

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Juli 2024 (25.07.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/153370 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/32 (2006.01) H02K 9/22 (2006.01)
H02K 3/52 (2006.01) H02K 11/042 (2016.01)
H02K 7/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/083136

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2023 (27.11.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 200 309.0
17. Januar 2023 (17.01.2023) DE

(71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: LEUTENMAIER, Rainer; Butterstr. 10, 70736 Fellbach (DE). REHERMANN, Michael; Trautäckerstr. 4, 70567 Stuttgart (DE). SCHMÜLLING, Christoph; Alter Neustädter Weg 55, 71334 Waiblingen (DE).

(74) Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB; Königstraße 28, 70173 Stuttgart (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: ROTOR FOR AN EXTERNALLY EXCITED SYNCHRONOUS MACHINE

(54) Bezeichnung: ROTOR FÜR EINE FREMDERREGTE SYNCHRONMASCHINE

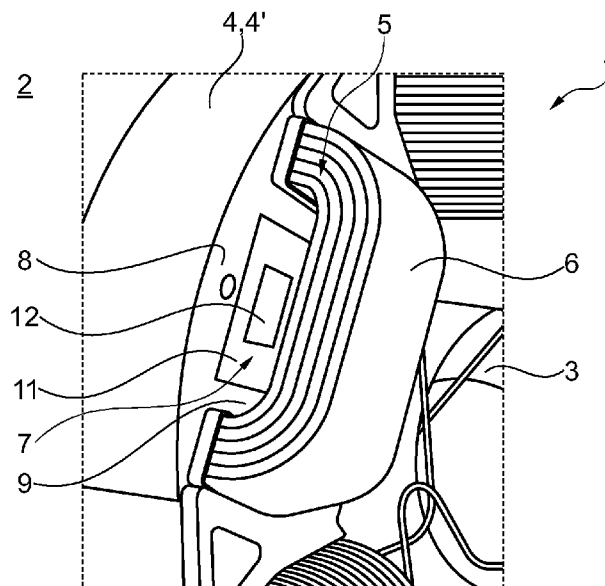


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a rotor (1) for an externally excited synchronous machine (2), comprising - lamination stacks (4) which are arranged on the rotor shaft (3) so as to rotate therewith and which receive rotor windings (5) with winding heads (6), said winding heads (6) projecting beyond the end face (8) of the lamination stacks (4), and - a rectifier (7), wherein an installation area (9) is arranged between at least one winding head (6) and the corresponding end face (8) of the lamination stack (4). It is essential to the invention that the rectifier (7) is at least partly arranged in the installation area (9). In this manner, a compact construction can be achieved.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Rotor (1) für eine fremderregte Synchronmaschine (2), - mit auf einer Rotorwelle

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

(3) drehfest angeordneten Blechpaketen (4), die Rotorwicklungen (5) mit Wickelköpfen (6) aufnehmen, wobei die Wickelköpfe (6) über eine Stirnseite (8) der Blechpakete (4) überstehen, - mit einem Gleichrichter (7), - wobei zwischen zumindest einem Wickelkopf (6) und der zugehörigen Stirnseite (8) der Blechpakete (4) ein Bauraum (9) angeordnet ist. Erfindungswesentlich ist dabei, dass der Gleichrichter (7) zumindest teilweise in dem Bauraum (9) angeordnet ist. Hierdurch kann eine kompakte Bauweise erreicht werden.

Rotor für eine fremderregte Synchronmaschine

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine fremderregte Synchronmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine fremderregte Synchronmaschine mit einem solchen Rotor.

Aus der DE 10 2016 216 180 A1 ist ein Rotor mit einem auf einer Rotorwelle angeordneten Rotorkern bekannt, der Rotorwicklungen mit Wickelköpfen aufnimmt. Die Wickelköpfe stehen dabei über eine Stirnseite des Rotorkerns über. Ebenfalls auf dem Rotor angeordnet ist ein Gleichrichter zur Gleichrichtung eines Induktionsstroms. Der Gleichrichter ist dabei axial benachbart zu den Rotorwicklungen sowie außerhalb derselben angeordnet, wodurch die Anordnung des Gleichrichters zusätzlichen axialen Bauraum erfordert.

Aus der EP 2 267 883 B1 ist es bekannt, im Bereich von Wickelköpfen von Rotorwicklungen eines Rotors eines kommutierten Elektromotors Einfügeteile aus einem Material hoher oder niedriger magnetischer Permeabilität anzuordnen, um die Streuinduktivität in diesem Bereich zu beeinflussen.

Aus der US 6 515 383 A sowie der US 2009 / 195 092 A1 sind fluidgekühlte Elektromotoren bekannt.

