

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/149958 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**G01D 5/24** (2006.01) **H03K 17/96** (2006.01)  
**G01R 27/26** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/057031

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. Mai 2011 (03.05.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHEIBNER, Dirk** [DE/DE]; Coseler Str. 27, 90473 Nürnberg (DE). **STECKENBORN, Arno** [DE/DE]; Stadtrandstr. 467B, 13589 Berlin (DE). **THEILE, Oliver** [DE/DE]; Taldorfer Weg 17a, 13437 Berlin (DE). **HASSEL, Jörg** [DE/DE]; Birkenweg 25, 91058 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

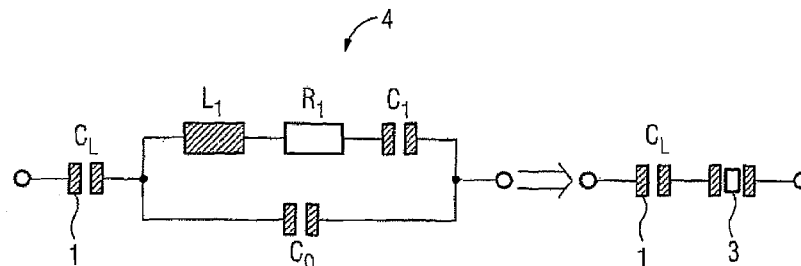
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A CHANGE IN A VALUE OF CAPACITANCE OF A CAPACITIVE COMPONENT, AND APPARATUS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINER ÄNDERUNG EINES WERTS EINER KAPAZITÄT EINES KAPAZITIVEN BAUELEMENTS SOWIE VORRICHTUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a change in a value of a capacitance ( $C_L$ ) of a capacitive component (1) having the following steps: - an electrical circuit arrangement (2) which comprises the capacitive component ( $C_L$ ) and a quartz oscillator (3) is produced, wherein the capacitive component (1) acts as a load capacitance for the quartz oscillator (3); - the quartz oscillator (3) is made to oscillate at a first frequency ( $f_0$ ); - the capacitance ( $C_L$ ) of the capacitive component (1) is changed; - when the capacitance has changed ( $C_L \pm \Delta C_L$ ), a deviation in the oscillation frequency ( $\Delta f$ ) of the quartz oscillator (3) from the first frequency ( $f_0$ ) is determined; and - the change in the value of the capacitance ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) of the capacitive component (1) is determined from the deviation in the oscillation frequency ( $\Delta f$ ).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Änderung eines Werts einer Kapazität ( $C_L$ ) eines kapazitiven Bauelements (1) mit den Schritten: - Ausbilden einer elektrischen Schaltungsanordnung (2), welche das kapazitive Bauelement ( $C_L$ ) und einen Quarzoszillator (3) umfasst, wobei das kapazitive Bauelement (1) als Lastkapazität des Quarzoszillators (3) wirkt;

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/149958 A1

---

- Versetzen des Quarzoszillators (3) in Schwingung mit einer ersten Frequenz ( $f_0$ ); - Ändern der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1); - bei geänderter Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) Bestimmen einer Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ) des Quarzoszillators (3) von der ersten Frequenz ( $f_0$ ); und - Bestimmen der Änderung des Werts der Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ).

## Beschreibung

Verfahren zum Bestimmen einer Änderung eines Werts einer Kapazität eines kapazitiven Bauelements sowie Vorrichtung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Änderung eines Werts einer Kapazität eines kapazitiven Bauelements mit den Schritten: Ausbilden einer elektrischen Schaltungsanordnung, welche das kapazitive Bauelement und einen Quarzoszillator umfasst, wobei das kapazitive Bauelement als Lastkapazität des Quarzoszillators wirkt, und Versetzen des Quarzoszillators in Schwingung mit einer ersten Frequenz. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung mit einer elektrischen Schaltungsanordnung, welche ein kapazitives Bauelement und einen Quarzoszillator umfasst, wobei das kapazitive Bauelement als Lastkapazität des Quarzoszillators wirkt, wobei das kapazitive Bauelement so ausgebildet ist, dass ein Wert einer ihm zu eigenen Kapazität veränderlich ist.

Es sind kapazitive Sensoren bekannt, bei denen eine Änderung einer Kapazität als Maß für eine zu bestimmende Messgröße herangezogen wird. Mit solchen Sensoren lassen sich beispielsweise Abstände, Dehnungen, Füllstände oder Neigungen messen. Besonders einfach und Platz sparend können kapazitive Sensoren im Rahmen der Siliziummikromechanik realisiert werden. Ein Beispiel hierbei sind so genannte mikromechanische Kraftsensoren, welche als MEMS (microelectromechanical systems) Bauteil ausgebildet sind.

Es sind hierbei verschiedene Verfahren der Kapazitätsmessung bekannt. So kann die Zeit gemessen werden, welche zur Aufladung einer vorgegebenen Messkapazität benötigt wird. Hierbei erfolgt meist ein Vergleich mit einer bekannten Referenzkapazität. Die Messkapazität kann jedoch auch als frequenzbestimmendes Element in einem Schwingkreis eingesetzt werden, wobei über eine Auswertung der Schwingfrequenz auf die Messkapazität rückgeschlossen werden kann. Bei bekannter Messfrequenz kann auch die Impedanz der Kapazität gemessen werden.

Das Verfahren, bei dem die Messkapazität über einen konstanten Strom aufgeladen wird, hat den Nachteil, dass dynamische Messungen der Veränderung der Messkapazität nur im Falle sehr geringer Frequenzen möglich sind. Für die Ladezeit wird von einer geringen Veränderung der Messkapazität ausgegangen. Auf diese Art sind Integrationszeiten von 100ms beispielsweise gerade noch möglich. Für schnelle dynamische Messungen (Zeitskala deutlich kleiner als 100ms) ist dieses Verfahren also nicht geeignet.

