



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.12.2013 Patentblatt 2013/49

(51) Int Cl.:
H01H 9/54 (2006.01) H01H 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12169977.1**

(22) Anmeldetag: **30.05.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Bausch, Jörg**
91056 Erlangen (DE)
• **Heinz, Michael**
01159 Dresden (DE)
• **Schmid, Ronald**
90461 Nürnberg (DE)

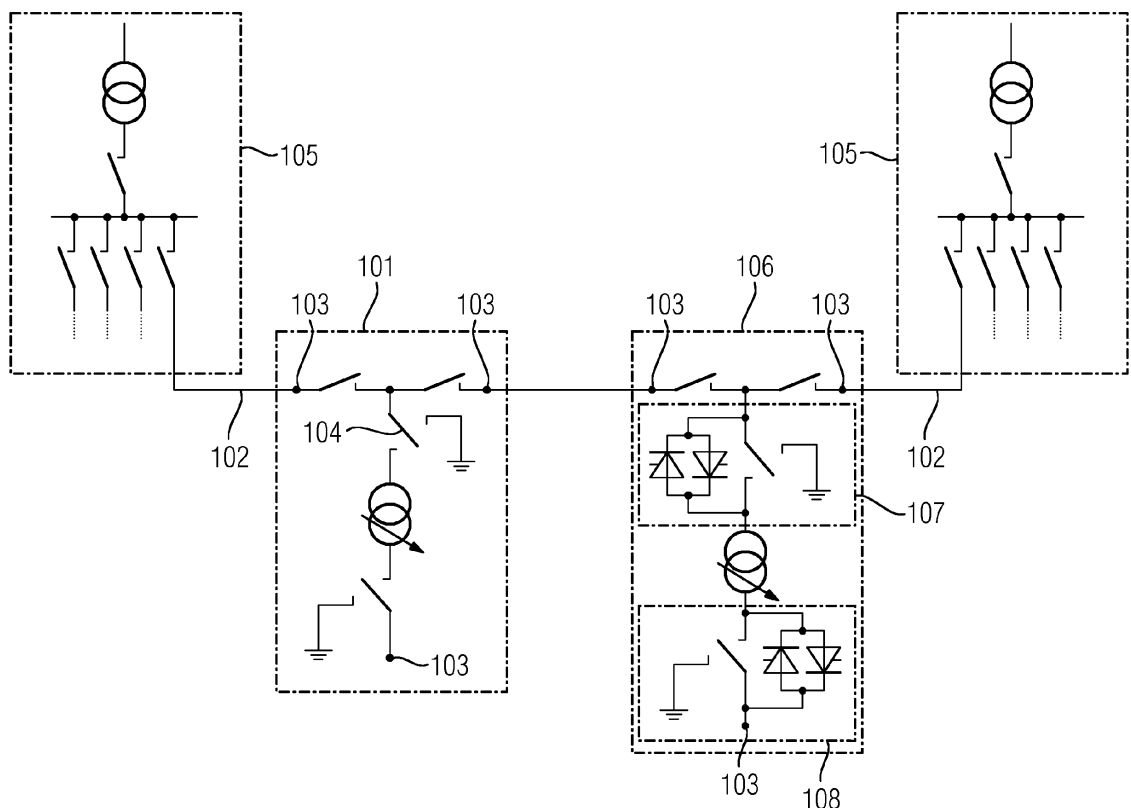
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Schaltanlage**

(57) Es wird vorgeschlagen, einen Verbraucher oder einen Generator (z.B. eine Windkraftanlage) anhand der Schaltanlage (106) mit einer Energieleitung (102), z.B. einer Ringleitung eines Energieverteilnetzes, zu verbinden. Hierzu weist die Schaltanlage einen Thyristorkreis

(111) auf, der parallel zu einem Trennschalter (109) geschaltet ist und den Transformator (113) der Schaltanlage (106) mit der Energieleitung (102) verbindet. Dadurch kann ein effizienter Trennschalter realisiert werden, der abhängig von der Leistung des Verbrauchers bzw. Generators dimensioniert werden kann.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltanlage sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Schaltanlage, insbesondere eine Ringkabelschaltanlage, anhand derer ein Verbraucher oder ein Generator mit einer Energieleitung eines Energieverteilnetzes verbunden ist.

