

(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
23. April 2020 (23.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/078701 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02P 7/285 (2016.01) *H02P* 3/08 (2006.01)
H02P 7/28 (2016.01) *F04B* 49/06 (2006.01)
H02P 1/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/076400

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. September 2019 (30.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 125 710.4
17. Oktober 2018 (17.10.2018) DE

(71) Anmelder: WABCO GMBH [DE/DE]; Am Lindener Ha-
fen 21, 30453 Hannover (DE).

(72) Erfinder: MEIER, Jörg; Alte Berliner Heerstr. 56, 31840
Hessisch Oldendorf (DE). STABENOW, Uwe; Kampstr.
19, 30880 Laatzen (DE). BLEIL, Reiner; Grannenweg 10,
31228 Peine (DE). HERZBERG, Nico; Im Tannengrund
26 A, 30900 WEDEMARK (DE).

(74) Anwalt: RABE, Dirk-Heinrich; WABCO GmbH, IP / In-
tellectual Property, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hanno-
ver (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,

(54) Title: BRUSHED DC MOTOR FOR DRIVING A COMPRESSOR, COMPRESSED-AIR GENERATION AND METHOD FOR
OPERATING A BRUSHED DC MOTOR

(54) Bezeichnung: GLEICHSTROM-BÜRSTENMOTOR ZUM ANTREIBEN EINES KOMPRESSORS,
DRUCKLUFTERZEUGUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES GLEICHSTROM-BÜRSTENMOTORS

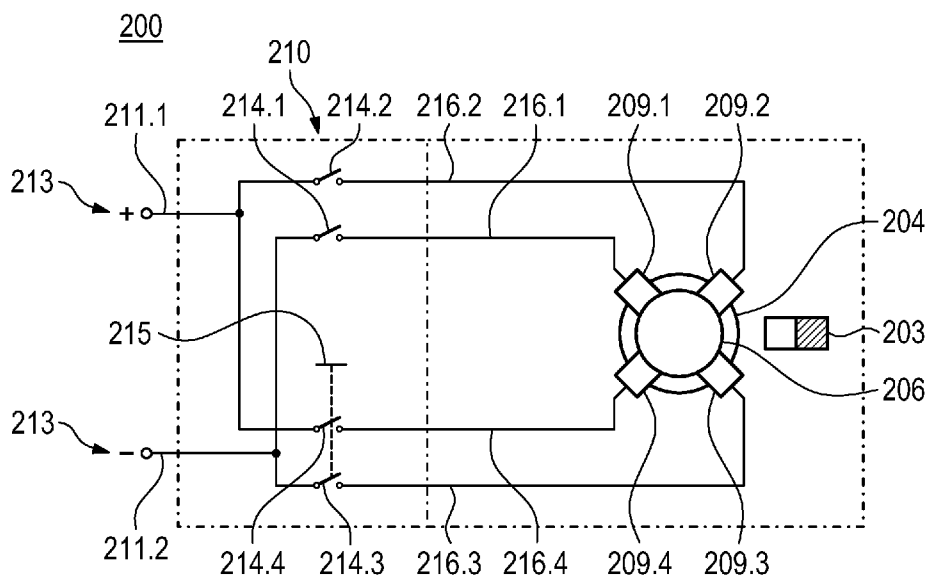


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a brushed DC motor for driving a compressor, in particular compressed-air generation with a compressor and a brushed DC motor, preferably for a pneumatic spring system, a brake system or similar compressed-air consumer of a vehicle. The brushed DC motor has a stator and a rotor with a plurality of pole pairs in each case. The rotor can be energized by means of a commutator and a brush arrangement having a plurality of brushes. The brushed DC motor further has a switching device, which is connected in terms of control to the brush arrangement, for switching energization of one of the brushes.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Gleichstrom-Bürstenmotor zum Antreiben eines Kompressors, insbesondere

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

eine Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs. Der Gleichstrom-Bürstenmotor weist einen Stator und einen Rotor mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren auf. Der Rotor ist über einen Kommutator und eine Bürstenanordnung mit einer Mehrzahl von Bürsten, bestrombar. Der Gleichstrom-Bürstenmotor weist weiterhin eine mit der Bürstenanordnung steuerverbundene Schalteinrichtung zum Schalten einer Bestromung einer der Bürsten auf.

Gleichstrom-Bürstenmotor zum Antreiben eines Kompressors, Druckluftherzeugung und Verfahren zum Betreiben eines Gleichstrom-Bürstenmotors

Die Erfindung betrifft einen Gleichstrom-Bürstenmotor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zum Antreiben eines Kompressors, eine Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und dem Gleichstrom-Bürstenmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Gleichstrom-Bürstenmotors gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

Ein eingangs genannter Gleichstrom-Bürstenmotor weist typischerweise einen Stator, einen Rotor, einen Kommutator und eine Anzahl Bürsten auf und wird mit Gleichstrom betrieben. Der Stator ist in der Regel unbeweglich und weist regelmäßig einen Hohlzylinder auf, an welchem Hauptpole der dem Stator zugeordneten eingangs genannte Mehrzahl von Polpaaren angebracht sind. Die Hauptpole dienen zum Erzeugen eines Magnetfeldes und umfassen beispielsweise in Reihe geschaltete gleichspannungsgespeiste Hauptpolwicklungen, auch Erregerwicklungen genannt oder –häufiger-- Permanentmagnete.

Typischerweise ist in dem Stator ein drehbar gelagerter Rotor angeordnet, der eine oder mehrere Spulen umfasst, die sich in dem Magnetfeld des Stators befinden und die dem Rotor zugeordnete eingangs genannte Mehrzahl von Polpaaren bilden. Oft sind die Spulen des Rotors um einen Eisenkern gewickelt, der als Anker bezeichnet wird.

Die Spulen des Rotors sind elektrisch mit dem eingangs genannten Kommutator verbunden, der in der Regel ausgebildet ist, eine Wechselspannung in eine Gleichspannung zu wandeln. Das geschieht dadurch, dass ein Kommutator im Motorbetrieb immer dann eine Umpolung der in den Spulen induzierten Span-

nung bewirkt, wenn sich die Richtung der induzierten Spannung ändert. Die so im Motorbetrieb erzeugte Gleichspannung ist typischerweise drehzahlabhängig. In der Regel wird ein Kommutator im Motorbetrieb durch Bürsten der eingangs genannten Bürstenanordnung, beispielsweise Metall- oder Kohlebürsten, bestromt. Eine Bürste stellt einen Schleifkontakt dar, welcher typischerweise über eine Feder mechanisch an den Kommutator gedrückt wird, um im Betrieb eine elektrisch leitfähige Verbindung herzustellen. Wird ein Rotor über einen Kommutator bestromt, so wechselwirkt das in den Spulen des Rotors erzeugte Magnetfeld mit dem Magnetfeld des Stators, sodass sich der drehbar gelagerte Rotor in dem Stator dreht. Durch die durch den Kommutator bewirkte Umpolung wird sichergestellt, dass das Drehmoment des Rotors stets in dieselbe Richtung wirkt.

Beispiele für einen Gleichstrom-Bürstenmotor sind ein permanenterregter Gleichstrom-Bürstenmotor, bei dem das Stator-Magnetfeld durch einen Permanentmagneten erzeugt wird, und ein elektrisch erregter Gleichstrom-Bürstenmotor, bei dem das Stator-Magnetfeld durch einen Elektromagneten erzeugt wird. Ein elektrisch erregter Gleichstrom-Bürstenmotor umfasst eine Reihenschlussmaschine, eine Nebenschlussmaschine, eine fremderregte Maschine und eine Verbundmaschine. Letztere wird auch Doppelschlussmotor genannt.

Gleichstrom-Bürstenmotoren finden heutzutage in vielen Bereichen Anwendung, insbesondere in einem Fahrzeug als Startermotor oder als Komponente einer Druckluftversorgung für ein Fahrzeug, aufgrund ihres vergleichsweise hohen Wirkungsgrads, einer in der Regel unterbrechungsfreien Drehmomentabgabe und eines emissionsfreien Motorbetriebs.

In DE 10 2012 024 400 A1 wird eine Begrenzung eines Betriebsstroms eines Elektromotors beschrieben. Insbesondere wird ein Verdichter zur Erzeugung von Druckluft, insbesondere für eine Druckluftversorgungsanlage eines Fahrzeugs, beschrieben. Das Fahrzeug weist einen Elektromotor in Form eines bürstenbehafteten Gleichstrom-Elektromotors BDC Elektromotors und einen

Kompressor, insbesondere einem zweistufigen Kompressor mit wenigstens einer ersten und einer zweiten Verdichterstufe auf, der über den Elektromotor antreibbar ist. Der Elektromotor ist mittels einem elektronischen Steuermodul einer Steuereinrichtung unter Begrenzung eines Betriebsstroms des Elektromotors steuerbar.

Problematisch ist dennoch regelmäßig, dass bei vergleichsweise hohen Lastanforderungen, insbesondere beim Einschalten und beim Ausschalten eines Gleichstrom-Bürstenmotors, vergleichsweise große Stromgradienten auftreten können. Beispielweise kann sich ein beim Einschalten eines Gleichstrom-Bürstenmotors auftretender kurzzeitiger Anlaufstrom-Peak negativ auf ein elektrisches Bordnetz eines Fahrzeugs auswirken. Es ist daher wünschenswert ein Auftreten großer Stromgradienten im Betrieb eines Gleichstrom-Bürstenmotors verlässlich zu vermeiden.

In DE 10 2012 214 122 A1 wird ein eingangs genannter elektrischer Startermotor für eine Startvorrichtung beschrieben, der Erregerwicklungen im Stator und Ankerwicklungen im rotierenden Anker aufweist, die über eine Kommutierungseinrichtung mit Bürsten bestrombar sind. Der beschriebene Startermotor ist wahlweise mit maximaler Polzahl oder mit reduzierter Polzahl betreibbar. Der in DE 10 2012 214 122 A1 beschriebene Startermotor ist als Reihenschlussmotor ausgebildet und wird nicht im Dauerbetrieb betrieben, sondern jeweils zeitlich begrenzt während eines Startvorgangs eines Fahrzeugs.

Ein Gleichstrom-Bürstenmotor ist insbesondere hinsichtlich der Begrenzung eines Betriebsstroms und/oder weiterer Laufparameter des Gleichstrom-Bürstenmotors immer noch verbesserbar, insbesondere, wenn er im Dauerbetrieb betrieben werden soll.