Zudem stellt die Auswertung kapazitiver Sensoren mit hoher Genauigkeit eine Herausforderung dar, da meist eine nur sehr geringe Kapazitätsänderung bei vergleichsweise großer Grundkapazität detektiert werden muss.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren sowie eine Vorrichtung bereitzustellen, mit Hilfe derer sich Änderungen in einer Messkapazität noch einfacher messen lassen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, welches die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist, sowie eine Vorrichtung, welche die Merkmale des Patentanspruchs 5 aufweist, gelöst.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Bestimmen einer Änderung eines Werts einer Kapazität eines kapazitiven Bauelements und umfasst die folgenden Schritte:

- Ausbilden einer elektrischen Schaltungsanordnung, welche das kapazitive Bauelement und einen Quarzoszillator umfasst, wobei das kapazitive Bauelement als Lastkapazität des Quarzoszillators wirkt;
- Versetzen des Quarzoszillators in Schwingung mit einer ersten Frequenz;
- Ändern der Kapazität des kapazitiven Bauelements;
- bei geänderter Kapazität Bestimmen einer Abweichung der Schwingungsfrequenz des Quarzoszillators von der ersten Frequenz;

- Bestimmen der Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz.

5 Das Verfahren erlaubt es insbesondere, durch Frequenzauswertung präzise Rückschlüsse auf die Änderung der Kapazität des kapazitiven Bauelements zu ziehen. Quarzoszillatoren sind kostengünstig und erlauben dennoch eine hochpräzise Frequenzmessung und damit auch Messung der Kapazität des kapazitiven Bauelements. Das Verfahren kann in Zusammenhang mit einer  
10 vergleichsweise einfachen Schaltungsanordnung in sehr kompakten Bauelementen ausgeführt werden. Durch das Zurückführen einer Kapazitätsänderung auf eine Frequenzänderung ist ein hochgenaues Messverfahren geschaffen, da sich Zeiten und damit  
15 mit Frequenzen mit hoher Präzision bestimmen lassen.

Bei dem kapazitiven Bauelement kann es sich insbesondere um einen elektrischen Kondensator, insbesondere einen Plattenkondensator handeln. Durch das kapazitive Bauelement wird  
20 dann insbesondere eine Messkapazität bereitgestellt, deren Kapazitätswert veränderlich ist. Die Kopplung mit dem Quarzoszillator, insbesondere in einer Reihenschaltung von kapazitivem Bauelement und Quarzoszillator, erlaubt die Nutzung des so genannten Zieheffekts zur Kapazitätsbestimmung im Rahmen  
25 des Verfahrens. Die Frequenz, mit der der Quarzoszillator schwingt, wird nämlich durch eine Lastkapazität und damit durch das kapazitive Bauelement, welches gerade als Lastkapazität wirkt, bestimmt. Durch ein Verändern der Lastkapazität kommt es insbesondere zur Veränderung der Frequenz am Quarzoszillator, welche messbar ist. Das kapazitive Bauelement  
30 kann insbesondere auch als Trimmkondensator wirken. Kapazitätsänderungen des kapazitiven Bauelements können beispielsweise durch Änderungen eines Dielektrikums und/oder Abstandsänderungen zwischen Elektroden bedingt sein.

35

Das kapazitive Bauelement bzw. die Messkapazität wirkt als Lastkapazität des Quarzoszillators. Eine Änderung der Lastkapazität bewirkt eine Frequenzänderung des Quarzoszillators.

Diese Frequenzänderung ist wiederum ein Maß für die Kapazitätsänderung und für eine zu bestimmende Messgröße.

Vorzugsweise umfasst das Verfahren die folgenden zusätzlichen Schritte:

- Ausbilden einer zweiten elektrischen Schaltungsanordnung, welche ein zweites kapazitives Bauelement mit einer Kapazität umfasst, deren Wert bekannt ist, und einem zweiten Quarzoszillator, sodass eine Schwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators durch die Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements zumindest teilweise festgelegt wird;
- Versetzen des zweiten Quarzoszillators in Schwingung mit einer Ausgangsschwingungsfrequenz;
- Ändern der Kapazität des kapazitiven Bauelements durch ein erstes und durch ein zweites Mittel;
- Ändern der Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements ausschließlich durch das zweite Mittel;
- Bei geänderter Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements Bestimmen einer Endschwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators;
- Bestimmen des Anteils der Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements, welcher durch das erste Mittel bedingt ist, aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz sowie der Ausgangsschwingungsfrequenz und der Endschwingungsfrequenz.

Durch die zweite elektrische Schaltungsanordnung ist dann insbesondere ein Referenzsystem für die eigentlich messende elektrische Schaltungsanordnung geschaffen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das erste Mittel, durch welches die Kapazität des kapazitiven Bauelements geändert wird, explizit mit einer zu messenden Größe korreliert ist. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das kapazitive Bauelement als Plattenkondensator ausgebildet ist, wobei das erste Mittel darin bestehen kann, die Kapazität über eine Variation des Plattenabstands zu ändern, um hieraus auf eine Wegänderung bzw. eine Kraftänderung rückschließen zu können. Mit diesem

ersten Mittel soll insbesondere keine Änderung der Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements erfolgen. Das zweite kapazitive Bauelement erfasst dagegen insbesondere ausschließlich Änderungen durch ein zweites Mittel, welches auch auf  
5 das erste kapazitive Bauelement wirkt. Bei einem solchen Mittel kann es sich insbesondere um eine Änderung eines Umwelteinflusses, z.B. eine Änderung einer Temperatur und/oder eine Änderung eines Betauungsgrades, handeln. Ein solcher Umwelteinfluss kann sich dann insbesondere gleichartig auf die  
10 elektrische Schaltungsanordnung und die zweite elektrische Schaltungsanordnung auswirken. Durch das Messverfahren unter Zuhilfenahme der zweiten elektrischen Schaltungsanordnung ist dann sichergestellt, dass sich diese Umwelteinflüsse, welche eine ungewollte Kapazitätsänderung an der eigentlichen Mess-  
15 kapazität bedingen, herausrechnen lassen. Auf diese Art können Störeinflüsse im Rahmen des Messverfahrens messtechnisch berücksichtigt werden. Die Änderung der Kapazität des kapazitiven Bauelements kann noch präziser erfolgen.