Sogenannte elektrisch fremderregte Synchronmaschinen benötigen einen elektrischen Gleichstrom zur Erzeugung des magnetischen Rotorfeldes. Dieser Vorgang wird als "Rotorerregung" bezeichnet. Bei herkömmlichen Synchronmaschinen wird der Rotorstrom als elektrischer Gleichstrom mithilfe sogenannter Kohlebürste-Schleifring-Kontakte auf den sich drehenden Rotor übertragen. Als nachteilig daran

erweist sich, dass sich die Kohlebürsten gerade bei hohen Drehzahlen verschleißbedingt abnutzen und dabei unerwünschten elektrisch leitenden Kohlestaub erzeugen können.

Alternativ zu einer solchen Übertragung des elektrischen Gleichstroms mit Hilfe von Schleifringen ist es bekannt, die elektrische Energieübertragung auf den sich drehenden Drehtransformator-Rotor induktiv, also drahtlos, zu realisieren. Ein solcher Aufbau wird als Teil einer fremderregten Synchronmaschine auch als "Drehtransformator" oder "rotierender Planartransformator" bezeichnet.

Das Funktionsprinzip besagter induktiver Energieübertragung basiert auf einem elektrischen Transformator, wobei die Primärspule des Transformators am Stator des Drehtransformators bzw. der Synchronmaschine angeordnet ist und die Sekundärspule am sich drehenden Rotor. Da bei der induktiven Energieübertragung in der Sekundärspule zunächst immer eine elektrische Wechselspannung induziert wird, ist es erforderlich, die induzierte elektrische Wechselspannung mithilfe einer geeigneten Gleichrichter-Schaltung, die ebenfalls am Rotor angeordnet sein kann, elektrisch gleichzurichten, also in eine elektrische Gleichspannung umzuwandeln.

Nachteilig bei einem am drehenden Rotor angeordneten Gleichrichter sind die im Betrieb auftretenden mechanischen Belastungen sowie eine vergleichsweise komplexe Konstruktion, da auf dem Rotor die Rotorwicklungen, ein Auswuchtring, der Gleichrichter sowie stirnseitig der Rotorwicklungen Wickelköpfe der Rotorwicklungen untergebracht werden müssen. Die Wickelköpfe der Rotorwicklungen und die Gleichrichter benötigen dabei Bauraum, was insbesondere für eine kompakte Bauweise nachteilig ist.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Rotor für eine fremderregte Synchronmaschine eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch einen reduzierten Bauraumbedarf auszeichnet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen bislang nicht genutzten Bauraum unterhalb von Wickelköpfen von Rotorwicklungen eines Rotors für eine fremderregte Synchronmaschine zu nutzen und dort zumindest Teile eines Gleichrichters, vorzugsweise diesen sogar komplett dort anzubringen. Ein derartiger Gleichrichter war bei vergleichbaren Elektromotoren aus dem Stand der Technik axial versetzt und außerhalb der Wickelköpfe angeordnet und erforderte deshalb zusätzlichen axialen Bauraumbedarf, was zu einer generellen Verlängerung des Rotors und damit auch zu einer Vergrößerung des Elektromotors führte. Der erfindungsgemäße Rotor für eine fremderregte Synchronmaschine besitzt eine Rotorwelle, auf der drehfest angeordnete Blechpakete bzw. generell ein Rotorkern angeordnet sind/ist, auf welchen/welchem Rotorwicklungen mit Wickelköpfen aufgewickelt sind. Generell kann in der vorliegenden Anmeldung der Begriff "Blechpakete" synonym für einen Rotorkern verwendet werden. Die Wickelköpfe stehen dabei über eine Stirnseite der Blechpakete bzw. des Rotorkerns über und ändern dort ihre Richtung. Ebenfalls vorgesehen ist ein Gleichrichter zum Gleichrichten eines Wechselstroms. Zwischen zumindest einem Wickelkopf und der zugehörigen Stirnseite der Blechpakete bzw. des Rotorkerns ist dabei ein Bauraum vorhanden, der bislang ungenutzt ist und in dem erfindungsgemäß nun zumindest Teile des Gleichrichters angeordnet sind. Hierdurch ist es möglich, zumindest Teile des Gleichrichters unterhalb der Wickelköpfe, d. h. zwischen denselben und den Blechpaketen anzuordnen und dadurch auf eine Anordnung des Gleichrichters axial versetzt und

außerhalb der Wickelköpfe zu verzichten, wodurch eine besonders kompakte Bauweise des Rotors und damit indirekt auch einer mit einem solchen Rotor ausgestatteten Synchronmaschine erreicht werden kann.

