

(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
2. Mai 2013 (02.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/060610 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

E21B 43/24 (2006.01) *H01G 4/40* (2006.01)
H01G 4/04 (2006.01) *E21B 36/04* (2006.01)
H01G 4/38 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/070560

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Oktober 2012 (17.10.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
11186890.7 27. Oktober 2011 (27.10.2011) EP
12154736.8 9. Februar 2012 (09.02.2012) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: DIEHL, Dirk; Garagenweg 1, 91088
Bubenreuth (DE). KOCH, Andreas; Langfeldstraße 6a,
91077 Neunkirchen am Brand (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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.

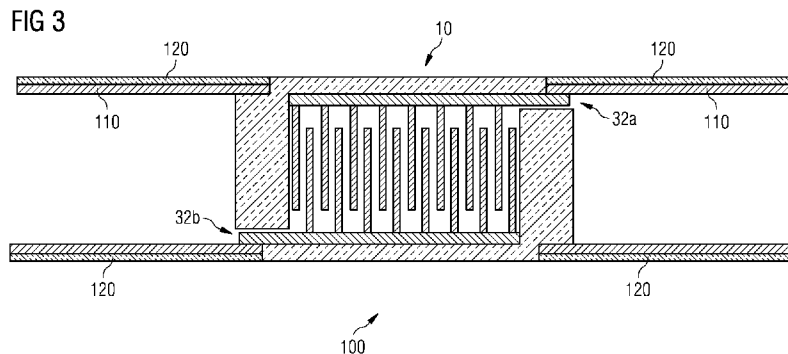
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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: CAPACITOR DEVICE FOR A CONDUCTOR LOOP IN A DEVICE FOR THE IN-SITU PRODUCTION OF HEAVY OIL AND BITUMEN FROM OIL-SAND DEPOSITS

(54) Bezeichnung : KONDENSATORVORRICHTUNG FÜR EINE LEITERSCHLEIFE EINER VORRICHTUNG ZUR "IN SITU"-FÖRDERUNG VON SCHWERÖL UND BITUMEN AUS ÖLSAND-LAGERSTÄTTEN



(57) Abstract: The present invention relates to a capacitor device (10) for a conductor loop (100) in a device for the in-situ production of heavy oil and bitumen from oil-sand deposits, characterized by a housing (20) and a capacitor unit (30) arranged therein to compensate for the inductive voltage drop along the conductor loop (100), wherein there are two connection interfaces (32a, 32b), wherein each connection interface (32a, 32b) is designed for mechanical and electrically conductive connection between the capacitor unit (30) and a conductor element (110) of the conductor loop (100).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kondensatorvorrichtung (10) für eine Leiterschleife (100) einer Vorrichtung zur "in situ"-Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten, gekennzeichnet durch ein Gehäuse (20) und eine darin angeordnete Kondensatoreinheit (30) für die Kompensation des induktiven Spannungsabfalls entlang der Leiterschleife (100), wobei zwei Anschlusschnittstellen (32a, 32b) vorgesehen sind, wobei jede Anschlusschnittstelle (32a, 32b) für die mechanische und elektrisch leitende Verbindung zwischen der Kondensatoreinheit (30) und einem Leitungselement (110) der Leiterschleife (100) ausgebildet ist.



WO 2013/060610 A1

Beschreibung

Kondensatorvorrichtung für eine Leiterschleife einer Vorrichtung zur "in situ"-Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kondensatorvorrichtung für eine Leiterschleife einer Vorrichtung zur "in situ"-Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten, eine Leiterschleife mit einer Vielzahl von Leiterelementen und einer Kondensatorvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer Leiterschleife.

Es ist bekannt, dass zur Förderung von Öl auch Öllagerstätten infrage kommen, in welchen das Öl in einem Trennprozess vom Sand abgeschieden werden muss. In Lagerstätten, in welchen der Ölsand jedoch nicht im Tagebau zugänglich ist, erfolgt üblicherweise eine Förderung des Öls durch das Erhitzen des Ölsandes. Hierdurch wird die Viskosität des gebundenen Öls derart reduziert, dass es in konventioneller Weise abgepumpt werden kann. Bei bekannten Verfahren werden für das Erhitzen des Ölsandes erhitzter Dampf, erhitzte Luft oder ähnliche heiße Gase eingesetzt. Dies bringt den Nachteil mit sich, dass in sehr aufwendiger Weise eine Möglichkeit geschaffen werden muss, um die Gase in die gewünschte Position im Erdreich, nämlich zu dem Lagerort des Ölsandes, zu transportieren. Darüber hinaus ist aufgrund teilweise sehr tiefer und weit ausgedehnter Lagerstätten ein hoher Aufwand hinsichtlich des entstehenden Druckverlustes beim Einbringen der Gase/Dämpfe zu beachten.

Es ist weiter bekannt, dass für die Erzeugung eines induzierten Wirbelstroms im umgebenden Erdreich für die Erwärmung des Erdreichs ein Induktionskabel verwendet wird. Ein solches Induktionskabel wird vorzugsweise mit Wechselstrom im Frequenzbereich 10kHz bis 200kHz beaufschlagt und wird als Leiterschleife im Erdreich eines Reservoirs verlegt.

Um die gewünschten induzierten Wirbelströme im Erdreich zu erzielen, wird ein entsprechender Wechselstrom an die Leiterschleife angelegt. Aufgrund der großen Länge einer solchen Leiterschleife, die bis zu mehreren Kilometern betragen kann, besteht jedoch das Problem, dass relativ hohe Spannungsabfälle durch die im umgebenden Erdreich induzierten Spannungen erzeugt werden. Diese hohen Spannungsabfälle führen zu immensen Kosten und Aufwendungen bei der Vorrichtung für den Betrieb einer derartigen Leiterschleife.

Aus der WO 2009/027305A2 ist grundsätzlich die Lösung eines solchen Problems bekannt. So ist dort beschrieben, dass einzelne Filamente einen Leiter mit einer verteilten Kapazität ausbilden. Mit anderen Worten werden eine Vielzahl von Kondensatoren über den Verlauf der Leiterschleife im Wesentlichen konstant verteilt, so dass durch diese Kondensatoren eine Kompensation des induktiven Spannungsabfalls erzeugt werden kann.

Nachteilig bei der voranstehend beschriebenen Lösung ist es, dass es sich bei der verteilten Kondensatoranordnung um eine Einschränkung hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften der Leiterschleife selbst handelt. Die Leiterschleife muss in das Erdreich, zum Beispiel durch ein Bohrloch, eingebracht werden. Darüber hinaus verläuft die Leiterschleife nicht zwingend entlang einer geraden Strecke, sondern kann auch Biegungen und Krümmungen aufweisen. Dementsprechend muss beim Einführen und beim Betrieb einer solchen Leiterschleife beachtet werden, dass die Leitungselemente beziehungsweise alle Bauteile der Leiterschleife einer entsprechenden Zugbelastung beziehungsweise einer entsprechenden Biegebelastung standhalten. Dies führt dazu, dass bekannte Leiterschleifen mit verteilten Kapazitäten nicht in allen Einsatzbereichen verwendet werden können. Darüber hinaus werden die Einsatzmöglichkeiten verschiedenster Materialien für die Dielektrizitätsmaterialien der einzelnen Kondensatoren eingeschränkt, da sie

ebenfalls den entsprechenden Biegespannungen und Zugspannungen widerstehen müssen. Dies führt darüber hinaus zu größeren Kabeldicken beziehungsweise zu schlechteren Kompensationsleistungen.

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile bei Vorrichtungen zur Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kondensatorvorrichtung für eine Leiterschleife einer Vorrichtung zur "in situ"- Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten, eine entsprechende Leiterschleife sowie ein Verfahren zum Herstellen der Leiterschleife zur Verfügung zu stellen, welche in der Lage sind in kostengünstiger und einfacher Weise die gewünschte Zugspannungs- und Biegespannungsresistenz sowie hohe Spannungs- beziehungsweise Teilentladungsfestigkeiten des Kondensators zur Verfügung zu stellen.

15
20

Voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Kondensatorvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Leiterschleife mit den Merkmalen des Anspruchs 9 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Leiterschleife und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

25
30
35

Eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung ist für eine Leiterschleife einer Vorrichtung zur "in situ"- Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten geeignet.

Sie zeichnet sich dadurch aus, dass ein Gehäuse und eine darin angeordnete Kondensatoreinheit für die Kompensation des induktiven Spannungsabfalls entlang der Leiterschleife vorgesehen sind. Weiter sind zwei Anschlussschnittstellen vorhanden, wobei jede Anschlussschnittstelle für die mechanische und elektrisch leitende Verbindung zwischen der Kondensatoreinheit und einem Leitungselement der Leiterschleife ausgebildet ist. Damit kann eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung jeweils zwischen zwei Leitungselementen eingesetzt werden. Das bedeutet, dass jede Kondensatorvorrichtung pro Anschlussschnittstelle mit genau einem benachbarten Leitungselement, also insgesamt mit den beiden benachbarten Leitungselementen über die beiden Anschlussschnittstellen, mechanisch und elektrisch Verbindung hält. Beim Vorsehen einer Mehrzahl von Kondensatorvorrichtungen ist zwischen zwei benachbarten Leitungselementen bevorzugt immer nur eine einzige Kondensatorvorrichtung angeordnet. Man kann auch davon sprechen, dass die Anschlussschnittstellen vorzugsweise spezifisch für jeweils ein einziges Leitungselement ausgebildet sind, so dass eine Mehrfachbelegung der Schnittstellen beziehungsweise des Leitungselementes nicht möglich ist.

