



(10) **DE 10 2017 223 853 A1** 2019.07.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 223 853.4**

(22) Anmeldetag: **28.12.2017**

(43) Offenlegungstag: **04.07.2019**

(51) Int Cl.: **G01N 27/22** (2006.01)
G01F 23/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
**KAUTEX TEXTRON GMBH & CO. KG, 53229 Bonn,
DE; Universität Bremen, 28359 Bremen, DE**

(74) Vertreter:
**Richly & Ritschel Patentanwälte PartG mbB,
51429 Bergisch Gladbach, DE**

(72) Erfinder:
**Krieger, Karl-Ludwig, 26835 Brinkum, DE; Happel,
Jakob, 29614 Soltau, DE; Wolf, Hartmut, 53639
Königswinter, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	20 2011 101 482	U1
US	2005 / 0 104 607	A1
US	2008 / 0 143 345	A1

BEHZADI G. ; FEKRI L.: Electrical Parameter and Permittivity Measurement of Water Sampels Using the Capacitive Sensor. International Journal of Water Resources and Envoromental Sciences, 2013, 2(3), 66-75.

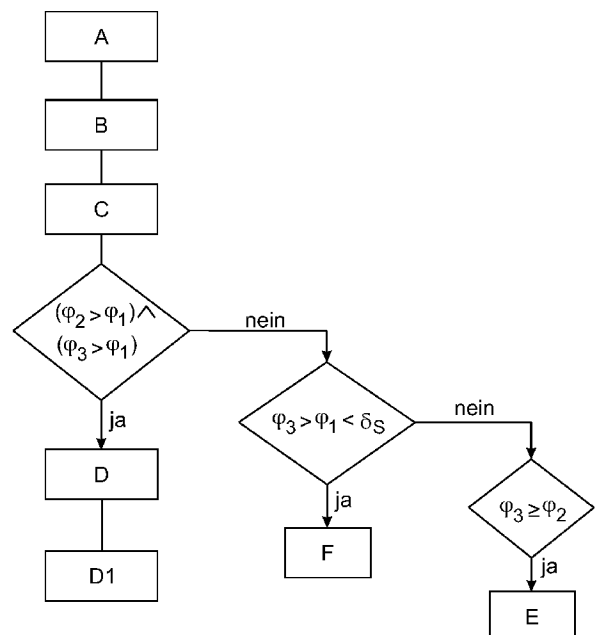
RUSINIAC L.: Electric Properties Of Water. New Experimental Data In The 5 HZ - 13 MHZ Frequency Range. Acta Geophysica Polonica, 2004, Vol. 52, No. 1, 63-76.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Bestimmen einer Qulitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug und Betriebsflüssigkeitsbehälter zum Durchführen des Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart Verfahren zum Bestimmen einer elektrischen Leitfähigkeit einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) für ein Kraftfahrzeug, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) zumindest einen an einer Behälterwand (10, 20, 30) des Betriebsflüssigkeitsbehälters (1) befestigten Kondensator (60, 70) mit einer ersten Elektrode (61, 71) und einer dieser gegenüberliegenden zweiten Elektrode (62, 72) aufweist. Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren ermittelt die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit mittels eines frequenzabhängigen Phasenverlaufs der Impedanz des zumindest eines Kondensators (60, 70). Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren ermittelt die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit mittels eines frequenzabhängigen Kapazitätsverlaufs des zumindest eines Kondensators (60, 70). Die vorliegende Erfindung offenbart ferner einen Betriebsflüssigkeitsbehälter (1), der zum Ausführen der erfindungsgemäßen Verfahren ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Betriebsflüssigkeitsbehälter zum Durchführen des Verfahrens.

[0002] Im Folgenden wird auch auf als Wasserbehälter ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter Bezug genommen, die für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug ausgebildet sind. Betriebsflüssigkeitsbehälter im Sinne der Erfindung sind insbesondere aber nicht ausschließlich Wasserbehälter für Kraftfahrzeuge zur Bevorratung von beispielsweise in einen Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine zu injizierendes Wasser, Wischwasserbehälter, Harnstoffbehälter, Kraftstoffbehälter (für Ottokraftstoffe oder Dieselmotorkraftstoffe), Ölbehälter, Nebenflüssigkeitsbehälter oder Additivbehälter für Kraftfahrzeuge. Behälter der eingangs genannten Art werden häufig durch Extrusionsblasformen hergestellt, wobei sich insbesondere HDPE (High Density Polyethylene) für die Herstellung extrusionsblasgeformter Behälter eignet. Ferner ist es möglich, entsprechende Betriebsflüssigkeitsbehälter mittels eines Spritzgießverfahrens herzustellen.

[0003] Die Wassereinspritzung ist ein Verfahren zur Leistungssteigerung von Verbrennungskraftmaschinen. Um die Maximaltemperatur bei Höchstleistung nicht zu überschreiten, wird destilliertes Wasser in den Ansaugtrakt einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt. Die verdunstende Flüssigkeit hat eine kühlende Wirkung und vermindert die Verdichtungsarbeit. Auch eine Einspritzung während des Verbrennungstaktes zur Dampfkrafterzeugung und zur Reduktion der Abgastemperatur und damit zur Reduktion des Abgasgedrucks wird praktiziert. Mittels Wassereinspritzung kann der Schadstoffausstoß, insbesondere von Stickoxiden, von Verbrennungsmotoren gesenkt werden. Das in den Luft-Ansaugtrakt eingespritzte Wasser bewirkt durch die aufzubringende Verdunstungswärme eine effektive Ladeluftkühlung und erreicht dadurch auch eine Innenkühlung des Motors. Durch die kältere Verbrennungsluft und damit deren höhere Dichte ergibt sich eine Leistungssteigerung.

[0004] Für die Wassereinspritzung soll lediglich destilliertes bzw. deionisiertes Wasser verwendet werden, um Verbrennungen von Beimischungen und Ablagerungen in der Injektionseinrichtung zu vermeiden, so dass der Schadstoffausstoß eines Kraftfahrzeugs nicht erhöht wird. So ist Leitungswasser nicht für Wassereinspritzung geeignet.

[0005] Folglich ist bei als Wasserbehältern ausgebildeten Betriebsflüssigkeitsbehältern für Kraftfahrzeuge eine elektrische Leitfähigkeit des Wassers im

Wasserbehälter eine zu überwachende Qualitätseigenschaft. Destilliertes bzw. deionisiertes Wasser weist eine erheblich verminderte Leitfähigkeit im Vergleich zu beispielsweise Leitungswasser auf.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug bereitzustellen.

[0007] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 der vorliegenden Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des sind in den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Im Genaueren wird die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch ein Verfahren zum Bestimmen einer elektrischen Leitfähigkeit einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug gelöst, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter zumindest einen an einer Behälterwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters befestigten Kondensator mit einer ersten Elektrode und einer dieser gegenüberliegenden zweiten Elektrode aufweist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch folgende Verfahrensschritte **A**, **B**, **C** und **D** gekennzeichnet:

A) Anlegen von zumindest drei unterschiedlichen Wechselspannungen an den Kondensator, wobei eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz, eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung einer Frequenz zwischen der unteren Grenzfrequenz und einer oberen Grenzfrequenz und eine dritte Frequenz einer dritten Wechselspannung der oberen Grenzfrequenz entspricht;

B) Bestimmen und Speichern einer ersten Impedanz des Kondensators für die erste Frequenz, einer zweiten Impedanz des Kondensators für die zweite Frequenz und einer dritten Impedanz des Kondensators für die dritte Frequenz;

C) Bestimmen eines ersten Phasenwinkels aus der ersten Impedanz, eines zweiten Phasenwinkels aus der zweiten Impedanz und eines dritten Phasenwinkels aus der dritten Impedanz; und

D) Bestimmen (D), dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälter befindliche Betriebsflüssigkeit einer Qualitätsanforderung genügt, wenn der zweite Phasenwinkel größer als der erste Phasenwinkel und größer als der dritte Phasenwinkel ist.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, dass eine Bestimmung, ob eine im Betriebsflüssigkeitsbehälter befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung ent-

spricht, zuverlässig ohne direkten Kontakt einer Messeinrichtung, im vorliegenden Fall des Kondensators, mit der Betriebsflüssigkeit ermöglicht ist. Die vorbestimmte Qualitätsanforderung korreliert mit der elektrischen Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit. Somit kann durch Bestimmen der elektrischen Leitfähigkeit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit auf Qualitätseigenschaften der Betriebsflüssigkeit rückgeschlossen werden.

[0010] Die frequenzabhängige Impedanz des Kondensators hängt von der elektrischen Leitfähigkeit des Mediums ab, das von dem elektrischen Wechselfeld zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode durchdrungen wird. Somit hängt die frequenzabhängige Impedanz des Kondensators von dem Material der Behälterwand und von der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit ab.

[0011] Die Anmeldmelderin hat herausgefunden, dass der Verlauf der Impedanz des Kondensators über die Frequenz der angelegten Wechselspannung eindeutige Rückschlüsse auf Qualitätseigenschaften der Betriebsflüssigkeit ermöglicht. So hat die Anmelderin festgestellt, dass der Phasenwinkel der Impedanz zwischen einer unteren Grenzfrequenz und einer oberen Grenzfrequenz ein Maximum aufweist, wenn die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit niedrig ist. Dabei hängen die untere Grenzfrequenz und die obere Grenzfrequenz der an den Kondensator angelegten Wechselspannung von der Geometrie des Kondensators und der Größe der Elektroden des Kondensators und dem Abstand der Elektroden des Kondensators voneinander ab.

[0012] Die Anmelderin hat festgestellt, dass der frequenzabhängige Phasenverlauf der Impedanz des Kondensators für eine elektrische Leitfähigkeit zwischen $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ und $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisendes deionisiertes Wasser innerhalb des Betriebsflüssigkeitsbehälters in einem Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 1 MHz ein Maximum aufweist. Der Frequenzbereich kann sich jedoch in Abhängigkeit der Größe und der Geometrie des Kondensators verändern.

[0013] Der Betriebsflüssigkeitsbehälter ist vorzugsweise ein Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug. Weiter vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter als Wasserbehälter für ein Kraftfahrzeug zur Aufnahme von Wasser ausgebildet, das zur Injektion in eine Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.

[0014] Bei dem Verfahrensschritt **A** des Anlegens von zumindest drei unterschiedlichen Wechselspannungen an den Kondensator werden vorzugsweise eine Vielzahl, also mehr als drei unterschiedliche Wechselspannungen mit jeweils unterschied-

lichen Frequenzen in einem Frequenzbereich zwischen der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz an den Kondensator angelegt.

[0015] Sowohl die untere Grenzfrequenz als auch die obere Grenzfrequenz sind von der Geometrie und den Abmessungen des Kondensators abhängig und können daher variieren. Insbesondere beträgt die untere Grenzfrequenz 10 kHz und die obere Grenzfrequenz 1 MHz. Weiter vorzugsweise beträgt die obere Grenzfrequenz 100 kHz.

[0016] Die Frequenzabstände der jeweiligen zueinander benachbarten Wechselspannungen sind vorzugsweise variabel und hängen von der Geometrie und den Abmessungen des Kondensators und von der zu erreichenden Messauflösung ab. Insbesondere beträgt der Frequenzabstand zwischen den Frequenzen der unterschiedlichen Wechselspannungen 1 kHz.

