(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
19. Dezember 2024 (19.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/255963 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*H02K 1/32* (2006.01) *H02K 15/12* (2006.01)
*H02K 9/19* (2006.01) *H02K 19/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100517

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juni 2024 (11.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 115 500.8
14. Juni 2023 (14.06.2023) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **BOSSERT, Johannes**; Eschenstraße 29/3, 76437 Rastatt (DE). **LORENZ, Darius**; Sonnenblumenweg 25, 77656 Offenburg (DE). **HURLE, Thomas**; Gartenstraße 14, 77830 Bühlertal (DE). **KUNKEMOELLER, Martin**; Maienstr. 19, 77880 Sasbach (DE). **RUSCH, Alain**; 18 rue des Chanvriers, 67760 Gambsheim (FR). **VÖGTLE, Benjamin**; Bahnhofstr. 96/7, 76356 Weingarten (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, 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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

WO 2024/255963 A1

(54) **Title:** ROTOR ARRANGEMENT, ELECTRIC MACHINE, METHOD FOR CONTROLLING A ROTOR ARRANGEMENT, COMPUTER PROGRAM PRODUCT AND CONTROL UNIT

(54) **Bezeichnung:** ROTORANORDNUNG, ELEKTRISCHE MASCHINE, VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER ROTORANORDNUNG, COMPUTERPROGRAMMPRODUKT UND STEUEREINHEIT

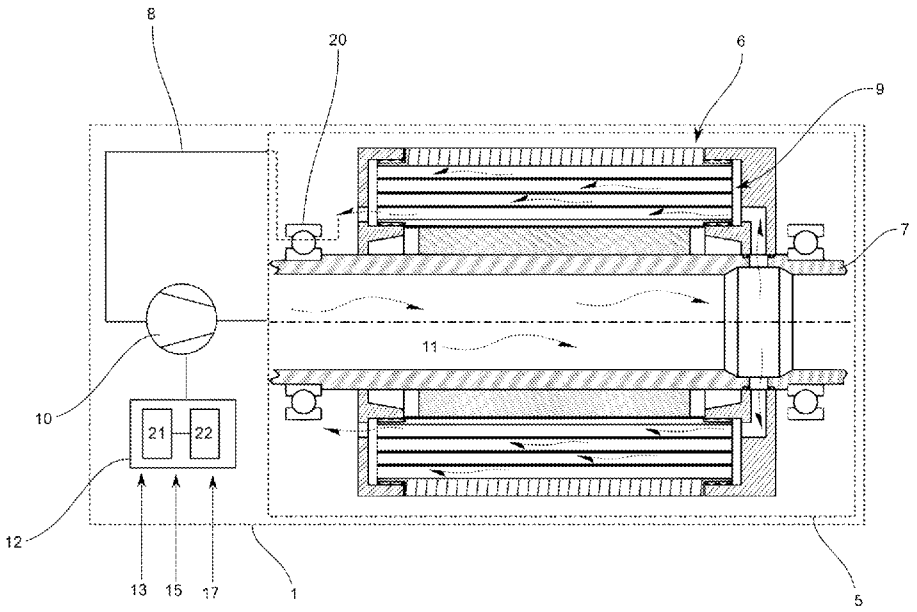



Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a rotor arrangement (1) for an electric machine (2) of a drivetrain (3) of a motor vehicle (4), comprising a rotor (5) having a rotor body (6) that is arranged on a rotor shaft (7) for conjoint rotation, a cooling circuit (8), sections of which run through the rotor (5), wherein the cooling circuit (8), in the rotor body (6), has a plurality of rotor cooling channels (9) that are arranged so as to be distributed peripherally and extend through the rotor body (6) in the axial direction, a coolant pump (10) that is arranged in the cooling circuit (8) and conveys a cooling fluid (11) through the cooling circuit (8), and a control unit (12) for controlling the coolant pump (10), wherein the control unit (12) is configured, in the presence of a first start-up signal (13) before and/

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

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).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

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

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

or when the rotor (5) is revved up from the stationary state, to put the coolant pump (10) into a first conveying state (14) in which the rotor cooling channels (9) are flooded with the cooling fluid (11).

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Rotoranordnung (1 ) für eine elektrische Maschine (2) eines Antriebsstrangs (3) eines Kraftfahrzeugs (4) umfassend einen Rotor (5) mit einem Rotorkörper (6), der drehfest auf einer Rotorwelle (7) angeordnet ist, einen Kühlkreislauf (8), welcher abschnittsweise durch den Rotor (5) verläuft, wobei der Kühlkreislauf (8) im Rotorkörper (6) eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper (6) erstreckender Rotorkühlkanäle (9) aufweist, eine in dem Kühlkreislauf (8) angeordnete Kühlmittelpumpe (10), welche ein Kühlfluid (11 ) durch den Kühlkreislauf (8) fördert eine Steuereinheit (12) zur Steuerung der Kühlmittelpumpe (10) wobei die Steuereinheit (9) konfiguriert ist, die Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals (13) vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors (5) aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand (14) zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle (9) mit dem Kühlfluid (11 ) geflutet werden.

# Rotoranordnung, elektrische Maschine, Verfahren zur Steuerung einer Rotoranordnung, Computerprogrammprodukt und Steuereinheit

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotoranordnung für eine elektrische Maschine eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs umfassend einen Rotor mit einem Rotorkörper, der drehfest auf einer Rotorwelle angeordnet ist, einen Kühlkreislauf, welcher abschnittsweise durch den Rotor verläuft, wobei der Kühlkreislauf im Rotorkörper eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper erstreckender Rotorkühlkanäle aufweist, eine in dem Kühlkreislauf angeordnete Kühlmittelpumpe, welche ein Kühlfluid durch den Kühlkreislauf fördert sowie eine Steuereinheit zur Steuerung der Kühlmittelpumpe. Die Erfindung betrifft ferner elektrische Maschine, Verfahren zur Steuerung einer Rotoranordnung, Computerprogrammprodukt und Steuereinheit.