20 Vorzugsweise erfolgt dann das Bestimmen des Anteils der Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements dadurch, dass ein Frequenzsignal, welches von der elektrischen Schaltungsanordnung bereitgestellt wird, und ein weiteres  
25 Frequenzsignal, welche von der zweiten elektrischen Schaltungsanordnung bereitgestellt wird, zu einem Mischsignal mit einer Schwebung gemischt werden und die Schwebung ermittelt wird. Das Mischen kann insbesondere durch Multiplikation der beiden Frequenzsignale erfolgen, wodurch insbesondere ein  
30 amplitudenmoduliertes Signal entsteht, dessen Schwebung bestimmbar ist. Über eine Demodulation des Gesamtsignals kann dann insbesondere auf die Abweichung der Schwingungsfrequenz und folglich auf die Änderung der Kapazität des kapazitiven Bauelements geschlossen werden. Diese Art der Frequenzauswertung ist äußerst zweckmäßig, genau und einfach durchzuführen.

35

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine elektrische Schaltungsanordnung, welche ein kapazitives Bauelement und einen Quarzoszillator umfasst, wobei das kapazitive Bauele-

ment als Lastkapazität des Quarzoszillators wirkt, wobei das kapazitive Bauelement so ausgebildet ist, dass ein Wert einer ihm zu eigenen Kapazität veränderlich ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst auch eine Auswerteeinheit, welche  
5 dazu ausgebildet ist, eine durch eine Änderung der Kapazität des kapazitiven Bauelements bedingte Abweichung der Schwingungsfrequenz des Quarzoszillators von einer ersten Frequenz zu bestimmen und hieraus die Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements zu bestimmen.

10

Vorzugsweise umfasst das kapazitive Bauelement zumindest zwei kapazitive Teilbauelemente, welche jeweils als Lastkapazität des Quarzoszillators wirken. Insbesondere kann hierdurch eine differentielle Messkapazität realisiert werden, wobei beide  
15 Teilbauelemente der Messkapazität jeweils als Lastkondensator genutzt werden können und damit ein deutlich größerer Zieheffekt erzielbar ist. Die Messgenauigkeit lässt sich insgesamt vergrößern. Beispielsweise führen dann bereits geringe Abstandsänderungen der Platten eines als Plattenkondensator  
20 ausgebildeten kapazitiven Elements zu großen Änderungen in der Schwingungsfrequenz, welche sich einfach detektieren lassen. Es kann vorgesehen sein, dass die Kapazitätsänderung an beiden Teilbauelementen gleichartig erfolgt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass sich die Kapazität des einen Teilbauelements verringert, während sich bei ein und demselben  
25 Messvorgang die Kapazität des anderen Teilbauelements vergrößert.

Vorzugsweise umfasst das kapazitive Bauelement zumindest zwei  
30 Einheiten, durch welche gemeinsam ein elektrischer Kondensator ausgebildet wird, und das Ändern der Kapazität des kapazitiven Bauelements durch ein Ändern eines Abstands der zumindest zwei Einheiten zueinander bewirkt wird. Der Kondensator kann hierbei insbesondere als Plattenkondensator ausgebildet  
35 sein. Auf diese Art ist eine hochsensitive Abstandsmessvorrichtung realisiert. Die Abstandsänderung kann nämlich eine Kapazitätsänderung bewirken, welche wiederum zu einer Frequenzänderung an dem Quarzoszillator führt. Die Frequenz-

änderung wird dann gemessen und es kann auf die Abstandsänderung rückgeschlossen werden. Diese Ausführungsform erlaubt auch die Realisierung einer Vorrichtung, mit Hilfe derer sich Kräfte messen lassen. So kann vorgesehen sein, dass über das  
5 Hook'sche Gesetz eine Kraftänderung mit einer Wegänderung in Beziehung gesetzt wird, wobei die Wegänderung wiederum über die Kapazitäts- und Frequenzänderung gemäß dem vorliegenden Verfahren erfasst wird. Die so geschaffene Messvorrichtung ist sehr universell einsetzbar für alle möglichen Messvorgänge,  
10 bei denen ein Abstand zu bestimmen ist.

Vorzugsweise ist dann eine erste der zumindest zwei Einheiten als Verschiebeelement positionsveränderlich relativ zu einer zweiten der zumindest zwei Einheiten ausgebildet, und die  
15 Auswerteeinheit dazu ausgebildet, aus der Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements eine Änderung eines Werts eines Relativabstands zwischen der ersten und der zweiten Einheit zu bestimmen. Bei dem Verschiebeelement kann es sich insbesondere um eine positionsveränderlich angeordnete  
20 Platte eines Plattenkondensators handeln.

Vorzugsweise sind zumindest das kapazitive Bauelement und der Quarzoszillator in einem mikromechanischen Bauteil, insbesondere einem MEMS Bauteil auf Siliziumbasis, ausgebildet. Auf  
25 diese Art ist ein hochkompakter Kapazitäts- bzw. Abstandsmesser geschaffen, welcher zudem sehr kostengünstig herstellbar ist.

Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung eine zweite elektrische  
30 Schaltungsanordnung, welche ein zweites kapazitives Bauelement mit einer Kapazität umfasst, deren Wert bekannt ist, und einen zweiten Quarzoszillator, wobei eine Schwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators durch die Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements zumindest teilweise festgelegt ist,  
35 wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, bei Änderung der Kapazität des kapazitiven Bauelements durch ein erstes und durch ein zweites Mittel und bei Änderung der Kapazität des zweiten kapazitiven Bauelements ausschließlich durch das

zweite Mittel einen Anteil der Änderung des Werts der Kapazität des kapazitiven Bauelements, welcher durch das erste Mittel bedingt ist, aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz des Quarzoszillators sowie eine Änderung der Schwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators zu bestimmen.

Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung dann ein Gehäuse, wobei sowohl die elektrische Schaltungsanordnung als auch die zweite elektrische Schaltungsanordnung innerhalb des Gehäuses ausgebildet sind. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, da durch sie sichergestellt ist, dass sowohl die elektrische Schaltungsanordnung als auch die zweite elektrische Schaltungsanordnung nahezu identischen Umwelteinflüssen, z.B. Temperaturänderungen oder Luftfeuchtigkeitsänderungen, ausgesetzt sind. Dann ist durch die zweite elektrische Schaltungsanordnung ein sehr aussagekräftiges Referenzsystem geschaffen, mit dem sich die Messgenauigkeit der elektrischen Schaltungsanordnung verbessern lässt.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren dargestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Vorrichtung.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Serienschaltung eines Ziehkondensators mit einem Schwingquarz sowie eine zugehörige Ersatzschaltung;

FIG 2 eine Schaltungsanordnung mit einem Schwingquarz und einem Ziehkondensator;

FIG 3 ein Diagramm, welches den Zusammenhang zwischen einem Lastresonanzoffset und dem Wert einer Kapazität für verschiedene Schwingquarze beschreibt;

FIG 4 eine elektrische Schaltungsanordnung für eine Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

FIG 5 eine elektrische Schaltungsanordnung für eine Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;  
5 und

FIG 6 eine Referenzschaltung.

10 In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt eine einfache schematische Reihenschaltung eines kapazitiven Bauelements, welches als Ziehkondensator 1 mit  
15 elektrischer Kapazität  $C_L$  ausgebildet ist, und einem Schwingquarz 3. In dieser Anordnung wirkt der Ziehkondensator 1 als Lastkapazität des Schwingquarzes 3. Eine Änderung der Kapazität  $C_L$  bewirkt eine Frequenzänderung des Schwingquarzes 3. Die Frequenzänderung am Schwingquarz 3 ist damit ein Maß für  
20 die Änderung der Kapazität  $C_L$  des Ziehkondensators 1. Man sagt, dass mit dem Ziehkondensator die Frequenz des Schwingquarzes 3 quasi gezogen werden kann (so genannter Zieheffekt).

25 Der Schwingquarz 3 ist ein elektronisches Bauelement, welches sich durch das ebenfalls in FIG 1 dargestellte Ersatzschaltbild mit einem Schwingkreis 4 beschreiben lässt. Der Schwingkreis 4 ist über eine Parallelschaltung einer Kapazität  $C_0$  und einer Serienschaltung aus einer Kapazität  $C_1$ , einem Widerstand  $R_1$  und einer Induktivität  $L_1$  gebildet. Dem Ziehkondensator 1 lässt sich dann der Widerstand  $R_L$  zuordnen, für  
30 den gilt:

$$R_L = R_1 \left( 1 + \frac{C_0}{C_L} \right)^2$$

35

FIG 2 zeigt eine Schaltung 2, welche die aus FIG 1 bekannte Reihenschaltung umfasst. Die Veränderbarkeit des Ziehkonden-

sators 1 ist im Schaltbild explizit dargestellt. Die so gebildete Reihenschaltung ist an ihren Enden mit einem Ein- und Ausgang eines Verstärkers 5 sowie mit Widerständen R verbunden. In dieser Anordnung kann der Effekt des Ziehens der Schwingfrequenz des Schwingquarzes 3 im Rahmen des Messverfahrens ausgenutzt werden. Für die Signal- bzw. Frequenzbewertung kann zusätzlich ein Mikrocontroller vorgesehen sein.

FIG 3 zeigt den so genannten Lastresonanzoffset LO als Funktion der Kapazität  $C_L$ . Die Kapazität  $C_L$  ist auf der x-Achse in Pikofarad angetragen, während der Lastresonanzoffset auf der y-Achse in parts per million dargestellt ist. Die verschiedenen Kurven gehören zu unterschiedlichen  $C_0$  bzw.  $C_1$  Kapazitätswerten, durch welche gemäß FIG 1 Ersatzdaten für den Schwingquarz 3 gegeben sind. Das Diagramm lässt sich so lesen, dass die Lastkapazität  $C_L$  quasi die Resonanzfrequenz des Schwingquarzes 3 verzieht. Es gilt der Zusammenhang:

$$LO = \frac{C_1}{2(C_0 + C_L)}$$

20

Auch in den Figuren 4 und 5 ist nochmals dieser Zusammenhang verdeutlicht. Gemäß FIG 4 ist in der Schaltung 2 ebenfalls ein Ziehkondensator 1 vorgesehen, dessen Kapazitätsänderungen  $\pm \Delta C_L$  zu Frequenzänderungen  $\pm \Delta f$  an dem Schwingquarz 3 führen. Diese Frequenzänderung  $\pm \Delta f$  erfolgen um eine Frequenz  $f_0$  herum.

Ähnlich verhält sich Schaltung 2 gemäß dem in FIG 5 gezeigten Schaltbild. In ihr besteht jedoch das kapazitive Bauelement aus zwei kapazitiven Teilbauelementen in Form der Ziehkondensatoren 1a und 1b. Hierdurch wird eine differentielle Messkapazität realisiert, bei der beide Ziehkondensatoren 1a und 1b jeweils als Lastkondensator des Schwingquarzes 3 genutzt werden. Auf diese Art ist ein größerer Zieheffekt erzielbar, welcher sich in ausgeprägteren Frequenzänderungen  $\Delta f$  ausdrückt.

35

In den dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Ziehkondensator 1 (bzw. 1a und 1b) als Plattenkondensator ausgebildet, bei dem eine der beiden Platten gegenüber der anderen Platte hinsichtlich ihres Abstandes positionsveränderlich  
5 ausgebildet ist. Diese bewegliche Platte ist wiederum mit dem zu messenden System verbunden. Kommt es zu einer Positionsveränderung dieser beweglichen Platte, zum Beispiel dadurch, dass sich das zu messende System bewegt, so führt dies zu einer Änderung des Plattenabstands im Plattenkondensator. Dies  
10 bedingt wiederum eine Kapazitätsänderung  $\Delta C_L$ , welche im Rahmen des Verfahrens über die Frequenzänderung  $\Delta f$  detektiert wird. Mit dem in FIG 5 gezeigten Ausführungsbeispiel lassen sich auch minimalste Positionsänderungen sehr exakt erfassen.