Zweckmäßig besitzt der Gleichrichter eine Leiterplatte und zumindest ein darauf angeordnetes Elektronikbauteil, insbesondere eine Diode. Derartige Dioden sind beispielsweise als Halbleiterdioden ausgebildet und dienen dem Gleichrichter des beispielsweise von einem Drehtransformator abgegebenen Wechselstroms, um nachfolgend in den Rotorwicklungen ein entsprechendes Magnetfeld erzeugen zu können.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Rotors besitzt die Leiterplatte zumindest zwei Arme, vorzugsweise vier Arme, die sich jeweils in einen zugehörigen Bauraum unterhalb eines zugehörigen Wickelkopfs erstrecken.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist dabei die Leiterplatte eine der Anzahl der Bauräume entsprechende Anzahl an Armen auf, sodass sich in jeden Bauraum zwischen zugehörigem Wickelkopf und Stirnseite der Blechpakete bzw. des Rotorkerns, ein zugehöriger Arm mit zugehörigen Elektronikbauteilen erstreckt. Dabei kann der Gleichrichter selbst unwuchtfrei ausgebildet sein, oder eine gewisse Unwucht aufweisen, welche durch einen ebenfalls an dem Rotor angeordneten Auswuchtring kompensierbar ist.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Rotors sind die Arme in Radialrichtung bezüglich einer Rotorachse ausgerichtet. Die Arme können dabei an einem innen liegenden Ende miteinander, insbesondere über einen Ring, verbunden sein. An ihrem äußeren Ende können sich die Arme beispielsweise direkt oder indirekt an dem Auswuchtring abstützen, wodurch nachteilig beim Betrieb der fremderregten Synchronmaschine auftretende Fliehkräfte abgestützt werden kön-

nen. Dabei kann sich der Gleichrichter über seine Leiterplatte bzw. Arme der Leiterplatte und/oder über einzelne Elektronikbauteile an dem Auswuchtring abstützen, wodurch eine Fliehkraftbelastung für den Gleichrichter insgesamt reduziert werden kann.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors sind die Arme des Gleichrichters bzw. dessen Leiterplatte in Radialrichtung kürzer ausgebildet als die Blechpakete bzw. der Rotorkern, sodass beispielsweise ein Auswuchtring über die Wickelköpfe und die darin angeordneten Gleichrichterbestandteile geschoben werden kann. Der Auswuchtring kann in diesem Fall direkt mit den Blechpaketen bzw. dem Rotorkern verbunden sein.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Rotors sind die Elektronikbauteile des Gleichrichters von zugehörigen Wickelköpfen umschlossen. Hierdurch kann eine geschützte Anordnung der Elektronikbauteile unterhalb der Wickelköpfe erreicht werden, wodurch ein Risiko der Beschädigung derartiger Elektronikbauteile reduziert und dadurch die Funktionsfähigkeit und/oder die Lebensdauer des Rotors und damit der mit einem solchen Rotor ausgestatteten fremderregten Synchronmaschine gesteigert werden können.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors umgreift der Auswuchtring die Wickelköpfe an einer Außenmantelfläche und an einer axialen Stirnseite. Der Auswuchtring verläuft dabei mit seiner Außenmantelfläche vorzugsweise oberflächenfluchtend mit einer Außenmantelfläche der Rotorwicklung bzw. der Blechpakete und kann mit der beschriebenen Form die Wickelköpfe des Rotors einhausen, wodurch diese geschützt angeordnet sind. Der Auswuchtring bildet in diesem Fall somit eine Art Schutzschild für die Wickelköpfe des Rotors und für unterhalb der Wickelköpfe angeordnete Elektronikbauteile bzw. generell Bestandteile des Gleichrichters.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform steht der Auswuchtring in wärmeübertragendem Kontakt mit der Rotorwelle, wodurch über die Rotorwelle eine Kühlung des Auswuchtrings und darüber der Wickelköpfe bzw. der darunter angeordneten Bestandteile des Gleichrichters ermöglicht wird. Verstärkt werden kann ein derartiger Kühleffekt, der zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit der fremderregten Synchronmaschine beitragen kann, durch das Vorsehen eines Kühlkanals in der Rotorwelle, durch welchen ein Kühlmedium strömt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors ist ein Auswuchtring vorgesehen, an dem sich der Gleichrichter abstützt. Hierzu kann der Auswuchtring beispielsweise Stützkonturen aufweisen, an welchen sich eine Leiterplatte bzw. einzelne Elektronikbauteile des Gleichrichters abstützen und dadurch besser vor einer hohen Belastung durch Fliehkräfte geschützt werden können. Durch eine Reduzierung der Fliehkraftbelastung auf den Gleichrichter ist es generell möglich, dessen Belastung zu reduzieren und dadurch dessen Lebensdauer zu erhöhen.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, eine fremderregte Synchronmaschine mit einem elektrisch bestrombaren Rotor nach einem der vorherigen Absätze auszustatten und dadurch die bezüglich des erfindungsgemäßen Rotors beschriebenen Vorteile auf die erfindungsgemäße Synchronmaschine zu übertragen. Konkret handelt es sich dabei insbesondere um die Möglichkeit einer deutlich kompakteren Bauweise, da für die Anordnung des Gleichrichters kein zusätzlicher axialer Bauraumbedarf außerhalb der Wickelköpfe der Rotorwicklungen mehr vorgesehen werden muss. Durch die Anordnung des Gleichrichters unterhalb der Wickelköpfe kann der Gleichrichter bzw. dessen Elektronikbauteile zugleich geschützt angeordnet werden, wodurch auch hiermit eine Erhöhung der Lebensdauer erreicht werden kann.