An dieser Stelle setzt die Erfindung ein deren Aufgabe es ist einen verbesserten Gleichstrom-Bürstenmotor, eine verbesserte Druckluftherzeugung und ein ver-

bessertes Verfahren zum Betreiben eines Gleichstrom-Bürstenmotors bereitzustellen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch einen Gleichstrom-Bürstenmotor gemäß Anspruch 1.

Der erfindungsgemäße Gleichstrom-Bürstenmotor ist ausgebildet, zum Antreiben eines Kompressors. Insbesondere im Rahmen einer Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und dem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs.

Die Erfindung geht aus von einem Gleichstrom-Bürstenmotor der eingangs genannten Art. Dieser weist einen Stator und einen Rotor mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren auf. Der Rotor ist über einen Kommutator und eine Bürstenanordnung mit einer Mehrzahl von Bürsten, bestrombar. Der Gleichstrom-Bürstenmotor weist weiterhin eine mit der Bürstenanordnung steuerverbundene Schalteinrichtung zum Schalten einer Bestromung einer der Bürsten auf.

Erfindungsgemäß ist die Schalteinrichtung in einer Betriebsschaltung des Gleichstrom-Bürstenmotors von dieser ansteuerbar integriert. Die Betriebsschaltung ist erfindungsgemäß ausgebildet, Laufzustände des Motors, zu steuern, wobei die Betriebsschaltung für den Laufzustand einen die Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter, überwacht und in Abhängigkeit von dem Laufparameter die Schalteinrichtung ansteuert, derart, dass mittels der Schalteinrichtung die Bestromung der Bürste schaltbar ist, wenn der Laufparameter einen Schwellwert erreicht.

Damit ist ein Auftreten großer Stromgradienten, insbesondere beim Ein- und Ausschalten des erfindungsgemäßen Gleichstrom-Bürstenmotors, verlässlich vermieden.

Die Erfindung führt auch auf eine Druckluftherzeugung des Anspruchs 12, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. eines Fahrzeugs, mit einem Kompressor und einem erfindungsgemäßen Gleichstrom-Bürstenmotor.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren des Anspruchs 13 zum Betreiben eines Gleichstrom-Bürstenmotors, insbesondere zum Betreiben einer Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise zum Betreiben einer Luftfederanlage, einer Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs.

Das Verfahren geht aus von der Verwendung eines Gleichstrom-Bürstenmotors, der einen Stator und einen Rotor mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren aufweist. Der Rotor ist über einen Kommutator und eine Bürstenanordnung mit einer Mehrzahl Bürsten bestrombar ist. Der Gleichstrom-Bürstenmotor weist weiterhin eine mit der Bürstenanordnung steuerverbundene Schalteinrichtung zum Schalten einer Bestromung einer Bürste auf, wobei die Schalteinrichtung in einer Betriebsschaltung des Gleichstrom-Bürstenmotors von dieser ansteuerbar integriert ist.

Das Verfahren ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass

- die Betriebsschaltung Laufzustände des Motors steuert,
- die Betriebsschaltung für den Laufzustand einen die Leistungsaufnahme- und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter überwacht, und
- in Abhängigkeit von dem Laufparameter die Schalteinrichtung ansteuert, wobei

die derart angesteuerte Schalteinrichtung die Bestromung der Bürste schaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert erreicht.

Damit ist ein Auftreten großer Stromgradienten, insbesondere beim Ein- und Ausschalten des erfindungsgemäßen Gleichstrom-Bürstenmotors, verlässlich vermieden.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, dass es grundsätzlich vorteilhaft ist einen Kompressor mit einem Gleichstrom-Bürstenmotor anzutreiben. Die Erfinder haben jedoch erkannt, dass es vorkommen kann, dass bei einem mit einem Gleichstrom-Bürstenmotor angetriebenen Kompressor durch seine Leistungsaufnahme beispielsweise beim Einschalten oder beim Ausschalten, aber auch im Betrieb unter unterschiedlichen Lastbedingungen, vergleichsweise hohe Ströme auftreten können. Die Erfindung beruht nun auf der Erkenntnis, dass sich mit einem höherpoligen Gleichstrom-Bürstenmotor, der einen Stator und einen Rotor mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren aufweist, eine Leistungsdichte im Vergleich zu einem Gleichstrom-Bürstenmotor mit nur einem Polpaar erhöhen lässt. Vorteilhafterweise lässt sich die Baugröße und Gewicht bei gleicher Leistungsdichte reduzieren.

Der Erfindung liegt weiterhin die Erkenntnis zugrunde, dass ein Gleichstrom-Bürstenmotor mit einer Mehrzahl von Polpaaren bei veränderter Charakteristik auch mit einer reduzierten Anzahl von Bürsten lauffähig ist. Das heißt, dass ein Kommutator in diesem Laufzustand mit einer reduzierten Leistungsdichte nicht mit allen Bürsten einer Bürstenanordnung, sondern lediglich mit einer im Vergleich kleineren Anzahl Bürsten bestromt wird. Wenn lediglich eine Bestromung von Bürsten einer Bürstenanordnung mittels einer Schalteinrichtung geschaltet wird, können vorteilhafterweise alle Bürsten, auch diejenigen, die nicht bestromt werden, in Kontakt mit dem Kommutator verbleiben und müssen nicht mechanisch von diesem gelöst werden, um eine Bestromung des Kommutators durch eine der Bürsten zu unterbrechen.

Die Erfinder haben weiterhin erkannt, dass es beim Antreiben eines Kompressors mit einem Gleichstrom-Bürstenmotor verschiedene Laufzustände gibt, und dass es vorteilhaft sein kann, in den verschiedenen Laufzuständen jeweils eine unterschiedliche Anzahl Bürsten einer Bürstenanordnung zu bestromen. Die

Erfindung beruht weiter auf der Erkenntnis, dass es vorteilhaft sein kann, wenn ein Gleichstrom-Bürstenmotor im Motorbetrieb in verschiedenen Laufzuständen mit jeweils einer unterschiedlichen Anzahl Bürste einer Bürstenanordnung bestromt wird.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass es vorteilhaft ist einen die Leistungsaufnahme- und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter mittels einer Betriebsschaltung --vorzugsweise transient-- über die Zeit zu überwachen und die Anzahl der bestromten Bürsten der Bürstenanordnung auf Basis des überwachten Laufparameters in einem entsprechenden Laufzustand des Motors zu bestimmen. Es hat sich als geeignetes Kriterium herausgestellt, für einen Laufparameter einen Schwellwert zu definieren und die Bestromung einer Bürste der Bürstenanordnung bei Erreichen des Schwellwerts zu schalten. Zum Schalten der Bürste steuert die Betriebsschaltung in Abhängigkeit von dem überwachten Laufparameter die Schalteinrichtung, mittels der die Bestromung der Bürste schaltbar ist, wenn der überwachte Laufparameter einen Schwellwert erreicht. Vorteilhafterweise ist die Schalteinrichtung in die ohnehin vorgesehene Betriebsschaltung integriert, sodass an einem Gleichstrom-Bürstenmotor selbst grundsätzlich keine Veränderungen vorgenommen werden müssen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

Vorteilhafterweise kann der erfindungsgemäße Gleichstrom-Bürstenmotor mit nur einer Spannungsquelle betrieben werden. Dadurch lässt sich der Einsatz von zusätzlichen Komponenten, wie eine zusätzliche Batterie, weiteren Leitungen und Anschlüssen, in einem Fahrzeug vermeiden. Das beschriebene Konzept ermöglicht also Kosteneinsparungen insbesondere gegenüber der heutigen CSS-Lösung, durch einen Wegfall von einem zusätzlichen Gehäuse und Steckern.

Ein Laufzustand kann einen beliebigen Zustand im Motorbetrieb des Gleichstrom-Bürstenmotors betreffen und ist insbesondere nicht nur auf einen Motoranlauf beschränkt. Vorteilhafterweise kann also während eines Motorbetriebs zu einem beliebigen Zeitpunkt die Bestromung einer Bürste der Bürstenanordnung in Abhängigkeit von einem überwachten Laufparameter geschaltet werden, um so eine Bestromung des Gleichstrom-Bürstenmotors anzupassen und einen Laufparameter gezielt zu manipulieren.

Der Gleichstrom-Bürstenmotor ist vorzugsweise ein Permanentmagnet-Gleichstrom-Bürstenmotor, also ein permanenterregter Gleichstrom-Bürstenmotor, bei dem das Stator-Magnetfeld durch einen Permanentmagneten erzeugt wird.

Der Kompressor wird in der Regel über ein Kompressor-Relais angesteuert und durch den Permanentmagnet-Gleichstrom-Bürstenmotor angetrieben. Vorteilhafterweise und bevorzugt entfällt jedoch ein konventionelles, mechanisches Relais.

Ein von einem Gleichstrom-Bürstenmotor angetriebener Kompressor läuft in der Regel durchgängig und insbesondere nicht in einem Start-Stopp Betrieb. Die Laufzustände eines Gleichstrom-Bürstenmotors zum Antreiben eines Kompressors erstrecken sich also teilweise über einen vergleichsweise langen Zeitraum, beispielsweise einen Dauerbetrieb bei konstanter Last. Bevorzugt umfassen die Laufzustände wenigstens einen Motoranlauf, einen Motordauerlauf, und einen Motorauslauf.

In bestimmten Laufzuständen kann es vorteilhaft sein, wenn die Leistungsdichte eines höherpoligen Gleichstrom-Bürstenmotors durch ein Reduzieren der Anzahl bestromter Bürsten einer Bürstenanordnung gesenkt wird. Beispielsweise kann es vorteilhaft sein einen Gleichstrom-Bürstenmotor im Motordauerlauf mit allen vorhandenen Bürsten und im Motoranlauf und -auslauf mit einer reduzierten Anzahl Bürsten zu bestromen. Das heißt, es kann vorteilhaft sein die

Bestromung von einzelnen Bürsten temporär oder über einen längeren Zeitraum abzuschalten. Durch einen Motorbetrieb mit einer reduzierten Anzahl Bürsten kann vorteilhafterweise ein ein Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter, der beispielsweise einen Anlaufstrom repräsentiert, oder ein ein Leistungsaufnahme des Motors bestimmenden Laufparameter, der beispielsweise eine Drehzahl repräsentiert, reduziert werden. Die Anzahl der bestromten Bürsten ist hierbei bevorzugt kleiner oder gleich der Zahl von Polen der Mehrzahl von Polpaaren und beträgt aber insbesondere wenigstens zwei bestromte Bürsten.

