



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)

5 Beschreibung

Titel

Spannungswandler und elektrisches Antriebssystem mit einem
Spannungswandler

10

15

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Spannungswandler zur Konvertierung einer Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen Spannungswandler zur Konvertierung einer Eingangsgleichspannung, die an einem Eingang eines mit einem mehrphasigen Elektromotor gekoppelten Wechselrichters anliegt, in eine konstante Ausgangsgleichspannung. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein elektrisches Antriebssystem mit einem solchen Spannungswandler.

Stand der Technik

20

25

Die Druckschrift DE 10 2013 225 097 A1 offenbart ein Energiemanagementverfahren zum Betreiben eines elektrischen Bordnetzes eines Kraftfahrzeugs. Das elektrische Bordnetz des Kraftfahrzeugs umfasst dabei ein Hochvolt-Teilnetz und ein Niedervolt-Teilnetz, die über einen Gleichspannungswandler elektrisch miteinander gekoppelt sind. Wird in dem Niedervolt-Teilnetz ein Energiebedarf eines Verbrauchers detektiert, so wird der Gleichspannungswandler angesteuert, um in dem Niedervolt-Teilnetz elektrische Energie aus dem Hochvolt-Teilnetz bereitzustellen.

30

In Elektro- und Hybridfahrzeugen wird das Niederspannungs-Bordnetz (12 Volt-Bordnetz) über ein Hochvolt-Bordnetz mit Energie versorgt. Die Spannung im Hochvolt-Bordnetz liegt dabei in der Regel zwischen 250 und 450 Volt. Hierzu wird ein zusätzlicher Gleichspannungswandler benötigt, der die Spannung des Hochvolt-Bordnetzes herabsetzt, um die Komponenten des Niederspannungs-

Bordnetzes mit Energie zu versorgen. Aus Sicherheitsgründen muss dieser Gleichspannungswandler eine galvanische Trennung aufweisen.

Offenbarung der Erfindung

5

Die vorliegende Erfindung offenbart einen Spannungswandler zur Konvertierung einer Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein elektrisches Antriebssystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6.

10

Demgemäß ist vorgesehen:

15

20

25

30

35

Ein Spannungswandler zur Konvertierung einer Eingangsgleichspannung, die an einem Eingang eines mit einem mehrphasigen Elektromotor gekoppelten Wechselrichters anliegt, in eine Ausgangsgleichspannung. Der Spannungswandler umfasst eine Kondensatoranordnung, einen Transformator, eine Gleichrichteranordnung und einen Gleichspannungskonverter. Die Kondensatoranordnung umfasst einen ersten Kondensator und einen zweiten Kondensator. Ein Anschluss des ersten Kondensators ist mit einem ersten Anschluss des Eingangs des Wechselrichters verbunden. Ein weiterer Anschluss des ersten Kondensators ist an einem Knotenpunkt mit einem Anschluss des zweiten Kondensators verbunden. Ein weiterer Anschluss des zweiten Kondensators ist mit einem zweiten Anschluss des Eingangs des Wechselrichters verbunden. Der Transformator umfasst eine Primärseite und eine Sekundärseite. Gegebenenfalls kann der Transformator auch eine oder mehrere weitere Sekundärseiten umfassen. Ein Anschluss der Primärseite des Transformators ist mit dem Knotenpunkt der Kondensatoranordnung verbunden. Ein weiterer Anschluss der Primärseite des Transformators ist mit einem Sternpunkt des Elektromotors verbunden. Die Gleichrichteranordnung ist eingangsseitig mit der Sekundärseite des Transformators verbunden. Dabei ist die Gleichrichteranordnung dazu ausgelegt, eine an der Sekundärseite des Transformators anliegende Wechselspannung gleichzurichten und die gleichgerichtete Wechselspannung an einem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung bereitzustellen. Der Gleichspannungskonverter ist eingangsseitig mit dem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung

verbunden. Der Gleichspannungskonverter ist dazu ausgelegt, die an dem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung bereitgestellte Spannung in eine Gleichspannung mit einem vorbestimmten Spannungswert zu konvertieren.

5 Ferner ist vorgesehen:

Ein elektrisches Antriebssystem mit einem mehrphasigen Elektromotor mit einem Sternpunktanschluss; einem Wechselrichter, der mit dem mehrphasigen Elektromotor elektrisch gekoppelt ist, und einem erfindungsgemäßen Spannungswandler.

10

Vorteile der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zwischen einem Mittelabgriff eines zweigeteilten Zwischenkreiskondensators von einem Wechselrichter, der eine mehrphasige elektrische Maschine ansteuert und einem Sternpunkt der durch den Wechselrichter angesteuerten elektrischen Maschine beim Ansteuern der elektrischen Maschine eine Wechselspannung auftritt.

15

Es ist daher eine Idee der vorliegenden Erfindung, diese Wechselspannung als Eingangsspannung für einen Transformator zu nutzen. Auf diese Weise kann ein Wechselrichter, wie er bei konventionellen Gleichspannungswandlern erforderlicher ist, auf der Eingangsseite entfallen. Der erfindungsgemäße Spannungswandler kann hierdurch auf ohnehin bereits vorhandene Bauelemente der Leistungsstufe des Wechselrichters zurückgreifen. Diese Leistungsstufe umfasst Halbleiter, welche die erforderliche Spannungsfestigkeit aufweisen, eine entsprechende Ansteuereinheit sowie einen Zwischenkreiskondensator. Ferner umfasst die Leistungsstufe des Wechselrichters auch die für den Betrieb erforderlichen Filterbauelemente, wie sie für eine ausreichende elektromagnetische Verträglichkeit erforderlich sind.

