

(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
14. Juli 2016 (14.07.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/110363 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 1/08 (2006.01) H02M 1/00 (2006.01)
H02M 7/483 (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/077937

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2015 (27.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
15150501.3 8. Januar 2015 (08.01.2015) EP

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

(72) Erfinder: BLUM, Manuel; Putzbrunner-Str. 92, 85521
Ottobrunn (DE). GALEK, Marek; Obermühlstraße 82b,
82398 Polling (DE).

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:

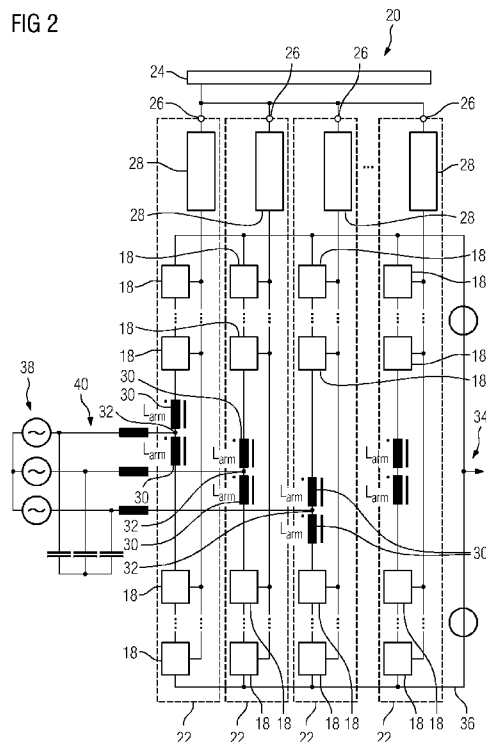
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(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,

(54) Title: MODULAR MULTILEVEL CONVERTER HAVING PHASE-SPECIFIC MODULATORS

(54) Bezeichnung : MODULARER MULTILEVELUMRICHTER MIT PHASENSPEZIFISCHEN MODULATOREN

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a clocked energy converter (20) having at least two converter units (22) coupled electrically to each other and having a control device (24) for controlling the converter units (22), wherein each of the converter units (22) has a control connection (26) to be connected to the control device (24), and wherein each of the converter units (22) has at least one converter module (18) having a series circuit comprising two semiconductor switches connected in series and a driver circuit for controlling all the semiconductor switches of the at least one converter module (18) in switching operation, wherein each of the converter units (22) has a clock generator (28) which is connected to the driver circuit of the at least one converter module (18), which clock generator provides the control connection (26) and is configured to generate control signals for the semiconductor circuits of the at least one converter module (18) of the converter unit (22).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen getakteter Energiewandler (20) mit wenigstens zwei elektrisch miteinander gekoppelten Wandlereinheiten (22) sowie einer Steuereinrichtung (24) zum Steuern der Wandlereinheiten (22), wobei jede der Wandlereinheiten (22) einen Steuerungsanschluss (26) zum Anschließen an die Steuereinrichtung (24) aufweist und wobei jede der Wandlereinheiten (22) wenigstens ein Wandlermodul (18) mit einer Reihenschaltung aus zwei in Reihe geschalteten
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Halbleiterschaltern sowie einer Treiberschaltung zum Steuern aller Halbleiterschalter des wenigstens einen Wandlermoduls (18) in einem Schaltbetrieb aufweist, wobei dass jede der Wandlereinheiten (22) einen an die Treiberschaltung des wenigstens einen Wandlermoduls (18) angeschlossenen Taktgeber (28) aufweist, der den Steuerungsanschluss (26) bereitstellt und der eingerichtet ist, Steuersignale für die Halbleiter- Schalter des wenigstens einen Wandlermoduls (18) der Wandlereinheit (22) zu erzeugen.

MODULARER MULTILEVELUMRICHTER MIT PHASENSPEZIFISCHEN MODULATOREN

Beschreibung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen getakteten Energie-
wandler mit wenigstens zwei miteinander elektrisch gekoppel-
ten Wandlereinheiten sowie einer Steuereinrichtung zum Steu-
ern der Wandlereinheiten, wobei jede der Wandlereinheiten ei-
nen Steuerungsanschluss zum Anschließen an die Steuereinrich-
10 tung aufweist und wobei jede der Wandlereinheiten wenigstens
ein Wandlermodul mit einer Reihenschaltung aus zwei in Reihe
geschalteten Halbleiterschaltern sowie einer Treiberschaltung
zum Steuern aller Halbleiterschalter des wenigstens einen
Wandlermoduls in einem Schaltbetrieb aufweist.

15

Getaktete Energiewandler der gattungsgemäßen Art sind dem
Grunde nach bekannt, sodass es eines gesonderten druck-
schriftlichen Nachweises hierfür nicht bedarf. Getaktete
Energiewandler sind vorliegend unter anderem Umrichter, mit-
20 tels denen eine Energiewandlung zwischen zwei unterschiedli-
chen Wechselspannungen erreicht werden kann. Darüber hinaus
kann der getaktete Energiewandler auch ein Mehrpegelenergie-
wandler sein, wie sie häufig im Bereich einer Hochspannungs-
Gleichspannungsübertragung (HGÜ) eingesetzt werden. Mehrpe-
25 gelenergiewandler werden in der Fachsprache auch Multi-Level-
Konverter, MMC, M2C oder dergleichen genannt.

Umrichter der gattungsgemäßen Art weisen häufig zwei an einem
gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis betriebene Wechsel-
30 richter auf, die bidirektional hinsichtlich des Energieflus-
ses betreibbar sind. Je nach Energieflussrichtung arbeitet
einer der beiden Wechselrichter in einem Gleichrichtbetrieb,
wohingegen der andere der beiden Wechselrichter in einem
Wechselrichterbetrieb arbeitet. Je nach Energieflussrichtung
35 kann zwischen den Betriebsarten in Bezug auf den jeweiligen
Wechselrichter gewechselt werden. Umrichter der vorbeschrie-
benen Art sind in vielfältiger Weise und in großer Stückzahl
im Einsatz. Insbesondere sind sie für einen mittleren Leis-

tungsbereich von etwa 1kW bis etwa 120kW oder auch für eine hohe Leistung von größer als 120kW im Einsatz.

Mehrpegelenergiewandler werden unter anderem eingesetzt, um
5 eine Energieversorgung mittels Gleichspannungen in einem Bereich von mehreren 100kV sowie Leistungen im Bereich von 1GW oder mehr vorzusehen. Vorzugsweise werden solche Mehrpegelenergiewandler bidirektional eingesetzt, sodass sowohl elektrische Energie von einer Wechselspannungsseite zu einer
10 Gleichspannungsseite als auch umgekehrt gewandelt werden kann. Üblicherweise erfolgt die Wandlung ohne wesentliche Änderung der Spannungspegel, das heißt, dass der Pegel einer maximalen Amplitude der Wechselspannung im Wesentlichen einem Pegel eines Gleichspannungszwischenkreises entspricht. Aufgrund der Schaltungsstruktur des Mehrpegelenergiewandlers ist
15 die Steuerung der Wandlermodule der Wandlereinheiten gegenüber alternativen Schaltungskonzepten vergleichsweise einfach und betriebssicher, weshalb sich der Mehrpegelenergiewandler besonders für Anwendungen im Bereich der HGÜ eignet.