[0002] Fig. 1 zeigt einen schematischen Ausschnitt eines Energieverteilnetzes mit einer Ringschaltung. Hierbei wird der elektrische Energiefluss über einen Ring bzw. ein Ringkabel 102 geführt, an dem bzw. an das Abzweige angeschlossen sind, die der weiteren Versorgung und Verteilung dienen. Diese Abzweige werden als Schaltanlagen ausgeführt. In der in Fig. 1 gezeigten Anordnung werden diese Schaltanlagen als Ringkabelschaltanlage 101 bzw. Ringschaltanlage (engl. Ring Main Unit) bezeichnet. Die Ringkabel 102 sind an Verteileranlagen 105 angeschlossen.

[0003] Derartige Ringkabelschaltanlagen 101 verfügen meist über drei Anschlusspunkte 103, wobei zwei zu dem Ring gehören und ein Anschlusspunkt mit einem Verbraucher oder einem Generator verbunden ist. Bekannt sind auch Ausführungen mit nur zwei Anschlusspunkten.

[0004] Als Varianten gibt es auch Ringkabelschaltanlagen 101 mit mehr als einem Abzweig. Allen Anlagen ist gemein, dass zumindest die Abzweige über eine Einrichtung 104 verfügen, die geeignet ist den fließenden Strom zu unterbrechen. Diese Unterbrechung wird meist mit Leistungsschaltern oder Lasttrennschaltern erreicht. Im Bereich der Mittel- und Hochspannungsanwendung kommen bei derartigen Schaltungen häufig komplexe Aufbauten mit Leistungs- und Trennschaltern zum Einsatz. Dabei stellt der Leistungsschalter oft die größte, schwerste und komplexeste Einzelkomponente dar, insbesondere wenn die Schaltanlage als gasisolierte Schaltanlage ausgeführt ist.

[0005] Hieraus ergeben sich aufwendige Aufbauten die zum Teil in Luft- oder auch SF₆-Gas isolierter Technologie ausgeführt sind.

[0006] Beispielsweise werden Windkraftanlagen häufig über die Ringkabelschaltanlage 101 an das Energieversorgungsnetz angeschlossen. Eine derartige Ringkabelschaltanlage 101 befindet sich beispielsweise im Fuß eines Turms der Windkraftanlage. Je nach Spannungsebene, Schaltung und Größe der Schaltanlage ist hierfür jedoch ein zusätzliches Gebäude notwendig. Besonders bei Offshore-Windparks und hohen Spannungen (33kV oder 66kV) ist der Platzbedarf mit der heutigen Technologie enorm; dies ist auch aufgrund der örtlichen Gegebenheiten problematisch.

[0007] Aus WO 2010/072622 A1 ist ein Stufenschalter für Mittel-Niederspannungstransformatoren bekannt, der auf einem oder mehreren mechanischen Schaltern basiert. Beim Umschalten wird der Strom über Halbleiterschalter geführt, um die Unterbrechungsfreiheit zu sichern. Auch WO 2010/072622 A1 zeigt keine effiziente Möglichkeit für einen Trennschalter auf der Primärseite

des Transformators.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und insbesondere einen effizienten Ansatz für eine Ringkabelschaltanlage anzugeben.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

[0010] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Schaltanlage vorgeschlagen mit einem Thyristorkreis, der parallel zu einem Trennschalter angeordnet ist, mit einem Transformator, dessen Primärseite über die Parallelschaltung aus dem Thyristorkreis und dem Trennschalter mit einer Energieleitung verbunden ist, wobei die Sekundärseite des Transformators zum Anschluss eines Generators oder eines Verbrauchers vorgesehen ist.

[0011] Hierdurch ist es möglich, eine effiziente elektrische Trennung des Generators bzw. Verbrauchers von der Energieleitung zu erreichen. Der Trennschalter weist vorzugsweise eine gewisse Festigkeit im Hinblick auf Überspannungen auf (z.B. gemäß der Norm IEC62271). Beispielsweise kann der Thyristorkreis für einen Strom bis zu 4000A flexibel angepasst bzw. ausgelegt werden. Damit kann die Schaltanlage gezielt auf die Leistung angeschlossener Generatoren, z.B. Windkraftanlagen, angepasst werden. Dies reduziert erheblich den Aufwand, die Kosten, die benötigten Komponenten sowie den erforderlichen Bauraum. Gerade zum Anschluss von Windturbinen kann somit gezielt eine Schaltanlage geringer Abmessungen zusammen mit der Windturbine (für eine oder ggf. mehrere Windturbinen) installiert werden.

