

(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
25. November 2021 (25.11.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/233611 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 27/06 (2006.01) H02P 29/60 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/059638

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. April 2021 (14.04.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20175742.4 20. Mai 2020 (20.05.2020) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

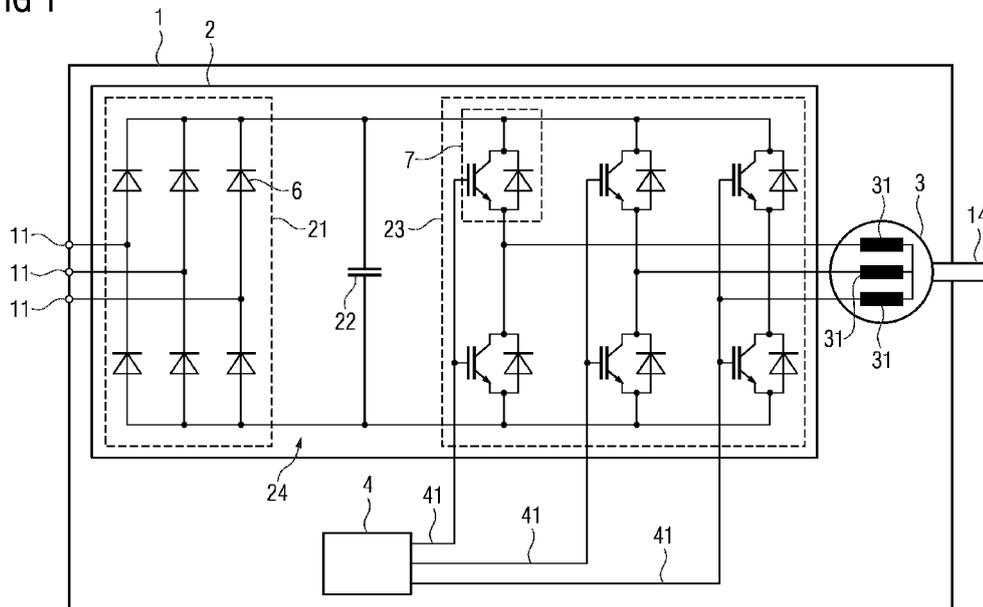
(72) Erfinder: **KUHN, Harald**; Schlüsselwiesenweg 74, 90482 Nürnberg (DE). **KÖLLENSPERGER, Peter**; Hermann-Kesten-Ring 62, 90425 Nürnberg (DE). **TISCHMACHER, Hans**; Königsberger Str. 9, 91207 Lauf (DE). **TSOULIDIS, Savvas**; Kaepfelstrasse 15, 90491 Nürnberg (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: MULTI-SYSTEM MOTOR FOR CONNECTION TO AN AC VOLTAGE OR DC VOLTAGE GRID

(54) Bezeichnung: MEHRSYSTEMMOTOR FÜR DIE VERBINDUNG MIT EINEM WECHSELSPANNUNGS- ODER GLEICHSPANNUNGSNETZ

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a multi-system motor (1) for operation from an AC voltage grid or a DC voltage grid. In order to improve operation from any desired energy supply grid (8), it is proposed that the multi-system motor (1) has a semiconductor unit (2) and an AC motor (3), wherein the semiconductor unit (2) and the AC motor (3) form a structural unit and at least partially have an identical coolant flow flowing through them, wherein the semiconductor unit has a rectification circuit (21), an intermediate circuit capacitor (22) and an inverter circuit (23), wherein a DC voltage side of the rectification circuit (21), a DC voltage side of the inverter circuit (23) and the intermediate circuit capacitor (22) are connected to one another and form a DC link (24), wherein connections of the rectification circuit (21) on the AC voltage side form connections (11) of the multi-system motor (1), wherein connections of



WO 2021/233611 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)

the inverter circuit (23) on the AC voltage side are connected to windings of the AC motor (3), wherein the connections (11) of the multi-system motor (1) can be operated from an AC voltage grid and from a DC voltage grid, wherein the connections (11) of the multi-system motor (1) are configured for connection to a DC voltage grid (81) or to an AC voltage grid (82). The invention further relates to a method for operating such a multi-system motor (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Mehrsystemmotor (1) zum Betreiben an einem Wechselspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz. Zur Verbesserung des Betriebs an einem beliebigen Energieversorgungsnetz (8) wird vorgeschlagen, dass der Mehrsystemmotor (1) eine Halbleitereinheit (2) und einen Wechselstrommotor (3) aufweist, wobei die Halbleitereinheit (2) und der Wechselstrommotor (3) eine bauliche Einheit bilden und zumindest teilweise von einem gleichen Kühlmittelstrom durchflossen werden, wobei die Halbleitereinheit eine Gleichrichterschaltung (21), einen Zwischenkreiskondensator (22) und eine Wechselrichterschaltung (23) aufweist, wobei eine Gleichspannungsseite der Gleichrichterschaltung (21), eine Gleichspannungsseite der Wechselrichterschaltung (23) und der Zwischenkreiskondensator (22) miteinander verbunden sind und einen Gleichspannungszwischenkreis (24) bilden, wobei wechselspannungsseitige Anschlüsse der Gleichrichterschaltung (21) Anschlüsse (11) des Mehrsystemmotors (1) bilden, wobei wechselspannungsseitige Anschlüsse der Wechselrichterschaltung (23) mit Wicklungen des Wechselstrommotors (3) verbunden sind, wobei die Anschlüsse (11) des Mehrsystemmotors (1) an einem Wechselspannungsnetz und an einem Gleichspannungsnetz betreibbar sind, wobei die Anschlüsse (11) des Mehrsystemmotors (1) für die Verbindung mit einem Gleichspannungsnetz (81) oder mit einem Wechselspannungsnetz (82) eingerichtet sind. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Mehrsystemmotors (1).

Beschreibung

Mehrsystemmotor für die Verbindung mit einem Wechselspannungs- oder Gleichspannungsnetz

5

Die Erfindung betrifft einen Mehrsystemmotor zum Verbinden mit einem Wechselspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Mehrsystemmotors.

10

Prinzipiell können Motoren in Gleichstrom- (DC) und Wechselstrom (AC)-Motoren (z.B. Synchron- / Asynchronmotoren) unterschieden werden. In der Vergangenheit, zu Beginn der Automatisierung, wurden wegen des technologischen Fortschritts und gleichzeitig mangelnder Kenntnis und Verfügbarkeit von schaltenden Halbleitern Gleichstrommotoren weit verbreitet eingesetzt. Der Gleichstrommotor war zusätzlich wegen der einfachen Regelbarkeit der bevorzugte Motor des letzten Jahrhunderts. Microcontroller zur aufwändigen Regelung, beispielsweise mit Verfahren zur Achsentransformation, waren erst zum Ende des letzten Jahrhunderts marktreif entwickelt und für den Einsatz verfügbar. Diese Regelbarkeit wurde durch den komplizierten Aufbau, beispielsweise einer mechanischen d,q-Transformation, erkauft. Aufgrund des heutigen Standes der Technik in Bezug auf Halbleiter, Umrichter, Rechenleistung von Microcontroller werden heutzutage auch aufgrund der besseren Regelbarkeit, Robustheit gegen Verschmutzung und Kostenvorteilen Wechselstrommotoren eingesetzt. Sie gelten derzeit als wirtschaftlicher. In Vorfeld-Untersuchungen wird aktuell der Einsatz von Wechselstrommotoren in Gleichspannungsnetzen bei größeren, lokalen Industrieanlagen untersucht. Es wird also erwartet, dass in Zukunft Antriebslösungen vom Markt gefordert werden, die sowohl in Wechselspannungsnetzen als auch in Gleichspannungsnetzen betrieben werden können. Ein Gleichspannungsnetz wird oftmals auch als DC-Netz, ein Wechselspannungsnetz als AC-Netz bezeichnet.

