



(10) **DE 10 2011 090 037 A1** 2012.06.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 090 037.3**  
(22) Anmeldetag: **28.12.2011**  
(43) Offenlegungstag: **28.06.2012**

(51) Int Cl.: **H02M 1/00 (2012.01)**  
**H02H 7/122 (2012.01)**  
**H02H 3/33 (2012.01)**

Rechercheantrag gemäß § 7 Abs. 1 GbmG ist gestellt

(30) Unionspriorität:  
**2010-293335**      **28.12.2010**    **JP**

(71) Anmelder:  
**Tohoku Ricoh Co., Ltd., Shibata, Miyagi, JP**

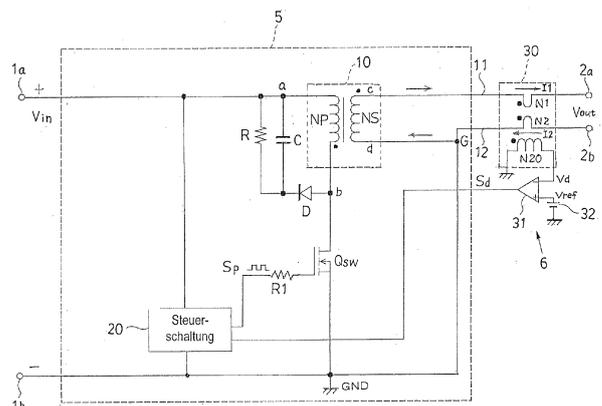
(74) Vertreter:  
**PRÜFER & PARTNER GbR, 81479, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Kamata, Hisahiro, Miyagi, JP**

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

(54) Bezeichnung: **Hochspannungswechselrichtervorrichtung und elektrischer Leckdetektor für diese**

(57) Zusammenfassung: In einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die eine Eingangsspannung ( $V_{in}$ ) schaltet, um einen Erregerstrom an eine Erregerwicklung (NP) eines Transformators (10) anzulegen und eine Hochspannungswechselspannung über Ausgangsleitungen (11, 12) einer Last zuzuführen, ist ein Punkt (G) an der Ausgangsleitung (12) mit einer Rahmenmasse (GND) verbunden. Eine erste Wicklung (N1) eines elektrischen Leckdetektionstransformators (30) ist in Reihe zu der Ausgangsleitung (11) auf einer Seite eingefügt, auf der Strom aus dem Punkt (G) herausfließt, und eine zweite Wicklung (N2) ist in Reihe zu der Ausgangsleitung (12) auf einer Seite eingefügt, auf der Strom in den Punkt (G) hineinfließt. Eine von einer Verstärkerwicklung (N20) ausgegebene Detektionsspannung ( $V_d$ ) wird von einer Vergleichsschaltung (31) mit einer Vergleichsspannung ( $V_{ref}$ ) verglichen, und ein elektrisches Leckdetektionssignal ( $S_d$ ) wird ausgegeben, falls  $V_d > V_{ref}$ . Die erste Wicklung (N1) und die zweite Wicklung (N2) haben eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und dieselbe Windungszahl, und die Windungszahl der Verstärkerwicklung (N20) ist um eine Größenordnung oder mehr größer als die Windungszahl der ersten Wicklung (N1) und der zweiten Wicklung (N2).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Leckdetektor für einen Ausgang einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung wie z. B. einen Schaltregler, einen Wechselrichter oder dergleichen, der in einer Hochspannungsleistungsversorgungseinheit, einer Leistungsversorgungseinheit zum Entladen oder dergleichen verwendet wird, und eine Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die den elektrischen Leckdetektor enthält.

**[0002]** Um eine hohe Spannung verschiedenen Vorrichtungen zuzuführen wie z. B. einer Entladeröhre eines groß dimensionierten Plasmasdisplays, einem Plasmagenerator und dergleichen, wird eine Hochspannungswechselrichtervorrichtung wie z. B. ein Schaltregler oder dergleichen verwendet.

**[0003]** Im allgemeinen wird häufig eine Wechselrichtervorrichtung mit einer Ausgangsleistung von ungefähr einigen W verwendet, während eine Hochspannungswechselrichtervorrichtung mit einem Wechselstromausgang mit einer Ausgangsspannung von über 10 kV und einer Leistung von einigen 10 W oder mehr für den Plasmagenerator oder dergleichen verwendet wird.

**[0004]** Eine solche Hochspannungswechselrichtervorrichtung mit einem Wechselstromausgang von mehr als 10 kV ist zum Entladen geeignet, weil die Ausgabe ein Wechselstrom bei einer hohen Spannung ist und das Entladen in die Umgebung der Ausgangsleitung ein dielektrisches Entladen ist. Daher ist es erforderlich, die Hochspannungswechselrichtervorrichtung in einer Umgebung einzurichten, in der sie sich kaum entlädt, aber der Ausgangsstrom muss über einen Pfad zurückkehren, wenn er zu einer Rahmenmasse zurückkehrt wie z. B. einem Gehäuse des Wechselrichters oder dergleichen, wobei er durch eine Last hindurchtritt.

**[0005]** Das Lecken (elektrisches Lecken) einer hohen Spannung entlang einer Leistungszuführleitung zu der Last aufgrund einer anormalen Entladung oder dergleichen verringert nicht nur die Leistung, die der Last zugefügt wird, sondern stellt möglicherweise auch ein ernstes Problem für einen menschlichen Körper aufgrund eines elektrischen Schocks dar oder bewirkt eine Entzündung und führt zu einem Feuer. Daher ist es erforderlich, Ausgangsspannung oder -strom des Wechselrichters beständig zu überwachen, um eine Anormalität wie z. B. ein elektrisches Lecken oder dergleichen zu erfassen und den Betrieb des Wechselrichters zu beenden, um eine Gefährdung zu vermeiden.

**[0006]** Herkömmlicherweise wird in einem Wechselrichter zum Zünden einer Entladungslampe die Spannung an einem Ausgangsende erfasst und mit der

Spannung zu einer normalen Zeit verglichen, um das Auftreten eines anormalen Entladens oder dergleichen zu erfassen. Wie z. B. in JP 2008-186615 A beschrieben, wird die Spannung an der Ausgangsseite eines Wechselrichters durch einen Widerstand geteilt, und die geteilte Spannung wird gleichgerichtet und geglättet, um den Spitzenwert oder Effektivwert der Ausgangsspannung des Wechselrichters zu erfassen. Dieser Wert wird mit dem normalen Wert verglichen, um das Vorhandensein oder Fehlen einer anormalen Entladung zu erfassen, so dass der Betrieb des Wechselrichters beendet wird, wenn eine anormale Entladung erfasst wird.

**[0007]** Es ist jedoch im Hinblick auf die Spannungsfestigkeit und die isolierende Struktur von Bauteilen unangemessen, die Ausgangsspannung in der oben beschriebenen Weise bei der Hochspannungswechselrichtervorrichtung zu erfassen, die einen Wechselspannungsausgang mit einer Ausgangsspannung von über 10 kV enthält. Wenn eine solche Erfassung durchgeführt wird, bekommt die Hochspannungswechselrichtervorrichtung große Abmessungen und erfüllt nicht die Anforderungen hinsichtlich Kosten und Platz.

**[0008]** Daher wurde versucht, den Ausgangszustand über die Änderung der Eingangsleistung in die Hochspannungswechselrichtervorrichtung zu überwachen, aber der Ausgangszustand konnte durch die Änderung der Eingangsleistung nicht genau erfasst werden.

**[0009]** Die Erfindung wurde durchgeführt, um das obige Problem zu lösen, und ihre Aufgabe besteht darin, einen elektrischen Leckdetektor mit kleiner Größe und niedrigen Kosten bereitzustellen, der in der Lage ist, sicher ein elektrisches Lecken entlang eines Ausgangspfades einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung zu erfassen, sowie eine Sicherheitshochspannungswechselrichtervorrichtung, die den elektrischen Leckdetektor enthält.