20 Sowohl gattungsgemäße Umrichter als auch gattungsgemäße Mehrpegelenergiewandler haben sich dem Grunde nach bewährt. Gleichwohl erweist es sich als aufwendig, derartige getaktete Energiewandler hinsichtlich spezifischer Anforderungen angepasst herzustellen. Bei den getakteten Energiewandlern des
25 Stands der Technik ist üblicherweise eine Einzelfertigung beziehungsweise eine Kleinserienfertigung vorgesehen. Häufig werden die getakteten Energiewandler spezifisch für eine spezielle Energiewandlungsaufgabe angepasst hergestellt. Dies
30 ist aufwändig und unflexibel.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsstruktur für einen getakteten Energiewandler anzugeben, die einen höheren Grad an Flexibilität gegenüber dem Stand der
35 Technik erlaubt.

Als Lösung wird mit der Erfindung ein getakteter Energiewandler gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 vorgeschlagen. Vorteil-

hafte Weiterbildungen ergeben sich anhand von Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Mit der Erfindung wird insbesondere vorgeschlagen, dass bei
5 einem getakteten Energiewandler jede der Wandlereinheiten einen, insbesondere eigenen, an die Treiberschaltung des wenigstens einen Wandlermoduls angeschlossenen Taktgeber aufweist, der den Steuerungsanschluss bereitstellt und der eingerichtet ist, Steuersignale für die Halbleiterschalter des
10 wenigstens einen Wandlermoduls der Wandlereinheit zu erzeugen.

Jede Wandlereinheit hat gemäß der Erfindung also einen eigenen Taktgeber, der die Steuersignale für die Halbleiterschalter der jeweiligen Wandlermodule einer jeweiligen
15 Wandlereinheit erzeugt und bereitstellt. Die Steuersignale sind vorzugsweise digitale Signale, sodass die Halbleiterschalter im Schaltbetrieb betrieben werden können. Der Taktgeber erzeugt entsprechend einer Vorgabe durch die Steuereinrichtung, die Steuersignale, die beispielsweise vorgebbaren Takt- beziehungsweise Pulsmustern entsprechen. Dadurch kann der Energiewandler quasi modular durch Wandlereinheiten erstellt werden, die je nach Bedarf den Energiewandler bildend
20 zusammengeschaltet werden. Darüber hinaus erlaubt es die Erfindung, die Taktmustergenerierung unmittelbar in der Wandlereinheit vorzusehen, sodass die übergeordnete Steuereinrichtung hiervon entlastet werden kann. Dies hat den Vorteil, dass die Steuereinrichtung selbst nicht mehr die Taktsignale zu generieren braucht und somit Kommunikationsaufwand
25 reduziert werden kann, zumal der Taktgeber in der Regel in unmittelbarer Nähe zu den Halbleiterschaltern angeordnet ist. Darüber hinaus lässt sich durch diese Ausgestaltung erreichen, dass die Dynamik der Steuerung der Wandlereinheiten und letztendlich des getakteten Energiewandlers insgesamt beschleunigt werden kann.
35

Es ist ferner gegenüber dem Stand der Technik möglich, Wandlereinheiten vorzufertigen und bedarfsweise zu einem ge-

takteten Umrichter bereitzustellen, sodass der hierdurch gebildete getaktete Energiewandler an eine spezifische Anforderung angepasst ausgebildet ist. Hierdurch kann eine Standardisierung und eine Kostenreduzierung erreicht werden. Insbesondere ermöglicht es die Erfindung, vorgeprüfte
5 Wandlereinheiten zu einem getakteten Energiewandler zusammenzustellen, sodass auf diese Weise mit geringem Zeitaufwand individuelle getaktete Energiewandler hergestellt werden können. Insbesondere kann Aufwand für die Konstruktion und die
10 Entwicklung eines jeweiligen getakteten Energiewandlers reduziert werden.

Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Steuereinrichtung zumindest bei einer Inbetriebsetzung des getakteten Energiewandlers die an ihr angeschlossenen Wandlereinheiten erkennt und die eine Steuerung automatisch entsprechend einstellt. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung erkennt, welcher Art die in der jeweiligen
15 Wandlereinheit vorgesehenen Wandlermodule sind und welche Anzahl von Wandlermodulen in der jeweiligen Wandlereinheit vorgesehen ist.

Halbleiterschalter im Sinne dieser Offenbarung sind vorzugsweise steuerbare elektronische Schaltelemente, beispielsweise
25 ein Transistor, ein Thyristor, insbesondere ein Gate-Turn-Off-Thyristor (GTO), Kombinationsschaltungen hiervon, insbesondere mit parallel geschalteten Freilaufdioden, beispielsweise ein Metalloxyd-Semiconductor-Feldeffekttransistor (MOSFET), ein Isolated-Gate-Bipolar-Transistor (IGBT), vorzugsweise mit einer integrierten Freilaufdiode oder dergleichen.
30

Der Schaltbetrieb des Halbleiterschalters bedeutet, dass in einem eingeschalteten Zustand zwischen den eine Schaltstrecke
35 bildenden Anschlüssen des Halbleiterschalters ein sehr geringer elektrischer Widerstand bereitgestellt wird, sodass ein hoher Stromfluss bei sehr kleiner Restspannung möglich ist. Im ausgeschalteten Zustand ist die Schaltstrecke des Halblei-

terschalters hochohmig, das heißt, sie stellt einen hohen elektrischen Widerstand bereit, sodass auch bei hoher, an der Schaltstrecke anliegender Spannung im Wesentlichen kein oder nur ein sehr geringer, insbesondere vernachlässigbarer,

5 Stromfluss vorliegt. Hiervon unterscheidet sich ein Linearbetrieb, der aber bei getakteten Energiewandlern nicht zum Einsatz kommt. Der Schaltbetrieb sieht vorzugsweise lediglich diese beiden Schaltzustände vor.

10 Die Wandlereinheit des getakteten Energiewandlers weist zumindest ein einziges Wandlermodul auf. In einem solchen Fall, bei dem die wenigstens zwei elektrisch miteinander gekoppelten Wandlereinheiten jeweils ein einziges Wandlermodul aufweisen, kann der getaktete Energiewandler einen Umrichter
15 bilden, wobei jede der Wandlereinheiten einen eigenen Wechselrichter bilden kann. Dadurch ist es zum Beispiel möglich, den getakteten Energiewandler zur energietechnischen Kopplung von zwei voneinander getrennten Wechselspannungen einzusetzen. Er kann aber auch einen Brems-Chopper oder dergleichen
20 bilden.

Das Wandlermodul weist zumindest eine Reihenschaltung aus zwei in Reihe geschalteten Halbleiterschaltern auf. Entsprechend wird in diesem Fall die Schaltungsstruktur einer Halbbrücke gebildet. Ein solcher Wechselrichter eignet sich be-
25 spielsweise für den Betrieb an einer einphasigen Wechselspannung. Ist ein Anschluss an eine mehrphasige Wechselspannung vorgesehen, so sind für jede der Phasen entsprechende Wandlereinheiten vorzusehen.