Die Betriebsschaltung ist bevorzugt ausgebildet, für einen Laufzustand einen die Leistungsaufnahme- und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter transient zu überwachen. Vorteilhafterweise wird ein Laufparameter also transient über die Zeit für einen Laufzustand während eines Motorbetriebs des Gleichstrom-Bürstenmotors überwacht. Beispielsweise können in regelmäßigen oder in zufällig definierten Zeitintervallen Abfragen eines überwachten Laufparameters durch die Betriebsschaltung stattfinden.

Vorzugsweise ist einer der Laufzustände ein Motoranlauf und der Laufparameter ein Anlaufparameter, insbesondere ein Anlaufstrom- und/oder gradient. Bevorzugt ist die Betriebsschaltung vorzugsweise ausgebildet, den Anlaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Anlaufparameter die Schalteinrichtung anzusteuern.

Bevorzugt erfolgt ein Einschalten über zwei Bürsten. Das heißt während des Motoranlauf wird vorzugsweise lediglich ein Polpaar bestromt. Vorzugsweise werden nach dem Motoranlauf die übrigen Bürsten stufenweise nacheinander oder gemeinsam in Abhängigkeit von dem überwachten Anlaufparameter hinzu geschaltet, d. h. bestromt. Vorteilhafterweise lässt sich so ein Anlaufstrom oder eine Anlaufstromcharakteristik kontrolliert einstellen und zu hohe Anlaufstrom-Peaks vermeiden. Vorteilhafterweise ist es dann auch möglich kleinere Leitungsquerschnitte für Kompressor-Versorgungsleitungen zu verwenden.

Vorzugsweise ist einer der Laufzustände ein Motordauerlauf und der Laufparameter ein Dauerlaufparameter, insbesondere eine Drehzahl. Bevorzugt ist die Betriebsschaltung vorzugsweise ausgebildet, den Dauerlaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Dauerlaufparameter die Schalteinrichtung anzusteuern.

Wie eingangs erwähnt ist eine im Motorbetrieb erzeugte Gleichspannung typischerweise drehzahlabhängig. Wenn im Motorbetrieb unterschiedliche Lastbedingungen auftreten kann es vorteilhaft sein eine Drehzahl des Gleichstrom-Bürstenmotors beispielsweise abhängig von einer Last zu senken oder zu erhöhen. Bei einer geforderten Drehzahlabsenkung wird vorzugsweise die Bestromung von einer oder von mehreren Bürsten abgeschaltet. Durch einen Motorbetrieb mit einer reduzierten Anzahl Bürsten kann eine Drehzahl des Gleichstrom-Bürstenmotors entsprechend der Anzahl bestromter Bürsten, der bereitgestellten Spannung und des abgeforderten Drehmoments gesenkt werden.

Vorzugsweise ist einer der Laufzustände ein Motorauslauf und der Laufparameter ein Auslaufparameter, insbesondere eine Drehzahl. Bevorzugt ist die Betriebsschaltung vorzugsweise ausgebildet, den Auslaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Auslaufparameter die Schalteinrichtung anzusteuern. Beispielsweise kann ein Gleichstrom-Bürstenmotor durch ein von dem überwachten Auslaufparameter abhängiges Abschalten von Bürsten der Bürstenanordnung, stufenweise nacheinander oder mehrere Bürsten zusammen, kontrolliert in einen Stillstand überführen.

Vorzugsweise umfasst der Gleichstrom-Bürstenmotor zwei Polpaare, d. h. vier Pole und entsprechend vier Bürsten. Es kann aber auch vorteilhaft sein eine größere Anzahl Polpaare zu verwenden, beispielsweise drei Polpaare und entsprechend sechs Bürsten.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Betriebsschaltung ausgebildet, die Schalteinrichtung derart anzusteuern, dass in Abhängigkeit von dem Laufpara-

meter stufenweise die Bestromung einzelner Bürsten der Bürstenanordnung geschaltet wird.

Bevorzugt wird eine Bestromung einzelner Bürsten nacheinander ein- oder abgeschaltet. Die Anzahl der Stufen entspricht dann der Anzahl der ein- oder abgeschalteten Bürsten. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn die Bestromung mehrerer Bürsten gemeinsam ein- oder abgeschaltet wird. In diesem Fall umfasst das stufenweise Schalten der Bestromung der Bürsten im Vergleich weniger Stufen, beispielsweise nur eine Stufe zwischen der Bestromung von zwei Bürsten während eines Motoranlaufs und der Bestromung von vier Bürsten während eines Motordauerlaufs. Durch ein stufenweises Ein- oder Abschalten der Bestromung von Bürsten einer Bürstenanordnung kann kontrolliert eine Anlaufstrom- oder eine Ausschaltstromcharakteristik eingestellt werden oder gezielt eine Drehzahl des Gleichstrom-Bürstenmotors erhöht oder gesenkt und somit eingestellt werden. Durch das beschriebene Konzept lässt sich vorteilhafterweise neben einer in Stufen einstellbaren Anlaufstrom-/Ausschaltstromcharakteristik auch eine Drehzahl eines Gleichstrom-Bürstenmotors in Stufen beeinflussen, ohne eine Notwendigkeit den generellen Aufbau eines Gleichstrom-Bürstenmotors selbst grundsätzlich ändern zu müssen.

Bevorzugt umfasst die Abhängigkeit der Ansteuerung der Schalteinrichtung von dem Laufparameter, dass

- die Schalteinrichtung die Bestromung einer Bürste abschaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert überschreitet und/oder
- die Bestromung einer Bürste einschaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert unterschreitet. Die Betriebsschaltung ist also vorzugsweise ausgebildet, die Schalteinrichtung derart anzusteuern, dass diese die Bestromung einer Bürste abschaltet, wenn der Schwellwert überschritten wird und/oder einschaltet, wenn der Schwellwert unterschritten wird.

Vorteilhafterweise lässt sich also die Zahl der bestromten Bürsten in Abhängigkeit von dem überwachten Laufparameter wählen, insbesondere lässt sich die

Zahl der bestromten Bürsten dadurch wählen, dass für den Laufparameter ein Schwellwert definiert wird. Anhand eines Über- oder Unterschreitens des Schwellwerts, kann dann während des Motorbetriebs die Zahl der bestromten Bürsten geändert werden. Ein Schwellwert bietet hierbei ein besonders geeignetes Kriterium. Es ist kann aber auch vorteilhaft sein, die Zahl der bestromten Bürsten in Abhängigkeit von einem weiteren zusätzlichen oder alternativen Kriterium zu wählen.

Vorzugsweise umfasst die Abhängigkeit der Ansteuerung der Schalteinrichtung von dem Laufparameter, dass die Anzahl der in einem Lauzustand bestromten Bürsten der Bürstenordnung von dem überwachten Laufparameter abhängt.

In einer bevorzugten Weiterbildung weist die Schalteinrichtung elektronische Schaltelemente auf. Die Schaltelemente haben bevorzugt wenigstens einen elektrisch leitenden Schaltzustand in dem eine oder mehrere Bürsten im Betrieb mit Strom beaufschlagt werden und in einem elektrisch nichtleitenden Schaltzustand, in dem eine Bestromung einer oder mehrerer Bürsten unterbrochen ist. Vorzugsweise sind die elektronischen Schaltelemente der Schalteinrichtung von der Betriebsschaltung ansteuerbar. Jeweils ein Schaltelement ist vorzugsweise genau einer Bürste der Bürstenanordnung zugeordnet und schaltet eine Bestromung dieser zugeordneten Bürste. Vorteilhafterweise können die Bürsten dann unabhängig voneinander geschaltet werden. Besonders bevorzugt sind die Schaltkontakte durch die Betriebsschaltung unabhängig voneinander ansteuerbar. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn mit einem Schaltelement mehrere Bürsten gemeinsam schaltbar sind. Beispielsweise kann lediglich ein Schaltelement in einer Schalteinrichtung vorgesehen sein, welches ausgebildet ist, zwischen einer reduzierten Anzahl bestromter Bürsten und einer vollen Anzahl bestromter Bürsten zu schalten.

Vorzugsweise sind die Schaltelemente als Halbleiterschalter auf einer Leiterplatte der Betriebsschaltung verbaut. Vorteilhafterweise können die Halbleiterschalter vergleichsweise preiswerte, ungeschützter Halbleiter sein, da es nicht

notwendig ist externe Verkabelungsfehler zu berücksichtigen. Bevorzugt sind die Halbleiterschalter Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren.

Vorzugsweise umfasst die Abhängigkeit der Ansteuerung der Schalteinrichtung von dem Laufparameter, dass der Laufparameter durch eine hochfrequente Taktung der Halbleiterschalter begrenzt, insbesondere reduziert, wird. Vorteilhafterweise können z. B. zwei Halbleiterschalter, die jeweils eine Bestromung einer entsprechenden Bürste schalten, über eine schnelle Taktung beispielsweise einen Anlaufstromgradienten beeinflussen. Während eines Motoranlaufs wird vorzugsweise der Anlaufstrom begrenzt oder sogar reduziert. Nach einem Motoranlauf können dann über weitere die Halbleiterschalter die restlichen Bürsten zugeschaltet werden. Vorteilhafterweise lässt sich so während eines Motoranlaufs der Anlaufstromgradient durch eine gepulste Ansteuerung einstellen und zwei weitere Kompressor-Drehzahlen durch eine statische Ansteuerung der übrigen Halbleiterschalter darstellen.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Schalteinrichtung ausgebildet, eine Bürste der Bürstenanordnung zeitgesteuert anzusteuern. Die Schalteinrichtung umfasst vorzugsweise eine Zeitsteuerlogik, welche gemeinsam mit Schaltelementen der Schalteinrichtung auf einer Leiterplatte der Betriebsschaltung verbaut ist. Eine zeitgesteuerte Ansteuerung der Bürsten stellt eine vergleichsweise einfache Möglichkeit der Ansteuerung dar. Durch eine zeitgesteuerte Ansteuerung der Bürsten kann vorteilhafterweise eine Strommessung zur Ansteuerung entfallen. Es ist auch denkbar, dass nur ausgewählte Bürsten der Bürstenanordnung zeitgesteuert angesteuert werden. Die Zeitsteuerlogik ist vorzugsweise ein integraler Bestandteil derjenigen Leiterplatte, auf der die Schaltelemente verbaut sind.