**[0010]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen elektrischen Leckdetektor gemäß Anspruch 1.

**[0011]** Der elektrische Leckdetektor ist ein elektrischer Leckdetektor einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, wobei die Hochspannungswechselrichtervorrichtung aufgebaut ist zum Schalten einer Eingangsspannung, die eine Gleichspannung ist oder eine Spannung ist, die aus einer Gleichspannungskomponente mit einem dieser überlagerten pulsierenden Strom besteht, um einen Erregerstrom an eine Erregerwicklung eines Transformators anzulegen und eine Hochspannungswechselspannung von einer Ausgangswicklung des Transformators auszugeben, um die Hochspannungswechselspannung einer Last von einem Paar Ausgangsanschlüsse aus zuzuführen, mit denen die beiden En-

den der Ausgangswicklung jeweils über Ausgangsleitungen verbunden sind, wobei die Ausgangsleitung zwischen einem der Enden der Ausgangswicklung und einem der Ausgangsanschlüsse mit einer Rahmenmasse verbunden ist. Der elektrische Leckdetektor ist aus einem elektrischen Leckdetektionstransformator und einer Vergleichsschaltung zusammengesetzt.

**[0012]** Der elektrische Leckdetektionstransformator enthält eine erste Wicklung, die in Reihe zu der Ausgangsleitung auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom aus einem mit der Rahmenmasse verbundenen Punkt herausfließt, eine zweite Wicklung, die in Reihe zu der Ausgangsleitung auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom in den mit der Rahmenmasse verbundenen Punkt hineinfließt, und eine Verstärkerwicklung, wobei die erste Wicklung und die zweite Wicklung eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und dieselbe Windungszahl haben und die Windungszahl der Verstärkerwicklung um eine Größenordnung oder mehr größer ist als die Windungszahl der ersten Wicklung und der zweiten Wicklung.

**[0013]** Die Vergleichsspannung vergleicht eine Detektionsspannung, die zwischen den beiden Anschlüssen der Verstärkerwicklung des elektrischen Leckdetektionstransformators ausgegeben wird, mit einer im Voraus eingestellten Vergleichsspannung und gibt ein elektrisches Leckdetektionssignal aus, wenn die Detektionsspannung die Vergleichsspannung überschreitet.

**[0014]** Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine Hochspannungswechselrichtervorrichtung gemäß Anspruch 3.

**[0015]** Die Hochspannungswechselrichtervorrichtung enthält einen Transformator mit einer Erregerwicklung und einer Ausgangswicklung, ein Schaltelement, das eine Schaltung schaltet, die eine Eingangsspannung, die eine Gleichspannung ist oder eine Spannung ist, die aus einer Gleichspannungskomponente mit einem dieser überlagerten pulsierenden Strom besteht, an die Erregerwicklung anlegt, um einen Erregerstrom an die Erregerwicklung anzulegen, und eine Steuerschaltung, die das Schaltelement steuert und konfiguriert ist zum Ausgeben einer Hochspannungswechselspannung von der Ausgangswicklung, um die Hochspannungswechselspannung einer Last von einem Paar Ausgangsanschlüsse aus zuzuführen, mit denen die beiden Enden der Ausgangswicklung jeweils über Ausgangsleitungen verbunden sind, wobei die Ausgangsleitung zwischen einem der Enden der Ausgangswicklung und einem der Ausgangsanschlüsse mit einer Rahmenmasse verbunden ist.

**[0016]** Die Hochspannungswechselrichtervorrichtung enthält einen elektrischen Leckdetektionstransformator mit einer ersten Wicklung und einer zweiten Wicklung, die eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und dieselbe Windungszahl haben, und einer Verstärkerwicklung mit einer Windungszahl, die um eine Größenordnung oder mehr größer ist als die Windungszahl der ersten Wicklung und der zweiten Wicklung, und eine Vergleichsschaltung, die eine Detektionsspannung, die zwischen den beiden Anschlüssen der Verstärkerwicklung des elektrischen Leckdetektionstransformators ausgegeben wird, mit einer im Voraus eingestellten Vergleichsspannung vergleicht und ein elektrisches Leckdetektionssignal ausgibt, wenn die Detektionsspannung die Vergleichsspannung überschreitet.

**[0017]** Die erste Wicklung des elektrischen Leckdetektionstransformators ist in Reihe zu der Ausgangsleitung auf einer Seite eingefügt, auf der Strom aus einem mit der Rahmenmasse verbundenen Punkt herausfließt, und die zweite Wicklung ist in Reihe zu der Ausgangsleitung auf einer Seite eingefügt, auf der Strom in den mit der Rahmenmasse verbundenen Punkt hineinfließt, und das von der Vergleichsspannung ausgegebene Leckdetektionssignal wird der Steuerschaltung eingegeben und die Steuerschaltung beendet einen Schaltbetrieb des Schaltelements, wenn das elektrische Leckdetektionssignal eingegeben wird.

**[0018]** Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

**[0019]** Es ist vorzuziehen, dass bei einem der oben beschriebenen Leckdetektionstransformatoren die Windungszahl sowohl der ersten Wicklung als auch der zweiten Wicklung eine Windung bis mehrere Windungen beträgt (vorzugsweise eine Windung oder zwei Windungen) und die Windungszahl der Verstärkerwicklung mehrere hundert Windungen bis mehrere tausend Windungen beträgt (vorzugsweise 100 Windungen bis 10.000 Windungen, in weiter bevorzugter Weise 1.000 Windungen bis 3.000 Windungen).

**[0020]** Weiter kann der Transformator, der die Hochspannung erzeugt, aus einer Mehrzahl einzelner Resonanztransformatoren zusammengesetzt sein, die dieselben Eigenschaften haben, wobei die Erregerwicklungen der Mehrzahl von Resonanztransformatoren parallel oder in Reihe geschaltet sein können, so dass sie gleichzeitig erregt werden, und die Ausgangswicklungen der Mehrzahl von Resonanztransformatoren können in Reihe oder parallel geschaltet sein.

**[0021]** In diesem Fall ist es wünschenswert, dass die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalver-

läufe der Ausgangswicklungen der Mehrzahl von Resonanztransformatoren synchronisiert sind.

[0022] Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen.

[0023] **Fig. 1** ist ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die einen elektrischen Leckdetektor gemäß der Erfindung enthält.

[0024] **Fig. 2A** ist ein Schaltbildsymbol, das einen Aufbau eines in **Fig. 1** gezeigten elektrischen Leckdetektionstransformators zeigt.

[0025] **Fig. 2B** ist eine Schnittansicht eines Wicklungsaufbaus des in **Fig. 2A** gezeigten elektrischen Leckdetektionstransformators.

[0026] **Fig. 3A** ist ein Schaltbildsymbol, das einen anderen Aufbau eines in **Fig. 1** gezeigten elektrischen Leckdetektionstransformators zeigt.

[0027] **Fig. 3B** ist eine Schnittansicht eines Wicklungsaufbaus des in **Fig. 3A** gezeigten elektrischen Leckdetektionstransformators.

[0028] **Fig. 4** ist ein Schaltbild einer zweiten Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die einen elektrischen Leckdetektor gemäß der Erfindung enthält.

[0029] **Fig. 5** ist ein Schaltbild einer dritten Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die einen elektrischen Leckdetektor gemäß der Erfindung enthält.

[0030] **Fig. 6** ist ein Schaltbild einer vierten Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die einen elektrischen Leckdetektor gemäß der Erfindung enthält.

[0031] Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung auf der Grundlage der Zeichnungen konkret beschrieben.

[0032] **Fig. 1** ist ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, die einen elektrischen Leckdetektor enthält.

[0033] Die Hochspannungswechselrichtervorrichtung enthält einen Hochspannungswechselrichter **5**, einen elektrischen Leckdetektor **6**, Eingangsanschlüsse **1a** und **1b** sowie Ausgangsanschlüsse **2a** und **2b**.