30 Die Wandlermodule umfassen ferner jeweilige Treiberschaltungen, die an die jeweiligen Halbleiterschalter der jeweiligen Wandlermodule angeschlossen sind. Die Treiberschaltungen dienen dazu, zugeführte Steuersignale derart weiterzuverarbeiten, dass sie unmittelbar für die Ansteuerung der Halbleiter-
35 schalter genutzt werden können. Die Treiberschaltungen sind deshalb unmittelbar an Steuerelektroden der jeweiligen Halbleiterschalter angeschlossen und in der Regel auch in räumli-

cher Nähe hierzu angeordnet. Die Treiberschaltungen ihrerseits besitzen jeweils Eingangsanschlüsse, an denen ihnen die Steuersignale für die jeweiligen Halbleiterschalter zugeführt werden. In der Regel stellt die Treiberschaltung für jeden
5 Halbleiterschalter eine eigene Treibereinheit bereit, die in der Regel an den jeweiligen Halbleiterschalter angepasst ausgebildet ist. Die Treiberschaltung berücksichtigt dabei physikalische Eigenschaften der Halbleiterschalter in Bezug auf deren Steuerung im Schaltbetrieb. Die Treiberschaltung kann
10 als eine elektronische Hardwareschaltung ausgebildet sein, die im Bereich der Halbleiterschalter angeordnet ist. Die Energieversorgung der Treiberschaltung wird vorzugsweise wandlermodulseitig bereitgestellt. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Treiberschaltung eine galvanische Trennung der Steuersignale von den Steueranschlüssen der Halbleiterschaltung bereitstellt. Dies ist insbesondere vorteilhaft,
15 wenn die Treiberschaltung als eine einheitliche Baugruppe mehrere Halbleiterschalter steuert, die auf unterschiedlichem elektrischem Bezugspotential betrieben werden.

20 Erfindungsgemäß umfasst die Wandlereinheit des getakteten Energiewandlers einen eigenen Taktgeber. Dieser Taktgeber liefert Steuersignale an die Treiberschaltung, sodass die Treiberschaltung entsprechend der Steuersignale des Taktgebers die Halbleiterschalter im Schaltbetrieb steuern kann.
25 Der Taktgeber ist deshalb dazu ausgelegt entsprechende Taktmuster für die Halbleiterschalter der Wandlermodule zu erzeugen. Der Taktgeber selbst kann als Hardwareschaltung ausgebildet sein, die beispielsweise in Form eines Halbleiterchips, beispielsweise eines ASICs oder eines FPGAs ausgebildet sein kann. Darüber hinaus besteht natürlich die Möglichkeit, wenn die Wandlereinheiten jeweils lediglich ein einziges Wandlermodul aufweisen, die Treiberschaltung einstückig mit dem Taktgeber auszubilden. Dies kann zum Beispiel vor-
30 teilhaft bei einem Umrichter realisiert werden.
35

Dadurch dass der Taktgeber die Steuersignale für die Halbleiterschalter erzeugt, kann dieser Aufwand bei der Steuerein-

richtung eingespart werden und die Steuereinrichtung auf diese Weise vereinfacht werden. Darüber hinaus ermöglicht es die Erfindung die Steuereinheit auf die reine Steueraufgabe für den getakteten Energiewandler zu konzentrieren, sodass sie
5 auf einfache Weise auch für unterschiedlichste Anwendungen des getakteten Energiewandlers einfach angepasst werden kann. Es ist also bei der Erfindung nicht mehr erforderlich, die Steuereinrichtung auf aufwändige Weise für bestimmte Anwendungen zu programmieren beziehungsweise zu adaptieren. Da-
10 durch schafft die Erfindung einen modulartigen Aufbau des getakteten Energiewandlers.

Darüber hinaus kann der Kommunikationsaufwand zwischen der Steuereinrichtung und den Halbleiterschaltern erheblich reduziert werden, weil aufgrund der konstruktiven Anordnung der
15 Taktgeber, der die Steuersignale für die Halbleiterschalter gemäß der Erfindung erzeugt, in räumlicher Nähe zu den Halbleiterschaltern angeordnet ist. Insbesondere ermöglicht es die Erfindung dadurch, eine Kommunikationshardware zu reduzieren. Schließlich erhöht sich dadurch auch die Dynamik des
20 getakteten Energiewandlers, und zwar auf kurzzeitige Änderungen hinsichtlich des Energiewandlers schnell reagieren zu können. Die Steuereinrichtung braucht deshalb lediglich ein einfaches Steuersignal für den Taktgeber zu erzeugen, um beispielsweise eine Energieflussrichtung der jeweiligen zugeordneten Wandlereinheit ändern zu können. Die Steuereinrichtung
25 benötigt nicht mehr die Ermittlung der erforderlichen Steuersignale für die Halbleiterschalter. Dies leistet vorort der Taktgeber.

30

Mit der Erfindung ist es deshalb möglich, einen neuen Trend zu setzen, und zwar fortführend von diskreten Systemen für getaktete Energiewandler hin zu einem modularen Aufbau für einen getakteten Energiewandler. Neben Mehrpegelenergiewand-
35 lern oder auch MHF-Umrichtern in Umrichtertechnik betrifft dies auch mehrphasige Hochsetz- beziehungsweise Tiefsetzsteller (Boost, Buck), modulare DC-DC-Wandler in der Konvertertechnik und/oder dergleichen.

Im Stand der Technik ist der Aufbau solcher Geräte dagegen stark durch zentrale Elemente bestimmt. Dies betrifft insbesondere die Ansteuerung des Umrichters. Da die Ansteuerung modularer Systeme nur auf einer Geräteebene realisiert ist, sind für den Betrieb eines Umrichterverbundes eine zusätzliche Kommunikationsschnittstelle sowie eine zusätzliche Steuerung erforderlich. Ein Beispiel hierfür stellt ein Umrichter dar, der eine energietechnische Kopplung zwischen zwei Wechselspannungen bereitstellt oder der Betrieb eines zusätzlichen Brems-Choppers. In den beiden vorgenannten Fällen verfügen die jeweiligen Geräte über eine eigenständige Steuerung, die über eine zusätzliche Kommunikationskomponente mit der übergeordneten Steuereinrichtung kommunizieren. Eine solche zusätzliche Kommunikation ist beispielsweise durch die DRIVE-CLiQ-TechnologieTM gegeben. Diese komplexe Steuerung führt zu einer begrenzten regelungstechnischen Dynamik. Darüber hinaus ist die Flexibilität hinsichtlich der Anwendungen gering.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Wandlermodul eine zu der Reihenschaltung parallelgeschaltete, zweite Reihenschaltung aus zwei weiteren in Reihe geschalteten Halbleiterschaltern aufweist, wobei der Taktgeber eingerichtet ist, die Steuersignale für sämtliche Halbleiterschalter des Wandlermoduls der jeweils zugeordneten Wandlereinheit zu erzeugen. Durch die hier angegebene Schaltungsstruktur wird die Schaltungsstruktur einer Vollbrücke für das Wandlermodul angegeben. Die Schaltungsstruktur der Vollbrücke erlaubt es, den Dynamikbereich zu verdoppeln. Dieser Vorteil geht allerdings einher mit dem Aufwand der zusätzlichen Halbleiterschalter und einem entsprechenden Steuerungsaufwand. Je nach Anwendung kann es dennoch vorteilhaft sein, die Schaltungsstruktur einer Vollbrücke zu nutzen. Hierdurch kann eine weitere Verbesserung der Flexibilität in Bezug auf den getakteten Energiewandler erreicht werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Wandlereinheiten an einem gemeinsamen Gleichspannungszwi-

