

(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
23. Juli 2015 (23.07.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/106979 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 3/36 (2006.01) H02H 7/10 (2006.01)
H02B 5/01 (2006.01) H02H 7/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/050034

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2015 (05.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 200 693.7
16. Januar 2014 (16.01.2014) DE

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

(72) Erfinder: ZHANG, Donghui; Oppelnerstr. 6, 91058 Erlangen (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

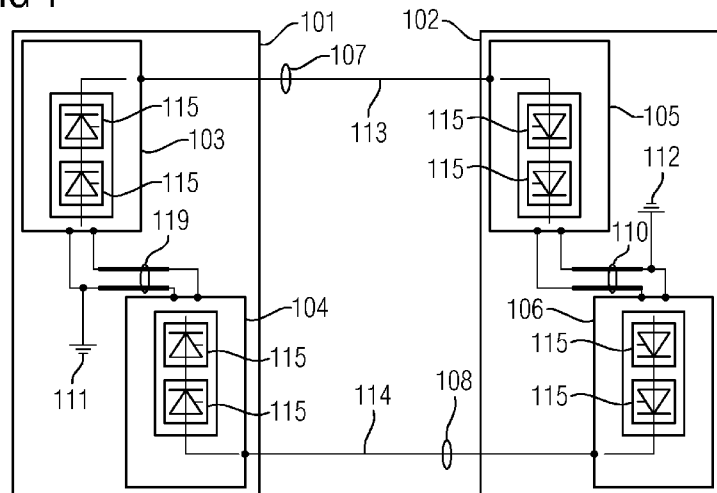
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: HIGH-VOLTAGE DC TRANSMISSION SYSTEM WITH GROUNDING SWITCH

(54) Bezeichnung : HOCHSPANNUNGSGLEICHSTROM-ÜBERTRAGUNGSSYSTEM MIT ERDUNGSSCHALTER

FIG 1



(57) Abstract: One pole (107) of a high-voltage DC transmission path terminates with an HVDC station (103, 104, 105, 106), thus providing two HVDC stations (103, 104, 105, 106) for the two poles (107, 108) of the high-voltage DC transmission path, said stations being connected to each other via low-voltage lines (109, 110), one of said low-voltage lines (109, 110) having an electrode (111, 112). The individual poles (107, 108) of the high-voltage DC transmission path can thus be flexibly placed at different locations, and the poles (107, 108) are then connected to each other via the low-voltage lines (109, 110). The aforementioned architecture is advantageous in particular for long HVDC lines and prevents the entire output of such a long HVDC line from only arriving at a single location.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/106979 A1



Hochspannungsgleichstrom-Übertragung Es wird vorgeschlagen, einen Pol (107) einer Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke mit einer HGÜ- Station (103, 104, 105, 106) zu terminieren und somit für die beiden Pole (107, 108) der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke zwei HGÜ-Stationen (103, 104, 105, 106) vorzusehen, die über Niederspannungsleitungen (109, 110) miteinander verbunden sind, wobei eine der Niederspannungsleitungen (109, 110) eine Elektrode (111, 112) aufweist. Somit können die einzelnen Pole (107, 108) der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke flexibel an unterschiedlichen Orten platziert werden, die Pole (107, 108) werden dann über die Niederspannungsleitungen (109, 110) miteinander verbunden. Diese Architektur ist insbesondere für lange HGÜ- Leitungen von Vorteil und vermeidet, dass die gesamte Leistung einer solchen langen HGÜ-Leitung nur an einem einzigen Ort ankommt.

Beschreibung

HOCHSPANNUNGSGLEICHSTROM-ÜBERTRAGUNGSSYSTEM MIT ERDUNGSSCHALTER

5 Die Erfindung betrifft eine Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke (HGÜ-Strecke) und ein Verfahren zum Betrieb einer HGÜ-Strecke.

Grundlagen betreffend die Hochspannungsgleichstromübertragung
10 (HGÜ), insbesondere HGÜ-Konfigurationen, sind z.B. der Informationsbroschüre "High Voltage Direct Current Transmission - Proven Technology for Power Exchange" der Siemens AG, im Internet zu finden unter
http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-transmission/HVDC/HVDC_Proven_Technology.pdf,
15 dargestellt. Hierin sind auch die Funktionen unterschiedlicher Schalter, z.B. vom Typ HSNBS, HSGS und MRTB beschrieben.

Zur Übertragung elektrischer Energie über mehr als 1500 km
20 von Kraftwerken in große urbane Bereiche wird beispielsweise eine Hochspannungsgleichstromübertragung im Ultrahochvoltbereich (UHVDC) eingesetzt.

Sofern hierfür die übliche Gleichstromkonfigurationen mit
25 zwei Anschlüssen verwendet wird, ist es erforderlich, dass das Wechselstromnetz (auch bezeichnet als AC-System), das über HGÜ-Leitungen angebunden wird, entsprechend ausgelegt wird, um Störungen des HGÜ-Systems entsprechend aushalten zu können.

30 Gegenwärtig gibt es zwei unterschiedliche HGÜ-Systeme mit mehreren Anschlüssen:
Gemäß einer parallelen Konfiguration werden Umrichter eines Pols für alle Anschlüsse zwischen 0V und der vollen Gleichspannung parallel geschaltet. Gemäß einer seriellen Konfiguration
35 werden alle Konverter zwischen 0V und der vollen Gleichspannung in Reihe geschaltet.

Hierbei ist es von Nachteil, dass diese Konfiguration für bestimmte Einsatzgebiete aufwändig, unflexibel und teuer ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und insbesondere eine kosteneffiziente und flexible Alternative bereitzustellen.

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

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke ("HGÜ-Strecke") vorgeschlagen

- 15 - mit einer ersten HGÜ-Station, die mit einem ersten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,
- mit einer zweiten HGÜ-Station, die mit einem zweiten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,
- 20 - wobei die erste HGÜ-Station mit der zweiten HGÜ-Station über zwei Leitungen verbunden ist,
- wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode verbunden ist.