Bei Kraftfahrzeugen werden für den Antrieb verstärkt Elektromotoren eingesetzt, um Alternativen zu Verbrennungsmotoren zu schaffen, die fossile Brennstoffe benötigen. Um die Alltagstauglichkeit der Elektroantriebe zu verbessern und zudem den Benutzern den gewohnten Fahrkomfort bieten zu können, sind bereits erhebliche Anstrengungen unternommen worden.

Eine ausführliche Darstellung zu einem Elektroantrieb ergibt sich aus einem Artikel der Zeitschrift ATZ 113. Jahrgang, 05/2011, Seiten 360-365 von Erik Schneider, Frank Fickl, Bernd Cebulski und Jens Liebold mit dem Titel: Hochintegrativ und Flexibel Elektrische Antriebseinheit für E-Fahrzeuge. Derartige Antriebseinheiten werden auch als E-Achsen oder elektrisch betreibbarer Antriebsstrang bezeichnet.

Neben den rein elektrisch betriebenen Antriebssträngen sind auch hybride Antriebsstränge bekannt. Derartige Antriebsstränge eines Hybridfahrzeuges umfassen üblicherweise eine Kombination aus einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, und ermöglichen - beispielsweise in Ballungsgebieten - eine rein elektrische Betriebsweise bei gleichzeitiger ausreichender Reichweite und Verfügbarkeit gerade bei Überlandfahrten. Zudem besteht die Möglichkeit, in bestimmten Betriebssituationen gleichzeitig durch die Brennkraftmaschine und den Elektromotor anzutreiben.

Bei der Entwicklung der für E-Achsen und Hybridmodule vorgesehenen elektrischen Maschinen besteht ein anhaltendes Bedürfnis daran, deren Leistungsdichten zu steigern, so dass der hierzu notwendigen Kühlung der elektrischen Maschinen wachsende Bedeutung zukommt. Aufgrund der notwenigen Kühlleistungen haben sich in den meisten Konzepten Hydraulikflüssigkeiten, wie Kühlöle, zum Abtransport von Wärme aus den thermisch beaufschlagten Bereichen einer elektrischen Maschine durchgesetzt.

Für die Statoren von elektrischen Maschinen ist beispielsweise die Mantelkühlung sowie die Wickelkopfkühlung aus dem Stand der Technik für die Realisierung einer Kühlung von elektrischen Maschinen mittels Hydraulikflüssigkeiten bekannt. Während die Mantelkühlung die entstehende Wärme an der äußeren Oberfläche des Rotorblechpakets in einen Kühlkreislauf überträgt, erfolgt bei der Wickelkopfkühlung der Wärmeübergang direkt an den Leitern außerhalb des Rotorblechpakets im Bereich der Wickelköpfe in das Fluid.

Neben der Kühlung der Statoren ist es grundsätzlich auch bekannt, die Rotoren der elektrischen Maschinen zu kühlen. Hierbei können eine unerwünschte Undichtigkeit zwischen den Rotorblechen zu Schleppmomenten in dem Luftspalt zwischen Rotor und Stator und unkontrollierten Kühlflüssigkeitsverlust führen, was regelmäßig unerwünscht ist.

Neben derartigen fluidgekühlten Rotoren mit einer Hohlwelle sind in diesem Zusammenhang aus dem Stand der Technik auch luftgekühlte Rotoren bekannt, die beispielsweise mit einem Schaufelrad, welches axial auf dem Rotor sitzt. Eine Zusammenfassung des diesbezüglichen Standes der Technik kann beispielsweise der DE 10 2018 220 810 A1 entnommen werden.

Es ist ferner bekannt, dass zur Führung eines Kühlmittels im Rotor unter Drehzahl, die Zentrifugalkraft genutzt werden kann. In US11146133B2 werden beispielsweise hierzu Kühlkanäle mit zunehmendem Teilkreisdurchmesser eingesetzt, in DE102017112348A1 wird eine konisch aufweitende Welle dargestellt. In diesen

Fällen wird die Arbeit zur Förderung des Kühlmittels von der elektrischen Maschine selbst und nicht von einer externen Ölpumpe verrichtet.

Es besteht ein anhaltendes Bedürfnis daran, die Effizient bei derartigen hydraulisch gekühlten Rotoren und hierdurch auch die Effizienz der entsprechenden elektrischen Maschine zu steigern.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung eine diesbezüglich verbesserte Rotoranordnung und eine optimierte elektrische Maschine bereitzustellen. Es ist ferner die Aufgabe der Erfindung ein optimiertes Verfahren zur Steuerung einer Rotoranordnung, ein optimiertes Computerprogrammprodukt sowie eine verbesserte Steuereinheit zur Steuerung einer Rotoranordnung zu realisieren.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Rotoranordnung für eine elektrische Maschine eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs umfassend einen Rotor mit einem Rotorkörper, der drehfest auf einer Rotorwelle angeordnet ist, einen Kühlkreislauf, welcher abschnittsweise durch den Rotor verläuft, wobei der Kühlkreislauf im Rotorkörper eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper erstreckender Rotorkühlkanäle aufweist, eine in dem Kühlkreislauf angeordnete Kühlmittelpumpe, welche ein Kühlfluid durch den Kühlkreislauf fördert, sowie eine Steuereinheit zur Steuerung der Kühlmittelpumpe, wobei die Steuereinheit konfiguriert ist,