Die Ausbildung der Anschlussschnittstellen für die mechanische und elektrische Verbindung kann derart ausgeführt sein, dass diese beiden Verbindungsarten über gleiche Mittel und/oder an der gleichen Stelle der Anschlussschnittstelle zur Verfügung gestellt werden. Weiter ist es auch möglich, dass die mechanische Verbindung, insbesondere in kraftschlüssiger Weise, örtlich separat von der elektrischen Verbindung, insbesondere in flexibler und elektrisch isolierender Weise, erfolgt. Für die elektrische Kontaktierung können zum Beispiel Litzen, Spiralfedern, Bänder und/oder Fahnen eingesetzt werden.

Durch eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung wird die gewünschte Kapazität zur Kompensation des induktiven Spannungsabfalls in die Kondensatorvorrichtung konzentriert, wodurch die Leitungselemente einfache Leiter sein

können. Diese Leitungselemente können zum Beispiel als Metallrohre, insbesondere Aluminium- oder Kupferrohre, ausgebildet sein. Durch die Konzentration der Kapazitäten in die Kondensatorvorrichtung können unterschiedliche mechanische Belastungssituationen durch die Leitungselemente beziehungsweise die Kondensatorvorrichtung zur Verfügung gestellt werden. So kann die Kondensatorvorrichtung mechanisch relativ steif ausgebildet sein, da sie mit Bezug auf die Gesamtlänge der Leiterschleife nur eine geringe axiale Dimension aufweist. Insbesondere ist sie im Bereich zwischen 0,5 und 1m lang beziehungsweise ca. 60cm lang. Damit kann beim Einführen in ein Bohrloch eine solche Kondensatorvorrichtung auch um entsprechende Radien geführt werden, ohne dass eine Biegung der Kondensatorvorrichtung selbst notwendig ist. Auch eine höhere Zugbelastung ist durch die Kondensatorvorrichtung nicht zwingend notwendig, da diese ebenfalls durch die Leitungselemente abgetragen werden können.

Im Vergleich zu bekannten Vorrichtungen, wie sie zum Beispiel die WO 2009/027305 zeigt, wird eine Separierung der mechanischen und elektrisch leitenden Schnittstelle von der Kondensatorwirkung, insbesondere von dem Dielektrikum erreicht. Die Übertragung von Montagekräften oder Spannungen beim Einbringen der Leiterschleife in ein Bohrloch wird auf diese Weise von diesen Anschlussschnittstellen und gerade nicht mehr von der Kondensatoreinheit, insbesondere nicht von dem Dielektrikum oder den Kondensatorplatten, übernommen. Die erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung bildet auf diese sozusagen ein Kondensatormodul aus, welches über die Anschlussschnittstellen die mechanische Verbindung zu den Leitungselementen von der Kondensatorfunktion und den zugehörigen Bauteilen der Kondensatoreinheit entkoppelt.

Die Leitungselemente sind selbst deutlich länger und zum Beispiel zwischen 10 und 20m lang. Dies führt dazu, dass die Leitungselemente die gewünschte Biegefreiheit zur Verfügung stellen, um einem geradlinigen oder auch gekrümmten

Verlauf im Inneren eines Reservoirs einer Ölsand-Lagerstätte zu folgen. Mit anderen Worten wird durch eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung eine konzentrierte Kapazität zur Verfügung gestellt, so dass hinsichtlich der mechanischen Anforderungen an die Leiterschleife eine Differenzierung zwischen der Biegsamkeit der Leitungselemente einerseits und einer mechanisch hohen Steifigkeit der Kondensatorvorrichtung andererseits gesprochen werden kann.

10 Die Kondensatoreinheit einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung kann selbstverständlich in unterschiedlichster Weise ausgebildet sein. Bevorzugt können Kondensatorplatten oder plattenartige Elemente eingesetzt werden, um in der Kondensatoreinheit die gewünschte Kapazität zur Verfügung zu stellen. Auch komplexere Ausführungsformen, wie zum Beispiel beschichtete flexible Folien, die mit glasartigen Dielektrizitätsfolien beschichtet sind, sind selbstverständlich möglich und ermöglichen noch breitere beziehungsweise flexiblere Bauformen einer solchen Kondensatorvorrichtung. Die gesamte Kondensatorvorrichtung ist vorzugsweise zwischen einem halben und ca. 1m, insbesondere ca. 0,6m lang. Sie weist eine Dicke von ca. 50 bis 250mm auf, insbesondere zwischen ca. 100 und ca. 180mm. Damit entspricht sie vorzugsweise den Durchmessern der angrenzenden und benachbarten Leitungselemente, so dass sie sich im Wesentlichen nahtlos in eine Leiterschleife einfügen lässt. Hinsichtlich der Gesamtlänge erstrecken sich die einzelnen Kondensatorvorrichtungen vorzugsweise über weniger als 50% der Gesamtlänge einer Leiterschleife. Bevorzugt ist dieser Wert noch geringer, zum Beispiel zwischen ca. 5 und ca. 20% der Länge der Leiterschleife. Auf diese Weise werden sozusagen diskrete Kondensatoren beziehungsweise diskrete Kapazitäten zur Verfügung gestellt, die in einer solchen Leiterschleife im Wesentlichen flexibel hinsichtlich ihrer Orte eingebaut werden können.

Die Anschlussschnittstellen bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung sind vorzugsweise an den beiden

Stirnseiten bezogen auf die axiale Erstreckung der Kondensatorvorrichtung angeordnet. Dies führt dazu, dass sich die Kondensatorvorrichtungen besonders einfach in den Verlauf einer Leiterschleife integrieren lässt, da sie im Wesentlichen der Geometrie der Leiterschleife beziehungsweise der benachbarten Leitungselemente folgt.

Eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung kann dabei sowohl vor Ort beim Einsatz in einem Bohrloch, also vor dem Einführen in das Bohrloch, als auch an ihrer Montageposition gefertigt werden beziehungsweise mit den Leitungselementen verbunden werden. Dies erhöht die Flexibilität des Einsatzes der Kondensatorvorrichtungen, da insbesondere auf der Baustelle vor Ort vor dem Einführen in ein Bohrloch entschieden werden kann, wo beziehungsweise wie viele Kondensatorvorrichtungen an bestimmten Positionen der Leiterschleife notwendig sind.

Ein weiterer Vorteil kann dadurch erzielt werden, dass bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die Kondensatoreinheit zumindest zwei Kondensatorplatten mit dazwischen angeordneter dielektrischer Schicht aufweist. Dabei stehen die Kondensatorplatten jeweils mit einer Anschlusschnittstelle in elektrisch leitendem Kontakt. Mit anderen Worten wird dadurch ein Kontakt mit dem jeweils benachbarten Leitungselement hergestellt. Dies führt dazu, dass beispielsweise ein erstes Leitungselement über eine erste Anschlusschnittstelle direkt oder indirekt mit einer ersten Menge von Kondensatorplatten in elektrisch leitendem Kontakt steht. Gleiches trifft auch auf ein zweites, zum Beispiel rechtes, Leitungselement zu, welches mit der zweiten Anschlusschnittstelle mit einer zweiten Kondensatorplatte beziehungsweise einer zweiten Menge von Kondensatorplatten direkt oder indirekt in elektrisch leitendem Kontakt steht. Die einzelnen Kondensatorplatten sind einander gegenüberliegend und isoliert angeordnet, so dass dazwischen eine dielektrische Schicht ausgebildet wird. Damit wird

die gewünschte Kapazität für die Kompensation der induzierten Spannungsabfälle zur Verfügung gestellt. Vorzugsweise ist eine Vielzahl von Kondensatorplatten vorgesehen. Insgesamt handelt es sich vorzugsweise um eine Anzahl von
5 100 bis 1000 einzelner Kondensatorplatten. Diese können zum Beispiel aus Aluminium oder Kupfer ausgebildet sein. Die Dicke der einzelnen Platten ist relativ gering gehalten und ist insbesondere im Bereich von ca. 30µm ausgebildet. Vorzugsweise sind die Abstände der Kondensatorplatten
10 im Wesentlichen konstant, so dass man von einer im Wesentlichen parallelen Anordnung sprechen kann. Damit kann auf relativ kleinem Bauraum eine große Kapazität zur Verfügung gestellt werden, so dass auch bei kompakter Ausführung der Kondensatorvorrichtung die gewünschten erfindungsgemäßen
15 Vorteile erzielt werden können.

Weiter ist es vorteilhaft, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die Kondensatoreinheit zwei
Plattenträger aufweist, an welchen jeweils zumindest eine
20 Kondensatorplatte elektrisch leitend angeordnet ist. Damit dient der Plattenträger sozusagen zur mechanischen Unterstützung der Kondensatorplatten. Er trägt diese Kondensatorplatten, die insbesondere parallel zueinander auf dem Plattenträger angeordnet sind. Dies führt dazu, dass bei
25 dem Vorsehen von zwei Plattenträgern mit jeweils im Wesentlichen parallel angeordneten Kondensatorplatten die entsprechenden Kondensatorplattenpakete der beiden Plattenträger zum Beispiel kammartig ineinander greifen. Damit steht den meisten der Kondensatorplatten auf ihren beiden
30 Seiten über eine dielektrische Schicht eine Kapazität zur gegenüberliegenden Kondensatorplatte zur Verfügung. Mit anderen Worten kann bei dieser Ausführungsform der Plattenträger auch als indirekter elektrisch leitender Kontakt zwischen der jeweiligen Kondensatorplatte und der jeweiligen
35 Anschlusschnittstelle bezeichnet werden.

Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung zumindest ein Plattenträger

wenigstens abschnittsweise halbschalenförmig ausgebildet ist. Da es sich bei bekannten Leiterschleifen häufig um Leitungselemente handelt, die einen runden oder im Wesentlichen runden Querschnitt aufweisen, folgt ein im Wesentlichen abschnittsweise halbschalenförmig ausgebildeter Plattenträger dieser im Wesentlichen runden Querschnittsform. Unter einer halbschalenförmigen Ausbildung des Plattenträgers ist dabei insbesondere eine geometrische Erstreckung zu verstehen, welche einer gekrümmten Fläche folgt. So kann durch das zumindest abschnittsweise Biegen einer ebenen Platte ein derartiger halbschalenförmiger Plattenträger erzeugt werden. Damit kann eine bessere Integration der Kondensatorvorrichtung in eine bekannte Leiterschleife erzielt werden. Darüber hinaus wird der Platz im Inneren der Kondensatorvorrichtung, also im Inneren des Gehäuses, besonders vorteilhaft genutzt. So können sich die halbschalenförmigen Plattenträger zum Beispiel entlang einer Zylindermantelfläche beziehungsweise eines Abschnitts einer Zylindermantelfläche erstrecken. Vorzugsweise kann also von einer Zylinderhalbschale gesprochen werden, die um die Zylinderachse insbesondere ca. 140° Erstreckung aufweist. Die Kondensatorplatten weisen bei so einer Ausführungsform zumindest eine abgerundete beziehungsweise teilweise abgerundete Kante auf, die in diese Zylinderhalbschale eingesteckt ist beziehungsweise mit dieser im elektrisch leitenden Kontakt steht.

Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die Kondensatorplatten zumindest teilweise eine Beschichtung als dielektrische Schicht aufweisen. Auf diese Weise kann vollständig oder zumindest teilweise die benötigte dielektrische Schicht für die Ausbildung der gewünschten Kapazitäten zur Verfügung gestellt werden. Werden die Kondensatorplatten vor der Montage beschichtet, so kann zum Beispiel durch Verpressen der Platten zu einem Verbund die jeweilige dielektrische Schicht auch als Haftmaterial zwischen den einzelnen Kondensatorplatten verwendet werden. Die Beschich-

tung ist vorzugsweise ein keramischer Werkstoff, der die gewünschten elektrotechnischen Anforderungen auch bei hohen Temperaturen mit sich bringt. Ein keramischer Werkstoff wird erst bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung überhaupt einsetzbar, da bei einer verteilten Kapazität gemäß dem Stand der Technik der keramische Werkstoff durch die entstehenden Zug- und Biegebelastungen beim Einführen der Leiterschleife in das Erdreich beschädigt werden würde. Erst durch die Konzentration der Kapazitäten gemäß der vorliegenden Erfindung werden die mechanischen Belastungen auf die Leitungselemente fokussiert, so dass die Kondensatorvorrichtung mechanisch steifer und damit geschützter ausgestaltet werden kann. Somit können auch sensiblere Werkstoffe, wie zum Beispiel keramische Werkstoffe, als dielektrische Schicht eingesetzt werden. Selbstverständlich können auch andere Materialien, wie zum Beispiel Glas oder glasartige Materialien beziehungsweise Glasfolien, als dielektrische Schicht eingesetzt werden. Auch die Verwendung von Glimmer als dielektrische Schicht ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar.

Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die dielektrische Schicht zumindest teilweise als Fluid ausgebildet ist. Hierfür sind die Abstände zwischen den einzelnen Kondensatorplatten vorzugsweise konstant oder im Wesentlichen konstant gehalten. Dies kann zum Beispiel über eine Halterung, insbesondere in Form eines Käfigs, erfolgen. Dies führt dazu, dass die käfigartige Ausbildung der einzelnen Kondensatorplatten zwar eine mechanische Stabilität aufweist, jedoch die dielektrische Schicht als Fluid keinerlei mechanische Spannung beziehungsweise nur geringe mechanische Spannung auf die jeweilige Kondensatorplatte übergibt. Als Fluid kann zum Beispiel eine Flüssigkeit oder ein Gas, insbesondere ein Schutzgas, Verwendung finden. Damit kann eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung noch unempfindlicher hinsichtlich mechanischer Belastungen von außen ausgebildet sein.

Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die Kondensatoreinheit und/oder das Gehäuse mit einem fließfähigen, aushärtbaren Material gefüllt sind. Dies kann zum Beispiel ein Harzmaterial, insbesondere Kunststoffharz, sein. Als Beispiel sei hier Epoxidharz genannt. Dieses fließfähige, aushärtbare Material stellt vorzugsweise die elektrische Isolierung der Kondensatoreinheit im Gehäuse dar. Darüber hinaus kann dieser Füllstoff auch die dielektrische Schicht teilweise oder vollständig darstellen. Die Füllstoffe sind darüber hinaus vorzugsweise angepasst an thermische Ausdehnungen für Temperaturbereiche bis 300°C. Insbesondere fokussiert diese Anpassung, dass die thermische Ausdehnung des Materials minimiert wird, um mechanische Spannungen im Inneren der Kondensatorvorrichtung zu reduzieren. Selbstverständlich ist auch ein keramischer beziehungsweise ein teilkeramischer Verguss denkbar, der ebenfalls gleichzeitig die dielektrische Schicht der Kondensatoreinheit ausbildet. Der Verguss kann auch einen Hochtemperaturkleber aufweisen.

Ein weiterer Vorteil wird dann erzielt, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung die Anschluss-schnittstellen für wenigstens eine der folgenden mechanischen Verbindungsarten ausgebildet sind:

- Verschraubung,
- Verschweißen,
- 30 - Vernieten ,
- Passung, insbesondere Presspassung.

Bei den voranstehenden Aufzählungen handelt es sich um Möglichkeiten, die in nicht abschließender Weise die mechanische Verbindungskomponente der jeweiligen Anschluss-schnittstelle darstellen. Insbesondere sind diese besonders leicht vor Ort herstellbar, zum Beispiel wenn es sich um eine Passung beziehungsweise um ein Verschrauben han-

delt. Dabei kann diese Ausbildung der mechanischen Verbindung mit einer Isolierung einhergehen, so dass beispielsweise jeweils die Anschlussschnittstelle Isoliermaterial, zum Beispiel in Form eines O-Rings, aufweisen kann.

5

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Leiterschleife mit einer Vielzahl von Leitungselementen für eine Vorrichtung zur "in situ"-Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten. Eine solche erfindungsgemäße Leiterschleife zeichnet sich dadurch aus, dass
10 zwischen einer Mehrzahl von jeweils zwei benachbarten Leitungselementen eine Kondensatorvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung über ihre Anschlussschnittstellen elektrisch leitend und mechanisch mit den benachbarten
15 Leitungselementen verbunden ist. Mit anderen Worten handelt es sich hier um eine Leiterschleife, bei welcher eine Vielzahl von Leitungselementen und eine Vielzahl von erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtungen im Einsatz sind. Zwischen jeweils zwei benachbarten Leitungselementen ist
20 bevorzugt immer nur eine einzige Kondensatorvorrichtung angeordnet. Die Verteilung der Kondensatorvorrichtungen kann dabei sowohl symmetrisch, als auch asymmetrisch erfolgen. Das bedeutet, dass eine Verteilung der Kondensatorvorrichtung gleichmäßig über die gesamte Leitungsschleife durchgeführt werden kann. Auch ist es möglich,
25 dass einzelne Bereiche der Leiterschleife mit einer höheren Dichte der Kondensatorvorrichtung, zum Beispiel alle 15m, vorgesehen sein können. Andere Bereiche sind mit einer geringeren Dichte der Kondensatorvorrichtung, zum Beispiel
30 nur alle 40m, ausgestattet. Hier kann flexibel auf entsprechende Situationen im Erdreich reagiert werden, so dass unnötig hohe Anzahlen an Kondensatorvorrichtungen vermieden werden und damit die Kosten gesenkt werden können. Durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtung bringt eine erfindungsgemäße Leiter-
35 schleife die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung erläutert worden sind. Die Leitungselemente sind

zum Beispiel aus Aluminium oder Kupfer und insbesondere nicht ferromagnetisch ausgestaltet, um Hystereseverluste zu verringern oder zu vermeiden. Die Leitungselemente der Leiterschleife können vorzugsweise gleiche oder im Wesentlichen gleiche Zugfestigkeiten aufweisen.

Eine erfindungsgemäße Leiterschleife kann sich dahingehend weiterbilden lassen, dass die Anzahl der Leitungselemente die Anzahl der Kondensatoreinheiten um mehr als 1 übersteigt. Das bedeutet, dass zumindest zwischen zwei Kondensatoreinheiten zwei oder mehr Leitungselemente angeordnet sind. Dies führt dazu, dass in flexibler Weise der Abstand zwischen den einzelnen Kondensatoreinheiten durch die Anzahl der entsprechend verwendeten dazwischen liegenden Leitungselemente angepasst werden kann. Dies erfolgt insbesondere vor Ort, so dass durch das Zurverfügungstellen von zwei einzigen Grundbauteilen, nämlich einem Leitungselement von zum Beispiel ca. 20m und einer Kondensatorvorrichtung, eine Vielzahl von flexiblen Konfigurationen auswählbar ist.

Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leiterschleife kann dadurch erzielt werden, dass die Leitungselemente zumindest teilweise metallische Rohre, insbesondere Aluminiumrohre, aufweisen. Dadurch, dass hauptsächlich die Oberfläche der Leitungselemente für die gewünschte Induktion im umgebenden Erdreich dient, kann durch die Verwendung von metallischen Rohren Material gespart werden. Insbesondere sind die Rohre innen vollständig hohl, so dass auch Gewicht eingespart wird. Die Oberfläche dieser metallischen Rohre ist vorzugsweise mit einer Isolierung beschichtet, um Kurzschlüsse mit dem umgebenden Erdreich zu vermeiden. Alternativ zu Aluminiumrohren sind zum Beispiel auch Kupferrohre denkbar.