20

25

30

Zwischen der Eingangsseite des erfindungsgemäßen Spannungswandlers und der Ausgangsseite kann dabei mittels des vorgesehenen Transformators eine galvanische Trennung erreicht werden. Auf diese Weise kann auch gesteigerten Sicherheitsanforderungen Rechnung getragen werden.

35

Für die Wahl der einzelnen Baugruppen, wie beispielsweise Gleichrichteranordnung oder Gleichspannungskonverter des erfindungsgemäßen Spannungswandlers besteht dabei eine sehr große Flexibilität. Somit kann der Spannungswandler an die jeweiligen individuellen Erfordernisse sehr gut angepasst werden. Die zwischen Sternpunkt der elektrischen Maschine und dem Mittelabgriff des Zwischenkreiskondensators auftretende Wechselspannung weist dabei keinen Gleichanteil auf, so dass Sättigungseffekte in dem angeschlossenen Transformator vermieden werden können.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Gleichspannungskonverter einen Inverswandler, einen Hochsetzsteller und/oder einen Tiefsetzsteller. Durch die Wahl eines geeigneten Spannungsstellers für den Gleichspannungskonverter kann dabei je nach Übertragungsverhältnis des Transformators die gewünschte Ausgangsspannung des Spannungswandlers erreicht werden. Liegt beispielsweise die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators stets oberhalb der gewünschten Ausgangsspannung des Spannungswandlers, so kann als Gleichspannungskonverter ein Tiefsetzsteller vorgesehen sein. Liegt die gleichgerichtete Spannung der Primärseite des Transformators stets unterhalb der gewünschten Ausgangsspannung des Spannungswandlers, so kann ein Hochsetzsteller vorgesehen sein. Kann die gleichgerichtete Spannung an der Primärseite des Transformators sowohl oberhalb, als auch unterhalb der gewünschten Ausgangsspannung des Spannungswandlers liegen, so ist ein kombinierter Hochsetz-Tiefsetzsteller bzw. ein Inverswandler oder ähnliches möglich. Weitere Topologien für eine geeignete Anpassung der gleichgerichteten Sekundärspannung des Transformators sind darüber hinaus ebenso möglich.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Gleichspannungskonverter eine Steuereinrichtung. Die Steuereinrichtung des Gleichspannungskonverters ist dazu ausgelegt, die durch den Spannungskonverter konvertierte Ausgangsspannung der Gleichrichteranordnung mittels des Gleichspannungskonverters auf einen vorbestimmten Spannungswert einzustellen. Auf diese Weise kann als Ausgangsspannung des Spannungswandlers stets eine Ausgangsspannung mit dem gewünschten Spannungswert bereitgestellt werden. Insbesondere kann je nach Topologie des

Gleichspannungskonverters zwischen Hochsetz- (Boost) oder Tiefsetz- (Buck) Betrieb gewählt werden. Die Steuereinrichtung des Gleichspannungskonverters kann dabei die für die Ansteuerung des Gleichspannungskonverters erforderlichen Steuersignale generieren. Insbesondere kann dabei mittels einer geeigneten Sensoreinrichtung am Ausgang des Gleichspannungskonverters die Ausgangsspannung erfasst und durch die Steuereinrichtung ausgewertet werden, um die vorbestimmte Ausgangsgleichspannung einzustellen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Gleichrichteranordnung des Spannungswandlers einen passiven Gleichrichter. Die Gleichrichteranordnung kann insbesondere eine Mehrzahl von Dioden zur Gleichrichtung der durch den Transformator bereitgestellten Sekundärspannung umfassen. Dabei sind je nach Anwendungsfall beliebige Topologien für eine passive Gleichrichtung der Sekundärspannung des Transformators möglich.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfasst die Gleichrichteranordnung eine aktive Gleichrichterschaltung. Insbesondere kann die Gleichrichteranordnung einen aktiven Synchrongleichrichter umfassen. Die Ansteuerung der Schaltelemente in einer solchen aktiven Gleichrichteranordnung kann dabei auf eine beliebige geeignete Weise erfolgen. Insbesondere kann die Ansteuerung der Gleichrichteranordnung basierend auf Messsignalen erfolgen, die innerhalb des Spannungswandlers erfasst worden sind. Dabei sind insbesondere Messsignale möglich, die zwischen der Sekundärseite des Transformators und der Ausgangsseite des Spannungswandlers erfasst worden sind. Darüber hinaus kann die Ansteuerung der Schaltelemente einer aktiven Gleichrichteranordnung auch basierend auf Steuersignalen des Wechselrichters erfolgen. Hierbei ist gegebenenfalls eine galvanische Trennung zwischen Wechselrichter und der aktiven Gleichrichteranordnung vorzusehen. Beispielsweise kann die galvanische Trennung mittels einer optischen Signalübertragung oder ähnlichem erfolgen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des elektrischen Antriebssystems sind Wechselrichter und Elektromotor in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Insbesondere sind Wechselrichter und Elektromotor dabei räumlich dicht

beieinander angeordnet. Auf diese Weise sind keine weiten Leitungswege erforderlich.