[0012] Insbesondere kann die sekundärseitige Schaltung auch mindestens eine Schaltanlage umfassen.

[0013] Eine Weiterbildung besteht darin, dass der Thyristorkreis selbstabschaltend ausgeführt ist.

[0014] Damit wird die Ansteuerung des Thyristorkreises vereinfacht.

[0015] Eine andere Weiterbildung ist es, dass der Thyristorkreis zwei antiparallel geschaltete Thyristorelemente umfasst.

[0016] Auch ist es eine Weiterbildung, dass jedes Thyristorelement mindestens einen Thyristor oder mindestens eine Parallel-und/oder Serienschaltung von Thyristoren umfasst.

[0017] Auch andere elektrische Bauelemente können gemeinsam mit den Thyristoren verwendet werden.

[0018] Alternativ zu den Thyristoren können auch abschaltbare Halbleiterschalter verwendet werden, insbesondere Transistoren, GTOs (Gate Turn-off Thyristor) oder IGCTs (Integrated Gate Commutated Transistor).

[0019] Besonders vorteilhaft können auch Thyristoren aus supraleitendem Halbleitermaterial, z.B. aus Germanium, eingesetzt werden. Der Vorteil liegt hierbei im geringen Widerstand und der höheren Kurzschlussfestigkeit.

[0020] Eine Weiterbildung ist es, dass zusätzlich zu dem Trennschalter ein weiterer Trennschalter im Zweig

des Thyristorkreises angeordnet ist.

[0021] Eine Weiterbildung ist es, dass die Schaltanlage eine Ringkabelschaltanlage ist und dass die Energieleitung eine Ringleitung eines Energieverteilnetzes ist.

[0022] Eine andere Weiterbildung ist es, dass der Trennschalter ein gasisolierter Trennschalter, ein Vakuumtrennschalter oder ein Luft-Trennschalter ist.

[0023] Insbesondere ist es eine Weiterbildung, dass die Ansteuerung des Trennschalters und/oder des Thyristorkreises mittels einer Steuereinrichtung erfolgt.

[0024] Beispielsweise kann die Steuereinrichtung den Thyristorkreis und/oder den Trennschalter aktivieren bzw. deaktivieren. Der Thyristorkreis kann z.B. über einen Steuerstrom oder eine Lichtzündung wie beispielsweise das Licht einer Laserdiode angesteuert werden.

[0025] Beispielsweise kann die Steuereinrichtung eine Kombination aus Schützen, Relais und Schaltelementen, wie Drehschaltern umfassen oder auch als eine digitale Steuereinheit, beispielsweise zur Fernsteuerung über eine Leitstelle, ausgeführt sein. Die Steuereinrichtung kann eingesetzt werden zum automatisierten Abschalten des Stromes beim Auftreten eines Netzfehlers, z.B. eines Kurzschlusses, oder zum gezielten Schalten, um den Lastfluss in dem Ringkabel aktiv zu beeinflussen.

[0026] Auch ist es eine Weiterbildung, dass die Schaltanlage mit einem Generator oder mit einem Verbraucher verbunden ist und dass der Generator oder Verbraucher mittels der Schaltanlage von der Energieleitung trennbar ist bzw. mit dieser verbindbar ist.

[0027] Ferner ist es eine Weiterbildung, dass die Sekundärseite des Transformators über einen Umschalter oder einen Mehrfachumschalter mit dem Generator oder dem Verbraucher verbindbar ist.

[0028] Hinsichtlich weiterer Details betreffend den Mehrfachumschalter sei auf das eingangs genannte Dokument WO 2010/072622 A1 verwiesen.

[0029] Im Rahmen einer zusätzlichen Weiterbildung ist ein weiterer Thyristorkreis vorgesehen, anhand dessen der Umschalter oder ein Mehrfachumschalter zumindest zeitweise überbrückbar ist.

[0030] Die eingangs genannte Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Schaltanlage mit einem Thyristorkreis, der parallel zu einem Trennschalter angeordnet ist, wobei der Thyristorkreis und der Trennschalter über eine Energieleitung mit der Primärseite eines Transformators verbunden sind, bei dem vor dem Schaltvorgang des Trennschalters der Thyristorkreis leitend geschaltet wird, bei dem der Trennschalter geöffnet wird, bei dem der Thyristorkreis isolierend geschaltet wird.