a. die Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle mit dem Kühlfluid geflutet werden, und/oder

b. beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand eine Erwärmung des Rotorkörpers zu bewirken, und/oder

c. die Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen zweiten

Förderzustand zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid zentrifugalkraft und/oder schwerkraftbewirkt entleert werden, und/oder

d. die Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen dritten Förderzustand zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid mittels der Kühlmittelpumpe entleert werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle mit dem Kühlfluid geflutet werden. Dies ist von Vorteil, da es in manchen Betriebszuständen und Antriebstrangkonfigurationen vorkommen kann, dass sich das Fahrzeug bewegt, der Rotor aber nicht aktiv bestromt wird, weil es beispielsweise eine zweite elektrische Maschine auf einer zweiten Achse gibt oder das Fahrzeug einen Berg herunterrollt. Wenn die passive Rotorwelle, die fest an die Fahrzeugachse angebunden ist, nach dem Stillstand und abgeschalteter Kühlmittelpumpe wieder losdreht, würde diese Restölmenge, welche in den einzelnen Rotorkühlkanälen unterschiedlich verteilt ist, eine Unwucht erzeugen. Diese Unwucht würde bei hohen Drehzahlen eine große Belastung auf Lager und Komponenten erzeugen, was durch das Versetzen der Kühlmittelpumpe in einen ersten Förderzustand, in die die Rotorkühlkanäle mit dem Kühlfluid geflutet werden, vermieden wird. Dabei wird die Kühlmittelpumpe beispielsweise vor dem Losdrehen kurzzeitig mit einem hohen Volumenstrom betrieben, um alle Rotorkühlkanäle zu befüllen und eine mögliche Unwucht auszugleichen.

Bei längeren Stillstandszeiten ist es jedoch möglich, dass eine gewisse Restmenge an Kühlfluid in den in Schwerkraftrichtung untersten Rotorkühlkanälen verbleibt. Durch diese längeren Stillstandszeiten, insbesondere auch bei niedrigen Temperaturen, kann das Kühlmittel eine Viskositätsänderung erfahren, was zu geringeren Fließgeschwindigkeiten und somit zu einer langsameren Entleerung

bzw. Neubefüllung führt. Um dem entgegenzuwirken, kann beispielsweise durch eine gezielte Rotorspulenanregung das sich in den Rotorkühlkanälen befindliche Kühlfluid gezielt erhitzt werden. Das Erwärmen kann auch bereits schon vor dem Losdrehen bzw. Losfahren erfolgen, beispielsweise, sobald Fahrzeug aufgeschlossen wird oder bei Betätigung eines Brems- oder Kupplungspedals. So kann also alternativ oder ergänzend zu den Förderzuständen der Kühlmittelpumpe die Steuereinheit beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand eine Erwärmung des Rotorkörpers zu bewirken.

Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, dass bei der Erkennung einer Stoppabsicht bis zum Stillstand die Kühlmittelpumpe diese vorzeitig deaktiviert wird, um das verbleibende Öl aus den Kühlkörpern ablaufen zu lassen. So kann die Kühlmittelpumpe also beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen zweiten Förderzustand versetzt werden, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid zentrifugalkraft- und/oder schwerkraftbewirkt entleert werden. In diesem zweiten Förderzustand ist die Kühlmittelpumpe bevorzugt deaktiviert und wird nicht aktiv bestromt, so dass sie entsprechend auch kein Kühlmittel durch den Kühlkreislauf fördert, was zu einer Verbesserung der energetischen Gesamteffizienz der Rotoranordnung beitragen kann.

Wenn sich die Austrittsöffnung der Rotorkühlkanäle nicht maximal radial außen befindet, kann es jedoch vorkommen, dass weiterhin eine gewisse Restmenge an Kühlfluid in den Rotorkühlkanälen verbleibt, was insbesondere dann passieren kann, wenn die Rotorwelle vergleichsweise schnell zum Stillstand kommt. Um jedoch eine maximal radial äußere Austrittsöffnung zu vermeiden, da die Pumpwirkung zu hoch wäre und sich die Rotorkühlkanäle bei hohen Drehzahlen selbst entleeren könnten, was sich negativ auf die Kühlleistung auswirken würde, kann vorgesehen werden, dass die Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen dritten Förderzustand zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid mittels der Kühlmittelpumpe entleert werden. Dies kann bevorzugt durch eine Umkehr der Förderrichtung der Kühlmittelpumpe bewirkt werden.

Allgemein bietet die erfindungsgemäße Wellenanordnung auch die Möglichkeit, dass eine bedarfsorientierte Ansteuerung der Kühlmittelpumpe erfolgen kann, d.h., dass der Rotor bevorzugt nicht permanent mittels der bestromten Kühlmittelpumpe gekühlt wird, wodurch hohe Verluste durch die Kühlmittelpumpe und Schleppverluste in der Rotorlagerung durch das Kühlfluid vermieden werden können. Eine gleichmäßige Verteilung des Kühlfluids bei sehr niedrigen Fördermengen der Kühlmittelpumpe ist in der Regel schwer zu erreichen, was dazu führt, dass ein bevorzugt sequentieller Betrieb der Kühlmittelpumpe besonders von Vorteil ist. Dadurch kann gesichert werden, dass die Rotorkühlkanäle ausreichend gefüllt werden und optional auch die Rotorlager mit Kühlfluid versorgt werden.

Besonders vorteilhaft kann eine sequentielle Ansteuerung der Kühlmittelpumpe mittels der Steuereinheit sein, die wie folgt konfiguriert sein kann:

So ist es denkbar, dass die Steuereinheit die Kühlmittelpumpe derart ansteuert, dass die Kühlmittelförderung zwischen 2 Sekunden und 30 Sekunden nach dem Anfahrvorgang mit einer Mindestbetriebsdauer von 3 Sekunden und einer maximalen Betriebsdauer von 60 Sekunden erfolgt.

