(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
08. August 2019 (08.08.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/149502 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 23/26 (2016.01) *H02M 7/493* (2007.01)
H02P 6/15 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/050602

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Januar 2019 (11.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 201 340.3
30. Januar 2018 (30.01.2018) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **GLOSE, Daniel**; Hanselmannstr. 32a, 80809 München (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

WO 2019/149502 A1

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A ROTATING FIELD MACHINE OF A MOTOR VEHICLE, TRANSMISSION DEVICE, DRIVE UNIT AND MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DREHFELDMASCHINE EINES KRAFTFAHRZEUGS, ÜBERTRAGUNGSVORRICHTUNG, ANTRIEBSEINHEIT SOWIE KRAFTFAHRZEUG

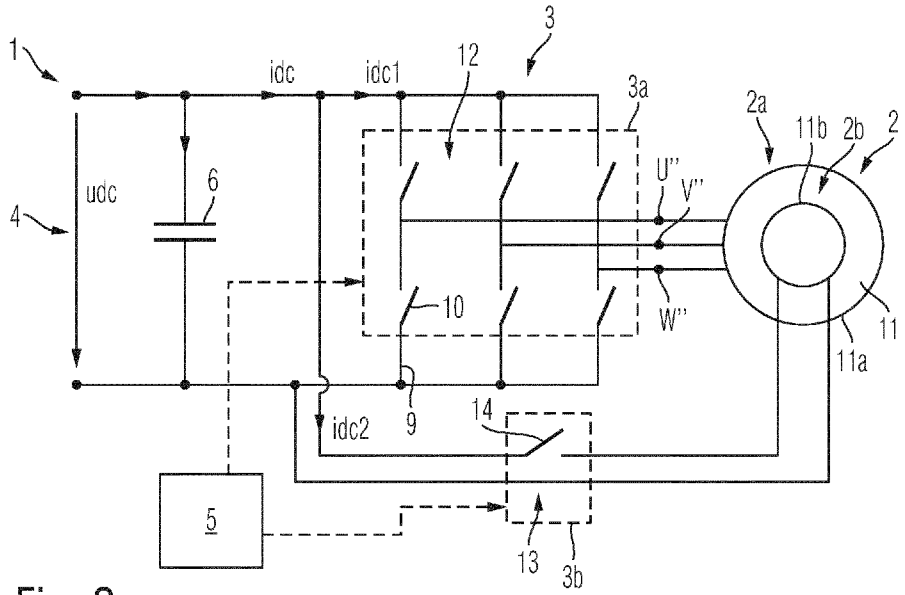


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a rotating field machine (2) of a motor vehicle, wherein at least two winding systems (2a, 2b) of the rotating field machine (2) are supplied with current (idc, idc1, idc2) from a DC link (4) by means of a transmission device (3) having at least two switching units (3a, 3b) and wherein respective switching sequences (Q1, Q2) for the switching units (3a, 3b) for supplying the winding system (2a, 2b) in question are defined. For the switching sequences (Q1, Q2), first switching states (S1a, S1b) in which current (idc, idc1, idc2) is drawn from the DC link (4) and second switching states (S2a, S2b) in which no current is drawn from the DC link (4) are defined. The first switching states (S1a, S1b) of the respective switching sequences (Q1, Q2) are defined so as to be free of overlap. For at least one of the switching sequences (Q2), third switching states (S3b) are defined,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

in which current is fed into the DC link (4). The third switching states (3b) are defined so as to overlap with the first switching states (S1) of the other switching sequence (Q1). The invention also relates to a transmission device (3), a drive unit (1) and a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Drehfeldmaschine (2) eines Kraftfahrzeugs, bei welchem zumindest zwei Wicklungssysteme (2a, 2b) der Drehfeldmaschine (2) mittels einer Übertragungsvorrichtung (3) aufweisend zumindest zwei Schalteinheiten (3a, 3b) mit Strom (idc, idc1, idc2) aus einem Zwischenkreis (4) versorgt werden und bei welchem jeweilige Schaltsequenzen (Q1, Q2) für die Schalteinheiten (3a, 3b) zum Versorgen des jeweiligen Wicklungssystems (2a, 2b) festgelegt werden, wobei für die Schaltsequenzen (Q1, Q2) erste Schaltzustände (S1a, S1b), bei welchen Strom (idc, idc1, idc2) aus dem Zwischenkreis (4) entnommen wird, und zweite Schaltzustände (S2a, S2b), bei welchen kein Strom aus dem Zwischenkreis (4) entnommen wird, bestimmt werden, und wobei die ersten Schaltzustände (S1a, S1b) der jeweiligen Schaltsequenzen (Q1, Q2) überlappungsfrei bestimmt werden. Für zumindest eine der Schaltsequenzen (Q2) werden dritte Schaltzustände (S3b) bestimmt, in welchen Strom in den Zwischenkreis (4) eingespeist wird, wobei die dritten Schaltzustände (S3b) überlappend mit den ersten Schaltzuständen (S1a) der jeweils anderen Schaltsequenz (Q1) bestimmt werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Übertragungsvorrichtung (3), eine Antriebseinheit (1) sowie ein Kraftfahrzeug.

Verfahren zum Betreiben einer Drehfeldmaschine eines Kraftfahrzeugs, Übertragungsvorrichtung, Antriebseinheit sowie Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Drehfeldmaschine eines Kraftfahrzeugs, bei welchem zumindest zwei Wicklungssysteme der Drehfeldmaschine mittels einer Übertragungsvorrichtung aufweisend zumindest zwei Schalteinheiten mit Strom aus einem Zwischenkreis versorgt werden und bei welchem pro Arbeitszyklus eine erste Schaltsequenz für eine erste Schalteinheit zum Versorgen eines ersten Wicklungssystems und zumindest eine zweite Schaltsequenz für zumindest eine zweite Schalteinheit zum Versorgen eines zweiten Wicklungssystems festgelegt werden, wobei für die zumindest zwei Schaltsequenzen erste Schaltzustände, bei welchen die jeweiligen Schalteinheiten Strom aus dem Zwischenkreis entnehmen, und zweite Schaltzustände, bei welchen die Schalteinheiten keinen Strom aus dem Zwischenkreis entnehmen, bestimmt werden, und wobei die ersten Schaltzustände der ersten Schaltsequenz überlappungsfrei mit den ersten Schaltzuständen der zweiten Schaltsequenz bestimmt werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Übertragungsvorrichtung, eine Antriebseinheit sowie ein Kraftfahrzeug.

Vorliegend richtet sich das Interesse auf Drehfeldmaschinen bzw. Drehstrommaschinen, welche beispielsweise als Antriebsmaschinen für elektrisch antreibbare Kraftfahrzeuge eingesetzt werden können und welche zumindest zwei Wicklungssysteme aufweisen. Solche Drehfeldmaschinen können beispielsweise fremderregt oder permanenterregt sein. Die zumindest zwei Wicklungssysteme werden dabei über eine Übertragungsvorrichtung mit Strom aus einem gemeinsamen Zwischenkreis versorgt. Im Falle einer n-Phasen-Drehfeldmaschine kann die Übertragungsvorrichtung beispielweise ein n-Phasen-Wechselrichter sein, welcher eine zu der Anzahl an Phasen korrespondierende Anzahl an Strängen mit steuerbaren Schaltern aufweist. Die Schalter werden dabei zum Bestromen der Phasen entsprechend vorbestimmter Schaltsequenzen derart angesteuert, dass in der Drehfeldmaschine ein rotierendes Magnetfeld erzeugt wird, welches einen Rotor der Drehfeldmaschine antreibt. Dabei existieren während der Schaltsequenzen einerseits erste Schaltzustände, in welchen Strom aus dem

Zwischenkreis durch die Übertragungsvorrichtung zu der Drehfeldmaschine fließt, und andererseits zweite Schaltzustände, in welchen kein Strom aus dem Zwischenkreis durch die Übertragungsvorrichtung zu der Drehfeldmaschine fließt. Die somit entstehenden Stromschwankungen bzw. Verzerrungen bewirken Schwankungen der Zwischenkreisspannung, welche üblicherweise durch einen Glättungskondensator bzw. Zwischenkreiskondensator gedämpft werden. Die benötigten Glättungskondensatoren weisen üblicherweise eine große Kapazität sowie eine hohe Spannungsfestigkeit auf und sind daher entsprechend dimensioniert sowie sehr kostenintensiv.