schenkreis des getakteten Energiewandlers parallelgeschaltet
angeschlossen sind. Dies ermöglicht es, Energie zwischen den
Wandlereinheiten auszutauschen, um einen Energiefluss in ei-
ner gewünschten vorgebbaren Energieflussrichtung einstellen
5 zu können. Beispielsweise kann bei einem Umrichter vorgesehen
sein, dass zwei Wechselrichter an dem gemeinsamen Gleichspan-
nungszwischenkreis angeschlossen sind. Mittels der Wechsel-
richter ist dann eine energietechnische Kopplung zwischen
zwei Wechselspannungen möglich. Darüber hinaus kann auch vor-
10 gesehen sein, dass bei einer mehrphasigen Wechselspannung
Wandlereinheiten für jede Phase der Wechselspannung vorgese-
hen sind und diese Wandlereinheiten an dem gemeinsamen
Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen sind. Dadurch kann
eine Energieverteilung zwischen den unterschiedlichen Phasen
15 der Wechselspannung erreicht werden. Beispielsweise kann dies
durch einen Mehrpegelenergiewandler genutzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass
jedes der Wandlermodule der Wandlereinheiten einen zur Rei-
20 henschaltung der Halbleiterschalter parallelgeschalteten
Wandlermodulkondensator aufweist. Hierdurch können
Wandlermodule geschaffen werden, die sich für den Einsatz bei
Mehrpegelenergiewandlern eignen. Somit können auch die
Wandlereinheiten zum Zwecke der Ausbildung eines Mehrpegel-
25 energiewandlers modulartig konstruiert sein. Die Flexibilität
kann dadurch weiter erhöht werden.

Gleichzeitig erweist es sich als vorteilhaft, wenn der Takt-
geber die Halbleiterschalter sämtlicher Wandlermodule einer
30 dem Taktgeber zugeordneten Wandlereinheit anzusteuern vermag.
Dadurch kann insgesamt eine besonders günstige Konstruktion
für einen Mehrpegelenergiewandler erreicht werden. Besonders
vorteilhaft lässt sich diese Ausgestaltung mit einer zweiten
Reihenschaltung von Halbleiterschaltern in den Wandlermodulen
35 kombinieren. Mittelanschlüsse der Reihenschaltungen bilden
dann die Anschlüsse der Wandlermodule. Ansonsten bildet bei
einer Halbbrückenstruktur der Mittelanschluss der einen Rei-

henschaltung zusammen mit einem der beiden Anschlüsse an dem Wandlermodulkondensator die Anschlüsse des Wandlermoduls.

Um einen Mehrpegelenergieumwandler als getakteten Energieumwandler zu bilden, wird vorgeschlagen, dass jede der

Wandlereinheiten wenigstens zwei Wandlermodule aufweist, die über wenigstens einen Mittelanschluss der Reihenschaltung der jeweiligen Wandlermodule kaskadiert angeschlossen sind, wobei der Taktgeber eingerichtet ist, die Steuersignale für sämtliche Halbleiterschalter der Wandlermodule der jeweils zugeordneten Wandlereinheit zu erzeugen. Dadurch lässt sich auf einfache Weise ein modular aufgebauter Mehrpegelenergieumwandler realisieren, der für die unterschiedlichsten Anwendungen auf einfachste Weise angepasst werden kann. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Mehrpegelenergieumwandler durch Hinzufügen einer geeigneten Anzahl von Wandlereinheiten für eine entsprechende Anzahl von Phasen einer Wechselspannung angepasst ausgebildet wird. Darüber hinaus ist es möglich, zwei oder mehrere Wandlereinheiten im Parallelbetrieb zu betreiben, um beispielsweise eine vorgegebene Leistung erreichen zu können, die mit einer Wandlereinheit allein nicht erreicht werden könnte. Dadurch, dass die Erzeugung von Taktmustern bereits durch das Wandlereinheitsmodul selbst realisiert ist, ist eine einfache Anpassung an beliebige

Mehrpegelenergieumwandlerkonstruktionen ohne großen Aufwand möglich. Insbesondere erlaubt es die Erfindung, standardisierte Wandlereinheiten zur Erstellung von Mehrpegelenergieumwandlern zu nutzen und damit den Aufwand für die Erstellung eines Mehrpegelenergieumwandlers deutlich zu reduzieren. Vorzugsweise ist eine gerade Anzahl von Wandlermodulen in einer Wandlereinheit vorgesehen. Darüber hinaus ist für jede Wandlereinheit des Mehrpegelenergieumwandlers die gleiche Anzahl an Wandlermodulen vorgesehen. Bei Sonderanwendungen kann hiervon jedoch auch abgewichen werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Wandlermodul eine Messschaltung zum Messen wenigstens einer elektrischen Größe in der Reihenschaltung der Halbleiter-

schalter aufweist, wobei die Messschaltung eingerichtet ist, ein Messsignal zu erzeugen und den Taktgeber bereitzustellen. Vorzugsweise ist die Messschaltung hierfür an den Taktgeber angeschlossen. Es kann vorgesehen sein, dass der Taktgeber
5 das Messsignal an die übergeordnete Steuereinrichtung übermittelt. Dieses kann von der übergeordneten Steuereinrichtung genutzt werden, um entsprechende Steuersignale an den Taktgeber zu übermitteln, sodass er in gewünschter Weise Taktmuster für die Ansteuerung der Halbleiterschalter der Wandlermodule
10 der Wandlereinheiten erzeugt. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass das Messsignal lediglich vom Taktgeber ausgewertet wird, um die Steuersignale für die Halbleiterschalter entsprechend einzustellen. Vorzugsweise kann die Messschaltung eine Spannungsmessschaltung umfassen. Mittels der Spannungsmessschaltung kann beispielsweise eine elektrische Spannung
15 an einem Wandlermodulkondensator erfasst werden.

Weitere Vorteile und Merkmale sind in der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren zu entnehmen.
20 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile und Funktionen.

Es zeigen:

25 FIG 1 in einer schematischen Blockschaltbildansicht einen Mehrpegelenergiewandler mit einer zentralen Gesamtsteuereinrichtung und

FIG 2 in einer schematischen Blockschaltbildansicht einen
30 Mehrpegelenergiewandler gemäß der Erfindung mit einer dezentralen Hardwaresteuerung.

FIG 1 zeigt in einer schematischen Schaltbilddarstellung einen Mehrpegelenergiewandler 10 als getakteten Energiewandler
35 mit einer Mehrzahl von nicht bezeichneten Wandlereinheiten, die vorliegend an einem gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis 36 parallelgeschaltet angeschlossen sind. Jede der

Wandlereinheiten umfasst eine Reihenschaltung aus einer Mehrzahl von Wandlermodulen 18.