In einer Weiterbildung ist die Schalteinrichtung ausgebildet, ein Steuersignal von einem wirkverbundenen und dem Gleichstrom-Bürstenmotor übergeordneten Steuergerät zu empfangen. Vorzugsweise ist die Schalteinrichtung ausgebildet, die Bestromung der Bürste in Abhängigkeit von dem empfangenen Steuersignal zu schalten. Vorteilhafterweise kann durch das übergeordnete Steuer-

gerät unabhängig von der Betriebsschaltung durch ein Steuersignal eine Anzahl bestromter Bürsten der Bürstenanordnung bestimmt werden. Bürsten können also mittels einem entsprechenden Steuersignal ein- oder abgeschaltet werden.

Ausführungsformen der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsformen nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im Folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

FIG. 1: eine schematische Darstellung eines Gleichstrom-Bürstenmotors;

FIG. 2: eine schematische Darstellung einer Verschaltung einzelner Bürsten bei einem vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotor;

FIG. 3: ein elektrisches Ersatzschaltbild eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors mit vier Bürsten;

FIG. 4: eine mögliche Beschaltung der Bürsten eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors;

Fig. 5: zeigt einen Rotor, der als zwölf-nutiger Anker mit zwölf Einzelspulen, welche die Ankerwicklungen bilden, aufgebaut ist.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Gleichstrom-Bürstenmotors 100 gezeigt. Der Gleichstrom-Bürstenmotor 100 ist vorzugsweise zum Antreiben eines Kompressors (nicht gezeigt), insbesondere als Bestandteil einer Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs, vorgesehen. Der gezeigte Gleichstrom-Bürstenmotor 100 ist ein Permanentmagnet-Gleichstrom-Bürstenmotor.

Der Gleichstrom-Bürstenmotor 100 weist einen Stator 102 und einen Rotor 104 mit jeweils zwei Polpaaren auf. In einer hier nicht gezeigten Ausführungsform weist der Gleichstrom-Bürstenmotor mehr als zwei Polpaare auf, wobei generell zwei oder drei Polpaare bevorzugt sind. Der Rotor 104 ist in dem Stator 102 drehbar gelagert.

Der Rotor 104 ist über einen Kommutator 106 und eine Bürstenanordnung 108 mit einer Mehrzahl von Bürsten 109.n, bestrombar. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Bürsten 109.n als Kohlebürsten realisiert, die jeweils über eine Feder mechanisch an den Kommutator 106 gedrückt werden. Die Bürsten 109.n befinden sich also permanent in Kontakt mit dem Kommutator 106. In einer hier nicht gezeigten Ausführungsform sind die Bürsten Metallbürsten.

Der Gleichstrom-Bürstenmotor 100 weist weiterhin eine mit der Bürstenanordnung 108 steuerverbundene Schalteinrichtung 110 zum Schalten einer Bestromung einer der Bürsten 109.n auf.

Typischerweise haben mit einem Gleichstrom-Bürstenmotor angetriebene Kompressoren für Fahrzeug-Luftfedern eine Leistungsaufnahme von 180 W bis 400 W, bei einem Anlaufstrom von bis zu 120 A. Ein solcher kurzzeitige Anlaufstrom-Peak kann sich negativ auf das elektrische Bordnetz eines Fahrzeugs, eine Sicherungsauslegung eines Kompressor-Versorgungskreises auswirken oder einen Spannungsfall über Kompressor-Versorgungsleitungen im Anlaufmoment bewirken und sich damit auf eine Anlauffähigkeit des Kompressors auswirken.

Beispielsweise kann es im Falle einer geschwächten Starterbatterie vorkommen, dass ein Gleichstrom-Bürstenmotor einen steilen Stromanstieg beim Einschalten eines Kompressors nicht ausregeln kann. Dadurch kann es zu einer kurzzeitigen Unterspannung in einem Fahrzeug kommen, die wiederum zu Funktionsstörungen anderer Fahrzeugsysteme führen kann. Wird der Kompressor beispielsweise über ein Relais ausgeschaltet, kann die schlagartige Reduzierung des Strombedarfes um ca. 25 A – 30 A bei geschwächter Batterie eine unerwünschte Beeinflussung des Bordnetzes bewirken. Eine solche Beeinflussung kann eine kurzfristige Überspannung betreffen, die wiederum zu Funktionsstörungen anderer Systeme eines Fahrzeugs führen kann.

Ein Spannungsfall ΔU über Kompressor-Versorgungsleitungen mit dem Leitungswiderstand R_{Leitung} berechnet sich aus

$$\Delta U = R_{\text{Leitung}} \times I_{\text{Anlauf}}$$

Bei einem hohen Anlaufstrom I_{Anlauf} ergibt sich ein hoher Spannungsfall, der die Startfähigkeit des Kompressors reduzieren kann. Zur Kompensation eines Spannungsfalls ist es vorteilhaft entsprechende ausgelegte Leitungsquerschnitte für Kompressor-Versorgungsleitungen zu verwenden.

Heutzutage werden zum Antreiben eines Kompressors typischerweise zweipolige Gleichstrom-Bürstenmotoren, d. h. mit genau einem Polpaar, eingesetzt.

Um eine Einschaltstrom- oder Ausschaltstromcharakteristik einzustellen wird in der Regel eine CSS (Compressor-Soft-Start)-Steuerung verwendet, um insbesondere einen Sanft-Anlauf zu bewirken. Eine Strombegrenzung mittels CSS erfordert jedoch ein hochdynamisch schaltbares Element sowie eine hochdynamische Messung eines Kompressorstroms und ist somit mit vergleichsweise hohem technischen Aufwand verbunden. Eine Drehzahlstellung mittels CSS wird aufgrund von erhöhten Anforderungen beispielsweise an eine Kühlung und Schaltelemente bislang nicht genutzt.

Gemäß dem Konzept der Erfindung ist nun –wie hier dargestellt– vorgesehen, dass die Schalteinrichtung 110 in einer Betriebsschaltung 112 des Gleichstrom-Bürstenmotors 100 von dieser ansteuerbar integriert ist. Die Schalteinrichtung 110 weist elektronische Schaltelemente 114 auf, die in der gezeigten Ausführungsform Halbleiterschalter sind.

Die Betriebsschaltung 112 ist ausgebildet, Laufzustände des Motors 100, zu steuern. Die Laufzustände können beispielsweise einen Motoranlauf, einen Motordauerlauf, und einen Motorauslauf umfassen. Die Betriebsschaltung 112 ist weiterhin ausgebildet für wenigstens einen der Laufzustände einen die Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des Motors 100 bestimmenden Laufparameter, zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Laufparameter die Schalteinrichtung 110 anzusteuern.

Die Betriebsschaltung 112 ist gemäß dem Konzept der Erfindung ausgebildet, die Schalteinrichtung 110 derart anzusteuern, dass mittels der Schalteinrichtung 110 die Bestromung der Bürste 109.n schaltbar ist, wenn der Laufparameter einen Schwellwert erreicht.

Damit ist ein Auftreten großer Stromgradienten, insbesondere beim Ein- und Ausschalten des erfindungsgemäßen Gleichstrom-Bürstenmotors, verlässlich vermieden.

Insbesondere steuert die Betriebsschaltung 112 die Schalteinrichtung 110 im Betrieb derart an, dass die Schalteinrichtung 110 die Bestromung einer Bürste 109.n abschaltet, wenn der Schwellwert überschritten wird und/oder einschaltet, wenn der Schwellwert unterschritten wird. Die Anzahl der in einem Laufzustand bestromten Bürsten 109.n der Bürstenordnung 108 hängt also von dem überwachten Laufparameter ab. Insbesondere wird die Bestromung einzelner Bürsten 109.n der Bürstenanordnung 108 in Abhängigkeit von dem überwachten Laufparameter stufenweise geschaltet.

Auch mit einer reduzierten Anzahl von Bürsten 109.n ist der hier beschriebene Gleichstrom-Bürstenmotor mit zwei Polpaaren lauffähig. Vorteilhafterweise kann durch einen Motorbetrieb mit einer reduzierten Anzahl Bürsten 109.n, eine Drehzahl des Gleichstrom-Bürstenmotors 100 oder eine Anlauf- oder Auslaufstromcharakteristik durch eine flexible Wahl der Anzahl bestromten Bürsten 109.n, gezielt und kontrolliert eingestellt werden.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Verschaltung einzelner Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 bei einem vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotor 200. Der Gleichstrom-Bürstenmotor 200 umfasst eine Schalteinrichtung 210 mit vier Schaltelementen 214.1, 214.2, 214.3, 214.4. Die Schaltelemente 214.1 und 214.2 sind jeweils unabhängig voneinander und von den Schaltelementen 214.3 und 214.4 schaltbar, wohingegen die Schaltelemente 214.3 und 214.4 nur gemeinsam über einen Taster 215 aber unabhängig von den Schaltelementen 214.1 und 214.2 schaltbar sind.

Die Schaltelemente 214.1, 214.2, 214.3, 214.4 haben jeweils einen geschlossenen, elektrisch leitenden Schaltzustand in dem eine Bürste 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 mit Strom beaufschlagbar ist und einen geöffneten, elektrisch nichtleitenden Schaltzustand, in dem eine Bestromung einer Bürste unterbrochen ist. Die elektronischen Schaltelemente 214.1, 214.2, 214.3, 214.4 der Schalteinrichtung 210 sind von einer Betriebsschaltung (nicht gezeigt) ansteuerbar. In der gezeigten Ausführungsform ist jeweils ein Schaltelement 214.1, 214.2, 214.3, 214.4 genau einer Bürste 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 zugeordnet

und schaltet eine Bestromung dieser zugeordneten Bürste 209.1, 209.2, 209.3, 209.4. Die Schaltelemente sind über Anschlussleitungen 211.1 und 211.2 mit einer Spannungsversorgung 213, beispielsweise einer Autobatterie, verbunden. Insbesondere sind die Schaltelemente 214.2 und 214. 4 mit dem Pluspol der Spannungsversorgung 213 verbunden und werden im Betrieb mit einer positiven Spannung beaufschlagt. Die Schaltelemente 214.1 und 214. 3 sind mit dem Minuspol der Spannungsversorgung 213 verbunden und werden im Betrieb mit einer negativen Spannung beaufschlagt.