15 Eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Messgenauigkeit kann durch Einsatz einer Referenzschaltung 2' erzielt werden, wie sie in FIG 6 beispielhaft dargestellt ist. So liegen beispielsweise die Schaltung 2 der FIG 4 und die Referenzschaltung 2' der FIG 6 in einem gemeinsamen Gehäuse einer Messvorrichtung vor. Mit dem Ziehkondensator 1 der FIG 4, welcher  
20 als Plattenkondensator ausgebildet ist, soll nunmehr eine Abstandsänderung gemessen werden. Während der Abstandsmessung kommt es jedoch zur Änderung von Umweltgrößen, nämlich z.B. zu einer Temperaturänderung bzw. zu einer Änderung der Luftfeuchtigkeit innerhalb des Gehäuses, was eine veränderte Be-  
25 tauung der elektronischen Bauteile der Schaltung 2 bzw. der Referenzschaltung 2' bedingt. Auch ohne Abstandsänderung ändert sich hierdurch die Dielektrizitätskonstante des Mediums innerhalb des Ziehkondensators 1. Zur Kapazitätsänderung  $\Delta C_L$   
30 trägt folglich auch die Veränderung dieser Umweltgrößen bei. Wäre das in FIG 6 gezeigte Referenzsystem nicht vorgesehen, so würde diese Änderung der Umwelteinflüsse fälschlicherweise als Abstandsänderung interpretiert werden.

35 Mit der Referenzschaltung 2' lassen sich jedoch diese Umwelteinflüsse messtechnisch kompensieren. Hierzu umfasst die Referenzschaltung 2' ebenfalls einen Verstärker 5, einen Referenzquarz 3' sowie einen Referenzkondensator 1' mit der Refe-

renzkapazität  $C_R$ . Der Referenzkondensator 1' ist hierbei nicht veränderlich ausgebildet, weist also einen konstanten Plattenabstand auf. Die Referenzkapazität  $C_R$  ist bekannt. Wirkt sich nunmehr die Veränderung der Umweltgrößen gleichartig auf die Schaltung 2 und die Referenzschaltung 2' aus, so ist eine korrelierte Veränderung der Schwingungsfrequenz von Schwingquarz 3 und Referenzschwingquarz 3' aufgrund der Umweltgrößen zu erwarten. Es ist nunmehr vorgesehen, die Schwingungsfrequenz des Schwingquarzes 3 mit der Schwingungsfrequenz des Referenzschwingquarzes 3' zu vergleichen. Es wird eine gleichartige Frequenzverschiebung bzw. Frequenzänderung  $\Delta f$  detektiert. Durch Mischen (Multiplikation) der beiden Frequenzsignale entsteht ein amplitudenmoduliertes Signal, das eine Schwebung mit der Frequenzänderung des Messoszillators bzw. Schwingquarzes 3 ausweist. Diese der Messgröße proportionale Frequenzänderung wird zur Auswertung demoduliert (Gleichrichtung und Tiefpassfilterung).

Durch Variation der Lastkapazität zur kapazitiven Signalauswertung und die Kompensation von Umwelteinflüssen durch Mischen mit einem Referenzoszillator mit gleicher Mittenfrequenz ergeben sich folgende Vorteile:

- einfache Signalauswertung durch Frequenzauswertung, z.B. mittels eines Mikrocontrollers;
- einfachere Schaltung als beim Zeitmessverfahren; dort besteht zusätzlich zum Oszillator weiterer Schaltungsaufwand zum Umformen zum Umschalten der Kapazitäten.
- die zu ziehenden Quarze sind preisgünstig und erlauben eine kostenreduzierte Realisierung der Schaltung; und
- Umwelteinflüsse betreffen beide Oszillatoren bzw. Schwingquarze 3 und 3' und lassen sich so kompensieren.

Die in den Figuren 2, 4, 5 und 6 dargestellten Schaltungen liegen in Form eines MEMS-Bauteils vor. Dieses findet im Ausführungsbeispiel in einem kapazitiven Sensor in der Wägetechnik Einsatz. Auch sehr geringe Gewichtsänderungen, welche nur zu geringen Abstandsänderungen im Ziehkondensator 1 führen, werden durch die vorgeschlagene Verstimmung der Schwingfre-

quenz des Schwingquarzes 3 präzise erfasst. Es ist ein MEMS-Dehnungssensor geschaffen.

## Bezugszeichenliste

	1, 1a, 1b	Ziehkondensator
5	1'	Referenzkondensator
	2	Schaltung
	2'	Referenzschaltung
	3	Schwingquarz
	3'	Referenz-Schwingquarz
10	4	Schwingkreis
	5	Verstärker
	$C_L$	Kapazität
	$C_R$	Referenzkapazität
	$\Delta C_L$	Kapazitätsänderung
15	$\Delta C_R$	Kapazitätsänderung
	$f_0$	Frequenz
	$\Delta f$	Frequenzänderung
	$C_1$	Kapazität
	$C_0$	Kapazität
20	$R_1$	Widerstand
	$R_L$	Widerstan
	R	Widerstand
	$L_1$	Induktivität
	LO	Lastresonanzoffset
25		

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen einer Änderung eines Werts einer Kapazität ( $C_L$ ) eines kapazitiven Bauelements (1) mit den  
5 Schritten:

- Ausbilden einer elektrischen Schaltungsanordnung (2), welche das kapazitive Bauelement ( $C_L$ ) und einen Quarzoszillator (3) umfasst, wobei das kapazitive Bauelement (1) als Lastkapazität des Quarzoszillators (3) wirkt;

10 - Versetzen des Quarzoszillators (3) in Schwingung mit einer ersten Frequenz ( $f_0$ );

gekennzeichnet durch die Schritte:

- Ändern der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1);

15 - bei geänderter Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) Bestimmen einer Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ) des Quarzoszillators (3) von der ersten Frequenz ( $f_0$ );

- Bestimmen der Änderung des Werts der Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ).