Nicht in der FIG dargestellt ist, dass jedes der Wandlermodule 18 eine Reihenschaltung aus zwei in Reihe geschalteten Halbleiterschaltern, vorliegend IGBTs, sowie eine Treiberschaltung zum Steuern der IGBTs des jeweiligen Wandlermoduls 18 in einem Schaltbetrieb aufweist. Der Reihenschaltung aus zwei Halbleiterschaltern ist ferner ein Wandlermodulkondensator parallelgeschaltet. Die Wandlermodule 18 entsprechen dem Grunde nach Wandlermodulen, wie sie im Stand der Technik in Halbbrückenschaltung für den Einsatz bei Mehrpegelenergiewandlern wie dem Mehrpegelenergiewandler 10, wie er hier beschrieben ist, üblich sind. Die Einzelheiten der Wandlermodule 18 sind deshalb vorliegend nicht weiter dargestellt.

In bekannter Weise sind in jeder der Wandlereinheiten die ihr zugeordneten Wandlermodule 18 in Serienschaltung kaskadiert verschaltet. Vorliegend ist eine gerade Anzahl von Wandlermodulen 18 pro Wandlereinheit vorgesehen, wobei mittig der jeweiligen Reihenschaltungen der Wandlermodule 18 Mittelanschlüsse 32 vorgesehen sind, an denen eine Filtereinheit 40 angeschlossen ist. An die Filtereinheit 40 ist ferner ein dreiphasiges Wechselspannungsnetz 38 angeschlossen.

Zum Zwecke der Inbetriebnahme des Mehrpegelenergiewandlers 10 ist am Gleichspannungszwischenkreis 36 eine Vorladeschaltung 34 angeschlossen, die jedoch nur während einer Inbetriebnahme des Mehrpegelenergiewandlers 10 aktiv ist. Während des bestimmungsgemäßen Betriebs des Mehrpegelenergiewandlers 10 ist die Vorladeschaltung 34 nicht aktiv und greift auch nicht in die Funktion des Mehrpegelenergiewandlers 10 ein.

Die Wandlermodule 18 sind an Steuerungsanschlüsse 16 einer gemeinsamen Hardwaresteuerung 12 angeschlossen. Die gemeinsame Hardwaresteuerung 12 erzeugt sämtliche Signale, die für die unmittelbare Steuerung der Halbleiterschalter der Wandlermodule 18 erforderlich sind. Die Hardwaresteuerung 12

ist deshalb spezifisch für den gesamten Mehrpegelenergiewandler 10.

Die Hardwaresteuerung 12 ist ihrerseits über eine nicht bezeichnete Kommunikationsschnittstelle an eine Steuereinrichtung 14 angeschlossen, über die die Hardwaresteuerung 12 entsprechend gesteuert wird. Mittels der Steuereinrichtung 14 kann der Energiefluss des Mehrpegelenergiewandlers 10 in gewünschter Weise gesteuert werden.

Dem Grunde nach basiert der Mehrpegelenergiewandler 10 auf einer Reihenschaltung aus schaltbaren Kondensatoren, nämlich den Wandlermodulkondensatoren der Wandlermodule 18. Die Wandlermodule 18 besitzen jeweils zwei mögliche Schaltzustände, und zwar den eingefügten und den gebrückten Zustand. Im eingefügten Zustand ist der Wandlermodulkondensator im Leistungspfad aktiviert, wohingegen im gebrückten Zustand der Wandlermodulkondensator in dem Leistungspfad inaktiv ist. Um die energietechnische Kopplung zwischen dem Gleichspannungszwischenkreis 36 und dem dreiphasigen Wechselspannungsnetz 38 herzustellen, werden die Halbleiterschalter der Wandlermodule 18 in geeigneter Weise durch die Hardwaresteuerung 12 und die Steuereinrichtung 14 gesteuert. Durch ein geeignetes Schalten der Halbleiterschalter der Wandlermodule 18 kann der Mehrpegelenergiewandler 10 auf dieser Basis wechselspannungsseitig eine mehrstufige Spannung abbilden.

Da die Spannung der Wandlermodulkondensatoren variabel ist, ist es üblich, die elektrischen Spannungen sämtlicher Wandlermodulkondensatoren mittels einer jeweiligen, nicht dargestellten Spannungsmessschaltung eines jeden Wandlermoduls 18 zu messen und die Wandlermodule 18 der jeweiligen Wandlereinheit in Bezug auf ihre Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung zu sortieren. Auf Basis eines aktuellen Wandlereinheitsstromes, das heißt, ein Strom der durch eine Wandlereinheit vom Gleichspannungszwischenkreis 36 zur Wechselspannungsseite 38 strömt, wird dann ein geeignetes Schaltmuster für die Halbleiterschalter der Wandlermodule 18 für

das Einfügen ihrer jeweiligen Wandlermodulkondensatoren bestimmt, sodass ein stabiler Betrieb des Mehrpegelenergiewandlers 10 gewährleistet werden kann.

5 Zu diesem Zweck weist jedes Wandlermodul 18 die Spannungsmessschaltung zum Messen der elektrischen Spannung des Wandlermodulkondensators auf, wobei die Messschaltung eingerichtet ist, ein jeweiliges Messsignal zu erzeugen und bereitzustellen.

10 Sowohl das Sortieren als auch das Erzeugen der Pulsmuster wird von der Hardwaresteuerung 12 in dieser Ausgestaltung vorgenommen. Vorliegend ist die Hardwaresteuerung 12 als ASIC realisiert. Alternativ kann sie auch als FPGA realisiert
15 sein, beispielsweise um eine höhere Flexibilität erreichen zu können. Die eigentliche Regelung des Mehrpegelenergiewandlers 10 erfolgt durch die Steuereinrichtung 14. Diese wird meist mittels einer dezidierten Rechneinheit realisiert.

20 Da die zur FIG 1 beschriebene Steuerung des Mehrpegelenergiewandlers 10 im Wesentlichen nur die Gerätesicht betrachtet, ist sowohl die Anzahl der Wandlermodule 18 als auch die Anzahl möglicher Phasen einer Wechselspannung durch die Gerätesteuerung, die aus der Hardwaresteuerung 12 und der Steuereinrichtung 14 gebildet ist, beschränkt.
25

Mit der Ausgestaltung gemäß FIG 2 kann diese Beschränkung aufgehoben werden. Zu diesem Zweck sieht die Ausgestaltung gemäß FIG 2 vor, dass Wandlereinheiten 22 gebildet werden,
30 die die Reihenschaltung aus Wandlermodulen 18 - wie zur FIG 1 beschrieben - enthalten. Darüber hinaus enthält jede Wandlereinheit 22 - abweichend zum Mehrpegelenergiewandler 10 gemäß FIG 1 - einen eigenen Taktgeber 28, der sämtliche Steuersignale für sämtliche Halbleiterschalter der Wandlermodule
35 18 der jeweiligen Wandlereinheit 22 erzeugt. Ansonsten entspricht die Schaltungsstruktur bezüglich des Leistungsteils der Schaltungsstruktur wie sie bereits zur FIG 1 erläutert

wurde, weshalb ergänzend auf diese Ausführungen verwiesen wird.

Im weiteren Unterschied zur FIG 1 ist vorgesehen, dass die
5 Taktgeber 28 ihrerseits über einen nicht bezeichneten Systembus an eine Steuereinrichtung 24 angeschlossen sind. Zu diesem Zweck weist jede Wandlereinheit 22 einen mittels des Taktgebers 28 bereitgestellten Steueranschluss 26 auf.