[0031] Insbesondere wird der Thyristorkreis eingeschaltet, um den Laststrom während des Umschaltens des Trennschalters zu übernehmen.

[0032] Eine Weiterbildung besteht darin, dass beim Öffnen des Trennschalters der Strom vollständig über den durchgeschalteten Thyristorkreis geführt wird.

[0033] Eine Ausgestaltung ist es, dass der Strom durch

den Trennschalter und/oder durch den Thyristorkreis gemessen wird.

[0034] Basierend auf dieser Messung kann der Trennschalter und/oder der Thyristorkreis entsprechend angesteuert werden.

[0035] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

[0036] Es zeigen:

Fig.2 eine schematische Ringschaltung, die zusätzlich zu der Darstellung von Fig.1 noch eine Ringkabelschaltanlage 106 aufweist, die gegenüber der Ringkabelschaltanlage 101 vorteilhaft ausgestaltet ist;

Fig.3 zeigt in Ergänzung zu Fig.2 einen detaillierteren Aufbau der Ringkabelschaltanlage 106;

Fig.4 zeigt in Ergänzung zu Fig.2 und Fig.3 einen Aufbau der Ringkabelschaltanlage mit einem zusätzlichen Trennschalter im Zweig des Thyristorkreises.

[0037] Fig.2 zeigt eine schematische Ringschaltung, die zusätzlich zu der Darstellung von Fig.1 noch eine Ringkabelschaltanlage 106 aufweist. Die Ringkabelschaltanlage 106 kann hierbei alternativ zu der Ringkabelschaltanlage 101 ausgeführt sein. Wie nachfolgend näher erläutert wird, weist die Ringkabelschaltanlage 106 einige Vorteile gegenüber der Ringkabelschaltanlage 101 auf.

[0038] So wird die Unterbrechung 104 (z.B. der Leistungsschalter) vereinfacht, was einen deutlich effizienteren Aufbau und Einsatz der Ringkabelschaltanlage 106 ermöglicht.

[0039] Fig.3 zeigt in Ergänzung zu Fig.2 einen detaillierteren Aufbau der Ringkabelschaltanlage 106.

[0040] So wird eine Schalteinheit 107 vorgeschlagen, die einen Trennschalter 109, der eine sichere Isolation ermöglicht, in Kombination mit einem Thyristorkreis 111 aufweist. Der Trennschalter ist vorzugsweise parallel zu dem Thyristorkreis 111 angeordnet. Die Schalteinheit 107 ermöglicht eine effektive Trennung der Sekundärseite von dem Ringkabel 102.

[0041] Der Trennschalter 109 kann als ein einfacher Schalter ausgeführt sein oder - wie in Fig.3 gezeigt - mit einer zusätzlicher Erdungsfunktion 112 ausgestattet sein. In der Kombination mit der Erdungsfunktion 112 bietet der Trennschalter 109 die Schaltzustände: Ein, aus und geerdet. Vorzugsweise ist der Trennschalter 109 als ein mechanischer Schalter ausgeführt.

[0042] Auf der Sekundärseite 108 des Transformators 113 ist ein Mehrfachumschalter 110 vorgesehen, der parallel zu einem Thyristorkreis 114 angeordnet ist.

[0043] Kurz vor dem Schaltvorgang des Trennschalters 109 bzw. kurz vor dem Schaltvorgang des Mehrfachumschalters 110 wird der Thyristorkreis 111 zumindest für die Dauer des Schaltvorganges des Trennschalters 109 gezündet und damit leitend. Nach Abschluss des Schaltvorganges des Trennschalters 109 wird der Thyristorkreis 111 wieder isolierend.

[0044] Durch die vorgeschlagene Schalteinheit 107 kann auf den Leistungs- bzw. Lasttrennschalter (vgl. Einrichtung 104 in Fig.1) verzichtet werden. Es kann auch ein entsprechender Thyristorkreis 111 funktionsgleich als Teil des Mehrfachumschalters der Sekundärseite 108 verwendet werden.