Alternativ oder ergänzend ist es ferner möglich, dass die Steuereinheit die Kühlmittelpumpe derart ansteuert, dass die Kühlmittelförderung sequentiell mit einem zeitlichen Abstand von 40 Sekunden bis 15 Minuten zwischen zwei Förderintervallen erfolgt. Auch hier ist es bevorzugt, dass die maximale Betriebsdauer der Kühlmittelpumpe 60 Sekunden beträgt.

Anstelle der genannten Zeitintervalle bzw. Zeitdauern ist es auch möglich, dass die Ansteuerung der Kühlmittelpumpe lastabhängig erfolgt. Hierbei können auch Parameter wie die Kühlmitteltemperatur und/oder die Motorlast und/oder die Rotordrehzahl ermittelt und durch die Steuereinheit berücksichtigt werden.

Besonders vorteilhaft ist eine Bestimmung der Kühlfrequenz und Kühldauer mittels der Steuereinheit über ein selbst lernendes intelligentes System (neuronale Netze). Eine Überwachung von hierzu erforderlichen Parameter (z.B. Verluste, Geräusche,

Temperatur) durch Sensoren wären dazu besonders vorteilhaft.

Im passiven Fahrbetrieb der E-Maschine wird theoretisch keine Kühlung für die Rotorwicklung benötigt. Dennoch kann es Sinnvoll sein bei hohen Drehzahlen der Welle eine Pumpwirkung der Kühl- bzw. Schmierflüssigkeit bereitzustellen, um eine Kühlung und Schmierung der Lagerung und Wellen zu gewährleisten.

Ein Anfahrsignal kann beispielsweise aus einem oder mehreren der folgenden Signale bestehen ausgewählt aus der Gruppe der Fahrertüröffnungssignale, Kupplungsbetätigungssignale, Bremslösungssignale, Gaspedalbetätigungssignale, Fahrersitzbenutzungssignale, Zündschlossbetätigungssignale.
Ein Auslaufsignal kann beispielsweise aus einem oder mehreren der folgenden Signale bestehen ausgewählt aus der Gruppe der Bremsbetätigungssignale, Gaspedallösungssignale, Rekuperationsmodusaktivierungssignal.

Zunächst werden die einzelnen Elemente des beanspruchten Erfindungsgegenstandes in der Reihenfolge ihrer Relevanz oder ihrer Nennung im Anspruchssatz erläutert und nachfolgend besonders bevorzugte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes beschrieben.

Ein Rotor ist der sich drehende (rotierende) Teil einer elektrischen Maschine. Der Rotor umfasst insbesondere eine Rotorwelle. Die Rotorwelle kann hohl ausgeführt sein, was zum einen eine Gewichtsersparnis zur Folge hat und was zum anderen die Zufuhr von Schmier- oder Kühlmittel zum Rotorkörper erlaubt.

Unter einem Rotorkörper wird im Sinne der Erfindung demnach der Rotor ohne Rotorwelle verstanden. Der Rotorkörper setzt sich demnach insbesondere zusammen aus einem Rotorblechpaket sowie den in die Taschen des Rotorblechpakets eingebrachten oder den umfänglich an dem Rotorblechpaket fixierten Permanentmagneten sowie ggf. vorhandenen axialen Deckelteilen zum Verschließen der der Taschen.

Der Rotor weist bevorzugt eine Mehrzahl von Rotorkörpern auf. Besonders bevorzugt sind die Rotorkörper im Wesentlichen gleichteilig, insbesondere im

Wesentlichen identisch, ausgebildet. Höchst bevorzugt ist es, dass die Rotorkörper aus gleichteiligen, insbesondere im Wesentlichen identischen Rotorblechen gebildet sind. Die Rotorkörper sind also insbesondere bevorzugt aus einem Rotorblechpaket gebildet, welche aus einer Mehrzahl von in der Regel aus Elektroblech hergestellten laminierten Einzelblechen bzw. Rotorblechen zusammengesetzt sind, die übereinander zu einem Stapel, dem sog. Rotorblechpaket geschichtet und paketiert sind. Die Einzelbleche können in dem Rotorblechpaket durch Verklebung, Verschweißung oder Verschraubung zusammengehalten bleiben. Ein Rotorblechpaket kann insbesondere auch in die Taschen des Rotorblechpakets eingebrachte oder den umfänglich an dem Rotorblechpaket fixierte Permanentmagnete aufweisen. Es ist möglich, dass die Rotorblechpakete eine Verschränkung zueinander aufweisen, also um einen Winkel zueinander verdreht angeordnet sind. Diese Verschränkung kann linear oder auch V-förmig ausgebildet sein, um Axialkräfte zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

Der Rotor kann als permanenterregter Rotor oder fremderregter Rotor ausgebildet sein.

Der fremderregte Rotor ist insbesondere eine Komponente einer elektrischen Radialflussmaschine, die zur Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Energie oder umgekehrt eingesetzt wird. Es handelt sich bei einem fremderregten Rotor um einen Rotor, der von einer separaten Stromquelle, in der Regel einer Gleichstromquelle, gespeist wird. Im Gegensatz zum selbstregulierten Rotor, der die Erregung aus dem statorseitigen Wechselstrom gewinnt, erfordert der fremderregte Rotor in der Regel eine externe Gleichstromquelle.

