wobei eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht (18) bei Kontakt mit dem Fluid (F) abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist; wobei eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht (20) im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist; einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22), welche die zweite dielektrische Schicht (20), eine dritte Elektrode (24) und eine vierte Elektrode (26) aufweist; wobei die zweite dielektrische Schicht (20), die dritte Elektrode (24) und die vierte Elektrode (26) derart angeordnet sind, dass eine zweite elektrische Kapazität (C2) der Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) zumindest teilweise auf die dritte und vierte Elektrode (24, 26) in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht (20) zurückgeht; wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) mit der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) parallelgeschaltet oder parallelschaltbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste dielektrische Schicht (18) und die zweite dielektrische Schicht (20) zwischen der ersten Elektrode (14) und der zweiten Elektrode (16) ausgebildet sind und/oder wobei die zweite dielektrische Schicht (20) zwischen der dritten Elektrode (24) und der vierten Elektrode (26) ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 oder 2 mit: einer Messeinrichtung (40), mittels welcher ein erster aktueller Kapazitätswert einer elektrischen Gesamtkapazität einer elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) messbar ist; einer Bestimmungseinrichtung (42), mittels welcher basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert eine Sensitivität der Vorrichtung (10) ge-

genüber der zu messenden Eigenschaft bestimmbar ist; und

einer Recheneinrichtung (44), mittels welcher basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung (10) sowie basierend auf einem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert der ersten elektrischen Kapazität (C1) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) und/oder basierend auf einem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert der elektrischen Gesamtkapazität der Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) der zu bestimmende Wert der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) bestimmbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste dielektrische Schicht (18) ein Polyimid aufweist oder aus einem Polyimid besteht.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) als Plattenkondensator oder als Interdigitalkondensator ausgebildet ist und/oder wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) als Plattenkondensator oder als Interdigitalkondensator ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei das Fluid (F) ein Gas (F) oder Gasgemisch ist und wobei die zu bestimmende Eigenschaft des Gases (F) eine Konzentration eines vorbestimmten Stoffes in dem Gas (F) oder Gasgemisch ist; insbesondere eine Konzentration von Wasserdampf in dem Gas oder Gasgemisch, wobei sich die erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht (18) im Wesentlichen abhängig von der Konzentration des Wasserdampfs in dem Gas oder Gasgemisch verändert.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei das Fluid (F) eine Flüssigkeit ist und wobei die zu bestimmende Eigenschaft der Flüssigkeit ein pH-Wert der Flüssigkeit ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 7, mit:

einer steuerbaren Schaltungseinrichtung (46), mittels welcher die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) mit der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) elektrisch parallelschaltbar und/oder von der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) elektrisch abkoppelbar ist; wobei zumindest die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) und die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) auf einem Substrat (50) ausgebildet sind; und wobei die steuerbare Schaltungseinrichtung (46) als auf dem Substrat (10) angeordnete anwendungsspezifische integrierte Schaltung (46) ausgebildet ist oder als eine von dem Substrat (10) separate, mit der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) und der Kompen-

sations-Kondensatoreinrichtung (22) elektrisch verbundene anwendungsspezifische integrierte Schaltung ausgebildet ist.

9. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung (10) zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids (F), insbesondere einer Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit den Schritten:

Bringen (S01) einer Mess-Kondensatoreinrichtung (12) in Kontakt mit einem Referenzfluid, wobei das Referenzfluid einen vorbestimmten Referenzwert der zu bestimmenden Eigenschaft aufweist;

wobei eine erste elektrische Kapazität (C1) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) sich aus einem ersten Kapazitätsanteil (Cm) und aus einem zweiten Kapazitätsanteil (Cp) zusammensetzt;

wobei der erste Kapazitätsanteil (Cm) bei Kontakt mit dem Referenzfluid abhängig von der zu messenden Eigenschaft ist;

und wobei der zweite Kapazitätsanteil (Cp) im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft ist;