Eine solche fremderregte Synchronmaschine besitzt dabei beispielsweise einen elektrisch bestrombaren Synchronmaschinen-Stator zum Erzeugen eines magnetischen Statorfeldes sowie den zuvor beschriebenen und gegenüber dem Synchronmaschinen-Stator drehbaren Rotor. Eine solche fremderregte Synchronmaschine, beispielsweise ein Elektromotor, kann insbesondere in einem Kraftfahrzeug, insbesondere in einem Elektrofahrzeug, eingesetzt werden, insbesondere auch als Traktionsmotor für ein Kraftfahrzeug.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Vorstehend genannte und nachfolgend noch zu nennende Bestandteile einer übergeordneten Einheit, wie z.B. einer Einrichtung, einer Vorrichtung oder einer Anordnung, die separat bezeichnet sind, können separate Bauteile bzw. Komponenten dieser Einheit bilden oder integrale Bereiche bzw. Abschnitte dieser Einheit sein, auch wenn dies in den Zeichnungen anders dargestellt ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Dabei zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Seitenansicht auf einen erfindungsgemäßen Rotor im Bereich eines Wickelkopfes sowie eines darunter angeordneten Gleichrichters,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Synchronmaschine mit einem erfindungsgemäßen Rotor,

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Teil des erfindungsgemäßen Rotors im Bereich einer Rotorwicklung,

Fig. 4 eine Frontalansicht auf einen Teil des erfindungsgemäßen Rotors mit Gleichrichter.

Entsprechend den Fig. 1 bis 4 weist ein erfindungsgemäßer Rotor 1 für eine fremd-erregte Synchronmaschine 2 (vergleiche Fig. 2) eine Rotorwelle 3 sowie drehfest darauf angeordnete Blechpakete 4 auf. Analog zu den Blechpaketen 4 kann selbstverständlich auch ein Rotorkern 4' eingesetzt werden. Um die Blechpakete 4 sind Rotorwicklungen 5 mit längsendseitig angeordneten Wickelköpfen 6 gewickelt, wobei die Wickelköpfe 6 über eine Stirnseite 8 der Blechpakete 4 überstehen. Darüber hinaus vorgesehen ist ein Gleichrichter 7 zum Gleichrichten eines Wechselstroms und zum Erzeugen eines Magnetfeldes. Zwischen zumindest einem Wickelkopf 6 und einer zugehörigen Stirnseite 8 der Blechpakete 4 ist dabei ein Bauraum 9 angeordnet, in welchem der Gleichrichter 7 zumindest teilweise angeordnet ist, vgl. insbesondere Fig. 1 bis 3.

Durch die Nutzung des bislang nicht genutzten Bauraums 9 kann der Gleichrichter 7 bauraumoptimiert und insbesondere ohne zusätzlichen außerhalb der Wickelköpfe 6 erforderlichen axialen Bauraum angeordnet werden, wodurch eine Länge des Rotors 1 in Axialrichtung 10 und damit auch eine axiale Länge einer mit einem solchen Rotor 1 ausgestatteten Synchronmaschine 2 reduziert werden kann. Hierdurch kann eine besonders kompakt bauende Synchronmaschine 2 erreicht werden.

Der Gleichrichter 7 besitzt dabei eine Leiterplatte 11 mit darauf angeordneten Elektronikbauteilen 12, beispielsweise Dioden. Die Leiterplatte 11 kann darüber hinaus mehrere Arme 13, insbesondere vier Arme 13 (vergleiche Fig. 4) aufweisen, die sich jeweils in einen zugehörigen Bauraum 9 erstrecken und die an einem radial innenliegenden Ende beispielsweise miteinander verbunden sind. Die Arme 13 erstrecken sich dabei in Radialrichtung bezüglich einer Rotorachse 14, welche entsprechend den Fig. 2 und 3 in der Blattebene und entsprechend der Fig. 4 senkrecht zur Blattebene verläuft.

Die Elektronikbauteile 12 sind dabei im Einbauzustand von den Wickelköpfen 6 bzw. einem zugehörigen Wickelkopf 6 umschlossen und dadurch geschützt im Bauraum 9 angeordnet.

Weiter vorgesehen sein kann ein Auswuchtring 15 (vergleiche Fig. 2 und 3), der die Wickelköpfe 6 an einer Außenmantelfläche und an einer axialen Stirnseite umgreift und dadurch ebenfalls eine geschützte Anordnung der Wickelköpfe 6 ermöglicht. Der Gleichrichter 7 kann sich dabei an dem Auswuchtring 15 bzw. an dort angeordneten Abstützkonturen abstützen, wodurch eine auf den Gleichrichter 7 wirkende Fliehkraftbelastung deutlich reduziert werden kann. Denkbar hierbei ist auch, dass sich nur Teile des Gleichrichters 7, beispielsweise dessen Leiterplatte 11 oder zumindest ein Elektronikbauteil 12 an dem Auswuchtring 15 abstützt.