[0034] Der Hochspannungswechselrichter **5** schaltet eine Eingangsspannung  $V_{in}$ , die eine Gleichspan-

nung oder eine Spannung ist, die aus einer Gleichspannungskomponente und einem dieser überlagerten Pulsstrom zusammengesetzt ist, und die von den Eingangsanschlüssen **1a** und **1b** geliefert wird, mittels eines Schaltelements  $Q_{sw}$ , um einen Erregungsstrom einer Erregerwicklung NP auf der Primärseite eines Transformators **10** zuzuführen, der ein Resonanztransformator ist, und eine Wechselhochspannung von mehr als 10 kV von einer Ausgangswicklung NS auf der Sekundärseite des Transformators **10** auszugeben, so dass eine Ausgangsspannung  $V_{out}$ , die die Hochspannung ist, von den Ausgangsanschlüssen **2a** und **2b** zu einer nicht dargestellten Last ausgegeben wird. Es ist vorzuziehen, dass die Eingangsspannung  $V_{in}$  eine Spannung innerhalb der Sicherheitskleinspannung (SELV, Safety Extra Low Voltage) ist.

[0035] Ein Ende der Erregerwicklung NP des Transformators **10** ist mit dem Eingangsanschluss **1a** auf der positiven Elektrodenseite verbunden, und das andere Ende ist über die Strecke zwischen Drain und Source des Schaltelements  $Q_{sw}$ , das aus einem FET aufgebaut ist, mit dem Eingangsanschluss **1b** auf der negativen Elektrodenseite verbunden. Ein Ende c der Ausgangswicklung ist über eine Ausgangsleitung **11** mit dem Ausgangsanschluss **2a** verbunden, und das andere Ende d ist über eine Ausgangsleitung **12** mit dem Ausgangsanschluss **2b** verbunden.

[0036] Die Ausgangsleitung **12** ist in ihrem Mittelpunkt G mit einer Rahmenmasse GND verbunden, die aus einem Gehäuse oder Gestell aus einem Leiter oder einem Rahmen oder dergleichen gebildet ist. Weiter sind der Eingangsanschluss **1b** auf der negativen Elektrodenseite und die Sourceseite des Schaltelements  $Q_{sw}$  ebenfalls mit der Rahmenmasse GND verbunden.

[0037] In den Ausgangsleitungen **11** und **12** sind jeweils eine erste Wicklung N1 und eine zweite Wicklung N2 eines elektrischen Leckdetektionstransformators eingesetzt. Es ist erwünscht, die Rahmenmasse GND aus Sicherheitsgründen zu erden.

[0038] Eine Steuerschaltung **20** enthält eine Oszillationsschaltung und ist als IC (Integrated Circuit, integrierte Schaltung) gebildet. Die Steuerschaltung **20** wird durch die von den Eingangsanschlüssen **1a** und **1b** gelieferte Eingangsspannung  $V_{in}$  betrieben und legt einen Schaltpuls  $S_p$  über einen Widerstand R1 an das Gate des Schaltelements  $Q_{sw}$  an, um das Schaltelement  $Q_{sw}$  ein- und auszuschalten. Dadurch wird Strom pulsierend durch die Erregerwicklung NP des Transformators **10** geleitet, um eine Wechselspannungshochspannung in der Ausgangswicklung NS zu erzeugen.

[0039] Zwischen einem Punkt a an der positiven Elektrodenseite der Eingangsleistungsversor-

gung und einem Punkt b auf der positiven Elektroden-seite des Schaltelements Qsw ist eine Parallelschaltung aus einem Kondensator C und einem Widerstand R, deren eines Ende mit dem Punkt a verbunden ist, in Reihe zu einer Diode D geschaltet, deren Anode mit dem Punkt b verbunden ist, um eine Snubber-Schaltung zu bilden. Die Snubber-Schaltung ist bereitgestellt zum Rücksetzen des Transformators **10** und zum Unterdrücken der Spannung des Schaltelements Qsw.

**[0040]** Der elektrische Leckdetektor **6** besteht aus einem elektrischen Leckdetektionstransformator **30**, einer Vergleichsschaltung (Komparator) **31** und einer Referenzleistungsversorgung **32**.

**[0041]** Der elektrische Leckdetektionstransformator **30** enthält eine erste Wicklung N1, die in Reihe in die Ausgangsleitung **11** auf der Seite eingefügt ist, auf der Strom aus dem Punkt G herausfließt, was der Punkt ist, der mit der Rahmenmasse GND verbunden ist, eine zweite Wicklung N2, die in Reihe zu der Ausgangsleitung **12** auf der Seite eingefügt ist, auf der Strom in den Punkt G hineinfließt, und eine Verstärkerwicklung N20.

**[0042]** Die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2 haben eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und die gleiche Windungszahl, und die Windungszahl der Verstärkerwicklung N20 ist um zumindest eine Größenordnung größer als die Windungszahlen der ersten und zweiten Wicklung N1, N2, vorzugsweise um zwei Größenordnungen oder mehr. Es ist zum Beispiel vorzuziehen, die Windungszahl der ersten und zweiten Wicklung N1, N2 auf eine bis mehrere Windungen (vorzugsweise eine oder zwei Windungen) einzustellen und die Windungszahl der Verstärkerwicklung N20 auf mehrere hundert Windungen bis mehrere tausend Windungen (vorzugsweise 100 Windungen bis 10.000 Windungen, in weiter bevorzugter Weise 1.000 Windungen bis 3.000 Windungen).

**[0043]** Eine Detektionsspannung  $V_d$ , die zwischen beiden Anschlüssen der Verstärkerwicklung N20 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** ausgegeben wird, wird durch die Vergleichsschaltung **31** mit einer Vergleichsspannung  $V_{ref}$  verglichen, die im Voraus durch die Referenzleistungsversorgung **32** eingestellt ist, so dass, wenn die Detektionsspannung  $V_d$  die Vergleichsspannung  $V_{ref}$  überschreitet, die Vergleichsschaltung **31** den Ausgang invertiert und ein elektrisches Leckdetektionssignal  $S_d$  (ein Signal auf einem niedrigen Pegel) ausgibt.

**[0044]** Ein Strom  $I_1$ , der zu der Last hinausfließt, fließt durch die erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30**, und ein Strom  $I_2$ , der über die Last zurückkehrt, fließt durch die zweite Wicklung N2. Wenn diese Ausgangsströme nur auf

einem vorbestimmten Pfad zum Liefern von Leistung an die Last fließen, haben die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  dieselbe Größe, so dass die durch die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2, die eine entgegengesetzte Wicklungsrichtung haben, erzeugten Magnetflüsse einander auslöschen und keine Spannung in der Verstärkerwicklung N20 induzieren.

**[0045]** Wenn jedoch entlang des Strompfads zwischen den Ausgangsanschlüssen **2a** und **2b** ein unbeabsichtigtes Entladen auftritt und ein elektrisches Lecken bewirkt, wird der Rückflussstrom  $I_2$  kleiner als der hinausfließende Strom  $I_1$ , was dazu führt, dass die durch die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2 erzeugten Magnetflüsse einander nicht mehr auslöschen. Der Magnetflussunterschied zwischen ihnen induziert eine Spannung, die durch die Verstärkerwicklung N20 verstärkt wird, deren Verhältnis der Windungszahl zu der ersten Wicklung N1 oder der zweiten Wicklung N2 mehrere hundert bis mehrere tausend beträgt.

**[0046]** Ein Ende der Verstärkerwicklung N20 ist auch mit der Rahmenmasse GND verbunden und von dem anderen Ende wird die Detektionsspannung  $V_d$  ausgegeben und durch die Vergleichsschaltung **31** mit der im Voraus eingestellten Vergleichsspannung  $V_{ref}$  verglichen.

**[0047]** Wenn dann die Detektionsspannung  $V_d$  die Vergleichsspannung  $V_{ref}$  überschreitet (wenn  $V_d > V_{ref}$  festgestellt wird), was als Auftreten eines elektrischen Lecks angesehen wird, invertiert die Vergleichsschaltung **31** den Ausgang (in diesem Beispiel von positiv zu negativ) und gibt die invertierte Ausgabe als elektrisches Leckdetektionssignal  $S_d$  aus und gibt es der Steuerschaltung **20** des Hochspannungswechselrichters **5** ein.

**[0048]** Wenn das elektrische Leckdetektionssignal  $S_d$  eingegeben wird, beendet die Steuerschaltung **20** die Erzeugung der Schaltpulse  $S_p$ , um den Schaltbetrieb des Schaltelements Qsw zu beenden. Somit wird der Betrieb des Hochspannungswechselrichters **5** beendet.