[0045] Fig.4 zeigt in Ergänzung zu Fig.2 und Fig.3 einen Aufbau der Ringkabelschaltanlage 106, wobei die Schalteinheit 107 in diesem Fall einen zusätzlichen Trennschalter 115 in dem Zweig des Thyristorkreises 111 aufweist.

[0046] Durch die vorgeschlagene Lösung werden die Komplexität und die Anzahl der benötigten Komponenten reduziert.

[0047] Die Erfindung kann beispielsweise auch bei der Anbindung von Photovoltaikanlagen an das Versorgungsnetz vorteilhaft verwendet werden. Weiterhin bietet die Erfindung einen Kostenvorteil bei den zu erwartenden hohen Anzahlen an Komponenten künftiger SMART-Grids.

[0048] Obwohl die Erfindung im Detail durch das mindestens eine gezeigte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht darauf eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Schaltanlage (106) mit einem Thyristorkreis (111), der parallel zu einem Trennschalter (109) angeordnet ist, mit einem Transformator (113), dessen Primärseite über die Parallelschaltung aus dem Thyristorkreis (111) und dem Trennschalter (109) mit einer Energieleitung (102) verbunden ist, wobei die Sekundärseite des Transformators (113) zum Anschluss eines Generators oder eines Verbrauchers vorgesehen ist.
2. Schaltanlage nach Anspruch 1, bei der der Thyristorkreis (111) selbstabschaltend ausgeführt ist.
3. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Thyristorkreis (111) mit einem weiteren Trennschalter (109) in Reihe geschaltet ist.
4. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, bei der der Thyristorkreis (111) zwei antiparallel geschaltete Thyristorelemente umfasst.

5. Schaltanlage nach Anspruch 4, bei der jedes Thyristorelement mindestens einen Thyristor oder mindestens eine Parallel- und/oder Serienschaltung von Thyristoren umfasst.
6. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Schaltanlage eine Ringkabelschaltanlage ist und bei der die Energieleitung eine Ringleitung eines Energieverteilnetzes ist.
7. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Trennschalter ein gasisolierter Trennschalter, ein Vakuumtrennschalter oder ein Luft-Trennschalter ist.
8. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Ansteuerung des Trennschalters und/oder des Thyristorkreises mittels einer Steuereinrichtung erfolgt.
9. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Schaltanlage mit einem Generator oder mit einem Verbraucher verbunden ist und wobei der Generator oder Verbraucher mittels der Schaltanlage von der Energieleitung trennbar ist bzw. mit dieser verbindbar ist.
10. Schaltanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Sekundärseite des Transformators über einen Umschalter oder einen Mehrfachumschalter mit dem Generator oder dem Verbraucher verbindbar ist.
11. Schaltanlage nach Anspruch 10, bei der ein weiterer Thyristorkreis vorgesehen ist, anhand dessen der Umschalter oder einen Mehrfachumschalter zumindest zeitweise überbrückbar ist.
12. Verfahren zum Betrieb einer Schaltanlage (106), mit einem Thyristorkreis (111), der parallel zu einem Trennschalter (109) angeordnet ist, wobei der Thyristorkreis (111) und der Trennschalter (109) über eine Energieleitung (102) mit der Primärseite eines Transformators (113) verbunden sind, bei dem vor dem Schaltvorgang des Trennschalters (109) der Thyristorkreis (111) leitend geschaltet wird, bei dem der Trennschalter (109) geöffnet wird, bei dem der Thyristorkreis (111) isolierend geschaltet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Thyristorkreis (111) eingeschaltet wird, um den Laststrom während des Umschaltens des Trennschalters zu übernehmen.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13,

bei dem der Strom durch den Trennschalter (109)
und/oder durch den Thyristorkreis (111) gemessen
wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG 1