Um solche Zwischenkreisschwankungen zu verringern und damit die Verwendung von kleineren und preiswerteren Zwischenkreiskondensatoren zu ermöglichen, ist aus der WO 2005/034333 A1 ein Verfahren zum Betreiben einer permanenterregten n-Phasen-Drehfeldmaschine mit Hilfe eines Wechselrichters bekannt. Der Wechselrichter umfasst n aus einem Gleichstromzwischenkreis gespeiste Stränge zum Versorgen jeweils einer Phase der n-Phasen-Drehfeldmaschine. In aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen wird dabei ein in der n-Phasen-Drehfeldmaschine zu erzeugender Raumzeiger festgelegt. Außerdem wird eine erste Schaltsequenz für die Schalter einer ersten Gruppe von i Strängen festgelegt, die jeweils sich zu einer ersten i-Phasen-Drehfeldmaschine ergänzende Phasen der n-Phasen-Drehfeldmaschine versorgen, in der Weise, dass diese i Phasen einen ersten Beitrag zum Raumzeiger liefern. Ferner wird eine zweite Schaltsequenz für die Schalter einer zweiten Gruppe von j Strängen festgelegt, die jeweils sich zu einer zweiten j-Phasen-Drehfeldmaschine ergänzende Phasen der n-Phasen-Drehfeldmaschine versorgen, in der Weise, dass diese j Phasen den restlichen Beitrag zum Raumzeiger liefern. Die Schaltsequenzen werden dabei derart bestimmt, dass die Zeiten, in denen die Stränge der zweiten Gruppe einen Strom aus dem Zwischenkreis ziehen, mit den Zeiten, in denen die Stränge der ersten Gruppe einen Strom aus dem Zwischenkreis zeihen, nicht oder nur unvollständig übereinstimmen. Die Gruppen von Strängen werden dann anhand der festgelegten Schaltsequenzen angesteuert.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Verfahren gemäß dem Stand der Technik dahingehend zu erweitern, dass Schwankungen bzw. Verzerrungen des Zwischenkreisstroms weiter verringert werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren, eine Übertragungsvorrichtung, eine Antriebseinheit sowie ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte

Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung sowie der Figuren.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Betreiben einer Drehfeldmaschine eines Kraftfahrzeugs, bei welchem zumindest zwei Wicklungssysteme der Drehfeldmaschine mittels einer Übertragungsvorrichtung aufweisend zumindest zwei Schalteinheiten mit Strom aus einem Zwischenkreis versorgt werden. Dabei werden pro Arbeitszyklus eine erste Schaltsequenz für eine erste Schalteinheit zum Versorgen eines ersten Wicklungssystems und zumindest eine zweite Schaltsequenz für zumindest eine zweite Schalteinheit zum Versorgen eines zweiten Wicklungssystems festgelegt. Für die zumindest zwei Schaltsequenzen werden erste Schaltzustände, bei welchen die jeweiligen Schalteinheiten Strom aus dem Zwischenkreis entnehmen, und zweite Schaltzustände, bei welchen die Schalteinheiten keinen Strom aus dem Zwischenkreis entnehmen, bestimmt, wobei die ersten Schaltzustände der ersten Schaltsequenz überlappungsfrei mit den ersten Schaltzuständen der zweiten Schaltsequenz bestimmt werden. Darüber hinaus werden für zumindest eine der Schaltsequenzen dritte Schaltzustände bestimmt, in welchen die zugeordnete Schalteinheit einen von dem zugeordneten Wicklungssystem bereitgestellten Strom in den Zwischenkreis einspeist, wobei die dritten Schaltzustände überlappend mit den ersten Schaltzuständen der jeweils anderen Schaltsequenz bestimmt werden.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird als die Drehfeldmaschine eine n-Phasen-Drehfeldmaschine aufweisend das erste Wicklungssystem in Form von einem ersten Phasensystem mit i Phasen und das zumindest eine zweite Wicklungssystem in Form von einem zweiten Phasensystem mit j Phasen mit i+j<=n mittels der Übertragungsvorrichtung aufweisend einen n-Phasen-Wechselrichter betrieben, wobei die Schaltsequenzen derart bestimmt werden, dass das über die erste Schalteinheit des n-Phasen-Wechselrichters versorgte erste Phasensystem und das über die zweite Schalteinheit des n-Phasen-Wechselrichters versorgte zweite Phasensystem einen vorbestimmten Raumzeiger erzeugen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird als die Drehfeldmaschine eine fremderregte Drehfeldmaschine aufweisend das erste Wicklungssystem in Form von einem Phasensystem eines Stators der fremderregten Drehfeldmaschine und das zumindest eine zweite Wicklungssystem in Form von einem Erregerwicklungssystem eines Rotors der fremderregten Drehfeldmaschine von der Übertragungsvorrichtung aufweisend die erste Schalteinheit in Form von einem Wechselrichter und die zweite

Schalteinheit in Form von einer Erregereinrichtung betrieben, wobei das Phasensystem des Stators über den Wechselrichter mit Strom aus dem Zwischenkreis versorgt wird und das Erregerwicklungssystem über die Erregereinrichtung mit Strom aus dem Zwischenkreis versorgt wird.

Die Drehfeldmaschine kann eine fremderregte Drehfeldmaschine oder eine permanenterregte Drehfeldmaschine sein. Zumindest im Falle der permanenterregten Drehfeldmaschine weist diese als die zumindest zwei Wicklungssysteme das erste Phasensystem und das zweite Phasensystem auf. Das erste Phasensystem kann als eine i-Phasen-Drehfeldmaschine verstanden werden und das zweite Phasensystem kann als eine j-Phasen-Drehfeldmaschinen verstanden werden, welche auf eine gemeinsame Welle wirken und sich zu der n-Phasen-Drehfeldmaschine ergänzen. Die n-Phasen-Drehfeldmaschine kann beispielweise eine Sechs-Phasen-Drehfeldmaschine (n=6) sein, welche aus zwei Drei-Phasen-Drehfeldmaschinen (i=3, j=3) gebildet ist. Ein Rotor der n-Phasen-Drehfeldmaschine weist hier einen Permanentmagneten auf. Im Falle der fremderregten Drehfeldmaschine weist diese als das erste Wicklungssystem das Phasensystem des Stators und als zweites Wicklungssystem das Erregerwicklungssystem des Rotors auf. Die fremderregte Drehfeldmaschine kann auch ein drittes Wicklungssystem in Form von einem weiteren Phasensystem aufweisen, sodass die beiden Phasensysteme sich wiederum zu einer n-Phasen-Drehfeldmaschine ergänzen. Die fremderregte Drehfeldmaschine kann beispielsweise wiederum als eine Sechs-Phasen-Drehfeldmaschine (n=6) ausgebildet sein, welche aus zwei Drei-Phasen-Drehfeldmaschinen gebildet ist, oder als eine einzelne Drei-Phasen-Drehfeldmaschine (n=3) ausgebildet sein.

Die zumindest zwei Wicklungssysteme werden dabei aus einem gemeinsamen Zwischenkreis mit Energie versorgt, welche beispielsweise von einem elektrischen Energiespeicher des Kraftfahrzeugs bereitgestellt wird. Die Übertragungsvorrichtung weist dabei einen Zwischenkreiskondensator bzw. Glättungskondensator zum Dämpfen von etwaigen Verzerrungen auf, wobei der Zwischenkreiskondensator insbesondere parallel zu den Schalteinheiten der Übertragungsvorrichtung geschaltet ist. Im Falle der aus einer i-Phasen-Drehfeldmaschine und einer j-Phasen-Drehfeldmaschinen gebildeten n-Phasen-Drehfeldmaschine ist die Übertragungsvorrichtung ein n-Phasen-Wechselrichter, welcher eine erste Gruppe von i parallel geschalteten Strängen mit Schaltern zum Versorgen der i Phasen der i-Phasen-Drehfeldmaschine und eine zweite Gruppe von j parallel geschalteten Strängen mit Schaltern zum Versorgen der j Phasen der j-Phasen-Drehfeldmaschine aufweist. Die Schalter der ersten Gruppe aus i Strängen

bilden die erste Schalteinheit und die Schalter der zweiten Gruppe aus j Strängen bilden die zweite Schalteinheit. Im Falle der fremderregten Drehfeldmaschine weist die Übertragungsvorrichtung einen Wechselrichter mit einer zu der Anzahl an Phasen der Drehfeldmaschine korrespondierenden Anzahl an parallel geschalteten Strängen mit Schaltern zum Versorgen von Phasen der Drehfeldmaschine sowie eine Erregereinrichtung zum Versorgen des Erregerwicklungssystem des Rotors der Drehfeldmaschine auf. Die Schalter des Wechselrichters bilden dabei die erste Schalteinheit. Die Erregereinrichtung für den Rotor weist zumindest einen Schalter auf, welcher die zweite Schalteinheit bildet und über welchen der dem Rotor aus dem Zwischenkreis zugeführte Erregerstrom beeinflusst werden kann. Über den Erregerstrom kann insbesondere ein Blindleistungsverhalten der Drehfeldmaschine gesteuert werden.

Für jede der zumindest zwei Schalteinheiten wird dabei eine Schaltsequenz vorgegeben. Im Falle der aus mehreren Drehfeldmaschinen gebildeten n-Phasen-Drehfeldmaschine kann durch die Schaltsequenzen pro Arbeitszyklus ein vorbestimmter Raumzeiger erzeugt werden, welcher die Richtung sowie die Stärke des Magnetfeldes zu einem zu dem Arbeitszyklus korrespondierenden Zeitpunkt angibt. Die in mehreren, aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen erzeugten Raumzeiger beschreiben ein in der n-Phasen-Drehfeldmaschine erzeugtes, rotierendes Magnetfeld, welches den Rotor und damit die Welle antreibt. Dazu werden die Schalter des Wechselrichters pro Arbeitszyklus nach einem vorbestimmten Muster geschlossen und geöffnet. Im Falle der fremderregten Drehfeldmaschine kann pro Arbeitszyklus durch Festlegen der ersten Schaltsequenz der Raumzeiger erzeugt werden und durch Festlegen der zweiten Schaltsequenz das Blindleistungsverhalten der Drehfeldmaschine beeinflusst werden.