Der fremderregte Rotor kann bevorzugt einen zylindrischen Rotorkörper aufweisen, der vorteilhafterweise aus lamelliertem Eisen besteht, um Wirbelstromverluste zu reduzieren. Auf der Oberfläche des Rotorkörpers können mehrere Nuten oder Schlitze vorhanden sein, in die die Rotorwicklung eingelegt wird. Diese Rotorwicklung wird bevorzugt aus isolierten Kupfer- oder Aluminiumdrähten gebildet und wird durch die Nuten oder Schlitze geführt, um eine mechanische Stabilität zu gewährleisten.

Die Rotorwicklung des fremderregten Rotors ist bevorzugt in Spulen aufgeteilt, die elektrisch miteinander verbunden sind. Diese Spulen werden parallel zur Rotorachse gewickelt und sind in der Regel als Mehrphasenwicklung ausgeführt, um eine effiziente Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie zu ermöglichen. Die Anzahl der Spulen und ihre Anordnung hängen von den spezifischen Anforderungen der Maschine ab.

Die externe Gleichstromquelle kann beispielsweise über Schleifringe und Kohlebürsten an die Rotorwicklung angeschlossen sein. Die Kohlebürsten sorgen für eine reibungsarme elektrische Verbindung zwischen der stationären Stromquelle und der sich drehenden Rotorwicklung. Durch die Anwendung der externen Gleichstromquelle entsteht ein magnetisches Feld im Rotor, das mit dem magnetischen Feld des statorseitigen Wicklungssystems interagiert und somit das Drehmoment und die Leistung der Maschine beeinflusst.

Der fremderregte Rotor bietet den Vorteil einer externen Kontrolle über die Erregung des Rotors. Durch die Variation des Gleichstroms, der in den Rotor eingespeist wird, kann die Leistung und das Drehmoment der elektrischen Maschine präzise gesteuert werden.

Ein Rotorkörper kann insbesondere aus einem oder mehreren Rotorblechpaketen gebildet sein. Als Rotorblechpaket werden eine Mehrzahl von in der Regel aus Elektroblech hergestellten laminierten Einzelblechen bzw. Rotorblechen verstanden, die übereinander zu einem Stapel, dem sog. Rotorblechpaket geschichtet und paketiert sind. Die Einzelbleche können dann in dem Blechpaket durch Verklebung, Verschweißung oder Verschraubung zusammengehalten bleiben. Ein Rotorblechpaket für einen permanent erregten Rotor kann insbesondere auch in die Taschen des Rotorblechpakets eingebrachte oder den umfänglich an dem Rotorblechpaket fixierte Magnetelemente sowie ggf. vorhandenen axialen Deckelteilen zum Verschließen der Taschen und dergleichen aufweisen.

Die elektrische Maschine kann insbesondere als Rotationsmaschine ausgebildet sein. Die Rotationsmaschine kann insbesondere als Radialflussmaschine

konfiguriert sein. Dabei zeichnet sich eine Radialflussmaschine dadurch aus, dass die Magnetfeldlinien in dem zwischen Rotor und Stator ausgebildeten Luftspalt, sich in radialer Richtung erstrecken. Als Luftspalt wird der zwischen dem Rotor und dem Stator existierende Spalt bezeichnet. Bei einer Radialflussmaschine ist das ein im Querschnitt kreisringförmiger Spalt mit einer radialen Breite, die dem Abstand zwischen Rotorkörper und Rotorkörper entspricht.

Die elektrische Maschine ist insbesondere für die Verwendung innerhalb eines Antriebsstrang eines hybrid- oder vollelektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugs vorgesehen. Insbesondere ist die elektrische Maschine so dimensioniert, dass Fahrzeuggeschwindigkeiten größer als 50 km/h, vorzugsweise größer als 80 km/h und insbesondere größer als 100 km/h erreicht werden können. Besonders bevorzugt weist der Elektromotor eine Leistung größer als 50 kW, vorzugsweise größer als 80 kW und insbesondere größer als 150 kW auf. Es ist des Weiteren bevorzugt, dass die elektrische Maschine Drehzahlen größer als 8.000 U/min, besonders bevorzugt größer als 12.000 U/min, ganz besonders bevorzugt größer als 15.000 U/min bereitstellt.

Als Kraftfahrzeuge im Sinne dieser Anmeldung gelten Landfahrzeuge, die durch Maschinenkraft bewegt werden, ohne an Bahngleise gebunden zu sein. Ein Kraftfahrzeug kann beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe der Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (LKW), Kleinkrafträder, Leichtkraftfahrzeuge, Krafträder, Kraftomnibusse (KOM) oder Zugmaschinen.

Die Rotoranordnung kann ferner eine Steuereinheit aufweisen. Eine Steuereinheit, wie sie in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, dient insbesondere der elektronischen Steuerung und/oder Reglung eines oder mehrerer technischer Systeme der Rotoranordnung und/oder der elektrischen Maschine, wie beispielsweise der Steuerung/Reglung der Kühlmittelpumpe und/oder der Bestromung einer Rotorwicklung.

Eine Steuereinheit weist insbesondere einen kabelgebundenen oder kabellosen Signaleingang zum Empfang von insbesondere elektrischen Signalen, wie beispielsweise Sensorsignalen, auf. Ferner besitzt eine Steuereinheit ebenfalls

bevorzugt einen kabelgebundenen oder kabellosen Signalausgang zur Übermittlung von insbesondere elektrischen Signalen.

Innerhalb der Steuereinheit können Steuerungsoperationen und/oder Reglungsoperationen durchgeführt werden. Ganz besonders bevorzugt ist es, dass die Steuereinheit eine Hardware umfasst, die ausgebildet ist, eine Software auszuführen. Bevorzugt umfasst die Steuereinheit wenigstens zwei elektronischen Prozessoren zur Ausführung von in jeweils einer Software definierten Programmabläufen. Die beiden Prozessoren können als Rechnerkerne auch baulich in einem Prozessor integriert sein, wobei die entsprechenden Rechnerkerne dann jeweils einen Prozessor im Sinne der Erfindung darstellen.