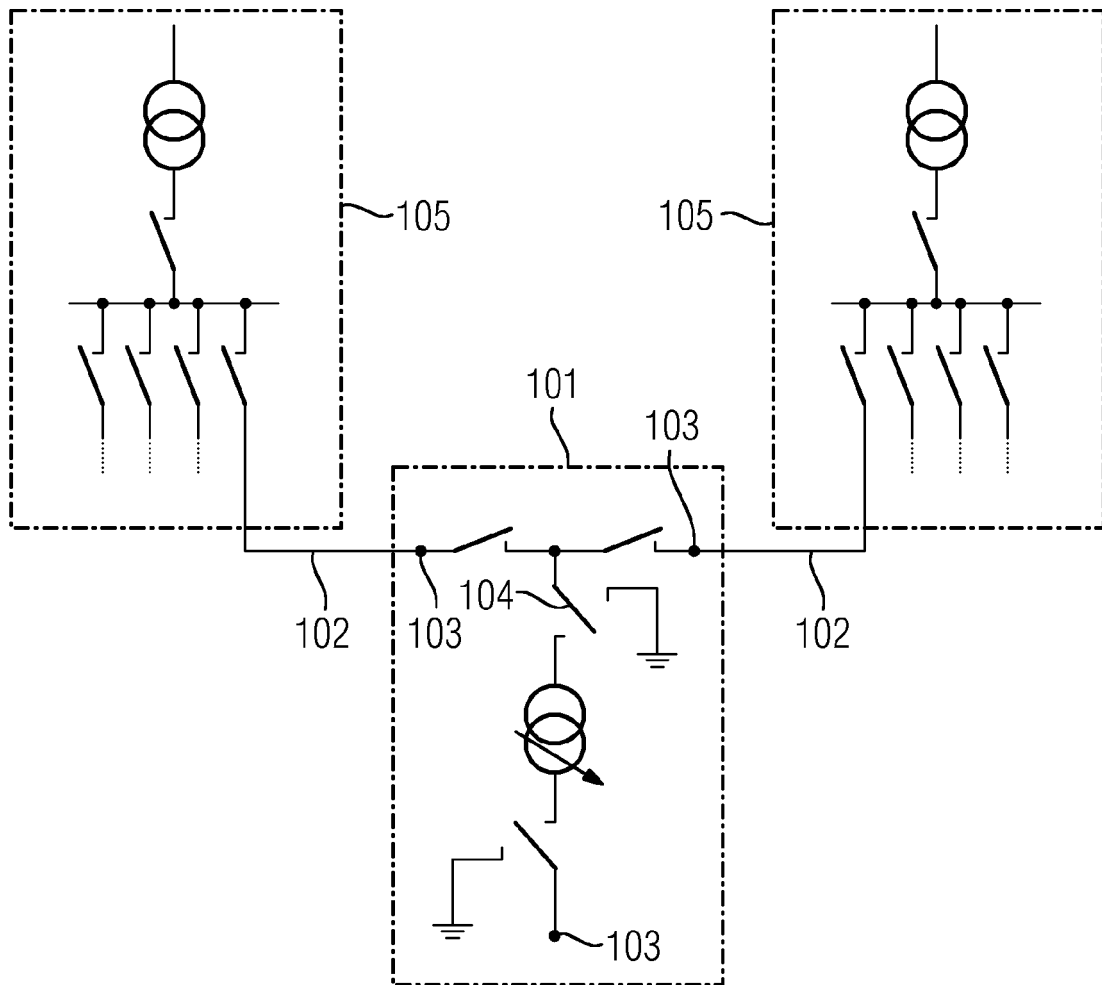


FIG 2

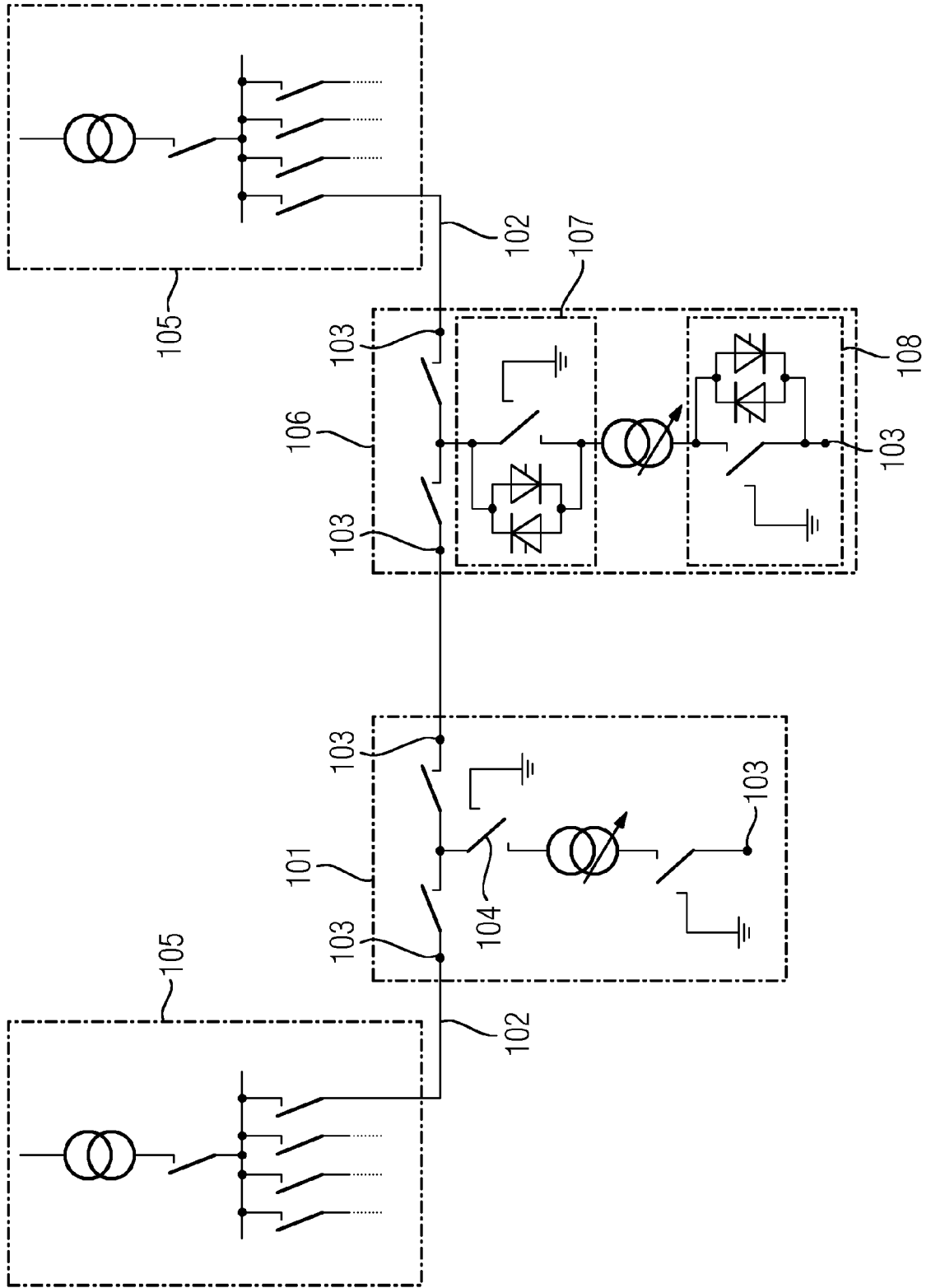


FIG 3

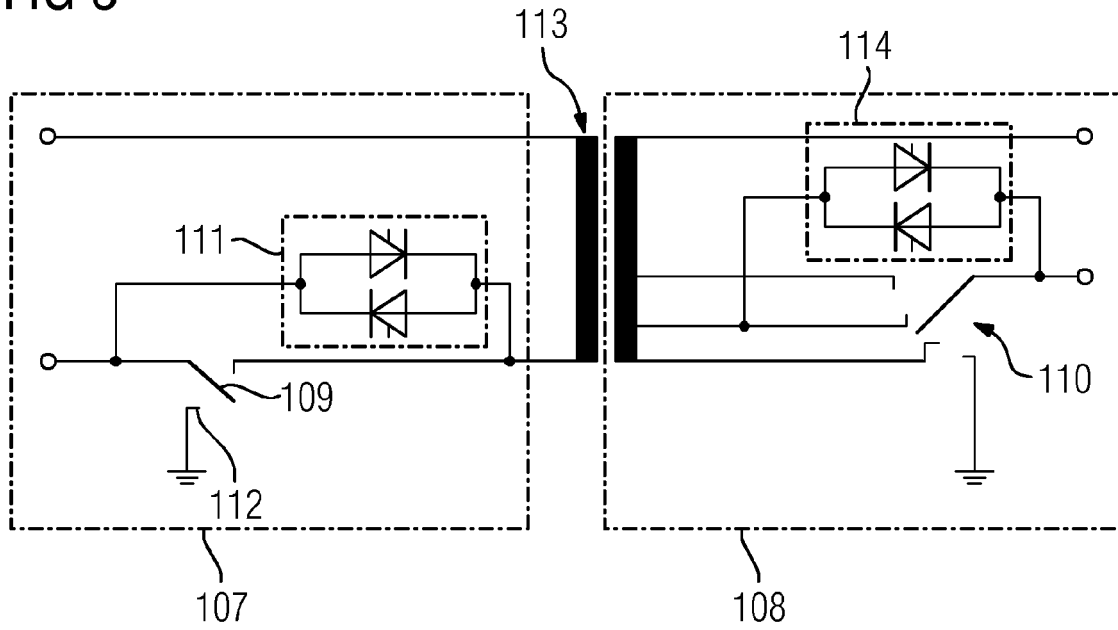
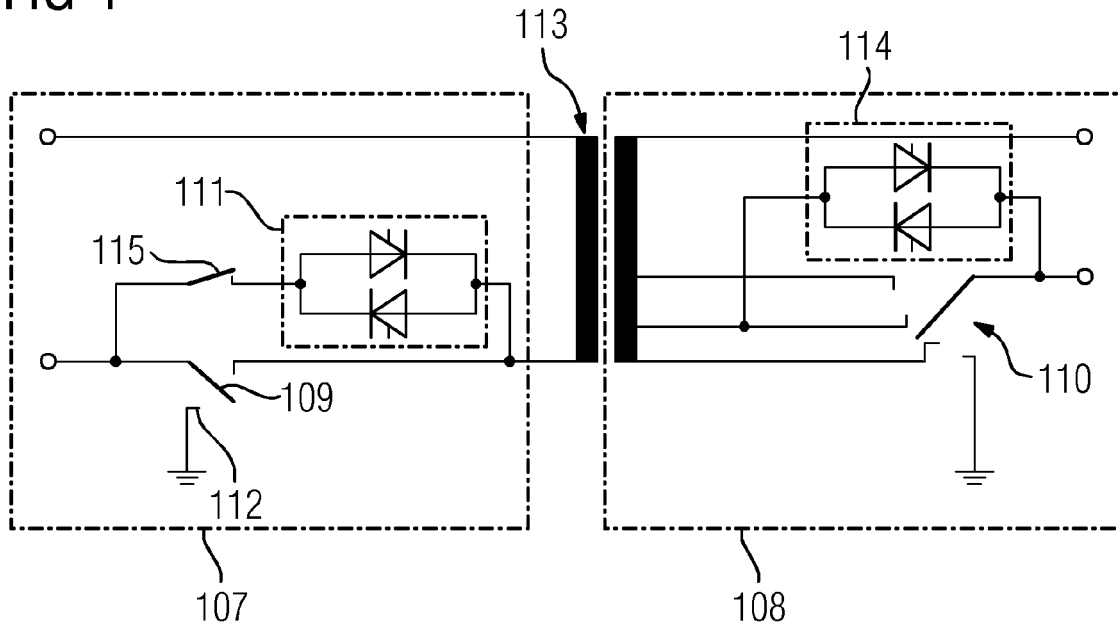


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 9977

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | JP 2000 354398 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 19. Dezember 2000 (2000-12-19) | 1,3-5, 7-9, 12-14 | INV. H01H9/54 H01H9/00 |
| Y | * das ganze Dokument * | 2,6,10, 11 | |
| Y,D | DE 10 2008 064485 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24. Juni 2010 (2010-06-24) * Absatz [0014] * | 2 | |
| Y | DE 10 2010 023112 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. Dezember 2011 (2011-12-08) * Absatz [0014] * | 6 | |
| Y | JP 59 059529 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 5. April 1984 (1984-04-05) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * | 10,11 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | H01H |
| 1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2012 | Prüfer Drabko, Jacek |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 16 9977

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-10-2012

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 2000354398 A | 19-12-2000 | KEINE | |
| ----- | | | |
| DE 102008064485 A1 | 24-06-2010 | DE 102008064485 A1 | 24-06-2010 |
| | | WO 2010072622 A1 | 01-07-2010 |
| ----- | | | |
| DE 102010023112 A1 | 08-12-2011 | DE 102010023112 A1 | 08-12-2011 |
| | | WO 2011154273 A2 | 15-12-2011 |
| ----- | | | |
| JP 59059529 A | 05-04-1984 | KEINE | |
| ----- | | | |

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2010072622 A1 [0007] [0028]