25 Die HGÜ-Station weist insbesondere mindestens ein Wechselstromsystem (auch bezeichnet als "AC-System") auf. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Anbindung eines Wechselstromsystems über einen Gleichrichter und/oder Umrichter.

30 Bei der Elektrode handelt es sich um eine Erdung.

Durch den vorliegenden Ansatz ist es möglich, die beiden HGÜ-Stationen, die mit den beiden Polen (HGÜ-Leitungen) der HGÜ-Strecke verbunden sind, separat voneinander zu platzieren, wobei die Verbindung zwischen den beiden HGÜ-Stationen durch Niederspannungsleitungen realisiert sein kann. Durch eine geeignete Beschaltung bzw. Nutzung der beiden Leitungen ist es

möglich, z.B. im Fehlerfall, eine Ableitung des Stroms über die Erde oder über beide HGÜ-Leitungen zu erreichen.

Hierbei ist es von Vorteil, dass der Einfluss der HGÜ-Strecke
5 auf das Wechselstromnetz verringert werden kann, indem die Leistung an den beiden Polen der HGÜ-Strecke flexibel auf mehrere HGÜ-Stationen aufgeteilt werden kann, die an unterschiedlichen Orten aufgestellt sein können.

10 Es wird eine HGÜ-Konfiguration mit vier Anschlüssen vorgeschlagen, die eine ökonomische und effiziente Leistungsübertragung ermöglicht.

Hierbei sei angemerkt, dass die HGÜ-Station eine oder mehrere
15 Komponenten aufweisen kann. Auch die Teile der HGÜ-Station können jeweils in einer oder in mehreren Komponenten realisiert sein. Das gilt z.B. auch für die nachfolgend erläuterten Schalter: So kann beispielsweise ein Schalter eine oder mehrere Schaltfunktionen wahrnehmen. Umgekehrt können mehrere
20 Schalter auch in Form eines einzelnen physikalischen Schalters realisiert sein.

Die Ausführungen betreffend die Vorrichtung gelten für das Verfahren entsprechend.

25 Eine Weiterbildung ist es, dass jede der zwei Leitungen zur Verbindung der ersten mit der zweiten HGÜ-Station eine Niederspannungsleitung, insbesondere eine Niederspannungsgleichstrom-Übertragungsleitung ist.

30 Eine andere Weiterbildung ist es, dass der erste Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke einer ersten HGÜ-Leitung und der zweite Pol einer zweiten HGÜ-Leitung entspricht, wobei die erste HGÜ-Leitung und die zweite HGÜ-
35 Leitung gleich lang, in etwa gleich lang oder unterschiedlich lang sind.

Insbesondere ist es eine Weiterbildung, dass die erste HGÜ-Leitung und/oder die zweite HGÜ-Leitung um einen Faktor 2 bis 20 länger ist/sind als mindestens eine der HGÜ-Leitungen.

- 5 Auch ist es eine Weiterbildung, dass die erste HGÜ-Station und die zweite HGÜ-Station getrennt voneinander angeordnet sind.

10 Insbesondere können die erste HGÜ-Station und die zweite HGÜ-Station in mehreren Kilometern Entfernung voneinander angeordnet sein. Beispielsweise können (einige) zehn oder (einige) hundert Kilometer Entfernung zwischen den beiden HGÜ-Stationen liegen.

- 15 Ferner ist es eine Weiterbildung, dass die erste HGÜ-Station und die zweite HGÜ-Station jeweils aufweist
- mindestens ein Wechselstromsystem,
 - einen ersten Schalter, anhand dessen das mindestens eine Wechselstromsystem überbrückbar ist,
 - 20 - einen zweiten Schalter, anhand dessen die Verbindung zu der Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, schaltbar ist,
 - einen dritten Schalter, anhand dessen die Verbindung zu der anderen Leitung, die nicht mit der Elektrode
 - 25 verbunden ist, schaltbar ist.

Insbesondere weist jede der HGÜ-Stationen eine Einheit zur Ansteuerung ihrer Schalter auf. Diese Einheit kann die Schalter der HGÜ-Station in Abhängigkeit von Zuständen und/oder

30 Messungen ansteuern und somit unterschiedliche Strompfade in der HGÜ-Station aktivieren.

Eine nächste Weiterbildung besteht darin, dass der zweite Schalter und/oder der dritte Schalter Hochleistungsschalter

35 sind.

Anhand des Hochleistungsschalters kann beispielsweise schnell und/oder unter Last geschaltet werden.

Eine Ausgestaltung ist es, dass die erste HGÜ-Station und die zweite HGÜ-Station einen Schalter aufweist, der eine Verbindung zur Erde herstellt.

5

Dies kann mittels eines schnell schaltenden Erdungsschalters (HSGS: "High Speed Ground Switch") erreicht werden, der die HGÜ-Station mit Erde verbinden kann, falls der Pfad zu dem Erdpotential isoliert wurde.

10

Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb mindestens einer Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke,

15

- mit einer ersten HGÜ-Station, die mit einem ersten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,

- mit einer zweiten HGÜ-Station, die mit einem zweiten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,

20

- wobei die erste HGÜ-Station mit der zweiten HGÜ-Station über zwei Leitungen verbunden ist,

- wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode verbunden ist,

umfassend den Schritt:

25

- Ansteuern von Schaltern der ersten HGÜ-Station und der zweiten HGÜ-Station, so dass der erste Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke über mindestens ein Wechselstromsystem der ersten HGÜ-Station, über die Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, und über mindestens einem Wechselstromsystem der zweiten HGÜ-Station mit dem zweiten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden wird.

30

35

Eine Ausführungsform besteht darin, dass das Verfahren den Schritt aufweist:

- Ansteuern von den Schaltern der ersten HGÜ-Station, so dass die Verbindung zu der Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird.