Eines der Schaltelemente ist über eine der Leitungen 216.1, 216.2, 216.3, 216.4 jeweils mit einer der Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 elektrisch verbunden. Wenn sich ein Schaltelement 216.1, 216.2, 216.3, 216.4 im leitenden Zustand befindet und von der Spannungsversorgung mit einer Spannung beaufschlagt wird, so wird die entsprechende Bürste bestromt. Da die Schaltelemente 214.2 und 214. 4 im Betrieb mit einer positiven Spannung beaufschlagt, werden auch die Bürsten 209.2 und 209.4 mit einer positiven Spannung beaufschlagt. Entsprechend werden die Bürsten 209.1 und 209.3 im Betrieb mit einer negativen Spannung beaufschlagt.

Die Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 befinden sich in Kontakt mit einem Kommutator 206 des Gleichstrom-Bürstenmotors 200 und zwar derart, dass entlang des Umfangs des Kommutators 206 eine mit einer positiven Spannung beaufschlagbare Bürste auf eine mit einer negativen Spannung beaufschlagbare Bürste folgt. Wenn die Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 bestromt sind, wird ein Rotor über den Kommutator 206 und die bestromten Bürsten bestromt. Der Rotor 204 befindet sich drehbar gelagert in einem Stator (nicht gezeigt). Der Stator ist unbeweglich und weist einen Hohlzylinder auf, an welchem ein Permanentmagnet 203 angebracht ist, der ein statisches Stator-Magnetfeldes erzeugt, in welchem der Rotor 204 angeordnet ist. Beim dem gezeigten Gleichstrom-Bürstenmotor 200 handelt es sich entsprechend um einen Permanentmagnet-Gleichstrom-Bürstenmotor 200.

Der Gleichstrom-Bürstenmotor 200 kann mit einer vollen Anzahl Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4, d. h. mit vier Bürsten, oder mit einer reduzierten Anzahl Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4, d. h. weniger als vier aber mindestens zwei der Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 betrieben werden. Auch mit einer reduzierten Anzahl Bürsten 209.1, 209.2, 209.3, 209.4 bleibt der Gleichstrom-Bürstenmotor 200 bei veränderter Charakteristik und reduzierter Leistungsdichte lauffähig. So kann bei Bedarf, z. B. abhängig von einem überwachten Laufparameter, ein Laufparameter, beispielsweise ein Anlaufstrom oder einer Drehzahl, in einem entsprechenden Laufzustand des Gleichstrom-Bürstenmotors 200 eingestellt werden.

Für das in Fig. 3 gezeigte elektrische Ersatzschaltbild eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors kann beispielhaft eine Abhängigkeit eines Anlaufstroms von einer Anzahl bestromter Bürsten rechnerisch betrachtet werden. Den im Folgenden beschriebenen Beispielrechnungen liegt ein Modell eines Rotors 300 zugrunde, der als zwölf-nutiger Anker mit zwölf Einzelspulen 304, den Ankerwicklungen, aufgebaut ist. Der Rotor 300 soll in diesem Beispielmmodell maximal mit vier Bürsten 309.1, 309.2, 309.3, 309.4 bestromt werden können.

Der Widerstand einer solchen Einzelspule R_{Spule} kann hier beispielsweise als $R_{\text{Spule}} = 66.67 \text{ m}\Omega$ und die Bürsten- und Drosselwiderstände zusammen als $R_{\text{Bürste}} + R_{\text{Drossel}} = 50 \text{ m}\Omega$ angenommen werden. Für die Details der Berechnung des Gesamtwiderstands wird an dieser Stelle auf die Beschreibung der Fig. 5 verwiesen; für die Berechnung der im Folgenden angegebenen Anlaufströme I_{Anlauf} wurde das ohmsche Gesetz verwendet.

Für den Fall, dass der Rotor 300 bei diesem Beispielmmodell mit zwei Bürsten 309.1, 309.2 bestromt wird, beträgt dann der Anlaufstrom $I_{\text{Anlauf}} = 48 \text{ A}$, bei einer Spannung von 12 V und einem Gesamtwiderstand von 250 m Ω .

Für den Fall, dass der Rotor 300 bei diesem Beispielmmodell mit drei Bürsten, beispielsweise 309.1, 309.2, 309.3 oder 309.1, 309.2, 309.4, bestromt wird, be-

trägt dann der Anlaufstrom $I_{\text{Anlauf}} = 68 \text{ A}$, bei einer Spannung von 12 V und einem Gesamtwiderstand von 175 mOhm.

Für den Fall, dass bei diesem Beispielmotell der Rotor 300 mit vier Bürsten 309.1, 309.2, 309.3, 309.4, bestromt wird, beträgt dann der Anlaufstrom $I_{\text{Anlauf}} = 120 \text{ A}$, bei einer Spannung von 12 V und einem Gesamtwiderstand von 100 mOhm.

Diese beispielhafte rechnerische Betrachtung der Abhängigkeit des Anlaufstroms von der Anzahl bestromter Bürsten am Beispiel eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors verdeutlicht also, dass ein Anlaufstrom, durch Reduzieren der Anzahl bestromter Bürsten auf zwei bzw. drei bestromte Bürsten, im Vergleich zu einem Motoranlauf mit vier bestromten Bürsten deutlich gesenkt werden kann – bei dem vorliegenden Beispielmotell von 120A auf 68A bei drei Bürsten (also deutlich unter 75%) bzw. 48A bei zwei Bürsten (also deutlich unter 50%). Diese beispielhafte rechnerische Betrachtung der Abhängigkeit des Anlaufstroms von der Anzahl bestromter Bürsten --hier am Beispiel eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors-- verdeutlicht, dass ein Anlaufstrom, durch Reduzieren der Anzahl bestromter Bürsten überproportional im Vergleich zur Zahl der Bürsten gesenkt werden kann.

Fig. 4 zeigt beispielhaft eine mögliche Beschaltung der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 eines vier-poligen Gleichstrom-Bürstenmotors 400.

Der Gleichstrom-Bürstenmotors 400 umfasst einen Kommutator 406, einen Rotor, einen Stator (beide nicht gezeigt) und eine Schalteinrichtung mit drei Schaltelementen 414.1, 414.2, 414.3. Mit dem Schaltelement 414.1 lassen sich die Bestromungen der Bürsten 409.1 und 409.2 gemeinsam ein- und abschalten. Die Bürste 409.2 liegt bevorzugt dauerhaft auf Masse. In einer hier nicht gezeigten Ausführungsform ist neben den Schaltelementen 414.1, 414.2, 414.3 ein viertes Schaltelement vorgesehen, mit welchem alle Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 gemeinsam ein- und abgeschaltet werden können.

Mit dem Schaltelement 414.3 lässt sich die Bestromung der Bürste 409.3 ein- und abschalten, sodass durch Schalten dieses Schaltelements 414.3 in einen Motorbetrieb des Gleichstrom-Bürstenmotors 400 mit drei bestromten Bürsten 409.1, 409.2, 409.3 gewechselt werden kann, wenn sich das Schaltelement 414.2 im nichtleitenden Schaltzustand befindet und die Bürste 409.4 somit abgeschaltet ist. In einem Laufzustand des Gleichstrom-Bürstenmotors 400, in dem sich das Schaltelement 414.3 im leitenden Schaltzustand befindet, kann, durch Schalten des Schaltelements 414.2 in einen leitenden Schaltzustand, in einen Laufzustand mit vier bestromten Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 gewechselt werden.

Die Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 sind in elektrisch leitfähigem Kontakt mit dem Kommutator 406, der entsprechend der Schaltung der Bestromung durch die Schaltelemente 414.1, 414.2, 414.3 mit einer unterschiedlichen Anzahl Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 bestromt werden kann.

Die Schalteinrichtung des in Fig. 4 gezeigten Gleichstrom-Bürstenmotors 400 umfasst eine Zeitsteuerlogik 418, welche gemeinsam mit Schaltelementen 414.1, 414.2, 414.3 der Schalteinrichtung auf einer Leiterplatte der Betriebschaltung (nicht gezeigt) des Gleichstrom-Bürstenmotors 400 verbaut ist. Die Zeitsteuerlogik 418 ist mit einer Spannungsversorgung 421 verbunden. Mittels der Zeitsteuerlogik 418 können Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 einzeln oder in Gruppen über die Schaltelemente 414.1, 414.2, 414.3 zeitgesteuert angesteuert werden. Eine zeitgesteuerte Ansteuerung der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 stellt eine vergleichsweise einfache Möglichkeit der Ansteuerung dar, bei der beispielsweise eine Strommessung zur Ansteuerung entfallen kann. Beispielsweise kann eine zeitgesteuerte Ansteuerung der Bürsten derart erfolgen, dass beim Einschalten des Gleichstrom-Bürstenmotors 400 zunächst zwei der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 bestromt werden und mit einer zeitlichen Verzögerung von jeweils 100 ms, dann nacheinander eine dritte und eine vierte Bürste dazu geschaltet werden. Zum gemeinsam Abschalten aller Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 kann dann die Bestromung der Bürsten kollektiv unterbrochen werden. Während eines Motordauerlaufs, kann dann eine Bestro-

mung von zwei der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 abgeschaltet werden, um beispielsweise eine Drehzahlabsenkung zu bewirken.

Der gezeigte Gleichstrom-Bürstenmotor 400 ist weiterhin mit einem dem Gleichstrom-Bürstenmotor 400 übergeordneten Steuergerät 420 wirkverbunden, z. B. drahtlos, jedoch bevorzugt elektrisch über eine Steuerleitung 422. Durch das Steuergerät kann automatisch oder durch eine manuelle Eingabe eines Nutzers ein Steuersignal bereitgestellt und über einen Filter 419 an die Schalteinrichtung übertragen werden. Die Schalteinrichtung ist ausgebildet, die Bestromung der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 in Abhängigkeit von dem empfangenen Steuersignal zu schalten. Zusätzlich zu einer Schaltung der Bestromung der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 kann also durch ein von der übergeordneten Steuergerät 420 bereitgestelltes Steuersignal eine Bestromung der Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 geschaltet werden. Durch das übergeordnete Steuergerät 418 kann also unabhängig von einer Betriebsschaltung (nicht gezeigt) durch ein Steuersignal eine Anzahl bestromter Bürsten 409.1, 409.2, 409.3, 409.4 bestimmt werden, um so beispielsweise einen Anlaufstrom oder eine Drehzahl einzustellen.

Fig. 5 zeigt einen Rotor 500, der als zwölf-nutiger Anker 502 mit zwölf Einzelspulen 504, den Ankerwicklungen, aufgebaut ist. Die Einzelspulen 504 sind elektrisch leitfähig mit elektrischen Anschlüssen 508 eines Kommutators verbunden. In der gezeigten Darstellung sind Bürsten 506.1, 506.2, 506.3, 506.4 mit jeweils einem der elektrischen Anschlüsse 508 des Kommutators mechanisch und elektrisch leitfähig in Kontakt.