10 Die Anzahl der Wandlermodule 18 pro Wandlereinheit 22 ist wieder eine gerade Anzahl, wobei nach der halben Anzahl der Wandlermodule 18 jeweils eine Reihenschaltung aus zwei Induktivitäten 30 zwischengeschaltet ist, die jeweils einen Mittelanschluss 32 bereitstellen, an den die Filtereinheit 40
15 angeschlossen ist. Diese Schaltung ist dem Grunde nach auch bei dem Mehrpegelenergiewandler 10 gemäß FIG 1 vorgesehen.

FIG 2 zeigt demnach einen Mehrpegelenergiewandler 20, der leistungsseitig eine Grundstruktur ähnlich dem der FIG 1 aufweist, wobei im Unterschied zur FIG 1 die Anzahl möglicher
20 Wandlereinheiten 22 in beliebiger Weise ergänzt oder reduziert werden kann. Dies wird im Wesentlichen dadurch erreicht, dass jede der Wandlereinheiten 22 ihren eigenen Taktgeber 28 aufweist. Der Taktgeber 28 kann ebenso wie die Hardwaresteuerung 12 durch ein ASIC oder ein FPGA gebildet sein.
25

Da bei der Ausgestaltung gemäß FIG 2 die Steuerung der einzelnen Phasen des Wechselspannungsnetzes 38 voneinander unabhängig ist, kann ebenfalls die Pulsmustererzeugung unabhängig
30 voneinander, das heißt, also phasen- oder armbezogen realisiert sein.

FIG 2 zeigt in dem Ausführungsbeispiel eine phasenbezogene Steuerung, indem eine jeweilige Wandlereinheit 22 einzeln angesteuert werden kann. Die Regelung des Mehrpegelenergiewandlers 20 erfolgt mittels der Steuereinrichtung 24. Die Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung 24 und der
35 Wandlereinheiten 22 erfolgt mittels eines internen Systembus-

ses. Aufgrund dessen kann eine geringe Datenrate realisiert werden, sodass der interne Systembus sogar drahtlos, beispielsweise mittels Infrarot oder Funk realisiert werden kann.

5

Der Vorteil der Ausgestaltung gemäß FIG 2 liegt in der Aufteilung der hardwarenahen Steuerung. Durch die hier mit der Erfindung vorgeschlagenen Aufteilung ergeben sich eine Reihe von Vorteilen. Einerseits entfällt die Phasenbegrenzung des Umrichters, sodass mit minimalem Aufwand mehr Phasenumrichter mit nahezu beliebiger Phasenanzahl realisiert werden können. Des Weiteren kann die Systemdynamik des Mehrpegelenergiewandlers 20 deutlich erhöht werden. Durch Entfall einer übergeordneten Steuerung kann sogar ein komplexeres Gesamtsystem, beispielsweise mehrere Mehrpegelenergiewandler innerhalb einer Zeitscheibe der Umrichterregelung geregelt werden. Darüber hinaus können alle systemrelevanten Daten vorteilhaft lokal vorhanden sein, wodurch sich ein Zeitvorteil hinsichtlich der Signalverarbeitung ergibt. Die Einsparung einer gesamten Kommunikations- sowie Steuerungsebene führt ferner zu einem Kostenvorteil in der Gesamtbetrachtung. Durch eine Reduktion der zur Systemregelung benötigten Daten kann, insbesondere bei einer drahtlosen Kommunikation, die Ansteuerung sogar räumlich ausgedehnt werden.

25

Die Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und sind für diese nicht beschränkend. Insbesondere können Merkmale in nahezu beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, und zu weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung zu gelangen.

30

Ferner können Vorrichtungsmerkmale auch als Verfahrensmerkmale und umgekehrt angegeben sein.

Patentansprüche

1. Getakteter Energiewandler (20) mit wenigstens zwei elektrisch miteinander gekoppelten Wandlereinheiten (22) sowie einer Steuereinrichtung (24) zum Steuern der Wandlereinheiten (22), wobei jede der Wandlereinheiten (22) einen Steuerungsanschluss (26) zum Anschließen an die Steuereinrichtung (24) aufweist und wobei jede der Wandlereinheiten (22) wenigstens ein Wandlermodul (18) mit einer Reihenschaltung aus zwei in Reihe geschalteten Halbleiterschaltern sowie einer Treiberschaltung zum Steuern aller Halbleiterschalter des wenigstens einen Wandlermoduls (18) in einem Schaltbetrieb aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Wandlereinheiten (22) einen an die Treiberschaltung des wenigstens einen Wandlermoduls (18) angeschlossenen Taktgeber (28) aufweist, der den Steuerungsanschluss (26) bereitstellt und der eingerichtet ist, Steuersignale für die Halbleiterschalter des wenigstens einen Wandlermoduls (18) der Wandlereinheit (22) zu erzeugen.
2. Getakteter Energiewandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlermodul (18) eine zu der Reihenschaltung parallelgeschaltete, zweite Reihenschaltung aus zwei weiteren in Reihe geschalteten Halbleiterschaltern aufweist, wobei der Taktgeber (28) eingerichtet ist, die Steuersignale für sämtliche Halbleiterschalter des Wandlermoduls (18) der jeweils zugeordneten Wandlereinheit (22) zu erzeugen.
3. Getakteter Energiewandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandlereinheiten (22) an einem gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis (36) des getakteten Energiewandlers (20) parallelgeschaltet angeschlossen sind.
4. Getakteter Energiewandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Wandlermodule (18) der Wandlereinheiten (22) einen zur Reihenschaltung der Halbleiterschalter parallelgeschalteten Wandlermodulkondensator aufweist.

5. Getakteter Energiewandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Wandlereinheiten (22) wenigstens zwei Wandlermodule (18) aufweist, die über wenigstens einen Mittelanschluss der Reihenschaltung der jeweiligen Wandlermodule (18) kaskadiert angeschlossen sind, wobei der Taktgeber (28) eingerichtet ist, die Steuersignale für sämtliche Halbleiterschalter der Wandlermodule (18) der jeweils zugeordneten Wandlereinheit (22) zu erzeugen.

10

6. Getakteter Energiewandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlermodul (18) eine Messschaltung zum Messen wenigstens einer elektrischen Größe in der Reihenschaltung der Halbleiterschalter aufweist, wobei die Messschaltung eingerichtet ist, ein Messsignal zu erzeugen und dem Taktgeber (28) bereitzustellen.