- 5 Eine nächste Ausgestaltung ist es, dass die Verbindung zu der Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird, falls ein Fehler in dem mindestens einen Wechselstromsystem der ersten HGÜ-Station detektiert wird.
- 10 Auch ist es eine Ausgestaltung, dass die Schalter der ersten HGÜ-Station so angesteuert werden, dass der erste Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke mit der Leitung verbunden wird, die nicht mit der Elektrode verbunden ist, so dass das mindestens eine Wechselstromsystem der ersten HGÜ-
- 15 Station überbrückt wird.

Eine Weiterbildung besteht darin, dass das Verfahren den folgenden Schritt umfasst:

- Ansteuern von den Schaltern der zweiten HGÜ-Station, so dass
 - das mindestens eine Wechselstromsystem der zweiten HGÜ-Station mit der Leitung verbunden wird, die nicht mit der Elektrode verbunden ist,
 - die Verbindung zu der Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird.
- 20
- 25

Die Schritte des Verfahrens können z.B. von einer Verarbeitungseinheit ausgeführt werden, die getrennt zu der jeweiligen HGÜ-Station oder zusammen mit dieser ausgeführt sein

30 kann. Beispielsweise kann eine Verarbeitungseinheit vorgesehen sein, die eine oder mehrere HGÜ-Stationen ansteuert. Auch ist es möglich, dass mehrere Verarbeitungseinheiten pro HGÜ-Station vorgesehen sind. Die Verarbeitungseinheit kann als eine Prozessoreinheit und/oder eine zumindest teilweise fest-

35 verdrahtete oder logische Schaltungsanordnung ausgeführt sein, die beispielsweise derart eingerichtet ist, dass das Verfahren wie hierin beschrieben durchführbar ist. Besagte Verarbeitungseinheit kann jede Art von Prozessor oder Rechner

oder Computer mit entsprechend notwendiger Peripherie (Speicher, Input/Output-Schnittstellen, Ein-Ausgabe-Geräte, etc.) sein oder umfassen.

5 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
10 näher erläutert werden. Dabei können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

Es zeigen:

15

Fig.1 eine beispielhafte bipolare HGÜ-Konfiguration mit vier HGÜ-Stationen;

20

Fig.2 eine beispielhafte Ansicht des senderseitigen HGÜ-Systems aus Fig.1;

Fig.3 eine beispielhafte Ansicht des empfangsseitigen HGÜ-Systems aus Fig.1.

25

Fig.1 zeigt schematisch eine beispielhafte bipolare HGÜ-Konfiguration (auch bezeichnet als Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke oder HGÜ-Strecke) mit vier HGÜ-Stationen 103 bis 106. In einem bipolaren HGÜ-System sind einem Pol 107 die HGÜ-Stationen 103 und 105 und einem Pol 108 die HGÜ-Stationen 104 und 106 zugeordnet. Die HGÜ-Stationen 103 und 104 sind Teil eines HGÜ-Systems 101 (hier beispielhaft auch als Sender bezeichnet) und die HGÜ-Stationen 105 und 106 sind Teil eines HGÜ-Systems 102 (hier beispielhaft auch als Empfänger bezeichnet).

35

Die HGÜ-Stationen 103 bis 106 weisen jeweils mindestens einen Konverter (Umrichter) zum Anschluss eines Wechselstromnetzes auf. Beispielsweise können sogenannte modulare Multilevel-

Umrichter (MMC: "Modular Multilevel Converter") eingesetzt werden, deren Grundbaustein meist eine sogenannte Halbbrücke aus IGBT und Dioden ist. Dieser Grundbaustein wird auch als Submodul (auch: Konvertermodul) bezeichnet. Es ist bekannt, 5 eine Vielzahl solcher Submodule in Reihe zu schalten, um eine Hochspannungsfestigkeit zu erreichen. Der Konverter kann einen Gleichrichter und einen Umrichter aufweisen und in der HGÜ-Station angeordnet sein. Entsprechend ist mit dem Bezugszeichen 115 ein Wechselstromsystem (AC-System) bzw. eine Anbindung an ein Wechselstromnetz gekennzeichnet. Beispielfhaft 10 sind in den Figuren zwei AC-Systeme 115 pro HGÜ-Station in Reihe geschaltet. Dies entspricht nur einer symbolischen Betrachtung, es können auch z.B. nur ein AC-System oder eine beliebige Vielzahl von AC-Systemen pro HGÜ-Station vorgesehen 15 sein. Insbesondere können unterschiedliche Anzahlen von AC-Systemen pro HGÜ-Station vorgesehen sein.

Die HGÜ-Station 103 ist mit der HGÜ-Station 105 über eine HGÜ-Leitung 113 verbunden und die HGÜ-Station 104 ist mit der 20 HGÜ-Station 106 über eine HGÜ-Leitung 114 verbunden. Die HGÜ-Leitungen 113 und 114 können gleich lang, in etwa gleich lang oder unterschiedlich lang sein. Beispielsweise können die HGÜ-Leitung 113 und die HGÜ-Leitung 114 jeweils eine Länge von 1500 km bis 2500 km aufweisen. Auch kann beispielsweise 25 die HGÜ-Leitung 113 eine Länge von 1500 km bis 2500 km und die HGÜ-Leitung 114 eine Länge von 1000 km bis 2000 km aufweisen.

Im Vergleich zu einem herkömmlichen bipolaren Gleichstromsystem können im vorliegenden Fall die Pole 107, 108 mit HGÜ-Stationen eines HGÜ-Systems verbunden sein, die örtlich getrennt voneinander angeordnet sind. Die HGÜ-Station 103 ist mit der HGÜ-Station 104 über zwei Leitungen 109 verbunden, wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode 111 verbunden 30 ist (geerdet ist). Die HGÜ-Station 105 ist mit der HGÜ-Station 106 über zwei Leitungen 110 verbunden, wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode 112 verbunden ist (geerdet ist).

Bei den mit den Bezugszeichen 109, 110 gekennzeichneten Leitungen handelt es sich insbesondere jeweils um eine Niederspannungsgleichstrom-Übertragungsleitung. Jede der Leitungen kann beispielsweise eine Länge von hundert oder mehreren hundert Kilometern (z.B. 200 km bis 300 km) haben. Die Entfernungen können basierend auf der Struktur der AC-Systeme gewählt werden.