35

Eine erfindungsgemäße Leiterschleife kann vorteilhafter Weise dahingehend weitergebildet sein, dass die Leitungselemente zumindest abschnittsweise biegebar und/oder zugbe-

lastbar sind. Insbesondere wird eine Biegung von Radien bis zu 100m ermöglicht, wobei eine Zugbelastung von insbesondere mehr als 10t möglich ist. Diese Biegbarkeit beziehungsweise Zugbelastbarkeit ist insbesondere beim Einbringen in das Erdreich wichtig. Die Biegbarkeit wird vorzugsweise im Wesentlichen ausschließlich von den Leitungselementen wahrgenommen, so dass die Kondensatorvorrichtungen entsprechend mechanisch eine höhere Stabilität aufweisen können. Während die Zugbelastbarkeit von Leitungselementen und Kondensatorvorrichtungen in gleicher Weise erfüllt sein muss.

Die Erfindung betrifft weiter eine Leiterschleife, insbesondere gemäß der voranstehenden Absätze, wobei die Leiterschleife als Induktorkabel zum induktiven Beheizen einer Schweröl- oder Ölsandlagerstätte ausgebildet ist. Damit betrifft die Erfindung einen kapazitiv kompensierten Induktor mit konzentrierten, keramikbasierten Kondensatoren für erhöhter Temperaturbeständigkeit zur induktive Heizung von Schweröl- und Ölsandlagerstätten.

Zur Förderung von Schwerstölen oder Bitumen aus Ölsand- oder Ölschiefervorkommen mittels Rohrsystemen, welche durch Bohrungen eingebracht werden, muss die Fließfähigkeit der Öle erheblich erhöht werden. Dies kann durch Temperaturerhöhung des Vorkommens (Reservoirs) erreicht werden. Dazu kann eine induktive Heizung ausschließlich oder zur Unterstützung des üblichen SAGD-Verfahrens (SAGD: steam assisted gravity drainage) verwendet werden. Dabei besteht die elektromagnetisch induktive Heizung aus einer Leiterschleife, die im Reservoir verlegt ist und bei Bestromung im umliegenden Erdreich Wirbelströme induziert, die dieses erhitzen. Um die gewünschten Heizleistungsdichten von typisch 1 bis 10kW je Meter Induktorkabel zu erreichen, ist es erforderlich - je nach Leitfähigkeit des Reservoirs - Stromstärken von einigen 100 Ampere bei Frequenzen von typisch 20-100kHz einzuprägen. Zur Kompensation des induktiven Spannungsabfalls entlang der Leiterschleife werden Kapazitäten zwischengeschaltet, wodurch eine

Serienresonanzkreis entsteht, der bei seiner Resonanzfrequenz betrieben wird und an den Klemmen eine rein ohmsche Last darstellt. Ohne diese Serienkondensatoren würde sich der induktive Spannungsabfall der bis zu einigen hundert Meter langen Leiterschleifen auf einige 10kV bis über 100kV an den Anschlussklemmen aufsummieren, was u. a. bezüglich der Isolation gegen das Erdreich kaum handhabbar ist. Weiterhin müsste die Kompensation der Blindleistung am oder im Generator (Oszillator) erfolgen.

10

Bei den in Serie zu Abschnitten der Leiterschleife geschalteten Kondensatoren können konzentrierte (vgl. Fig. 5) und über die Leitung verteilte Kondensatoren (vgl. Fig. 6 und Fig. 7) unterschieden werden. Fig. 1 zeigt ein Schaltbild eines Serienresonanzkreises mit konzentrierten Kapazitäten zur Kompensation der Leitungsinduktivitäten. Fig. 6 zeigt ein Schema einer kapazitiv kompensierten Koaxialleitung mit verteilten Kapazitäten. Fig. 7 zeigt ein Schema der kapazitiv verkoppelten Filamentgruppen in Längsrichtung.

20

Die bisherige Entwicklung der Technologie konzentrierte sich auf die verteilten Kapazitäten und dabei auf kunststoffisolierte (z.B. Flourpolemere, PEEK) Multifilamentleiter. Das Problem der kapazitiv kompensierten Induktoren mit kunststoffbasierten Isolier-/Dielektrikums-Systemen besteht im nach oben eingeschränkten Betriebstemperaturbereich. Die Spannungs- und Teilentladungsfestigkeit reduziert sich erheblich, wenn Temperaturen von ca. 150°C erreicht oder überschritten werden. Während bei Schwerölreservoirs eine Temperaturerhöhung von beispielweise unter 50°C ausreichend sein kann, um die Förderung erheblich zu beschleunigen, sind bei Bitumen-(Ölsand)-Reservoirs in der Regel höhere Temperaturen (>100°C) notwendig. Bei Hybridverfahren (SAGD unterstützt durch induktives Heizen, EM-SAGD) muss zudem damit gerechnet werden, dass Dampf vom Injektor, bzw. eine wachsende Dampfkammer den Induktor erreicht, so dass Temperaturen oberhalb 200°C am Induktor vorliegen können.

35

Bei der Auslegung kapazitiv kompensierter Induktoren mit Kunststoffisoliersystemen ist die erheblich verminderte Spannungs- und Teilentladungsfestigkeit bei höheren Temperaturen zu berücksichtigen. Dies kann geschehen, indem die über den Kapazitäten auftretenden Spannungen entsprechend reduziert werden. Dazu ist es notwendig, die Zahl der in Serie geschalteten Kapazitäten derart zu erhöhen, dass der gesamte induktive Spannungsabfall auf so viele Kondensatoren verteilt wird, dass die aufgrund der erhöhten Temperatur verminderte Spannungsgrenze eingehalten wird. Die Serienschaltung von mehr Kondensatoren vermindert jedoch die Gesamtkapazität, was durch erhöhte Kapazität des Einzelkondensators auszugleichen ist, wenn die Betriebsfrequenz (=Resonanzfrequenz) konstant gehalten werden soll. Bei den verteilten Kondensatoren, die den Kapazitätsbelag zwischen Leitergruppen ausnutzen, führt dies zu einem erhöhten Querschnitt der Leitung mit entsprechend erhöhtem Materialeinsatz. Weiterhin erhöht sich die Zahl der Unterbrechungen (vgl. Fig. 3), aufgrund der verkürzten Resonanzlängen, was mit weiter erhöhtem Produktionsaufwand verbunden ist.

Davon ausgehend ist es Aufgabe dieses Teils der Erfindung, die vorbeschriebene Einrichtung weiter zu optimieren bzw. die genannten Probleme zu lösen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 13 gelöst.

Dieser Teil der Erfindung basiert auf der Trennung der Funktionen der elektrischen Leiterisolation und des Kondensator-dielektrikums, was bisher beides vom kunststoffbasierten Isoliersystem zu leisten ist.

Ein kapazitiv kompensierter Induktor wird mit konzentrierten Kondensatoren entsprechend Fig. 5 aufgebaut, wobei die Kondensatoren ein keramisches (kristallines bzw. glasartiges) Dielektrikum aufweisen. Ein Induktorkabel ist insbesondere als erfindungsgemäße Leiterschleife und ein Kondensator ins-

besondere als erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung ausgebildet. Dabei meint konzentrierter Kondensator, dass die Summe der Baulängen aller Kondensatoren nur einen in der Regel geringen Längenanteil (z.B. 5-20%, kann jedoch auch 50% betragen) an der Gesamtlänge der Leiterschleife ausmacht. Die elektrischen und mechanischen Verbindungen zwischen den Kondensatoren, die im Wesentlichen zu den Induktivitäten entsprechend Fig. 5 beitragen, werden durch Leitungsstücke gebildet, die Rohre oder Filamentleiter (Litzen) sein können. Die elektrischen und mechanischen (kraftschlüssigen) Verbindungen zwischen Kondensatoren und Leitungsstücken (Leitungselementen), also die Anschlussschnittstellen, können durch Verschraubungen, Schweißungen, Schrumpf- oder Klebeverbindungen oder einer Kombination der vorgenannten Verbindungstechniken erfolgen.

Zum Einziehen der Induktorschleife (Leiterschleife) in Bohrungen, die zuvor ins Erdreich eingebracht wurden, wird zum einen eine ausreichend hohe Zugfestigkeit (von einigen 10t) und zum anderen eine gewissen Biegsamkeit (vergleichbar mit der von stählernen Bohrgestängen, Biegeradien typischerweise größer 100m) verlangt. Letzteres soll überwiegend durch die Leitungsstücke (Leitungselemente) erbracht werden, während die Kondensatoren (Kondensatorvorrichtungen) mechanisch steifer ausgelegt werden, so dass diese nahezu keiner Biegung unterworfen sind.