Messen (S02), während zumindest die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) in Kontakt mit dem Referenzfluid gebracht ist, eines ersten aktuellen Kapazitätswerts einer elektrischen Gesamtkapazität einer elektrischen Parallelschaltung der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22);

wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) eine zweite elektrische Kapazität aufweist;

wobei die zweite elektrische Kapazität (C2) im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft ist; und

wobei die zweite elektrische Kapazität (C2) in einem im Wesentlichen bekannten Verhältnis zu dem zweiten elektrischen Kapazitätsanteil (Cp) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) steht;

und

Bestimmen (S03), basierend auf dem gemessenen ersten aktuellen Kapazitätswert sowie dem vorbestimmten ersten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft des Referenzfluids, einer Sensitivität der Vorrichtung (10) gegenüber der zu messenden Eigenschaft.

10. Verfahren nach Anspruch 9 mit den weiteren Schritten:

Messen (S04) eines vierten aktuellen Kapazitätswerts der ersten elektrischen Kapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit dem Referenzfluid, wobei das Referenzfluid den vorbestimmten Referenzwert der zu messenden Eigenschaft des Referenzfluids aufweist;

Bringen (S06) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) in Kontakt mit dem Fluid (F) mit der zu messenden Eigenschaft;

Messen (S07) eines zweiten aktuellen Kapazitätswerts der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung mit dem Fluid (F) mit der zu messenden Eigenschaft;

Berechnen (S08) des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) basierend auf dem gemessenen zweiten aktuellen Kapazitätswert; weiterhin basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung (10) gegenüber der zu messenden Eigenschaft; sowie basierend auf dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert.

11. Verfahren nach Anspruch 10 mit dem weiteren Schritt:

Ermitteln (S05) eines Differenzwerts zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert;

wobei das Berechnen (S08) des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) basierend auf dem ermittelten Differenzwert zwischen dem gemessenen ersten und dem gemessenen vierten aktuellen Kapazitätswert durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 9 bis 11 mit den weiteren Schritten:

Bringen (S04') der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) in Kontakt mit dem Fluid (F) mit der zu messenden Eigenschaft;

Messen (S05') eines dritten aktuellen Kapazitätswerts der elektrischen Gesamtkapazität der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit der Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) bei Kontakt der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit dem Fluid (F);

Berechnen (S06') des zu bestimmenden Werts der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) basierend auf dem gemessenen dritten aktuellen Kapazitätswert; und weiterhin basierend auf der bestimmten Sensitivität der Vorrichtung (10) gegenüber der zu messenden Eigenschaft.

13. Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Werts einer zu messenden Eigenschaft eines Fluids (F) mit den Schritten:

Ausbilden (S21) einer Mess-Kondensatoreinrichtung (12), welche mit dem Fluid (F) in Kontakt bringbar ist; wobei das Ausbilden (S21) der Mess-Kondensatoreinrichtung (12) derart erfolgt, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) mit einer ersten Elektrode (14) und einer zweiten Elektrode (16) sowie mit einer ersten dielektrischen Schicht (18) und einer zweiten dielektrischen Schicht (20) ausgebildet wird; wobei eine erste Dielektrizitätskonstante der ersten dielektrischen Schicht (18) bei Kontakt mit dem Fluid (F) abhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist; und wobei eine zweite Dielektrizitätskonstante der zweiten dielektrischen Schicht (20) im Wesentlichen unabhängig von der zu messenden Eigenschaft des Fluids (F) ist;

wobei die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) weiterhin derart ausgebildet wird, dass die Mess-Kondensatoreinrichtung (12) eine erste elektrische Kapazität (C1) aufweist, welche zumindest zum Teil auf die erste und zweite Elektrode (14, 16) in Verbindung mit der ersten dielektrischen Schicht (18) und der zweiten dielektrischen Schicht (20) zurückgeht;