Die Steuereinheit kann ferner einen oder mehrere elektronische Speicher aufweisen, in denen die in den an die Steuereinheit übermittelten Signalen enthaltenen Daten gespeichert und wieder ausgelesen werden können. Ferner kann die Steuereinheit einen oder mehrere elektronische Speicher aufweisen, in denen Daten veränderbar und/oder unveränderbar gespeichert werden können.

Eine Steuereinheit kann eine Mehrzahl von Steuergeräten umfassen, welche insbesondere räumlich getrennt voneinander im Kraftfahrzeug angeordnet sind. Steuergeräte werden auch als Electronic Control Unit (ECU) oder Electronic Control Module (ECM) bezeichnet und besitzen bevorzugt elektronische Mikrocontroller zur Durchführung von Rechenoperationen zur Verarbeitung von Daten, besonders bevorzugt mittels einer Software. Die Steuergeräte können bevorzugt miteinander vernetzt sein, so dass ein kabelgebundener und/oder kabelloser Datenaustausch zwischen Steuergeräten ermöglicht ist. Insbesondere ist es auch möglich, die Steuergeräte über im Kraftfahrzeug vorhandene Bus-Systeme, wie beispielsweise CAN-Bus oder LIN-Bus, miteinander zu vernetzen.

Ganz besonders bevorzugt besitzt die Steuereinheit wenigstens einen Prozessor und wenigstens einen Speicher, der insbesondere einen Computerprogrammcode enthält, wobei der Speicher und der Computerprogrammcode konfiguriert sind, mit dem Prozessor, die Steuereinheit zur Ausführung des Computerprogrammcodes zu veranlassen.

Die Steuereinheit kann besonders bevorzugt eine Leistungselektronik zur Bestromung des Stators oder Rotors umfassen. Eine Leistungselektronik ist bevorzugt ein Verbund verschiedener Komponenten, welche einen Strom an die elektrische Maschine steuern oder regeln, bevorzugt inklusive hierzu benötigter peripherer Bauteile wie Kühlelemente oder Netzteile. Insbesondere enthält die Leistungselektronik bzw. ein oder mehrere Leistungselektronikbauteile, welche zur Steuerung oder Regelung eines Stroms eingerichtet sind. Dabei handelt es sich besonders bevorzugt um einen oder mehrere Leistungsschalter, z.B. Leistungstransistoren. Besonders bevorzugt weist die Leistungselektronik mehr als zwei, besonders bevorzugt drei voneinander getrennte Phasen bzw. Strompfade mit mindestens je einem eigenen Leistungselektronikbauteil auf. Die Leistungselektronik ist bevorzugt ausgelegt, pro Phase eine Leistung mit einer Spitzenleistung, bevorzugt Dauerleistung, von mindestens 10 W, bevorzugt mindestens 100 W besonders bevorzugt mindestens 1000 W zu steuern oder regeln.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Förderzustand der Kühlmittelpumpe beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 100-300 1/min von der Steuereinheit deaktiviert wird. Der Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass die Kühlmittelpumpe initial nur zum Befüllen bzw. Fluten der Rotorkühlkanäle aus dem Stillstand betrieben werden muss, um nachfolgend beim Hochdrehen eine Unwucht aufgrund nicht vollständig oder homogen gefüllter Rotorkühlkanäle zu vermeiden.

Es kann gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung auch vorgesehen sein, dass der zweite Förderzustand der Kühlmittelpumpe beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 100-300 1/min von der Steuereinheit deaktiviert wird. Es kann hierdurch erreicht werden, dass eine schwerkraft- und/oder zentrifugalkraftbewirktes Auslaufen des Kühlfluids aus den Rotorkühlkanälen oberhalb dafür geeigneter Umdrehungszahlen erfolgt.

Des Weiteren kann es gemäß einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass in dem dritten Förderzustand der Kühlmittelpumpe

diese in eine zur Förderrichtung des Kühlfluids entgegengesetzte Förderrichtung versetzt ist, so dass das Kühlfluid durch die Kühlmittelpumpe aus den Rotorkühlkanälen herausgesaugt werden kann.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass der Rotor mittels einer bestrombaren Rotorwicklung fremderregbar ist und die Rotoranordnung eine Steuereinheit zur Bestromung der Rotorwicklung aufweist. Durch die Möglichkeit, den Rotor mittels einer bestrombaren Rotorwicklung fremderregbar zu machen, wird eine größere Flexibilität in der Steuerung der Maschine erreicht. Die Steuereinheit ermöglicht es, den Rotorstrom zu variieren und damit das Drehmoment, die Drehzahl oder andere Betriebsparameter der Maschine zu steuern. Dies ermöglicht eine präzisere Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen, Lastanforderungen oder Regelungsziele.

Des Weiteren kann die Erfindung auch dahingehend weiterentwickelt sein, dass beim Vorliegen des ersten Förderzustandes der Kühlmittelpumpe die Rotorwicklung des Rotors unbestromt ist. Hierdurch kann der Rotor auch in Betriebssituationen vor Unwuchten geschützt werden, bei denen das Fahrzeug beispielsweise aus dem Stillstand an einem Hang hinabrollt und in denen der Rotor nicht bestromt ist, sich aber dennoch dreht.

