

(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

27. April 2017 (27.04.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2017/067644 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 11/00 (2016.01) B60K 1/04 (2006.01)  
H02K 11/33 (2016.01) H01M 10/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/001688

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. Oktober 2016 (12.10.2016)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102015013403.5 19. Oktober 2015 (19.10.2015) DE

(71) Anmelder: BERGISCHE UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL [DE/DE]; Gaußstraße 20, 42119  
Wuppertal (DE).

(72) Erfinder: BUTZMANN, Stefan; Mühlenweg 18, 58579  
Schalksmühle (DE). FINKE, Marius; Alte Neusser  
Landstraße 253, 50769 Köln (DE).

(74) Anwalt: COHAUSZ HANNIG BORKOWSKI  
WISSGOTT; Schumannstrasse 97-99, D-40237  
Düsseldorf (DE).

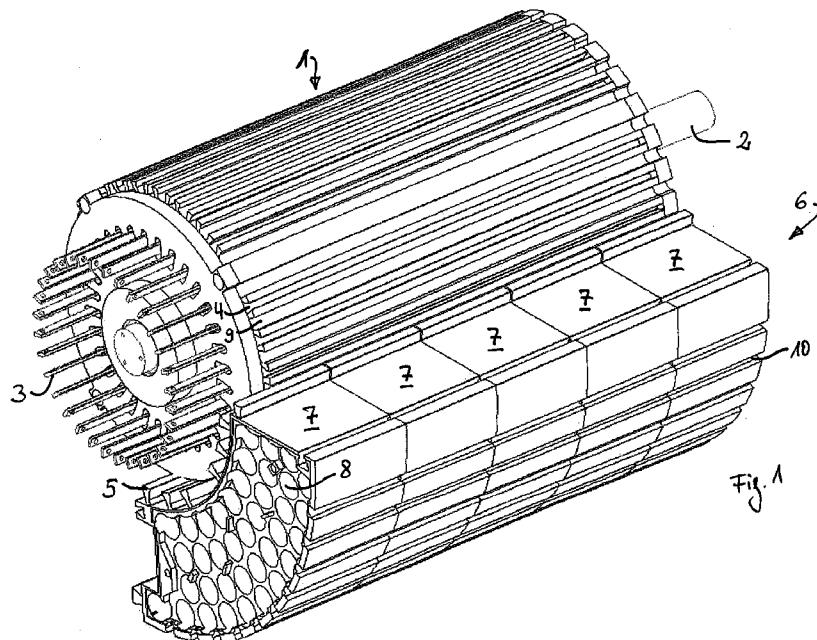
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRO DRIVE SYSTEM

(54) Bezeichnung : ELEKTRO-ANTRIEBSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to an electro drive system, in particular for vehicles, comprising an electric motor (1) and a power supply (6), wherein the power supply (6) is arranged radially on the outside of the electric motor (1) and is arranged in the peripheral direction around the electric motor (1), in particular at an angle extension of 360 degrees.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

---

ein Elektro-Antriebssystem, insbesondere für Fahrzeuge, umfassend einen Elektromotor (1) und eine Energieversorgung (6), bei dem die Energieversorgung (6) radial außen am Elektromotor (1) anliegend und in Umfangsrichtung um den Elektromotor (1) herum angeordnet ist, insbesondere in einer Winkelerstreckung von 360 Grad.

## **Elektro-Antriebssystem**

Die Erfindung betrifft ein Elektro-Antriebssystem, insbesondere für Fahrzeuge, umfassend einen Elektromotor und eine Energieversorgung, insbesondere einschließlich Pulswechselrichter und Leistungselektronik.

Heutige Antriebssysteme dieser Art umfassen im Bereich der Energieversorgung üblicherweise Energiespeicherzellen, wie beispielsweise Batterien, worunter insbesondere solche der wiederaufladbaren Art verstanden werden, wie z.B. Lithium-Polymer-Akkus. Zusätzlich sind regelmäßig in einem solchen Antriebssystem Pulswechselrichter vorgesehen.

Hierbei haben die Energiespeicherzellen die Aufgabe, die für den Betrieb des Antriebssystems, insbesondere das Fahren eines Fahrzeugs benötigte Energie bereitzustellen bzw. während des Ladens zu speichern. Der Pulswechselrichter wandelt die von der Batterie bereitgestellte Gleichspannung in eine üblicherweise dreiphasige Wechselspannung, mit der ein Elektromotor, z.B. eine Synchron- oder Asynchronmaschine dann über eine Leistungselektronik betrieben wird, welche die Ansteuerung der Statorwicklungen übernimmt.

Die Energiespeicherzellen, Pulswechselrichter und Leistungselektronik werden hierbei meist unabhängig voneinander gefertigt und bilden selbstständige Einheiten, die über Kabelbäume miteinander verbunden werden. Hierbei ist bei

der Systemauslegung immer ein geeigneter Kompromiss zwischen der Größe der Ströme, die in dem System fließen und der Spannungslage zu finden.

Für ein Antriebssystem mit einer Leistung von z.B. 100kW könnte die Batterie entweder mit einer DC-Spannung von 100V und einem Ausgangsstrom von ca. 1000A ausgelegt werden oder aber mit höheren Spannungen und entsprechend niedrigeren Strömen.

Beispielsweise im Anwendungsgebiet der heutigen Elektrofahrzeuge hat sich zur Zeit eine Spannungslage von ca. 400-600V durchgesetzt, was zu Strömen in Bereich von einigen hundert Ampere führt. Niedrige Spannungen und höhere Ströme sind in den bisherigen Antriebssystemen nicht sinnvoll umsetzbar, da die Querschnitte der stromführenden Kabel und Motorwicklungen in diesem Fall massiv ansteigen müssten, was zu einer Erhöhung des Fahrzeuggewichts und der Kosten führen würde.

Die Spannungslage von typ. > 400V führt weiterhin im bisherigen Stand der Technik zu erheblichen Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Sicherheit solcher Systeme und bringt erhebliche Aufwände bzgl. Isolation der einzelnen Komponenten vom Fahrzeug-Chassis und der entsprechenden Isolationsüberwachung mit sich.

Diese Aufwände könnten unter Bezug auf VDE-Normen erst für Spannungen <60V reduziert werden. Die jedoch dabei benötigten deutlich erhöhten Ströme können jedoch bei den bisherigen Antriebssystemen aufgrund der zu überbrückenden Strecken und der dafür nötigen Leitungsquerschnitte nicht wirtschaftlich gehandhabt werden.

Ein wesentliches Kriterium bei der Auslegung eines elektrischen oder hybriden Antriebs für Fahrzeuge ist dabei die volumetrische Energie- bzw. Leistungsdichte, d.h. das Volumen des elektrischen Antriebsstrangs bezogen auf den Energieinhalt (der ein Maß für die Reichweite des Fahrzeugs darstellt) bzw. bezogen auf das Gewicht des Antriebsstrangs.

Vor dem Hintergrund vorgenannter Erläuterungen ist es eine Aufgabe der Erfindung einen solchen elektrischen Antrieb möglichst kompakt zu fertigen (d.h. mit minimalem Volumen) und so ein Antriebssystem bereit zu stellen, das die zu überbrückenden Distanzen zwischen der Energieversorgung und dem betriebenen Elektromotor reduziert. Weiterhin ist es bevorzugt auch eine Aufgabe der Erfindung, ein Antriebssystem zu schaffen, das eine Redundanz in der Energieversorgung bereitstellt und weiter bevorzugt mit gegenüber der heutigen typischen Spannungslage deutlich verringerten Spannungen betrieben werden kann, insbesondere mit Phasenspannungen kleiner gleich 60 Volt, um die Isolationsanforderungen zu minimieren und so ebenfalls die erforderlichen Abstände zwischen den einzelnen Sub-Komponenten und damit in letzter Konsequenz auch die Kosten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Energieversorgung radial außen am Elektromotor anliegend und in Umfangsrichtung um den Elektromotor herum angeordnet ist. Die Erstreckung der Energieversorgung, bzw. eines diese aufnehmenden Gehäuses muss nicht zwingend über den vollen Umfangswinkel von 360 Grad erfolgen, ist jedoch bevorzugt vorgesehen, so dass in diesem Fall ein Elektromotor vollumfänglich von der Energieversorgung umgeben ist.