In Fig. 8 ist ein Induktorabschnitt bestehend aus Kondensator und beidseitigen Leitungsstücken dargestellt. Die angegebenen Materialien (Al_2O_3 -Dielektrikum, Al-Rohre mit Kunststoffaußenisolation PEEK) stellen ein Beispiel dar. Die Leitungsstücke sollten aus gut elektrisch leitfähigem - jedoch nicht ferromagnetischen - Material (z.B. Kupfer, Aluminium) bestehen. Die elektrische Isolation der Leitungsstücke gegen das umgebende Erdreich kann vorteilhaft eine Keramikbeschichtung sein, wenn diese der erforderlichen Biegebeanspruchung standhält. Alternativ sind Kunststoffisolationen denkbar (Flourpolymere, PEEK, PPS, etc.). Diese weisen zwar eine geringere

- thermische Belastbarkeit gegenüber Keramikisolationen auf, eine Temperaturbeständigkeit bis zu 250°C ist mit den Kunststoffisolationen jedoch erreichbar, da nicht gleichzeitig eine sehr hohe Spannungs- bzw. Teilentladungsfestigkeiten bei der Außenisolation gefordert wird. Hohe Spannungs- bzw. Teilentladungsfestigkeiten bei hohen Temperaturen werden jedoch beim Dielektrikum des Kondensators gefordert, die hier als Al_2O_3 -Keramik gekennzeichnet ist. Es können jedoch auch Glasfolien- oder Glimmer-Dielektrika eingesetzt werden.
- Die einzelnen Platten des Kondensatorpakets (Kondensatoreinheit der Kondensatorvorrichtung) können miteinander mit einem Hochtemperaturkleber z.B. Elecolit verklebt, verlötet oder verschweißt werden. Die in Fig. 8 dargestellten "current bars" können als Rohrhalbschalen ausgeführt werden und so durch einfaches verschrauben mit den Leitungsstücken die stromtragfähige Verbindung herstellen. Das Kondensatorpaket wiederum kann mit den Rohrhalbschalen verklebt, verschweißt oder verlötet werden.
- Vorteilhafterweise ergibt sich eine Trennung der Funktionen entsprechend der unterschiedlichen elektrischen und mechanischen Anforderungen, wodurch die jeweils am besten geeigneten Materialien zum Einsatz kommen können.
- Folgende Vorteile können sich bei diesem Teil der Erfindung unter anderem ergeben:
- Hohe Spannungs- bzw. Teilentladungsfestigkeiten bei gleichzeitig hohen Temperaturen der Kondensatoren mit Keramik- (bzw. Glasfolien, Glimmer) Dielektrika.
 - Biegsamkeit wird überwiegend durch die flexibleren Verbindungsleitungen erreicht, wo die elektrischen Anforderungen an die Außenisolation vermindert sind. Dies ermöglicht weitgehend steifen Aufbau der Kondensatoren, was erst den Einsatz von Keramiken ermöglicht.
 - Geeignete Dimensionierung erlaubt Verbindungsleitungen unter 20m Länge, für die der Transport einfach möglich ist. Damit können auch Leiterschleifen mit großen Gesamtlängen (1-

3km) realisiert werden, da der Zusammenbau erst am Bohrloch erfolgen muss.

- Abnahmetests bzgl. mechanischer und elektrischer Anforderungen können für jeden Kondensator und jede Verbindungsleitung unabhängig in geeigneten Prüfkammern (z.B. Öfen mit Teilentladungsmesseinrichtungen) erfolgen bevor Integration in Gesamtsystem erfolgt.
- Austausch defekter Kondensatoren oder Verbindungsleitungen bedingt (nach Ziehen des Induktors) möglich.
- 10 - Herstellung der Komponenten einer Leiterschleife kann zeitgleich an verschiedenen Produktionsstätten erfolgen.

Die vorliegende Erfindung und deren Weiterbildungen werden im Rahmen eines Ausführungsbeispiels an Hand von Figuren 5 bis 8
15 näher erläutert.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für die Herstellung einer Leiterschleife, insbesondere gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein derartiges
20 Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Kondensatorvorrichtungen über ihre Anschlussschnittstellen mit jeweils zwei benachbarten Leitungselementen elektrisch leitend und mechanisch verbunden wird. Damit werden durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Mehrzahl von Kondensatorvorrichtungen die gleichen
25 Vorteile erzielt, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Leiterschleife beziehungsweise mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Kondensatorvorrichtung erläutert worden sind.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren kann sich dadurch weiterbilden lassen, dass anschließend die Leiterschleife wenigstens abschnittsweise mit einer Isolationsschicht versehen wird. Dies kann zum Beispiel durch Umwickeln mit einem Isolationsband erfolgen. Insbesondere wird dabei ein
35 Isolieren der Spalte zwischen den Kondensatorvorrichtungen und den Leitungselementen erfolgen. Dies kann insbesondere dann ausreichen, wenn sowohl Kondensatorvorrichtung, als

auch Leitungselement bereits vorab mit einer Isolations-
schicht versehen sind. Auch ein vollständiges Isolieren
vor Ort durch eine durchlaufende Isolationsschicht ist
selbstverständlich im Rahmen der vorliegenden Erfindung
5 denkbar.

Ebenfalls eine Weiterbildung eines erfindungsgemäßen Ver-
fahrens ist es, wenn der Abstand zwischen den Kondensator-
vorrichtungen durch die entsprechende Länge der dazwischen
10 liegenden Leitungselemente derart eingestellt wird, dass
der von der Geometrie des jeweiligen Leitschleifenab-
schnitts abhängige Induktivitätsbelag bei Verwendung durch
die Kondensatorvorrichtung mit konstanter oder im Wesent-
lichen konstanter Kapazität kompensiert wird. Vorzugsweise
15 werden Leiterelemente mit konstanter oder im Wesentlichen
konstanter, insbesondere einheitlicher, Länge verwendet.
Die Auswahl erfolgt vorzugsweise derart, dass die von der
Geometrie des jeweiligen Leierschleifenabschnitts abhängi-
ge Induktivität kompensiert wird. Auch möglich ist es, dass
20 für eine abschnittsweise Kompensation der Induktivität der
Leiterschleife sowohl der Kapazitätswert der Kondensatorvor-
richtungen, als auch die Länge der Leitungselemente angepasst
werden.

25 Die vorliegende Erfindung wird näher erläutert anhand der
beigefügten Zeichnungsfiguren. Es zeigen schematisch:

Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemä-
ßen Kondensatorvorrichtung,

30 Figur 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsge-
mäßigen Kondensatoreinheit,

Figur 3 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lei-
terschleife, und

35 Figur 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsge-
mäßigen Leiterschleife.

- Figur 5 Schaltbild eines Serienresonanzkreises mit
konzentrierten Kapazitäten zu Kompensation
der Leitungsinduktivitäten;
- Figur 6 Schema einer kapazitiv kompensierten Koaxi-
alleitung mit verteilten Kapazitäten;
- Figur 7 Schema der kapazitiv verkoppelten Fila-
mentgruppen in Längsrichtung;
- Figur 8 Induktorabschnitt mit konzentrierter Kapazi-
tät und Rohrverbindungsleitungen.

15

Elemente gleicher Funktion und Wirkungsweise sind den Fig. 1 bis 8 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform einer erfindungs-
gemäßen Kondensatorvorrichtung 10 dargestellt. Sie ist mit
einem Gehäuse 20 versehen, welches vorzugsweise elektrisch
isolierend wirkt. Im Inneren dieses Gehäuses 20 ist eine
Kondensatoreinheit 30 angeordnet. Sie weist eine Vielzahl
von sich gegenüber stehenden Kondensatorplatten 34 auf,
die jeweils als Kondensatorplattenpaket zu bezeichnen
sind. Sie werden alle von einem Plattenträger 38 getragen.
Der jeweilige Plattenträger 38 bildet gleichzeitig zumin-
dest teilweise die Anschlussschnittstellen 32a und 32b
aus. An diesen Anschlussschnittstellen 32a und 32b erfolgt
eine Kontaktierung in mechanischer und elektrisch leitender
Weise an später dort angeschlossene Leitungselemente
110.

Die zusammengebaute Variante ist zum Beispiel in Fig.3 zu
erkennen. Dort ist bei einer Kondensatorvorrichtung 10 ge-
mäß Fig.1 auf beiden Seiten ein Leitungselement 110 an die
jeweilige Anschlussschnittstelle 32a und 32b angesetzt.
Das Verbinden in mechanischer Weise erfolgt vorzugsweise

durch eine Presspassung, also insbesondere durch thermisches Aufschrumpfen. Die Leitungselemente 110 sind von einer Isolationsschicht 120, insbesondere aus Kunststoff, umgeben. Damit wird nach außen eine vollständige elektrische Isolierung gewährleistet, die dann mit der Kondensatoreinheit 10 durch das Gehäuse 20 fortgesetzt wird. Der Spalt zwischen Kondensatorvorrichtung 10 und dem Leitungselement 110 kann zum Beispiel mit einem Isolierband zusätzlich elektrisch isoliert werden.

10

Wie in Fig.3 gut zu erkennen ist sind die Leitungselemente 110 hohl und die Kondensatoreinheit 30 auf die Kondensatorvorrichtung 10 konzentriert. Die Leitungselemente 110 können damit Biege- und Zugbelastungen standhalten, ohne dass in der Kondensatorvorrichtung 10 eine solche Spannung zu Brüchen oder mechanischen Beschädigungen der Kondensatoreinheit 30 führt.

15

In Fig.2 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kondensatoreinheit 30 dargestellt. Dort sind die einzelnen Kondensatorplatten 34 mit einer dielektrischen Schicht beschichtet, so dass durch anschließendes Verpressen ein Stapel für die Kondensatoreinheit 30 zur Verfügung gestellt werden kann. Bei einer solchen Ausführungsform wird der Platzbedarf einerseits reduziert und gleichzeitig die notwendige mechanische Stabilität für die Kondensatoreinheit 30 zur Verfügung gestellt.

20

25

Fig.4 zeigt eine Einsatzsituation in schematischer Darstellung. So ist dort eine Leiterschleife 100, wie sie zum Beispiel der Fig.3 zu entnehmen ist, in einem Erdreich verlegt. Der Kasten zeigt eine Betriebsstation, über welche die Spannung für den Induktionsbetrieb der Leiterschleife 100 eingestellt werden kann.

30

35

Vorzugsweise ist eine Leiterschleife flexibel ausgestaltet, so dass die Leiterschleife gebogen werden kann und in eine beliebige Bohrung eingeführt werden kann.