20

2. Verfahren nach Anspruch 1,

gekennzeichnet durch die Schritte:

- Ausbilden einer zweiten elektrischen Schaltungsanordnung (2'), welche ein zweites kapazitives Bauelement (1') mit einer Kapazität ( $C_R$ ) umfasst, deren Wert bekannt ist, und einem  
25 zweiten Quarzoszillator (3'), so dass eine Schwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators (3') durch die Kapazität ( $C_R$ ) des zweiten kapazitiven Bauelements (1') zumindest teilweise festgelegt wird;

30 - Versetzen des zweiten Quarzoszillators (3') in Schwingung mit einer Ausgangsschwingungsfrequenz;

- Ändern der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) durch ein erstes und durch ein zweites Mittel;

35 - Ändern der Kapazität ( $C_R$ ) des zweiten kapazitiven Bauelements (1') ausschließlich durch das zweite Mittel;

- bei geänderter Kapazität ( $C_R$ ) des zweiten kapazitiven Bauelements (1') Bestimmen einer Endschwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators (3');

- Bestimmen des Anteils der Änderung des Werts der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1), welcher durch das erste Mittel bedingt ist, aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ) sowie der Ausgangsschwingungsfrequenz und Endschwingungsfrequenz.

5

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Mittel eine Änderung eines Umwelteinflusses, insbesondere eine Änderung einer Temperatur und/oder eine Änderung eines Betauungsgrades, umfasst.

10

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass

15

das Bestimmen des Anteils der Änderung des Werts der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) dadurch erfolgt, dass ein Frequenzsignal, welches von der elektrischen Schaltungsanordnung (2) bereitgestellt wird, und ein weiteres Frequenzsignal, welches von der zweiten elektrischen Schaltungsanordnung (2') bereitgestellt wird, zu einem Mischsignal mit einer Schwebung gemischt werden und die Schwebung ermittelt wird.

20

5. Vorrichtung mit einer elektrischen Schaltungsanordnung

25

(2), welche ein kapazitives Bauelement (1) und einen Quarzoszillator (3) umfasst, wobei das kapazitive Bauelement (1) als Lastkapazität des Quarzoszillators (3) wirkt, wobei das kapazitive Bauelement (1) so ausgebildet ist, dass ein Wert einer ihm zu eigenen Kapazität ( $C_L$ ) veränderlich ist, gekennzeichnet durch

30

eine Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, eine durch eine Änderung der Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) bedingte Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $\Delta f$ ) des Quarzoszillators von einer ersten Frequenz ( $f_0$ ) zu

35

bestimmen und hieraus die Änderung des Werts der Kapazität ( $\Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) zu bestimmen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass  
das kapazitive Bauelement (1) zumindest zwei kapazitive Teil-  
bauelemente (1a, 1b) umfasst, welche jeweils als Lastkapazi-  
tät des Quarzoszillators (3) wirken.

5

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass

das kapazitive Bauelement (1) zumindest zwei Einheiten um-  
fasst, durch welche gemeinsam ein elektrischer Kondensator  
10 ausgebildet wird, und das Ändern der Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) des  
kapazitiven Bauelements (1) durch ein Ändern eines Abstands  
der zumindest zwei Einheiten zueinander bewirkt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

15 dadurch gekennzeichnet, dass

eine erste der zumindest zwei Einheiten als Verschiebeelement  
positionsveränderlich relativ zu einer zweiten der zumindest  
zwei Einheiten ausgebildet ist, und die Auswerteeinheit dazu  
ausgebildet ist, aus der Änderung des Werts der Kapazität  
20 ( $\Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1) eine Änderung eines Re-  
lativabstands zwischen der ersten und der zweiten Einheit zu  
bestimmen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8,

25 dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest das kapazitive Bauelement (1) und der Quarzoszilla-  
tor (3) in einem mikromechanischen Bauteil ausgebildet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9,

30 gekennzeichnet durch

eine zweite elektrische Schaltungsanordnung (2'), welche ein  
zweites kapazitives Bauelement (1') mit einer Kapazität ( $C_R$ )  
umfasst, deren Wert bekannt ist, und einen zweiten Quarzos-  
zillator (3'), wobei eine Schwingungsfrequenz des zweiten  
35 Quarzoszillators (3') durch die Kapazität ( $C_R$ ) des zweiten  
kapazitiven Bauelements (1') zumindest teilweise festgelegt  
ist, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, bei Än-  
derung der Kapazität ( $C_L \pm \Delta C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1)

- durch ein erstes und durch ein zweites Mittel und bei Änderung der Kapazität ( $C_{R\pm\Delta C_R}$ ) des zweiten kapazitiven Bauelements (1') ausschließlich durch das zweite Mittel einen Anteil der Änderung des Werts der Kapazität ( $C_L$ ) des kapazitiven Bauelements (1), welcher durch das erste Mittel bedingt ist, aus der Abweichung der Schwingungsfrequenz ( $f_{0\pm\Delta f}$ ) des Quarzoszillators (3) sowie einer Änderung der Schwingungsfrequenz des zweiten Quarzoszillators (3') zu bestimmen.
- 5
- 10 11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
mit einem Gehäuse, wobei sowohl die elektrische Schaltungsanordnung (2) als auch die zweite elektrische Schaltungsanordnung (2') innerhalb des Gehäuses ausgebildet sind.