[0017] Der Verfahrensschritt **B** kann auch wie folgt formuliert werden: Bestimmen und Speichern der frequenzabhängigen Impedanzen des Kondensators für die unterschiedlichen Wechselspannungen.

[0018] Der Phasenwinkel ist der Winkel zwischen der am Kondensator anliegenden Spannung und des durch den Kondensator fließenden Stroms.

[0019] Folglich wird im Verfahrensschritt **C** ein frequenzabhängiger Phasenverlauf zwischen der Spannung und dem Strom bestimmt.

[0020] Bei dem Verfahrensschritt **D** ist die Bedingung, dass der zweite Phasenwinkel größer als der erste Phasenwinkel und größer als der dritte Phasenwinkel ist, gleichbedeutend damit, dass der Verlauf des Phasenwinkels zwischen der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz ein Maximum aufweist.

[0021] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **D1** des Ausgebens eines Freigabesignals aufweist, wenn der zweite Phasenwinkel größer als der erste Phasenwinkel und größer als der dritte Phasenwinkel ist.

[0022] Durch Ausgabe eines Freigabesignals kann insbesondere einer Steuerungseinrichtung des Kraftfahrzeugs signalisiert werden, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung entspricht, so dass ein Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglicht ist.

[0023] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **E** des Ausgebens eines Warnsignals aufweist, wenn der

dritte Phasenwinkel größer als der zweite Phasenwinkel oder gleich dem zweiten Phasenwinkel ist.

[0024] Bei dem Verfahrensschritt **E** des Ausgebens eines Warnsignals wird dieses folglich lediglich dann ausgegeben, wenn in einem frequenzabhängigen Verlauf des Phasenwinkels zwischen der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz kein Maximum des Phasenwinkels bestimmbar ist.

[0025] Wenn zwischen der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz kein Maximum des Phasenwinkels bestimmbar ist, eine Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel und dem ersten Phasenwinkel jedoch größer als ein vorgegebener Minimalverlustwinkel ist, dann weist die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine Qualität auf, die noch ausreichend ist. Jedoch wird ein Warnsignal ausgegeben, so dass ein Benutzer des Kraftfahrzeugs, in dem der Betriebsflüssigkeitsbehälter verbaut ist, darauf hingewiesen werden kann, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine verminderte Qualität aufweist, die jedoch für den Betrieb des Kraftfahrzeugs noch ausreichend ist.

[0026] Unter einem Verlustwinkel ist die Differenz von -90° und dem Phasenwinkel der Impedanz zu verstehen.

[0027] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **F** des Ausgebens eines Stoppsignals aufweist, wenn eine Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel und dem ersten Phasenwinkel kleiner als ein vorgegebener Minimalverlustwinkel ist.

[0028] Wenn die Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel und dem ersten Phasenwinkel kleiner als ein vorgegebener Minimalverlustwinkel ist, dann weist die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine Qualität auf, die für den Betrieb des Kraftfahrzeugs nicht ausreichend ist und eine Beschädigung des Kraftfahrzeugs bzw. von Einbauten des Kraftfahrzeugs, z.B. eine Wasserinjektionseinrichtung oder eine Verbrennungskraftmaschine, verursachen könnte. Somit kann durch Ausgabe des Stoppsignals ein Betrieb des Kraftfahrzeugs verhindert werden.

[0029] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren gemäß Anspruch 5 der vorliegenden Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den von Anspruch 5 abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0030] Im Genaueren wird die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch ein Verfahren zum Bestimmen einer elektrischen Leitfähigkeit

keit einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug gelöst, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter zumindest einen an einer Behälterwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters befestigten Kondensator mit einer ersten Elektrode und einer dieser gegenüberliegenden zweiten Elektrode aufweist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch folgende Verfahrensschritte **G**, **H**, **I** und **J** gekennzeichnet:

G) Anlegen von zumindest zwei unterschiedlichen Wechselspannungen an den Kondensator, wobei eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz und eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung einer oberen Grenzfrequenz entspricht;

H) Bestimmen und Speichern einer ersten Kapazität des Kondensators für die erste Frequenz und einer zweiten Kapazität des Kondensators für die zweite Frequenz;

I) Ermitteln einer relativen Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität; und

J) Bestimmen, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälter befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung genügt, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität größer als eine erste Mindestabweichung ist.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, dass eine Bestimmung, ob eine im Betriebsflüssigkeitsbehälter befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung entspricht, zuverlässig ohne direkten Kontakt einer Messeinrichtung, im vorliegenden Fall des Kondensators, mit der Betriebsflüssigkeit ermöglicht ist. Die vorbestimmte Qualitätsanforderung korreliert mit der Kapazität des Kondensators, die wiederum von dem Medium abhängt, den das elektrische Wechselfeld zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode des Kondensators durchdringt. Somit kann durch Bestimmen der frequenzabhängigen Kapazität des Kondensators auf Qualitätseigenschaften der Betriebsflüssigkeit rückgeschlossen werden.

[0032] Die frequenzabhängige Kapazität des Kondensators hängt von der elektrischen Leitfähigkeit des Mediums ab, das von dem elektrischen Wechselfeld zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode des Kondensators durchdrungen wird. Somit hängt die frequenzabhängige Kapazität des Kondensators von dem Material der Behälterwand und von der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit ab.

[0033] Die Anmelderin hat herausgefunden, dass der Verlauf der Kapazität des Kondensators über die Frequenz der angelegten Wechselspannung ein-

deutige Rückschlüsse auf Qualitätseigenschaften der Betriebsflüssigkeit ermöglicht. So hat die Anmelderin festgestellt, dass der Verlauf der Kapazität des Kondensators zwischen einer unteren Grenzfrequenz und einer oberen Grenzfrequenz eine gewisse Abweichung, beispielsweise einen gewissen Abfall aufweisen muss, wenn die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit niedrig ist. Dabei hängen die untere Grenzfrequenz und die obere Grenzfrequenz von der an den Kondensator angelegten Wechselspannung von der Geometrie des Kondensators und der Größe der Elektroden des Kondensators und dem Abstand der Elektroden des Kondensators voneinander ab.

[0034] Die Anmelderin hat festgestellt, dass die Kapazität des Kondensators für eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 50 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) aufweisendes deionisiertes Wasser innerhalb des Betriebsflüssigkeitsbehälters in einem Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 1 MHz um zumindest 20% abweicht. Somit beträgt die Differenz zwischen der Kapazität des Kondensators bei einer Frequenz von 1 MHz und der Kapazität des Kondensators bei einer Frequenz von 10 kHz zumindest 20%. Der Frequenzbereich kann sich jedoch in Abhängigkeit der Größe und der Geometrie des Kondensators verändern.

[0035] Der Betriebsflüssigkeitsbehälter ist vorzugsweise ein Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug. Weiter vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter als Wasserbehälter für ein Kraftfahrzeug zur Aufnahme von Wasser ausgebildet, das zur Injektion in eine Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.

[0036] Bei dem Verfahrensschritt I des Ermitteln der relativen Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität wird folgende Berechnung durchgeführt:

$$\text{delta} = |\text{C}_{\text{fmin}} - \text{C}_{\text{fmax}}| / \text{C}_{\text{fmin}}$$

Dabei ist:

- f_{min} die untere Grenzfrequenz
- f_{max} die obere Grenzfrequenz
- C_{fmin} die erste Kapazität des Kondensators bei einer die untere Grenzfrequenz **fmin** aufweisenden Wechselspannung
- C_{fmax} die zweite Kapazität des Kondensators bei einer die obere Grenzfrequenz **fmax** aufweisenden Wechselspannung
- delta die relative Abweichung der zweiten Kapazität C_{fmax} von der ersten Kapazität C_{fmin}

[0037] Die erste Mindestabweichung beträgt vorzugsweise mehr als 0,2.

[0038] Für deionisiertes Wasser und einer unteren Grenzfrequenz von 10 kHz und einer oberen Grenzfrequenz von 100 kHz beträgt die Mindestabweichung beispielsweise etwa 0,2, wenn die Elektroden des Kondensators eine Längenerstreckung von 100 mm, eine Breitenerstreckung von 50 mm und einen Abstand der ersten Elektrode zur zweiten Elektrode von 10 mm aufweisen.

[0039] Bei der vorgegebenen Qualitätsanforderung handelt es sich vorzugsweise um die Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit. Wenn der Betriebsflüssigkeitsbehälter als Wasserbehälter zur Aufnahme von Wasser ausgebildet ist, das zur Injektion in eine Verbrennungskraftmaschine vorgesehen ist, ist die vorgegebene Qualitätsanforderung beispielsweise die Leitfähigkeit des Wassers und beträgt zwischen 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

[0040] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **J1** des Ausgebens eines Freigabesignals aufweist, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität größer als die erste Mindestabweichung ist.

[0041] Durch Ausgabe eines Freigabesignals kann insbesondere einer Steuerungseinrichtung des Kraftfahrzeugs signalisiert werden, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung entspricht, so dass ein Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglicht ist.

[0042] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **K** des Ausgebens eines Warnsignals aufweist, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität einen Wert zwischen der ersten Mindestabweichung und einer zweiten Mindestabweichung beträgt, wobei die zweite Mindestabweichung kleiner als die erste Mindestabweichung ist.

[0043] Wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität kleiner als die erste Mindestabweichung aber größer als die zweite Mindestabweichung ist, dann weist die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine Qualität auf, die noch ausreichend ist. Jedoch wird ein Warnsignal ausgegeben, so dass ein Benutzer des Kraftfahrzeugs, in dem der Betriebsflüssigkeitsbehälter verbaut ist, darauf hingewiesen werden kann, dass die Qualität der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine verminderte Qualität aufweist, die jedoch für den Betrieb des Kraftfahrzeugs noch ausreichend ist.

[0044] Vorzugsweise ist das Verfahren derart ausgebildet, dass dieses einen Verfahrensschritt **K** des

Ausgebens eines Stoppsignals aufweist, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität von der ersten Kapazität kleiner als eine zweite Mindestabweichung ist, wobei die zweite Mindestabweichung kleiner als die erste Mindestabweichung ist.

[0045] In diesem Fall weist die im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindliche Betriebsflüssigkeit eine Qualität auf, die für den Betrieb des Kraftfahrzeugs nicht ausreichend ist und eine Beschädigung des Kraftfahrzeugs bzw. von Einbauten des Kraftfahrzeugs, z.B. einer Wasserinjektionseinrichtung oder einer Verbrennungskraftmaschine, verursachen könnte. Somit kann durch Ausgabe des Stoppsignals ein Betrieb des Kraftfahrzeugs verhindert werden.

[0046] Selbstverständlich ist es auch möglich, eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8 miteinander zu kombinieren.

[0047] Ferner liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Betriebsflüssigkeitsbehälter bereitzustellen, der zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer in diesem befindlichen Betriebsflüssigkeit ausgebildet ist.

[0048] Dieser Aufgabe wird durch einen Betriebsflüssigkeitsbehälter mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsflüssigkeitsbehälters sind in den von Anspruch 9 abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0049] Im Genaueren wird die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch einen Betriebsflüssigkeitsbehälter gelöst, dessen Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum von einer Deckenwand, einer Bodenwand und einer die Bodenwand mit der Deckenwand verbindenden Seitenwand begrenzt ist. Der Betriebsflüssigkeitsbehälter weist zumindest einen an einer Behälterwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters befestigten Kondensator mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode auf. Ferner weist der Betriebsflüssigkeitsbehälter eine elektronische Auswerteeinrichtung auf, die mit der ersten Elektrode und mit der zweiten Elektrode elektrisch verbunden ist. Der erfindungsgemäße Betriebsflüssigkeitsbehälter ist dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, zumindest eines der oben beschriebenen Verfahren auszuführen.