10 Fig.2 zeigt eine beispielhafte Ansicht des HGÜ-Systems 101 umfassend die HGÜ-Station 103 und die HGÜ-Station 104.

Die HGÜ-Station 103 ist über einen Anschluss 220 mit der HGÜ-Leitung 113 verbunden. Der Anschluss 220 ist über einen
15 Schalter 201 mit einem Knoten 202 verbunden. Der Knoten 202 ist über eine Reihenschaltung umfassend einen Schalter 203 und zwei AC-Systeme 115 mit einem Knoten 205 verbunden. Der Knoten 205 ist über einen Schalter 207 mit einem Knoten 206 und der Knoten 206 ist über einen Schalter 204 mit dem Knoten
20 202 verbunden. Der Knoten 205 ist über einen Schalter 219 geerdet. Der Knoten 206 ist über eine Leitung 209 mit einem Knoten 211 der HGÜ-Station 104 verbunden. Der Knoten 205 ist über einen Schalter 208 mit einer Leitung 210 verbunden, das andere Ende der Leitung 210 ist über einen Schalter 214 mit
25 einem Knoten 213 verbunden. Der Schalter 214 und der Knoten 213 sind Teil der HGÜ-Station 104.

Somit verbinden die Leitungen 209 und 210 die HGÜ-Station 103 mit der HGÜ-Station 104. Die beiden Leitungen 209 und 210
30 sind auch mit einem Bezugszeichen 109 versehen. Bei den Leitungen 209 und 210 handelt es sich insbesondere jeweils um eine Niederspannungsgleichstrom-Übertragungsleitung, die z.B. 200 km bis 300 km lang sein kann. Damit können die HGÜ-Stationen 103 und 104 mehrere hundert Kilometer voneinander
35 getrennt aufgestellt werden. Jede der HGÜ-Stationen 103 und 104 ist insoweit mit einem Pol des HGÜ-Systems umfassend die HGÜ-Leitungen 113 und 114 verbunden. Weiterhin ist die Leitung 210 mit der Elektrode 111 verbunden (geerdet).

In der HGÜ-Station 104 ist weiter der Knoten 211 über einen Schalter 217 mit einem Knoten 222 verbunden. Der Knoten 211 ist über einen Schalter 212 mit dem Knoten 213 verbunden. Der Knoten 213 ist über einen Schalter 215 geerdet. Der Knoten 213 ist über eine Reihenschaltung umfassend zwei AC-Systeme 115 und einen Schalter 216 mit dem Knoten 222 verbunden. Der Knoten 222 ist über einen Schalter 218 mit einem Anschluss 221 verbunden, über den die HGÜ-Station 104 mit der HGÜ-Leitung 114 verbunden ist.

Bei den Schaltern 208 und 214 handelt es sich beispielsweise um Schalter vom Typ MRTB ("Metallic Return Transfer Breaker"), bei den Schaltern 207 und 212 handelt es sich beispielsweise um Schalter vom Typ MRS ("Metallic Return Switch"), und bei den Schaltern 219 und 215 handelt es sich beispielsweise um Schalter vom Typ HSGS ("High Speed Ground Switch").

Fig.3 zeigt eine beispielhafte Ansicht des HGÜ-Systems 102 umfassend die HGÜ-Station 105 und die HGÜ-Station 106.

Die HGÜ-Station 105 ist über einen Anschluss 301 mit der HGÜ-Leitung 113 verbunden. Der Anschluss 301 ist über einen Schalter 302 mit einem Knoten 303 verbunden. Der Knoten 303 ist über eine Reihenschaltung umfassend einen Schalter 304, zwei AC-Systeme 115 und einen Schalter 305 mit einem Knoten 306 verbunden. Der Knoten 306 ist über einen Schalter 307 mit einer Leitung 313 verbunden, deren anderes Ende über einen Schalter 316 mit einem Knoten 318 verbunden ist. Der Schalter 316 und der Knoten 318 sind Teil der HGÜ-Station 106. Der Knoten 306 ist über einen Schalter 308 geerdet. Der Knoten 303 ist über einen Schalter 312 mit einem Knoten 311 verbunden. Der Knoten 306 ist über einen Schalter 310 mit dem Knoten 311 verbunden. Der Knoten 311 ist mit einer Leitung 314 verbunden, deren anderes Ende mit einem Knoten 315 der HGÜ-Station 106 verbunden ist.

Somit verbinden die Leitungen 313 und 314 die HGÜ-Station 105 mit der HGÜ-Station 106. Die beiden Leitungen 313 und 314 sind auch mit einem Bezugszeichen 110 versehen. Bei den Leitungen 313 und 314 handelt es sich insbesondere jeweils um
5 eine Niederspannungsgleichstrom-Übertragungsleitung, die z.B. 200 km bis 300 km lang sein kann. Damit können die HGÜ-Stationen 313 und 314 mehrere hundert Kilometer voneinander getrennt aufgestellt werden. Jede der HGÜ-Stationen 105 und 106 ist insoweit mit einem Pol des HGÜ-Systems umfassend die
10 HGÜ-Leitungen 113 und 114 verbunden. Weiterhin ist die Leitung 313 mit der Elektrode 112 verbunden (geerdet).

In der HGÜ-Station 106 ist weiter der Knoten 318 über eine Reihenschaltung umfassend einen Schalter 319, zwei AC-Systeme
15 115 und einen Schalter 326 mit einem Knoten 325 verbunden. Der Knoten 315 ist über einen Schalter 317 mit dem Knoten 318 verbunden. Der Knoten 318 ist über einen Schalter 321 geerdet. Der Knoten 315 ist über einen Schalter 322 mit dem Knoten 325 verbunden. Der Knoten 325 ist über einen Schalter 324
20 mit einem Anschluss 323 verbunden, über den die HGÜ-Station 106 mit der HGÜ-Leitung 114 verbunden ist.