5 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Wechselrichter einen Multilevel-Inverter. Insbesondere kann der Wechselrichter einen Level-3-Inverter umfassen. Multilevel-Inverter verfügen über in Zwischenkreis über eine Kondensatoranordnung aus mehreren in Serie geschalteten Kondensatoren, so dass hier stetes ein Abgriff an einem Mittelpunkt der Kondensatoranordnung verfügbar ist. Aber auch Wechselrichter mit einer selbstgeführten
10 Drehstrombrückenschaltung (B6-Brücke) oder weitere Wechselrichterkonfigurationen sind möglich.

15 Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, soweit sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmalen der Erfindung. Insbesondere wird der Fachmann dabei auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu den jeweiligen Grundformen der Erfindung hinzufügen.

20 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

25 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems mit einem Spannungswandler gemäß einer Ausführungsform; und

30 Figur 2: eine schematische Darstellung einer Schaltungsanordnung für einen Spannungswandler in einem elektrischen Antriebssystem gemäß einer Ausführungsform.

Ausführungsformen der Erfindung

In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen, soweit nicht anders angegeben, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand einer selbstgeführten Drehstrombrückenschaltung beschrieben. Darüber hinaus sind jedoch auch beliebige geeignete weitere Wechselrichter, wie zum Beispiel sogenannte Multilevel-Inverter (3-Level-Inverter) möglich. Insbesondere verfügen Multilevel-Inverter bereits über einen Zwischenkreis mit geteilten Zwischenkreiskondensatoren, so dass hierbei ohnehin ein Mittelabgriff der Zwischenkreisanordnung verfügbar ist.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems mit einem Spannungswandler 1. Das Antriebssystem umfasst einen mehrphasigen Elektromotor 3, sowie einen Wechselrichter 2, der mit dem mehrphasigen Elektromotor 3 elektrisch gekoppelt ist. Der Elektromotor 3 umfasst dabei einen Sternpunktanschluss 3a, der an dem Elektromotor 3 nach außen geführt ist. Bei dem Elektromotor 3 kann es sich dabei um einen beliebigen Elektromotor mit Sternpunktanschluss 3a handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Elektromotor 3 um einen Motor zum Antrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges handeln. Die einzelnen Phasen des Elektromotors 3 werden dabei von dem Wechselrichter 2 mit entsprechenden Spannungspulsen beaufschlagt, um an dem Elektromotor 3 die gewünschte Drehzahl bzw. Traktion einzustellen.

An einem Eingang des Wechselrichters 2 wird hierzu von einer Gleichspannungsquelle 4 eine Gleichspannung bereitgestellt. Beispielsweise kann es sich bei der Gleichspannungsquelle 4 um eine Batterie bzw. einen Akkumulator, wie zum Beispiel eine Traktionsbatterie eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges, handeln. Beispielsweise kann die von der Gleichspannungsquelle 4 bereitgestellte Gleichspannung im Bereich zwischen 250 und 450 Volt liegen. Aber auch davon abweichende Gleichspannungen sind ebenso möglich. Am Eingang des Wechselrichters 2 ist zwischen dem Anschluss für die positive Eingangsspannung und dem Anschluss für die negative Eingangsspannung eine Kondensatoranordnung 10 des Spannungswandlers 1 angeordnet. Bei dieser Kondensatoranordnung 10 kann es sich beispielsweise

um einen Zwischenkreiskondensator des Wechselrichters 2 handeln. Darüber hinaus ist es jedoch ebenso möglich, zusätzlich zu einem in dem Wechselrichter 2 vorhandenen Zwischenkreiskondensator eine zusätzliche Kondensatoranordnung 10 vorzusehen. Beispielsweise kann diese zusätzliche Kondensatoranordnung 10 parallel zu dem Zwischenkreiskondensator des Wechselrichters angeordnet sein. Die Kondensatoranordnung 10 umfasst dabei zwei in Serie geschaltete Kondensatoren 11 und 12. Der erste Kondensator 10 ist dabei mit einem ersten Eingang des Wechselrichters 2 verbunden. Der andere Anschluss des ersten Kondensators 10 ist mit einem Knotenpunkt K verbunden. Dieser Knotenpunkt K ist ebenfalls mit einem Anschluss des zweiten Kondensators 12 verbunden. Der andere Anschluss des zweiten Kondensators 12 ist mit dem zweiten Eingangsanschluss des Wechselrichters 2 verbunden.

Der Spannungswandler 1 umfasst darüber hinaus einen Transformator 20, eine Gleichrichteranordnung 30 und einen Gleichspannungskonverter 40.