Der wesentliche Gedanke der Erfindung ist es, die Energieversorgung örtlich so nah wie möglich an den Elektromotor heranzuführen. Durch die Anordnung radial außen am Elektromotor, insbesondere also an dessen äußerer Gehäusemantelfläche, die – abgesehen von einer evtl. Oberflächenkonturierung / -strukturierung - regelmäßig zylindrisch ausgebildet ist, besteht allenfalls noch die Notwendigkeit, abgesehen von inneren Stromwegen, die Energie aus der Energieversorgung über die axiale Länge des Elektromotors und ggfs. die radiale Beabstandung zwischen den Statoranschlüssen und der Energieversorgung zu führen. Die zu überbrückenden Wege sind also ersichtlich gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduziert.

Selbst bei einem Betrieb eines solchen Antriebssystems mit den bislang verwendeten Spannungen ergeben sich bereits deutliche Vorteile, wobei die Erfindung jedoch auch die Möglichkeit erschließt, die Spannungslage abzusenken, da damit bedingte erhöhte Leiterquerschnitte zur Führung gleichbleibender Leistung in den verkürzten Leitungswegen handhabbar werden.

Die Erfindung kann dabei vorsehen, die Energieversorgung, insbesondere die dafür benötigten Energiespeicherzellen (Batteriezellen) in einem hohlzylindrischen Gehäuse anzuordnen, in dessen inneren hohlen Bereich der Elektromotor angeordnet ist. Bevorzugt liegen dabei die Zylinderachse der Energieversorgung, bzw. von dessen Gehäuse und die Motorachse kollinear. Weiterhin bevorzugt ist die Anordnung so, dass die axiale Länge der Energieversorgung, bzw. von dessen Gehäuse zumindest im Wesentlichen gleich der axialen Länge des Motorgehäuses ist, allenfalls bis zu 150% von dessen Länge entspricht.

Die erfindungsgemäße Anordnung schafft insgesamt eine handhabbare Einheit, die durch die äußereren Abmessungen der Energieversorgung definiert ist und darin komplett den Elektromotor umfasst, insbesondere auch die gesamte Elektronik zur Steuerung des Elektromotors und für das Energiemanagement der Energiespeicherzellen.

Somit ergibt sich auch eine erhöhte Wartungsfreundlichkeit, da alle wesentlichen Komponenten zum Betrieb lokal konzentriert sind, was auch im bisherigen Spannungsbereich die Isolationsanforderungen reduziert, aufgrund der stärkeren Einkapselung der spannungsführenden Bauteile. Beispielsweise besteht die Möglichkeit in praktisch jeder Werkstatt das komplette Antriebssystem zu tauschen.

Die Erfindung kann in bevorzugter Ausführung vorsehen, dass das hohlzylindrische Gehäuse eine Vielzahl von Ausnehmungen aufweist, in welchen Energiespeicherzellen aufgenommen sind oder zumindest aufnehmbar sind. Diese Ausnehmungen, insbesondere auch weitere zum Betrieb benötigte Baugruppen

sind dabei bevorzugt komplett zwischen Innenwandung und Außenwandung des hohlzylindrischen Gehäuses angeordnet.

Beispielsweise kann es vorgesehen sein, die Ausnehmungen zylindrisch auszugestalten, so dass am Markt übliche Batteriezellen mit standardisierten Baugrößen darin aufgenommen werden können, z.B. solche, wie Sie aus Laptop-Akkus bekannt sind. Die Ausnehmungen sind dabei bevorzugt so orientiert, dass diese sich in axialer Richtung erstrecken. In den Ausnehmungen können bevorzugt die Batteriezellen in beiden möglichen, sich um 180 Grad unterscheidenden Einbaulagen angeordnet werden, was die gewünschte elektrische Verschaltung vereinfacht.

Die Erfindung kann bevorzugt vorsehen, dass das hohlzylindrische Gehäuse zur Bildung in Untereinheiten unterteilt ist. Hierdurch ergibt sich zum einen eine größere Wartungsfreundlichkeit und Kostenreduzierung, z.B. wenn defekte Teile ausgetauscht werden müssen.

Zum anderen erschließt sich jedoch auch die Möglichkeit die Energiespeicherzellen (Batteriezelle) innerhalb einer Untereinheit und/oder die Untereinheiten untereinander je nach Wunsch elektrisch parallel oder in Reihe zu verschalten.

Die Erfindung kann hierfür z.B. vorsehen, dass in der axialen Richtung das hohlzylindrische Gehäuse der Energieversorgung in mehrere Ringelemente unterteilt ist. Z.B. kann dabei die axiale Länge jedes Ringelementes angepasst sein, um genau eine axial liegende Energiespeicherzelle (Batteriezelle) in einer jeweiligen zylindrischen Ausnehmung aufzunehmen. Die axiale Länge eines Ringelementes kann z.B. genau gleich oder auch (etwas) kleiner sein als die axiale Länge einer Energiespeicherzelle. Ebenso kann die axiale Länge auf ein Vielfaches (wenigstens Zweifaches) der axialen Länge einer Energiespeicherzelle angepasst sein. Ein jedes solches Ringelement kann ein in sich abgeschlossenes Energiespeichermodul ausbilden, insbesondere mit welchem alleine bereits der Betrieb des Elektromotors möglich sein kann.

Die Erfindung kann auch vorsehen, dass das hohlzylindrische Gehäuse in Umfangsrichtung in wenigstens zwei Segmente unterteilt ist. Jedes Segment kann eine Winkelerstreckung von  $360^\circ / \text{Anzahl der Segmente}$  aufweisen. Ein jedes solches sich über die gesamte axiale Länge des hohlzylindrischen Gehäuses erstreckende Segment kann ein in sich abgeschlossenes Energiespeichermodul ausbilden, insbesondere mit welchem alleine bereits der Betrieb des Elektromotors möglich sein kann.

Die vorgenannten Ausführungen der Unterteilung des hohlzylindrischen Gehäuses in axialer Richtung bzw. in Umfangsrichtung können besonders bevorzugt auch kombiniert werden, so dass jedes vorgenannte Ringelement in Umfangsrichtung in wenigstens zwei Segmente unterteilt ist. Jedes (Ringelemente-) Segment kann wiederum eine Winkelerstreckung von  $360^\circ / \text{Anzahl der Segmente}$  aufweisen. Hier kann besonders bevorzugt die Gesamtanzahl aller in axialer Richtung an einer gemeinsamen Umfangsposition hintereinanderliegenden Segmente, insbesondere durch elektrischen Verschaltung, ein Energiespeichermodul ausbilden, insbesondere mit welchem alleine bereits der Betrieb des Elektromotors möglich sein kann. Es ergibt sich hierdurch eine Anzahl von Energiespeichermodulen, die der Anzahl der Segmente (pro Ringelement) entspricht.

Bei einer solchen Konstruktion weist das Gehäuse der Energieversorgung somit insgesamt eine Anzahl von Untereinheiten auf, die der Anzahl der Ringelemente multipliziert mit der Anzahl der Segmente pro Ringelement entspricht. Eine entsprechende Vielfalt möglicher elektrischer Verschaltungen kann hierdurch realisiert werden.

In einer weiterhin bevorzugten Ausführung der vorgenannten Konstruktion kann es vorgesehen sein, dass zwischen je zwei benachbart axial hintereinander liegenden Segmenten von Ringelementen wenigstens eine Verbindungsplatine angeordnet ist. Es kann jedem Segment eine eigene Verbindungsplatine zugeordnet sein.

Durch eine solche Verbindungsplatine können die Energiespeicherzellen eines jeden Segmentes untereinander kontaktiert sein, z.B. alle in Reihe geschaltet sein oder alle parallel geschaltet sein oder in Gruppen unterteilt sein, wobei in verschiedenen Gruppen die Energiespeicherzellen unterschiedlich verschaltet sein können (Reihe oder parallel) oder bei gleicher gewählten Verschaltung in den Gruppen bei den verschiedenen Gruppen unterschiedlich hinsichtlich der Einbaurage orientiert sein können.

Ein jeweilige Verbindungsplatine kann auch die Verschaltung zwischen den beiden axial benachbarten Segmenten vornehmen, z.B. diese in Reihe oder wiederum parallel schalten. Mit den Verbindungsplatinen können bevorzugt so die Energiespeicherzellen wenigstens einer Teilanzahl, bevorzugt aller an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinander angeordneten Segmente elektrisch in Reihe geschaltet sind. In einer möglichen Ausführung kann es vorgesehen sein, dass sich über die axiale Länge aller Segmente an derselben Umfangsposition sich z.B. eine Spannung ergibt, die der Summe der in den Segmenten verwendeten Energiespeicherzellen entspricht. Bei dieser Ausführung würden hingegen die Pole an unterschiedlichen axialen Seiten liegen.