Dabei existieren in der Schaltsequenz für den Wechselrichter oder die erste Gruppe an Strängen des Wechselrichters die ersten Schaltzustände, in welchen den entsprechenden Phasen Strom zugeführt wird, und die zweiten Schaltzustände, in welchen den entsprechenden Phasen kein Strom zugeführt wird. Anders ausgedrückt korrespondieren die ersten Schaltzustände zu Zeiten, in welchen Strom aus dem Zwischenkreis gezogen wird, und die zweiten Schaltzustände korrespondieren zu Zeiten, in welchen kein Strom aus dem Zwischenkreis gezogen wird. Wenn nun durch die zweite Schaltsequenz, also die Schaltsequenz für die zweite Gruppe an Strängen des Wechselrichters und/oder für die Erregereinrichtung des Rotors, die Zeiten, in denen die zweite Schalteinheit Strom aus dem Zwischenkreis zieht, mit den Zeiten, in denen die erste Schalteinheit Strom aus dem Zwischenkreis zieht, überlappen würde, so würden die Schwankungen bzw. Verzerrungen des Zwischenkreisstroms verstärkt. Um dies zu

verhindern, werden die Schaltsequenzen so bestimmt, dass sich diese Zeiten nicht überlappen und die Schalteinheiten zeitversetzt Strom aus dem Zwischenkreis ziehen.

Idealerweise werden die Schaltsequenzen dabei so bestimmt, dass die Schalteinheiten abwechselnd Strom aus dem Zwischenkreis ziehen und somit ein konstanter Zwischenkreisstrom während der Arbeitszyklen aus dem Zwischenkreis gezogen wird. Insbesondere wenn das abwechselnde Vorgeben der ersten Schaltzustände nicht möglich ist, beispielweise weil die Schaltzyklen nicht beliebig wählbar sind, so wird zu Zeiten, zu welchen eine der Schalteinheiten das zugehörige Wicklungssystem mit Strom versorgt und dabei Strom aus dem Zwischenkreis zieht bzw. entnimmt, die jeweils andere Schalteinheit derart angesteuert werden, dass Strom von den zu der anderen Schalteinheit korrespondierenden Wicklungssystem in den Zwischenkreis fließt bzw. eingespeist wird. Für die andere Schalteinheit, welche momentan keinen Strom aus dem Zwischenkreis zieht, wird also der dritte Schaltzustand vorgegeben. Somit können in vorteilhafter Weise Verzerrungen des Zwischenkreisstroms weiter verringert werden. Dadurch kann ein besonders kostengünstiger und geringdimensionierter Zwischenkreiskondensator verwendet werden.

Vorzugsweise werden im Falle der fremderregten Drehfeldmaschine die dritten Schaltzustände für die zweite Schaltsequenz der Erregereinrichtung bestimmt, sodass zu den ersten Schaltzuständen der ersten Schaltsequenz, bei welcher der Wechselrichter zum Versorgen des Phasensystems des Stators Strom aus dem Zwischenkreis entnimmt, das Erregerwicklungssystem des Rotors über die Erregereinrichtung Strom in den Zwischenkreis einspeist. Es wird also zu Zeiten, zu welchen die erste Schalteinheit zum Erzeugen eines vorbestimmten Raumzeigers Strom aus dem Zwischenkreis in die Phasen des Stators einspeist, die zweite Schalteinheit derart angesteuert, dass Strom von dem Erregerwicklungssystem des Rotors in den Zwischenkreis fließt. Bei dieser Ausführungsform wird dem Umstand Rechnung getragen, dass das Erregerwicklungssystem des Rotors einen geringeren Energiebedarf aufweist als das Phasensystem des Stators. Die durch diesen ungleichen Energiebedarf auftretenden Stromschwankungen können durch das Zurückspeisen von Strom durch das Erregerwicklungssystem verringert werden.

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn ein Zeitraum eines ersten Schaltzustandes der einen Schalteinheit mittig in einem Zeitraum eines zweiten Schaltzustandes der anderen Schalteinheit liegend bestimmt wird. Anders ausgedrückt liegt ein erster Schaltzustand der einen Schalteinheit mittig zwischen zwei ersten Schaltzuständen der anderen

Schalteinheit. Aus einer derartigen Ansteuerung der Schalteinheiten ergibt sich der Vorteil, dass ein Maximalwert von Verzerrungen des Zwischenkreisstroms verringert werden kann.

Besonders bevorzugt wird ein Zeitraum eines dritten Schaltzustandes der einen Schaltsequenz mittig in einem Zeitraum eines ersten Schaltzustandes der anderen Schaltsequenz liegend bestimmt. Dies bedeutet, dass in einem ersten Teilzeitraum des Zeitraums des ersten Schaltzustandes der einen Schalteinheit dem Zwischenkreis Strom entnommen wird, in einem zweiten Teilzeitraum dem Zwischenkreis gleichzeitig Strom entnommen und zugeführt wird und in einem dritten Teilzeitraum dem Zwischenkreis wieder nur Strom entnommen wird. Der erste und der dritte Teilzeitraum sind dabei gleich groß. Eine derartige Vorgabe der Schaltsequenzen wirkt sich besonders positiv auf die Zwischenkreisschwankungen aus.

In einer Weiterbildung der Erfindung wird pro Arbeitszyklus für das zumindest zeitweise einspeisende Wicklungssystem ein Strombedarf bestimmt und ein Zeitraum der ersten Schaltzustände der Schaltsequenz der zugeordneten Schalteinheit wird derart bestimmt, dass ein in das Wicklungssystem eingespeister Gesamtstrom die Summe aus dem Strombedarf und einem vorbestimmten Stromüberschuss ist. Ein Zeitraum des dritten Schaltzustandes wird derart bestimmt, dass der Stromüberschuss zurück in den Zwischenkreis gespeist wird. Es wird also zu Zeiten der einen Schaltsequenz, in welchen die eine Schalteinheit keinen Strom aus dem Zwischenkreis entnimmt, von der anderen Schalteinheit während des ersten Schalzustandes der anderen Schaltsequenz mehr Strom aus dem Zwischenkreis entnommen, als das zugehörige Wicklungssystem eigentlich benötigt. Diese überschüssige Energie wird dann zu Zeiten, in welchen die eine Schalteinheit Strom aus dem Zwischenkreis entnimmt, in den Zwischenkreis zurückgespeist. Im Falle der fremderregten Drehfeldmaschine wird beispielsweise zu Zeiten, in welchen die erste Schalteinheit während der ersten Schaltsequenz keinen Strom für das Phasensystem des Stators aus dem Zwischenkreis entnimmt, von der zweiten Schalteinheit während des ersten Schaltzustands in der zweiten Schaltsequenz mehr Strom aus dem Zwischenkreis entnommen, als das Erregerwicklungssystem des Rotors eigentlich benötigt. Dieser überschüssige Strom wird dann zu Zeiten, in welchen die erste Schalteinheit Strom aus dem Zwischenkreis entnimmt, über die zweite Schalteinheit wieder in den Zwischenkreis eingespeist.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Übertragungsvorrichtung für eine Antriebseinheit eines Kraftfahrzeugs mit zumindest zwei Schalteinheiten zum Versorgen von zumindest

zwei Wicklungssystemen einer Drehfeldmaschine der Antriebseinheit mit einem Strom aus einem Zwischenkreis, mit einem Glättungskondensator und mit einer Steuereinrichtung zum Ansteuern der Schalteinheiten, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren oder eine vorteilhafte Ausführungsform davon durchzuführen. Die Übertragungsvorrichtung kann beispielsweise einen n-Phasen-Wechselrichter zum Versorgen einer n-Phasen-Drehfeldmaschine sein. Zusätzlich kann die Übertragungsvorrichtung eine Erregereinrichtung zum Versorgen eines Erregerwicklungssystems aufweisen. Die Steuereinrichtung kann beispielsweise in ein Steuergerät des Kraftfahrzeugs integriert sein.

Ferner betrifft die Erfindung eine Antriebseinheit für ein Kraftfahrzeug mit einer Drehfeldmaschine und einer erfindungsgemäßen Übertragungsvorrichtung. Die Drehfeldmaschine kann beispielsweise als eine fremderregte oder als eine permanenterregte Drehfeldmaschine ausgebildet sein.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst eine erfindungsgemäße Antriebseinheit. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere als ein Elektro- oder Hybridfahrzeug ausgebildet, welches mit der erfindungsgemäßen Antriebseinheit antreibbar ist.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Übertragungsvorrichtung, für die erfindungsgemäße Antriebseinheit sowie für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

Die Erfindung wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit;

Fig. 3a bis 3c Stromverläufe für erste Ausführungen von Schaltsequenzen von Schalteinheiten einer Antriebseinheit;

Fig. 4a bis 4c Stromverläufe für zweite Ausführungen von Schaltsequenzen von Schalteinheiten einer Antriebseinheit; und

Fig. 5a bis 5c Stromverläufe für dritte Ausführungen von Schaltsequenzen von Schalteinheiten einer Antriebseinheit.