[0050] Der zumindest eine Kondensator ist vorzugsweise an oder in einer Seitenwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters angebracht. Weiter vorzugsweise ist der zumindest eine Kondensator derart an der Seitenwand oder in der Seitenwand angeordnet, dass die erste Elektrode und die zweite Elektrode, die jeweils eine Längserstreckung, eine Breitener-

streckung und eine Tiefererstreckung aufweisen, jeweils derart parallel zur Seitenwand verlaufen, dass die Längserstreckungen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode von der Bodenwand in Richtung der Deckenwand verlaufen.

[0051] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Betriebsflüssigkeitsbehälters ist der zumindest eine Kondensator an der Bodenwand oder in der Bodenwand angeordnet, so dass die erste Elektrode und die zweite Elektrode jeweils parallel zur Bodenwand verlaufen.

[0052] Der zumindest eine Kondensator kann an einer Außenseite der Behälterwand angeordnet und mit dieser verbunden sein. Ferner ist es auch möglich, dass der zumindest eine Kondensator in der Behälterwand integriert bzw. eingebettet ist. Dabei sind die jeweiligen ersten und zweiten Elektroden des Kondensators von der Behälterwand umschlossen.

[0053] Der Betriebsflüssigkeitsbehälter ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass der zumindest eine Kondensator in der Behälterwand eingebettet ist.

[0054] Bei einer Einbettung der Elektrode des Kondensators in die Behälterwand sind die Elektroden von der Behälterwand umschlossen, so dass lediglich noch elektrische Anschlüsse der Elektroden aus der Behälterwand herausragen.

[0055] Der entsprechend ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter weist den Vorteil auf, dass aufgrund der Einbettung des zumindest einen Kondensators in die Behälterwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters die erste Elektrode und die zweite Elektrode des zumindest einen Kondensators einen verminderten Abstand zum Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum und somit zu der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit aufweisen. Daher wechselwirkt ein zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode des Kondensators befindliches elektrisches Feld weniger mit dem Material der Behälterwand und mehr mit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit. Somit lässt sich die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum mit einer erhöhten Genauigkeit bestimmen.

[0056] Ein weiterer Vorteil der Einbettung des zumindest einen Kondensators in die Behälterwand ist, dass sowohl der zumindest eine Kondensator mechanisch und chemisch geschützt ist, so dass der erfindungsgemäße Betriebsflüssigkeitsbehälter eine erhöhte Langzeitstabilität aufweist.

[0057] Der Betriebsflüssigkeitsbehälter ist insbesondere als Betriebsflüssigkeitsbehälter für ein Kraftfahrzeug ausgebildet.

[0058] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass die Bodenwand eine sich in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum erstreckende Erhebung aufweist, wobei die erste Elektrode und die zweite Elektrode des Kondensators in der Erhebung eingebettet sind.

[0059] Durch eine entsprechende Ausbildung des Betriebsflüssigkeitsbehälters ist die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit mit einer nochmals erhöhten Genauigkeit ermöglicht, da eventuelle Ablagerungen im Bereich der Bodenwand einen verminderten Einfluss auf die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der sich im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit haben.

[0060] Die Erhebung der Bodenwand ist vorzugsweise als Einstülpung in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum ausgebildet.

[0061] Die Erhebung ist vorzugsweise zwischen 2mm und 5mm von der umgebenden Innenfläche der Bodenwand abgehoben.

[0062] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass die Behälterwand eine Außenschicht, eine dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum zugewandte Innenschicht und eine zwischen diese angeordnete Haftschrift aufweist, wobei die erste Elektrode und die zweite Elektrode des zumindest einen Kondensators zwischen der Außenschicht und der Haftschrift angeordnet sind.

[0063] Folglich ist der zumindest eine Kondensator zwischen der Außenschicht und der Haftschrift angeordnet. Die Innenschicht ist folglich mit der Betriebsflüssigkeit in direkten Kontakt bringbar.

[0064] Eine entsprechende Ausbildung des Betriebsflüssigkeitsbehälters ermöglicht einen vereinfachten Aufbau und eine vereinfachte Integration des Kondensators in die Behälterwand des Betriebsflüssigkeitsbehälters.

[0065] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass die Behälterwand eine Abschirmschicht und eine Isolationsschicht aufweist, wobei die Abschirmschicht zwischen der Außenschicht und der ersten und zweiten Elektroden angeordnet ist, und wobei die Isolationsschicht zwischen der Abschirmschicht und den ersten und zweiten Elektroden angeordnet ist.

[0066] Der entsprechend ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter weist den Vorteil auf, dass dieser eine nochmals erhöhte Genauigkeit hinsichtlich der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit aufweist. Denn die Abschirmschicht,

die vorzugsweise als eine Metallschicht ausgebildet ist, schirmt die Elektroden des zumindest einen Kondensators vor Störfeldern ab.

[0067] Die Abschirmschicht ist folglich zwischen der Außenschicht und dem Referenzkondensator bzw. dem Kondensator angeordnet.

[0068] Die Abschirmschicht steht vorzugsweise mit der Außenschicht in Kontakt.

[0069] Die Isolationsschicht ist folglich sandwichartig zwischen der Abschirmschicht und dem Kondensator angeordnet.

[0070] Die Abschirmschicht weist ein Metall auf, so dass der zumindest eine Kondensator vor elektrische Störfeldern geschützt ist.

[0071] Die Isolationsschicht ist aus einem dielektrischen Material, vorzugsweise einem Kunststoff gefertigt, so dass die ersten und zweiten Elektroden des zumindest einen Kondensators nicht mit der Abschirmschicht in elektrischem Kontakt stehen.

[0072] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass die Isolationsschicht die gleiche dielektrische Leitfähigkeit wie die Innenschicht und/oder die Außenschicht aufweist.

[0073] Der entsprechend ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter weist den Vorteil auf, dass dieser eine nochmals erhöhte Genauigkeit hinsichtlich der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit aufweist.

[0074] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass ein Abstand der ersten und zweiten Elektroden zu dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum zwischen 1,5 mm und 3,5 mm beträgt.

[0075] Der entsprechend ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter weist den Vorteil auf, dass dieser eine nochmals erhöhte Genauigkeit hinsichtlich der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit aufweist, denn der Abstand der entsprechenden Elektroden zu der sich im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum befindlichen Betriebsflüssigkeit ist reduziert. Vorzugsweise weist die Innenschicht folglich eine Dicke von 1,5 mm bis 3,5 mm auf.

[0076] Folglich weist der zumindest eine Kondensator zum Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum einen Abstand von lediglich 1,5 mm bis 3,5 mm auf.

[0077] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass zumindest eine der

ersten und zweiten Elektroden des Kondensators entlang ihrer Längserstreckung eine ungleichmäßige Breitenerstreckung aufweist.

[0078] Umso breiter die Elektroden sind, desto tiefer dringt das elektrische Feld in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum und in die sich in diesem befindliche Betriebsflüssigkeit ein, so dass die Betriebsflüssigkeit einen größeren Einfluss auf die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit hat.

[0079] Vorzugsweise ist der Betriebsflüssigkeitsbehälter derart ausgebildet, dass zumindest einer der ersten und zweiten Elektroden des Kondensators entlang ihrer Längserstreckung eine sich in Richtung der Bodenwand vergrößernde Breitenerstreckung aufweist.

[0080] Der entsprechend ausgebildete Betriebsflüssigkeitsbehälter weist den Vorteil auf, dass die Messgenauigkeit der elektrischen Leitfähigkeit mittels des Kondensators im Bodenbereich des Betriebsflüssigkeitsbehälters erhöht ist.

[0081] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den erläuterten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: ein Flussablaufdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Qualitätseigenschaft eine elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit ist;

Fig. 2: frequenzabhängige Phasenverläufe der Impedanz eines Kondensators für drei unterschiedliche Betriebsflüssigkeiten, die jeweils unterschiedliche elektrische Leitfähigkeiten aufweisen;

Fig. 3: ein Flussablaufdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Qualitätseigenschaft eine elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit ist;

Fig. 4: frequenzabhängige Kapazitätsverläufe eines Kondensators für drei unterschiedliche Betriebsflüssigkeiten, die jeweils unterschiedliche elektrische Leitfähigkeiten aufweisen;

Fig. 5: eine stark vereinfachte räumliche Darstellung eines erfindungsgemäßen Betriebsflüssigkeitsbehälters;

Fig. 6: eine stark vereinfachte Darstellung einer Schichtstruktur der Bodenwand und/oder der Seitenwand des Betriebsflüssigkeitsbehäl-

ters gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 7A bis Fig. 7C: Beispiele von Messkondensatoren in Alleinstellung in seitlicher Draufsicht von Betriebsflüssigkeitsbehältern unterschiedlicher Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0082] In der nun folgenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile bzw. gleiche Merkmale, sodass eine in Bezug auf eine Figur durchgeführte Beschreibung bezüglich eines Bauteils auch für die anderen Figuren gilt, sodass eine wiederholende Beschreibung vermieden wird. Ferner sind einzelne Merkmale, die in Zusammenhang mit einer Ausführungsform beschrieben wurden, auch separat in anderen Ausführungsformen verwendbar.

[0083] **Fig. 1** zeigt ein Flussablaufdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Qualitätseigenschaft einer Betriebsflüssigkeit gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Qualitätseigenschaft eine elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit ist. Das Verfahren gemäß des in **Fig. 1** dargestellten Flussablaufdiagramms wird von einem in **Fig. 5** dargestellten Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** ausgeführt.

[0084] **Fig. 5** zeigt eine stark vereinfachte räumliche Darstellung eines erfindungsgemäßen Betriebsflüssigkeitsbehälters **1**. Ein Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** ist durch eine Deckenwand **30**, eine Bodenwand **10** und eine die Bodenwand **10** mit der Deckenwand **30** verbindende Seitenwand **20** begrenzt. Aus **Fig. 5** ist ersichtlich, dass die Seitenwand **20** umlaufend ausgebildet ist.

[0085] Der in **Fig. 5** dargestellte Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** weist einen ersten Kondensator **60** und einen zweiten Kondensator **70** auf. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** jedoch auch lediglich den ersten Kondensator **60** oder lediglich den zweiten Kondensator **70** aufweisen. Ferner kann der Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** auch weitere Kondensatoren aufweisen, die in **Fig. 5** nicht dargestellt sind.

[0086] Der erste Kondensator **60** weist eine erste Elektrode **61** und eine zweite Elektrode **62** auf. Sowohl die erste Elektrode **61** als auch die zweite Elektrode **62** weisen jeweils eine Längserstreckung **L**, eine Breitenerstreckung **B** und eine Tiefenerstreckung auf (siehe **Fig. 7A bis Fig. 7C**). Die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** sind dabei jeweils derart parallel zur Seitenwand **20** verlaufend angeordnet, dass die Längserstreckungen **L** der ersten Elektrode **61** und der zweiten Elektrode **62** von der Bodenwand **10** in Richtung der Deckenwand **30** verlaufen. Dabei sind Tiefenerstreckungen der erste Elektrode **61** und

der zweiten Elektrode **62** einander gegenüberliegend angeordnet.