15

$\frac{1}{2}$

FIG 1

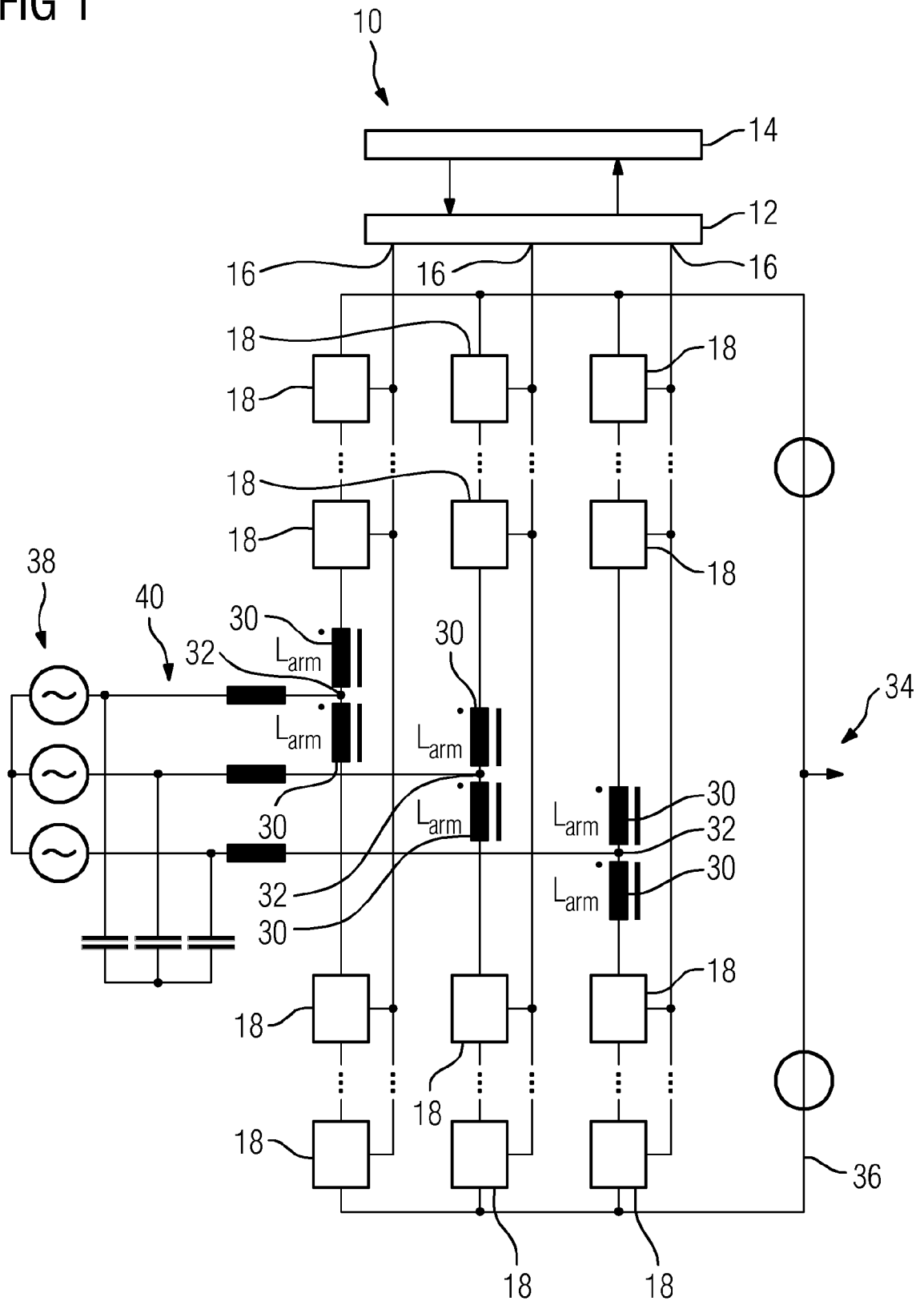
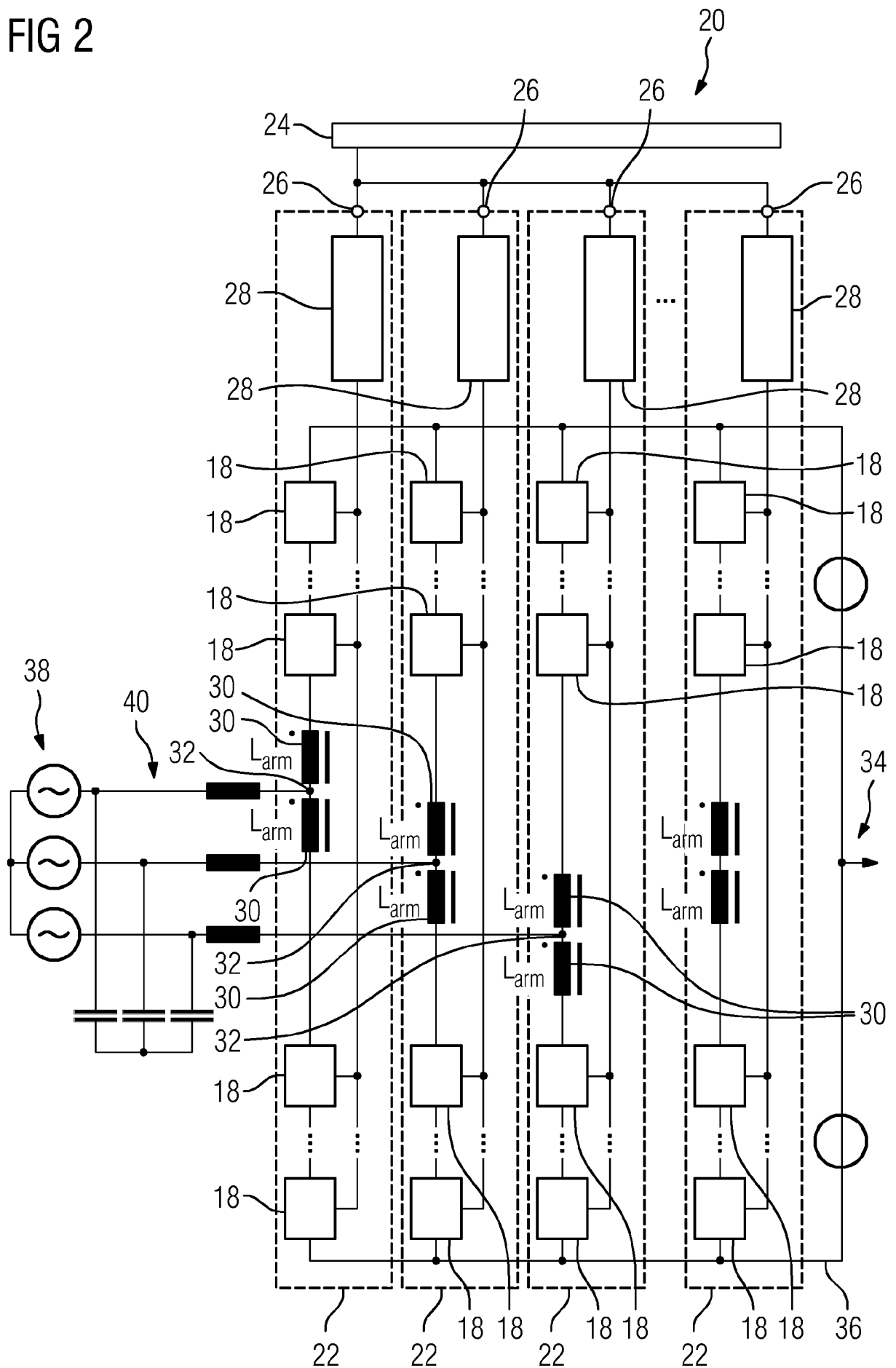


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/077937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M1/08 H02M7/483
ADD. H02M1/00

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)
H02M

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, PAJ, 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	CELANOVIC I ET AL: "A new distributed digital controller for the next generation of power electronics building blocks", APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2000.APEC 2000.FIFTEENTH ANNUAL IEEE, IEEE, vol. 2, 6 February 2000 (2000-02-06), pages 889-894, XP010371679, DOI: 10.1109/APEC.2000.822610 ISBN: 978-0-7803-5864-5 abstract; figures 1,3,5,8,9 Kapitel II A, B, II(2), A, B; page 891 - page 893	1,3,6
X	US 2013/148397 A1 (SCHROEDER STEFAN [DE] ET AL) 13 June 2013 (2013-06-13) figures 1, 2 paragraphs [0027], [0030] ----- -/-	1,2,4,6