In den Figuren sind gleiche sowie funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen Ausführungsformen einer Antriebseinheit 1 für ein hier nicht gezeigtes Kraftfahrzeug. Die Antriebseinheit 1 weist eine Drehfeldmaschine 2 mit zumindest zwei Wicklungssystemen 2a, 2b auf. Außerdem weist die Antriebseinheit 1 eine Übertragungsvorrichtung 3 mit zumindest zwei Schalteinheiten 3a, 3b auf, welche dazu ausgelegt sind, die zumindest zwei Wicklungssysteme 2a, 2b mit Strom idc1, idc2 aus einem Zwischenkreis 4 zu versorgen. Dazu werden für jede Schalteinheit 3a, 3b der Übertragungsvorrichtung 3 von einer Steuereinrichtung 5 der Übertragungsvorrichtung 3 pro Arbeitszyklus Schaltsequenzen vorgegeben und bereitgestellt. Die Schaltsequenzen umfassen erste Schaltzustände, in welchen dem Zwischenkreis 4 Strom idc1, idc2 entnommen wird, und zweite Schaltzustände, in welchen dem Zwischenkreis 4 kein Strom idc1, idc2 entnommen wird. Aufgrund dieser unterschiedlichen Schaltzustände pro Arbeitszyklus schwankt der Gesamtzwischenkreisstrom idc, was zu Schwankungen einer Zwischenkreisspannung udc führt. Zum Dämpfen der Schwankungen der Zwischenkreisspannung udc weist die Übertragungsvorrichtung 3 einen Zwischenkreiskondensator bzw. Glättungskondensator 6 auf. Eine Dimensionierung sowie Kosten des Glättungskondensators 6 werden dabei von einer Stärke der Schwankungen der Zwischenkreisspannung udc beeinflusst.

Gemäß Fig. 1 ist die Drehfeldmaschine 2 als eine n-Phasen-Drehfeldmaschine 7 mit n=6 ausgebildet. Die n-Phasen-Drehfeldmaschine 7 weist als das erste Wicklungssystem 2a ein erstes i-Phasensystem 7a mit i=3 und als das zweite Wicklungssystem 2b ein zweites j-Phasensystem 7b mit j=3 auf. Das erste Phasensystem 7a umfasst die Phasen U, V, W, welche hier in einem gemeinsamen Sternpunkt verschaltet sind, und das zweite Phasensystem 7b umfasst die Phasen U‘, V‘, W‘, welche hier ebenfalls in einem gemeinsamen Sternpunkt verschaltet sind. Die Phasensysteme 7a, 7b bilden hier zwei Drei-Phasen-Drehfeldmaschinen, welche über die Drehung eines gemeinsamen Rotors, beispielsweise eines permanenterregten Rotors, eine gemeinsame Welle antreiben und sich somit zu der n-Phasen-Drehfeldmaschine 7 ergänzen.

Die Übertragungsvorrichtung 3 weist hier einen n-Phasen Wechselrichter 8 mit n=6 auf. Die erste Schalteinheit 3a bildet einen ersten i-Phasen-Wechselrichter 8a mit i=3 und dient zum Bestromen des ersten Phasensystems 7a. Die zweite Schalteinheit 3b bildet einen zweiten j-Phasen-Wechselrichter 8b mit j=8 und dient zum Bestromen des zweiten Phasensystems 7b. Zum Bestromen des jeweiligen Phasensystems 7a, 7b weisen die Drei-Phasen-Wechselrichter 8a, 8b jeweils eine mit der Anzahl an Phasen U, V, W; U‘, V‘, W‘ korrespondierende Anzahl an parallel geschalteten Strängen 9 mit steuerbaren Schaltern 10 auf. Die Schalter 10 können beispielsweise Halbleiterschalter in Form von Leistungs-MOSFETs sein und von der Steuereinrichtung 5 geöffnet und geschlossen werden. Dabei wird durch die Steuereinrichtung 5 zum Erzeugen eines vorbestimmten Raumzeigers in der Sechs-Phasen-Drehfeldmaschine 7 für die Schalter 10 des ersten Drei-Phasen-Wechselrichters 8a eine erste Schaltsequenz und für die Schalter 10 des zweiten Drei-Phasen-Wechselrichters 8b eine zweite Schaltsequenz vorgegeben. Die Schalter 10 der Drei-Phasen-Wechselrichter 8a, 8b werden dann von der Steuereinrichtung 5 entsprechend der vorbestimmten Schaltsequenzen angesteuert.

Gemäß Fig. 2 ist die Drehfeldmaschine 2 als eine fremderregte m-Phasen-Drehfeldmaschine 11 mit m=3 ausgebildet. Die fremderregte Drei-Phasen-Drehfeldmaschine 11 weist einen Stator mit einem Phasensystem 11a auf, durch welches das erste Wicklungssystem 2a gebildet ist, und einen Rotor mit einem Erregerwicklungssystem 11b auf, durch welches das zweite Wicklungssystem 2b gebildet ist. Das Phasensystem 11a weist drei Phasen U“, V“, W“ auf, welche von einem Drei-Phasen-Wechselrichter 12 der Übertragungsvorrichtung 3 zum Erzeugen eines vorbestimmten Raumzeigers bestromt werden. Dazu wird für die Schalter 10 der Stränge 9 des Drei-Phasen-Wechselrichters 12, welcher die erste Schalteinheit 3a der Übertragungsvorrichtung 3 bildet, eine erste Schaltsequenz bestimmt und vorgegeben.

Als die zweite Schalteinheit 3b weist die Übertragungsvorrichtung 3 eine Erregereinrichtung 13 mit einem steuerbaren Schalter 14 auf. Über die Erregereinrichtung 13 wird dem Erregerwicklungssystem 11b des Rotors als der Strom idc2 ein Erregerstrom zugeführt, über welchen ein Blindleistungsverhalten der fremderregten Drei-Phasen-Drehfeldmaschine 11 gesteuert werden kann. Dazu wird für die Erregereinrichtung 13 von der Steuereinrichtung 5 der Übertragungsvorrichtung 3 eine zweite Schaltsequenz zum Öffnen und Schließen des steuerbaren Schalters 14 vorgegeben.

Um die Schwankungen der Zwischenkreisspannung udc zu verringern und damit einen besonders geringdimensionierten und kostengünstigen Glättungskondensator 6 bereitstellen zu können, werden von der Steuereinrichtung 5 die ersten und zweiten Schaltsequenzen derart bestimmt, dass sich die ersten Schaltzustände der ersten Schaltsequenz und die ersten Schaltzustände der zweiten Schaltsequenz nicht überlappen. Es wird also jeweils nur Strom idc1 von der ersten Schalteinheit 3a oder Strom idc2 von der zweiten Schalteinheit 3b aus dem Zwischenkreis 4 entnommen und dem jeweiligen Wicklungssystem 2a, 2b zugeführt. Zur weiteren Verringerung der Schwankungen werden für zumindest eine der Schaltsequenzen dritte Schaltzustände bestimmt, in welchen die jeweilige Schalteinheit 3a, 3b einen von dem zugeordneten Wicklungssystem 2a, 2b bereitgestellten Strom in den Zwischenkreis 4 einspeist. Die dritten Schaltzustände werden dabei überlappend mit den ersten Schaltzuständen der jeweils anderen Schaltsequenz bestimmt. Dies bedeutet, dass über eine Schalteinheit 3a, 3b Strom in den Zwischenkreis 4 eingespeist wird, während die andere Schalteinheit 3a, 3b Strom idc1, idc2 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt.

In Fig. 3a bis 5c sind Phasen I, II, III, IV von Stromverläufen der Ströme idc1, idc2, idc während eines Arbeitszyklus der Drehfeldmaschine 2 für die Schaltsequenzen Q1, Q2 der Schalteinheiten 3a, 3b dargestellt. Fig. 3a, 4a und 5a zeigen jeweils den Stromverlauf des Stroms idc1 über die Zeit t zwischen der ersten Schalteinheit 3a der Übertragungsvorrichtung 3 und dem ersten Wicklungssystem 2a während der ersten Schaltsequenz Q1. Die Stromwerte idc1 = 1 gemäß Fig. 3a, 4a, 5a korrespondieren mit ersten Schaltzuständen S1a der ersten Schalteinheit 3a, in welchen die erste Schalteinheit 3a Strom idc1 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt. Die Stromwerte idc1 = 0 korrespondieren mit zweiten Schaltzuständen S2a der ersten Schalteinheit 3a, in welchen die erste Schalteinheit 3a keinen Strom idc1 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt. Fig. 3b, 4b und 5b zeigen jeweils den Stromverlauf des Stroms idc2 über die Zeit t zwischen der zweiten Schalteinheit 3b und dem zweiten Wicklungssystem 2b während der zweiten Schaltsequenz Q2. Die Stromwerte idc2 = 1 gemäß Fig. 3b, 4b, 5b korrespondieren mit

ersten Schaltzuständen S1b der zweiten Schalteinheit 3b, in welchen die zweite Schalteinheit 3b Strom idc2 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt. Die Stromwerte idc2 = 0 korrespondieren mit zweiten Schaltzuständen S2b der zweiten Schalteinheit 3b, in welchen die zweite Schalteinheit 3b keinen Strom idc2 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt. Fig. 3c, 4c und 5c zeigen jeweils den Stromverlauf des gesamten Zwischenkreisstroms idc über die Zeit t, welcher sich durch Summieren der Ströme idc1, idc2 ergibt. Außerdem ist in Fig. 3c, 4c und 5c ein Verlauf v der Verzerrungen des Zwischenkreisstroms idc bzw. der Zwischenkreisspannung udc zeigt.