[0087] Der erste Kondensator **60** ist in die Seitenwand **20** eingebettet, so dass die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** in der Seitenwand **20** eingebettet sind. Daher ist der erste Kondensator **60** von der Seitenwand **20** umschlossen. Folglich stehen die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** nicht mit einer Betriebsflüssigkeit **50** (siehe **Fig. 6**) in direktem Kontakt. Ferner stehen die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** auch nicht mit der Umgebung des Betriebsflüssigkeitsbehälters **1** in direktem Kontakt. Hinsichtlich der Einbettung des ersten Kondensators **60** in die Seitenwand **20** wird auf **Fig. 4** verwiesen, die weiter unten beschrieben wird.

[0088] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, dass der erste Kondensator **60** in der Seitenwand **20** eingebettet ist. Bei einem erfindungsgemäßen Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** kann der erste Kondensator **60** auch auf einer Außenfläche der Seitenwand **20** befestigt sein.

[0089] Aus **Fig. 5** ist ersichtlich, dass die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** jeweils zwei Flügel **63** aufweisen, die parallel zur Breitenerstreckung **B** der Elektroden **61**, **62** verlaufen. Die jeweiligen Flügel **63** sind dabei in unterschiedlichen Höhen der ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** ausgebildet, sodass die Flügel **63** in unterschiedlichen Höhen des Betriebsflüssigkeitsbehälters **1** angeordnet sind. Somit weisen die ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** entlang ihrer Längserstreckung **L** eine ungleichmäßige Breitenerstreckung **B** auf. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine entsprechende Ausgestaltung der ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** beschränkt. Beispielsweise können die ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** über ihrer Längserstreckungen **L** auch eine gleichmäßige Breitenerstreckung **B** aufweisen.

[0090] Der zweite Kondensator **70** weist eine erste Elektrode **71** und eine zweite Elektrode **72** auf. Die erste Elektrode **71** und die zweite Elektrode **72** verlaufen parallel zur Bodenwand **10**. Die erste Elektrode **71** und die zweite Elektrode **72** sind dabei jeweils derart parallel zur Bodenwand **10** verlaufend angeordnet, dass die Längserstreckungen und die Breitenerstreckungen der ersten Elektrode **71** und der zweiten Elektrode **72** in der Ebene der Bodenwand **10** verlaufen, so dass die Tiefenerstreckungen der ersten Elektrode **71** und der zweiten Elektrode **72** einander gegenüberliegend angeordnet sind.

[0091] Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, weist die Bodenwand **10** eine sich in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** erstreckende Erhebung **11** auf. Der zweite Kondensator **70** ist in der Bodenwand **10** derart eingebettet, dass die erste Elektrode **71** und die zweite Elektrode **72** des zweiten Kondensators **70** in der Erhebung **11** der Bodenwand **10** eingebettet sind. Folglich stehen die erste Elektrode **71** und die zweite Elektrode **72** des zweiten Kondensators **70** nicht mit der Betriebsflüssigkeit **50** in direktem Kontakt. Ferner stehen die erste Elektrode **71** und die zweite Elektrode **72** des zweiten Kondensators **70** auch nicht mit der Umgebung des Betriebsflüssigkeitsbehälters **1** in direktem Kontakt. Durch die Einbettung der ersten Elektrode **71** und der zweiten Elektrode **72** in der Erhebung **11** der Bodenwand **10** wirken sich eventuelle Ablagerungen auf der Bodenwand **10** vermindert auf die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der sich im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindlichen Betriebsflüssigkeit **50** aus.

[0092] Hinsichtlich der Einbettung des zweiten Kondensators **70** in die Bodenwand **10** bzw. in die Erhebung **11** der Bodenwand **10** wird auf **Fig. 6** verwiesen, die weiter unten beschrieben wird.

[0093] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, dass der zweite Kondensator **70** in der Bodenwand **10** eingebettet ist. Bei einem erfindungsgemäßen Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** kann der zweite Kondensator **70** auch auf einer Außenfläche der Bodenwand **10** befestigt sein.

[0094] Der Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** weist ferner eine elektronische Auswerteeinrichtung **80** auf, die mit dem ersten Kondensator **60** und dem zweiten Kondensator **70** elektrisch verbunden ist. Die elektrische Verbindung der Auswerteeinrichtung **80** mit dem ersten Kondensator **60** und dem zweiten Kondensator **70** erfolgt über in **Fig. 5** nicht dargestellte elektrische Leitungen.

[0095] Die Auswerteeinrichtung **80** ist dazu ausgebildet, das Verfahren gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten Flussablaufdiagramm auszuführen, das im Folgenden beschrieben wird.

[0096] In einem Verfahrensschritt A werden zumindest drei unterschiedliche Wechselspannungen mit unterschiedlichen Frequenzen an den ersten Kondensator **60** und/oder an den zweiten Kondensator **70** angelegt. Dabei entspricht eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz **f_{min}**, beispielsweise 10 kHz. Eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung entspricht einer Frequenz zwischen der unteren Grenzfrequenz **f_{min}** und einer oberen Grenzfrequenz **f_{max}**, wobei die obere Grenzfrequenz beispielsweise 100 kHz beträgt. Eine dritte Frequenz einer dritten Wechselspannung entspricht der oberen Grenzfrequenz **f_{max}**.

[0097] In einem Verfahrensschritt **B** werden eine erste Impedanz des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für die erste Frequenz, eine zweite Impedanz des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für die zweite Frequenz und eine dritte Impedanz des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für die dritte Frequenz bestimmt und jeweils gespeichert.

[0098] Anschließend werden in einem Verfahrensschritt **C** ein erster Phasenwinkel φ_1 aus der ersten Impedanz, ein zweiter Phasenwinkel φ_2 aus der zweiten Impedanz und ein dritter Phasenwinkel φ_3 aus der dritten Impedanz bestimmt.

[0099] In **Fig. 2** sind drei unterschiedliche frequenzabhängige Phasenverläufe von Impedanzen des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für drei unterschiedliche Betriebsflüssigkeiten dargestellt. Dabei zeigt der Verlauf **91** einen Phasenverlauf der Impedanz für deionisiertes Wasser. Der Verlauf **92** zeigt den frequenzabhängigen Verlauf des Phasenwinkels der Impedanz für eine Mischung aus 50 % deionisiertem Wasser und 50 % Leitungswasser, und der Verlauf **93** zeigt den frequenzabhängigen Verlauf des Phasenwinkels der Impedanz für Leitungswasser. Das deionisierte Wasser weist eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 1-50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Die Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser weist eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 50-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Das Leitungswasser weist eine elektrische Leitfähigkeit von über 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf.

[0100] Aus **Fig. 2** ist ersichtlich, dass der Verlauf **91** des Phasenwinkels der Impedanz des Kondensators **60**, **70** bei deionisiertem Wasser zwischen einer unteren Grenzfrequenz **fmin** von 10 kHz und einer oberen Grenzfrequenz **fmax** von 100 kHz ein Maximum aufweist. Demgegenüber ist aus **Fig. 2** ferner ersichtlich, dass der Verlauf **92** des Phasenwinkels der Impedanz des Kondensators **60**, **70** für die Mischung aus deionisiertem Wasser und Leitungswasser zwischen der unteren Grenzfrequenz **fmin** und der oberen Grenzfrequenz **fmax** stetig ansteigt. Selbiges gilt für den Verlauf **93** des Phasenwinkels der Impedanz des Kondensators **60**, **70** für reines Leitungswasser. Dabei ist ersichtlich, dass bei der oberen Grenzfrequenz **fmax** von 100 kHz der Verlauf **93** langsamer ansteigt als der Verlauf **92**.

[0101] Zurückkommend zu dem Verfahren gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten Flussablaufdiagramm wird nach dem Verfahrensschritt **C** überprüft, ob der zweite Phasenwinkel φ_2 größer als der erste Phasenwinkel φ_1 und auch größer als der dritte Phasenwinkel φ_3 ist. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann weist der Verlauf des Phasenwinkels zwischen der unteren Grenzfrequenz **fmin** und der oberen Grenz-

frequenz **fmax** ein Maximum auf. Wenn der Verlauf des Phasenwinkels ein Maximum aufweist, dann wird in einem Verfahrensschritt **D** bestimmt bzw. festgelegt, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung genügt.

[0102] In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wird bei Ermitteln eines Maximums des Verlaufs des Phasenwinkels bestimmt, dass die elektrische Leitfähigkeit der im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindlichen Betriebsflüssigkeit eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 1-50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Daraus kann rückgeschlossen werden, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindliche Wasser deionisiertes Wasser ist und für den Betrieb einer Wasserinjektionseinrichtung geeignet ist. In diesem Fall wird in einem Verfahrensschritt **D1** ein Freigabesignal ausgegeben. Der Schritt **D1** ist jedoch optional und nicht obligatorisch.

[0103] Wenn ermittelt wird, dass der zweite Phasenwinkel φ_2 nicht größer als der dritte Phasenwinkel φ_3 ist, wird überprüft, ob eine Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel φ_3 und dem ersten Phasenwinkel φ_1 kleiner als ein vorgegebener Minimalverlustwinkel δ_s ist. Der Minimalverlustwinkel δ_s in dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt 1° . Aus dem in **Fig. 2** dargestellten frequenzabhängigen Verlauf **93** ist ersichtlich, dass der Verlustwinkel für die obere Grenzfrequenz **fmax** kleiner als 1° und somit kleiner als der Minimalverlustwinkel δ_s ist. Somit wird in einem Verfahrensschritt **F** ein Stoppsignal ausgegeben. Mittels des Stoppsignals kann einem in den Figuren nicht dargestellten Wassereinspritzsystem signalisiert werden, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindliche Wasser für die Wasserinjektion nicht geeignet ist, da das Wasser eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Folglich handelt es sich bei dem in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindliche Wasser um beispielsweise Leitungswasser.

[0104] Wenn die Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel φ_3 und dem ersten Phasenwinkel φ_1 nicht kleiner als der vorgegebene Minimalverlustwinkel δ_s ist, wird überprüft, ob der dritte Phasenwinkel φ_3 größer als der zweite Phasenwinkel φ_2 ist. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann wird darauf zurückgeschlossen, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** befindliche Wasser eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 50-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Die Qualitätseigenschaften dieses Wasser sind für die Wasserinjektion noch ausreichend. Jedoch wird in einem Verfahrensschritt **E** ein Warnsignal ausgegeben, sodass der Nutzer des Kraftfahrzeugs, in dem der erfindungsgemäße Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** verbaut ist, darauf aufmerksam gemacht werden kann, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterin-

nenraum **2** befindliche Wasser zwar den Anforderungen genügt jedoch Verunreinigungen aufweist.

[0105] Die Auswerteeinrichtung **80** des in **Fig. 5** dargestellten Betriebsflüssigkeitsbehälters **1** ist ferner dazu ausgebildet, das Verfahren gemäß dem in **Fig. 3** dargestellten Flussablaufdiagramm auszuführen, das im Folgenden beschrieben wird.

[0106] In einem Verfahrensschritt **G** werden zumindest zwei unterschiedliche Wechselspannungen mit unterschiedlichen Frequenzen an den ersten Kondensator **60** und/oder an den zweiten Kondensator **70** angelegt. Dabei entspricht eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz **f_{min}**. Eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung entspricht einer oberen Grenzfrequenz **f_{max}**.

[0107] Anschließend werden in einem Verfahrensschritt **H** eine erste Kapazität **C1** des ersten Kondensators und/oder des zweiten Kondensators **70** für die erste Frequenz bestimmt und gespeichert. Ferner wird im Verfahrensschritt **H** eine zweite Kapazität **C2** des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators des **70** für die zweite Frequenz bestimmt und gespeichert.