Voranstehende Erläuterung der Zeichnungsfiguren beschreibt die vorliegende Erfindung nur im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der einzelnen Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Wie bereits erläutert, ist in Fig. 8 ein Induktorabschnitt bestehend aus Kondensator und beidseitigen Leitungsstücken dargestellt. Die angegebenen Materialien (Al_2O_3 -Dielektrikum, Al-Rohre mit Kunststoffaußenisolation PEEK) stellen ein Beispiel dar. Die Leitungsstücke sollten aus gut elektrisch leitfähigem - jedoch nicht ferromagnetischen - Material (z.B. Kupfer, Aluminium) bestehen. Die elektrische Isolation der Leitungsstücke gegen das umgebende Erdreich kann vorteilhaft eine Keramikbeschichtung sein, wenn diese der erforderlichen Biegebeanspruchung standhält. Alternativ sind Kunststoffisolationen denkbar (Flourpolymere, PEEK, PPS, etc.). Diese weisen zwar eine geringere thermische Belastbarkeit gegenüber Keramikisolationen auf, eine Temperaturbeständigkeit bis zu 250°C ist mit den Kunststoffisolationen jedoch erreichbar, da nicht gleichzeitig eine sehr hohe Spannungs- bzw. Teilentladungsfestigkeiten bei der Außenisolation gefordert wird. Hohe Spannungs- bzw. Teilentladungsfestigkeiten bei hohen Temperaturen werden jedoch beim Dielektrikum des Kondensators gefordert, die hier als Al_2O_3 -Keramik gekennzeichnet ist. Es können jedoch auch Glasfolien- oder Glimmer-Dielektrika eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Kondensatorvorrichtung (10) für eine Leiterschleife (100) einer Vorrichtung zur „in situ“-Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten, aufweisend ein Gehäuse (20) und eine darin angeordnete Kondensatoreinheit (30) für die Kompensation des induktiven Spannungsabfalls entlang der Leiterschleife (100), dadurch gekennzeichnet, dass zwei Anschlussschnittstellen (32a, 32b) vorgesehen sind, wobei jede Anschlussschnittstelle (32a, 32b) für die mechanische und elektrisch leitende Verbindung zwischen der Kondensatoreinheit (30) und einem Leitungselement (110) der Leiterschleife (100) ausgebildet ist.
2. Kondensatorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensatoreinheit (30) zumindest zwei Kondensatorplatten (34) mit dazwischen angeordneter dielektrischer Schicht (36) aufweist, wobei die Kondensatorplatten (34) jeweils mit einer Anschlussschnittstelle (32a, 32b) in elektrisch leitendem Kontakt stehen.
3. Kondensatorvorrichtung (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensatoreinheit (30) zwei Plattenträger (38) aufweist, an welchen jeweils zumindest eine Kondensatorplatte (34) elektrisch leitend angeordnet ist.
4. Kondensatorvorrichtung (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Plattenträger (38) wenigstens abschnittsweise halbschalenförmig ausgebildet ist.
5. Kondensatorvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

dass die Kondensatorplatten (34) zumindest teilweise eine Beschichtung als dielektrische Schicht (36) aufweisen.

6. Kondensatorvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2
5 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die dielektrische Schicht (36) zumindest teilweise als Fluid ausgebildet ist.

7. Kondensatorvorrichtung (10) nach einem der
10 vorangegangenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Kondensatoreinheit (30) und/oder das Gehäuse (20) mit einem fließfähigen, aushärtbaren Material gefüllt sind.

15 8. Kondensatorvorrichtung (10) nach einem der
vorangegangenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Anschlussschnittstellen (32a, 32b) für wenigstens
eine der folgenden mechanischen Verbindungsarten ausgebildet
20 sind:
- Verschraubung,
- Verschweißen,
- Vernieten,
- Passung, insbesondere Presspassung.

25
9. Leiterschleife (100) mit einer Vielzahl von
Leitungselementen (110) für eine Vorrichtung zur „in situ“-
Förderung von Schweröl und Bitumen aus Ölsand-Lagerstätten,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 dass zwischen einer Mehrzahl von jeweils zwei benachbarten
Leitungselementen (110) eine Kondensatorvorrichtung (10) mit
den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 8 über ihre
Anschlussschnittstellen (32a, 32b) elektrisch leitend und
mechanisch mit den benachbarten Leitungselementen (110)
35 verbunden ist.

10. Leiterschleife (100) nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Anzahl der Leitungselemente (110) die Anzahl der Kondensatoreinheiten (10) um mehr als 1 übersteigt.

11. Leiterschleife (100) nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Leitungselemente (110) zumindest teilweise metallische Rohre, insbesondere Aluminiumrohre, aufweisen.

12. Leiterschleife (100) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Leitungselemente (10) zumindest abschnittsweise biegsam und/oder zugbelastbar sind.

13. Leiterschleife (100), insbesondere nach einem der
15 Ansprüche 9 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Leiterschleife (100) als Induktorkabel zum induktiven Beheizen einer Schweröl- oder Ölsandlagerstätte ausgebildet ist, wobei das Leiterkabel
20 - in einer Mehrzahl von ersten biegsamen Abschnitten jeweils einen biegsamen metallischen Leiter, insbesondere in Form eines Leitungselements (110), umfasst, und
- in einer Mehrzahl von zweiten starren Abschnitten jeweils mindestens einen Kondensator, insbesondere in
25 Form einer Kondensatorvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 8, zur Bildung eines Serienresonanzkreises umfasst.

14. Verfahren für die Herstellung einer Leiterschleife (100),
30 insbesondere mit den Merkmalen eines der Ansprüche 9 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Mehrzahl von Kondensatorvorrichtungen (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 8 über ihre
Anschlussschnittstellen (32a, 32b) mit jeweils zwei
35 benachbarten Leitungselementen (110) elektrisch leitend und mechanisch verbunden werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14
dadurch gekennzeichnet,
dass anschließend die Leiterschleife (100) wenigstens
abschnittsweise mit einer Isolationsschicht (120) versehen
5 wird.

FIG 1

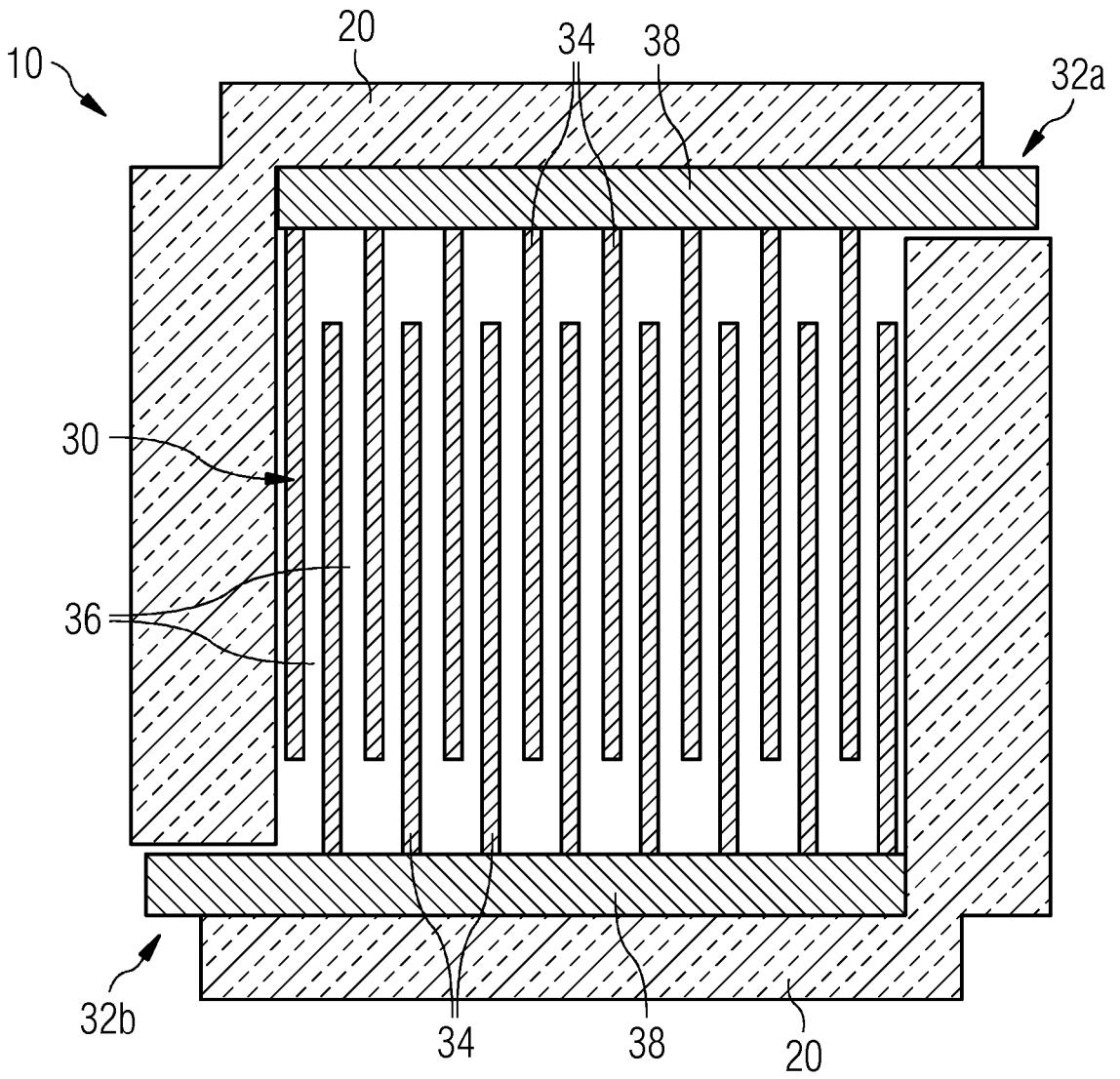
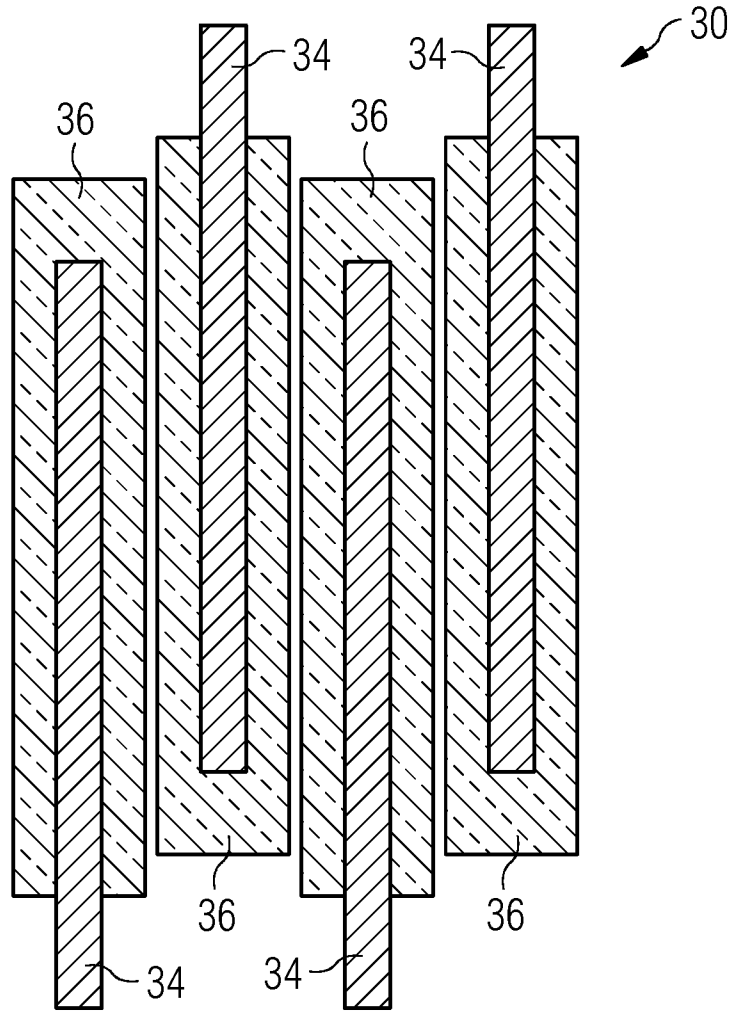