Ausbilden (S22) einer Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22), welche die zweite dielektrische Schicht (20), eine dritte Elektrode (24) und eine vierte Elektrode (26) aufweist;

wobei die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) weiterhin derart ausgebildet wird, dass die Kompensations-Kondensatoreinrichtung (22) eine zweite elektrische Kapazität (C2) aufweist, welche zumindest zum Teil auf die dritte und vierte Elektrode (24, 26) in Verbindung mit der zweiten dielektrischen Schicht (20) zurückgeht.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die erste dielektrische Schicht (18) und die zweite dielektrische Schicht (20) zwischen der ersten Elektrode (14) und der zweiten Elektrode (16) ausgebildet werden und/oder wobei die zweite dielektrische Schicht (20) zwischen der dritten Elektrode (24) und der vierten Elektrode (26) ausgebildet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die zweite dielektrische Schicht (20) zwischen der ersten Elektrode (14) und der zweiten Elektrode (16) sowie zwischen der dritten Elektrode (24) und der vierten Elektrode (26) im selben Fertigungsschritt ausgebildet wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

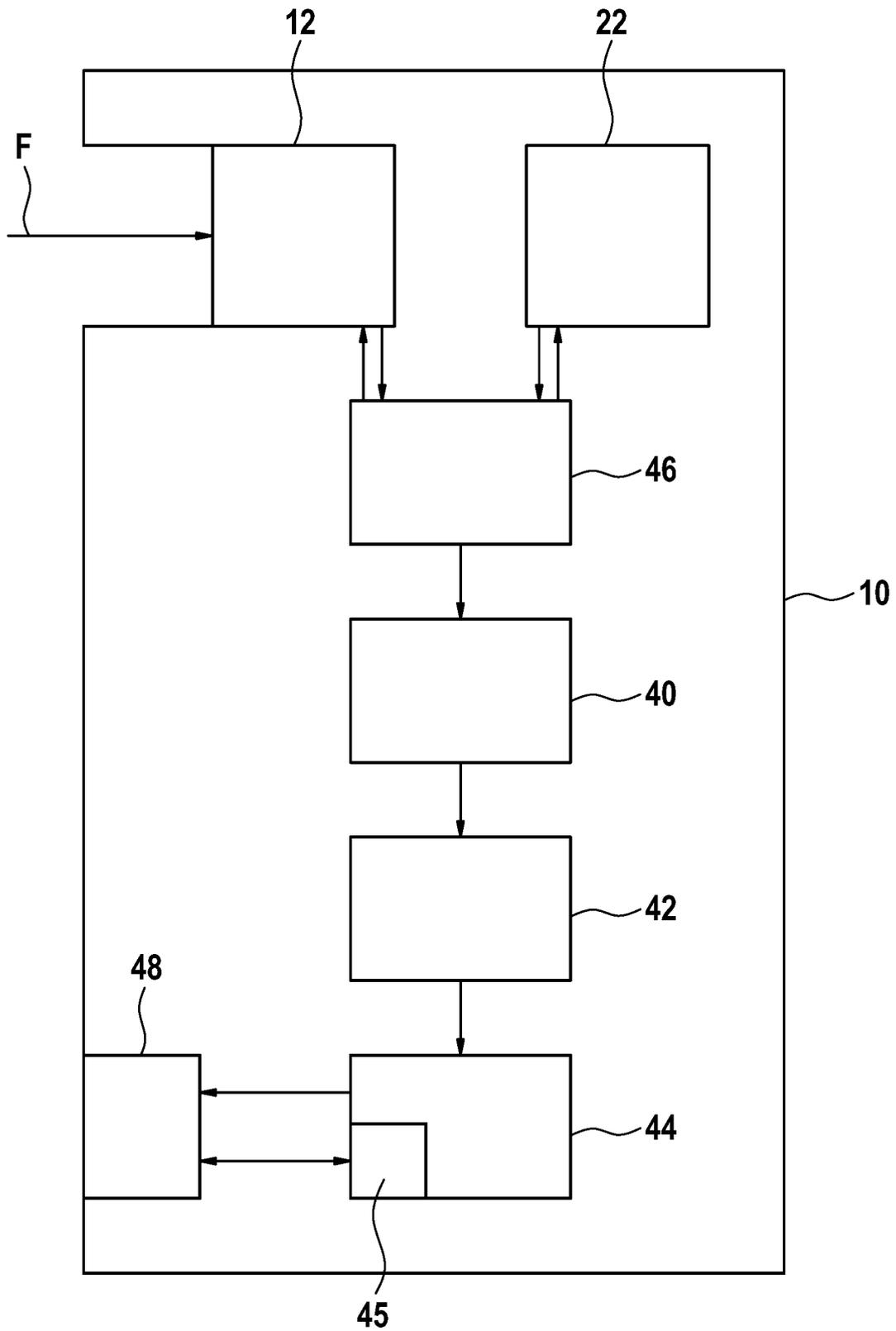
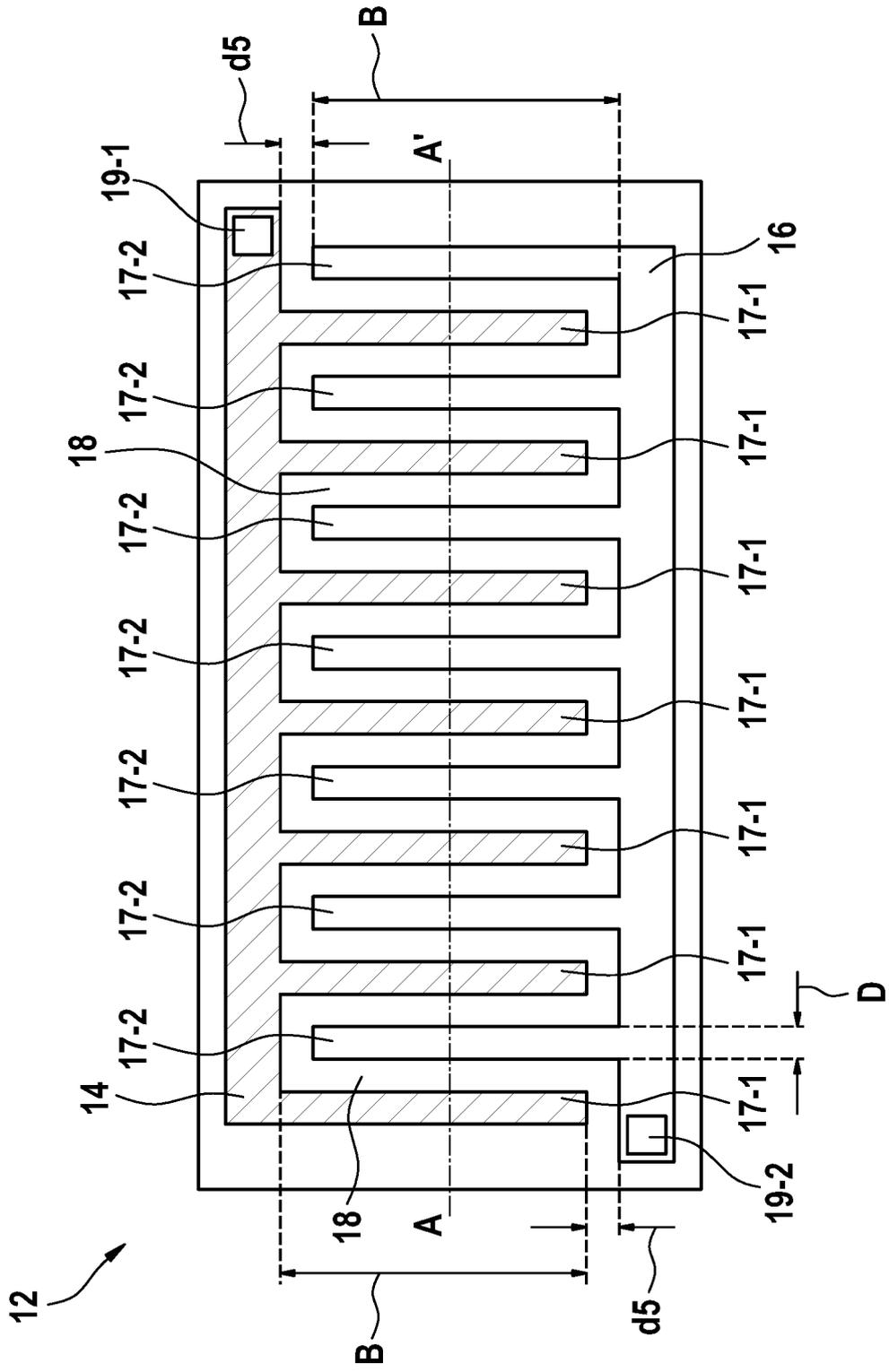
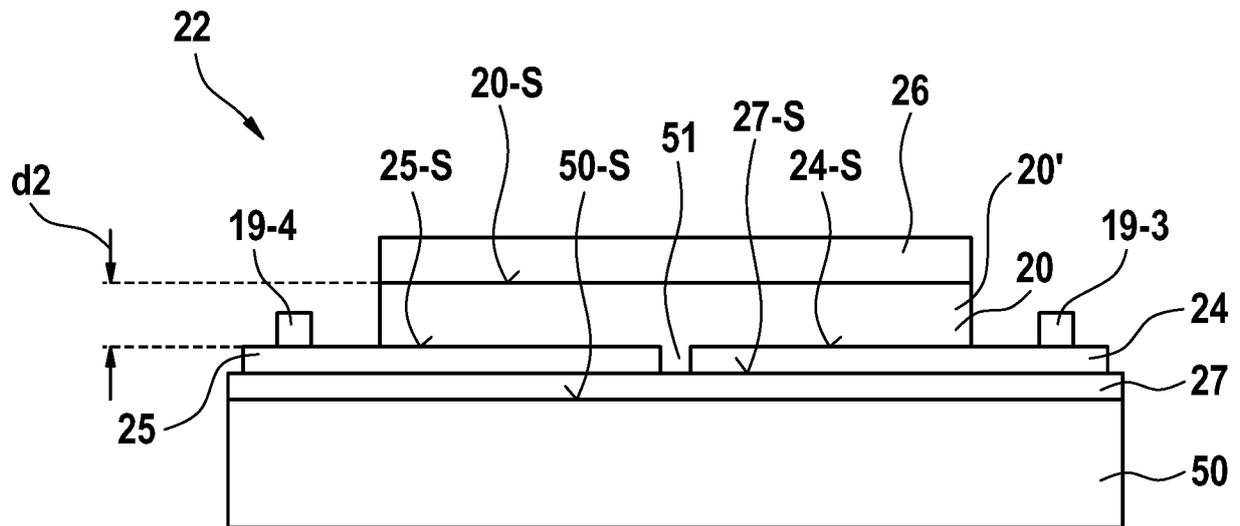