Der Transformator 20 umfasst eine Primärseite 21 und eine Sekundärseite 22. Ein Anschluss der Primärseite 21 des Transformators 20 ist mit dem Knotenpunkt K der Kondensatoranordnung 10 verbunden. Ein anderer Anschluss der Primärseite 21 des Transformators 20 ist mit dem Sternpunktanschluss 3a des Elektromotors 3 verbunden. Die Anschlüsse der Sekundärseite 22 des Transformators 20 sind mit den Eingangsanschlüssen der Gleichrichteranordnung 30 verbunden. Die Gleichrichteranordnung 30 richtet dabei die an der Sekundärseite 22 des Transformators 20 anliegende Wechselspannung gleich und stellt die gleichgerichtete Spannung an den Ausgangsanschlüssen der Gleichrichteranordnung 30 bereit. Als Gleichrichteranordnung 30 ist dabei jede geeignete aktive oder passive Gleichrichteranordnung möglich. Beispielsweise kann die Gleichrichteranordnung 30 eine passive Gleichrichteranordnung auf Basis von Halbleiterdioden umfassen. Darüber hinaus sind jedoch auch aktive Gleichrichterschaltungen, wie zum Beispiel eine aktive Synchrongleichrichtung möglich. Die zur Ansteuerung einer aktiven Gleichrichterschaltung erforderlichen Steuersignale können dabei basierend auf Messwerten, insbesondere basierend auf Messwerten innerhalb des Spannungswandlers 1 generiert werden. Hierzu können gegebenenfalls geeignete Sensoren (hier nicht dargestellt) Messwerte innerhalb des

Spannungswandlers, insbesondere im Bereich zwischen der Sekundärseite 22 des Transformators 20 und dem Ausgang des Spannungswandlers 1 erfassen. Basierend auf diesen erfassten Messwerten kann daraufhin eine geeignete Steuerschaltung der Gleichrichteranordnung 30 Steuersignale für eine aktive Gleichrichterschaltung der Gleichrichteranordnung 30 generieren. Ebenso ist es auch möglich, dass die Steuersignale für eine aktive Gleichrichterschaltung der Gleichrichteranordnung 30 basierend auf Steuersignalen des Wechselrichters 2 erzeugt werden. Hierzu kann es aus Sicherheitsgründen erforderlich sein, dass zwischen Wechselrichter 2 und Gleichrichteranordnung 30 eine galvanische Trennung erfolgt. Beispielsweise können hierzu die Steuersignale des Wechselrichters 2 über optische Signalwege zu der Gleichrichteranordnung 30 übertragen werden.

Wird als Gleichspannungsquelle 4 beispielsweise eine Batterie bzw. ein Akkumulator verwendet, so kann je nach Ladezustand die Ausgangsspannung der Spannungsquelle 4 variieren. In Abhängigkeit von der Ausgangsspannung der Spannungsquelle 4 sowie in Abhängigkeit der Ansteuerung des Elektromotors 3 kann dabei die Spannung an der Primärseite 21 des Transformators 20 variieren. Aufgrund des konstanten Übertragungsverhältnisses des Transformators 20 variiert somit auch die Spannung an der Sekundärseite 22 des Transformators 20 und weiterhin auch die gleichgerichtete Spannung am Ausgang der Gleichrichteranordnung 30. Um am Ausgang des Spannungswandlers 1 eine konstante Ausgangsgleichspannung bereitstellen zu können, ist daher in dem Spannungswandler 1 ein Gleichspannungskonverter 40 vorgesehen. Dieser Gleichspannungskonverter 40 passt dabei die von der Gleichrichteranordnung 30 gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators 20 auf eine konstante vorgegebene Ausgangsspannung an. Hierzu kann als Gleichspannungskonverter 40 ein beliebiger geeigneter Gleichspannungskonverter 40 vorgesehen sein. Insbesondere sind beispielsweise Hochsetzsteller, Tiefsetzsteller, kombinierte Hochsetz-Tiefsetzsteller bzw. Inverswandler oder ähnliches möglich. Liegt beispielsweise aufgrund des Übertragungsverhältnisses des Transformators 20 die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators 20 stets oberhalb der vorgegebenen Ausgangsspannung, die am Ausgang des Gleichspannungskonverters 40 bereitgestellt werden soll, so kann als

Gleichspannungskonverter 40 ein Tiefsetzsteller vorgesehen sein. Liegt die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators 20 stets unterhalb der vorgegebenen Soll-Ausgangsspannung des Spannungswandlers 1, so kann als Gleichspannungskonverter 40 beispielsweise ein Hochsetzsteller vorgesehen sein. Kann die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators 20 unterhalb oder oberhalb der geforderten Soll-Ausgangsspannung des Spannungswandlers 1 liegen, so kann als Gleichspannungskonverter 40 ein kombinierter Hochsetz-Tiefsetzsteller vorgesehen sein.

Die Wahl des Übersetzungsverhältnisses des Transformators 20 steht somit in engem Zusammenhang mit der Topologie des Gleichspannungskonverters 40. Wird ein Übersetzungsverhältnis des Transformators 20 gewählt, das zu einer gleichgerichteten Sekundärspannungen führt, welche unterhalb oder oberhalb der Soll-Ausgangsspannung des Spannungswandlers 1 liegen, so ist die maximale Spannungsänderung durch den Gleichspannungskonverter 40 relativ gering. Andererseits ist ein hierzu erforderlicher kombinierter Hoch-Tiefsetzsteller mit einer gegebenenfalls komplexeren Schaltungstopologie verbunden. Übersetzungsverhältnisse des Transformators 20, die nur einen einfachen Hochsetzsteller oder Tiefsetzsteller erfordern, können dagegen eine größere maximale Spannungsänderung durch den Gleichspannungskonverter 40 erforderlich machen.