Bei den Schaltern 305 und 319 handelt es sich beispielsweise um Schalter vom Typ HSNBS ("High Speed Neutral Bus Switch"),
25 bei den Schaltern 308 und 321 handelt es sich beispielsweise um Schalter vom Typ HSGS ("High Speed Ground Switch").

Anhand der vorgestellten Lösung ist es möglich, neben dem bipolaren Betriebsmodus unter Verwendung der beiden Pole des
30 HGÜ-Systems auch (z.B. im Fehlerfall mindestens eines AC-Systems) einen monopolaren Betriebsmodus zu gewährleisten. Beispiele für monopolare Betriebsmodi sind:

- GR-Modus: die Ableitung über die Elektrode (Erdpotential), dies wird auch als "Ground Return Operation"
35 bezeichnet, und
- MR-Modus: die Ableitung über die HGÜ-Leitung anstatt über die Elektrode, dies wird auch als "Metallic Return Operation" bezeichnet.

Eine Umschaltung zwischen dem GR-Modus und dem MR-Modus wird vorzugsweise gewährleistet, indem z.B. im Hinblick auf Fig.2 die Schalter 207 und 212 vom Typ MRS und die Schalter 208 und 214 vom Typ MRTB sind.

Nachfolgend werden die Betriebsmodi beispielhaft im Hinblick auf Fig.2 beschrieben:

10 (1) bipolarer Betriebsmodus:

In der HGÜ-Station 103 sind die Schalter 201, 203 und 208 geschlossen, die Schalter 204, 207 und 219 sind geöffnet. In der HGÜ-Station 104 sind die Schalter 214, 216 und 218 geschlossen, die Schalter 212, 215 und 217 sind geöffnet.

Somit fließt der Strom über die Verbindung: HGÜ-Leitung 114, Knoten 222, AC-Systeme 115 der HGÜ-Station 104, Knoten 213, Schalter 214, Leitung 210, Schalter 208, AC-Systeme 115 der HGÜ-Station 103, Schalter 203, Schalter 201, HGÜ-Leitung 113.

Optional kann ein Teil des Stroms über die Elektrode 111 zu- oder abfließen.

(2) GR-Modus ("Ground Return Operation"):

Es wird ein Fehler in den AC-Systemen 115 der HGÜ-Station 103 angenommen. In diesem Fall fließt kein Strom durch den Pfad mit den AC-Systemen, optional kann der Schalter 203 geöffnet werden/sein.

Der Schalter 208 wird geöffnet, die unter (1) beschriebene Verbindung ist unterbrochen und der Strom fließt über die Elektrode 111 ab.

(3) MR-Modus ("Metallic Return Operation"):

Es wird wieder ein Fehler in den AC-Systemen 115 der
HGÜ-Station 103 angenommen. In diesem Fall fließt kein
5 Strom durch den Pfad mit den AC-Systemen, optional kann
der Schalter 203 geöffnet werden/sein.

Der Schalter 214 wird geöffnet und die Schalter 212 und
204 werden geschlossen. Damit sind die AC-Systeme 115
10 der HGÜ-Station 104 über den Schalter 212, die Leitung
209 sowie den Schalter 204 mit der HGÜ-Leitung 113 ver-
bunden. Somit werden beide HGÜ-Leitungen 113, 114 an-
statt nur einer HGÜ-Leitung 113 im GR-Modus verwendet.

15 Hierbei ist es von Vorteil, dass keine kostspieligen Überbrü-
ckungsschalter bzw. keine schnellen Hochvoltschalter wie in
herkömmlichen Konfigurationen benötigt werden.

Es wird somit vorgeschlagen, einen Pol einer Hochspannungs-
20 gleichstrom-Übertragungsstrecke mit einer HGÜ-Station zu ter-
minieren und somit für die beiden Pole der Hochspannungs-
gleichstrom-Übertragungsstrecke zwei HGÜ-Stationen vorzuse-
hen, die über Niederspannungsleitungen miteinander verbunden
sind, wobei eine der Niederspannungsleitungen eine Elektrode
25 aufweist. Somit können die einzelnen Pole der Hochspannungs-
gleichstrom-Übertragungsstrecke flexibel an unterschiedlichen
Orten platziert werden, die Pole werden dann über die Nieder-
spannungsleitungen miteinander verbunden. Diese Architektur
ist insbesondere für lange HGÜ-Leitungen von Vorteil und ver-
30 meidet, dass die gesamte Leistung einer solchen langen HGÜ-
Leitung nur an einem einzigen Ort ankommt.

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

Bezugszeichenliste

	101	HGÜ-System
	102	HGÜ-System
5	103	HGÜ-Station
	104	HGÜ-Station
	105	HGÜ-Station
	106	HGÜ-Station
	107	Pol
10	108	Pol
	109	zwei Leitungen (Niederspannungsgleichstromübertra- gungsleitungen)
	110	zwei Leitungen (Niederspannungsgleichstromübertra- gungsleitungen)
15	111	Elektrode
	112	Elektrode
	113	HGÜ-Leitung
	114	HGÜ-Leitung
	115	AC-System
20		
	201	Schalter
	202	Knoten
	203	Schalter
	204	Schalter
25	205	Knoten
	206	Knoten
	207	Schalter
	208	Schalter
	209	Leitung
30	210	Leitung
	211	Knoten
	212	Schalter
	213	Knoten
	214	Schalter
35	215	Schalter
	216	Schalter
	217	Schalter
	218	Schalter

	219	Schalter
	220	Anschluss
	221	Anschluss
	222	Knoten
5		
	301	Anschluss
	302	Schalter
	303	Knoten
	304	Schalter
10	305	Schalter
	306	Knoten
	307	Schalter
	308	Schalter
	310	Schalter
15	311	Knoten
	312	Schalter
	313	Leitung
	314	Leitung
	315	Knoten
20	316	Schalter
	317	Schalter
	318	Knoten
	319	Schalter
	321	Schalter
25	322	Schalter
	323	Anschluss
	324	Schalter
	325	Knoten
	326	Schalter
30		