[0108] Anschließend wird in einem Verfahrensschritt **I** eine relative Abweichung der zweiten Kapazität **C2** von der ersten Kapazität **C1** ermittelt. Im Verfahrensschritt **I** wird folglich ermittelt, um wie viel Prozent die zweite Kapazität **C2** von der ersten Kapazität **C1** abweicht.

[0109] In **Fig. 4** sind drei unterschiedliche frequenzabhängige Kapazitätsverläufe des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für drei unterschiedliche Betriebsflüssigkeiten dargestellt. Dabei zeigt der Verlauf **101** einen frequenzabhängigen Kapazitätsverlauf des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für deionisiertes Wasser. Der Verlauf **102** zeigt den frequenzabhängigen Kapazitätsverlauf des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für eine Mischung aus 50 % deionisiertem Wasser und 50 % Leitungswasser, und der Verlauf **103** zeigt den frequenzabhängigen Kapazitätsverlauf des ersten Kondensators **60** und/oder des zweiten Kondensators **70** für Leitungswasser. Das deionisierte Wasser weist eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 1-50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Die Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser weist eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 50-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Das Leitungswasser weist eine elektrische Leitfähigkeit von über 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf.

[0110] Aus **Fig. 4** ist ersichtlich, dass der Verlauf **101** der frequenzabhängigen Kapazität des Kondensators **60, 70** bei deionisiertem Wasser als Betriebs-

flüssigkeit von der ersten Kapazität **C1** auf die zweite Kapazität **C2** abfällt. Dabei weist der Kondensator **60, 70** bei der unteren Grenzfrequenz **f_{min}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 10 kHz beträgt, die erste Kapazität **C1** von ca. 3,2 pF und bei der oberen Grenzfrequenz **f_{max}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 1 MHz beträgt, die zweite Kapazität **C2** von ca. 2,4 pF auf. Folglich beträgt die relative Abweichung von C1 zu C2 bei deionisiertem Wasser als Betriebsflüssigkeit ca. 25%.

[0111] Aus **Fig. 4** ist ferner ersichtlich, dass die frequenzabhängige Kapazität des Kondensators **60, 70** bei der Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit von der ersten Kapazität **C1** auf die zweite Kapazität **C2** abfällt. Dabei weist der Kondensator **60, 70** bei der unteren Grenzfrequenz **f_{min}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 10 kHz beträgt, die erste Kapazität **C1** von ca. 3,6 pF und bei der oberen Grenzfrequenz **f_{max}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 1 MHz beträgt, die zweite Kapazität **C2** von ca. 3,4 pF auf. Folglich beträgt die relative Abweichung von **C1** zu **C2** bei der Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit ca. 6%.

[0112] Aus **Fig. 4** ist weiterhin ersichtlich, dass die frequenzabhängige Kapazität des Kondensators **60, 70** bei Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit von der ersten Kapazität **C1** auf die zweite Kapazität **C2** abfällt. Dabei weist der Kondensator **60, 70** bei der unteren Grenzfrequenz **f_{min}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 10 kHz beträgt, die erste Kapazität **C1** von ca. 3,4 pF und bei der oberen Grenzfrequenz **f_{max}**, die im dargestellten Ausführungsbeispiels 1 MHz beträgt, die zweite Kapazität **C2** von ca. 3,35 pF auf. Folglich beträgt die relative Abweichung von C1 zu C2 bei Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit ca. 1,5%.

[0113] Zurückkommend zu dem Verfahren gemäß dem in **Fig. 3** dargestellten Flussablaufdiagramm wird nach dem Verfahrensschritt **I** überprüft, ob die relative Abweichung der zweiten Kapazität **C2** von der ersten Kapazität **C1** größer als eine erste Mindestabweichung $\Delta 1$ ist. Im Genaueren wird bestimmt, ob folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{|C1 - C2|}{C1} > \Delta 1$$

[0114] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird in einem Verfahrensschritt **J** bestimmt, dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälter **1** befindliche Betriebsflüssigkeit einer vorgegebenen Qualitätsanforderung genügt, da die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit einen Wert zwischen 1 bis 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist.

[0115] In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel weist die Mindestabweichung $\Delta 1$ einen Wert von 0,2 aus. Somit wird für deionisiertes Wasser als Betriebsflüssigkeit im Verfahrensschritt J bestimmt, dass das deionisierte Wasser den vorgegebenen Qualitätsanforderungen genügt, da die relative Abweichung der zweiten Kapazität $C 2$ von der ersten Kapazität $C 1$ 25% und somit 0,25 beträgt.

[0116] Anschließend wird in einem Verfahrensschritt J1 ein Freigabesignal ausgegeben, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität $C 2$ von der ersten Kapazität $C 1$ größer als die erste Mindestabweichung $\Delta 1$. Der Verfahrensschritt J1 ist für die vorliegende Erfindung lediglich optional und nicht obligatorisch.

[0117] Wenn die Bedingung

$$\frac{|C1 - C2|}{C1} > \Delta 1$$

hingegen nicht erfüllt ist, wird überprüft, ob folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\Delta 1 > \frac{|C1 - C2|}{C1} > \Delta 2$$

[0118] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann wird darauf zurückgeschlossen, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 befindliche Wasser eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 50-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Die Qualitätseigenschaften dieses Wassers sind für die Wasserinjektion noch ausreichend. Jedoch wird in einem Verfahrensschritt K ein Warnsignal ausgegeben, sodass der Nutzer des Kraftfahrzeugs, in dem der erfindungsgemäße Betriebsflüssigkeitsbehälter 1 verbaut ist, darauf aufmerksam gemacht werden kann, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 befindliche Wasser zwar den Anforderungen genügt jedoch Verunreinigungen aufweist. Folglich wird im Verfahrensschritt K ein Warnsignal ausgegeben, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität $C 2$ von der ersten Kapazität $C 1$ einen Wert zwischen der ersten Mindestabweichung $\Delta 1$ und einer zweiten Mindestabweichung $\Delta 2$ aufweist, wobei die zweite Mindestabweichung $\Delta 2$ kleiner als die erste Mindestabweichung $\Delta 1$ ist.

[0119] In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel weist $\Delta 2$ einen Wert von 0,05 aus. Somit ist für eine Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit, bei der $|C 1 - C 2|/C 1$ einen Wert von 0,06 ergibt, die Bedingung $0,2 > 0,06 > 0,05$ erfüllt, so dass im Verfahrensschritt K ein Warnsignal ausgegeben wird.

[0120] Wenn die Bedingung

$$\Delta 1 > \frac{|C1 - C2|}{C1} > \Delta 2$$

hingegen nicht erfüllt ist, wird überprüft, ob folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\Delta 2 > \frac{|C1 - C2|}{C1}$$

[0121] Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann wird darauf zurückgeschlossen, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 befindliche Wasser eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Die Qualitätseigenschaften dieses Wassers sind für die Wasserinjektion nicht ausreichend. Somit wird in einem Verfahrensschritt L ein Stoppsignal ausgegeben. Mittels des Stoppsignals kann einem in den Figuren nicht dargestellten Wassereinspritzsystem signalisiert werden, dass das im Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 befindliche Wasser für die Wasserinjektion nicht geeignet ist, da das Wasser eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist. Folglich handelt es sich bei dem in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 befindliche Wasser um beispielsweise Leitungswasser.

[0122] Folglich wird im Verfahrensschritt L ein Stoppsignal ausgegeben, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität $C 2$ von der ersten Kapazität $C 1$ kleiner als die zweite Mindestabweichung $\Delta 2$ ist.

[0123] In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel weist $\Delta 2$ einen Wert von 0,05 aus. Somit ist für Leitungswasser als Betriebsflüssigkeit, bei der $|C 1 - C 2|/C 1$ einen Wert von 0,015 ergibt, die Bedingung $0,05 > 0,015$ erfüllt, so dass im Verfahrensschritt L ein Stoppsignal ausgegeben wird.

[0124] Fig. 6 zeigt eine stark vereinfachte Darstellung einer Schichtstruktur einer Behälterwand 10, 20, 30 des Betriebsflüssigkeitsbehälters 1. Bei der Behälterwand kann es sich um die Bodenwand 10 und/oder die Seitenwand 20 und/oder die Deckenwand 30 handeln. Es ist ersichtlich, dass die Behälterwand 10 mehrschichtig aufgebaut ist.

[0125] Im Folgenden wird die Schichtstruktur der Behälterwand 10, 20, 30 mit Bezug die Seitenwand 20 und mit Bezug auf den ersten Kondensator 60 beschrieben. Jedoch kann auch die Bodenwand 10 und/oder die Deckenwand 30 eine entsprechende Schichtstruktur aufweisen. Ferner kann auch der zweite Kondensator 70 auf die gleiche Art und Weise in der Behälterwand 10, 20, 30 eingebettet sein.

[0126] Es ist ersichtlich, dass die Seitenwand 20 eine Außenschicht 41, eine dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum 2 zugewandte Innenschicht 45

und eine zwischen die Außenschicht **41** und die Innenschicht **45** angeordnete Haftschrift **44** aufweist. Die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** sind zwischen der Außenschicht **41** und der Haftschrift **44** angeordnet. Die Seitenwand **20** weist ferner eine Abschirmschicht **42** und eine Isolationsschicht **43** auf, wobei die Abschirmschicht **42** zwischen der Außenschicht **41** und der ersten Elektroden **61** und der zweiten Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** angeordnet ist. Die Isolationsschicht **43** wiederum ist zwischen der Abschirmschicht **42** und den ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** angeordnet.

[0127] Es ist ferner ersichtlich, dass die Seitenwand **20** eine Außenschicht **41**, eine dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** zugewandte Innenschicht **45** und eine zwischen die Außenschicht **41** und die Innenschicht **45** angeordnete Haftschrift **44** aufweist. Die erste Elektrode **61** und die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** sind zwischen der Außenschicht **41** und der Haftschrift **44** angeordnet. Die Seitenwand **20** weist ferner eine Abschirmschicht **42** und eine Isolationsschicht **43** auf, wobei die Abschirmschicht **42** zwischen der Außenschicht **41** und den ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** angeordnet ist. Die Isolationsschicht **43** wiederum ist zwischen der Abschirmschicht **42** und den ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** des ersten Kondensators **60** angeordnet.

[0128] Fig. 7A zeigt einen ersten Kondensator **60** in Alleinstellung in seitlicher Draufsicht. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ersichtlich, dass die erste Elektrode **61** des ersten Kondensators **60** entlang ihrer Längenerstreckung **L** eine gleichmäßige Breitenerstreckung **B** aufweist. Die zweite Elektrode **62** des ersten Kondensators **60** hingegen weist eine sich entlang der Längenerstreckung der zweiten Elektrode **62** veränderte Breitenerstreckung **B** auf. Es ist ersichtlich, dass die Breite der zweiten Elektrode **62** entlang ihrer Längenerstreckung **L** eine sich in Richtung der Bodenwand **10** vergrößernde Breitenerstreckung **B** aufweist.

[0129] Fig. 7B zeigt ein weiteres Beispiel eines ersten Kondensators **60** gemäß einer weiteren Ausführungsform des Betriebsflüssigkeitsbehälters **1**. Es ist ersichtlich, dass sowohl die erste Elektrode **61** als auch die zweite Elektrode **62** jeweils in unterschiedlichen Höhen, d. h. in unterschiedlichen Positionen hinsichtlich der Längenerstreckung **L** der ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** jeweils zwei Flügel **63** aufweisen, die sich entlang der Breitenerstreckung **B** der ersten und zweiten Elektroden **61**, **62** erstrecken. Es ist ersichtlich, dass die jeweiligen Flügel **63** abgerundet sind.