Beispielsweise kann es in einer bevorzugten Ausführung vorgesehen sein, dass in einem jeden Segment zwei Gruppen von Energiespeicherzellen gebildet sind, wobei in jeder Gruppe die Energiespeicherzellen parallel geschaltet sind. Eine Gruppe kann z.B. radial innen und eine radial außen liegend angeordnet sein. Die Energiespeicherzellen können in den verschiedenen Gruppen bevorzugt um 180 Grad unterschiedliche Orientierung der Einbaurage aufweisen. Das kann den Vorteil erschließen, in axialer Richtung über die Segmente gemeinsamer Umfangsposition hinweg die parallel geschalteten Energiespeicherzellen der einen Gruppe und die parallel geschalteten Energiespeicherzellen der anderen Gruppe unabhängig voneinander in Reihe zu verschalten und hierbei die beiden Pole an derselben axialen Seite zugänglich zu haben, insbesondere an der Seite, an welcher gemäß den nachfolgenden Ausführungen wenigstens eine Steuerplatine, z.B. mit Leistungselektronik und/oder Pulswechselrichter vorgesehen ist.

Alle axialen hintereinander liegenden Segmente (der Ringe) an einer gemeinsamen Umfangsposition bilden so wiederum ein Energiespeichermodul mit an einer Seite zugänglichen Polen, quasi wie ein Batteriepack in der Querschnittsform eines Kreissegmentes.

In einer Ausführung kann es vorgesehen sein, die in axialer Richtung durch Reihenschaltung summierten Spannungen, die von jeweiligen Segmenten an unterschiedlichen Umfangspositionen stammen, wiederum elektrisch parallel zu schalten, so dass im Wesentlichen die Spannung gleich bleibt, aber sich die Kapazität des gesamten Energiespeichers erhöht. Eine „Gesamtbatterie“ ergibt sich in dieser Ausführung durch alle segmentförmigen Energiespeichermodule.

In einer demgegenüber bevorzugten Ausführung kann es vorgesehen sein, dass die gebildeten Energiespeichermodule nicht parallel geschaltet werden, sondern jeweils zusammen mit einer eigenen Elektronik auf einer Steuerplatine ein jeweiliges autarkes Funktionsmodul bildet, das jeweils alleine ausreicht, um den Motor zu betreiben. Dafür kann die Elektronik einen Pulswechselrichter und Schalter zur Bestromung des Stators umfassen. Es ergibt sich dadurch eine Anzahl von Funktionsmodulen, die der Anzahl der Segmente (pro Ringelement) entspricht.

Hierdurch wird auch eine Redundanz geschaffen, da ein Antriebssystem dieser Art auch betriebsbereit ist, wenn z.B. ein Segment oder sogar alle an einer gemeinsamen Umfangsposition hintereinander liegenden Segmente (und damit ein Funktionsmodul) ausfallen, da hierdurch nicht die Betriebsspannung und die Statoransteuerung entfällt, sondern sich nur die Ladekapazität verringert, in Verbindung mit einem Fahrzeug also nur dessen Reichweite.

Es kann eine Elektronik vorgesehen sein, die die Funktion jedes Funktionsmoduls prüft und bei festgestelltem Defekt dieses komplett abschaltet. Die übrigen Funktionsmodule bleiben dabei betriebsbereit und damit das Antriebssystem insgesamt, lediglich unter Reduktion der Reichweite und des Drehmomentes.

Bevorzugt ist die Form einer jeweiligen Verbindungsplatine an die Form der jeweiligen Segmente angepasst, bevorzugt so, dass diese zwar formkongruent zu den Segmenten ist, jedoch etwas kleiner, um von den Segmenten umschlossen zu werden, ohne dass die Verbindungsplatine von außerhalb des Gehäuses der Energieversorgungseinheit zugänglich ist, zumindest nicht ohne die Segmente voneinander zu separieren, die in jeglicher Ausführung bevorzugt im Betriebszustand bündig und einander kontaktierend verbunden sind.

Beispielsweise kann so die Verbindungsplatine kreisringsegmentförmig ausgebildet sein. An einem in Umfangsrichtung liegenden Ende der Verbindungsplatine kann diese Kontakte aufweisen, um mit anderen Komponenten elektrisch verbunden zu werden, z.B. mit der nachfolgend beschriebenen Platine.

Die Erfindung kann in einer Weiterbildung vorsehen, dass in einem Bereich zwischen je zwei in Umfangsrichtung benachbarten Segmenten (an einer gemeinsamen axialen Position) bei allen axial hintereinander liegenden Segmenten einer gemeinsamen Umfangsposition eine sich achsparallel erstreckende Platte angeordnet ist, insbesondere die sich im Wesentlichen über die gesamte axiale Länge der hohlzylindrischen Energieversorgung erstreckt. Diese Platte kann mit jeder vorgenannten Verbindungsplatine zwischen zwei benachbart axial hintereinanderliegenden Segmenten elektrisch verbunden sein.

Diese Platte kann bevorzugt eine Elektronik zum Energiespeicherzellenmanagement, insbesondere zur Prüfung der insbesondere in jedem Segment oder in allen Segmenten einer gemeinsamen Umfangsposition gereichten Zellspannungen umfassen. Diese Platte und deren Elektronik kann auch vorgesehen sein, um die zuvor Funktionsprüfung vorzunehmen.

Die Erfindung sieht unabhängig von den möglichen verschiedenen Ausführungen allgemein vor, dass die durch in und mit den Segmenten nach Reihen- und / oder Parallelschaltung der darin enthaltenen Energiespeicherzellen erzeugten Spannungen genutzt werden, um mit wenigstens einer Steuerelektronik die Phasenspannungen für den Motor zu bilden. Eine solche Steuerelektronik kann

durch Elektronikkomponenten auf wenigstens einer Steuerplatine gebildet werden, die stirnseitig des Elektromotor und/oder des Gehäuses der Energieversorgung angeordnet ist, insbesondere auf der von der Motorabtriebswelle abgewandten Seite. Dies hat den Vorteil, dass die statorseitigen Phasenanschlüsse des Elektromotors in axialer Richtung in diese wenigstens eine Steuerplatine kontaktierend eingefügt werden können.

Die wenigstens eine Steuerplatine kann in zumindest teilweiser Überdeckung der axialen Stirnflächen von der Energieversorgungseinheit (bzw. dessen Gehäuse) und dem Elektromotor angeordnet sein und eingerichtet sein, die Energie der Energieversorgungseinheit auf das Statorbestromungssystem des Elektromotors zu verteilen, insbesondere gesteuert oder geregelt zu verteilen.

Bevorzugt ist jeweils einem jedem in Umfangsrichtung erstreckten Segment des hohlzylindrischen Gehäuses der Energieversorgung oder jeweils allen an einer gemeinsamen Umfangsposition angeordneten Segmenten von axial hintereinanderliegenden Ringelementen (Energiespeichermodul) eine eigene Steuerplatine zugeordnet, insbesondere die kreisringsegmentförmig ausgebildet ist und die an einen Teil des Statorbestromungssystems angeschlossen ist, insbesondere der sich über denselben Winkelbereich erstreckt, wie das betreffende Segment. Das genannte Energiespeichermodul bildet somit mit der jeweils zugeordneten Steuerplatine das bereits zuvor angesprochene Funktionsmodul, d.h. eine betriebefertige Einheit zum Betrieb des Motors.

Durch die wenigstens eine Steuerplatine, insbesondere alle den Segmenten jeweils zugeordneten, ggfs. untereinander verbundenen Steuerplatten kann sodann insgesamt eine Gesamt-Leistungselektronik zur Steuerung des Elektromotors ausgebildet sein, an der die jeweiligen Spannungen, insbesondere die jeweiligen gereihten Summenspannungen von den an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinanderliegenden Segmenten anliegen. Hierdurch wird der eingangs genannte Vorteil erschlossen, dass der Elektromotor mit der Energie schon alleine der Segmente einer einzigen gemeinsamen Umfangsposition betreibbar ist, da die Gesamtleistungselektronik durch eine

Summe einzelner Leistungselektroniken gebildet die, die jeweils für sich in der Lage sind den Motor zu betreiben. Jede Leistungselektronik umfasst dabei bevorzugt einen Pulswechselrichter.