Soll die Ausgangsgleichspannung des Spannungswandlers 1 beispielsweise ein Niederspannungs-Bordnetz eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges, versorgen, so liegt die Soll-Ausgangsgleichspannung im Bereich von ca. 13,2 Volt.

Wird als Eingangsspannung an dem Wechselrichter 2 beispielsweise eine Leerlaufspannung V_T angenommen, die um bis zu 20 % variieren kann, so ergibt sich für den Fall, dass als Gleichspannungskonverter 40 ein reiner Tiefsetzsteller eingesetzt werden soll, ein Übertragungsverhältnis von etwa $V_T/50$ für den Transformator, um eine gewünschte Ausgangsspannung im Bereich von 13,2 Volt für ein Niederspannungs-Bordnetz eines Fahrzeuges zu erzielen. Je nach zu erwartender Variation der Eingangsgleichspannung und eingesetzter Topologie

für den Gleichspannungskonverter 40 können darüber hinaus auch andere Übertragungsverhältnisse für den Transformator 20 gewählt werden.

Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung auch nicht auf Anwendungen für Elektro- oder Hybridfahrzeuge begrenzt. Vielmehr kann die vorliegende Erfindung mit einem erfindungsgemäßen Spannungswandler 1 auch für beliebige weitere Anwendungen eingesetzt werden, bei der eine von der Eingangsspannung galvanisch getrennte Ausgangsgleichspannung bereitgestellt werden soll.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Prinzipschaltbilds eines Spannungswandlers 1 in einem elektrischen Antriebssystem gemäß einer Ausführungsform. An der Eingangsseite des Wechselrichters 2 wird dabei von einer Batterie 4 eine Eingangsgleichspannung bereitgestellt. Der Wechselrichter 2 umfasst dabei in diesem Ausführungsbeispiel sechs Halbleiterschalt Elemente S1 bis S6, die von einer hier nicht dargestellten Steuereinrichtung mit Steuersignalen angesteuert werden können. Am Eingang des Wechselrichters 2 ist die Kondensatoranordnung 10 angeordnet. Die Kondensatoranordnung 10 stellt in diesem Ausführungsbeispiel auch gleichzeitig den Zwischenkreiskondensator des Wechselrichters 2 dar. Der erste Kondensator 11 ist dabei zwischen dem positiven Anschluss des Wechselrichters und dem Knotenpunkt K angeordnet. Der zweite Kondensator ist zwischen dem Knotenpunkt K und dem negativen Anschluss des Wechselrichters 2 angeordnet. Die drei Ausgänge des Wechselrichters 2 sind mit dem Elektromotor 3 gekoppelt. Die Primärseite 21 des Transformators 20 ist mit dem Sternpunkt 3a der elektrischen Maschine 3 sowie dem Knotenpunkt K der Kondensatoranordnung 10 elektrisch verbunden. Die Sekundärseite 22 des Transformators 20 speist die Gleichrichteranordnung 20. Die Gleichrichteranordnung 30 ist in diesem Fall als passive Gleichrichteranordnung mit den vier Dioden D1 bis D4 ausgeführt. Am Ausgang der Gleichrichteranordnung 30 ist zur Glättung der gleichgerichteten Sekundärspannung des Transformators 20 ein Kondensator C1 angeordnet. Die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators 20 wird daraufhin mittels einer Tiefsetzstellerschaltung 40 auf die gewünschte vorgegebene Ausgangsspannung eingestellt. Die Tiefsetzstellerschaltung des Gleichspannungskonverters 40 umfasst dabei das Schaltelement S7, die Diode

D5 sowie die Induktivität L1 und die Kapazität C2. Das Schaltelement S7 wird dabei mittels einer Steuereinrichtung 41 angesteuert. Hierzu kann beispielsweise am Ausgang des Gleichspannungskonverters 40 die Ausgangsspannung mittels eines Spannungsdetektors erfasst und der Steuereinrichtung 41 bereitgestellt werden. Die Steuereinrichtung 41 passt dabei basierend auf der erfassten Ausgangsspannung die Ansteuerung des Schaltelements S7 an.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung einen Spannungswandler zur Konvertierung einer Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung, wobei zwischen Eingang und Ausgang des Spannungswandlers eine galvanische Trennung erfolgt. Hierzu ist vorgesehen, eine Leistungsstufe eines vorhandenen Wechselrichters zu nutzen.

Eine Wechselspannung zwischen einem Zwischenkreiskondensator des Wechselrichters und einem Sternpunktanschluss eines an den Wechselrichter angeschlossenen Elektromotors wird in einen Transformator eingespeist und die gleichgerichtete Sekundärspannung des Transformators wird mittels eines Gleichspannungskonverters auf ein vorbestimmtes Spannungsniveau eingestellt. Derartige Spannungswandler können für beliebige elektrische Antriebssysteme, insbesondere für elektrische Antriebssysteme in Elektro- oder Hybridfahrzeugen eingesetzt werden. Hier kann beispielsweise ein Niederspannungsbordnetz von dem Hochspannungsbordnetz gespeist werden, wobei gleichzeitig eine galvanische Trennung zwischen Hochspannungs- und Niederspannungsbordnetz erfolgt.