In Fig. 3a und Fig. 3b ist gezeigt, dass die ersten Schaltzustände S1a der ersten Schalteinheit 3a und die ersten Schaltzustände S1b der zweiten Schalteinheit 3b während der Phasen I und III des Arbeitszyklus auftreten und sich daher überlappen. Somit summieren sich die Stromwerte idc1 = 1 und idc2 = 1 während der Phasen I und III auf, sodass der Gesamtstrom idc während der Phasen I und III zeitweise idc = 2 beträgt. Der Gesamtstrom idc gemäß Fig. 3c schwankt somit zwischen 0 und 2, was einen großen Wert V1 eines Verzerrungsfaktors zur Folge hat. Der Glättungskondensator 6 muss bei einer derartigen Wahl der Schaltsequenzen Q1, Q2 der ersten und zweiten Schalteinheit 3a, 3b entsprechend groß dimensioniert sein und ist daher sehr kostenintensiv.

In Fig. 4a und Fig. 4b ist gezeigt, dass die ersten Schaltzustände S1a der ersten Schalteinheit 3a während der Phasen II und IV und die ersten Schaltzustände S1b der zweiten Schalteinheit 3b während der Phasen I und III auftreten. Die ersten Schaltzustände S1a der ersten Schalteinheit 3a und die ersten Schaltzustände S1b der zweiten Schalteinheit 3b überlappen daher nicht. Es wird also pro Phase I, II, III, IV immer nur durch eine der beiden Schalteinheiten 3a, 3b Strom idc1, idc2 aus dem Zwischenkreis 4 entnommen bzw. gezogen. Somit summieren sich die Ströme idc1 = 0 und idc2 = 1 während der Phasen I und III und die Ströme idc1 = 1 und idc2 = 0 während der Phasen II und IV zu dem Gesamtstrom idc gemäß Fig. 4c. Der Gesamtstrom idc schwankt somit zwischen 0 und 1, was einen im Vergleich zum ersten Verzerrungsfaktorwert V1 geringeren zweiten Verzerrungsfaktorwert V2 zur Folge hat. Der Glättungskondensator 6 kann bei einer derartigen Wahl der Schaltsequenzen Q1, Q2 der ersten und zweiten Schalteinheit 3a, 3b geringer dimensioniert werden. So können Kosten gespart werden.

In Fig. 5a und Fig. 5b ist gezeigt, dass die ersten Schaltzustände S1a der ersten Schalteinheit 3a während der Phasen II und IV und die ersten Schaltzustände S1b der zweiten Schalteinheit 3b während der Phasen I und III auftreten. Die ersten Schaltzustände S1a der ersten Schalteinheit 3a und die ersten Schaltzustände S1b der

zweiten Schalteinheit 3b überlappen daher nicht. Außerdem ist gezeigt, dass die zweite Schaltsequenz Q2 dritte Schaltzustände S3b aufweist, in welchen ein Strom idc2 = -1 fließt. Es wird also während des dritten Schaltzustandes S3b über die zweite Schalteinheit 3b ein Strom idc2 in den Zwischenkreis 4 zurückgespeist. Die dritten Schaltzustände S3b treten dabei in den Phasen II und IV auf, in welchen die erste Schalteinheit 3a den ersten Schaltzustand S1a aufweist und daher Strom idc1 aus dem Zwischenkreis 4 entnimmt. Die dritten Schaltzustände S3b liegen dabei mittig in den jeweiligen Phasen II und IV. Außerdem ist ein Zeitraum Z2 des ersten Schaltzustandes S1b der zweiten Schalteinheit 3b gemäß Fig. 5b größer als ein Zeitraum Z1 des ersten Schaltzustandes S1b der zweiten Schalteinheit 3b gemäß Fig. 4b. Es wird also während des ersten Schaltzustandes S1b gemäß Fig. 5b mehr Strom idc2 durch die zweite Schalteinheit 3b aus dem Zwischenkreis 4 entnommen, als eigentlich für das zweite Wicklungssystem 2b benötigt wird. Der tatsächlich benötigte Strom idc2 wird während des Zeitraums Z1 aus dem Zwischenkreis 4 entnommen und dem zweiten Wicklungssystem 2b über die zweite Schalteinheit 3b zugeführt. Der Stromüberschuss Z2-Z1, also der durch das zweite Wicklungssystem 2b nicht benötigte Strom idc2, wird dem Zwischenkreis 4 während des dritten Schaltzustandes S3b der zweiten Schalteinheit 3b wieder zugeführt.

Die Schaltsequenzen Q1, Q2 gemäß Fig. 5a, 5b führen zu einem Gesamtstrom idc gemäß Fig. 5c, welcher zwar ebenfalls zwischen 0 und 1 schwankt, jedoch einen gleichmäßigeren Verlauf aufweist als der Gesamtstrom idc gemäß Fig. 4c. Dies hat einen im Vergleich zum zweiten Verzerrungsfaktorwert V2 geringeren dritten Verzerrungsfaktorwert V3 zur Folge. Der Glättungskondensator 6 kann bei einer derartigen Wahl der Schaltsequenzen Q1, Q2 in seiner Dimensionierung weiter verkleinert werden. Somit kann ein besonders kostengünstiger Glättungskondensator 6 verwendet werden.

Bezugszeichenliste

1	Antriebseinheit
2	Drehfeldmaschine
2a, 2b	Wicklungssysteme
3	Übertragungsvorrichtung
3a, 3b	Schalteinheiten
4	Zwischenkreis
5	Steuereinrichtung
6	Glättungskondensator
7	n-Phasen-Drehfeldmaschine
7a, 7b	Phasensysteme
8	n-Phasen-Wechselrichter
8a, 8b	Wechselrichter
9	Stränge
10	Schalter
11	m-Phasen-Drehfeldmaschine
11a	Phasensystem
11b	Erregerwicklungssystem
12	Wechselrichter
13	Erregereinrichtung
14	Schalter
idc, idc1, idc2	Zwischenkreisströme
U, U‘, U“, V, V’, V“, W, W‘, W“	Phasen
S1a, S1b	erste Schaltzustände
S2a, S2b	zweite Schaltzustände
S3b	dritte Schaltzustände
Q1, Q2	Schaltsequenzen
I, II, III; IV	Schaltsequenzphasen
Z1, Z2	Zeiträume
t	Zeit
v	Verlauf der Verzerrung
V1, V2, V3	Verzerrungsfaktoren der Spannung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Drehfeldmaschine (2) eines Kraftfahrzeugs, bei welchem zumindest zwei Wicklungssysteme (2a, 2b) der Drehfeldmaschine (2) mittels einer Übertragungsvorrichtung (3) aufweisend zumindest zwei Schalteinheiten (3a, 3b) mit Strom (idc, idc1, idc2) aus einem Zwischenkreis (4) versorgt werden und bei welchem pro Arbeitszyklus eine erste Schaltsequenz (Q1) für eine erste Schalteinheit (3a) zum Versorgen eines ersten Wicklungssystems (2a) und zumindest eine zweite Schaltsequenz (Q2) für zumindest eine zweite Schalteinheit (3b) zum Versorgen eines zweiten Wicklungssystems (2b) festgelegt werden, wobei für die zumindest zwei Schaltsequenzen (Q1, Q2) erste Schaltzustände (S1a, S1b), bei welchen die jeweiligen Schalteinheiten (3a, 3b) Strom (idc, idc1, idc2) aus dem Zwischenkreis (4) entnehmen, und zweite Schaltzustände (S2a, S2b), bei welchen die Schalteinheiten (3a, 3b) keinen Strom aus dem Zwischenkreis (4) entnehmen, bestimmt werden, und wobei die ersten Schaltzustände (S1a) der ersten Schaltsequenz (Q1) überlappungsfrei mit den ersten Schaltzuständen (S1b) der zweiten Schaltsequenz (Q2) bestimmt werden,
dadurch gekennzeichnet, dass
für zumindest eine der Schaltsequenzen (Q2) dritte Schaltzustände (S3b) bestimmt werden, in welchen die zugeordnete Schalteinheit (3b) einen von dem zugeordneten Wicklungssystem (2b) bereitgestellten Strom in den Zwischenkreis (4) einspeist, wobei die dritten Schaltzustände (S3b) überlappend mit den ersten Schaltzuständen (S1a) der jeweils anderen Schaltsequenz (Q1) bestimmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
als die Drehfeldmaschine (2) eine n-Phasen-Drehfeldmaschine (7) aufweisend das erste Wicklungssystem (2a) in Form von einem ersten Phasensystem (7a) mit i Phasen (U, V, W) und das zumindest eine zweite Wicklungssystem (2b) in Form von einem zweiten Phasensystem (7b) mit j Phasen (U‘, V‘, W‘) mit i+j<=n mittels der Übertragungsvorrichtung (3) aufweisend einen n-Phasen-Wechselrichter (8) betrieben

