

(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
22. August 2013 (22.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/120784 A4

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/49 (2007.01) **H02M 7/487** (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/052568

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Februar 2013 (08.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 101 156.7
14. Februar 2012 (14.02.2012) DE

(71) Anmelder: **LTI REENERGY GMBH** [DE/DE];
Heinrich-Hertz-Str. 18, 59423 Unna (DE).

(72) Erfinder: **PRECKWINKEL, Heiko**; Lindemannstrasse
12, 44137 Dortmund (DE). **BUENTE, Andreas**;
Lippstaedter Stasse 131, 33378 Rheda-Wiedenbrueck
(DE).

(74) Anwälte: **SPACHMANN, Holger** et al.; Stumpf
Patentanwälte PartGmbH, Alte Weinsteige 71, 70597
Stuttgart (DE).

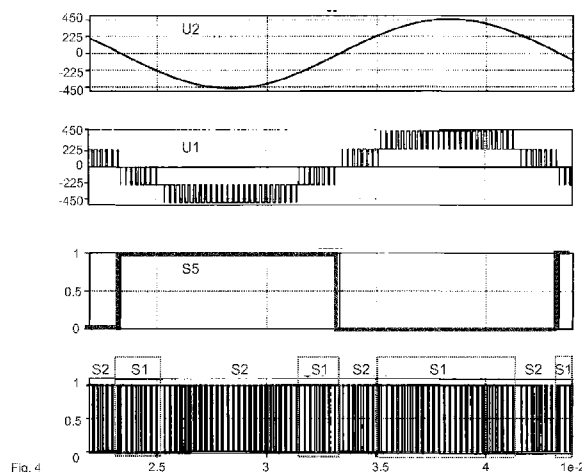
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GRID FEED APPARATUS, ENERGY FEED SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING A GRID FEED APPARATUS

(54) Bezeichnung : NETZEINSPEISEVORRICHTUNG, ENERGIEEINSPEISESYSTEM SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER NETZEINSPEISEVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a grid feed apparatus (10) for feeding electrical energy from a DC energy source (12) into a three-phase AC supply grid (32), wherein the DC voltage of a DC intermediate circuit (24) is converted into a three-phase voltage by means of at least one inverter device (14) and is fed into the AC supply grid (24) by means of a transformer device (16) comprising three grid transformer windings (38). The invention is characterized in that a first winding connection of the grid transformer windings (38) is connected to a half-bridge (30) of a first inverter device (14a), and a second winding connection of the grid transformer windings (38) of the transformer device (16) is connected to a half-bridge of a second inverter device (14b). In other aspects, the invention relates to an energy feed system for connecting a photovoltaic source, a fuel cell source, a rechargeable battery source or a mechanically driven DC generator to an AC supply grid or to an AC load, in particular three-phase motor, or to an operating method for energy-efficient voltage feed.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/120784 A4



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:**

14. August 2014

Veröffentlicht:

Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

2. Oktober 2014

— mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

Die Erfindung betrifft eine Netzeinspeisevorrichtung (10) zur Einspeisung elektrischer Energie einer DC-Energiequelle (12) in ein dreiphasiges AC-Versorgungsnetz (32), wobei die Gleichspannung eines DC Zwischenkreises (24) mittels zumindest einer Wechselrichtereinrichtung (14) in eine Drehspannung umgewandelt und mittels einer Transformatoreinrichtung (16), umfassend drei Netztransformatorkwicklungen (38), in das AC-Versorgungsnetz (24) eingespeist wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein erster Wicklungsanschluss der Netztransformatorkwicklungen (38) an eine Halbbrücke (30) einer ersten Wechselrichtereinrichtung (14a), und ein zweiter Wicklungsanschluss der Netztransformatorkwicklungen (38) der Transformatoreinrichtung (16) an eine Halbbrücke einer zweiten Wechselrichtereinrichtung (14b) angeschlossen ist. In nebengeordneten Aspekten betrifft die Erfindung ein Energieeinspeisesystem zum Anschluss einer Photovoltaikquelle, einer Brennstoffzellenquelle, einer Akkumulatorquelle oder eines mechanisch angetriebenen DC-Generators an ein AC-Versorgungsnetz oder an einen AC-Verbraucher, insbesondere Drehstrommotor und ein Betriebsverfahren zur energieeffizienten Spannungseinspeisung.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
beim Internationalen Büro eingegangen am 01. August 2014