5 Ansprüche

1. Spannungswandler (1) zur Konvertierung einer
Eingangsgleichspannung, die an einem Eingang eines mit einem
mehrphasigen Elektromotor (3) gekoppelten Wechselrichters (2) anliegt,
10 in eine Ausgangsgleichspannung, mit:

einer Kondensatoranordnung (10), mit einem ersten Kondensator (11)
und einem zweiten Kondensator (12), wobei ein Anschluss des ersten
Kondensators (11) mit einem ersten Anschluss eines Eingangs des
Wechselrichters (2) verbunden ist, ein weiterer Anschluss des ersten
15 Kondensators (11) an einem Knotenpunkt (K) mit einem Anschluss des
zweiten Kondensators (12) verbunden ist und ein weiterer Anschluss
des zweiten Kondensators (12) mit einem zweiten Anschluss des
Eingangs des Wechselrichters (2) verbunden ist;

einem Transformator (20), mit einer Primärseite (21) und einer
Sekundärseite (22), wobei ein Anschluss der Primärseite (21) mit dem
Knotenpunkt (K) der Kondensatoranordnung (10) verbunden ist und ein
weiterer Anschluss der Primärseite (21) mit einem Sternpunkt (3a) des
25 Elektromotors (3) verbunden ist;

einer Gleichrichteranordnung (30), die eingangsseitig mit der
Sekundärseite (21) des Transformators (20) verbunden ist, und die dazu
ausgelegt ist, eine an der Sekundärseite (22) des Transformators (20)
anliegende Wechselspannung gleichzurichten und die gleichgerichtete
30 Spannung an einem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung
(30) bereitzustellen;

einem Gleichspannungskonverter (40), der eingangsseitig mit dem
Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung (30) verbunden ist, und
35

der dazu ausgelegt ist, die an dem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung (30) bereitgestellte Spannung in eine Gleichspannung mit einem vorbestimmten Spannungswert zu konvertieren.

5

2. Spannungswandler (1) nach Anspruch 1, wobei der Gleichspannungskonverter (40) einen Inverswandler, einen Hochsetzsteller und/oder einen Tiefsetzsteller umfasst.

10

3. Spannungswandler (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Gleichspannungskonverter (40) eine Steuereinrichtung (41) umfasst, die dazu ausgelegt ist, an dem Ausgangsanschluss der Gleichrichteranordnung (30) den vorbestimmten Spannungswert einzustellen.

15

4. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Gleichrichteranordnung (30) einen passiven Gleichrichter umfasst.

20

5. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Gleichrichteranordnung (30) einen aktiven Synchrongleichrichter umfasst.

6. Elektrisches Antriebssystem, mit:

25

einem mehrphasigen Elektromotor (3) mit einem Sternpunkt-Anschluss (3a);

einem Wechselrichter (2), der mit dem mehrphasigen Elektromotor (3) elektrisch gekoppelt ist; und

30

einem Spannungswandler (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

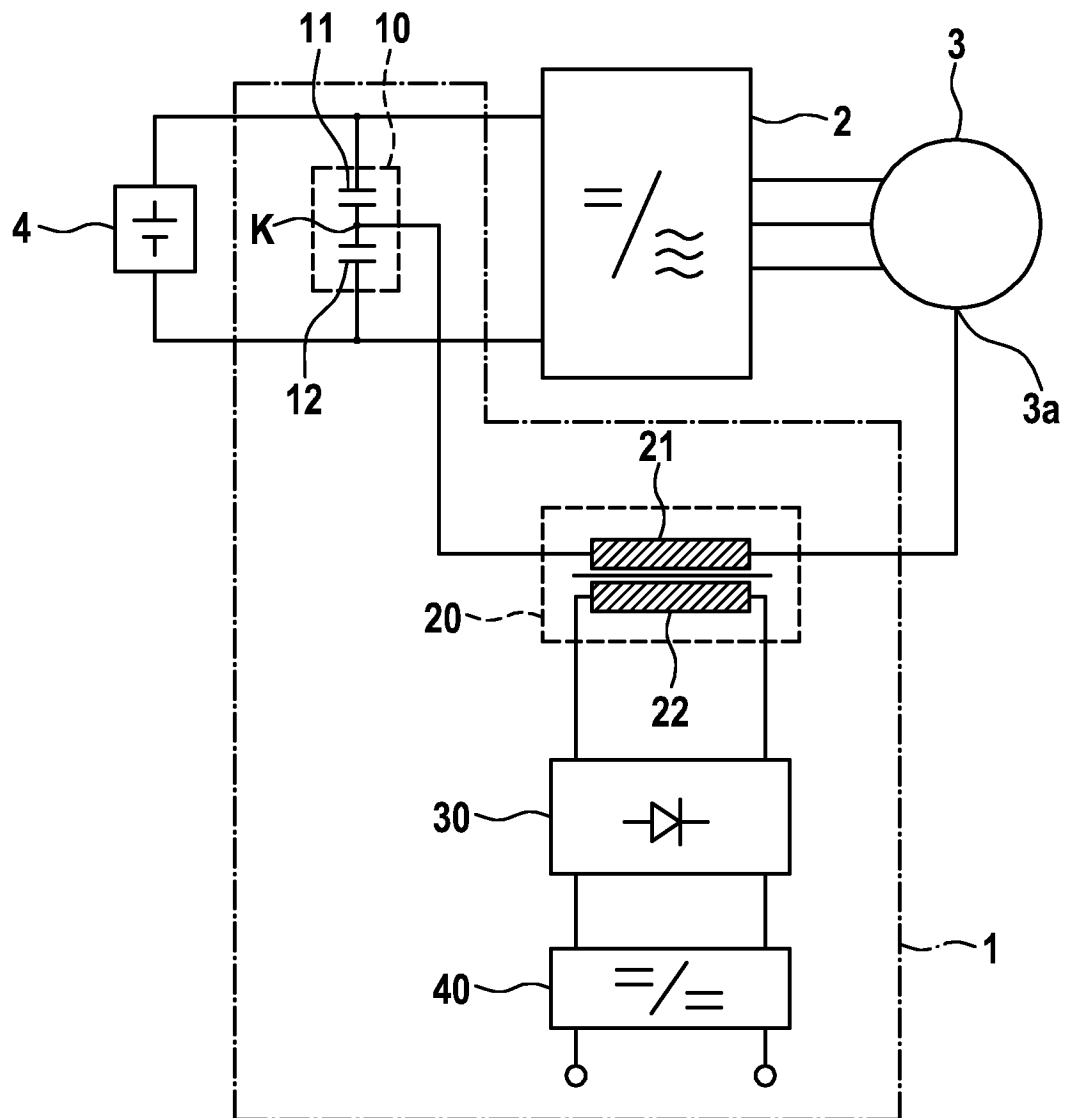
7. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 6, wobei der Wechselrichter (2) und der Elektromotor (3) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