wird, wobei die Schaltsequenzen (Q1, Q2) derart bestimmt werden, dass das über die erste Schalteinheit (3a) des n-Phasen-Wechselrichters (8) versorgte erste Phasensystem (7a) und das über die zweite Schalteinheit (3b) des n-Phasen-Wechselrichters (8) versorgte zweite Phasensystem (7b) einen vorbestimmten Raumzeiger erzeugen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
als die Drehfeldmaschine (2) eine fremderregte Drehfeldmaschine (11) aufweisend das erste Wicklungssystem (2a) in Form von einem Phasensystem (11a) eines Stators der fremderregten Drehfeldmaschine (11) und das zumindest eine zweite Wicklungssystem (2b) in Form von einem Erregerwicklungssystem (11b) eines Rotors der fremderregten Drehfeldmaschine (11) von der Übertragungsvorrichtung (3) aufweisend die erste Schalteinheit (3a) in Form von einem Wechselrichter (12) und die zweite Schalteinheit (3b) in Form von einer Erregereinrichtung (13) betrieben wird, wobei das Phasensystem (11a) des Stators über den Wechselrichter (12) mit Strom (idc1) aus dem Zwischenkreis (4) versorgt wird und das Erregerwicklungssystem (13) über die Erregereinrichtung (13) mit Strom (idc2) aus dem Zwischenkreis (4) versorgt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
durch gekennzeichnet, dass
die dritten Schaltzustände (S3b) für die zweite Schaltsequenz (Q2) der Erregereinrichtung (13) bestimmt werden, sodass zu den ersten Schaltzuständen (S1a) der ersten Schaltsequenz (Q1), bei welcher der Wechselrichter (12) zum Versorgen des Phasensystems (11a) des Stators Strom (idc1) aus dem Zwischenkreis (4) entnimmt, das Erregerwicklungssystem (11b) des Rotors über die Erregereinrichtung (13) Strom in den Zwischenkreis (4) einspeist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Zeitraum eines ersten Schaltzustandes (S1a, S1b) der einen Schalteinheit (3a, 3b) mittig in einem Zeitraum eines zweiten Schaltzustandes (S2a, S2b) der anderen Schalteinheit (3a, 3b) liegend bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Zeitraum eines dritten Schaltzustandes (S3b) der einen Schaltsequenz (Q2) mittig in einem Zeitraum eines ersten Schaltzustandes (S1a) der anderen Schaltsequenz (Q1) liegend bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
pro Arbeitszyklus für das zumindest zeitweise einspeisende Wicklungssystem (2b) ein Strombedarf bestimmt wird, und ein Zeitraum (Z2) der ersten Schaltzustände (S1b) der Schaltsequenz (Q2) der zugeordneten Schalteinheit (3b) derart bestimmt wird, dass ein in das Wicklungssystem (2b) eingespeister Gesamtstrom die Summe aus dem Strombedarf und einem vorbestimmten Stromüberschuss ist, und ein Zeitraum (Z2-Z1) des dritten Schaltzustandes (S3b) derart bestimmt wird, dass der Stromüberschuss zurück in den Zwischenkreis (4) gespeist wird.

8. Übertragungsvorrichtung (3) für eine Antriebseinheit (1) eines Kraftfahrzeugs mit zumindest zwei Schalteinheiten (3a, 3b) zum Versorgen von zumindest zwei Wicklungssystemen (2a, 2b) einer Drehfeldmaschine (2) der Antriebseinheit (1) mit einem Strom (ic) aus einem Zwischenkreis (4), mit einem Glättungskondensator (6) und mit einer Steuereinrichtung (5) zum Ansteuern der Schalteinheiten (3a, 3b), wobei die Steuereinrichtung (5) dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

9. Antriebseinheit (1) für ein Kraftfahrzeug mit einer Drehfeldmaschine (2) und einer Übertragungsvorrichtung (3) nach Anspruch 8.

10. Kraftfahrzeug mit einer Antriebseinheit (1) nach Anspruch 9.

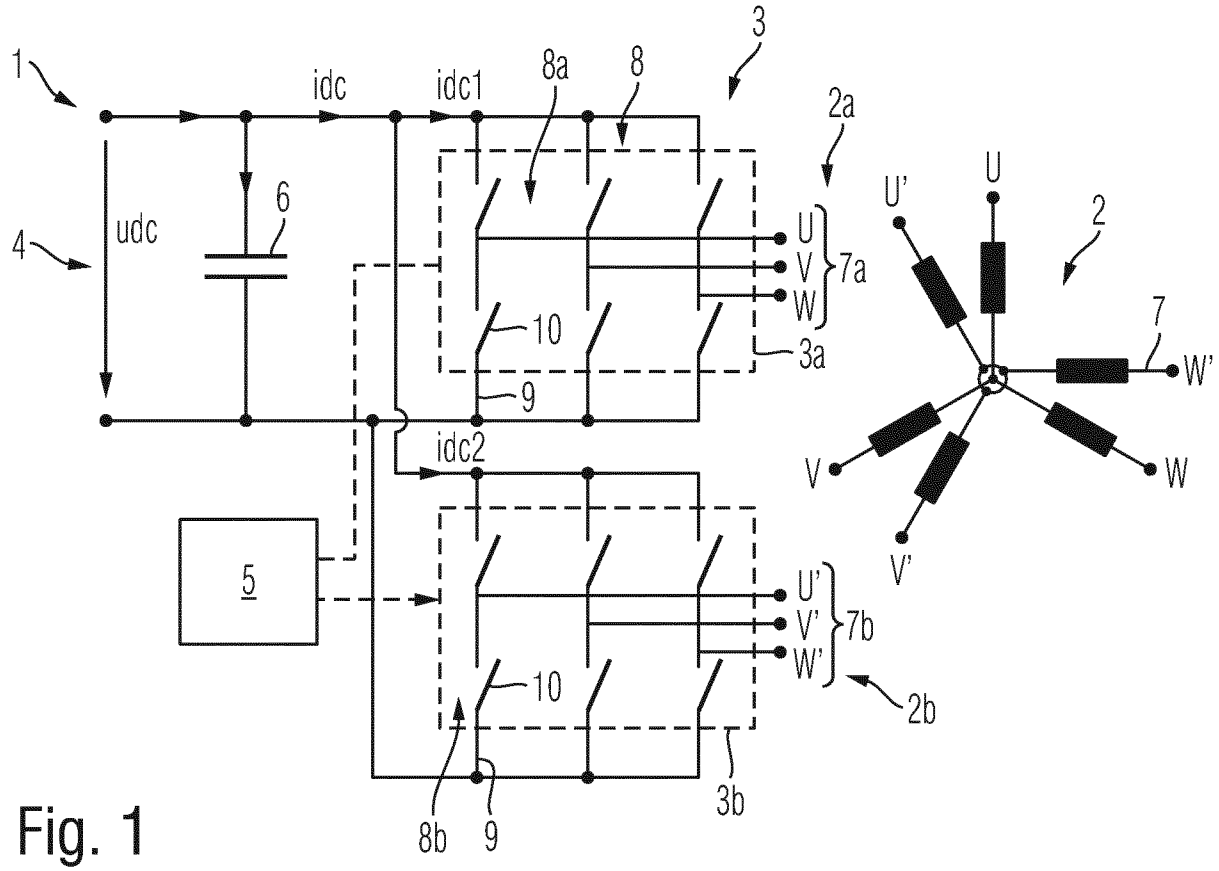

1
idc
idc1
8a
8
3
2a
U'
U
2
4
udc
6
U
V
W
7a
7
W'
10
3a
9
V
W
idc2
5
V'
U'
V'
W'
7b
10
2b
8b
9
3b