1. Netzeinspeisevorrichtung (10) zur Einspeisung elektrischer Energie zumindest einer DC-Energiequelle (12) in ein dreiphasiges AC-Versorgungsnetz (32), wobei die Gleichspannung eines DC Zwischenkreises (24) mittels zumindest einer Wechselrichtereinheit (14) in eine Drehspannung umgewandelt und mittels einer Transformatoreinrichtung (16), umfassend drei Netztransformatorwicklungen (38), in das AC-Versorgungsnetz (24) eingespeist wird, und ein erster Wicklungsanschluss der Netztransformatorwicklungen (38) an eine Halbbrücke (30) einer ersten Wechselrichtereinheit (14a), und ein zweiter Wicklungsanschluss der Netztransformatorwicklungen (38) der Transformatoreinrichtung (16) an eine Halbbrücke einer zweiten Wechselrichtereinheit (14b) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Wechselrichtereinheit (14a) in einer netzsynchronen Taktung, insbesondere 50 Hz oder 60 Hz zur Vorgabe der Polarität der abzugebenden Versorgungsnetzspannung betrieben wird, und die zweite Wechselrichtereinheit (14b) in einer höherfrequenten und zur Netzfrequenz abgestimmten PWM-Taktung, insbesondere größer 500 Hz, bevorzugt mindestens 4 kHz zur Modulation und Glättung der abzugebenden Versorgungsnetzspannung betrieben wird.
2. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transformatoreinrichtung (16) ein Dreiphasentransformator (38) mit von außen zugänglichen und trennbaren Primärwicklungsanschlüssen ist, wobei die beiden Anschlussklemmen jeder Primärwicklung (38) von außen anschließbar sind.

3. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Wechselrichtereinheiten (14a, 14b) und der Transformatoreinrichtung (16), insbesondere vor jeder Primärwicklung (38) der Transformatoreinrichtung (16) eine Filter- und Glättungseinheit (18) vorgeschaltet ist, die bevorzugt zumindest einen Filterkondensator (38) und zumindest eine Filterinduktivität (36) umfasst.
4. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu jeder Primärwicklung (38) eine Filterinduktivität (36) der Filter- und Glättungseinheit (18) in Reihe angeordnet ist.
5. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filterinduktivität (36) zwei Drosseln umfasst, die in der Hin- und Rückleitungsphase L1U- L2U, L1V-L2V, L1W-L2W der Primärwicklung (38) eingeschaltet ist.
6. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drosseln (58) der Filterinduktivität (36) der Hin- und Rückleitungsphasen L1U- L2U, L1V-L2V, L1W-L2W stromkompensiert ausgeführt sind.
7. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filterinduktivitäten (36, 58, 60) auf einem mehrschenkligen, insbesondere dreischenkigen Spulenträger (62) aufgewickelt sind.

8. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet** dass zwei oder mehrere Wechselrichtereinheiten (14-1a & 14-2a, 14-1b & 14-2b) parallel geschaltet und synchron betrieben zu einer Wechselrichtereinheit (14a, 14b) zusammengefasst sind, wobei die Ausgangsphasen L11U & L12U, L11V & L12V, L11W & L12W, L21U & L22U, L21V & L22V und L21W & L22W über Drosseln (36, 58), bevorzugt über eine mehrschenklige Drossel (60) miteinander gekoppelt sind.
9. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Wechselrichtereinheiten (14-1a & 14-1b, 14-2a & 14-2b) der beiden Wechselrichtereinheiten (14a, 14b) und die zugeordneten ausgangsseitigen Filter- und Glättungseinheiten (18) in einer gemeinsamen Baueinheit der Doppelwechselrichtereinrichtung (66) zusammengefasst sind, und zwei oder mehrere Doppelwechselrichtereinrichtungen (66-1, 66-2) parallel geschaltet sind, wobei die Ausgangsphasen der in den Doppelwechselrichtereinrichtungen (66) umfassten Wechselrichtereinheiten (14-1a & 14-2a, 14-1b & 14-2b) miteinander verbunden sind.
10. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die zweite Wechselrichtereinheit (14b) eine 3-stufige oder höherstufige Wechselrichtereinheit mit Sternpunkt (28) ist.
11. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im DC-Zwischenkreis (24) zwischen DC-Energiequelle (12) und den beiden Wechselrichtereinheiten (14a, 14b) jeweils eine Zwischenkreiskapazität (26a, 26b) zwischen dem positiven bzw. negativen Zwischenkreispotential (24+, 24-) und dem Mittelpunkt (28) geschaltet ist.

12. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den ersten und/oder zweiten Wicklungsanschlüssen der Netztransformatorwicklungen (38) eine Schalteinrichtung (52, 54, 56) zur Entkopplung von der Wechselrichtereinheit (14) und/oder zur Stern- und/oder Dreieckschaltung der Wicklungsanschlüsse vorgesehen ist.
13. Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Wechselrichtereinheit (14a) mit einer ersten DC-Energiequelle (12a) und die zweite Wechselrichtereinheit (14b) mit einer zweiten DC-Energiequelle (12b) verbunden ist.
14. Energieeinspeisesystem umfassend eine DC-Energiequelle (12) und eine Netzeinspeisevorrichtung (10) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die DC-Energiequelle (12) eine Photovoltaikquelle, eine Brennstoffzellenquelle, eine Akkumulatorquelle oder ein mechanisch antriebbarer Generator mit Gleichrichter ist.
15. Verfahren zum Betrieb einer Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die erste und die zweite Wechselrichtereinheit (14a, 14b) derart abgestimmt betrieben werden, dass die auf jede Primärspule (38) der Transformatoreinrichtung (16) einwirkende Spannung auf eine Amplitude von 0 V bis zum Zwischenkreispotential DC+/DC- einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Wechselrichtereinheit (14a) zur Vorgabe der Polarität der abzugebenden Versorgungsnetzspannung netzfrequenzsynchron, insbesondere in einer 50 Hz oder 60 Hz Taktung betrieben wird, und die zweite Wechselrichtereinheit (14b) mit einer höherfrequenten PWM-Taktung, insbesondere größer 500 Hz, bevorzugt 4 kHz zur Modulation und Glättung der abzugebenden Versorgungsnetzspannung betrieben wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die zweite Wechselrichtereinheit (14b) in zumindest drei Spannungsstufen zur PWM-modulierten Glättung der Versorgungsnetzspannung geschaltet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel geschaltete Wechselrichtereinheiten (14) ausgangsseitig über eine Filter- und Glättungseinheit (18) zur Leistungserhöhung miteinander verbunden sind, und synchron betrieben werden.
18. Verwendung einer Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 1 zur Ankopplung einer Photovoltaikquelle, einer Brennstoffzellenquelle, einer Akkumulatorquelle oder eines mechanisch antreibbaren Generators an ein AC-Versorgungsnetz oder zum Antrieb eines AC-Verbrauchers, insbesondere eines AC-Motors, wobei bevorzugt die Ansteuerung der Wechselrichtereinheit (14a, 14b) frequenzvariabel entsprechend der Drehzahl des AC-Motors erfolgt.
19. Verwendung einer Netzeinspeisevorrichtung (10) nach Anspruch 18 zur sekundärseitigen direkten Energieeinspeisung in ein Mittelspannungsnetz von 1-30 kVolt.