35

Derzeit werden oftmals Motoren in Kombination mit Stromrichtern eingesetzt, die auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst sind. Die unterschiedlichen Motortypen werden dabei von separaten leistungselektronischen Energiewandlern mit elektrischer Energie versorgt. Derzeit sind Energieübertragungsnetze und Energieverteilungsnetz meist von der Quelle bis zum Verbraucher, wie beispielsweise einem Antriebssystem, in Wechselspannung ausgeführt ist. Erst innerhalb des Antriebssystems wird durch einen Gleichrichter, dessen Schaltung auch als Gleichrichterschaltung bezeichnet wird, die Wechselspannung in eine Gleichspannung gleichgerichtet, um durch den Wechselrichter den drehzahlvariablen, geregelten Antrieb zu ermöglichen. An der flächendeckenden Energieübertragung mit Wechselspannung wird sich zunächst großflächig nichts ändern, jedoch wird aktuell diskutiert und erprobt, in Industriegebieten oder Bauwerken, Gleichspannungsnetze zu errichten. Mit diesen können dann ebenfalls beispielsweise elektrische Antriebe versorgt werden. Auf eine entsprechende Gleichrichtung kann dann verzichtet werden. Auf diese Weise können Kosten für die dezentralen Gleichrichter im elektrischen Antrieb gespart werden. Gleichzeitig können weiterhin die etablierten Wechselstrommotoren eingesetzt werden. Folgende Kombinationen kommen heute bereits zur Anwendung:

25 AC-Motor an AC-Netz mit Drehzahlvariation:
AC Motor mit AC-AC-Frequenzumrichter

AC-Motor an DC-Netz mit Drehzahlvariation:
AC Motor mit DC-AC-Frequenzumrichter

30 DC-Motor an DC-Netz mit Drehzahlvariation:
DC Motor mit DC-DC-Steller

DC-Motor an AC-Netz mit Drehzahlvariation:
35 DC Motor mit AC-DC-Steller

Darüber hinaus erfolgt zumeist auch eine Anpassung der Umrichter/Steller auf die Anforderungen des Antriebs bzw. des

Motors, so dass sich eine Vielzahl an möglichen Kombinationen ergibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Motor hinsichtlich seines Betriebs an Wechselspannungsnetzen und Gleichspannungsnetzen zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch einen Mehrsystemmotor, insbesondere zum Verbinden mit einem Wechselspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz, aufweisend eine Halbleitereinheit und einen Wechselstrommotor gelöst, wobei die Halbleitereinheit und der Wechselstrommotor eine bauliche Einheit bilden und zumindest teilweise von einem gleichen Kühlmittelstrom durchflossen werden, wobei die Halbleitereinheit eine Gleichrichterschaltung, einen Zwischenkreiskondensator und eine Wechselrichterschaltung aufweist, wobei eine Gleichspannungsseite der Gleichrichterschaltung, eine Gleichspannungsseite der Wechselrichterschaltung und der Zwischenkreiskondensator miteinander verbunden sind und einen Gleichspannungszwischenkreis bilden, wobei wechselspannungsseitige Anschlüsse der Gleichrichterschaltung Anschlüsse des Mehrsystemmotors bilden, wobei wechselspannungsseitige Anschlüsse der Wechselrichterschaltung mit mindestens einer Wicklung des Wechselstrommotors verbunden sind, wobei die Anschlüsse des Mehrsystemmotors an einem Wechselspannungsnetz und an einem Gleichspannungsnetz betreibbar sind, wobei die Anschlüsse des Mehrsystemmotors für die Verbindung mit einem Gleichspannungsnetz oder mit einem Wechselspannungsnetz eingerichtet sind. Ferner wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Mehrsystemmotors gelöst, wobei der Mehrsystemmotor mit einem Wechselspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz verbunden ist, wobei im Falle eines Wechselspannungsnetzes eine an den Anschlüssen anliegende Wechselspannung in eine Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis gleichgerichtet wird und im Falle eines Gleichspannungsnetzes eine an den Anschlüssen oder an den weiteren Anschlüssen anliegende Gleichspannung in eine Gleichspannung in den Gleichspannungszwischenkreis übertragen wird, wobei aus der Gleichspannung im Gleichspannungs-

zwischenkreis mittels der Wechselrichterschaltung eine Spannung an den wechselfspannungsseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung erzeugt wird.

- 5 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Der Erfindung liegt unter anderem die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Variantenvielfalt für Motoren und Umrichter
10 dadurch reduzieren lässt, dass anstelle von Wechselstrommotoren oder Gleichspannungsmotoren Mehrsystemmotoren zum Einsatz kommen. Diese Mehrsystemmotoren weisen in ihrer baulichen Einheit neben einem Wechselstrommotor eine Halbleitereinheit
15 auf. In dieser baulichen Einheit werden die Komponenten Halbleitereinheit und Wechselstrommotor zumindest teilweise vom gleichen Kühlmittelstrom durchflossen. Damit ist es möglich, den Mehrsystemmotor derart kompakt zu bauen, dass er hinsichtlich seiner Baugröße einem Motor für den Betrieb an einer Gleichspannung, also einem Gleichstrommotor, und für den
20 Betrieb an einer Wechselspannung, also einem Wechselstrommotor, entspricht oder zumindest nur unwesentlich größer, beispielsweise ca. 10% mehr Bauvolumen, ist. Dabei ist der Mehrsystemmotor dazu geeignet, an einem Gleichspannungsnetz und an einem Wechselspannungsnetz betrieben zu werden, ohne dass
25 bauliche Veränderungen an dem Motor vorgenommen werden müssen, wobei die Anschlüsse entweder mit einem Gleichspannungsnetz oder einem Wechselspannungsnetz verbunden sind oder zur Verbindung eingerichtet sind.

30 Der Betrieb des vorgeschlagenen Mehrsystemmotors ist dabei ohne bauliche Veränderungen sowohl an einem Gleichspannungsnetz, auch als DC-Netz bezeichnet, als auch an einem Wechselspannungsnetz, auch als AC-Netz bezeichnet, möglich. Der Mehrsystemmotor ist also einfach mit seinen Anschlüssen mit
35 einem Wechselspannungsnetz und einem Gleichspannungsnetz verbindbar bzw. betreibbar, kann jedoch nicht gleichzeitig mit beiden Netzen verbunden werden, sofern er keine weiteren Anschlüsse aufweist. Mit anderen Worten sind die Anschlüsse des

Mehrsystemmotors mit einem Wechselspannungsnetz oder alternativ mit einem Gleichspannungsnetz verbindbar, wobei der Mehrsystemmotor sowohl für einen Betrieb mit einer Wechselspannung als auch mit einer Gleichspannung eingerichtet ist.

5

Der vorgeschlagene Mehrsystemmotor umfasst dabei, anders als ein Wechselstrommotor oder ein Gleichstrommotor, die Halbleitereinheit.

10 Der Begriff des Wechselspannungsnetzes umfasst dabei sowohl ein einphasiges Wechselspannungsnetz als auch ein mehrphasiges Wechselspannungsnetz, wie beispielsweise ein dreiphasiges Drehspannungs- oder Drehstromnetz.

15 Durch den Aufbau des kompakten Mehrsystemmotors kann dieser an einem Wechselspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz eingesetzt werden. Die Gleichrichterschaltung der Halbleitereinheit wandelt dabei eine an den Anschlüssen des Mehrsystemmotors anliegende Wechselspannung in eine Gleichspannung im
20 Zwischenkreis, d.h. am Zwischenkreiskondensator, um. Liegt jedoch an den Anschlüssen des Mehrsystemmotors eine Gleichspannung an, so wird diese ebenfalls mit Hilfe der Gleichrichterschaltung verpolungssicher an den Zwischenkreiskondensator übertragen. Verpolungssicher bedeutet in diesem Zusammenhang,
25 dass unabhängige von der Polarität der Spannung diese immer in eine Spannung mit gleicher Polarität am Zwischenkreiskondensator umgewandelt wird. Beschädigungen aufgrund einer vertauschten Verbindung der Potentiale des Gleichspannungsnetzes sind mit diesem Mehrsystemmotor zuverlässig ausgeschlossen.
30

Dabei kann mit Hilfe einer steuerbaren Gleichrichterschaltung die Spannung am Zwischenkreiskondensator geregelt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Gleichrichterschaltung schaltbare Leistungshalbleiter wie Thyristoren oder
35 Transistoren aufweist. Auch die Gruppe der abschaltbaren Halbleiter, wie beispielsweise IGBT, MOSFET, usw., bildet eine Teilmenge der schaltbaren Halbleiter. Schaltbare Halbleiter

ter sind durch einen Steuerbefehl einschaltbar, während abschaltbare Halbleiter sowohl einschaltbar als auch abschaltbar sind. Mit einer geregelten und damit vorgebbaren Zwischenkreisspannung am Zwischenkreiskondensator kann das Betriebsverhalten von Wechselrichterschaltung, Wechselstrommotor optimiert werden. Die Optimierung kann dabei beispielsweise im Hinblick auf Verluste oder Geräusche des Mehrsystemmotors erfolgen, indem der Aussteuergrad aufgrund der variablen Zwischenkreisspannung frei gewählt werden kann.