[0130] Fig. 7C wiederum zeigt einen ersten Kondensator **60** eines Betriebsflüssigkeitsbehälters **1** gemäß

einer weiteren Ausführungsform. Auch der in Fig. 7C dargestellte ersten Kondensator **60** ist derart ausgebildet, dass sowohl die erste Elektrode **61** als auch die zweite Elektrode **62** jeweils zwei Flügel **63** aufweisen, die sich in der Breitenerstreckung **B** der jeweiligen Elektroden **61**, **62** erstrecken. Die jeweiligen Flügel **63** sind dabei in unterschiedlichen Höhen der jeweiligen Elektroden **61**, **62** angeordnet.

[0131] Die vorliegende Erfindung ist auf die in den Fig. 7A bis Fig. 7C dargestellten Ausgestaltungen des ersten Kondensators **60** jedoch nicht beschränkt, solange mittels des ersten Kondensators **60** ein elektrisches Feld erzeugt wird, dass sich in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum **2** erstreckt, so dass die elektrische Leitfähigkeit der Betriebsflüssigkeit **50** mittels der Auswerteeinrichtung **80** ermittelt werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Betriebsflüssigkeitsbehälter
2	Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum
10	Bodenwand (des Betriebsflüssigkeitsbehälters)
11	Erhebung (der Bodenwand)
20	Seitenwand (des Betriebsflüssigkeitsbehälters)
30	Deckenwand
41	Außenschicht (der Bodenwand / der Seitenwand)
42	Abschirmschicht (der Bodenwand / der Seitenwand)
43	Isolationsschicht (der Bodenwand / der Seitenwand)
44	Haftschrift (der Bodenwand / der Seitenwand)
45	Innenschicht (der Bodenwand / der Seitenwand)
50	Betriebsflüssigkeit
60	erster Kondensator
61	erste Elektrode (des ersten Kondensators)
62	zweite Elektrode (des ersten Kondensators)
63	Flügel (der ersten Elektrode und/oder der zweiten Elektrode)
70	zweiter Kondensator
71	erste Elektrode (des zweiten Kondensators)

72	zweite Elektrode (des zweiten Kondensators)
80	Auswerteeinrichtung
91	frequenzabhängiger Phasenverlauf für deionisiertes Wasser
92	frequenzabhängiger Phasenverlauf für eine Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser
93	frequenzabhängiger Phasenverlauf für Leitungswasser
101	frequenzabhängiger Kapazitätsverlauf für deionisiertes Wasser
102	frequenzabhängiger Kapazitätsverlauf für eine Mischung aus 50% deionisiertem Wasser und 50% Leitungswasser
103	frequenzabhängiger Kapazitätsverlauf für Leitungswasser
L	Längserstreckung (der Elektroden des Messkondensators)
B	Breitenerstreckung (der Elektroden des Messkondensators)
C1	erste Kapazität (des Kondensators)
C2	zweite Kapazität (des Kondensators)
fmin	untere Grenzfrequenz
fmax	obere Grenzfrequenz
$\varphi 1$	erster Phasenwinkel
$\varphi 2$	zweiter Phasenwinkel
$\varphi 3$	dritter Phasenwinkel
δ_s	Minimalverlustwinkel
$\Delta 1$	erste Mindestabweichung
$\Delta 2$	zweite Mindestabweichung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen einer elektrischen Leitfähigkeit einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) für ein Kraftfahrzeug, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) zumindest einen an einer Behälterwand (10, 20, 30) des Betriebsflüssigkeitsbehälters (1) befestigten Kondensator (60, 70) mit einer ersten Elektrode (61, 71) und einer dieser gegenüberliegenden zweiten Elektrode (62, 72) aufweist, wobei das Verfahren durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:

- Anlegen (A) von zumindest drei unterschiedlichen Wechselspannungen an den Kondensator (60, 70), wobei eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz (fmin), eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung einer Frequenz zwischen der unteren Grenzfrequenz (fmin) und einer oberen Grenzfrequenz (fmax) und

eine dritte Frequenz einer dritten Wechselspannung der oberen Grenzfrequenz (fmax) entspricht;

- Bestimmen und Speichern (B) einer ersten Impedanz des Kondensators (60, 70) für die erste Frequenz, einer zweiten Impedanz des Kondensators (60, 70) für die zweite Frequenz und einer dritten Impedanz des Kondensators (60, 70) für die dritte Frequenz;

- Bestimmen (C) eines ersten Phasenwinkels ($\varphi 1$) aus der ersten Impedanz, eines zweiten Phasenwinkels ($\varphi 2$) aus der zweiten Impedanz und eines dritten Phasenwinkels ($\varphi 3$) aus der dritten Impedanz; und

- Bestimmen (D), dass eine im Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) befindliche Betriebsflüssigkeit (50) einer Qualitätsanforderung genügt, wenn der zweite Phasenwinkel ($\varphi 2$) größer als der erste Phasenwinkel ($\varphi 1$) und größer als der dritte ($\varphi 3$) Phasenwinkel ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (D1) eines Freigabesignals, wenn der zweite Phasenwinkel ($\varphi 2$) größer als der erste Phasenwinkel ($\varphi 1$) und größer als der dritte ($\varphi 3$) Phasenwinkel ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (E) eines Warnsignals, wenn der dritte Phasenwinkel ($\varphi 3$) größer als der zweite Phasenwinkel ($\varphi 2$) oder gleich dem zweiten Phasenwinkel ($\varphi 2$) ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (F) eines Stoppsignals, wenn eine Differenz zwischen dem dritten Phasenwinkel ($\varphi 3$) und dem ersten Phasenwinkel ($\varphi 1$) kleiner als ein vorgegebener Minimalverlustwinkel (δ_s) ist.

5. Verfahren zum Bestimmen einer elektrischen Leitfähigkeit einer Betriebsflüssigkeit in einem Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) für ein Kraftfahrzeug, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) zumindest einen an einer Behälterwand (10, 20, 30) des Betriebsflüssigkeitsbehälters (1) befestigten Kondensator (60, 70) mit einer ersten Elektrode (61, 71) und einer dieser gegenüberliegenden zweiten Elektrode (62, 72) aufweist, wobei das Verfahren durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:

- Anlegen (G) von zumindest zwei unterschiedlichen Wechselspannungen an den Kondensator (60, 70), wobei eine erste Frequenz einer ersten Wechselspannung einer unteren Grenzfrequenz (fmin) und eine zweite Frequenz einer zweiten Wechselspannung einer oberen Grenzfrequenz (fmax) entspricht;

- Bestimmen und Speichern (H) einer ersten Kapazität (C1) des Kondensators (60, 70) für die erste Fre-

quenz und einer zweiten Kapazität (C2) des Kondensators (60, 70) für die zweite Frequenz;

- Ermitteln (I) einer relativen Abweichung der zweiten Kapazität (C2) von der ersten Kapazität (C1); und
- Bestimmen (J), dass die im Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) befindliche Betriebsflüssigkeit (50) einer vorgegebenen Qualitätsanforderung genügt, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität (C2) von der ersten Kapazität (C1) größer als eine erste Mindestabweichung ($\Delta 1$) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (J1) eines Freigabesignals, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität (C2) von der ersten Kapazität (C1) größer als die erste Mindestabweichung ($\Delta 1$) ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (K) eines Warnsignals, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität (C2) von der ersten Kapazität (C1) einen Wert zwischen der ersten Mindestabweichung ($\Delta 1$) und einer zweiten Mindestabweichung ($\Delta 2$) aufweist, wobei die zweite Mindestabweichung ($\Delta 2$) kleiner als die erste Mindestabweichung ($\Delta 1$) ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:

- Ausgeben (L) eines Stoppsignals, wenn die relative Abweichung der zweiten Kapazität (C2) von der ersten Kapazität (C1) kleiner als eine zweite Mindestabweichung ($\Delta 2$) ist, wobei die zweite Mindestabweichung ($\Delta 2$) kleiner als die erste Mindestabweichung ($\Delta 1$) ist.

9. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) mit den folgenden Merkmalen:

- ein Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum (2) ist von einer Deckenwand (30), einer Bodenwand (10) und einer die Bodenwand (10) mit der Deckenwand (30) verbindenden Seitenwand (20) begrenzt;
- der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) weist zumindest einen an einer Behälterwand (10, 20, 30) des Betriebsflüssigkeitsbehälters (1) befestigten Kondensator (60, 70) mit einer ersten Elektrode (61, 71) und einer zweiten Elektrode (62, 72) auf;
- der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) weist eine elektronische Auswerteeinrichtung (80) auf, die mit der ersten Elektrode (61, 71) und mit der zweiten Elektrode (62, 72) elektrisch verbunden ist, wobei der Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) **dadurch gekennzeichnet** ist, dass die Auswerteeinrichtung (80) dazu ausgebildet ist ein Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

10. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kondensator

(60, 70) in der Behälterwand (10, 20, 30) eingebettet ist.

11. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 10, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Bodenwand (10) weist eine sich in den Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum (2) erstreckende Erhebung (11) auf; und
- die erste Elektrode (71) und die zweite Elektrode (72) des Kondensators (70) sind in der Erhebung (11) eingebettet.

12. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Behälterwand (10, 20, 30) weist eine Außenschicht (41), eine dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum (2) zugewandte Innenschicht (45) und eine zwischen diese angeordnete Haftschrift (44) auf;
- die erste Elektrode (61, 71) und die zweite Elektrode (62, 72) des zumindest einen Kondensators (60) sind zwischen der Außenschicht (41) und der Haftschrift (44) angeordnet.

13. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Behälterwand (10, 20, 30) weist eine Abschirmschicht (42) und eine Isolationsschicht (43) auf;
- die Abschirmschicht (42) ist zwischen der Außenschicht (41) und der ersten und zweiten Elektroden (61, 62; 71, 72) angeordnet; und
- die Isolationsschicht (43) ist zwischen der Abschirmschicht (42) und den ersten und zweiten Elektroden (61, 62; 71, 72) angeordnet.

14. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isolationsschicht (43) die gleiche dielektrische Leitfähigkeit wie die Innenschicht (45) und/oder die Außenschicht (41) aufweist.

15. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Abstand der ersten und zweiten Elektroden (61, 62; 71, 72) zu dem Betriebsflüssigkeitsbehälterinnenraum (2) zwischen 1,5 mm und 3,5 mm beträgt.

16. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der ersten und zweiten Elektroden (61, 62; 71, 72) des Kondensators (60, 70) entlang ihrer Längserstreckung (L) eine ungleichmäßige Breitenstreckung (B) aufweist.