FIG 1

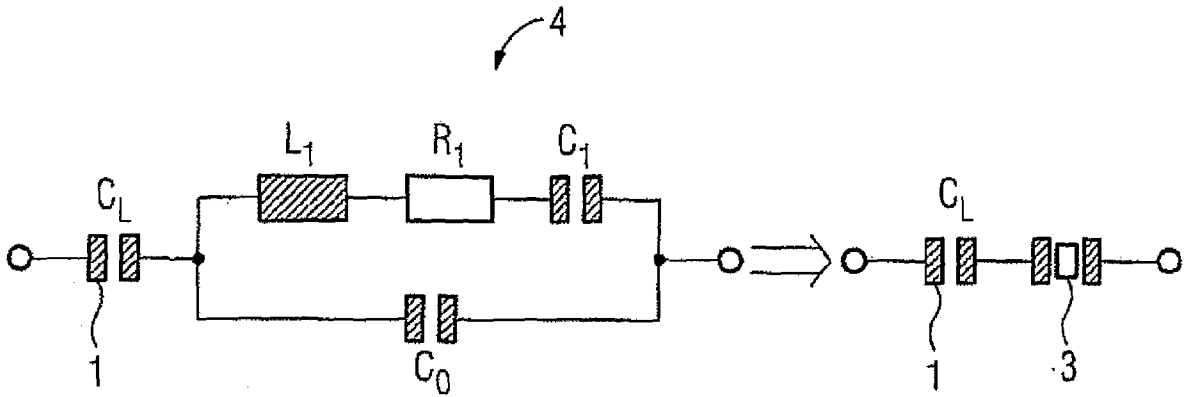
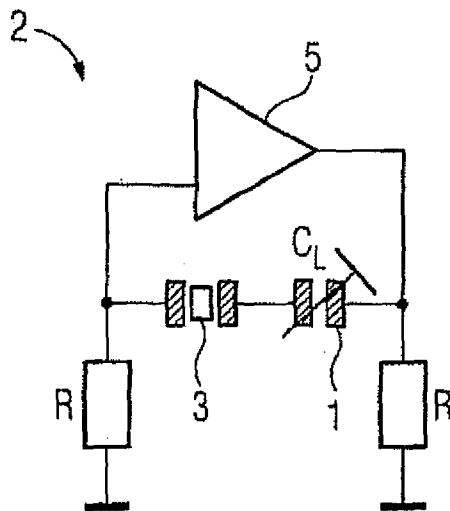