FIG. 2

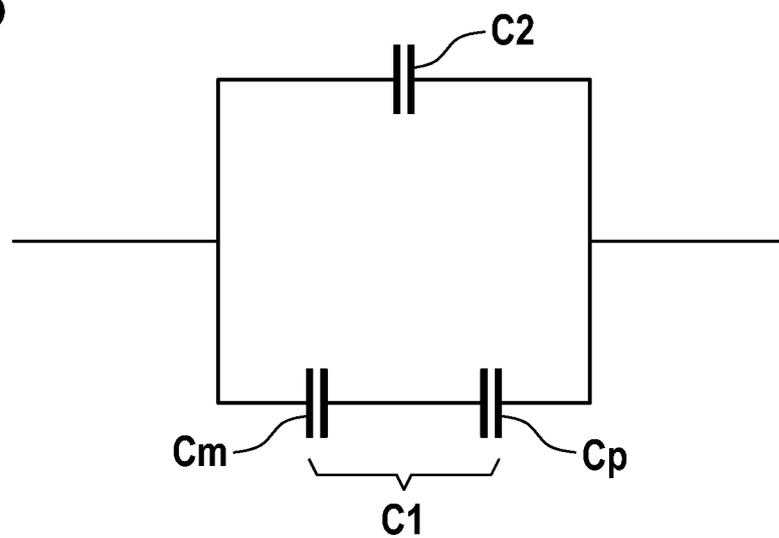


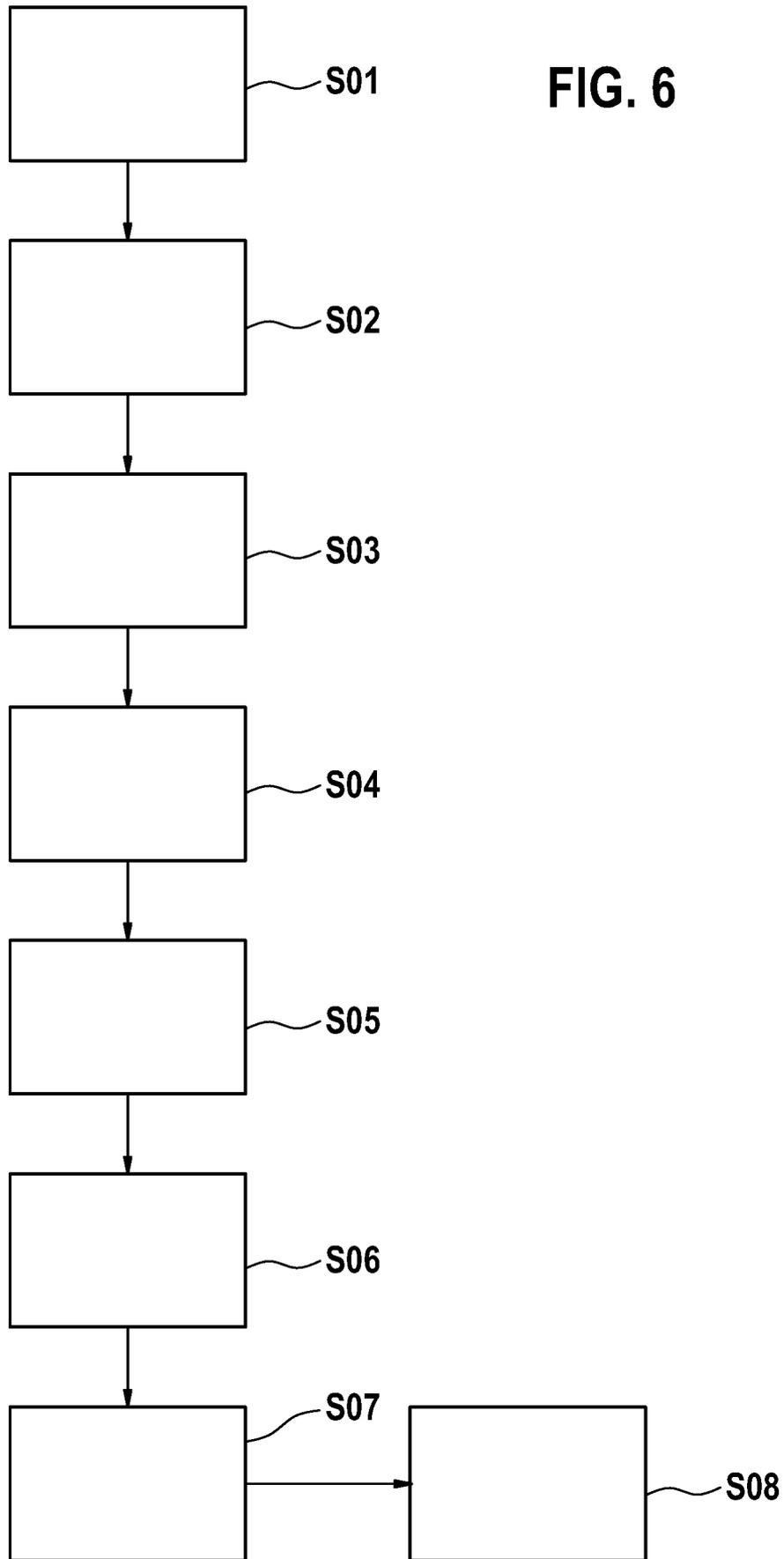


**FIG. 4**