Eine ganz besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung kann es vorsehen, dass das Statorbestromungssystem des Elektromotors durch eine Vielzahl bestrombarer Stäbe ausgebildet ist, die sich in axialer Richtung durch den Stator des Elektromotors erstrecken und an einem ihrer Enden mit einem gemeinsamen Kurzschlußring verbunden sind und an dem anderen Ende mit einer Steuerplatine verbunden sind, insbesondere einer Steuerplatine der vorgenannten Art, die störnseitig angeordnet ist.

Es kann hier vorgesehen sein, dass die Stäbe einer Anzahl von mehr als 3 Phasen, bevorzugt wenigstens 20 Phasen, weiter bevorzugt wenigstens 30 Phasen zugeordnet sind. Durch diese signifikante Erhöhung der Phasenanzahl gegenüber dem Stand der Technik kann erzielt werden, dass die Spannungsdifferenz zwischen zwei Phasen oder einer Phase und Masse kleiner gleich 60 Volt ist. Dies führt zu dem eingangs genannten Vorteil, dass die Isolationsanforderungen deutlich kleiner sind und sich hierdurch insgesamt die Konstruktion vereinfacht und günstiger wird im Vergleich zum Stand der Technik.

Wenngleich die Ausbildung des Stators mit Stäben in dieser Ausführung bevorzugt ist, da der Nutfüllfaktor im Stator gegenüber Spulen verbessert ist, kann grundsätzlich eine solche Erhöhung der Phasenanzahl auch mit gewickelten Statorspulen erzielt werden und ist ebenso von der Erfindung umfasst.

Die bevorzugte Verwendung von Stäben führt auch zu dem Vorteil, dass niedrigere Motorinduktivitäten erzeugt werden, so dass die Reduzierung der Phasenspannungen der Beherrschung der Stromanstiegsgeschwindigkeiten zuträglich ist.

Die Schalter der Steuerplatine(n) zur Bestromung der Phasenanschlüsse des Stators können vorzugsweise als MOSFETs ausgeführt sind, insbesondere wenn die Betriebsspannung auf weniger als 60V reduziert wird. Die Schalter werden

bevorzugt in einer Halbbrücken-Konfiguration betrieben, wobei jede Halbbrücke einen Stab des Motors versorgen kann.

In einer einfachen Ausführungsform der Erfindung kann das Statorbestromungssystems mit elektrischer Masse und einer positiven Versorgungsspannung betrieben werden. Ein bevorzugte Ausführung kann jedoch auch vorsehen, dass der Kurzschlussring an der der Leistungselektronik / Steuerplatine(n) gegenüberliegenden Seite auf Masse liegt und die Stäbe zwischen zwei um Masse herum symmetrische Spannungen geschaltet werden. Damit kann jeder Stab individuell und unabhängig von den anderen Stäben bestromt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die magnetische Polpaarzahl im Rotor des Motors gleich der Anzahl der in Umfangsrichtung liegenden Segmente gewählt, von denen die an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinander liegenden Segmente alle elektrisch zu einer zusammenwirkenden Untereinheit zusammengeschaltet sein können, also bevorzugt ein in sich autarke Energieversorgungsuntereinheit der gesamten Energieversorgung bildet.

Die Leistungselektronik wird ebenfalls in eine entsprechende Anzahl von Subeinheiten unterteilt, wie es vorangehend anhand der mehreren Steuerplatinen erläutert wurde.

Dabei können räumlich an einer gemeinsamen Umfangsposition liegende Einheiten von Segmenten und Steuerplatinen zu Funktionsmodulen zusammengefasst werden, die unabhängig voneinander betrieben und somit als Subantriebs-Module angesehen werden können.

Bevorzugt kann es dabei vorgesehen sein, dass sich im Betrieb die Drehmomente der Funktionsmodule zu einem Gesamtdrehmoment für den Antrieb addieren, die Einzel-Drehmomente der jeweiligen Funktionseinheiten müssen jedoch nicht unbedingt identisch sein. Dieses Konzept bietet über die bloße Integration von Motor, Leistungselektronik und Batterie hinaus folgende bereits eingang angedeutete Vorteile:

1.) bei einem Ausfall eines Funktionsmoduls (zum Beispiel alle axial hintereinander liegenden Segmente einer Umfangsposition, deren Verbindungsplatten, Batteriemanagementplatine und stirnseitige Steuerplatine) können die verbleibenden Funktionsmodule weiterhin betrieben werden, was einen Gesamtsystemausfall verhindert und lediglich zu einer Leistungs- bzw. Reichweiteneinbuße führt

2.) Da Batteriezellen unterschiedlich altern, ist im Laufe der Zeit mit unterschiedlichen Zellkapazitäten allein aufgrund von Streuung zu rechnen. Innerhalb eines Funktionsmoduls der Energieversorgung wird diese Streuung bevorzugt durch sog. passives Balancing ausgeglichen, d.h. (vereinfacht ausgedrückt) zu hoch geladene Zellen werden auf das Niveau der niedriger geladenen Zellen entladen. Alternativ kann innerhalb eines Funktionsmoduls das Balancing auch aktiv erfolgen, d.h. die Energie von zu hoch geladenen Zellen wird auf niedriger geladene Zellen mittels induktiven oder kapazitiven Verfahren übertragen.

Zwischen den Funktionsmodulen kann der Angleich allerdings auch über die Aufteilung der Gesamtdrehmoments auf die einzelnen Funktionsmodule erfolgen.

Zur Bestimmung des Lade- und Alterungszustands der Energiespeicherzellen / Batteriezellen sowie zur Einstellung des Drehmoments des Motors kann es bevorzugt vorgesehen sein, den Strom in der Energieversorgungseinheit, bevorzugt separat in jedem Funktionsmodul sowie in jedem einzelnen Stab zu überwachen.

Hierzu kann die Blechung des Motors durch weitere Bleche mit einem kleineren Innendurchmesser ergänzt werden, bei welchen die Nut bis zum Innendurchmesser verlängert ist. Hierdurch kann ein Hall-Sensor direkt von der Leistungselektronik in die Nut gesteckt werden. Der Sensor ist somit in den magnetischen Kreis um den jeweiligen Stab herum eingebunden, magnetisch störfest verbaut und gleichzeitig auf kürzest möglichem Weg mit der Auswerteeinheit, z.B. einem AD-Wandler verbunden.

Die Messung des Stroms in der Energieversorgung, bevorzugt jedem Funktionsmodul kann über Durchkontaktierungen in den Verbindungsplatinen erfolgen. Wenn ein Strom über diese fließt, so erzeugt dieser Strom einen Spannungsabfall, welcher im Batterie-Management-System ausgewertet wird. Somit dienen die Verbindungsplatinen nicht nur der Verbindung zwischen je zwei axial hintereinander liegenden Segmenten und der Herausführung der Zellspannungen, sondern erfüllen gleichzeitig die Aufgabe der Stromsensierung.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, am Kurzschlussring zusätzlich einen zentralen Stromsensor anzuordnen, der den Strom vom Kurzschlussring gegen eine Referenz, z.B. ein Fahrzeugchassis misst. Im "Gut-Fall" ist der Strom durch diesen Sensor gleich der Summe der Ströme durch alle Stäbe, somit kann eine Diagnose, der einzelnen Stromfassungseinheiten an den Stäben vorgenommen werden. Stimmt der an dem zentralen Sensor gemessene Wert nicht mit der Summe der Stabströme überein, so wird ein Fehler diagnostiziert.

Bei einer korrekt funktionierenden Regelung ist darüber hinaus der Strom durch den am Kurzschlussring angeordneten Sensor Null.

Zur Entwärmung (Kühlung) des Systems kann es vorgesehen werden, die im Elektromotor und der Leistungselektronik auf der oder den Steuerplatinen entstehende Wärme getrennt von der in der Energieversorgung, insbesondere in den Segmenten entstehende Wärme herauszuführen und eine möglichst geringe thermische Kopplung zwischen dem zylindrischen Gehäuse der Energieversorgung und den anderen beschriebenen Komponenten zu realisieren. Damit wird sichergestellt, dass die Motorwärme nicht zur Aufheizung der Energieversorgung und so zu einer beschleunigten Degradation der Batteriezellen führt.