35

8. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 6, wobei der Wechselrichter (2) einen Multilevel-Inverter umfasst.

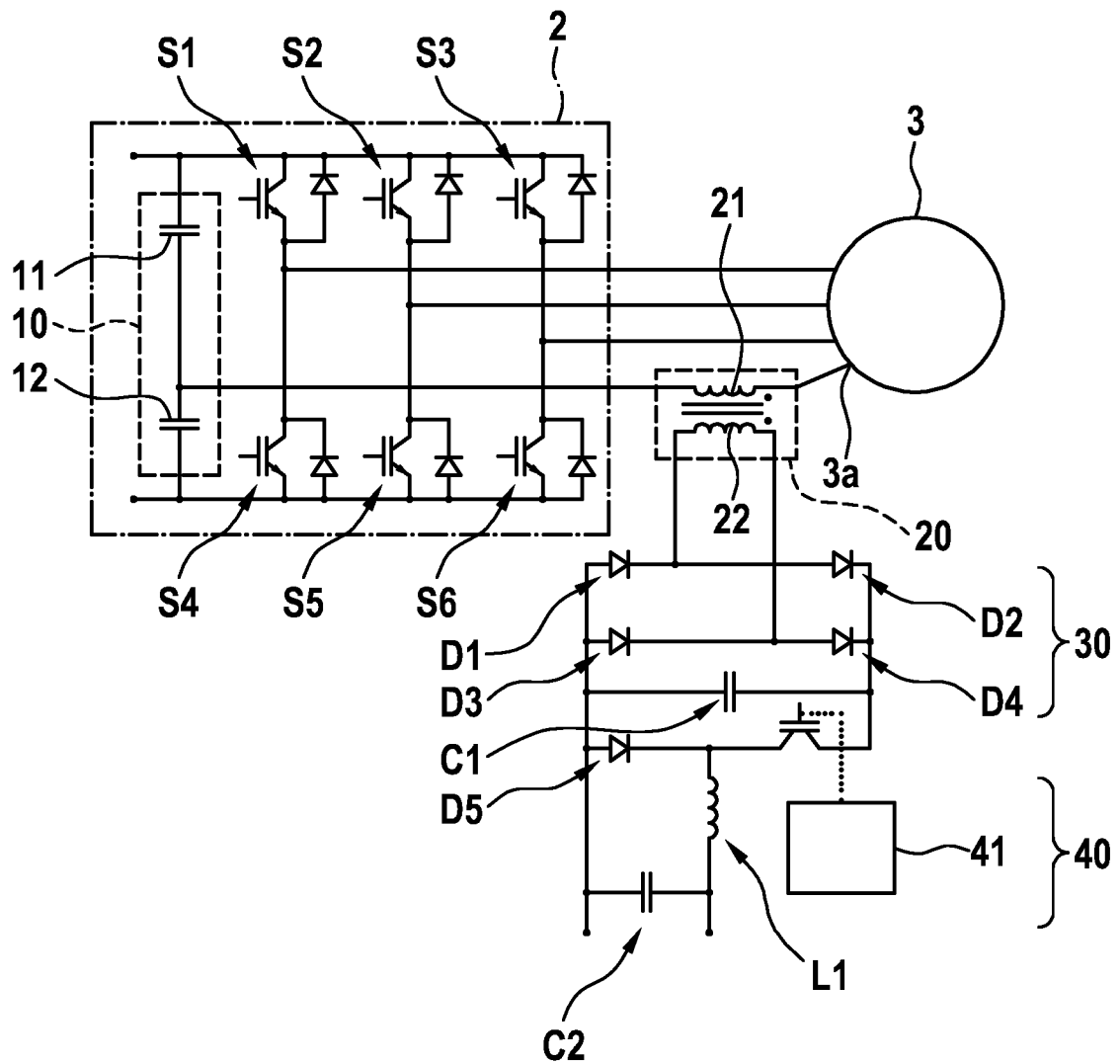
1 / 2

Fig. 1



2 / 2

Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/050368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60L11/18 H02M7/483
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)
B60L H02M H02J H02P