17. Betriebsflüssigkeitsbehälter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der ersten und zweiten Elektroden (61, 62, 71, 72) des Kondensators (60) entlang ihrer

Längserstreckung (L) eine sich in Richtung der Bodenwand (10) vergrößernde Breitenerstreckung (B) aufweist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

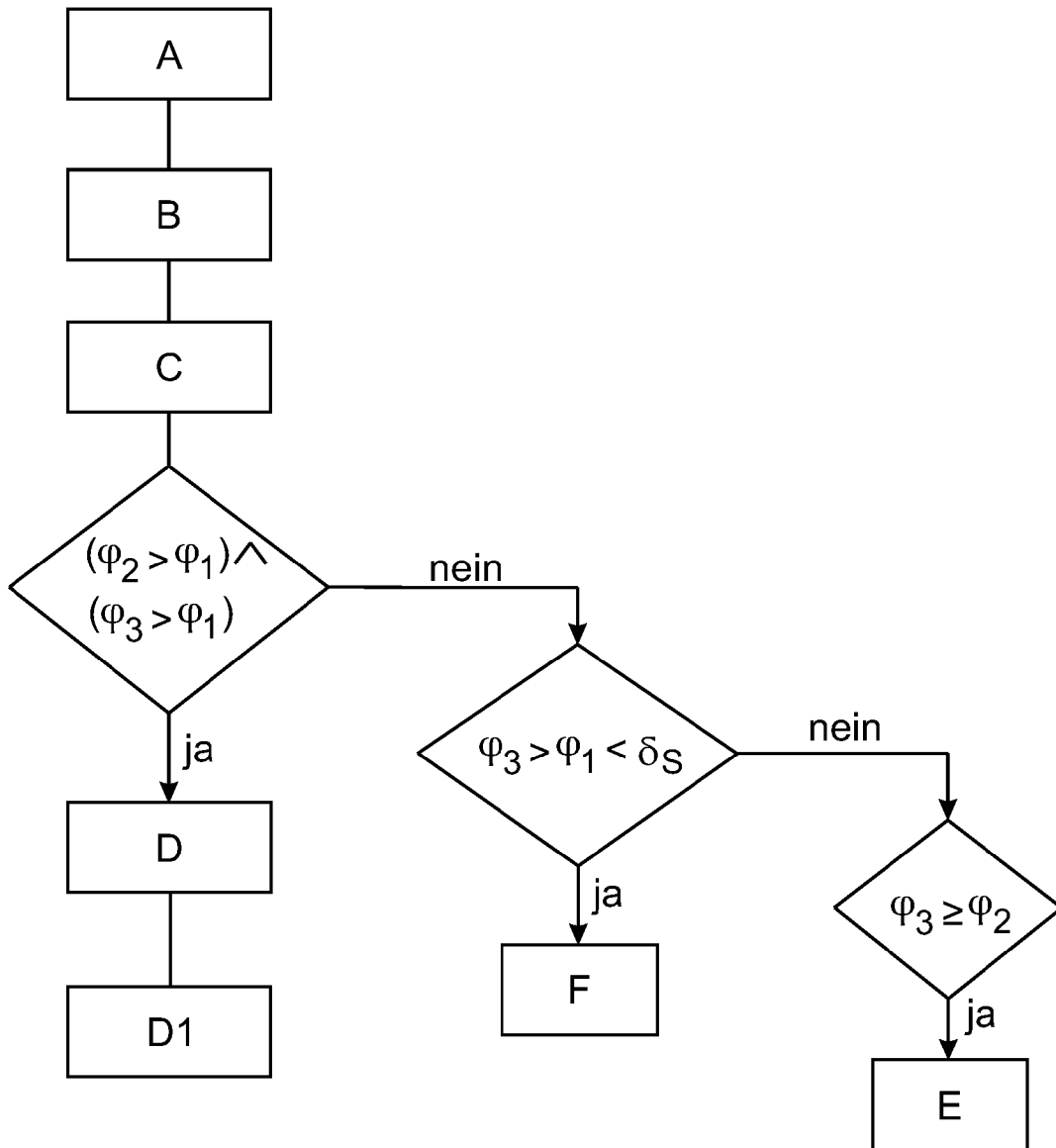


Fig. 1