Betrachtet man die Fig. 2 und 4 weiter, so kann man erkennen, dass die Rotorwelle 3 einen Kühlkanal 16 aufweist, in welchem ein Kühlmedium 17 strömen kann. Durch das Kühlmedium 17 ist dabei eine Kühlung der Rotorwelle 3 und damit indirekt auch eine Kühlung des Gleichrichters 6 möglich. Darüber hinaus ist es vorstellbar, dass der Auswuchtring 15 zumindest bereichsweise wärmeübertragend mit der Rotorwelle 3 verbunden ist, wodurch eine Kühlung des Auswuchtrings 15 und darüber eine Kühlung der Wickelköpfe 6 bzw. des darunter angeordneten Gleichrichters 7 ermöglicht wird. Eine Wärmeübertragung kann dabei beispielsweise an einer

Stelle 18 erfolgen (vgl. Fig. 2), an welcher ein direkter Kontakt zwischen dem Auswuchtring 15 und der Rotorwelle 3 besteht. Eine Kühlung des Auswuchtrings 15 kann selbstverständlich auch über eine indirekte Kühlung der Blechpakete 4 durch die Rotorwelle 3 erfolgen. Der Auswuchtring 15 dient zum Kompensieren von Unwuchten des Rotors 1, beispielsweise auch des Gleichrichters 7, sowie zur Abstützung desselben bzw. der Wickelköpfe 6 und damit zur Reduzierung der Fliehkraftbelastung bei hohen Drehzahlen.

Zwischen der Stirnseite 8 der Blechpakete 4 und dem zugehörigen Wickelkopf 6 der Rotorwicklung 5 kann ein Wickelkopfträger 21 angeordnet sein, der zur Stützung des Wickelkopfes 6, insbesondere beim Wickeln dient. Zur seitlichen Führung der Rotorwicklung 5 im Bereich des Wickelkopfes 6 sind Vorsprünge in der Art eines Randes vorhanden. Zwischen dem Wickelkopfträger 21 und der Stirnseite 8 des Blechpaketes 4 ist der Bauraum 9 für den Gleichrichter 7 angeordnet.

Betrachtet man die Fig. 2 weiter, so kann man erkennen, dass die Synchronmaschine 2 neben dem Rotor 1 einen Stator 19 mit Statorwicklungen 20 und zugehörigen Wickelköpfen 6' aufweist.

Die Synchronmaschine 2 kann in einem Elektrofahrzeug als Elektromotor, beispielsweise als Traktionsmotor, eingesetzt werden.

Alles in allem kann mit dem erfindungsgemäßen Rotor 1 und der erfindungsgemäßen Synchronmaschine 2 eine deutlich kompaktere Bauweise durch Anordnung des Gleichrichters 7 zumindest teilweise in dem bislang ungenutzten Bauraum 9 zwischen den Wickelköpfen 6 und der Stirnseite 8 der Blechpakete 4 bzw. des Rotor-kerns 4' erzielt werden. Zudem kann mit der erfindungsgemäßen Anordnung des

Gleichrichters 7 in dem Bauraum 9 eine besonders geschützte und zusätzlich beispielsweise durch den Auswuchtring 15 abgestützte Unterbringung des Gleichrichters 7 erreicht werden.

Patentansprüche

1. Rotor (1) für eine fremderregte Synchronmaschine (2),
 - mit auf einer Rotorwelle (3) drehfest angeordneten Blechpaketen (4), die Rotorwicklungen (5) mit Wickelköpfen (6) aufnehmen, wobei die Wickelköpfe (6) über eine Stirnseite (8) der Blechpakete (4) überstehen,
 - mit einem Gleichrichter (7),
 - wobei zwischen zumindest einem Wickelkopf (6) und der zugehörigen Stirnseite (8) der Blechpakete (4) ein Bauraum (9) angeordnet ist,dadurch gekennzeichnet,
dass der Gleichrichter (7) zumindest teilweise in dem Bauraum (9) angeordnet ist.
2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Gleichrichter (7) eine Leiterplatte (11) und zumindest ein Elektronikbauteil (12), insbesondere eine Diode, aufweist.
3. Rotor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leiterplatte (11) zumindest zwei Arme (13), vorzugsweise vier Arme (13), aufweist, die sich jeweils in einen zugehörigen Bauraum (9) erstrecken.
4. Rotor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arme (13) in Radialrichtung bezüglich einer Rotorachse (14) ausgerichtet sind.