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/048605 A1 (FRANKE TORSTEN [DE]) 28 February 2008 (2008-02-28)	1,6
Y	paragraphs [0010], [0042]; figures 9,10 -----	2-5,7,8
X	EP 1 246 353 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 2 October 2002 (2002-10-02)	1,6
Y	paragraph [0050]; figure 6A -----	2-5,7,8
X	US 2002/191423 A1 (ODACHI YASU HARU [JP] ET AL) 19 December 2002 (2002-12-19)	1,6
Y	figures 1,2 -----	2-5,7,8
X	US 2009/185405 A1 (MASUKAWA SHIGEO [JP]) 23 July 2009 (2009-07-23)	1,6
Y	figure 1 -----	2-5,7,8
	----- -/-	



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

6 March 2017

Date of mailing of the international search report

17/03/2017

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

Kanelis, Konstantin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/050368

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/214826 A1 (ZHU LIZHI [US] ET AL) 20 November 2003 (2003-11-20) paragraphs [0020], [0022]; figures 2-5 -----	2-5,7,8
Y	EP 2 733 837 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 21 May 2014 (2014-05-21) paragraph [0045]; figures 1,2 -----	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/050368

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008048605	A1	28-02-2008	DE 102005015658 A1 11-01-2007
		EP 1866540 A1 19-12-2007	
		US 2008048605 A1 28-02-2008	
		WO 2006105840 A1 12-10-2006	
EP 1246353	A2	02-10-2002	CN 1379538 A 13-11-2002
		DE 60200900 D1 16-09-2004	
		DE 60200900 T2 01-09-2005	
		EP 1246353 A2 02-10-2002	
		JP 4003409 B2 07-11-2007	
		JP 2002359978 A 13-12-2002	
		KR 20020077151 A 11-10-2002	
		US 2002141216 A1 03-10-2002	
US 2002191423	A1	19-12-2002	DE 10226101 A1 06-02-2003
		JP 3899850 B2 28-03-2007	
		JP 2002369545 A 20-12-2002	
		US 2002191423 A1 19-12-2002	
US 2009185405	A1	23-07-2009	JP 5072097 B2 14-11-2012
		JP 2009171807 A 30-07-2009	
		US 2009185405 A1 23-07-2009	
US 2003214826	A1	20-11-2003	NONE
EP 2733837	A1	21-05-2014	AU 2013346893 A1 28-05-2015
		CN 104782034 A 15-07-2015	
		EP 2733837 A1 21-05-2014	
		US 2015249400 A1 03-09-2015	
		WO 2014076138 A1 22-05-2014	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60L11/18 H02M7/483
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60L H02M H02J H02P

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/048605 A1 (FRANKE TORSTEN [DE]) 28. Februar 2008 (2008-02-28)	1,6
Y	Absätze [0010], [0042]; Abbildungen 9,10 -----	2-5,7,8
X	EP 1 246 353 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 2. Oktober 2002 (2002-10-02)	1,6
Y	Absatz [0050]; Abbildung 6A -----	2-5,7,8
X	US 2002/191423 A1 (ODACHI YASU HARU [JP] ET AL) 19. Dezember 2002 (2002-12-19)	1,6
Y	Abbildungen 1,2 -----	2-5,7,8
X	US 2009/185405 A1 (MASUKAWA SHIGEO [JP]) 23. Juli 2009 (2009-07-23)	1,6
Y	Abbildung 1 -----	2-5,7,8
	-/-	

☒ 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

6. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/03/2017

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

Kanelis, Konstantin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/214826 A1 (ZHU LIZHI [US] ET AL) 20. November 2003 (2003-11-20) Absätze [0020], [0022]; Abbildungen 2-5 -----	2-5,7,8
Y	EP 2 733 837 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 21. Mai 2014 (2014-05-21) Absatz [0045]; Abbildungen 1,2 -----	8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/050368

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008048605	A1	28-02-2008	DE 102005015658 A1	11-01-2007
			EP 1866540 A1	19-12-2007
			US 2008048605 A1	28-02-2008
			WO 2006105840 A1	12-10-2006

EP 1246353	A2	02-10-2002	CN 1379538 A	13-11-2002
			DE 60200900 D1	16-09-2004
			DE 60200900 T2	01-09-2005
			EP 1246353 A2	02-10-2002
			JP 4003409 B2	07-11-2007
			JP 2002359978 A	13-12-2002
			KR 20020077151 A	11-10-2002
			US 2002141216 A1	03-10-2002

US 2002191423	A1	19-12-2002	DE 10226101 A1	06-02-2003
			JP 3899850 B2	28-03-2007
			JP 2002369545 A	20-12-2002
			US 2002191423 A1	19-12-2002

US 2009185405	A1	23-07-2009	JP 5072097 B2	14-11-2012
			JP 2009171807 A	30-07-2009
			US 2009185405 A1	23-07-2009

US 2003214826	A1	20-11-2003	KEINE	

EP 2733837	A1	21-05-2014	AU 2013346893 A1	28-05-2015
			CN 104782034 A	15-07-2015
			EP 2733837 A1	21-05-2014
			US 2015249400 A1	03-09-2015
			WO 2014076138 A1	22-05-2014