10

Alternativ oder ergänzend ist es möglich, eine ungesteuerte Gleichrichterschaltung für die Umwandlung der Wechselspannung in die Gleichspannung bzw. für den Verpolungsschutz der DC Netzanschlussverbindung zu verwenden. Mit der ungesteuerten Gleichrichterschaltung ist die Steuerung des Mehrsystemmotors deutlich weniger komplex, einfacher aufgebaut und damit günstiger herstellbar. Zumindest im Nominalbetrieb, d.h. innerhalb des festgelegten Eingangsspannungsbereichs, ist ein Betrieb mit einer ungesteuerten Gleichrichterschaltung einschränkungsfrei an den Betrieb des Mehrsystemmotors möglich.

15

Vom Gleichspannungszwischenkreis erfolgt durch die Wechselrichterschaltung die Umwandlung der Spannung bzw. Ströme des Zwischenkreises in Wechselgrößen, die für den Betrieb des Wechselstrommotors notwendig sind. Insbesondere die Frequenz und die Amplitude der wechsellspannungsseitigen Anschlüsse der Wechselrichterschaltung können durch die Regelung vorgegeben und beeinflusst werden.

20

Für den Wechselstrommotor ist es dann unerheblich, ob er an einem Gleichspannungsnetz oder einem Wechselspannungsnetz betrieben wird. Er ist universell an allen Netzen, d.h. an Gleichspannungsnetzen und Wechselspannungsnetzen einsetzbar. Somit kann ein sich immer größer werdender Markt für die Versorgung mit Gleichspannung mit einem Standardmotor abgedeckt werden, ohne eine Anpassung auf die physikalischen Eigenschaften des Netzes vornehmen zu müssen. Die Mehrsystemmotoren können in hoher Stückzahl unabhängig vom Einsatzort und

25

30

35

den Einsatzbedingungen produziert werden. Damit kann ein Kostenvorteil gegenüber der Konkurrenz erzielt werden.

Das hat darüber hinaus zusätzlich den Vorteil, mit dem Mehrsystemmotor auch DC-Retrofit-Geschäft bedienen zu können, bei dem DC-Motoren, die das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben oder diesem näher kommen, durch zuverlässige, in hoher Stückzahl produzierter Mehrsystemmotoren ersetzt werden können. Eine Entwicklung einer Kleinserie oder sogar eine projektspezifische Entwicklung, die eine Menge Ressourcen bindet und damit teuer ist, kann verzichtet werden. Der hier vorgestellte Mehrsystemmotor sowie das Verfahren zu dessen Betrieb stellt einen drehzahlveränderlichen integrierten Motor mit der Funktionalität dar, die es ermöglicht, sowohl an einem Gleichspannungsnetz als auch an einem Wechselspannungsnetz betrieben werden zu können. Somit können sämtliche oben genannten Anwendungen mit einem Motor-Prinzip abgedeckt werden: Retrofit von zu tauschenden DC-Motoren, Antriebslösungen an Wechselspannungsnetzen sowie Antriebslösungen an Gleichspannungsnetzen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Gleichrichterschaltung durch eine ungesteuerte Diodenbrücke gebildet. Für die Diodenbrücke sind keine Ansteuersignale und somit auch keine Ansteuer- bzw. Steuer- oder Regelungsbaugruppe erforderlich. Der Mehrsystemmotor kann daher mit hoher Zuverlässigkeit betrieben und kostengünstig hergestellt werden. Dabei ist der Mehrsystemmotor insbesondere hinsichtlich seiner Komponenten Halbleitereinheit und Wechselstrommotor derart dimensioniert, dass über einen festgelegten Eingangsspannungsbereich, der beispielsweise der Nennspannung des Energieversorgungsnetzes, entspricht, der Betrieb des Mehrsystemmotors einschränkungsfrei, das heißt über seinen gesamten mechanischen Arbeitsbereich, möglich ist.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bilden Potenziale des Gleichspannungszwischenkreises weitere Anschlüsse des Mehrsystemmotors, wobei die weiteren Anschlüsse

se für einen Anschluss an ein Gleichspannungsnetz eingerichtet sind. Mit den Potenzialen des Gleichspannungszwischenkreises sind die Potenziale an den Anschlüssen des Zwischenkreiskondensators gemeint. Der Zwischenkreis weist meistens
5 unter anderem auch zur niederinduktiven Verbindung mit den Halbleitern eine Verschiebung auf, wobei die Verschiebung zwei Stromschienen umfasst. Zwischen den beiden Stromschienen liegt die Zwischenkreisspannung, d.h. die Spannung des Zwischenkreiskondensators, an. Als weitere Anschlüsse wird je-
10 weils eine Verbindung zu den jeweiligen Stromschienen des Zwischenkreises aus dem Innern des Mehrsystemmotors herausgeführt. Diese weiteren Anschlüsse bieten die Möglichkeit, den Mehrsystemmotor mit einem Gleichspannungsnetz zu verbinden. Diese weiteren Anschlüsse haben gegenüber den zuvor beschrie-
15 ben Anschlüssen den Vorteil, dass der Gleichstrom keinen Spannungsabfall über Halbleiter erfährt, wenn er dem Gleichspannungszwischenkreis zugeführt wird. Somit erreicht der Mehrsystemmotor einen höheren Wirkungsgrad und kann dadurch verlustärmer und effizienter betrieben werden.

20 Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass der Mehrsystemmotor gleichzeitig mit einem Wechselspannungsnetz und einem Gleichspannungsnetz verbunden werden kann. Dabei erfolgt der Anschluss mit dem Wechselspannungsnetz, insbesondere mit dem dreiphasigen Drehstromnetz, über die Anschlüsse,
25 die wechselspannungsseitig mit der Gleichrichterschaltung verbunden sind. Das Gleichspannungsnetz ist über die weiteren Anschlüsse mit dem Mehrsystemmotor verbunden. Auf diese Weise kann der Motor redundant sowohl aus dem Gleichspannungsnetz
30 als auch aus dem Wechselspannungsnetz mit elektrischer Energie versorgt werden. Durch diese Redundanz erhöht sich die Verfügbarkeit des Motors, da bei Ausfall eines der Energieversorgungsnetze der Mehrsystemmotor immer noch betrieben werden kann.

35 Bei der Verwendung von schaltbaren Halbleitern in der Gleichrichterschaltung kann auch die Energieentnahme aus den Netzen gesteuert oder geregelt werden. So ist es möglich, nur aus

einem der beiden Netze Energie für den Betrieb des Mehrsystemmotors zu entnehmen. Alternativ oder ergänzend ist es darüber auch möglich, die für den Betrieb des Mehrsystemmotors notwendige Energie beiden Netzen zu entnehmen. Damit kann eine besonders zuverlässige Energieversorgung sichergestellt werden. Darüber hinaus kann je nach Belastungssituation der angeschlossenen Netze der Energiebezug aus diesen beiden angeschlossenen Energieversorgungsnetzen variabel angepasst werden. Die Energieversorgungsnetze werden damit zuverlässig vor einer Überlastung durch den Mehrsystemmotor geschützt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Mehrsystemmotor genau zwei oder genau drei Anschlüsse auf. Diese Anschlüsse sind geeignet, mit einem Wechselspannungsnetz und mit einem Gleichspannungsnetz verbunden zu werden. Dabei ist vorgesehen, den Mehrsystemmotor entweder mit dem Wechselspannungsnetz oder dem Gleichspannungsnetz zu verbinden. Im Falle eines einphasigen Wechselspannungsnetzes weist der Mehrsystemmotor genau zwei Anschlüsse auf. Für die Verbindung mit einem dreiphasigen Wechselspannungsnetz, wie beispielsweise einem Drehstromnetz, weist der Mehrsystemmotor genau drei Anschlüsse auf.