Hierfür kann es vorgesehen sein, dass die Energieversorgung und der Elektromotor zueinander wärmtechnisch isoliert sind, insbesondere durch eine radialen Beabstandung, bevorzugt über welche hinweg die Gehäuse von der Energieversorgung und des Elektro-Motors nur durch Stege verbunden sind,

welche also eine statische Anbindung ermöglichen, aber nur vergleichsweise wenig Wärmeübertrag zulassen.

Es kann insbesondere in Kombination mit der wärmetechnischen Entkopplung, allerdings auch unabhängig von dieser das hohlzylindrische Gehäuse der Energieversorgung, insbesondere jedes Segment in axialer Richtung auf die äußere Mantelfläche des Elektromotors aufsteckbar oder aufschiebbar sein, insbesondere mittels radialen Stegen (z.B. den vorgenannten), die zumindest endseitig in axialen Führungsnuß gleitend eingreifen.

Der Elektromotor und die Energieversorgung weisen bevorzugt jeweils eine eigene und voneinander unabhängige Entwärmungssysteme auf, insbesondere durch Heatpipes, die sich axial durch den Elektro-Motor und/oder die Energieversorgung erstrecken.

Der Gesamtaufbau an Heatpipes kann 2-lagig ausgeführt sein, mit einer ersten Innenlage am äußeren Umfang des Elektromotors, die mit diesem sowie der Leistungselektronik thermisch verbunden ist.

Es kann dabei weiterhin vorgesehen sein, dass zwischen dem Gehäuse der Energieversorgung und dem Motor, insbesondere im vorgenannten radialen Abstandsbereich ein thermisch isolierendes Material verbaut ist, welches gleichzeitig auch die Heatpipes an den Motor presst (für eine gute thermische Verbindung), andererseits aber die Batteriezellen im Gehäuse der Energieversorgung von der Wärmeentwicklung des Motors und der Leistungselektronik isoliert.

Eine zweite äußere Lage von Heatpipes kann ausschließlich für die Entwärmung der Batteriezellen bzw. des Gehäuses der Energieversorgung verwendet werden, die bevorzugt am äußeren Umfang des Gehäuses der Energieversorgung montiert sind oder am Innenumfang, insbesondere zwischen thermischem Isolator und Gehäuse der Energieversorgung.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann auch die Entwärmung von Motor und Leistungselektronik über Heatpipes erfolgen, insbesondere wie zuvor beschrieben und die Entwärmung der Energieversorgung kann über ein anderes Kühlkonzept bspw. eine Flüssigkeits-Kühlung vorgenommen werden.

In bevorzugter Ausführung sind die Heatpipes an die Stirnseite des Motors (der Leistungselektronik abgewandt) geführt und schaffen so eine thermische Schnittstelle, so dass die durch die Heatpipes axial entlang der Motorerstreckung herausgeführte Wärme entweder durch Luft- oder durch Flüssigkeitskühlung abgeführt werden kann.

Zur Erfassung des Drehwinkels des Motors können klassische Rotor-Lage-Geber auf magnetisch-induktiver Basis eingesetzt werden. Diese eignen sich aufgrund ihrer Baugröße jedoch nur sehr bedingt für ein solch kompaktes System, so dass andere technische Lösungen hier vorteilhaft erscheinen.

Es erscheint vorteilhaft, die Drehwinkelerfassung über einen auf der Welle montierten Permanentmagneten und einen auf einer darüberliegenden Platine, z.B. der stirnseitigen Steuerplatine montierten Drehwinkelsensor zu realisieren.

Hierfür kommen sowohl 360°-Hall-Sensoren infrage, besonders vorteilhaft erscheinen aber 360° magnetoresistive Sensoren basierend auf dem GMR oder auf dem TMR-Effekt. Aufgrund der Symmetrie des Systems bei einer geraden Polpaarzahl im Rotor und einer entsprechenden Zahl von Energieversorgungsuntereinheiten (Funktionseinheiten) und Leistungselektronik-Enheiten (Steuerplatinen) kann in diesem Fall anstelle eines 360°-fähigen Drehwinkelsensors auch ein 180°-Drehwinkelsensor eingesetzt werden. Dies ermöglicht die Verwendung von AMR-Winkelsensoren (Anisotroper magnetoresistiver Effekt), welche besonders störfeldrobust und kostengünstig sind.

Eine bevorzugt Ausführungsform wird anhand der nachfolgenden Figuren beschrieben:

Die Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Elektro-Antriebssystem mit einem Elektromotor 1 mit einer Abtriebswelle 2 und gegenüberliegend aus dem Stator herausragenden Stäben 3 zur Bestromung des Stators. Die Stäbe können bevorzugt jeweils oder zu mehreren einer Phase zugeordnet sein, insbesondere mit einer Phasenspannung von jeweils kleiner 60 V.

Die äußere Mantelfläche des Elektromotors 1 weist in dieser Ausführung Nute 4 auf, hier mit Schwalbenschwanzprofil, in die korrespondierende Stege 5 an der inneren Mantelfläche der hier nur zu einem Teil gezeigte Energieversorgung 6 eingeschoben werden können.

Die Energieversorgung 6 ist in einem hohlzylindrischen Gehäuse untergebracht, dass hier sowohl in axialer Richtung als auch in Umfangsrichtung unterteilt ist. Es ist hierdurch das gesamte hohlzylindrische Gehäuse in mehrere Ring-Segmente 7 gebildet, von denen hier nur diejenigen gezeigt sind, die an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinanderliegen. Diese gemeinsame Umfangsposition erstreckt sich hier über einen Winkelbereich von 90 Grad, da eine Aufteilung in Umfangsrichtung in 4 Segmente vorliegt.

Es ist hier vorgesehen in den zylindrischen Ausnehmungen 8 standardisierte Batteriezellen einzusetzen, um die Energieversorgung des Motors zu realisieren.

In den Nuten 9 können Heatpipes angeordnet werden, um stirnseitig in einer hier nicht gezeigten Leistungselektronik entstehende Wärme und die Wärme des Motors 1 auf die Seite der Abtriebswelle 2 zu überführen.

Auch die Ringsegmente 7 können außen Nute 10 aufweisen, in denen Heatpipes zum Wärmetransport einliegen können.

Die Figur 2 zeigt eine Ansicht, die verdeutlicht, dass zwischen zwei benachbarten Segmenten 7, insbesondere zwischen jedem Paar von zwei benachbarten Segmenten 7, die an gemeinsamer Umfangsposition axial hintereinander liegen, Verbindungsplatten 11 vorgesehen sein können (insbesondere mindestens eine), um die Verschaltung der Batteriezellen innerhalb jedes Segments 7 und

zwischen den benachbarten Segmenten 7 vorzunehmen. Z.B. können hierdurch alle in den Segmenten enthaltenen Batteriezellen in Reihe geschaltet werden. Jedes Segment kann eine eigene zugeordnete Platine aufweisen

An einem in Umfangsrichtung liegenden Ende 11a weist die hier kreisringsegmentförmig ausgebildete Verbindungsplatine 11 Kontakte 12 auf, die mit einer hier nicht gezeigten Platine verbunden werden können, welche sich im Ausnehmungsbereich 13 befinden kann, der sich in axialer Richtung erstreckt und an einem in Umfangsrichtung liegenden Ende 7a jedes Segmentes angeordnet ist und somit ebenso zwischen je zwei in Umfangsrichtung aufeinander folgenden Segmenten angeordnet ist. Die nicht gezeigte Platine kann hier das Batteriemanagement der Batteriezellen übernehmen.

Figur 3 zeigt die Anordnung einer Steuerplatine 14, die sich zumindest im Wesentlichen über denselben Winkelbereich wie beim Segment 7 erstreckt und somit die Form eines Kreisringsegmentes aufweist. Die hier dargestellte Steuerplatine 14 umfasst eine Leistungselektronik zur Ansteuerung derjenigen Stäbe 3 des Stators, die in demselben Winkelbereich in der Platine 14 kontaktiert einliegen.

Die Steuerplatine überdeckt hier einen Teil der Stirnseite des Motors 3 und im Wesentlichen vollständig die Stirnseite des letzten bzw. ersten Segmentes 7.

Die hier gezeigte Gesamtanordnung aus allen axial hintereinanderliegenden Segmenten 7 dieser gemeinsamen Umfangsposition mit den darin enthaltenen Batteriezellen und Platinen bildet zusammen mit der Steuerplatine 14 eine Funktionseinheit, mit welcher alleine bereits der Elektromotor betrieben werden kann.