In einer ebenfalls bevorzugten Ausgestaltungsvariante der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass die Rotorwelle an wenigstens einem Wälzlager drehbar gelagert ist, wobei der Kühlkreislauf durch das Wälzlager geführt ist. Hierdurch kann eine verbesserte Schmierung und Kühlung des Wälzlagers erreicht werden, was sich nachfolgend auch positiv auf die Effizienz der Rotoranordnung auswirkt.

Die Aufgabe der Erfindung kann auch gelöst sein durch eine elektrische Maschine umfassend eine Rotoranordnung nach einem der Ansprüche 1-7.

Die Aufgabe der Erfindung kann ferner gelöst werden durch ein Verfahren zur Steuerung einer Rotoranordnung einer elektrischen Maschine eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs umfassend einen Rotor mit einem Rotorkörper, der drehfest

auf einer Rotorwelle angeordnet ist, einen Kühlkreislauf, welcher abschnittsweise durch den Rotor verläuft, wobei der Kühlkreislauf im Rotorkörper eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper erstreckender Rotorkühlkanäle aufweist, eine in dem Kühlkreislauf angeordnete Kühlmittelpumpe, welche ein Kühlfluid durch den Kühlkreislauf fördert,
eine Steuereinheit zur Steuerung der Kühlmittelpumpe, wobei die Steuereinheit konfiguriert ist, die folgenden Verfahrensschritte auszuführen:

a. Versetzen der Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand, durch den die Rotorkühlkanäle mit dem Kühlfluid geflutet werden, und/oder
b. Bewirken einer Erwärmung des Rotorkörpers beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors aus dem Stillstand, und/oder
c. Versetzen der Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen zweiten Förderzustand, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid zentrifugalkraft- und/oder schwerkraftbewirkt entleert werden, und/oder
d. Versetzen der Kühlmittelpumpe beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors in den Stillstand in einen dritten Förderzustand, durch den die Rotorkühlkanäle von dem Kühlfluid mittels der Kühlmittelpumpe entleert werden.

Die Aufgabe der Erfindung kann des Weiteren gelöst sein durch ein Computerprogrammprodukt, das auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, oder Computer-Datensignal, verkörpert durch eine elektromagnetische Welle, mit einem Computerprogrammcode, der geeignet ist zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 8.

Schließlich kann die Aufgabe der Erfindung auch gelöst sein durch eine Steuereinheit zur Steuerung einer Rotoranordnung, umfassend einen Prozessor und einen Speicher, der einen Computerprogrammcode enthält, wobei der Speicher

und der Computerprogrammcode konfiguriert sind, mit dem Prozessor, die Steuereinheit zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 8 zu veranlassen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens näher erläutert werden.

Es zeigt:

Figur 1 ein Kraftfahrzeug mit einem elektrischen Antriebsstrang in einer schematischen Darstellung,

Figur 2 eine elektrische Maschine in einer schematischen Darstellung,

Figur 3 eine Rotoranordnung in einer schematischen Axialschnittdarstellung,

Figur 4 ein zeitlicher Drehzahl- und Volumenstromverlauf bei einem ersten Förderzustand der Kühlmittelpumpe,

Figur 5 ein zeitlicher Drehzahl- und Volumenstromverlauf bei einem zweiten Förderzustand der Kühlmittelpumpe,

Figur 6 ein zeitlicher Drehzahl- und Volumenstromverlauf bei einem dritten Förderzustand der Kühlmittelpumpe,

Die Figur 2 zeigt eine Rotoranordnung 1 für eine elektrische Maschine 2 eines Antriebsstrangs 3 eines Kraftfahrzeugs 4, wie es auch in der Figur 1 skizziert ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist die elektrische Maschine 2 mit einer Getriebeanordnung 26 gekoppelt und bildet mit dieser eine bauliche Einheit, die auch als Achsantriebsstrang bezeichnet werden kann.

Wie aus den Figuren 2-3 ersichtlich, umfasst die Rotoranordnung 1 einen Rotor 5 mit einem Rotorkörper 6, der drehfest auf einer Rotorwelle 7 angeordnet ist,

einen Kühlkreislauf 8, welcher abschnittsweise durch den Rotor 5 verläuft, wobei der Kühlkreislauf 8 im Rotorkörper 6 eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper 6 erstreckender Rotorkühlkanäle 9 aufweist. Des Weiteren verfügt die Rotoranordnung 1 über eine in dem Kühlkreislauf 8 angeordnete Kühlmittelpumpe 10, welche ein Kühlfluid 11 durch den Kühlkreislauf 8 fördert sowie über eine Steuereinheit 12 zur Steuerung der Kühlmittelpumpe 10. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die elektrische Maschine 2 als Radialflussmaschine ausgeführt, mit einem hohlzylindrischen Stator 23, in dem der Rotor 5 drehbar aufgenommen ist.

Wie man insbesondere anhand der Figur 3 gut erkennt, besitzt die hohlzylindrische Rotorwelle 7 eine Mehrzahl von Öffnungen in ihrer Mantelfläche, durch welche das Kühlfluid 11 radial nach außen in einen Ringspalt des Rotors 5 einfließen kann. Dieser Ringspalt ist mit den Rotorkühlkanälen 9 verbunden. Auf der gegenüberliegenden axialen Seite wird das Kühlfluid 11 dann am einer radial innen liegenden Auslassöffnung wieder aus dem Rotor 5 herausgeführt und kann von dort aus beispielsweise einem Wälzlager 20 zugeführt werden, wie es in der Figur 3 gezeigt ist.