5. Rotor nach Anspruche 3 oder 4
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arme (13) in Radialrichtung kürzer sind als die Blechpakete (4).
6. Rotor nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Elektronikbauteil (12) von einem zugehörigen Wickelkopf (6) umschlossen ist.
7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Auswuchtring (15) vorgesehen ist, der die Wickelköpfe (6) an einer Außenmantelfläche und an einer axialen Stirnseite umgreift.
8. Rotor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Gleichrichter (7) direkt oder indirekt an dem Auswuchtring (15) abstützt.
9. Rotor nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Rotorwelle (3) ein Kühlkanal (16) für ein Kühlmedium (17) angeordnet ist.
10. Rotor nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Auswuchtring (15) wärmeübertragend mit der Rotorwelle (3) verbunden ist.

11. Fremderregte Synchronmaschine (2), mit einem elektrisch bestrombaren Rotor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche.

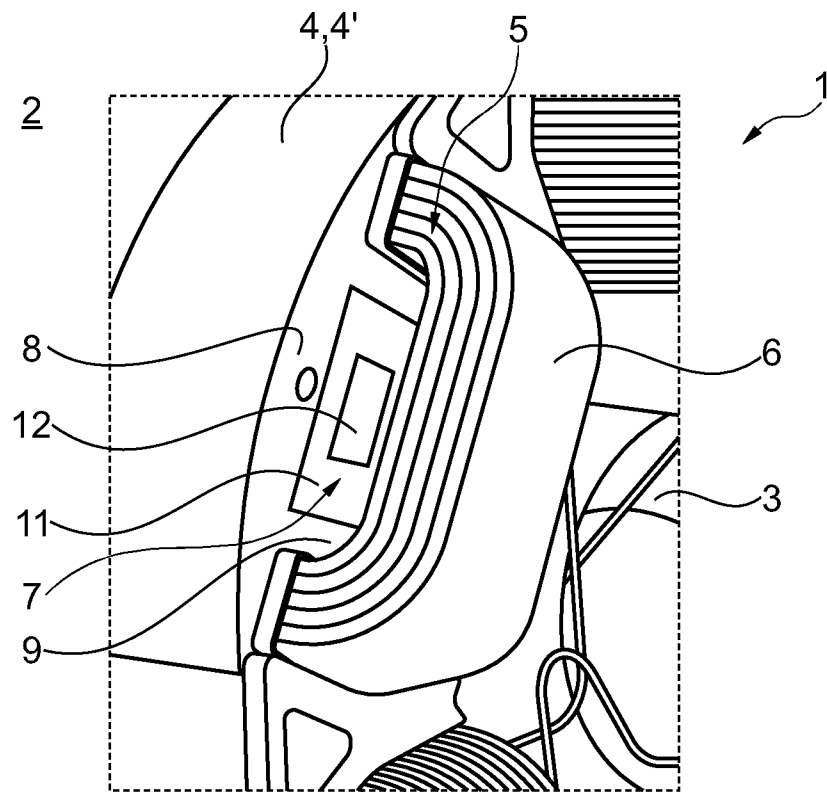


Fig. 1

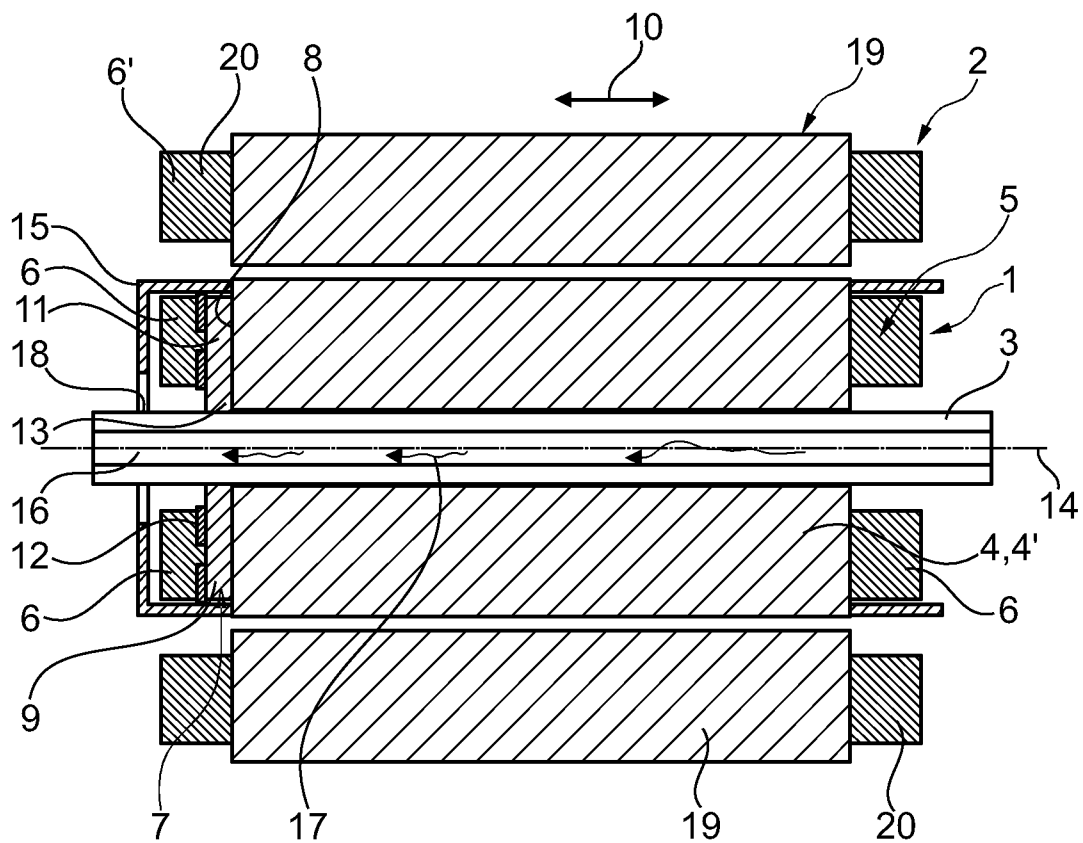


Fig. 2

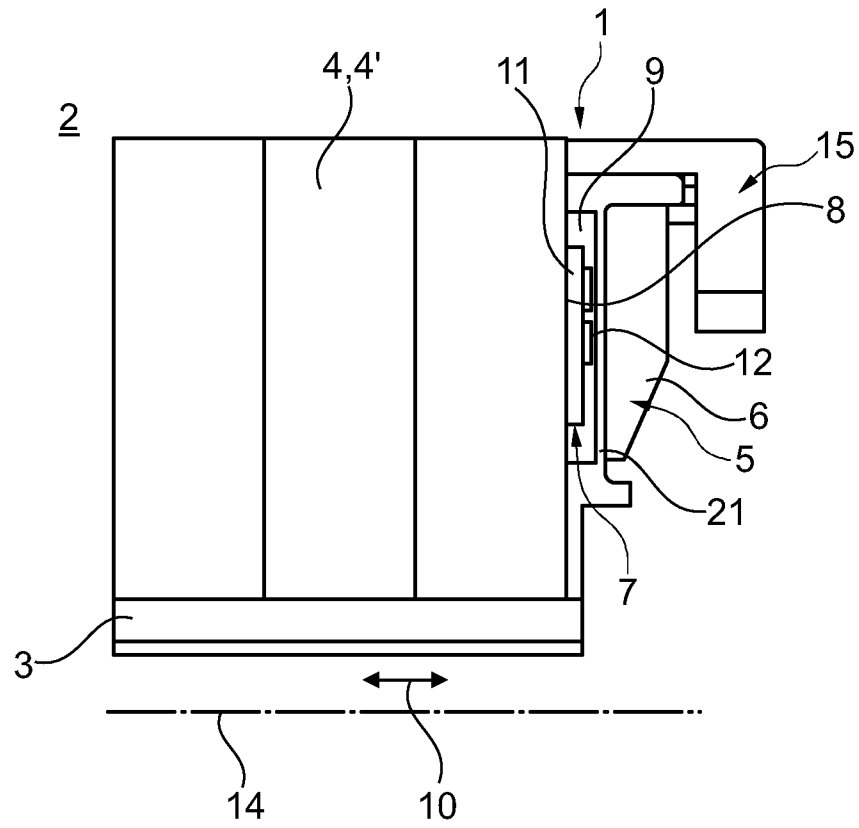


Fig. 3

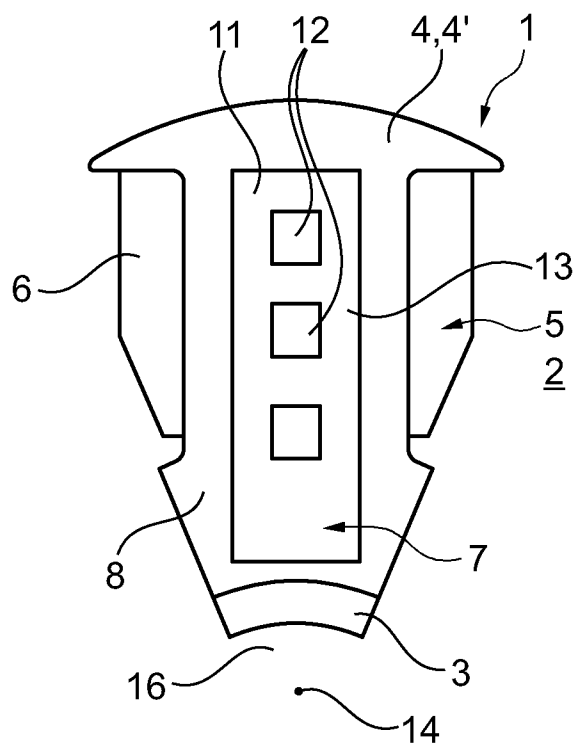


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/083136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/32**(2006.01)i; **H02K 3/52**(2006.01)i; **H02K 7/04**(2006.01)i; **H02K 9/22**(2006.01)i; **H02K 11/042**(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K