Dies verdeutlicht auch, dass die erfindungsgemäße Realisierung der Energieversorgungseinheit sich nicht zwingend in Umfangsrichtung über vollständige 360 ° erstrecken muss.

In diesem Beispiel können am Motor 1 noch drei weitere nicht gezeigte identische Funktionseinheiten montiert werden, wodurch im Wesentlichen die gesamte elektrische Kapazität vervierfacht werden kann, ebenso wie das Drehmoment des Motors. Solche sodann vier realisierten Funktionseinheiten bilden eine Energieversorgung im Sinne der Erfindung, die sich in Umfangsrichtung über volle 360 Grad erstreckt, insbesondere hierbei zusätzlich eine vierfache Redundanz bildet.

Die Erfindung ist nicht auf die hier dargestellte 4-fach-Segmentierung beschränkt. Es können sowohl mehr als auch weniger Segmente vorgesehen sein.

## Patentansprüche

1. Elektro-Antriebssystem, insbesondere für Fahrzeuge, umfassend einen Elektromotor (1) und eine Energieversorgung (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgung (6) radial außen am Elektromotor (1) anliegend und in Umfangsrichtung um den Elektromotor (1) herum angeordnet ist, insbesondere in einer Winkelstreckung von 360 Grad.
2. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgung (6) in einem hohlzylindrischen Gehäuse aufgenommen ist, in dessen inneren hohlen Bereich der Elektromotor (1) angeordnet ist, insbesondere wobei die Zylinderachse und die Motorachse kollinear liegen.
3. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hohlzylindrische Gehäuse eine Vielzahl von Ausnehmungen (8), insbesondere zylindrischen Ausnehmungen (8) aufweist, bevorzugt, die sich in axialer Richtung erstrecken, in welchen Energiespeicherzellen aufgenommen sind oder zumindest aufnehmbar sind.
4. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hohlzylindrische Gehäuse in der axialen Richtung in mehrere Ringelemente unterteilt ist, insbesondere deren axiale Länge angepasst ist um genau eine axial liegende Energiespeicherzelle in einer jeweiligen zylindrischen Ausnehmung (8) aufzunehmen.
5. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hohlzylindrische Gehäuse, insbesondere jedes

Ringelement nach Anspruch 4, in Umfangsrichtung in wenigstens zwei Segmente (7) unterteilt ist.

6. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen je zwei benachbart axial hintereinanderliegenden Segmenten (7) von Ringelementen eine Verbindungsplatine (11), insbesondere eine kreisringsegmentförmige Verbindungsplatine (11) angeordnet ist.
7. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit den Verbindungsplatinen (11) die Energiespeicherzellen wenigstens einer Teilanzahl, insbesondere gruppenweise oder aller an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinander angeordneter Segmente (7) elektrisch in Reihe geschaltet sind.
8. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Bereich (13) zwischen je zwei in Umfangsrichtung benachbarten Segmenten (7) für alle axial hintereinander liegende Segmente (7) einer gemeinsamen Umfangsposition eine sich achsparallel erstreckende Platine angeordnet ist, insbesondere die sich im Wesentlichen über die gesamte axiale Länge des hohlzylindrischen Gehäuses der Energieversorgung erstreckt, bevorzugt wobei diese Platine mit jeder Verbindungsplatine (11) zwischen zwei benachbart axial hintereinanderliegenden Segmenten (7) elektrisch verbunden ist.
9. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platine eine Elektronik zum Energiespeicherzellenmanagement, insbesondere zur Prüfung der insbesondere in jedem Segment (7) oder in allen Segmenten (7) einer gemeinsamen Umfangsposition gereihten Zellspannungen umfasst.
10. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest teilweiser Überdeckung der axialen Stirnflächen von der Energieversorgungseinheit (6) und dem Elektromotor (1) wenigstens eine Steuerplatine (14) angeordnet ist, die eingerichtet ist,

die Energie der Energieversorgungseinheit auf das Statorbestromungssystem des Elektromotors (1) zu verteilen, insbesondere gesteuert oder geregelt zu verteilen.

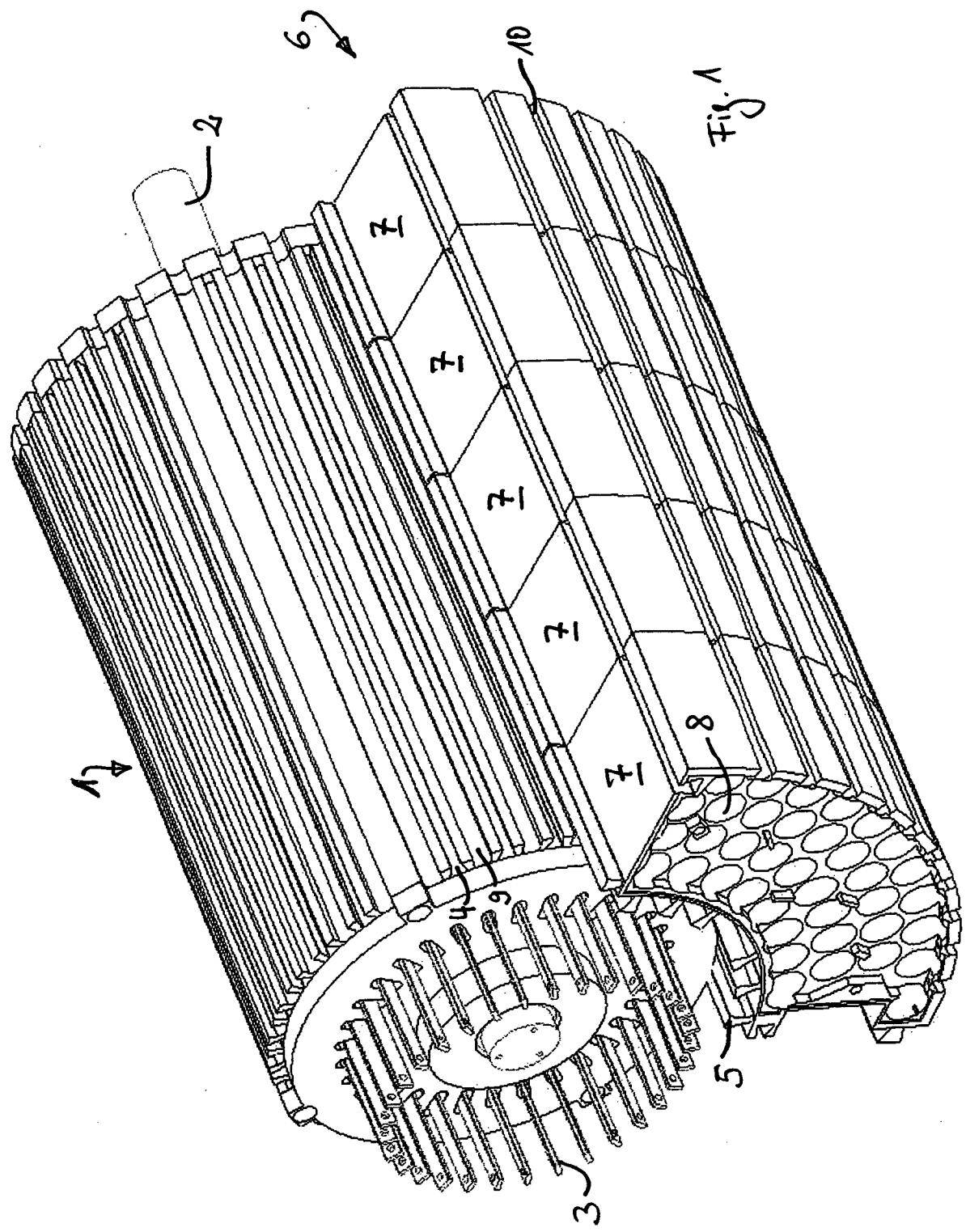
11. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils einem jedem in Umfangsrichtung erstreckten Segment (7) des hohlzylindrischen Gehäuses der Energieversorgung oder jeweils allen an einer gemeinsamen Umfangsposition angeordneten Segmenten (7) von axial hintereinanderliegenden Ringelementen eine eigene Steuerplatine (14) zugeordnet ist, insbesondere die kreisringsegmentförmig ausgebildet ist, die an einen Teil des Statorbestromungssystems angeschlossen ist, insbesondere der sich über denselben Winkelbereich erstreckt, wie das betreffende Segment.