FIG 2



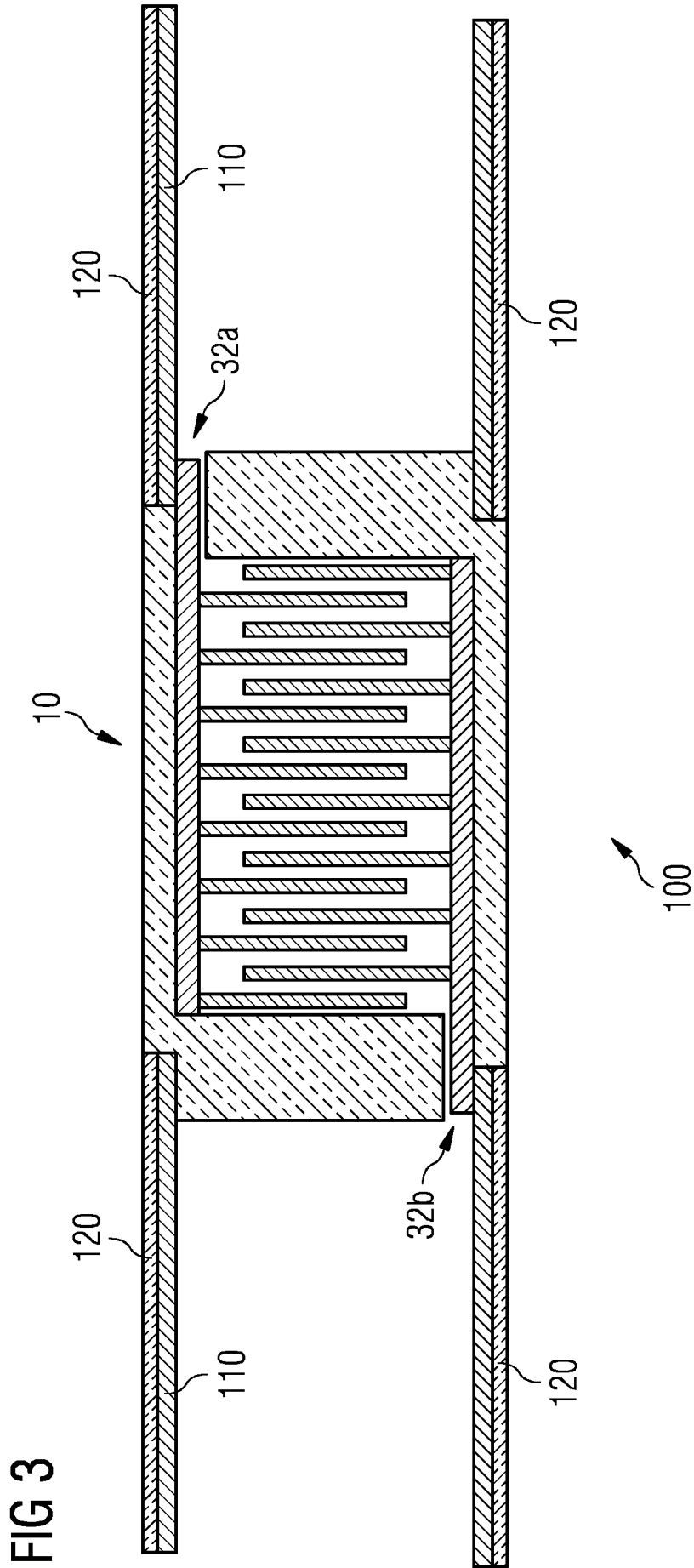


FIG 4

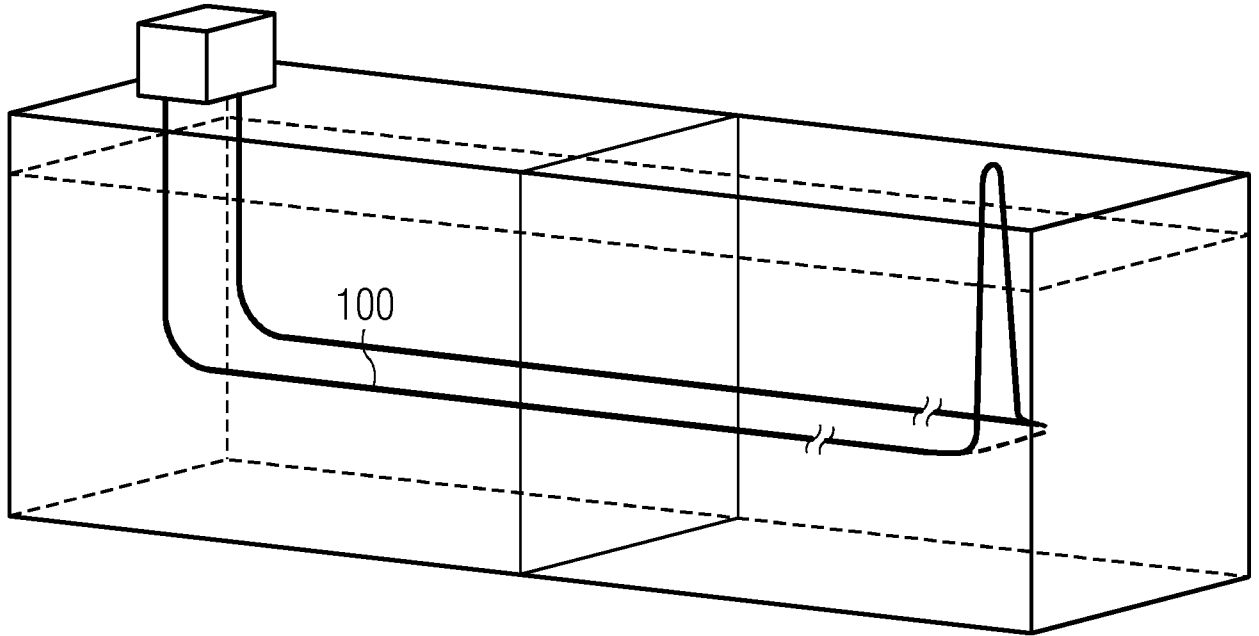


FIG 5

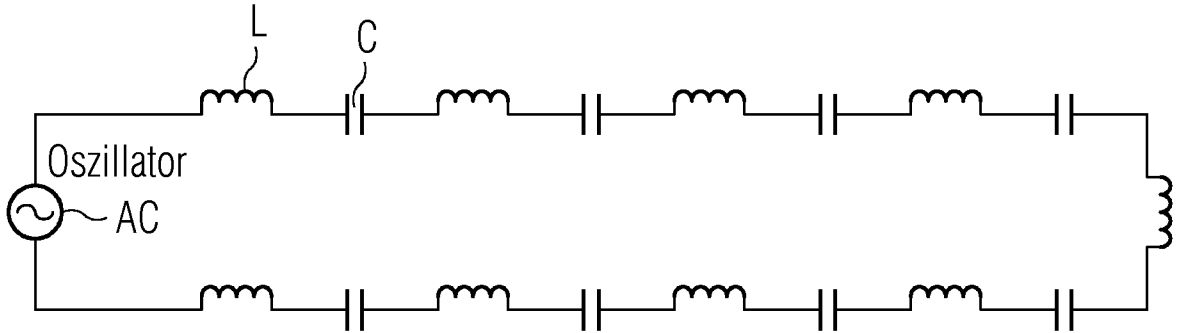


FIG 6

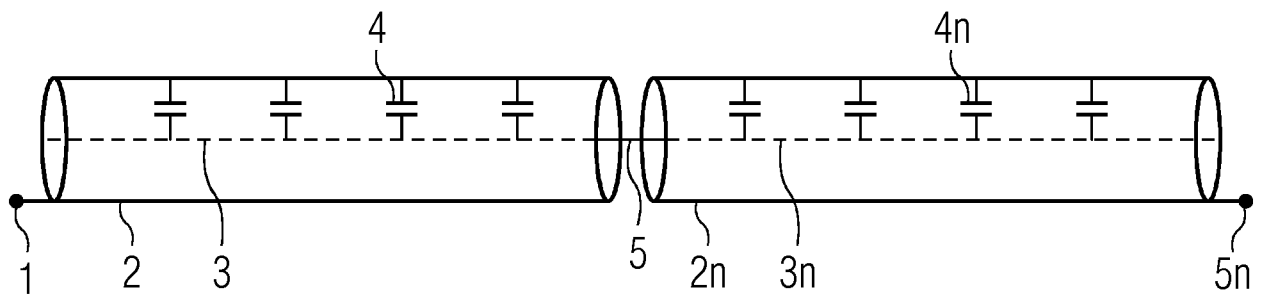


FIG 7

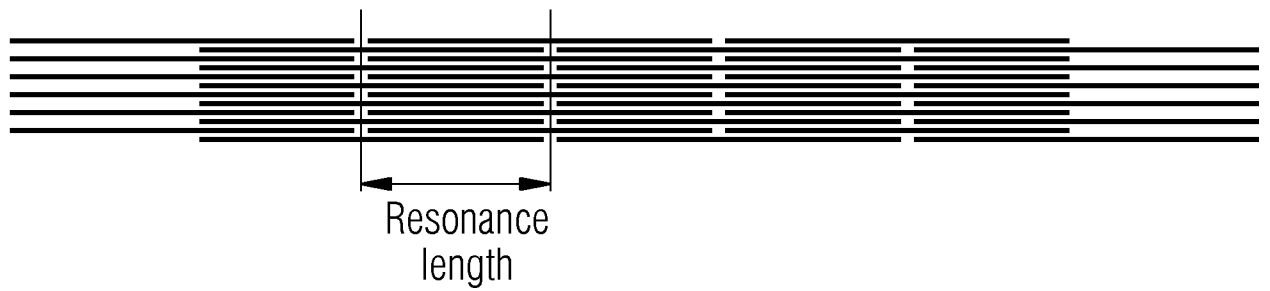
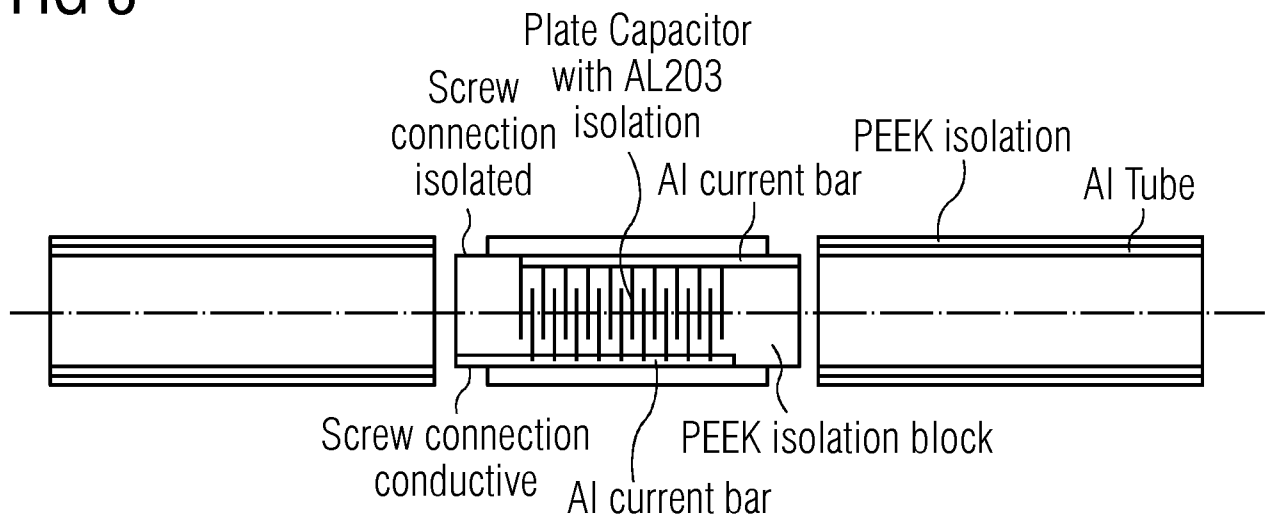


FIG 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/070560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E21B43/24 H01G4/04 H01G4/38 H01G4/40 E21B36/04
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)
E21B H01G
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 practicable, 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.
Y	WO 2009/027305 A2 (SIEMENS AG [DE]; DIEHL DIRK [DE]; HUBER NORBERT [DE]; WACKER BERND [DE] 5 March 2009 (2009-03-05) cited in the application figures 2, 7a -----	1-15
Y	DE 10 2008 044953 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4 March 2010 (2010-03-04) paragraphs [0020], [0023]; figures 3, 5 -----	1-15
Y	WO 2009/109489 A1 (SIEMENS AG [DE]; DIEHL DIRK [DE]) 11 September 2009 (2009-09-11) figures 1-4 -----	1-15
A	US 3 505 575 A (BARBINI SPARTACUS) 7 April 1970 (1970-04-07) figures 6, 6a, 7, 7a -----	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "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
- "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
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 November 2012	Date of mailing of the international search report 28/11/2012
---	--

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 Georgescu, Mihnea
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/070560

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2009027305	A2	05-03-2009	CA 2697820 A1	05-03-2009
			DE 102008022176 A1	12-11-2009
			RU 2010111804 A	10-10-2011
			US 2011042063 A1	24-02-2011
			WO 2009027305 A2	05-03-2009

DE 102008044953	A1	04-03-2010	CA 2735300 A1	04-03-2010
			DE 102008044953 A1	04-03-2010
			EP 2315910 A2	04-05-2011
			RU 2011111690 A	10-10-2012
			US 2011146968 A1	23-06-2011
			WO 2010023032 A2	04-03-2010

WO 2009109489	A1	11-09-2009	AT 519354 T	15-08-2011
			CA 2717607 A1	11-09-2009
			DE 102008062326 A1	17-09-2009
			EP 2250858 A1	17-11-2010
			ES 2367561 T3	04-11-2011
			PT 2250858 E	05-09-2011
			RU 2010140801 A	20-04-2012
			SI 2250858 T1	30-12-2011
			US 2011006055 A1	13-01-2011
			WO 2009109489 A1	11-09-2009