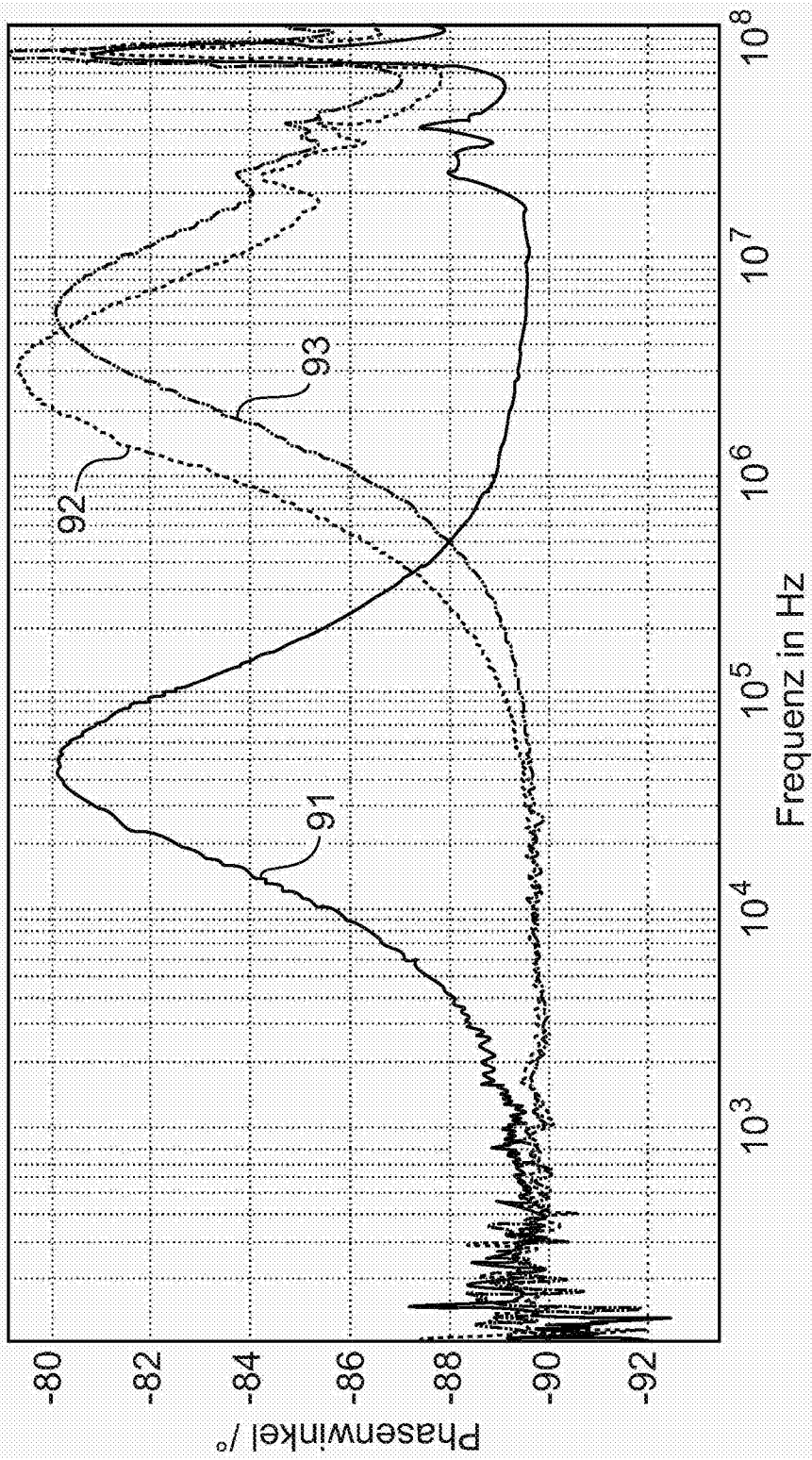


Fig. 2

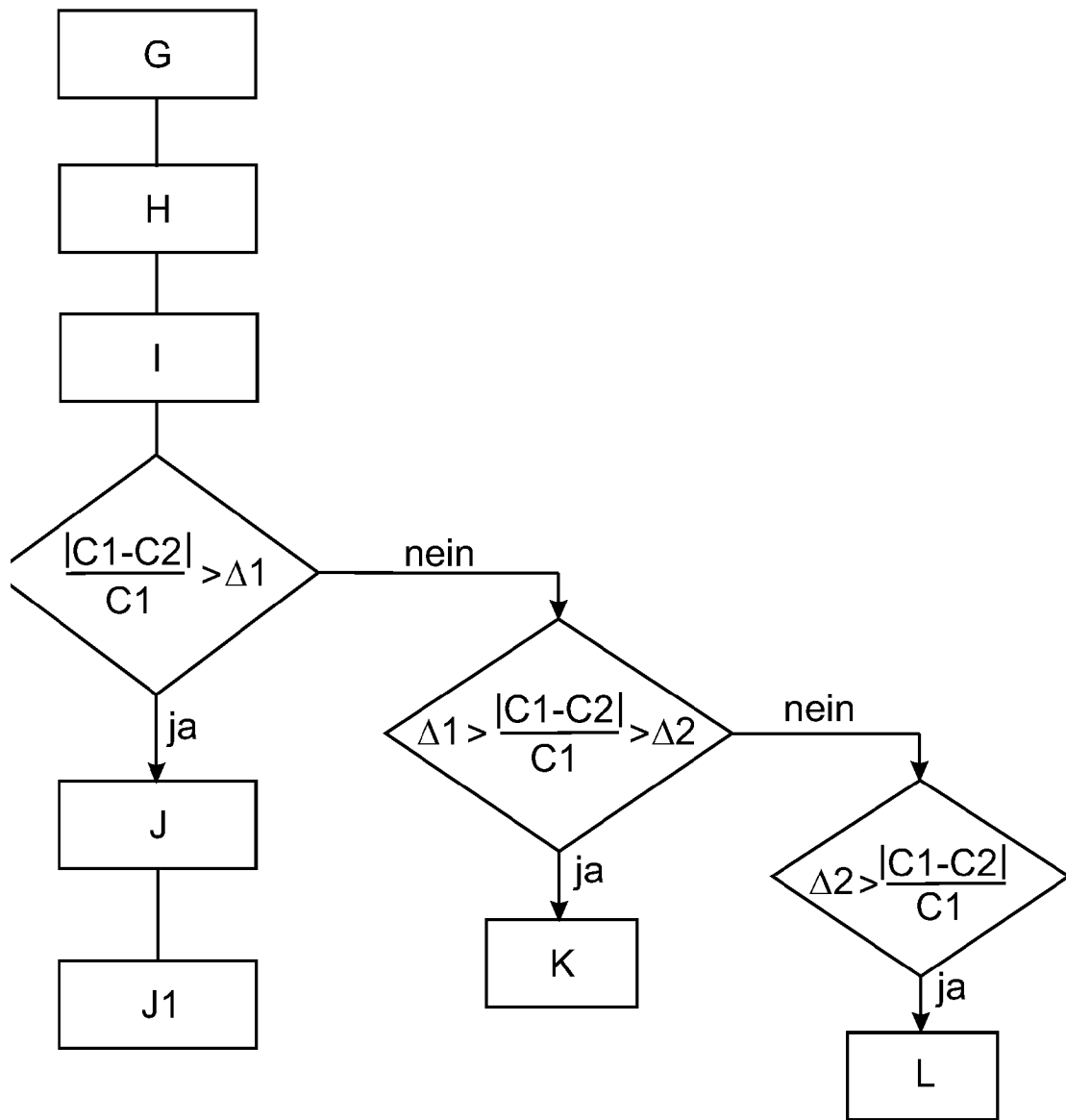


Fig. 3

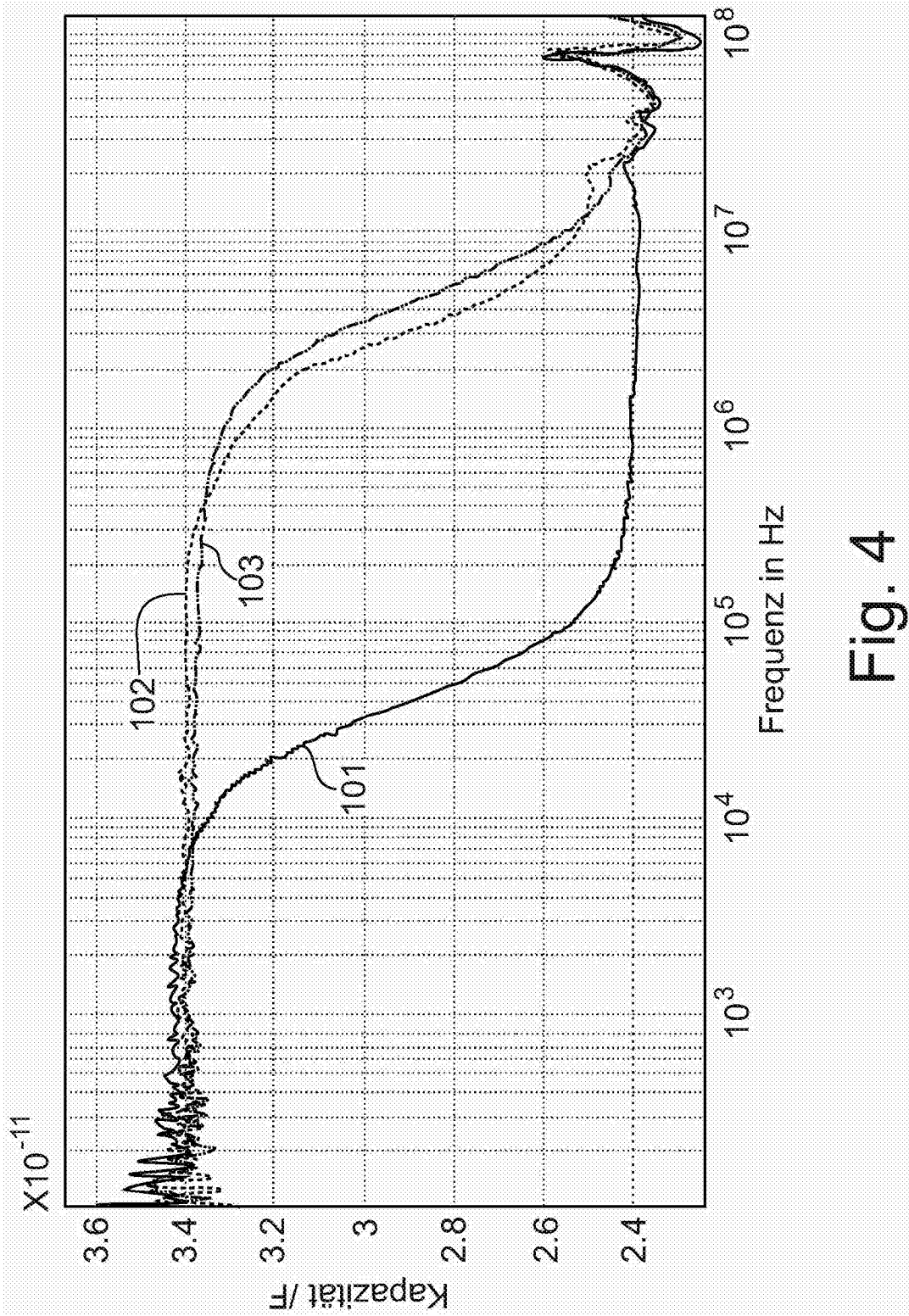


Fig. 4

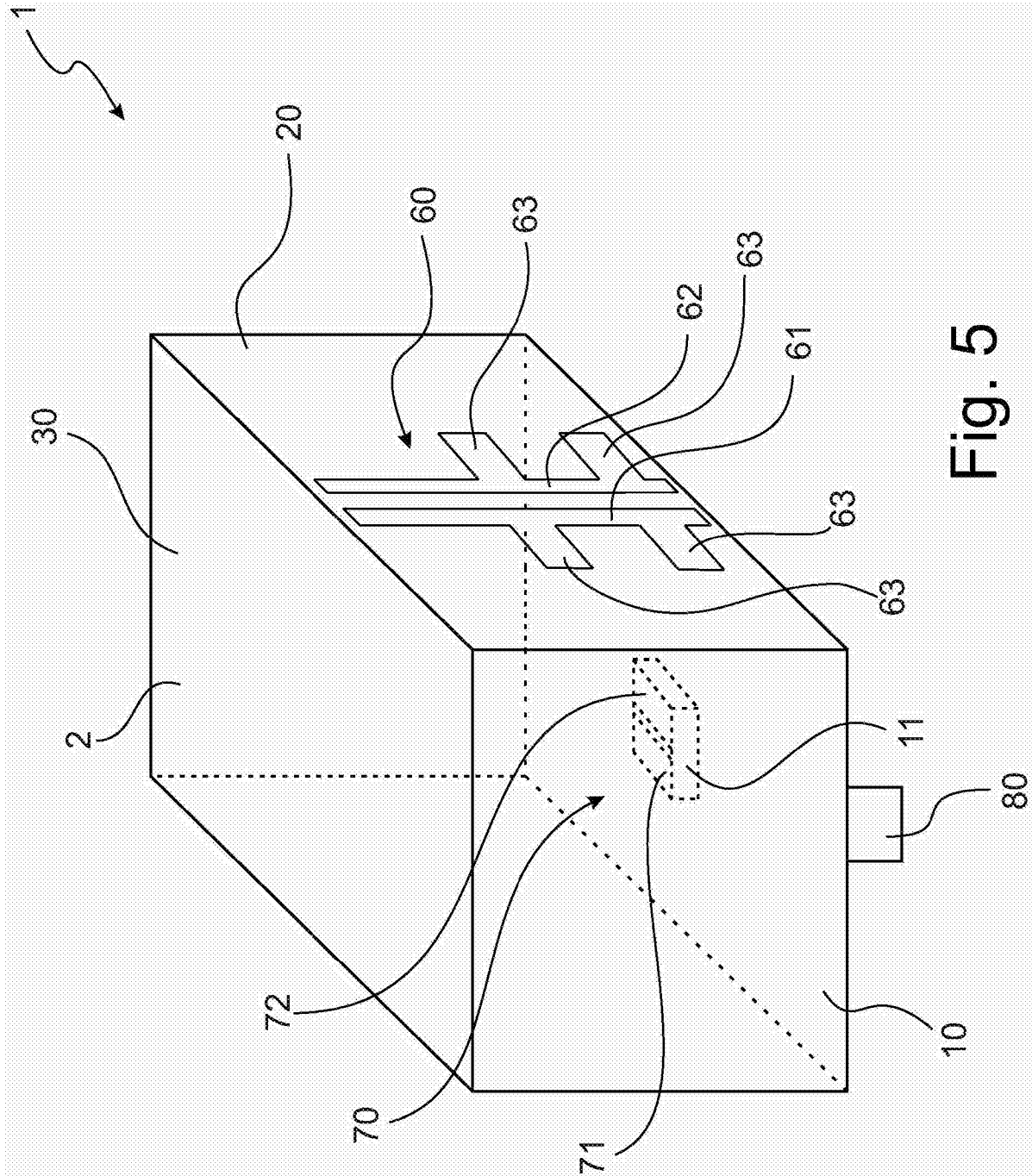


Fig. 5

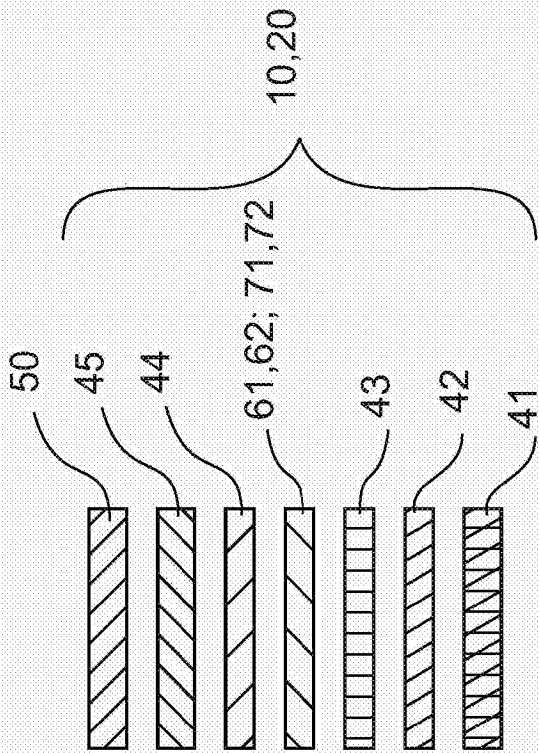


Fig. 6

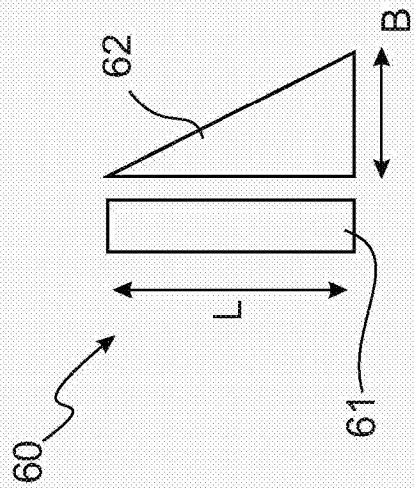


Fig. 7A

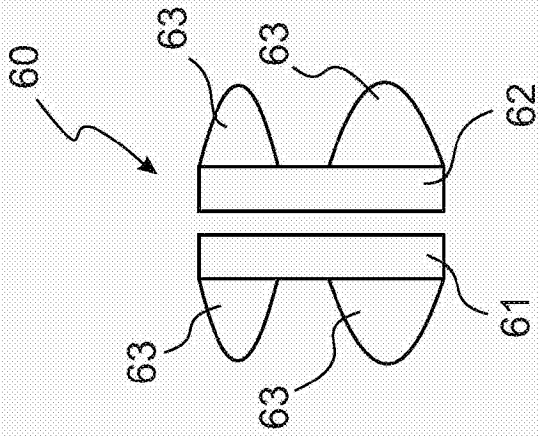


Fig. 7B

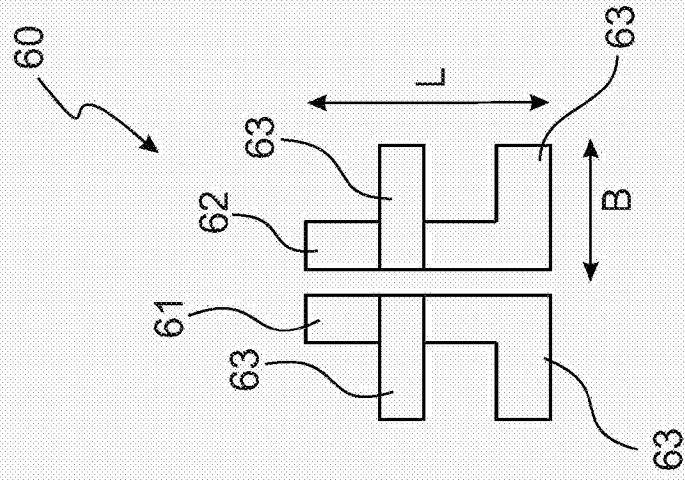


Fig. 7C