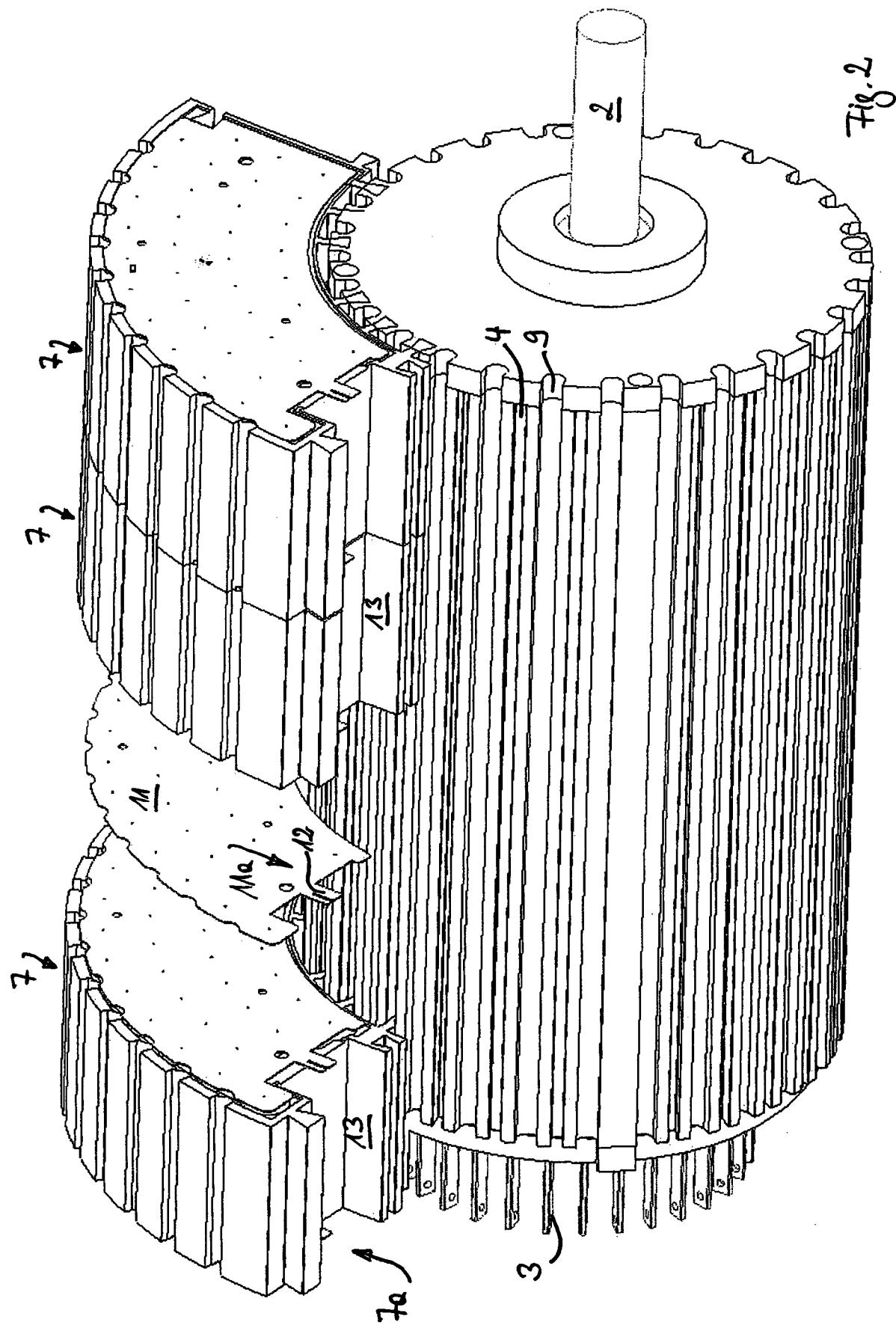
12. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die wenigstens eine Steuerplatine (14) eine Leistungselektronik, insbesondere durch alle den Segmenten (7) zugeordneten, Steuerplatinen jeweils eine Leistungselektronik zur Steuerung des Elektromotors ausgebildet ist, an der die jeweilige Spannung insbesondere die gereihte Summenspannungen von den an einer gemeinsamen Umfangsposition axial hintereinanderliegenden Segmenten (7) elektrisch angeschaltet ist, insbesondere so dass der Elektromotor (1) mit der Energie und Leistungselektronik alleine der Segmente (7) einer einzigen Umfangsposition betreibbar ist.

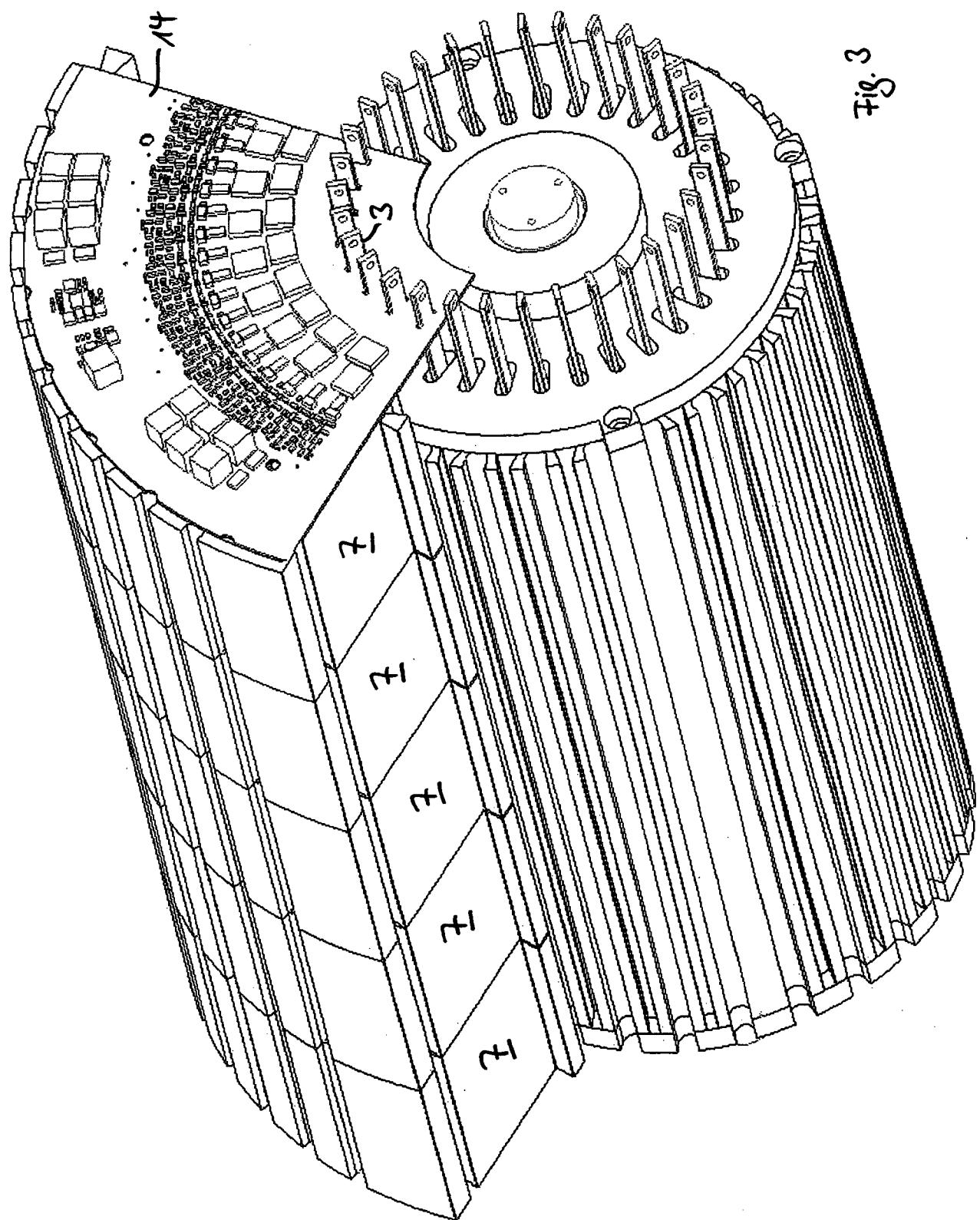
13. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Statorbestromungssystem durch eine Vielzahl bestrombarer Stäbe (3) ausgebildet ist, die sich in axialer Richtung durch den Stator des Elektromotors (1) erstrecken und an einem ihrer Enden mit einem gemeinsamen Kurzschlußring verbunden sind und an dem anderen Ende mit einer Steuerplatine (14) verbunden sind, insbesondere einer Steuerplatine gemäß der Ausbildung von Anspruch 10 oder 11.

14. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Statorbestromungssystem eine Vielzahl von Bestromungseinheiten, insbesondere Wicklungen oder bevorzugt Stäben (3) gemäß Anspruch 12 aufweist, die einer Anzahl von mehr als 3 Phasen, bevorzugt wenigstens 6 Phasen zugeordnet sind, insbesondere wobei die Spannungsdifferenz zwischen zwei Phasen oder einer Phase und Masse kleiner gleich 60 Volt ist.
15. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hohlzylindrische Gehäuse der Energieversorgung, insbesondere jedes Segment (7) in axialer Richtung auf die äußere Mantelfläche des Elektromotors (1) aufsteckbar oder aufschiebbar ist, insbesondere mittels radialen Stegen (5), die zumindest endseitig in axialen Führungsnuß (4) gleitend eingreifen.
16. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgung (6) und der Elektromotor (1) zueinander wärmetechnisch isoliert sind, insbesondere durch eine radiale Beabstandung, bevorzugt über welche hinweg die Gehäuse von der Energieversorgung (6) und des Elektromotors (1) nur durch Stege (5) verbunden sind.
17. Elektro-Antriebssystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (1) und die Energieversorgung jeweils eine eigene und voneinander unabhängige Entwärmungssysteme aufweisen, insbesondere durch Heatpipes, die sich axial durch den Elektromotor (1) und/oder die Energieversorgung (6) erstrecken.
18. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Blechung des Elektromotors (1) wenigstens eine Nut bis zum Innendurchmesser des Stators verlängert ist, in welcher ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, der von der Leistungselektronik einer Steuerplatine (14) in die Nut hineinragt.

19. Elektro-Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Drehwinkelerfassung auf der Welle des Elektromotors (1) wenigstens ein Permanentmagnet angeordnet ist, dessen Magnetfeld durch einen auf einer darüber liegenden Platine, insbesondere auf einer stirnseitigen Steuerplatine (14) montierten Drehwinkelsensor, insbesondere 180-Grad-Sensor, erfassbar ist.







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/001688

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. H02K11/00 H02K11/33 B60K1/04  
ADD. H01M10/04

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)  
H02K B60K H01M B62M

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 10 2012 103178 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 25 October 2012 (2012-10-25) paragraph [0001] - paragraph [0006] paragraph [0014] paragraph [0020] - paragraph [0029]; figures 1,2 ----- US 2010/212980 A1 (WANG HUA [CN]) 26 August 2010 (2010-08-26) paragraph [0003] paragraph [0011] paragraph [0020] - paragraph [0038]; figures 1-4 ----- -/-	1-3,16, 17  1,2,15
X		

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
18 January 2017	25/01/2017

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moyaerts, Laurent

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001688

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 20 2014 104276 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 19 September 2014 (2014-09-19)	1,2,5
Y	paragraph [0001] paragraph [0009] - paragraph [0010] paragraph [0012] - paragraph [0015] paragraph [0023] - paragraph [0026]; figures 1, 2	4,6-14, 18,19
A	----- US 2003/228516 A1 (MCDERMOTT PATRICK P [US]) 11 December 2003 (2003-12-11) paragraph [0005] - paragraph [0006] paragraph [0050] - paragraph [0058]; figures 1, 4	4,5
Y	----- EP 2 500 960 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 19 September 2012 (2012-09-19) paragraph [0001] - paragraph [0015] paragraph [0085] - paragraph [0089]; figures 2-7	4,6-9
Y	----- US 2015/228411 A1 (OWEN GEOFFREY [GB]) 13 August 2015 (2015-08-13) paragraph [0002] paragraph [0032] - paragraph [0037]; figures 2-6 paragraph [0041] - paragraph [0052]	10-14, 18,19
1		

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/001688
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 102012103178 A1	25-10-2012	AT 511428 A1 DE 102012103178 A1		15-11-2012 25-10-2012
US 2010212980 A1	26-08-2010	CN 101428674 A US 2010212980 A1 WO 2009067895 A1		13-05-2009 26-08-2010 04-06-2009
DE 202014104276 U1	19-09-2014	NONE		
US 2003228516 A1	11-12-2003	NONE		
EP 2500960 A1	19-09-2012	CN 102110795 A CN 104064721 A CN 104078630 A EP 2343752 A2 EP 2403031 A1 EP 2410590 A2 EP 2500960 A1		29-06-2011 24-09-2014 01-10-2014 13-07-2011 04-01-2012 25-01-2012 19-09-2012
US 2015228411 A1	13-08-2015	CN 104737253 A CN 104823369 A EP 2893619 A2 EP 2893620 A2 GB 2504222 A GB 2505782 A JP 2015528686 A JP 2015528687 A KR 20150077405 A KR 20150079597 A US 2015228411 A1 US 2015249371 A1 WO 2014037920 A2 WO 2014037921 A2		24-06-2015 05-08-2015 15-07-2015 15-07-2015 22-01-2014 12-03-2014 28-09-2015 28-09-2015 07-07-2015 08-07-2015 13-08-2015 03-09-2015 13-03-2014 13-03-2014

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001688

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H02K11/00 H02K11/33 B60K1/04  
 ADD. H01M10/04

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H02K B60K H01M B62M

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 103178 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 25. Oktober 2012 (2012-10-25) Absatz [0001] - Absatz [0006] Absatz [0014] Absatz [0020] - Absatz [0029]; Abbildungen 1,2 ----- US 2010/212980 A1 (WANG HUA [CN]) 26. August 2010 (2010-08-26) Absatz [0003] Absatz [0011] Absatz [0020] - Absatz [0038]; Abbildungen 1-4 ----- -/--	1-3,16, 17
X		1,2,15

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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

18. Januar 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/01/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moyaerts, Laurent

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001688

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 20 2014 104276 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 19. September 2014 (2014-09-19)	1,2,5
Y	Absatz [0001] Absatz [0009] - Absatz [0010] Absatz [0012] - Absatz [0015] Absatz [0023] - Absatz [0026]; Abbildungen 1, 2 -----	4,6-14, 18,19
A	US 2003/228516 A1 (MCDERMOTT PATRICK P [US]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) Absatz [0005] - Absatz [0006] Absatz [0050] - Absatz [0058]; Abbildungen 1, 4 -----	4,5
Y	EP 2 500 960 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 19. September 2012 (2012-09-19) Absatz [0001] - Absatz [0015] Absatz [0085] - Absatz [0089]; Abbildungen 2-7 -----	4,6-9
Y	US 2015/228411 A1 (OWEN GEOFFREY [GB]) 13. August 2015 (2015-08-13) Absatz [0002] Absatz [0032] - Absatz [0037]; Abbildungen 2-6 Absatz [0041] - Absatz [0052] -----	10-14, 18,19
1		

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001688

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 102012103178 A1	25-10-2012	AT 511428 A1		15-11-2012
		DE 102012103178 A1		25-10-2012
-----				
US 2010212980 A1	26-08-2010	CN 101428674 A		13-05-2009
		US 2010212980 A1		26-08-2010
		WO 2009067895 A1		04-06-2009
-----				
DE 202014104276 U1	19-09-2014	KEINE		
-----				
US 2003228516 A1	11-12-2003	KEINE		
-----				
EP 2500960 A1	19-09-2012	CN 102110795 A		29-06-2011
		CN 104064721 A		24-09-2014
		CN 104078630 A		01-10-2014
		EP 2343752 A2		13-07-2011
		EP 2403031 A1		04-01-2012
		EP 2410590 A2		25-01-2012
		EP 2500960 A1		19-09-2012
-----				
US 2015228411 A1	13-08-2015	CN 104737253 A		24-06-2015
		CN 104823369 A		05-08-2015
		EP 2893619 A2		15-07-2015
		EP 2893620 A2		15-07-2015
		GB 2504222 A		22-01-2014
		GB 2505782 A		12-03-2014
		JP 2015528686 A		28-09-2015
		JP 2015528687 A		28-09-2015
		KR 20150077405 A		07-07-2015
		KR 20150079597 A		08-07-2015
		US 2015228411 A1		13-08-2015
		US 2015249371 A1		03-09-2015
		WO 2014037920 A2		13-03-2014
		WO 2014037921 A2		13-03-2014
-----				