Patentansprüche

1. Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke
 - mit einer ersten HGÜ-Station (103), die mit einem
5 ersten Pol (107) der Hochspannungsgleichstrom-
Übertragungsstrecke verbunden ist,
 - mit einer zweiten HGÜ-Station (104), die mit einem
zweiten Pol (108) der Hochspannungsgleichstrom-
Übertragungsstrecke verbunden ist,
 - 10 – wobei die erste HGÜ-Station (103) mit der zweiten
HGÜ-Station (104) über zwei Leitungen (109; 209, 210)
verbunden ist,
 - wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode (111)
verbunden ist.
- 15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der jede der zwei Lei-
tungen zur Verbindung der ersten mit der zweiten HGÜ-
Station eine Niederspannungsleitung ist.
- 20 3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
der der erste Pol der Hochspannungsgleichstrom-
Übertragungsstrecke einer ersten HGÜ-Leitung und der
zweite Pol einer zweiten HGÜ-Leitung entspricht, wobei
die erste HGÜ-Leitung und die zweite HGÜ-Leitung gleich
25 lang, in etwa gleich lang oder unterschiedlich lang
sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die erste HGÜ-
Leitung und/oder die zweite HGÜ-Leitung um einen Faktor
30 2 bis 20 länger ist/sind als mindestens eine der HGÜ-
Leitungen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wo-
bei die erste HGÜ-Station und die zweite HGÜ-Station ge-
35 trennt voneinander angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste HGÜ-Station (103) und die zweite HGÜ-Station (104) jeweils aufweist
- mindestens ein Wechselstromsystem (115),
 - 5 – einen ersten Schalter (204, 217), anhand dessen das mindestens eine Wechselstromsystem überbrückbar ist,
 - einen zweiten Schalter (208, 213), anhand dessen die Verbindung zu der Leitung (210), die mit der Elektrode (111) verbunden ist, schaltbar ist,
 - 10 – einen dritten Schalter (207, 212), anhand dessen die Verbindung zu der anderen Leitung (209), die nicht mit der Elektrode (111) verbunden ist, schaltbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der zweite Schalter und/oder der dritte Schalter Hochleistungsschalter sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste HGÜ-Station (103) und die zweite HGÜ-Station (104) einen Schalter (219, 215) aufweist, der eine Verbindung zur Erde herstellt.
9. Verfahren zum Betrieb mindestens einer Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke,
- 25 – mit einer ersten HGÜ-Station (103), die mit einem ersten Pol (107) der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,
 - mit einer zweiten HGÜ-Station (104), die mit einem zweiten Pol (108) der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden ist,
 - 30 – wobei die erste HGÜ-Station (103) mit der zweiten HGÜ-Station (104) über zwei Leitungen (109; 209, 210) verbunden ist,
 - wobei eine der Leitungen mit einer Elektrode (111) verbunden ist,
 - 35
- umfassend den Schritt:
- Ansteuern von Schaltern der ersten HGÜ-Station und der zweiten HGÜ-Station, so dass der erste Pol der

Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke über mindestens ein Wechselstromsystem der ersten HGÜ-Station, über die Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, und über mindestens einem Wechselstromsystem der zweiten HGÜ-Station mit dem zweiten Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke verbunden wird.

- 5
10. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend den Schritt:
- 10
- Ansteuern von den Schaltern der ersten HGÜ-Station, so dass die Verbindung zu der Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Verbindung zu der
- 15
- Leitung, die mit der Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird, falls ein Fehler in dem mindestens einen Wechselstromsystem der ersten HGÜ-Station detektiert wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei die
- 20
- Schalter der ersten HGÜ-Station so angesteuert werden, dass der erste Pol der Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsstrecke mit der Leitung verbunden wird, die nicht mit der Elektrode verbunden ist, so dass das
- 25
- mindestens eine Wechselstromsystem der ersten HGÜ-Station überbrückt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, umfassend den Schritt:
- 30
- Ansteuern von den Schaltern der zweiten HGÜ-Station, so
 - dass das mindestens eine Wechselstromsystem der zweiten HGÜ-Station mit der Leitung verbunden wird, die nicht mit der Elektrode verbunden ist,
 - dass die Verbindung zu der Leitung, die mit der
- 35
- Elektrode verbunden ist, unterbrochen wird.