**[0049]** Es sei angemerkt, dass der elektrische Leckdetektor **6** aufgebaut sein kann zum Betreiben eines Summers oder dergleichen zur Ausgabe einer Warnung oder zum Einschalten oder Blinken einer Warnlampe entsprechend dem elektrischen Leckdetektionssignal  $S_d$ , das von der Vergleichsschaltung **31** ausgegeben wird.

**[0050]** [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen verschiedene Aufbauten des elektrischen Leckdetektionstransformators, wobei [Fig. 2A](#) und [Fig. 3A](#) jeweils ein Schaltbildsymbol für diesen sind und [Fig. 2B](#) und [Fig. 3B](#) jeweils eine Schnittansicht eines

Seitenabschnitts eines Fensterrahmens eines Spulkörpers eines Wicklungsabschnitts sind.

**[0051]** In [Fig. 2B](#) bezeichnet **35** einen Spulenkörper, der aus einem isolierenden Material gebildet ist und der auf einem Kern angebracht ist, dessen Darstellung weggelassen ist, wobei die erste Wicklung N1 einmal oder mehrere Male von der unteren Seite der Zeichnung aus gewickelt ist, ein Zwischenraum **36** zum Verhindern einer Entladung in dem Transformator bereitgestellt ist, und die zweite Wicklung N2 in der entgegengesetzten Richtung und genauso oft wie die erste Wicklung N1 auf den Zwischenraum **36** gewickelt ist. Die Verstärkerwicklung N20 ist mit mehreren hundert Windungen bis mehreren tausend Windungen auf die zweite Wicklung N2 gewickelt, wobei eine Isolierung zwischen ihnen liegt. Jede der Windungen ist durch einen kreisförmigen Abschnitt dargestellt.

**[0052]** [Fig. 3B](#) zeigt einen Aufbau, der durch Drehen des in [Fig. 2B](#) gezeigten Aufbaus um 90° im Uhrzeigersinn gewonnen wird, wobei isolierende Wände eines Spulkörpers **35** zwischen den Wicklungen existieren und die erste Wicklung N1, ein Zwischenraum **36'** zum Vermeiden einer Entladung in dem Transformator, die zweite Wicklung N2 und die Verstärkerwicklung N20 in dieser Reihenfolge von der linken Seite in der Zeichnung aus angeordnet sind. In diesem Aufbau ist das Wickeln einfacher.

**[0053]** Die Darstellung der Form des Kerns ist in den Zeichnungen weggelassen, weil der Kern lediglich so angeordnet sein muss, dass er die Wicklungen verbindet (90° zu der Wicklungsrichtung).

**[0054]** Wenn bei Verwendung eines solchen elektrischen Leckdetektionstransformators **30** ein Unterschied zwischen den Größen der Ströme auftritt, die durch die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2 fließen, wird die verstärkte Spannung in der Verstärkerwicklung N20 induziert, so dass, wenn elektrisches Lecken durch anormales Entladen oder dergleichen irgendwo auf dem Leistungszufuhrpfad von dem Hochspannungswechselrichter zu der Last auftritt, das elektrische Lecken sicher erfasst werden kann.

**[0055]** Der elektrische Leckdetektionstransformator **30** ist vorzugsweise so nahe wie möglich an dem Ausgangende des Hochspannungswechselrichters **5** angeordnet und kann innerhalb des Hochspannungswechselrichters **5** bereitgestellt sein.

**[0056]** Weiter erzielt der elektrische Leckdetektionstransformator **30** leicht eine Isolationsspannung zu einer hohen Spannung und kann mit relativ geringen Kosten und ohne die Größe stark zu erhöhen verwirklicht werden.

**[0057]** Als nächstes wird mit Bezug auf [Fig. 4](#) eine zweite Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung beschrieben, die einen elektrischen Leckdetektor enthält. In [Fig. 4](#) sind die den Abschnitten in [Fig. 1](#) entsprechenden Abschnitte mit denselben Zahlen oder Buchstaben bezeichnet, und ihre Beschreibung unterbleibt.

**[0058]** Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform nur darin, dass ein elektrischer Leckdetektor **6** innerhalb eines Hochspannungsinverters **5** angeordnet ist. Weiter ist die erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** in einer Ausgangsleitung zwischen dem Punkt G der Ausgangsleitung **12**, der mit der Rahmenmasse GND verbunden ist, und einen Endabschnitt d der Ausgangswicklung NS des Transformators **10** eingefügt, und die zweite Wicklung N2 ist an einem Abschnitt nahe dem Punkt G in die Ausgangsleitung **12** zwischen den Punkt G und den Ausgangsanschluss **2b** eingefügt. Der übrige Schaltungsaufbau ist derselbe wie der in [Fig. 1](#) gezeigte der ersten Ausführungsform.

**[0059]** Auch bei diesem Aufbau fließt ein Strom, der aus dem Punkt G herausfließt, der mit der Rahmenmasse GND verbunden ist, (derselbe wie der Strom I1, der zu der Last hinausfließt) durch die erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30**, und ein Strom, der in den Punkt G hineinfließt (derselbe wie ein Strom I2, der durch die Last zurückkehrt) fließt durch die zweite Wicklung N2. Wenn diese Ausgangsströme nur auf dem vorbestimmten Strompfad zum Zuführen von Leistung zu der Last fließen, haben der durch die erste Wicklung N1 fließende Strom und der durch die zweite Wicklung N2 fließende Strom dieselbe Größe, so dass die Magnetflüsse, die durch die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2 mit entgegengesetzter Wicklungsrichtung erzeugt werden, sich gegenseitig auslöschen und keine Spannung in der Verstärkerwicklung N20 induzieren.

**[0060]** Wenn jedoch ein unbeabsichtigtes Entladen irgendwo auf dem Strompfad einschließlich der Ausgangsleitungen **11** und **12** auftritt und ein elektrisches Lecken bewirkt, sinkt der durch die zweite Wicklung N2 fließende Strom, was dazu führt, dass die Magnetflüsse, die durch die erste Wicklung N1 und die zweite Wicklung N2 erzeugt werden, sich nicht mehr gegenseitig auslöschen. Die Magnetflussdifferenz zwischen ihnen induziert eine Spannung, die von der Verstärkerwicklung N20 entsprechend dem Wicklungsverhältnis zwischen der Verstärkerwicklung **20** und der ersten Wicklung N1 oder der zweiten Wicklung N2 verstärkt wird.

**[0061]** Eine Detektionsspannung  $V_d$  wird von einer Vergleichsschaltung **31** mit einer Vergleichsspannung  $V_{ref}$  verglichen, die im Voraus durch eine Re-

ferenzleistungsversorgung **32** eingestellt ist, so dass, wenn die Detektionsspannung  $V_d$  die Vergleichsspannung  $V_{ref}$  überschreitet, die Vergleichsschaltung **31** den Ausgang invertiert und ein elektrisches Leckerfassungssignal  $S_d$  (ein Signal auf niedrigem Pegel) erzeugt. Das Signal  $S_d$  bewirkt, dass die Steuerschaltung **20** den Betrieb des Hochspannungswechselrichters **5** beendet.

**[0062]** Gemäß dieser Ausführungsform kann auch ein anormales Entladen (elektrisches Lecken) innerhalb des Transformators **10** erfasst werden. Wenn innerhalb des Transformators **10** ein anormales Entladen auftritt, wird ein temporärer Unterschied in der Phase des Wechselstromsignalverlaufs zwischen dem ausgegebenen Strom  $I_1$  und dem zurückkehrenden Strom  $I_2$  erzeugt, was dazu führt, dass die Magnetflüsse, die durch die erste Wicklung  $N_1$  und die zweite Wicklung  $N_2$  erzeugt werden, sich zu dieser Zeit nicht gegenseitig auslöschen und eine Spannung induzieren, die von der Verstärkerwicklung **20** entsprechend dem Wicklungsverhältnis zwischen der Verstärkerwicklung **20** und der ersten Wicklung  $N_1$  oder der zweiten Wicklung  $N_2$  verstärkt wird, und die Detektionsspannung  $V_d$  wird ausgegeben.