Ein besonderer Vorteil dieser Ausgestaltungsform liegt darin, dass mit diesen zwei oder drei Anschlüssen der Mehrsystemmotor universell an einem Wechselspannungsnetz oder Gleichspannungsnetz betrieben werden kann. Dieser Mehrsystemmotor vereint somit die Vorteile eines Wechselstrommotors und eines Gleichstrommotors.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Amplitude und/oder die Frequenz der an den wechselseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung erzeugten Spannung in Abhängigkeit von in einer Regeleinheit gespeicherten Parametern und/oder erfassten Messwerten gesteuert oder geregelt. Damit kann das Verhalten des Motors direkt von der Regelung beeinflusst werden. Beispielsweise kann sich der Mehrsystemmotor dann wie ein Gleichspannungsmotor verhalten.

Dabei kann das Verhalten sowohl eines Reihenschlussmotors als auch ein Nebenschlussmotors realisiert werden. Dann bestimmt sich das Drehmoment in erster Linie aus der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes und gegebenenfalls aus der Gegen-
5 EMK des Motors. Somit können nicht nur unterschiedliche Motorarten wie Gleichstrommotor und Wechselstrommotor durch den Mehrsystemmotor nachgebildet werden, sondern auch das Verhalten unterschiedlicher Gleichstrommotoren wie Reihenschlussmaschine und Nebenschlussmaschine können in der Regelung über
10 unterschiedliche Parametersätze derart hinterlegt werden, dass sämtliche Motoraufbauten durch die Regelung nachgebildet werden können. Dazu werden die charakteristischen Kennlinien für einen unregelmäßigen Betrieb durch die Regeleinheit des Mehrsystemmotors nachgebildet.

15 Ebenso ist es möglich, das Verhalten eines Wechselstrommotors über Parameter anpassbar zu gestalten. So kann beispielsweise die Drehzahl und das Drehmoment des Motors derart variabel angepasst werden, wie es sich sonst nur aus unterschiedlichen Polpaarzahlen ergibt. Die Polpaarzahl ist jedoch direkt mit dem Aufbau des Motors verknüpft, eine Änderung ist ohne konstruktive Änderungen des Motors nicht möglich. Durch den Aufbau des Mehrsystemmotors ist es jedoch möglich, mit Hilfe der Halbleitereinheit und einer Regeleinheit ein entsprechendes
20 Verhalten, was sich aus unterschiedlichen Polpaarzahlen ergibt auf einfache und kostengünstige Weise nachzubilden.

Mit anderen Worten kann das Verhalten des Mehrsystemmotors auf einfache Weise mittels Parameter dem Verhalten eines gewünschten Motoraufbaus, wie beispielsweise einem Wechselstrom- oder Drehstrommotor sowie einer Reihenschluss- oder Nebenschlussmaschine, nachgebildet werden. Somit können mit einem standardisierten Aufbau des Mehrsystemmotors eine Vielzahl von unterschiedlichen Antriebsaufgaben bedient werden,
30 für die sonst oftmals eine projektspezifische Lösung gefunden werden musste.

Durch den vorgeschlagenen Mehrsystemmotor können alle diese unterschiedlichen Aufgaben mit nur einem Aufbau durch Anpassung des Regelverhaltens mittels der Regeleinheit realisiert werden.

5

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Drehzahl oder das Drehmoment des Wechselstrommotors in Abhängigkeit von der Spannung an den Anschlüssen und/oder den weiteren Anschlüssen des Mehrsystemmotors gesteuert oder geregelt. Die Steuerung des Drehmomentes und damit auch bei gegebenem Lastmoment die Steuerung der Drehzahl in Abhängigkeit von der Spannungshöhe vorgenommen. Die Spannungshöhe stellt gerade bei einem Gleichstrommotor die Stellgröße für die Drehzahl dar. Die Regeleinheit erzeugt in Abhängigkeit von der Eingangsspannung an den Anschlüssen des Mehrsystemmotors eine derartige Spannung an den wechsellspannungsseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung, dass ein entsprechendes Verhalten eines Gleichstrommotors, insbesondere die Kennlinie eines gewünschten Gleichstrommotors, an der Welle des Gleichstrommotors erzeugt wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird mittels der Regeleinheit das Drehmoment des Wechselstrommotors derart gesteuert, dass vorgegebene Grenzwerte für den Netzstrom unterschritten werden. Motoren, die direkt ohne Steller wie beispielsweise einem Stromrichter oder einem Gleichspannungssteller am Energieversorgungsnetz betrieben werden, weisen beim Einschalten oftmals sehr hohe Anlaufströme auf. Dafür sind bereits verschiedene Möglichkeiten zur Begrenzung dieser Anlaufströme wie beispielsweise Anlaufwiderstände oder Stern-/Dreieckumschaltungen für die Anlaufphase bekannt. Durch die Halbleitereinheit des Mehrsystemmotors können diese Anlaufströme jedoch auch mit Hilfe der Regeleinheit reduziert werden. Ebenso ist es möglich, die Anlaufphase des Mehrsystemmotors derart zu gestalten, dass dieser mit zulässigen Strömen, die unterhalb der Maximalströme liegen, auf Nenndrehzahl beschleunigt wird. Somit wird die Beschleunigungszeit, d.h. die Anlaufzeit, deutlich reduziert und der

Mehrsystemmotor kann dann nach Abschluss der Hochlaufzeit, d.h. nach Erreichen seiner Nenndrehzahl, wie ein direkt gespeister Motor am Energieversorgungsnetz, sowohl an einem Gleichspannungsnetz als auch an einem Wechselspannungsnetz, betrieben werden. Durch die Regelung der Anlaufströme auf die maximal zulässigen Ströme für den Motor kann die Hochlaufphase durch das hohe Drehmoment verkürzt und optimiert werden, so dass der Mehrsystemmotor schnellstmöglich seine Nenndrehzahl erreicht. Zudem kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass das Energieversorgungsnetz nicht überlastet wird und Schutzvorrichtungen, wie beispielsweise Sicherungen, nicht aktiviert werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt mittels der Regeleinheit eine Beschleunigung des Motors mit vorgegebenen Netzströmen. Mit Hilfe der Regeleinheit des Mehrsystemmotors ist es möglich, die Hochlaufphase oder jede beliebige Beschleunigungsphase des Mehrsystemmotors zu beeinflussen und zu optimieren. Dabei kann der Mehrsystemmotor besonders netzfreundlich ausgelegt werden, indem die Netzströme derart geregelt werden, dass sie das Energieversorgungsnetz nur mäßig belasten. Gerade für den Fall, dass das Energieversorgungsnetz bereits einer hohen Belastung durch andere elektrische Verbraucher unterliegt, kann die Belastung und damit eine drohende Überlastung des Energieversorgungsnetzes dadurch vermieden werden, dass eine Beschleunigung des Mehrsystemmotors mit vorgegebenen Netzströmen erfolgt. Dabei können in vorteilhafter Weise die vorgegebenen Netzströme in Abhängigkeit von der Belastung des Energieversorgungsnetzes vorgegeben werden. Dadurch ist es möglich, gerade bei großen Antrieben mit einer Leistung von mehr als 100kW, insbesondere bei mehr als 1MW, eine Überlastung des Energieversorgungsnetzes und damit den Ausfall einer Vielzahl von elektrischen Verbrauchern zu vermeiden.