FIG 2



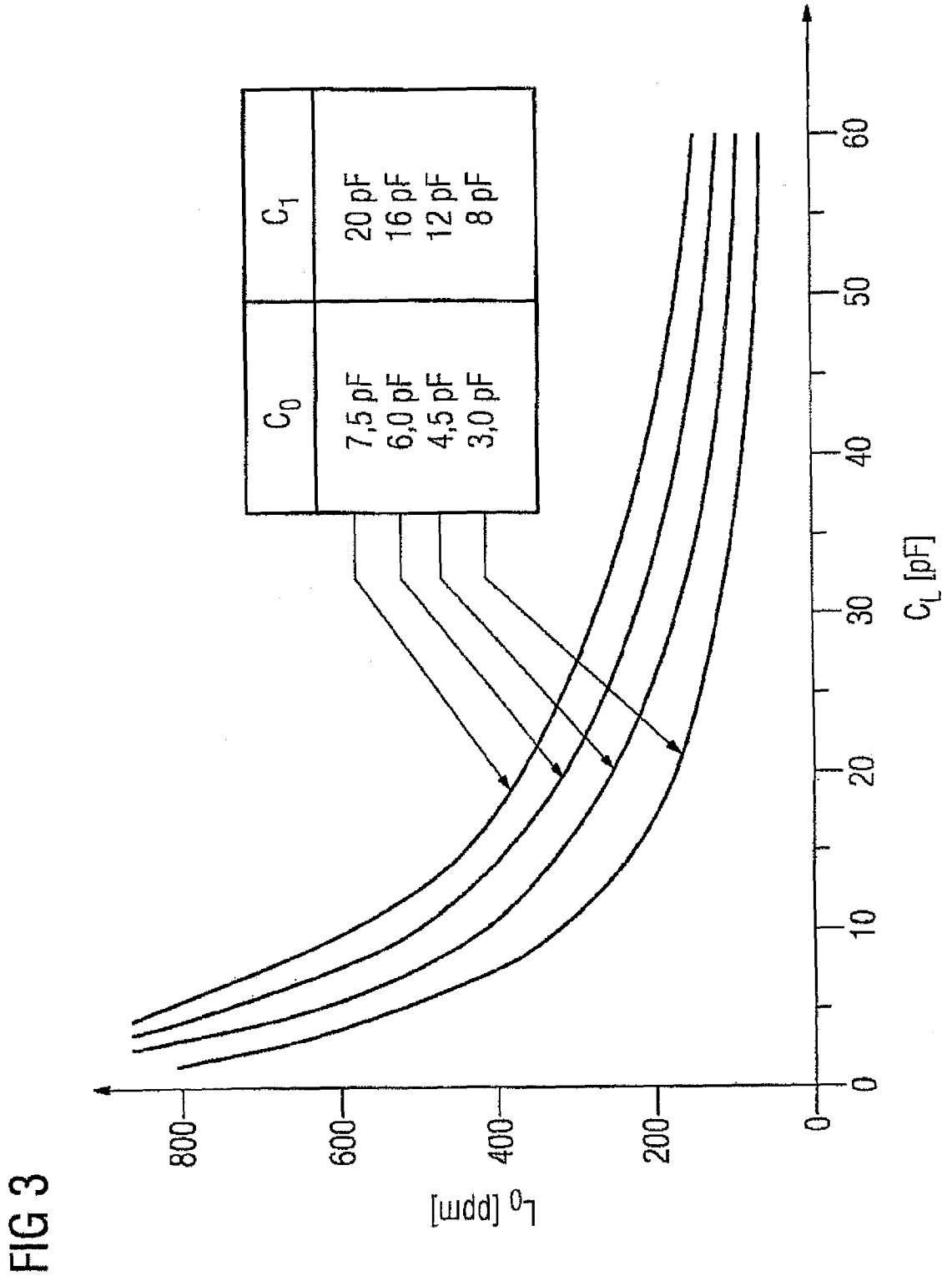


FIG 4

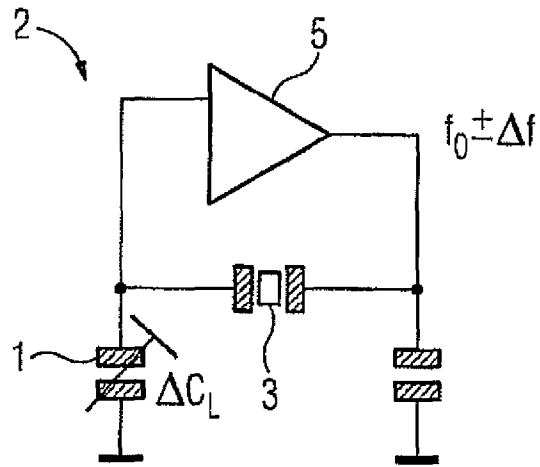


FIG 5

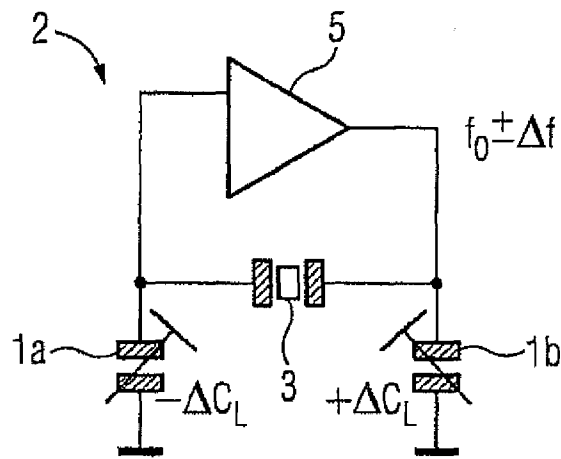
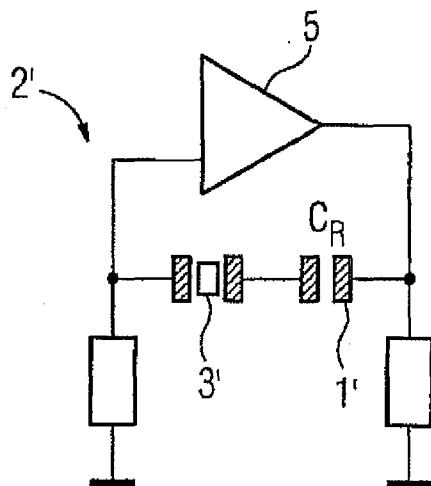


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/057031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01D5/24 G01R27/26 H03K17/96  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01D H03K G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 839 911 A2 (ALPS ELECTRIC CO LTD [JP]) 3 October 2007 (2007-10-03) paragraph 19 - sentences 1-4, paragraph 41 -----	1-5,10
X	DE 26 40 057 A1 (OGASAWARA) 24 March 1977 (1977-03-24) last paragraph - page 13, paragraph 2; figures 1,2a,2b -----	1,5
X	JP 2008 064515 A (EPSON TOYOCOM CORP) 21 March 2008 (2008-03-21) -----	1,5
X	DE 31 38 273 A1 (OGASAWARA HIROMI [JP]) 21 October 1982 (1982-10-21) last paragraph - page 10, paragraph 1; figures 1-6 -----	1,5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  3 February 2012	Date of mailing of the international search report  17/02/2012
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Chapple, Ian
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/057031

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1839911	A2	03-10-2007	CN 101046915 A
			EP 1839911 A2
			JP 2007271470 A
			US 2007229241 A1
-----			
DE 2640057	A1	24-03-1977	CH 612753 A5
			DE 2640057 A1
			GB 1556707 A
			JP 52033558 A
			US 4227182 A
-----			
JP 2008064515	A	21-03-2008	NONE
-----			
DE 3138273	A1	21-10-1982	CH 644204 A5
			DE 3138273 A1
			FR 2491205 A1
			GB 2085594 A
			JP 1028321 B
			JP 1545871 C
			JP 57059101 A
			US 4451780 A
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/057031

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. G01D5/24 G01R27/26 H03K17/96  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G01D H03K G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 839 911 A2 (ALPS ELECTRIC CO LTD [JP]) 3. Oktober 2007 (2007-10-03) Absatz 19 - Sätze 1-4, Absatz 41 -----	1-5,10
X	DE 26 40 057 A1 (OGASAWARA) 24. März 1977 (1977-03-24) letzter Absatz - Seite 13, Absatz 2; Abbildungen 1,2a,2b -----	1,5
X	JP 2008 064515 A (EPSON TOYOCOM CORP) 21. März 2008 (2008-03-21) -----	1,5
X	DE 31 38 273 A1 (OGASAWARA HIROMI [JP]) 21. Oktober 1982 (1982-10-21) letzter Absatz - Seite 10, Absatz 1; Abbildungen 1-6 -----	1,5

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Februar 2012	17/02/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Chapple, Ian
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/057031

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1839911	A2	03-10-2007	CN 101046915 A	03-10-2007
			EP 1839911 A2	03-10-2007
			JP 2007271470 A	18-10-2007
			US 2007229241 A1	04-10-2007
-----				
DE 2640057	A1	24-03-1977	CH 612753 A5	15-08-1979
			DE 2640057 A1	24-03-1977
			GB 1556707 A	28-11-1979
			JP 52033558 A	14-03-1977
			US 4227182 A	07-10-1980
-----				
JP 2008064515	A	21-03-2008	KEINE	
-----				
DE 3138273	A1	21-10-1982	CH 644204 A5	13-07-1984
			DE 3138273 A1	21-10-1982
			FR 2491205 A1	02-04-1982
			GB 2085594 A	28-04-1982
			JP 1028321 B	02-06-1989
			JP 1545871 C	28-02-1990
			JP 57059101 A	09-04-1982
			US 4451780 A	29-05-1984
-----				