FIG 1

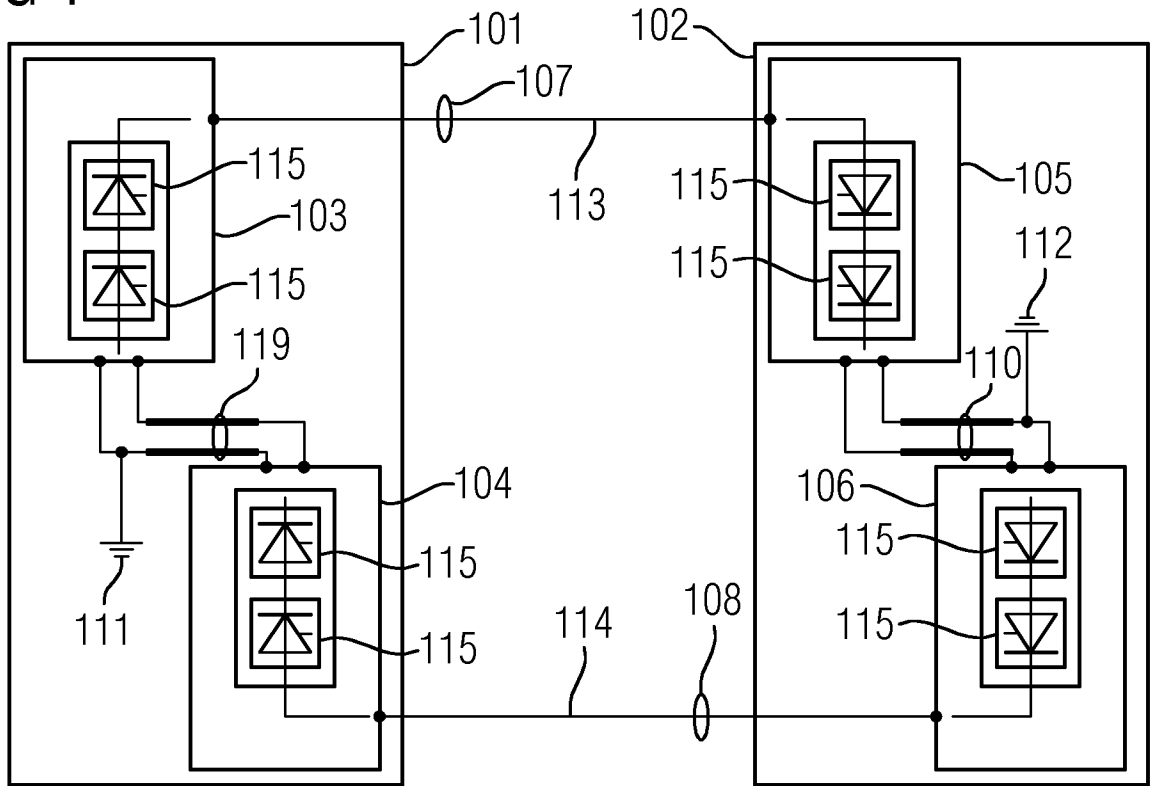


FIG 2

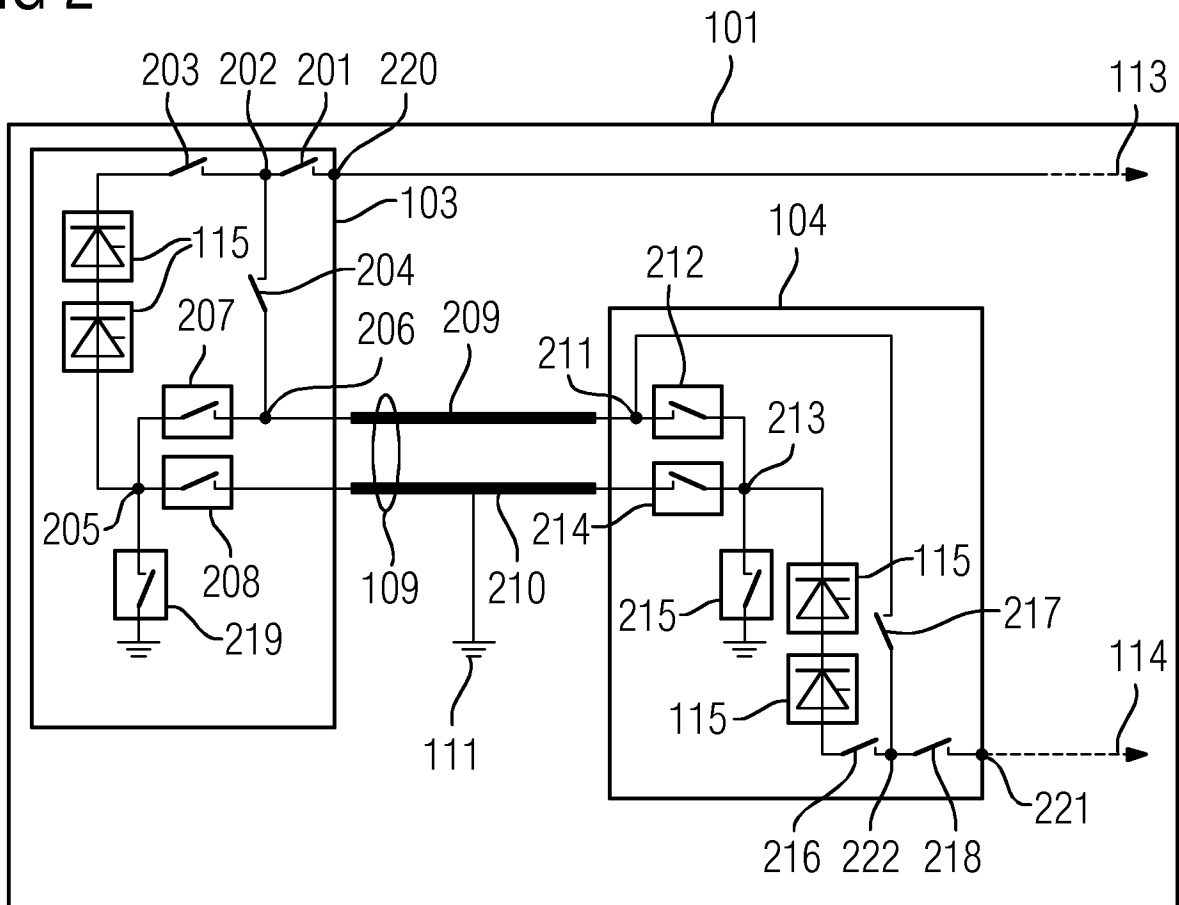
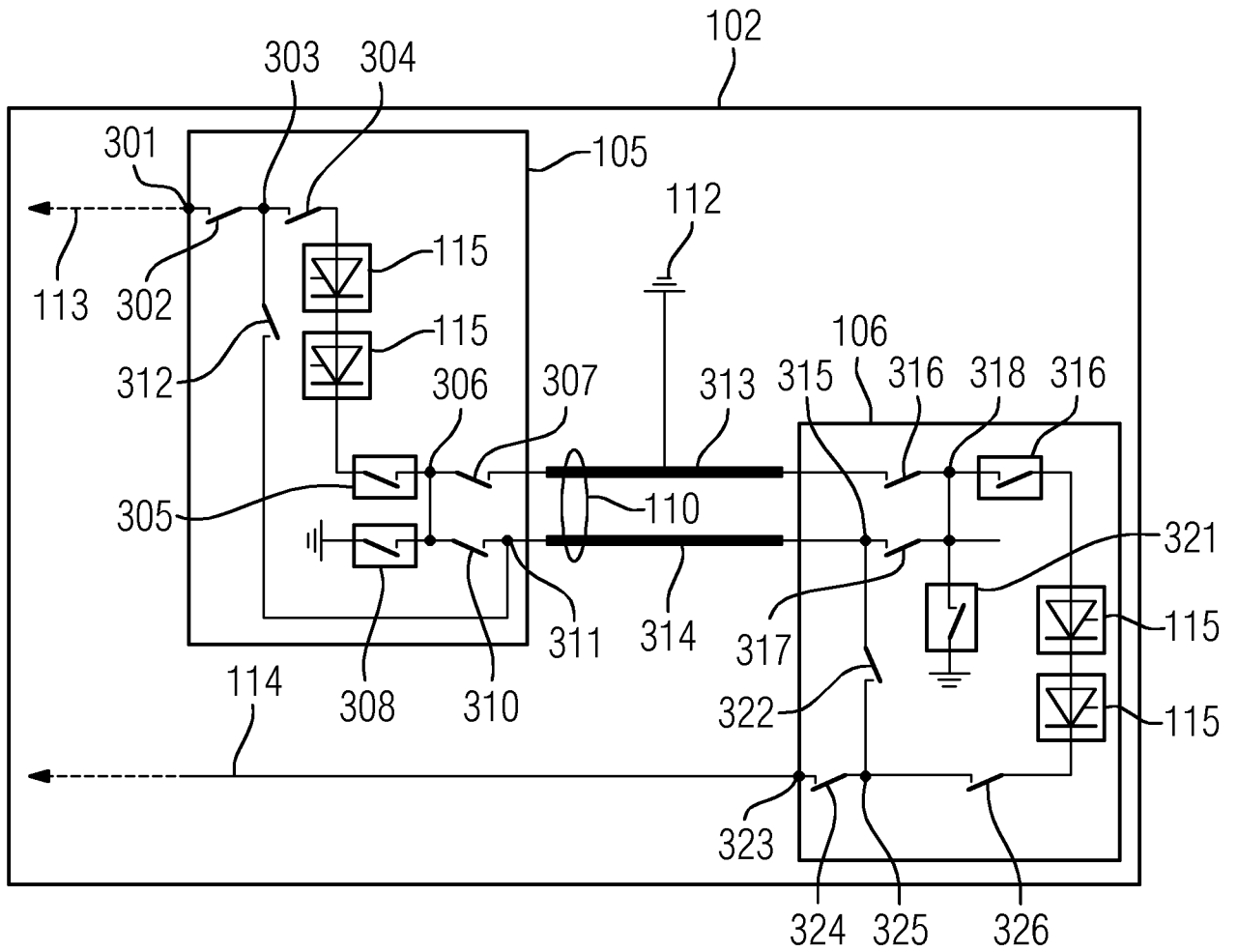