35

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird mittels der Regeleinheit zumindest in einem stationären Betriebspunkt ein ungesteuerter Betrieb eines DC-Motors an

einem Gleichspannungsnetz oder eines AC-Motors an einem Wechselspannungsnetz nachgebildet. Die Nachbildung erfolgt beispielsweise anhand der Kennlinien, die sich für den ungesteuerten Betrieb des Motors an einem Energieversorgungsnetz ergeben. Alternativ oder ergänzend ist es möglich, den Motor mittels Parameter eines Ersatzschaltbildes nachzubilden. Die Regeleinheit bildet dabei eine Spannung in Amplitude und Frequenz an den wechselfspannungsseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung derart nach, dass sich das unregelte Verhalten eines entsprechenden Motors ergibt. Somit können unterschiedliche Verhaltenskennlinien, die sich aufgrund von Unterschieden im Aufbau der Motoren ergeben, durch die Software der Regeleinheit nachgebildet werden. Eine Anpassung der Kennlinien erfolgt dann in der Software, so dass sich mit dem vorgeschlagenem Mehrsystemmotor eine Vielzahl von Kennlinien nachgebildet werden können, die sich durch unterschiedliche Motoraufbauten realisieren lassen. Anders ausgedrückt, lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Motorvarianten mit einem gleichen Aufbau, aber unterschiedlichen Parametern, insbesondere unterschiedlichen Regelparametern, realisieren. Durch den standardisierten Aufbau und die Abdeckung von Speisung aus Wechsel- und Gleichspannung kann diese Vielfalt auf besonders kostengünstige Weise realisiert werden. Ebenso kann aufgrund des Stückzahleneffekts auch ein zuverlässiger Betrieb des Antriebs auch für Spezialanwendungen mit geringer Stückzahl realisiert werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschreiben und erläutern. Es zeigen:

- FIG 1 und 2 Ausführungsbeispiele für einen vorgeschlagenen Mehrsystemmotor,
- FIG 3 bis 6 verschiedene Variante für die Verbindung mit einem Energieversorgungsnetz und
- FIG 7 einen Aufbau einer Ausführungsform des Mehrsystemmotors.

Die FIG 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für einen Mehrsystemmotor 1 mit einer Welle 14. Dieser Mehrsystemmotor 1 weist eine Halbleitereinheit 2, einen Wechselstrommotor 3, Anschlüsse 11 für die Verbindung mit einem hier nicht dargestellten Energieversorgungsnetz 8 und eine Regeleinheit 4 auf. Die Halbleitereinheit 2 verbindet dabei die Anschlüsse 11 des Mehrsystemmotors 1 mit dem Wechselstrommotor 3. Die Welle des Wechselstrommotors 3 bildet gleichzeitig die Welle 14 des Mehrsystemmotors 1.

10

Die Halbleitereinheit 2 dient zum Umformen des Stromes bzw. der Spannung, Wechselstrom oder Gleichstrom bzw. Wechselspannung oder Gleichspannung, aus dem Energieversorgungsnetz 8 in einen Gleichstrom bzw. Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis 24. Den Gleichspannungszwischenkreis 24 bildet die gleichspannungsseitige Verbindung der Gleichrichterschaltung 21, der Wechselrichterschaltung 23 und des Zwischenkreiskondensators 22. Die Gleichgrößen, Strom und Spannung, des Gleichspannungszwischenkreises 24 werden dann durch die Wechselrichterschaltung 23 wieder in Wechselgrößen umgeformt, die ein Moment im Motor 3 erzeugen. Dazu sind die Wicklungen 31 des Wechselstrommotors 3 mit den wechselfspannungsseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung 23 verbunden.

25

Die Gleichrichterschaltung 21 dient dazu, Wechselgrößen eines Wechselfspannungsnetzes in Gleichgrößen umzuwandeln. Bei der Verbindung mit einem Gleichspannungsnetz stellt die Gleichrichterschaltung sicher, dass unabhängig von der Polung der Anschlüsse im Zwischenkreis die gewünschte Polarität der Netzspannung vorliegt. Anders ausgedrückt wird durch die Gleichrichterschaltung ein Verpolungsschutz für die Verbindung mit einem Gleichspannungsnetz realisiert.

30

35

Zum Umformen des Stromes durch Gleichrichterschaltung 21 und Wechselrichterschaltung 23 kommen Halbleiter 6,7 zum Einsatz. Im Beispiel der ungesteuerten Gleichrichterschaltung ist dies eine Brückenschaltung von Dioden 6 und bei der Wechselrichterschaltung 23 abschaltbare Halbleiter 7. Die abschalt-

baren Halbleiter 7 werden über ihren Steueranschluss über An-
steuersignale 41 von der Regeleinheit 4 angesteuert, d.h.
ein- und ausgeschaltet, so dass an den Wicklungen 31 des
Wechselstrommotors 3 eine Spannung mit der Amplitude und Fre-
5 quenz ansteht, die das gewünschte Moment, einen gewünschten
Strom, wie beispielsweise einen gewünschten Netzstrom oder
eine gewünschte Kennlinie als Motorverhalten erzeugt. Die An-
steuerung der einzelnen abschaltbaren Halbleiter 7 durch die
Regeleinheit erfolgt unabhängig voneinander. Das bedeutet,
10 jeder abschaltbare Halbleiter 7 erhält ein eigenes Ansteuer-
signal 41. Das Ansteuern der abschaltbaren Halbleiter 7 wird
auch Takten genannt.

Zur Entkopplung von Gleichrichterschaltung 21 und Wechsel-
15 richterschaltung 23 ist im Gleichspannungszwischenkreis 24
ein Zwischenkreiskondensator 22 angeordnet.

Alternativ zu dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel,
kann auch die Gleichrichterschaltung 21 als steuerbare Gleich-
20 richterschaltung mit schaltbaren Halbleitern, insbesondere mit
abschaltbaren Halbleitern 7, ausgeführt sein.

Das Ausführungsbeispiel der FIG 2 entspricht im Wesentlichen
dem der FIG 1. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die
25 Beschreibung zur FIG 1 sowie auf die dort eingeführten Be-
zugszeichen verwiesen. Neben den drei Anschlüssen 11 für die
Verbindung mit einem Wechsel- oder Gleichspannungsnetz, weist
dieses Ausführungsbeispiel weitere Anschlüsse 12 auf, welche
den Gleichspannungszwischenkreis 24 direkt, d.h. ohne Verwen-
30 dung eines Halbleiters 6,7 mit dem anschließbaren Gleichspan-
nungsnetz verbindet. Mit anderen Worten ist die Verbindung
zwischen den weiteren Anschlüssen 12 und dem Gleichspannungs-
zwischenkreis 24 halbleiterfrei. Der Vorteil der weiteren An-
schlüsse 12 liegt unter anderem darin, dass weniger Verluste
35 im Mehrsystemmotor 1 entstehen, da es nicht zu einem Span-
nungsabfall des Stromes über die Halbleiter der Gleichricht-
schaltung 24 kommt.

Die FIG 3 zeigt die Verbindung des Mehrsystemmotors 1 mit einem Energieversorgungsnetz 8, einem Wechselspannungsnetz 82, das in diesem Ausführungsbeispiel als dreiphasiges Drehstromnetz ausgebildet sein kann. Der innere Aufbau des Mehrsystemmotors 1 kann beispielsweise nach einem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 oder 2 ausgebildet sein. Die drei Phasen des Wechselspannungsnetzes 82 sind mit den Anschlüssen 11 des Mehrsystemmotors 1 verbunden.

10 Hingegen zeigt FIG 4 die elektrische Verbindung des Mehrsystemmotors 1 mit einem Energieversorgungsnetz 8, das in diesem Ausführungsbeispiel als Gleichspannungsnetz 81 ausgebildet ist. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die Beschreibung zu den Figuren 1 bis 3 sowie auf die dort eingeführten
15 Bezugszeichen verwiesen. Die Netzspannung liegt zwischen den beiden Verbindungen an, die das Gleichspannungsnetz 81 mit den Anschlüssen 11 des Mehrsystemmotors 1 verbinden. Dabei können die beiden Potenziale des Gleichspannungsnetzes 81, zwischen den die Netzspannung anliegt, jeweils mit einem beliebigen der Anschlüsse 11 verbunden werden. Die vorhandene,
20 aber hier nicht dargestellte Gleichrichterschaltung 21 des Mehrsystemmotors 1 sorgt dafür, dass die Netzspannung in der vorgesehenen Polarität mit dem Gleichspannungszwischenkreis 24 elektrisch verbunden ist. Um elektrische Verluste zu minimieren, ist es ebenfalls, wie in FIG 5 dargestellt, möglich, das Gleichspannungsnetz 81 anstelle mit den Anschlüssen 11 über weitere Anschlüsse 12 mit dem Mehrsystemmotor zu verbinden. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die Beschreibung zu den Figuren 1 bis 4 sowie auf die dort eingeführten
30 Bezugszeichen verwiesen. Dabei sind die weiteren Anschlüsse 12 direkt, d.h. ohne Halbleiter, also halbleiterfrei, mit dem Gleichspannungszwischenkreis 24 und dem dortigen Zwischenkreiskondensator 22 verbunden. Allerdings muss in dieser Anordnung darauf geachtet werden, dass das positive Potenzial der Netzspannung auch mit dem positiven Potential der Zwischenkreisspannung verbunden ist, da der Verpolungsschutz mittels der Gleichrichterschaltung 21 mit dieser Anordnung umgangen wird.
35