**[0063]** Außerdem können die Isolationsspannungen zwischen der ersten Wicklung  $N_1$ , der zweiten Wicklung  $N_2$  und der Verstärkerwicklung  $N_{20}$  des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** verringert sein. Der elektrische Leckdetektionstransformator **30** kann innerhalb des Transformators **10** angeordnet sein.

**[0064]** Als nächstes wird mit Bezug auf **Fig. 5** eine dritte Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung beschrieben, die einen elektrischen Leckdetektor enthält. Auch in **Fig. 5** sind die den Abschnitten in **Fig. 1** entsprechenden Abschnitte mit denselben Zahlen oder Buchstaben bezeichnet, und ihre Beschreibung unterbleibt.

**[0065]** Bei der dritten Ausführungsform ist ein Transformator **10**, der eine Hochspannung erzeugt, aus zwei Resonanztransformatoren  $T_1$  und  $T_2$  zusammengesetzt, die denselben Aufbau und dieselben Eigenschaften haben. Die Erregerwicklungen  $NP_1$  und  $NP_2$  der Resonanztransformatoren  $T_1$  und  $T_2$  sind parallel zwischen einem Punkt  $a$  an der positiven Elektroden-seite der Eingangsleistungsversorgung und einem Punkt  $b$  an der positiven Elektroden-seite des Schaltelements  $Q_{sw}$ , das aus einem FET gebildet ist, geschaltet.

**[0066]** Die Resonanztransformatoren  $T_1$  und  $T_2$  enthalten jeweils eine Ausgangswicklung  $NS_1$  bzw.  $NS_2$ , und die Ausgangswicklung  $NS_1$  und die Ausgangswicklung  $NS_2$  sind so in Reihe geschaltet, dass die Ausgangswicklung  $NS_1$  des Resonanztransformators  $T_1$  auf die Ausgangswicklung  $NS_2$  des Re-

sonanztransformators  $T_2$  gestapelt ist und Endabschnitte  $e$  und  $f$  der Ausgangswicklungen  $NS_1$  und  $NS_2$ , die nicht miteinander verbunden sind, jeweils über die Ausgangsleitungen **11** und **12** zu den Ausgangsanschlüssen **2a** und **2b** führen. Es sei angemerkt, dass eine Snubber-Schaltung in dieser Ausführungsform aus einer Serienschaltung gebildet ist, die aus einem Kondensator  $C$  und einer Diode  $D$  gebildet ist, wobei der in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigte Widerstand  $R$  weggelassen ist.

**[0067]** Die Hochspannungswechselrichtervorrichtung in dieser Ausführungsform erregt gleichzeitig die Erregerwicklungen  $NP_1$  und  $NP_2$  der zwei Resonanztransformatoren  $T_1$  und  $T_2$ , die den Transformator **10'** bilden und von denen jeder einen getrennten und unabhängigen Kern mit einem vollständig verschiedenen Magnetpfad hat und dieselben Eigenschaften aufweist, um die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalformen der Ausgangswicklungen  $NS_1$  und  $NS_2$  auf der Ausgangsseite zu synchronisieren, und addiert oder multipliziert die jeweiligen Ausgangsspannungen.

**[0068]** Daher kann die Anzahl von Ausgangswicklungen erhöht werden ohne Auftreten einer Vormagnetisierung in einer Mehrzahl von Erregerwicklungen, so dass eine hohe Spannung mit einem hohen Verstärkungsverhältnis kontinuierlich, stabil und sicher gewonnen werden kann.

**[0069]** Es sei angemerkt, dass es vorzuziehen ist, dass die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalverläufe der Ausgangswicklungen  $NS_1$  und  $NS_2$  der Resonanztransformatoren  $T_1$  und  $T_2$  synchronisiert sind. Dafür ist es vorzuziehen, das Schaltelement  $Q_{sw}$  so anzuordnen, dass die Verdrahtungsabstände zwischen dem Drainanschluss des Schaltelements  $Q_{sw}$  und den Anschlüssen der Erregerwicklungen  $NP_1$  und  $NP_2$  auf der negativen Elektroden-seite gleich sind.

**[0070]** Weiter ist die Ausgangsleitung **12**, die den Endabschnitt  $f$  des Resonanztransformators  $T_2$  und den Ausgangsanschluss **2b** verbindet, an dem Punkt  $G$  mit der Rahmenmasse  $GND$  verbunden. Weiter bilden wie in der **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsform ein elektrischer Leckdetektionstransformator **30**, eine Vergleichsschaltung **31** und eine Referenzleistungsversorgung **32** einen elektrischen Leckdetektor **6**. Eine erste Wicklung  $N_1$  des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** ist in die Ausgangsleitung **11** eingefügt, um einen hinausfließenden Strom  $I_1$  zu führen, und eine zweite Wicklung  $N_2$  ist in die Ausgangsleitung **12** zwischen dem Punkt  $G$  und dem Ausgangsanschluss **2b** eingefügt, um einen hineinfließenden Strom  $I_2$  zu führen, wodurch bei Auftreten eines elektrischen Lecks eine Detektionsspannung  $V_d$  entsprechend einem Unterschied zwischen den

Strömen I1 und I2 von einer Verstärkerwicklung N20 gewonnen werden kann.

**[0071]** Ebenfalls ähnlich zu den oben beschriebenen Ausführungsformen wird die Detektionsspannung  $V_d$  durch die Vergleichsschaltung **31** mit einer Vergleichsspannung  $V_{ref}$  verglichen, so dass, wenn die Detektionsspannung  $V_d$  die Vergleichsspannung  $V_{ref}$  überschreitet, die Vergleichsschaltung **31** ein elektrisches Leckdetektionssignal  $S_d$  ausgibt, um die Steuerschaltung **20** zu veranlassen, den Betrieb des Hochspannungswechselrichters **5** zu beenden. Es sei angemerkt, dass die erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** irgendwo in einem Pfad angeordnet sein kann, durch den der Strom von dem mit der Rahmenmasse GND verbundenen Punkt G aus zu dem Ausgangsanschluss **2a** fließt. Beispielsweise kann die erste Wicklung N1 in einer Leitung eingefügt sein, die in **Fig. 5** durch einen gestrichelten Kreis A oder B bezeichnet ist.

**[0072]** Als nächstes wird mit Bezug auf **Fig. 6** eine vierte Ausführungsform einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung beschrieben, die einen elektrischen Leckdetektor enthält. In **Fig. 6** sind Abschnitte, die den in **Fig. 1** und **Fig. 5** gezeigten Abschnitten entsprechen, mit denselben Zahlen oder Buchstaben bezeichnet und ihre Beschreibung unterbleibt.

**[0073]** In der vierten Ausführungsform ist ein Transformator **10**, der eine Hochspannung erzeugt, aus drei Resonanztransformatoren T1, T2 und T3 zusammengesetzt, die denselben Aufbau und dieselben Eigenschaften haben.

**[0074]** Weiter sind die Erregerwicklungen NP1, NP2 und NP3 der Resonanztransformatoren T1, T2 und T3 parallel zwischen einen Punkt a an der positiven Elektroden-seite der Eingangsleistungsversorgung und einen Punkt b an der positiven Elektroden-seite eines Schaltelements Qsw geschaltet. Alle Ausgangswicklungen NS1, NS2 und NS3 der Resonanztransformatoren T1, T2 und T3 sind so in Reihe geschaltet, dass die Endabschnitte g und h der Ausgangswicklungen NS1 und NS3, die nicht miteinander verbunden sind, jeweils über Ausgangsleitungen **11** und **12** mit den Ausgangsanschlüssen **2a** und **2b** verbunden sind.

**[0075]** Die Hochspannungswechselrichtervorrichtung in dieser Ausführungsform erregt gleichzeitig die Erregerwicklungen NP1, NP2 und NP3 der drei Resonanztransformatoren T1, T2 und T3, die den Transformator **10** bilden und von denen jeder einen getrennten und unabhängigen Kern mit vollständig verschiedenem Magnetpfad hat und dieselben Eigenschaften aufweist, um die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalverläufe der Ausgangswicklungen NS1, NS2 und NS3 auf der Ausgangsseite zu synchronisieren, und addiert oder multipliziert

die jeweiligen Ausgangsspannungen. Daher kann eine höhere Ausgangsspannung und eine höhere Ausgangsleistung stabil und sicher zugeführt werden.