In a), b) und c) sind verschiedene, --auch in Bezug auf Fig. 3 diskutierte-- Varianten einer Bestromung des Rotors 500 dargestellt, die sich jeweils in der Anzahl bestromter Bürsten 506.1, 506.2, 506.3, 506.4 unterscheiden.

Im Moment eines Einschaltens einer Bestromung wird ein Strom durch die Ankerwicklungen nur durch deren ohmschen Widerstand begrenzt. Der Gesamtwiderstand R_{Gesamt} ergibt sich durch die elektrische Verschaltung der Einzelspu-

len mit dem Widerstand R_{Spule} d. h. den entsprechenden Reihen- und Parallelschaltungen der einzelnen Spulenwiderstände R_{Spule} , sowie der Anzahl paralleler, stromdurchflossener Ankerzweige.

In a) wird der Rotor 500 mit zwei Bürsten 506.1, 506.2 bestromt und die Bestromung der Bürsten 506.3, 506.4 ist abgeschaltet. Eine solche Bestromung kann zum Beispiel geeignet sein, während eines Motoranlaufs einen Anlaufstrom zu begrenzen --wie dies beispielhaft anhand von Fig. 3 erläutert wurde-- oder während eines Motordauerlaufs eine Drehzahlabsenkung zu bewirken. Ein Stromfluss erfolgt hier über zwei Ankerzweige - der Gesamtwiderstand ergibt sich in diesem Fall nach den allgemeinen Regeln und obigem Beispielmmodell demzufolge aus $R_{\text{Gesamt}} = (R_{\text{Spule}} * R_{\text{Spule}}) / (3 * R_{\text{Spule}} + 9 * R_{\text{Spule}}) + 2 * 50 \text{ mOhm} = 2.25 * R_{\text{Spule}} + 100 \text{ mOhm}$.

In b) wird der Rotor 500 über drei Bürsten 506.1, 506.2, 506.3 bestromt und die Bestromung der Bürste 506.4 ist abgeschaltet. Auch hier erfolgt der Stromfluss über zwei Ankerzweige. Der Gesamtwiderstand ergibt sich in diesem Fall nach den allgemeinen Regeln und obigem Beispielmmodell demzufolge aus $R_{\text{Gesamt}} = 3 * R_{\text{Spule}} / 2 + 50 / 2 \text{ mOhm} + 50 \text{ mOhm} = 1.5 * R_{\text{Spule}} + 75 \text{ mOhm}$.

In c) wird der Rotor 500 über alle vier Bürsten 506.1, 506.2, 506.3, 506.4 bestromt. Der Stromfluss erfolgt dann über vier Ankerzweige. Der Gesamtwiderstand ergibt sich in diesem Fall nach den allgemeinen Regeln und obigem Beispielmmodell demzufolge aus $R_{\text{Gesamt}} = 3 * R_{\text{Spule}} / 4 + 50 / 2 \text{ mOhm} + 50 / 2 \text{ mOhm} = 0.75 * R_{\text{Spule}} + 50 \text{ mOhm}$.

Bezugszeichenliste

100	Gleichstrom-Bürstenmotor
102	Stator
104	Rotor
106	Kommutator
108	Bürstenanordnung
109.n	Mehrzahl von Bürsten
110	Schalteinrichtung
112	Betriebsschaltung
114	elektronische Schaltelemente
200	Gleichstrom-Bürstenmotor
203	Permanentmagnet
204	Rotor
206	Kommutator
209.1, 209.2, 209.3, 209.4	Bürsten
210	Schalteinrichtung
211.1, 211.2	Anschlussleitungen
213	Spannungsversorgung
214.1, 214.2, 214.3, 214.4	elektronische Schaltelemente
215	Taster
216.1, 216.2, 216.3, 216.4	Leitungen
300	Rotor
304	zwölf Einzelspulen
309.1, 309.2, 309.3, 309.4	Bürsten
400	Gleichstrom-Bürstenmotor
406	Kommutator
409.1, 409.2, 409.3, 409.4	Bürsten
414.1, 414.2, 414.3	Schaltelemente
418	Zeitsteuerlogik
419	Filter
420	übergeordnetes Steuergerät
421	Spannungsversorgung

422 Steuerleitung

500 Rotor

502 zwölf-nutiger Anker

504 zwölf Einzelspulen

506.1, 506.2, 506.3, 506.4 Bürsten 508 elektrischen Anschlüsse des Kommutators

Ansprüche

1. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) zum Antreiben eines Kompressors, insbesondere eine Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs, wobei

der Gleichstrom-Bürstenmotor aufweist:

- einen Stator (102) und einen Rotor (104) mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren, wobei
- der Rotor (104) über einen Kommutator (106) und eine Bürstenanordnung (108) mit einer Mehrzahl von Bürsten (109.n), bestrombar ist,
- eine mit der Bürstenanordnung (108) steuerverbundene Schalteinrichtung (110) zum Schalten einer Bestromung einer der Bürsten (109.n),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Schalteinrichtung (110) in einer Betriebsschaltung (112) des Gleichstrom-Bürstenmotors (100) von dieser ansteuerbar integriert ist, wobei
- die Betriebsschaltung (112) ausgebildet ist, Laufzustände des Motors (100), zu steuern, wobei die Betriebsschaltung für den Laufzustand einen die Leistungsaufnahme- und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter, überwacht und in Abhängigkeit von dem Laufparameter die Schalteinrichtung ansteuert, derart, dass
- mittels der Schalteinrichtung (110) die Bestromung der Bürste schaltbar ist wenn der Laufparameter einen Schwellwert erreicht.

2. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach Anspruch 1, wobei der Laufzustand ein Motoranlauf und der Laufparameter ein Anlaufparameter, insbesondere ein Anlaufstrom- und/oder gradient, ist, wobei die Betriebsschaltung (112)

ausgebildet ist den Anlaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Anlaufparameter die Schalteinrichtung (110) anzusteuern.

3. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Laufzustand ein Motordauerlauf und der Laufparameter ein Dauerlaufparameter, insbesondere eine Drehzahl, ist, wobei die Betriebsschaltung (112) ausgebildet ist den Dauerlaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Dauerlaufparameter die Schalteinrichtung (110) anzusteuern.

4. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Laufzustand ein Motorauslauf und der Laufparameter ein Auslaufparameter, insbesondere eine Drehzahl, ist, wobei die Betriebsschaltung (112) ausgebildet ist den Auslaufparameter zu überwachen und in Abhängigkeit von dem Auslaufparameter die Schalteinrichtung (110) anzusteuern.

5. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Betriebsschaltung (112) ausgebildet ist die Schalteinrichtung (110) derart anzusteuern, dass die Bestromung einzelner Bürsten der Bürstenanordnung in Abhängigkeit von dem Laufparameter stufenweise geschaltet wird.

6. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Abhängigkeit umfasst, dass

- die Schalteinrichtung (110) die Bestromung einer Bürste (109.n) abschaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert überschreitet und/oder
- die Bestromung einer Bürste (109.n) einschaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert unterschreitet.

7. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Abhängigkeit umfasst, dass die Anzahl der in einem Laufzustand bestromten Bürsten (109.n) der Bürstenanordnung (108) von dem überwachten Laufparameter abhängt.

8. Gleichstrom-Bürstenmotor (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Schalteinrichtung (110) elektronische Schaltelemente (114) aufweist und die Schaltelemente (114) als Halbleiterschalter auf einer Leiterplatte der Betriebsschaltung (112) verbaut sind.

9. Gleichstrom-Bürstenmotor nach Anspruch 8, wobei die Abhängigkeit umfasst, dass der Laufparameter durch eine hochfrequente Taktung der Halbleiterschalter begrenzt, insbesondere reduziert, wird.

10. Gleichstrom-Bürstenmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Schalteinrichtung ausgebildet ist eine Bürste der Bürstenanordnung zeitgesteuert anzusteuern, insbesondere als Zeitsteuerlogik gemeinsam mit Schaltelementen der Schalteinrichtung auf einer Leiterplatte der Betriebsschaltung verbaut ist.

11. Gleichstrom-Bürstenmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Schalteinrichtung ausgebildet ist, ein Steuersignal von einem wirkverbundenen und dem Gleichstrom-Bürstenmotor übergeordneten Steuergerät zu empfangen, insbesondere die Bestromung der Bürste in Abhängigkeit von dem empfangenen Steuersignal zu schalten.

12. Druckluftherzeugung, vorzugsweise für eine Luftfederanlage, eine Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs, mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, wobei der Gleichstrom-Bürstenmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.

13. Verfahren zum Betreiben eines Gleichstrom-Bürstenmotors, insbesondere zum Betreiben einer Druckluftherzeugung mit einem Kompressor und einem Gleichstrom-Bürstenmotor, vorzugsweise zum Betreiben einer Luftfederanlage, einer Bremsanlage od. dgl. Druckluftabnehmer eines Fahrzeugs, wobei der Gleichstrom-Bürstenmotor aufweist:

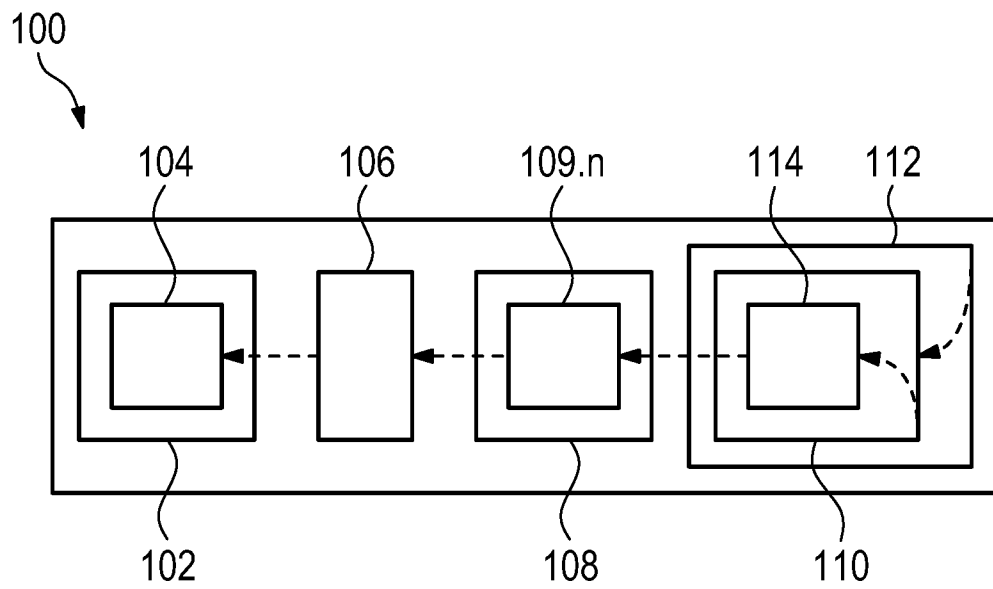
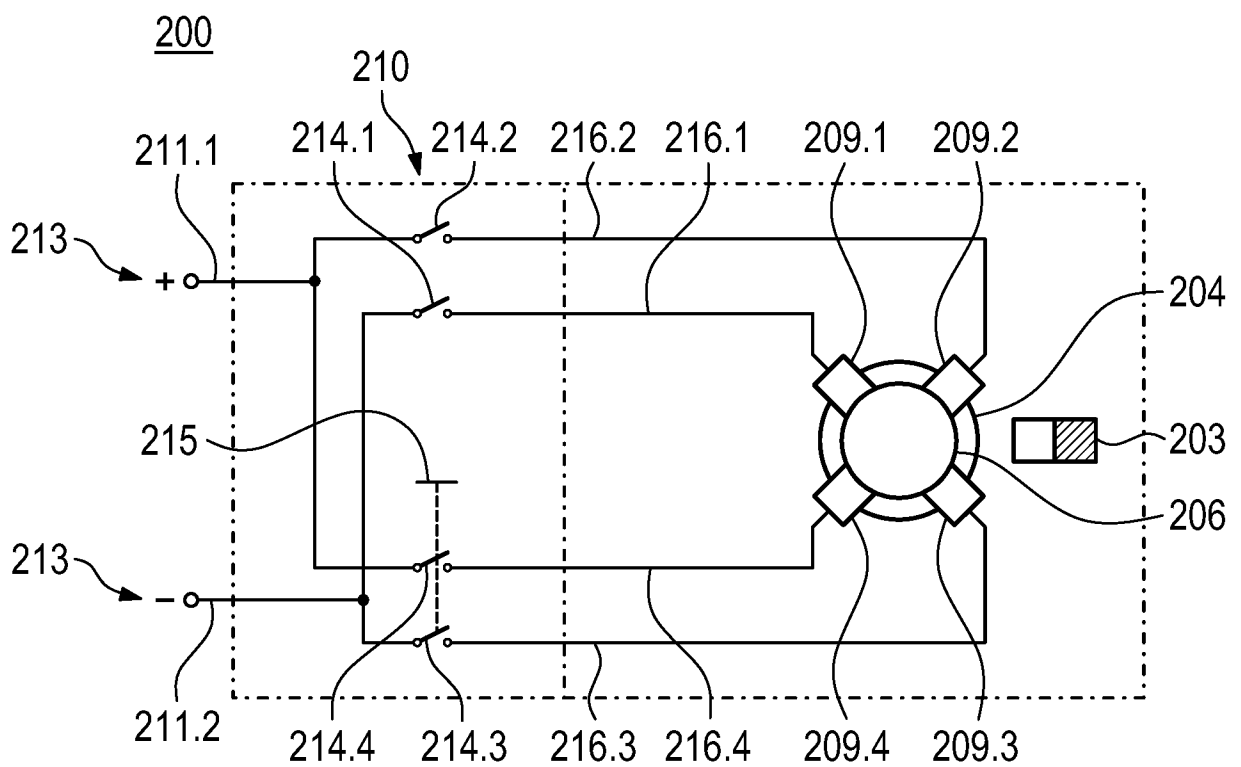
- einen Stator und einen Rotor mit jeweils einer Mehrzahl von Polpaaren, wobei

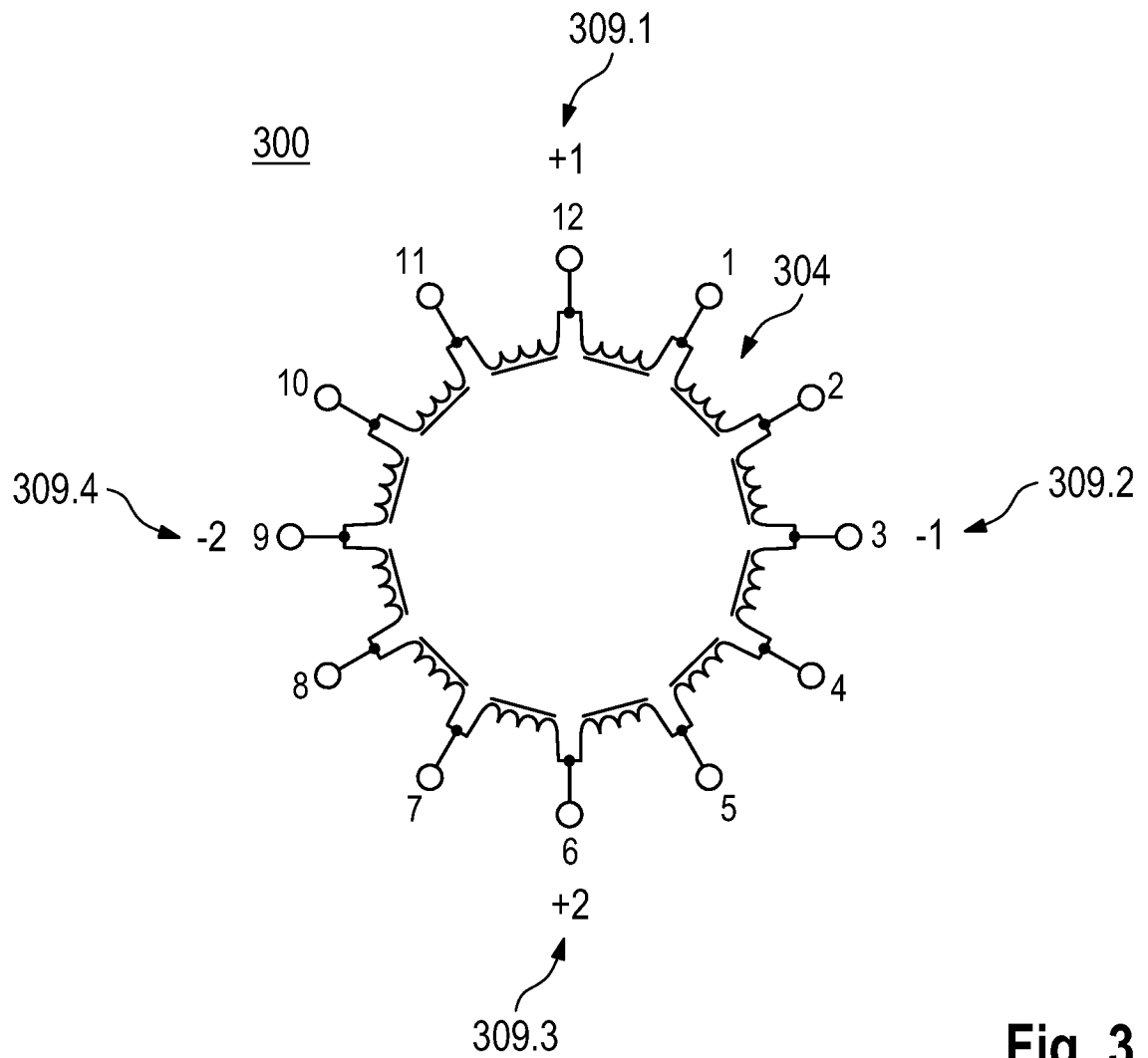
- der Rotor über einen Kommutator und eine Bürstenanordnung mit einer Mehrzahl Bürsten bestrombar ist,
- eine mit der Bürstenanordnung steuerverbundene Schalteinrichtung zum Schalten einer Bestromung einer Bürste, wobei
- die Schalteinrichtung in einer Betriebsschaltung des Gleichstrom-Bürstenmotors von dieser ansteuerbar integriert ist,

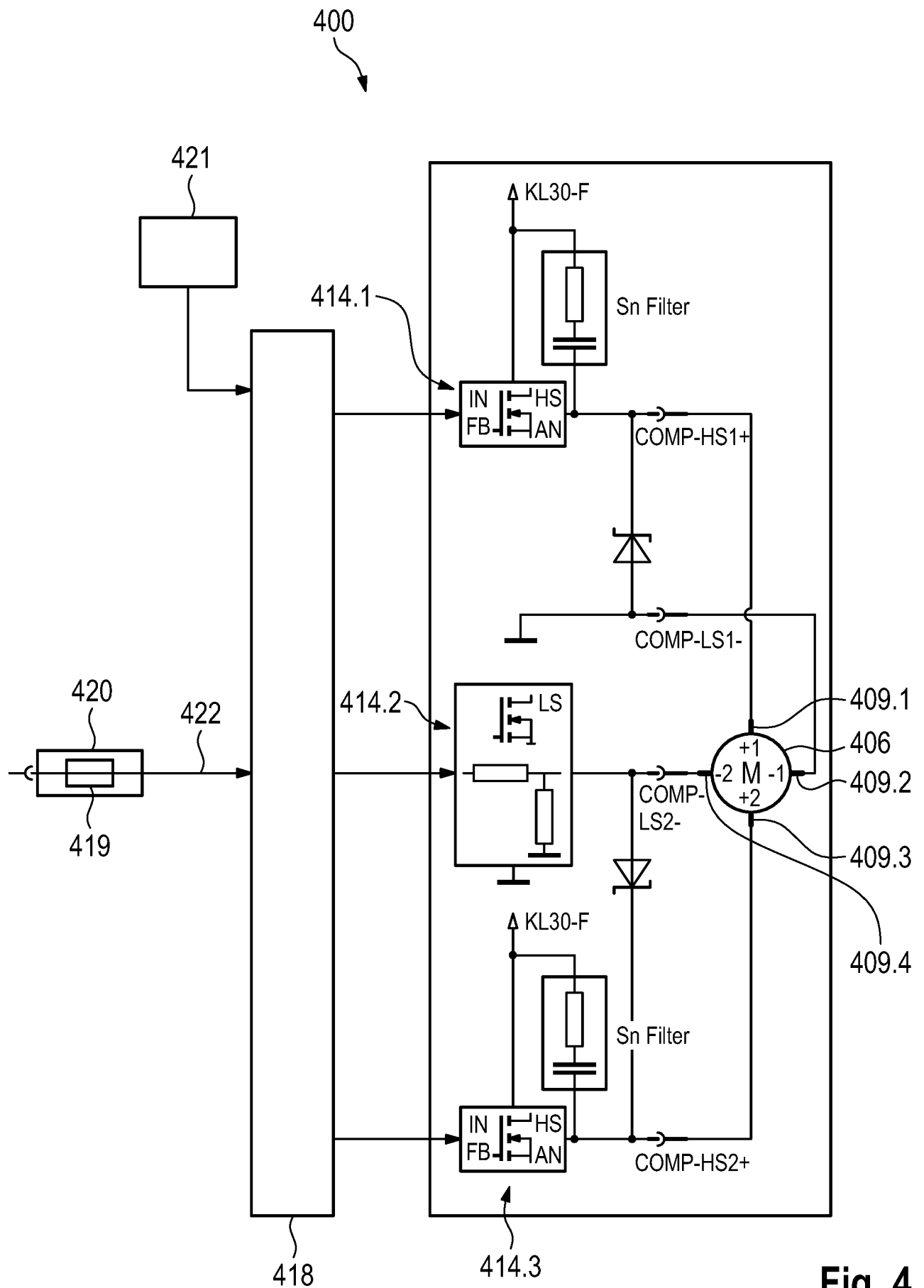
wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass

- die Betriebsschaltung Laufzustände des Motors steuert,
- die Betriebsschaltung für den Laufzustand einen die Leistungsaufnahme- und/oder Leistungsabgabe des Motors bestimmenden Laufparameter überwacht, und
- in Abhängigkeit von dem Laufparameter die Schalteinrichtung ansteuert, wobei

die derart angesteuerte Schalteinrichtung die Bestromung der Bürste schaltet, wenn der Laufparameter einen Schwellwert erreicht.

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3**



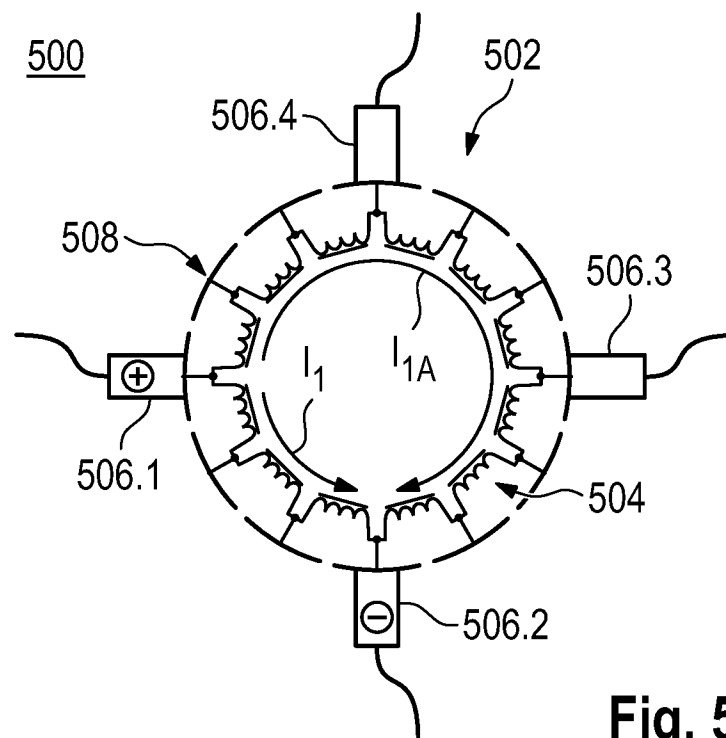


Fig. 5a

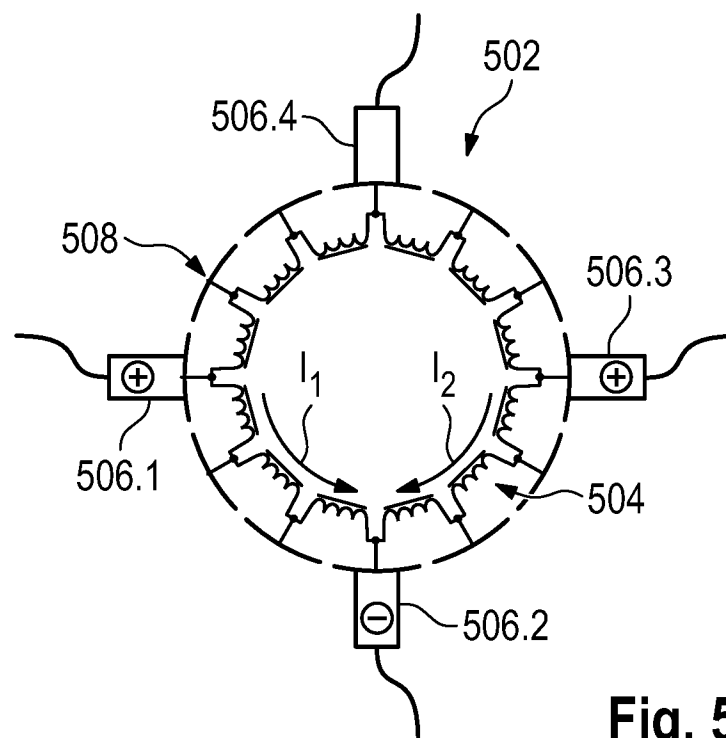
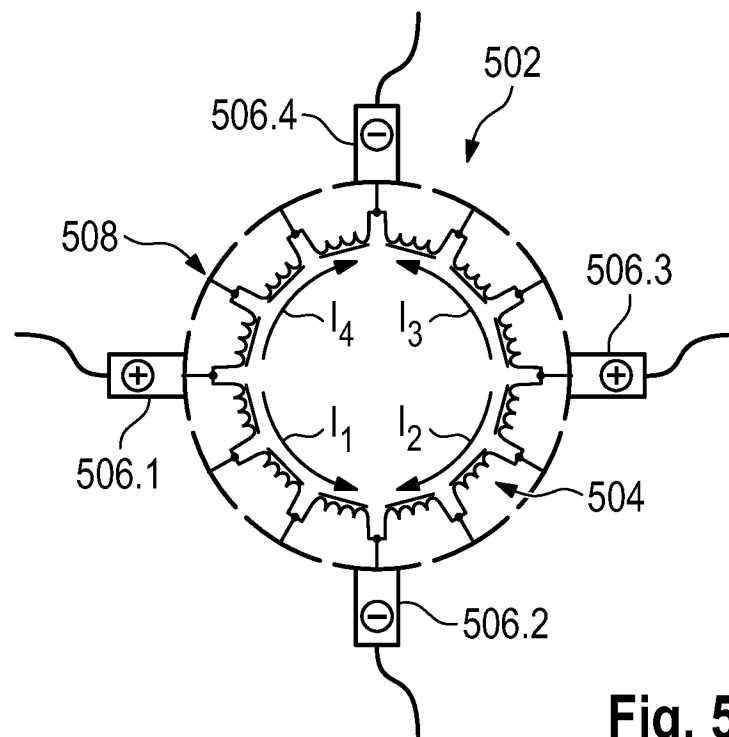


Fig. 5b

**Fig. 5c**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/076400**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02P 7/285**(2016.01)i; **H02P 7/28**(2016.01)i; **H02P 1/18**(2006.01)i; **H02P 3/08**(2006.01)i; **F04B 49/06**(2006.01)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; F04B

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	DE 102012024400 A1 (WABCO GMBH [DE]) 18 June 2014 (2014-06-18) cited in the application	1-4,6,8-13
Y	paragraphs [0002], [0084], [0091], [0092]; figures 4C,6,8,9 paragraphs [0089], [0090] paragraphs [0081], [0085] paragraph [0078]; figure 4A paragraph [0080]; figures 4B,4C	5,7
Y	JP S58157387 A (NEGISHI GIYUUI) 19 September 1983 (1983-09-19) abstract	5,7
A	DE 102008052779 A1 (WABCO GMBH [DE]) 29 April 2010 (2010-04-29) paragraphs [0013] - [0015], [0020]	1-13



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

08 January 2020

Date of mailing of the international search report

14 January 2020

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/EP2019/076400

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102012024400	A1	18 June 2014	CN	104919695	A	16 September 2015
				DE	102012024400	A1	18 June 2014
				EP	2932593	A2	21 October 2015
				JP	6320408	B2	09 May 2018
				JP	2016505753	A	25 February 2016
				KR	20150094749	A	19 August 2015
				US	2015345490	A1	03 December 2015
				WO	2014090355	A2	19 June 2014
JP	S58157387	A	19 September 1983	JP	H0456557	B2	08 September 1992
				JP	S58157387	A	19 September 1983
DE	102008052779	A1	29 April 2010	DE	102008052779	A1	29 April 2010
				EP	2340607	A1	06 July 2011
				WO	2010045993	A1	29 April 2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02P7/285 H02P7/28 H02P1/18 H02P3/08 F04B49/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02P F04B		
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	DE 10 2012 024400 A1 (WABCO GMBH [DE]) 18. Juni 2014 (2014-06-18) in der Anmeldung erwähnt	1-4,6, 8-13
Y	Absätze [0002], [0084], [0091], [0092]; Abbildungen 4C,6,8,9 Absätze [0089], [0090] Absätze [0081], [0085] Absatz [0078]; Abbildung 4A Absatz [0080]; Abbildungen 4B,4C -----	5,7
Y	JP S58 157387 A (NEGISHI GIYUUJI) 19. September 1983 (1983-09-19) Zusammenfassung -----	5,7
A	DE 10 2008 052779 A1 (WABCO GMBH [DE]) 29. April 2010 (2010-04-29) Absätze [0013] - [0015], [0020] -----	1-13
☐ 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
8. Januar 2020		14/01/2020
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/EP2019/076400

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012024400 A1	18-06-2014	CN 104919695 A	16-09-2015
		DE 102012024400 A1	18-06-2014
		EP 2932593 A2	21-10-2015
		JP 6320408 B2	09-05-2018
		JP 2016505753 A	25-02-2016
		KR 20150094749 A	19-08-2015
		US 2015345490 A1	03-12-2015
		WO 2014090355 A2	19-06-2014

JP S58157387 A	19-09-1983	JP H0456557 B2	08-09-1992
		JP S58157387 A	19-09-1983

DE 102008052779 A1	29-04-2010	DE 102008052779 A1	29-04-2010
		EP 2340607 A1	06-07-2011
		WO 2010045993 A1	29-04-2010