Als weiteres Ausführungsbeispiel gemäß FIG 6 kann der Mehrsystemmotor 1 gleichzeitig sowohl mit einem ersten Energieversorgungsnetz, das als Gleichspannungsnetz 81 ausgebildet ist, und mit einem zweiten Energieversorgungsnetz, das als Wechselspannungsnetz 82 ausgebildet ist, verbunden sein. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die Beschreibung zu den Figuren 1 bis 5 sowie auf die dort eingeführten Bezugszeichen verwiesen. Dabei kann entweder einem der Energieversorgungsnetze 81, 82 elektrische Energie entnommen werden oder je nach Ausbildung der Gleichrichterschaltung 21 auch bei beiden Energieversorgungsnetzen 81, 82 gleichzeitig. Die in dieser Figur nicht näher dargestellte Gleichrichterschaltung 21, kann die Aufteilung des Energiebezugs von den beiden Energieversorgungsnetzen 81, 82 auf besonders einfache Weise gesteuert oder geregelt aufteilen, wenn die Eingangsschaltung schaltbare, insbesondere abschaltbare Halbleiter 7. aufweist.

Die FIG 7 zeigt einen Aufbau eines Mehrsystemmotors 1. Bei dem die Halbleitereinheit 2 und der Wechselstrommotor 3 eine bauliche Einheit bilden. Die Kühlung des Mehrsystemmotors 1 erfolgt mittels an der Außenhaut vorbeistreifender Kühlluft. Um die Kühlwirkung zu verbessern weist die Oberfläche des Mehrsystemmotors 1 daher Kühlrippen auf. Der Lüfter 15 erzeugt einen Kühlmittelstrom, bei dem das Kühlmedium, in diesem Fall Luft, sowohl an der Halbleitereinheit 2 als auch am Wechselstrommotor 3 entlangstreift und den Mehrsystemmotor 1 dadurch kühlt.

Zusammenfassend betrifft die Erfindung einen Mehrsystemmotor zum Betreiben an einem Wechselspannungsnetz oder Gleichspannungsnetz. Zur Verbesserung des Betriebs an einem beliebigen Energieversorgungsnetz wird vorgeschlagen, dass der Mehrsystemmotor eine Halbleitereinheit und einen Wechselstrommotor aufweist, wobei die Halbleitereinheit und der Wechselstrommotor eine bauliche Einheit bilden und zumindest teilweise von einem gleichen Kühlmittelstrom durchflossen werden, wobei die Halbleitereinheit eine Gleichrichterschaltung, einen Zwischen-

kreiskondensator und eine Wechselrichterschaltung aufweist, wobei eine Gleichspannungsseite der Gleichrichterschaltung, eine Gleichspannungsseite der Wechselrichterschaltung und der Zwischenkreiskondensator miteinander verbunden sind und einen
5 Gleichspannungszwischenkreis bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse der Gleichrichterschaltung Anschlüsse des Mehrsystemmotors bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse der Wechselrichterschaltung mit Wicklungen des Wechselstrommotors verbunden sind, wobei die Anschlüsse des Mehrsystemmotors für einen Anschluss mit einem Wechsellspannungsnetz oder einem Gleichspannungsnetz eingerichtet sind. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Mehrsystemmotors.

15 Anders ausgedrückt wird zur Verbesserung des Betriebs an einem beliebigen Energieversorgungsnetz vorgeschlagen, dass der Mehrsystemmotor eine Halbleitereinheit und einen Wechselstrommotor aufweist, wobei die Halbleitereinheit und der Wechselstrommotor eine bauliche Einheit bilden und zumindest
20 teilweise von einem gleichen Kühlmittelstrom durchflossen werden, wobei die Halbleitereinheit eine Gleichrichterschaltung, einen Zwischenkreiskondensator und eine Wechselrichterschaltung aufweist, wobei eine Gleichspannungsseite der Gleichrichterschaltung, eine Gleichspannungsseite der Wechselrichterschaltung und der Zwischenkreiskondensator miteinander verbunden sind und einen Gleichspannungszwischenkreis bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse der Gleichrichterschaltung Anschlüsse des Mehrsystemmotors bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse der Wechselrichterschaltung
25 mit Wicklungen des Wechselstrommotors verbunden sind, wobei die Anschlüsse des Mehrsystemmotors an einem Gleichspannungsnetz und an einem Wechsellspannungsnetz betreibbar sind, wobei die Anschlüsse des Mehrsystemmotors für die Verbindung mit einem Gleichspannungsnetz oder mit einem Wechsellspannungsnetz
30 eingerichtet sind.
35

Patentansprüche

1. Mehrsystemmotor (1), aufweisend
- eine Halbleitereinheit (2) und
5 - einen Wechselstrommotor (3),
wobei die Halbleitereinheit (2) und der Wechselstrommotor (3)
eine bauliche Einheit bilden und zumindest teilweise von ei-
nem gleichen Kühlmittelstrom durchflossen werden, wobei die
Halbleitereinheit eine Gleichrichterschaltung (21), einen Zwi-
10 schenkreiskondensator (22) und eine Wechselrichterschaltung
(23) aufweist, wobei eine Gleichspannungsseite der Gleich-
richterschaltung (21), eine Gleichspannungsseite der Wechsel-
richterschaltung (23) und der Zwischenkreiskondensator (22)
miteinander verbunden sind und einen Gleichspannungszwischen-
15 kreis (24) bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse
der Gleichrichterschaltung (21) Anschlüsse (11) des Mehrsystem-
motors (1) bilden, wobei wechsellspannungsseitige Anschlüsse
der Wechselrichterschaltung (23) mit Wicklungen des Wechsel-
strommotors (3) verbunden sind, wobei die Anschlüsse (11) des
20 Mehrsystemmotors (1) an einem Gleichspannungsnetz (81) und an
einem Wechselspannungsnetz (82) betreibbar sind, wobei die
Anschlüsse (11) des Mehrsystemmotors (1) für die Verbindung
mit einem Gleichspannungsnetz (81) oder mit einem Wechsel-
spannungsnetz (82) eingerichtet sind.
25
2. Mehrsystemmotor (1) nach Anspruch 1, wobei die Gleich-
richterschaltung (21) durch eine ungesteuerte Diodenbrücke ge-
bildet wird.
- 30 3. Mehrsystemmotor (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wo-
bei Potenziale des Gleichspannungszwischenkreises (24) weite-
re Anschlüsse (12) des Mehrsystemmotors (1) bilden, wobei die
weiteren Anschlüsse (12) für einen Anschluss an ein Gleich-
spannungsnetz (81) eingerichtet sind.
35
4. Mehrsystemmotor (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wo-
bei der Mehrsystemmotor (1) genau zwei oder genau drei An-
schlüsse (11) aufweist.

5. Verfahren zum Betreiben eines Mehrsystemmotors (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Mehrsystemmotor (1) mit einem Gleichspannungsnetz (81) oder einem Wechselspannungsnetz (82) verbunden ist, wobei im Falle eines Wechselspannungsnetzes (82) eine an den Anschlüssen (11) anliegende Wechselspannung in eine Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis (24) gleichgerichtet wird und im Falle eines Gleichstromnetzes (81) eine an den Anschlüssen (11) oder an den weiteren Anschlüssen (12) anliegende Gleichspannung in eine Gleichspannung in den Gleichspannungszwischenkreis (24) übertragen wird, wobei aus der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis (24) mittels der Wechselrichterschaltung (23) eine Spannung an den wechselseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung (23) erzeugt wird.