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02J3/36 H02B5/01 H02H7/10 H02H7/22
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)
H02J H02B H02H

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.
X	WO 2007/084034 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]; RADBRANT ULF [SE]; JUHLIN LARS-ERIK [SE]) 26 July 2007 (2007-07-26) figure 3	1-13
X	WO 2008/112907 A1 (PELLY BRIAN [US]) 18 September 2008 (2008-09-18) figures 2a-3b, 7a-8	1-13
X	US 3 968 419 A (EKSTROM AKE) 6 July 1976 (1976-07-06) figure 1	1-13
A	SIEMENS: "High Voltage Direct Current Transmission - Proven Technology for Power Exchange", 1 January 2011 (2011-01-01), XP055184986, paragraphs [5.6.3] - [5.6.4]	1-13

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 22 April 2015	Date of mailing of the international search report 06/05/2015
---	---

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 Bartal, P
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/050034

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007084034	A1	26-07-2007	BR PI0621411 A2 06-12-2011
			CN 101297448 A 29-10-2008
			EP 1974429 A1 01-10-2008
			US 2009168468 A1 02-07-2009
			WO 2007084034 A1 26-07-2007
			ZA 200805662 A 29-04-2009

WO 2008112907	A1	18-09-2008	NONE

US 3968419	A	06-07-1976	CA 1020226 A1 01-11-1977
			CH 585478 A5 28-02-1977
			DE 2509045 A1 18-09-1975
			FR 2264414 A1 10-10-1975
			GB 1493495 A 30-11-1977
			JP S50127139 A 06-10-1975
			SE 380687 B 10-11-1975
			US 3968419 A 06-07-1976

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050034

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02J3/36 H02B5/01 H02H7/10 H02H7/22
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02J H02B H02H

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/084034 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]; RADBRANT ULF [SE]; JUHLIN LARS-ERIK [SE]) 26. Juli 2007 (2007-07-26) Abbildung 3	1-13
X	WO 2008/112907 A1 (PELLEY BRIAN [US]) 18. September 2008 (2008-09-18) Abbildungen 2a-3b, 7a-8	1-13
X	US 3 968 419 A (EKSTROM AKE) 6. Juli 1976 (1976-07-06) Abbildung 1	1-13
A	SIEMENS: "High Voltage Direct Current Transmission - Proven Technology for Power Exchange", 1. Januar 2011 (2011-01-01), XP055184986, Absätze [5.6.3] - [5.6.4]	1-13

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
22. April 2015	06/05/2015

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 Bartał, P
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050034

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007084034	A1	26-07-2007	BR PI0621411 A2 06-12-2011
			CN 101297448 A 29-10-2008
			EP 1974429 A1 01-10-2008
			US 2009168468 A1 02-07-2009
			WO 2007084034 A1 26-07-2007
			ZA 200805662 A 29-04-2009

WO 2008112907	A1	18-09-2008	KEINE

US 3968419	A	06-07-1976	CA 1020226 A1 01-11-1977
			CH 585478 A5 28-02-1977
			DE 2509045 A1 18-09-1975
			FR 2264414 A1 10-10-1975
			GB 1493495 A 30-11-1977
			JP S50127139 A 06-10-1975
			SE 380687 B 10-11-1975
			US 3968419 A 06-07-1976