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

29 January 2016

Date of mailing of the international search report

05/02/2016

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

Kail, Maximilian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/077937

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 506 415 A1 (HITACHI LTD [JP]) 3 October 2012 (2012-10-03) figures 1,2 -----	1,3-6
X	WO 2008/067785 A1 (SIEMENS AG [DE]; DOMMASCHK MIKE [DE]; DORN JOERG [DE]; EULER INGO [DE]) 12 June 2008 (2008-06-12) figures 1-6 page 10, line 14 - page 11, line 20 -----	1-6
X	EP 2 458 726 A1 (HITACHI LTD [JP]) 30 May 2012 (2012-05-30) figures 1-3 -----	1-4,6
X	US 2013/223115 A1 (TSUCHIYA MITSUYOSHI [JP] ET AL) 29 August 2013 (2013-08-29) figures 3,7a,7b paragraphs [0095] - [0102] -----	1-4,6
A	DE 10 2005 045957 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16 November 2006 (2006-11-16) figures 1-3 paragraphs [0005], [0007] - [0011] -----	1-6
X,P	WO 2015/117637 A1 (GREEN POWER TECHNOLOGIES S L [ES]) 13 August 2015 (2015-08-13) abstract; figures 1-15 -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/077937

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013148397 A1	13-06-2013	AU 2012347712 A1 CA 2857732 A1 CN 103988412 A EP 2789093 A2 JP 2015500624 A KR 20140099268 A US 2013148397 A1 WO 2013086247 A2	19-06-2014 13-06-2013 13-08-2014 15-10-2014 05-01-2015 11-08-2014 13-06-2013 13-06-2013
EP 2506415 A1	03-10-2012	CN 102630369 A EP 2506415 A1 JP 5470009 B2 JP 2011114920 A WO 2011065253 A1	08-08-2012 03-10-2012 16-04-2014 09-06-2011 03-06-2011
WO 2008067785 A1	12-06-2008	AT 523950 T CA 2671818 A1 CN 101553977 A DE 112006004200 A5 EP 2100367 A1 ES 2369291 T3 JP 5189105 B2 JP 2010512134 A US 2010118578 A1 WO 2008067785 A1	15-09-2011 12-06-2008 07-10-2009 05-11-2009 16-09-2009 29-11-2011 24-04-2013 15-04-2010 13-05-2010 12-06-2008
EP 2458726 A1	30-05-2012	CN 102474194 A EP 2458726 A1 JP 5449893 B2 JP 2011024393 A KR 20120029476 A US 2012113698 A1 WO 2011010575 A1	23-05-2012 30-05-2012 19-03-2014 03-02-2011 26-03-2012 10-05-2012 27-01-2011
US 2013223115 A1	29-08-2013	JP 5592236 B2 JP 2012100398 A US 2013223115 A1 WO 2012060250 A1	17-09-2014 24-05-2012 29-08-2013 10-05-2012
DE 102005045957 A1	16-11-2006	DE 102005045957 A1 WO 2007036379 A2	16-11-2006 05-04-2007
WO 2015117637 A1	13-08-2015	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02M1/08 H02M7/483

ADD. H02M1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02M

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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CELANOVIC I ET AL: "A new distributed digital controller for the next generation of power electronics building blocks", APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2000.APEC 2000.FIFTEENTH ANNUAL IEEE, IEEE, Bd. 2, 6. Februar 2000 (2000-02-06), Seiten 889-894, XP010371679, DOI: 10.1109/APEC.2000.822610 ISBN: 978-0-7803-5864-5 Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,5,8,9 Kapitel II A, B, II(2), A, B; Seite 891 - Seite 893 -----	1,3,6
X	US 2013/148397 A1 (SCHROEDER STEFAN [DE] ET AL) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Abbildungen 1, 2 Absätze [0027], [0030] ----- -/-	1,2,4,6



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

29. Januar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2016

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

Kail, Maximilian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 506 415 A1 (HITACHI LTD [JP]) 3. Oktober 2012 (2012-10-03) Abbildungen 1,2 -----	1,3-6
X	WO 2008/067785 A1 (SIEMENS AG [DE]; DOMMASCHK MIKE [DE]; DORN JOERG [DE]; EULER INGO [DE]) 12. Juni 2008 (2008-06-12) Abbildungen 1-6 Seite 10, Zeile 14 - Seite 11, Zeile 20 -----	1-6
X	EP 2 458 726 A1 (HITACHI LTD [JP]) 30. Mai 2012 (2012-05-30) Abbildungen 1-3 -----	1-4,6
X	US 2013/223115 A1 (TSUCHIYA MITSUYOSHI [JP] ET AL) 29. August 2013 (2013-08-29) Abbildungen 3,7a,7b Absätze [0095] - [0102] -----	1-4,6
A	DE 10 2005 045957 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16. November 2006 (2006-11-16) Abbildungen 1-3 Absätze [0005], [0007] - [0011] -----	1-6
X,P	WO 2015/117637 A1 (GREEN POWER TECHNOLOGIES S L [ES]) 13. August 2015 (2015-08-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1-15 -----	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/077937

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2013148397	A1	13-06-2013	AU	2012347712 A1	19-06-2014
			CA	2857732 A1	13-06-2013
			CN	103988412 A	13-08-2014
			EP	2789093 A2	15-10-2014
			JP	2015500624 A	05-01-2015
			KR	20140099268 A	11-08-2014
			US	2013148397 A1	13-06-2013
			WO	2013086247 A2	13-06-2013

EP 2506415	A1	03-10-2012	CN	102630369 A	08-08-2012
			EP	2506415 A1	03-10-2012
			JP	5470009 B2	16-04-2014
			JP	2011114920 A	09-06-2011
			WO	2011065253 A1	03-06-2011

WO 2008067785	A1	12-06-2008	AT	523950 T	15-09-2011
			CA	2671818 A1	12-06-2008
			CN	101553977 A	07-10-2009
			DE	112006004200 A5	05-11-2009
			EP	2100367 A1	16-09-2009
			ES	2369291 T3	29-11-2011
			JP	5189105 B2	24-04-2013
			JP	2010512134 A	15-04-2010
			US	2010118578 A1	13-05-2010
			WO	2008067785 A1	12-06-2008

EP 2458726	A1	30-05-2012	CN	102474194 A	23-05-2012
			EP	2458726 A1	30-05-2012
			JP	5449893 B2	19-03-2014
			JP	2011024393 A	03-02-2011
			KR	20120029476 A	26-03-2012
			US	2012113698 A1	10-05-2012
			WO	2011010575 A1	27-01-2011

US 2013223115	A1	29-08-2013	JP	5592236 B2	17-09-2014
			JP	2012100398 A	24-05-2012
			US	2013223115 A1	29-08-2013
			WO	2012060250 A1	10-05-2012

DE 102005045957	A1	16-11-2006	DE	102005045957 A1	16-11-2006
			WO	2007036379 A2	05-04-2007

WO 2015117637	A1	13-08-2015	KEINE		