15

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Amplitude und/oder die Frequenz der an den wechselseitigen Anschlüssen der Wechselrichterschaltung (23) erzeugten Spannung in Abhängigkeit von in einer Regeleinheit (4) gespeicherten Parametern und/oder erfassten Messwerten gesteuert oder geregelt wird.

20

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Drehzahl oder das Drehmoment des Wechselstrommotors (3) in Abhängigkeit von der Spannung an den Anschlüssen (11) und/oder weiteren Anschlüssen (12) des Mehrsystemmotors (1) gesteuert oder geregelt wird.

25

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei mittels der Regeleinheit (4) das Drehmoment des Wechselstrommotors derart gesteuert wird, dass vorgegebene Grenzwerte für den Netzstrom unterschritten werden.

30

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei mittels der Regeleinheit (4) eine Beschleunigung des Mehrsystemmotors (1) mit vorgegebenen Netzströmen erfolgt.

35

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei mittels der Regeleinheit (4) zumindest in einem stationären Betriebs-

punkt ein ungesteuerter Betrieb eines DC-Motors an einem Gleichspannungsnetz oder eines AC-Motors an einem Wechselspannungsnetz nachgebildet wird.

FIG 1

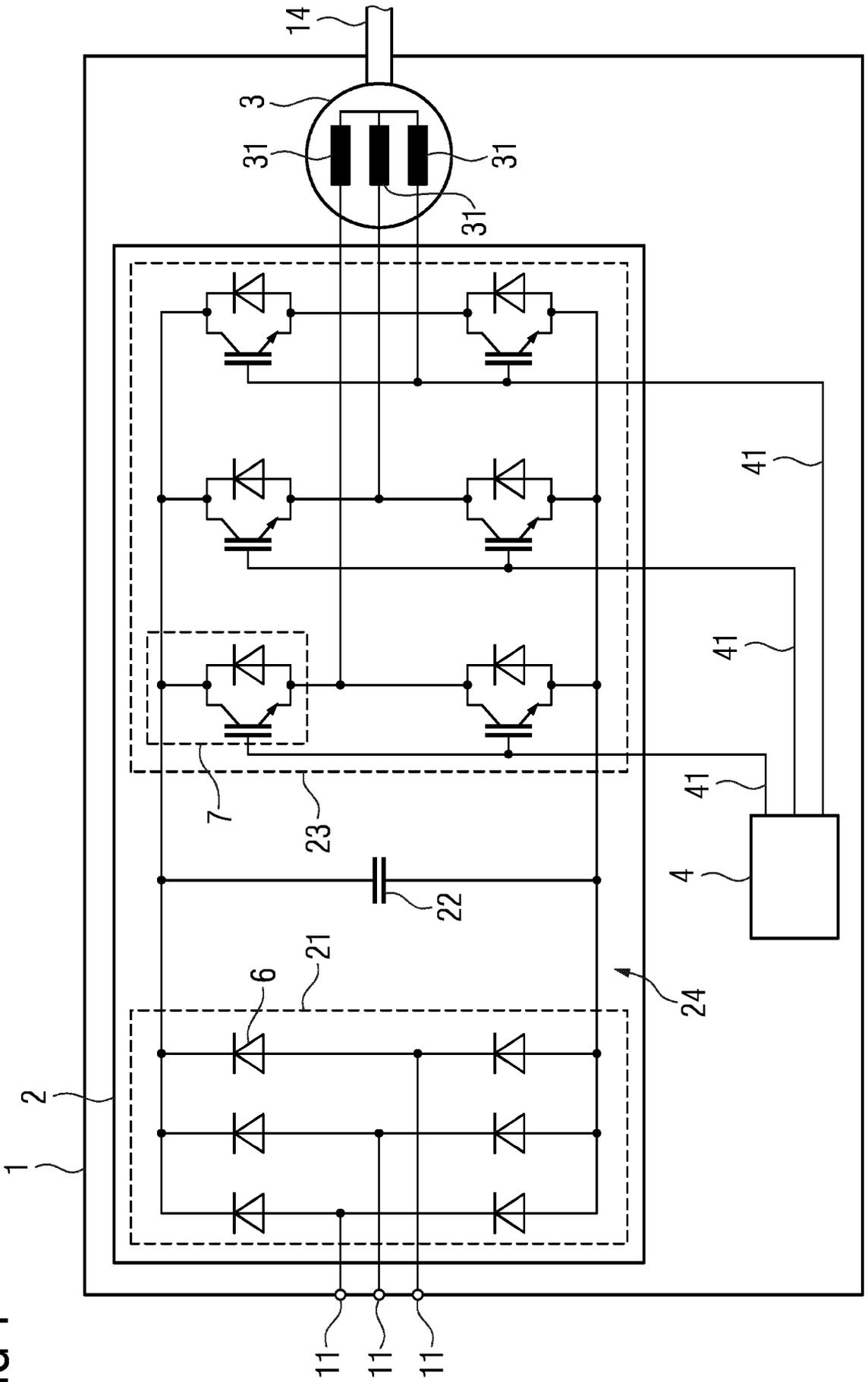


FIG 2

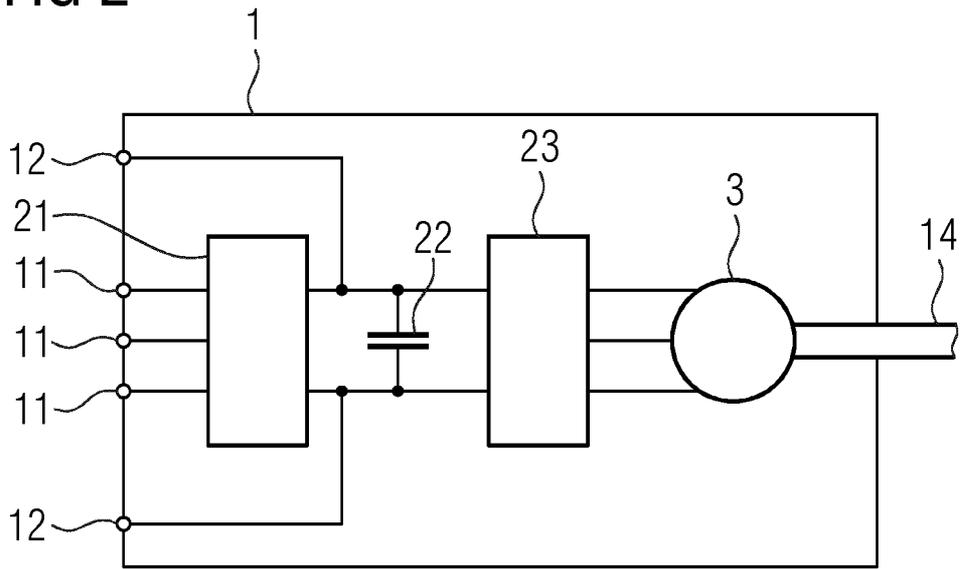


FIG 3

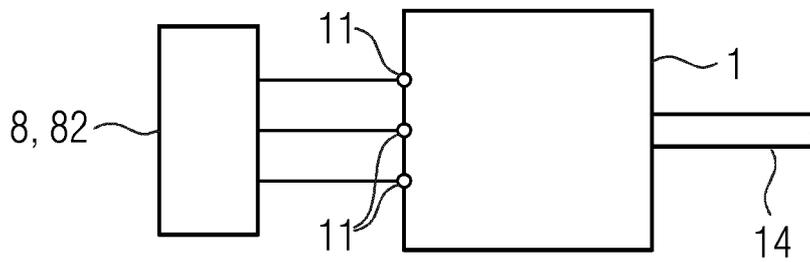


FIG 4

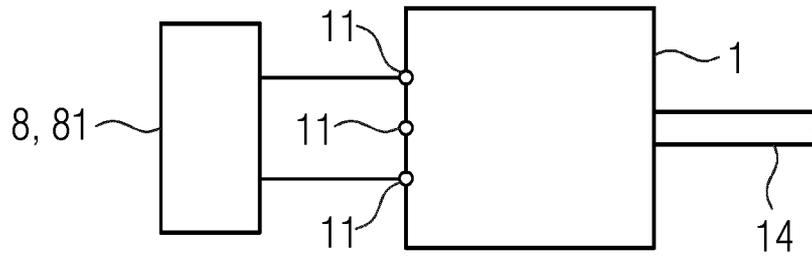


FIG 5

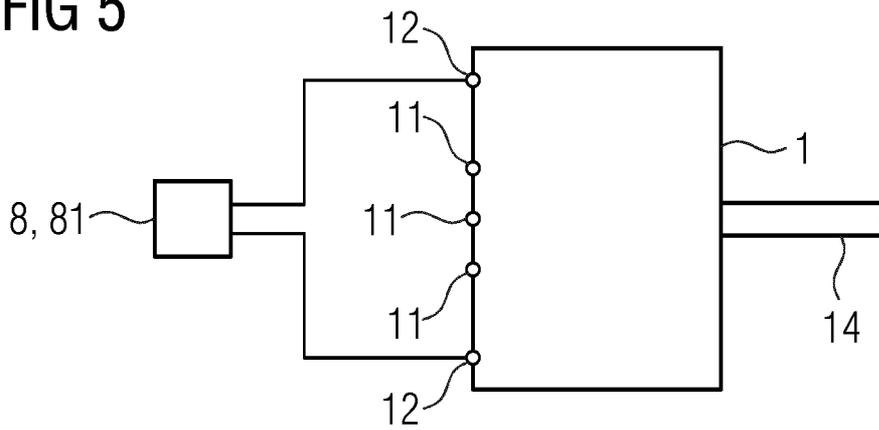


FIG 6

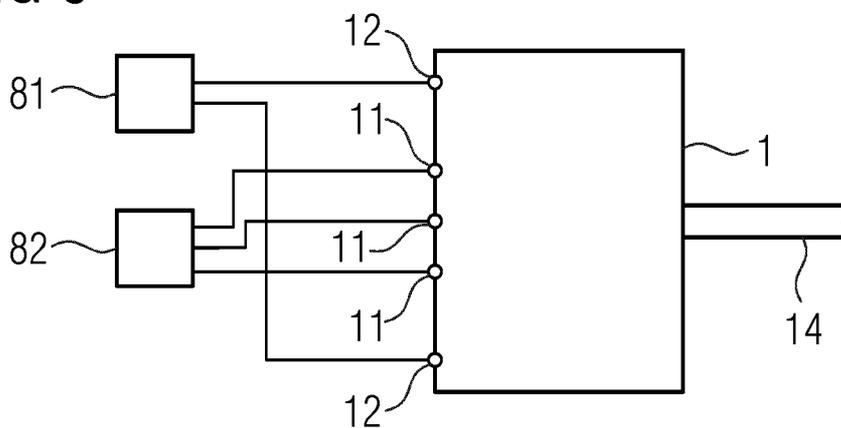
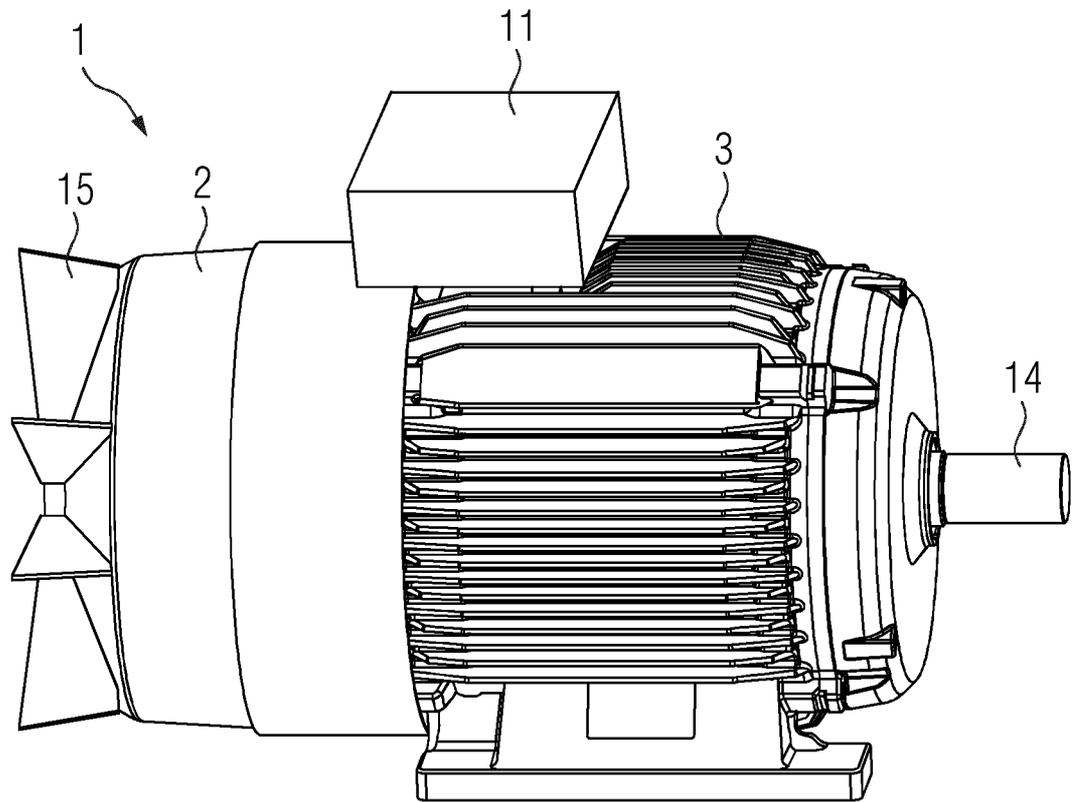


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/059638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02P 27/06</i> (2006.01)i; <i>H02P 29/60</i> (2016.01)i		
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) H02P; B60L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2015001021 A1 (MATSUMOTO TAKEO [JP] ET AL) 01 January 2015 (2015-01-01) paragraph [0028] - paragraph [0031]; figure 1 paragraph [0082] - paragraph [0084]; figures 10,11 paragraph [0036]	1,3-10 2
Y	JP H07236202 A (HITACHI LTD) 05 September 1995 (1995-09-05) paragraph [0026]; figure 1	2