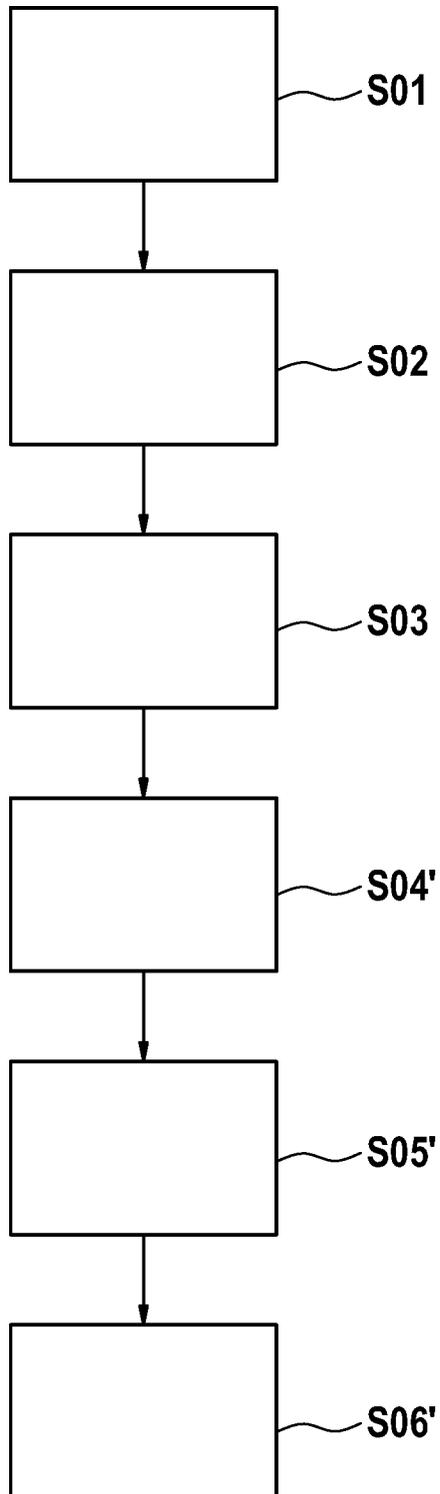


**FIG. 5**





**FIG. 6**



**FIG. 7**

FIG. 8

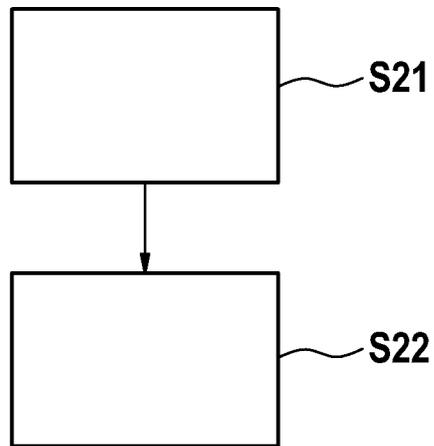


FIG. 9