**[0076]** Auch in diesem Fall ist es vorzuziehen, dass die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalverläufe der Ausgangswicklungen NS1, NS2 und NS3 der Resonanztransformatoren T1, T2 und T3 synchronisiert werden. Dazu ist es vorzuziehen, das Schaltelement Qsw so anzuordnen, dass die Verdrahtungsabstände zwischen dem Drainanschluss des Schaltelements Qsw und den Anschlüssen der Erregerwicklungen NP1, NP2 und NP3 auf der negativen Elektroden-seite gleich sind.

**[0077]** Weiter ist die Ausgangsleitung **12**, die den Endabschnitt h des Resonanztransformators T3 und den Ausgangsanschluss **2b** verbindet, an dem Punkt G mit einer Rahmenmasse GND verbunden. Weiter bilden wie in der in **Fig. 5** gezeigten dritten Ausführungsform ein elektrischer Leckdetektionstransformator **30**, eine Vergleichsschaltung **31** und eine Referenzleistungsversorgung **32** einen elektrischen Leckdetektor **6**. Eine erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** ist in die Ausgangsleitung **11** eingefügt zum Führen eines hinausfließenden Stroms I1, und die zweite Wicklung N2 ist in die Ausgabeleitung **12** zwischen dem Punkt G und dem Ausgangsanschluss **2b** eingefügt, um einen hineinfließenden Strom I2 zu führen, wodurch bei Auftreten eines elektrischen Leckens eine Detektionsspannung entsprechend dem Unterschied zwischen den Strömen I1 und I2 von einer Verstärkerwicklung N20 gewonnen werden kann.

**[0078]** Ähnlich wie bei den oben beschriebenen Ausführungsformen wird die Detektionsspannung  $V_d$  von der Vergleichsschaltung **31** mit einer Vergleichsspannung  $V_{ref}$  verglichen, so dass, wenn die Detektionsspannung  $V_d$  die Vergleichsspannung  $V_{ref}$  überschreitet, die Vergleichsschaltung **31** ein elektrisches Leckdetektionssignal  $S_d$  ausgibt, um zu bewirken, dass die Steuerschaltung **20** den Betrieb des Hochspannungsinverters **5** beendet.

**[0079]** Es sei angemerkt, dass die erste Wicklung N1 des elektrischen Leckdetektionstransformators **30** irgendwo in einem Pfad eingefügt sein kann, über den der Strom von dem Punkt G, der mit der Rahmenmasse GND verbunden ist, zu dem Ausgangsanschluss **2a** fließt. Die erste Wicklung N1 kann beispielsweise in einer beliebigen der Leitungen eingefügt sein, die in **Fig. 6** durch gestrichelte Kreise c, e und f angegeben sind.

**[0080]** Ein Transformator, der eine Hochspannung erzeugt, kann auch aus vier oder mehr Resonanztransformatoren zusammengesetzt sein, die dieselben Eigenschaften haben. Weiter können die Erregerwicklungen einer Mehrzahl von Resonanztrans-

formatoren in Reihe geschaltet sein oder in einer Kombination aus Parallel- und Reihenschaltung. Ihre Ausgangswicklungen können auch parallel oder in einer Kombination aus Reihen- und Parallelschaltung geschaltet sein.

**[0081]** Auch wenn die bevorzugten Ausführungsformen der Hochspannungswechselrichtervorrichtung gemäß der Erfindung oben beschrieben wurden, ist die Erfindung nicht auf die Ausführungsformen eingeschränkt und kann in verschiedenster Weise geändert werden.

**[0082]** Die Erfindung kann für verschiedene Hochspannungserzeugungsvorrichtungen verwendet werden, wie z. B. einen Schaltregler, einen Wechselrichter, eine Hochspannungsleistungsversorgung, eine Leistungsversorgung zum Entladen, usw.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2008-186615 A [[0006](#)]

## Patentansprüche

1. Elektrischer Leckdetektor (**6**) einer Hochspannungswechselrichtervorrichtung, wobei die Hochspannungswechselrichtervorrichtung aufgebaut ist zum Schalten einer Eingangsspannung ( $V_{in}$ ), die eine Gleichspannung ist oder eine Spannung ist, die aus einer Gleichspannungskomponente mit einem dieser überlagerten pulsierenden Strom besteht, um einen Erregerstrom an eine Erregerwicklung (NP1, NP2, NP3) eines Transformators (**10**, **10'**, **10''**) anzulegen und eine Hochspannungswechselspannung von einer Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) des Transformators (**10**, **10'**, **10''**) auszugeben, um die Hochspannungswechselspannung einer Last von einem Paar Ausgangsanschlüsse (**2a**, **2b**) aus zuzuführen, mit denen die beiden Enden (c-h) der Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) jeweils über Ausgangsleitungen (**11**, **12**) verbunden sind, wobei die Ausgangsleitung (**12**) zwischen einem der Enden (d, f, h) der Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) und einem der Ausgangsanschlüsse (**2b**) mit einer Rahmenmasse (GND) verbunden ist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Leckdetektor (**6**) enthält:

einen elektrischen Leckdetektionstransformator (**30**) mit einer ersten Wicklung (N1), die in Reihe zu der Ausgangsleitung (**11**) auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom aus einem mit der Rahmenmasse (GND) verbundenen Punkt (G) herausfließt, einer zweiten Wicklung (N2), die in Reihe zu der Ausgangsleitung (**12**) auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom in den mit der Rahmenmasse (GND) verbundenen Punkt (G) hineinfließt, und einer Verstärkerwicklung (N20), wobei die erste Wicklung (N1) und die zweite Wicklung (N2) eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und dieselbe Windungszahl haben und die Windungszahl der Verstärkerwicklung (N20) um eine Größenordnung oder mehr größer ist als die Windungszahl der ersten Wicklung (N1) und der zweiten Wicklung (N2), und

eine Vergleichsschaltung (**31**), die eine Detektionsspannung ( $V_d$ ), die zwischen den beiden Anschlüssen der Verstärkerwicklung (N20) des elektrischen Leckdetektionstransformators (**30**) ausgegeben wird, mit einer im Voraus eingestellten Vergleichsspannung ( $V_{ref}$ ) vergleicht und ein elektrisches Leckdetektionssignal ( $S_d$ ) ausgibt, wenn die Detektionsspannung ( $V_d$ ) die Vergleichsspannung ( $V_{ref}$ ) überschreitet.

2. Elektrischer Leckdetektor gemäß Anspruch 1, bei dem in dem Leckdetektionstransformator (**30**) die Windungszahl sowohl der ersten Wicklung (N1) als auch der zweiten Wicklung (N2) eine Windung bis mehrere Windungen beträgt und die Windungszahl der Verstärkerwicklung (N20) mehrere hundert Windungen bis mehrere tausend Windungen beträgt.

3. Hochspannungswechselrichtervorrichtung mit

einem Transformator (**10**, **10'**, **10''**), der eine Erregerwicklung (NP1, NP2, NP3) und eine Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) enthält,

einem Schaltelement (Qsw), das eine Schaltung schaltet, die eine Eingangsspannung ( $V_{in}$ ), die eine Gleichspannung ist oder eine Spannung ist, die aus einer Gleichspannungskomponente mit einem dieser überlagerten pulsierenden Strom besteht, an die Erregerwicklung (NP1, NP2, NP3) anlegt, um einen Erregerstrom an die Erregerwicklung (NP1, NP2, NP3) anzulegen, und

einer Steuerschaltung (**20**), die das Schaltelement (Qsw) steuert und konfiguriert ist zum Ausgeben einer Hochspannungswechselspannung von der Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3), um die Hochspannungswechselspannung einer Last von einem Paar Ausgangsanschlüsse (**2a**, **2b**) aus zuzuführen, mit denen die beiden Enden (c-h) der Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) jeweils über Ausgangsleitungen (**11**, **12**) verbunden sind, wobei die Ausgangsleitung (**12**) zwischen einem der Enden (d, f, h) der Ausgangswicklung (NS1, NS2, NS3) und einem der Ausgangsanschlüsse (**2b**) mit einer Rahmenmasse (GND) verbunden ist,

wobei die Hochspannungswechselrichtervorrichtung enthält:

einen elektrischen Leckdetektionstransformator (**30**) mit einer ersten Wicklung (N1) und einer zweiten Wicklung (N2), die eine einander entgegengesetzte Wicklungsrichtung und dieselbe Windungszahl haben, und einer Verstärkerwicklung (N20) mit einer Windungszahl, die um eine Größenordnung oder mehr größer ist als die Windungszahl der ersten Wicklung (N1) und der zweiten Wicklung (N2), und eine Vergleichsschaltung (**31**), die eine Detektionsspannung ( $V_d$ ), die zwischen den beiden Anschlüssen der Verstärkerwicklung (N20) des elektrischen Leckdetektionstransformators (**30**) ausgegeben wird, mit einer im Voraus eingestellten Vergleichsspannung ( $V_{ref}$ ) vergleicht und ein elektrisches Leckdetektionssignal ( $S_d$ ) ausgibt, wenn die Detektionsspannung ( $V_d$ ) die Vergleichsspannung ( $V_{ref}$ ) überschreitet,

wobei die erste Wicklung (N1) des elektrischen Leckdetektionstransformators (**30**) in Reihe zu der Ausgangsleitung (**11**) auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom aus einem mit der Rahmenmasse (GND) verbundenen Punkt (G) herausfließt,

die zweite Wicklung (N2) in Reihe zu der Ausgangsleitung (**12**) auf einer Seite eingefügt ist, auf der Strom in den mit der Rahmenmasse (GND) verbundenen Punkt (G) hineinfließt, und

das von der Vergleichsschaltung (**31**) ausgegebene elektrische Leckdetektionssignal ( $S_d$ ) der Steuerschaltung (**20**) eingegeben wird und die Steuerschaltung (**20**) einen Schaltbetrieb des Schaltelements (Qsw) beendet, wenn das elektrische Leckdetektionssignal ( $S_d$ ) eingegeben wird.

4. Hochspannungswechselrichtervorrichtung gemäß Anspruch 3, bei der in dem Leckdetektionstransformator (**30**) die Windungszahl sowohl der ersten Wicklung (N1) als auch der zweiten Wicklung (N2) eine Windung bis mehrere Windungen beträgt und die Windungszahl der Verstärkerwicklung (N20) mehrere hundert Windungen bis mehrere tausend Windungen beträgt.

5. Hochspannungswechselrichtervorrichtung gemäß Anspruch 3 oder 4, bei der der Transformator (**10'**, **10''**), der die Hochspannung erzeugt, aus einer Mehrzahl einzelner Resonanztransformatoren (T1, T2; T1-T3) zusammengesetzt ist, die dieselben Eigenschaften haben, wobei die Erregerwicklungen (NP1, NP2; NP1-NP3) der Mehrzahl von Resonanztransformatoren (T1, T2; T1-T3) parallel oder in Reihe geschaltet sind, um gleichzeitig erregt zu werden, und die Ausgangswicklungen (NS1, NS2; NS1-NS3) der Mehrzahl von Resonanztransformatoren (T1, T2; T1-T3) in Reihe oder parallel geschaltet sind.

6. Hochspannungswechselrichtervorrichtung gemäß Anspruch 5, bei der die Zeitachsen der Ausgangsspannungssignalverläufe der Ausgangswicklungen (NS1, NS2; NS1-NS3) der Mehrzahl von Resonanztransformatoren (T1, T2; T1-T3) synchronisiert sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