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	CH 444951 A (ELEKTRO BAU AG [AT]) 15 October 1967 (1967-10-15)	1,7,8,10,11
Y	column 3, line 64 - column 4, line 43; figures 1-3	9
A		2-6
X	US 2012218069 A1 (STANCU CONSTANTIN C [US] ET AL) 30 August 2012 (2012-08-30) paragraph [0011] - paragraph [0016]; figures 1, 2 paragraph [0021]	1,2,11
X	DE 102017214776 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26 April 2018 (2018-04-26) paragraph [0035] - paragraph [0071]; figures 1-6	1,2,7,8,11
Y	US 2015022035 A1 (YAMADA EIJI [JP] ET AL) 22 January 2015 (2015-01-22) figure 1	9
A	JP 2017050946 A (SUZUKI MOTOR CORP) 09 March 2017 (2017-03-09) figures 5-12	1-11



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

09 February 2024

Date of mailing of the international search report

20 February 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Zavelcuta, Florin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/083136

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CH	444951	A	15 October 1967	AT	252372	B 27 February 1967
				CH	444951	A 15 October 1967
				GB	1137937	A 27 December 1968
US	2012218069	A1	30 August 2012	CN	102651274	A 29 August 2012
				DE	102012201826	A1 30 August 2012
				US	2012218069	A1 30 August 2012
DE	102017214776	A1	26 April 2018	CN	111052275	A 21 April 2020
				DE	102017214776	A1 26 April 2018
				US	2020195104	A1 18 June 2020
				WO	2019038090	A1 28 February 2019
US	2015022035	A1	22 January 2015	CN	104011982	A 27 August 2014
				EP	2784918	A1 01 October 2014
				JP	5641154	B2 17 December 2014
				JP	WO2013076791	A1 27 April 2015
				US	2015022035	A1 22 January 2015
				WO	2013076791	A1 30 May 2013
JP	2017050946	A	09 March 2017	CN	106487180	A 08 March 2017
				DE	102016216180	A1 02 March 2017
				JP	6544151	B2 17 July 2019
				JP	2017050946	A 09 March 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES					
INV.	H02K1/32	H02K3/52	H02K7/04	H02K9/22	H02K11/042
ADD.					
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					
B. RECHERCHIERTE GEBIETE					
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)					
H02K					
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	CH 444 951 A (ELEKTRO BAU AG [AT]) 15. Oktober 1967 (1967-10-15)				1, 7, 8, 10, 11
Y	Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 43;				9
A	Abbildungen 1-3				2-6

X	US 2012/218069 A1 (STANCU CONSTANTIN C [US] ET AL) 30. August 2012 (2012-08-30) Absatz [0011] - Absatz [0016]; Abbildungen 1, 2 Absatz [0021]				1, 2, 11

X	DE 10 2017 214776 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26. April 2018 (2018-04-26) Absatz [0035] - Absatz [0071]; Abbildungen 1-6				1, 2, 7, 8, 11

-/-					
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie					
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :			"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		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist			"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist			"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		
"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)			"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
"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					
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche			Absendedatum des internationalen Recherchenberichts		
9. Februar 2024			20/02/2024		
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 Zavelcuta, Florin		

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2015/022035 A1 (YAMADA EIJI [JP] ET AL) 22. Januar 2015 (2015-01-22) Abbildung 1 -----	9
A	JP 2017 050946 A (SUZUKI MOTOR CORP) 9. März 2017 (2017-03-09) Abbildungen 5-12 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/083136

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 444951 A	15-10-1967	AT 252372 B	27-02-1967
		CH 444951 A	15-10-1967
		GB 1137937 A	27-12-1968

US 2012218069 A1	30-08-2012	CN 102651274 A	29-08-2012
		DE 102012201826 A1	30-08-2012
		US 2012218069 A1	30-08-2012

DE 102017214776 A1	26-04-2018	CN 111052275 A	21-04-2020
		DE 102017214776 A1	26-04-2018
		US 2020195104 A1	18-06-2020
		WO 2019038090 A1	28-02-2019

US 2015022035 A1	22-01-2015	CN 104011982 A	27-08-2014
		EP 2784918 A1	01-10-2014
		JP 5641154 B2	17-12-2014
		JP WO2013076791 A1	27-04-2015
		US 2015022035 A1	22-01-2015
		WO 2013076791 A1	30-05-2013

JP 2017050946 A	09-03-2017	CN 106487180 A	08-03-2017
		DE 102016216180 A1	02-03-2017
		JP 6544151 B2	17-07-2019
		JP 2017050946 A	09-03-2017