Fig. 1

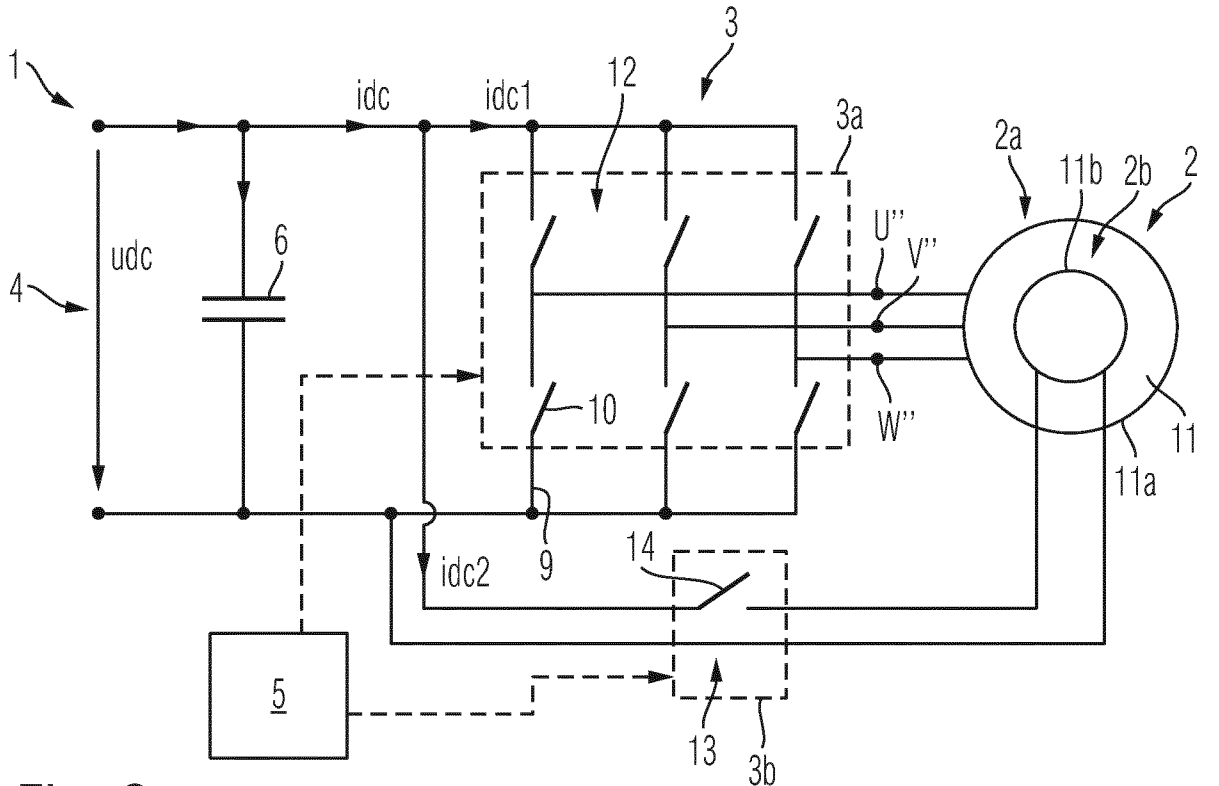

1
idc
idc1
12
3
3a
2a
11b
2b
2
U''
V''
4
udc
6
10
W''
11
11a
idc2
9
14
5
13
3b

Fig. 2

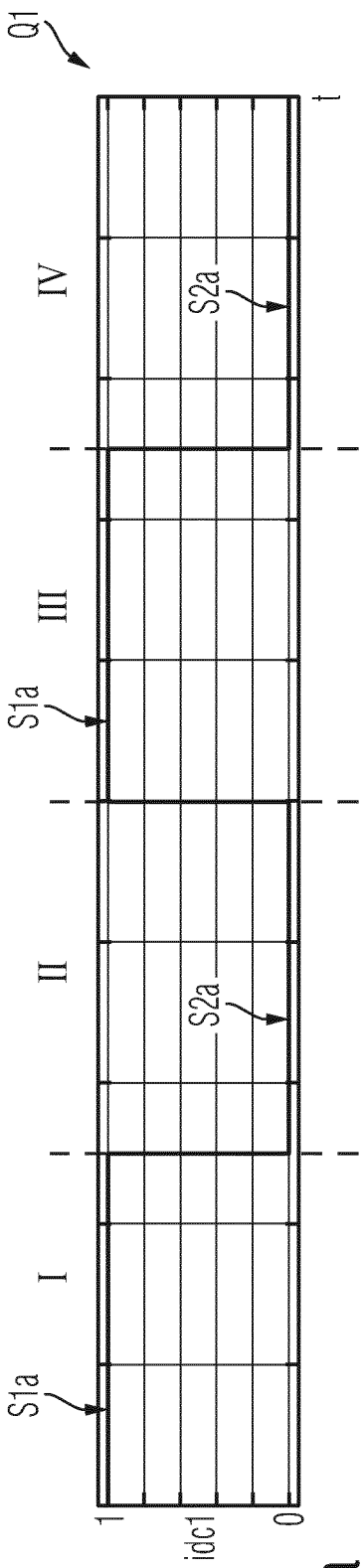


Fig. 3a

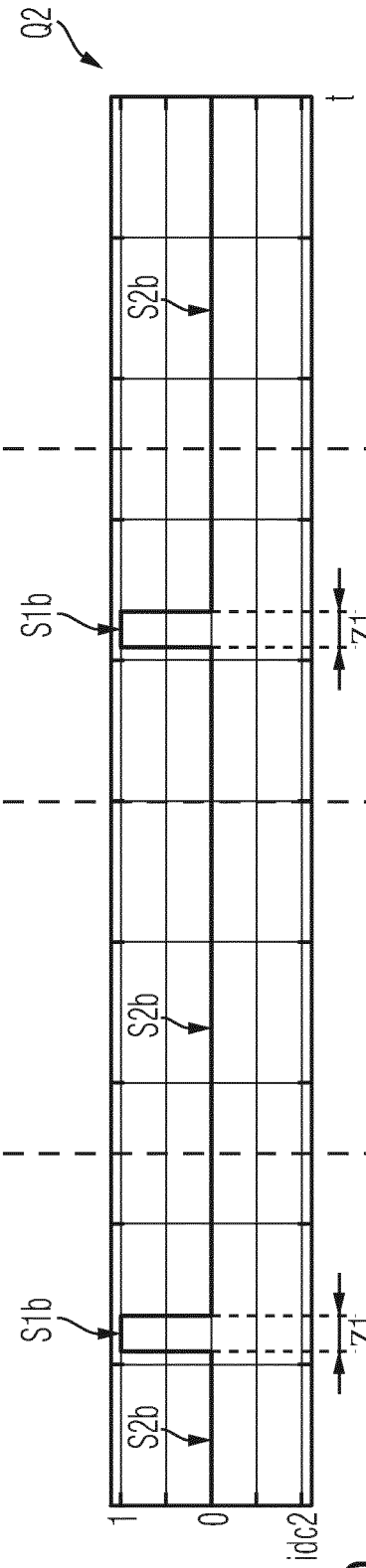


Fig. 3b

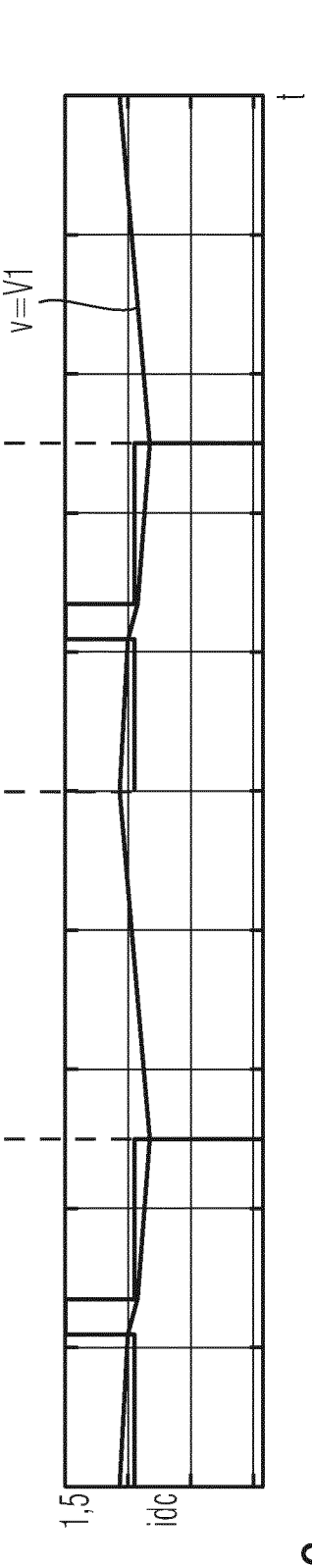


Fig. 3c

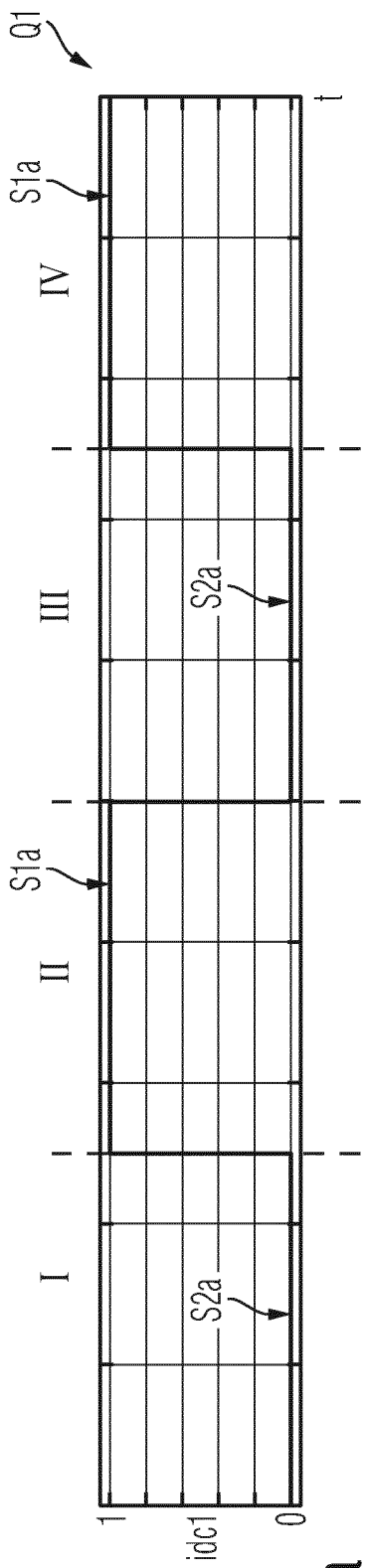


Fig. 4a

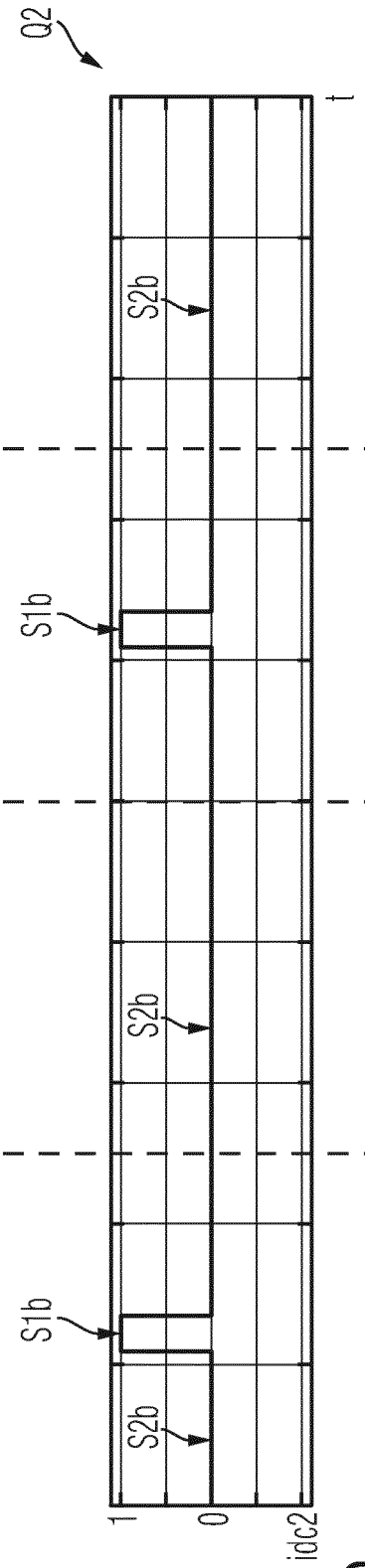


Fig. 4b

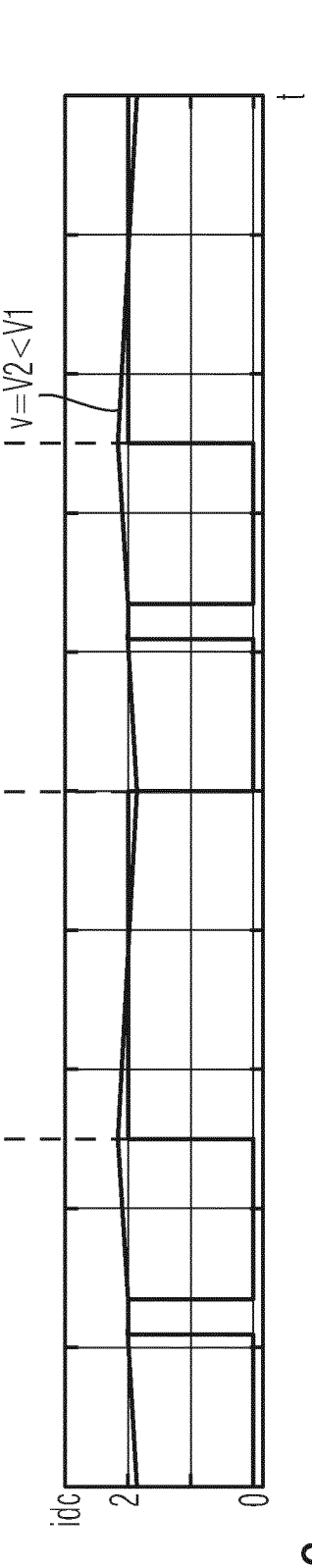


Fig. 4c

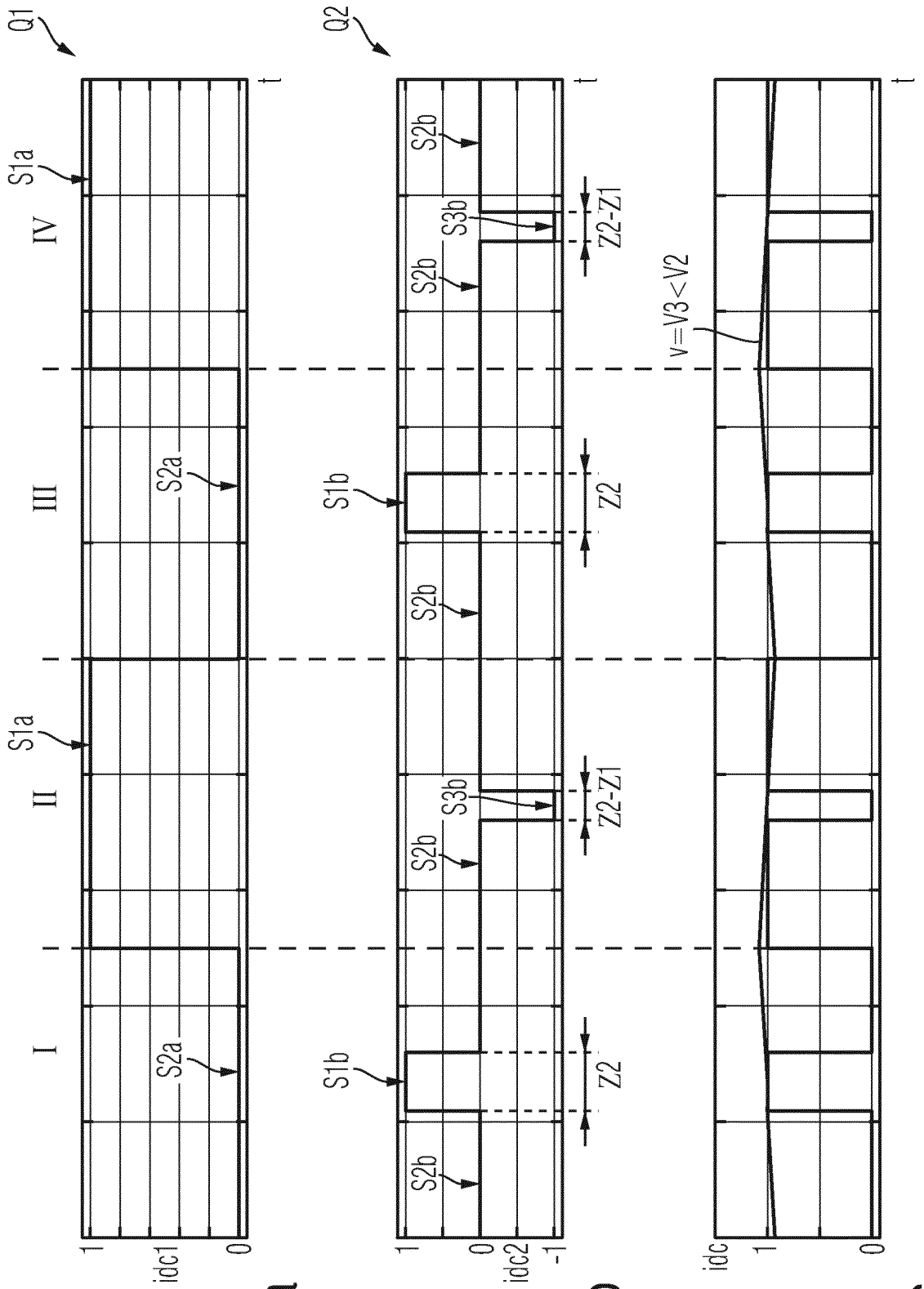


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 5c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/050602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 23/26(2016.01)i; ***H02P 6/15***(2016.01)i; ***H02M 7/493***(2007.01)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; H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005034333 A1 (SENSOR TECHNIK WIEDEMANN GMBH [DE]; AGCO GMBH & CO OHG [DE]; SALWIT AG) 14 April 2005 (2005-04-14) cited in the application page 10, line 24 - line 36; figures 4A,5C	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 March 2019	**05 April 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Schürle, Patrick** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/050602

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2005034333 A1	14 April 2005	DE 10346060 A1	12 May 2005
		WO 2005034333 A1	14 April 2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/050602

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02P23/26 H02P6/15 H02M7/493
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02P H02M

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2005/034333 A1 (SENSOR TECHNIK WIEDEMANN GMBH [DE]; AGCO GMBH & CO OHG [DE]; SALWIT AG) 14. April 2005 (2005-04-14) in der Anmeldung erwähnt Seite 10, Zeile 24 - Zeile 36; Abbildungen 4A,5C -----	1-10

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. März 2019	05/04/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schürle, Patrick

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/050602

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005034333 A1	14-04-2005	DE 10346060 A1	12-05-2005
		WO 2005034333 A1	14-04-2005