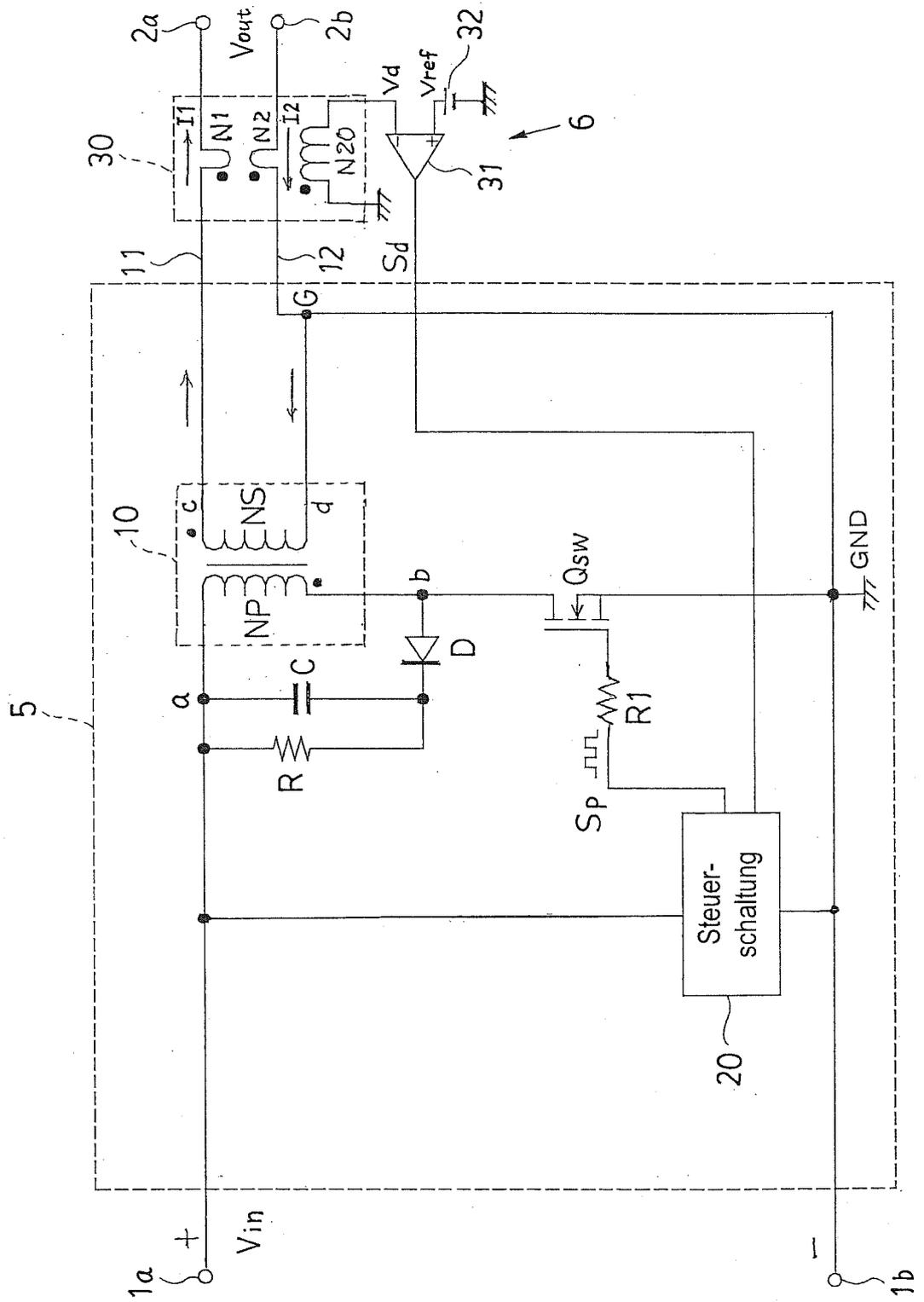


FIG. 2 A

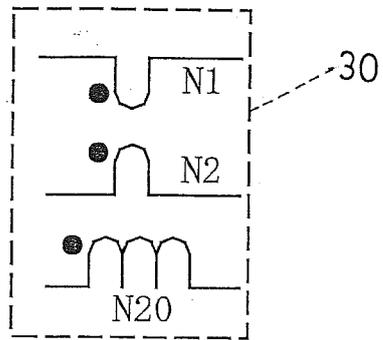


FIG. 2 B

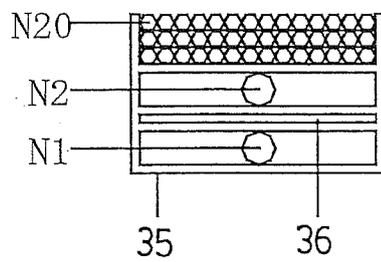


FIG. 3 A

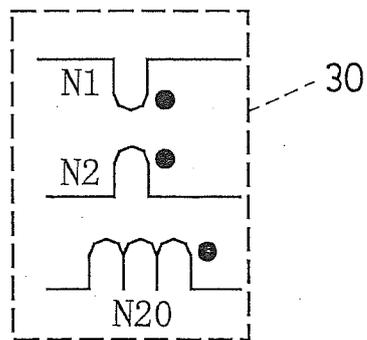


FIG. 3 B

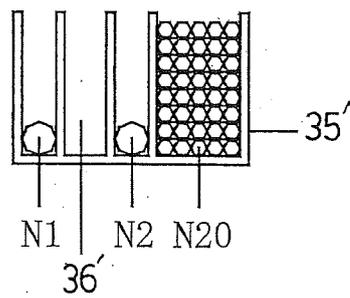


FIG. 4

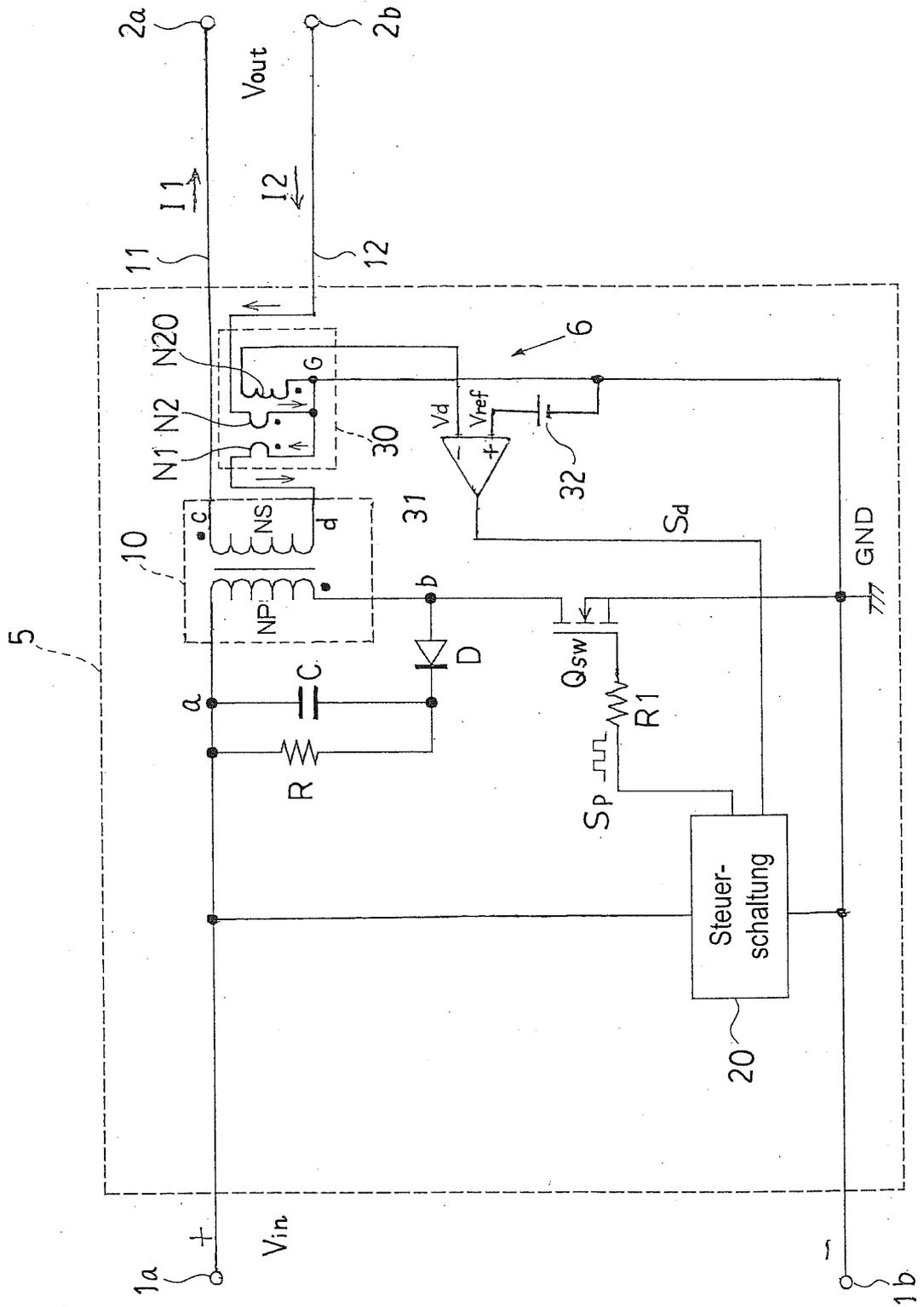


FIG. 5

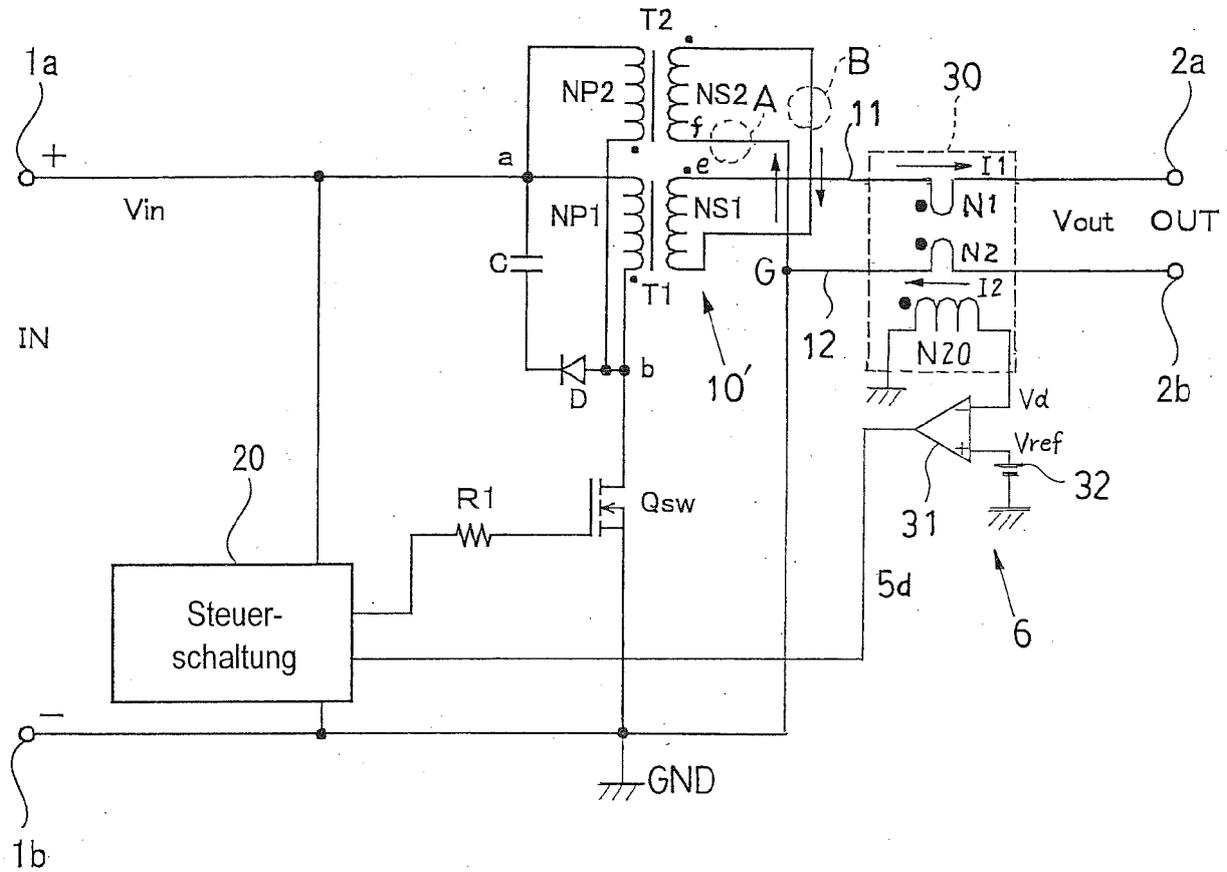


FIG. 6