US 3505575	A	07-04-1970	BE 714651 A	04-11-1968
			CH 479150 A	30-09-1969
			DE 1764335 A1	14-10-1971
			FR 1539677 A	20-09-1968
			GB 1163255 A	04-09-1969
			LU 56039 A1	14-01-1970
			NL 6806526 A	19-11-1968
			US 3505575 A	07-04-1970

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/070560

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. E21B43/24 H01G4/04 H01G4/38 H01G4/40 E21B36/04
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 E21B H01G

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.
Y	WO 2009/027305 A2 (SIEMENS AG [DE]; DIEHL DIRK [DE]; HUBER NORBERT [DE]; WACKER BERND [DE] 5. März 2009 (2009-03-05) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 2, 7a -----	1-15
Y	DE 10 2008 044953 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4. März 2010 (2010-03-04) Absätze [0020], [0023]; Abbildungen 3, 5 -----	1-15
Y	WO 2009/109489 A1 (SIEMENS AG [DE]; DIEHL DIRK [DE]) 11. September 2009 (2009-09-11) Abbildungen 1-4 -----	1-15
A	US 3 505 575 A (BARBINI SPARTACUS) 7. April 1970 (1970-04-07) Abbildungen 6, 6a, 7, 7a -----	1-15

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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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
20. November 2012	28/11/2012

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 Georgescu, Mihnea
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/070560

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009027305 A2	05-03-2009	CA 2697820 A1	05-03-2009
		DE 102008022176 A1	12-11-2009
		RU 2010111804 A	10-10-2011
		US 2011042063 A1	24-02-2011
		WO 2009027305 A2	05-03-2009

DE 102008044953 A1	04-03-2010	CA 2735300 A1	04-03-2010
		DE 102008044953 A1	04-03-2010
		EP 2315910 A2	04-05-2011
		RU 2011111690 A	10-10-2012
		US 2011146968 A1	23-06-2011
WO 2010023032 A2	04-03-2010		

WO 2009109489 A1	11-09-2009	AT 519354 T	15-08-2011
		CA 2717607 A1	11-09-2009
		DE 102008062326 A1	17-09-2009
		EP 2250858 A1	17-11-2010
		ES 2367561 T3	04-11-2011
		PT 2250858 E	05-09-2011
		RU 2010140801 A	20-04-2012
		SI 2250858 T1	30-12-2011
		US 2011006055 A1	13-01-2011
WO 2009109489 A1	11-09-2009		

US 3505575 A	07-04-1970	BE 714651 A	04-11-1968
		CH 479150 A	30-09-1969
		DE 1764335 A1	14-10-1971
		FR 1539677 A	20-09-1968
		GB 1163255 A	04-09-1969
		LU 56039 A1	14-01-1970
		NL 6806526 A	19-11-1968
		US 3505575 A	07-04-1970