A	DE 19921774 C1 (SIEMENS AG [DE]) 15 February 2001 (2001-02-15) column 2, line 21 - line 46	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 22 June 2021		Date of mailing of the international search report 01 July 2021
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Schürle, Patrick Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/059638

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015001021	A1	01 January 2015	CN	104080640	A	01 October 2014
				EP	2810812	A1	10 December 2014
				JP	5214065	B1	19 June 2013
				JP	WO2013114549	A1	11 May 2015
				KR	20140117634	A	07 October 2014
				US	2015001021	A1	01 January 2015
				WO	2013114549	A1	08 August 2013
JP	H07236202	A	05 September 1995	NONE			
DE	19921774	C1	15 February 2001	AT	450402	T	15 December 2009
				DE	19921774	C1	15 February 2001
				EP	1052136	A1	15 November 2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/059638

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02P27/06 H02P29/60 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02P B60L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/001021 A1 (MATSUMOTO TAKEO [JP] ET AL) 1. Januar 2015 (2015-01-01)	1,3-10
Y	Absatz [0028] - Absatz [0031]; Abbildung 1 Absatz [0082] - Absatz [0084]; Abbildungen 10,11 Absatz [0036]	2
Y	----- JP H07 236202 A (HITACHI LTD) 5. September 1995 (1995-09-05) Absatz [0026]; Abbildung 1	2
A	----- DE 199 21 774 C1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Februar 2001 (2001-02-15) Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 46 -----	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 22. Juni 2021		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 01/07/2021
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 Schürle, Patrick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/059638

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015001021 A1	01-01-2015	CN 104080640 A	01-10-2014
		EP 2810812 A1	10-12-2014
		JP 5214065 B1	19-06-2013
		JP W02013114549 A1	11-05-2015
		KR 20140117634 A	07-10-2014
		US 2015001021 A1	01-01-2015
		WO 2013114549 A1	08-08-2013

JP H07236202 A	05-09-1995	KEINE	

DE 19921774 C1	15-02-2001	AT 450402 T	15-12-2009
		DE 19921774 C1	15-02-2001
		EP 1052136 A1	15-11-2000