Der Rotor 1 ist mittels einer bestrombaren Rotorwicklung 19 fremderregbar und die Rotoranordnung 1 weist eine Steuereinheit mit einer Rotorstromversorgung 24 zur Bestromung der Rotorwicklung 19 auf. Diese kann über einen Schleifkontakt 25 elektrisch leitend mit der Rotorwelle 7 bzw. der Rotorwicklung 19 verbunden sein. Die Rotorstromversorgung 24 ist mit der Steuereinheit 12 verbunden. Beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals 13 vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors 5 aus dem Stillstand kann über die bestromte Rotorwicklung 19 eine Erwärmung des Rotorkörpers 6 bewirkt werden. Die Rotorwelle 7 ist an wenigstens einem Wälzlager 20 drehbar gelagert, wobei der Kühlkreislauf 8 durch das Wälzlager 20 geführt ist.

Die Steuereinheit 12 zur Steuerung der Rotoranordnung 1 umfasst einen Prozessor 21 und einen Speicher 22, der einen Computerprogrammcode enthält, wobei der Speicher und der Computerprogrammcode konfiguriert sind, mit dem Prozessor 21, die Steuereinheit 12 zur Durchführung eines Verfahrens zu veranlassen, dass

nachfolgend noch näher beschrieben wird. Die Steuereinheit 12 kann Eingänge für verschiedene Signale 13,15,17 aufweisen, mittels derer der Betrieb der Rotoranordnung 1 gesteuert bzw. geregelt wird.

Die Steuereinheit 12 ist nun so konfiguriert, die Kühlmittelpumpe 10 beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals 13 vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors 5 aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand 14 zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle 5 mit dem Kühlfluid 11 geflutet werden, wobei dieser erste Förderzustand 14 der Kühlmittelpumpe 10 beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 50-300 1/min von der Steuereinheit 12 deaktiviert wird. Dieser erste Förderzustand 14 kann auch anhand der Diagramme in der Figur 4 nachvollzogen werden. Dort sind die Drehzahl- und Volumenstromverläufe für einen bestromten und einen unbestromten Rotor gezeigt. Der ersten Förderzustande 14 der Kühlmittelpumpe 10 kann also im bestromten oder unbestromten Zustand der Rotorwicklung 19 des Rotors 1 erfolgen.

Wie man anhand der Figur 4 erkennt, wird die Kühlmittelpumpe 10 unmittelbar beim Losdrehen der Rotorwelle 7 oder schon kurz davor (beispielsweise beim Loslassen des Bremspedals) aktiviert und füllt schnellstmöglich die Rotorkühlkanäle 9 des Rotors 5. Sobald eine Drehzahl von zwischen 50-300 1/min erreicht wurde, kann die Kühlmittelpumpe 10 deaktiviert werden, da die Fliehkraft der Schwerkraft überwiegt und das Kühlfluid 11 somit in den Rotorkühlkanälen 9 verbleibt. Sobald die elektrische Maschine 2 wieder aktiv bestromt wird, muss entsprechend der geforderten Kühlleistung wieder Kühlfluid 11 gepumpt werden.

Bei dieser Lösung verbleibt immer eine Restmenge an Kühlfluid 11 in den in Schwerkraftrichtung untersten Rotorkühlkanälen 9. Durch längere Stillstandszeit bei niedrigen Temperaturen kann das Kühlfluid 11 eine Viskositätsänderung erfahren, was zu geringeren Fließgeschwindigkeiten und somit zu einer langsameren Entleerung führt. Um dem entgegenzuwirken, kann durch eine gezielte Rotorspulenanregung das sich in den Rotorkühlkanälen 9 befindliche Kühlfluid 11 gezielt erhitzt werden. Dies kann auch schon vor dem Losdrehen bzw. Losfahren erfolgen, beispielsweise sobald das Fahrzeug aufgeschlossen wird oder bei

Betätigung des Gas-, Brems- oder Kupplungspedals.

Ferner ist es möglich, die Kühlmittelpumpe 10 beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals 15 vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors 5 in den Stillstand in einen zweiten Förderzustand 16 zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle 9 von dem Kühlfluid 11 zentrifugalkraft und/oder schwerkraftbewirkt entleert werden. Hierbei wird dann der zweite Förderzustand 16 der Kühlmittelpumpe 10 beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 50-300 1/min von der Steuereinheit 12 deaktiviert. Der entsprechenden Drehzahl- und Volumenstromverlauf ist in der Figur 5 dargestellt. Somit erfolgt eine Entleerung aller Rotorkühlkanäle 9, bevor die Rotorwelle 7 zum Stillstand kommt. Das wird durch die vorzeitige Abschaltung der Kühlmittelpumpe 10 realisiert, bevor die Drehzahl von 50-300 1/min unterschritten wird. Durch diese vorzeitige Abschaltung wird gewährleistet, dass schon während dem Abbremsvorgang jeder Rotorkühlkanal 9 zeitweise in Schwerkraftrichtung oben steht und durch die Schwerkraft möglichst vollständig entleert werden kann.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die Kühlmittelpumpe 10 beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals 17 vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors 5 in den Stillstand in einen dritten Förderzustand 18 zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle 9 von dem Kühlfluid 11 mittels der Kühlmittelpumpe 10 entleert werden. Dies kann auch anhand des Drehzahl- und Volumenstromverlaufs in der Figur 6 nachvollzogen werden. Wie in der Figur 6 dargestellt, ist in dem dritten Förderzustand 18 der Kühlmittelpumpe 10 diese in eine zur Förderrichtung des Kühlfluids 11 entgegengesetzte Förderrichtung versetzt worden. Falls also eine vollständige Entleerung durch die Abschaltung der Kühlmittelpumpe 10 während des Abbremsvorgangs nicht ausreichend ist, kann somit durch den inversen Betrieb der Kühlmittelpumpe 10 die Restflüssigkeit aus den Rotorkühlkanälen 9 abgesaugt werden. Dafür muss die Kühlmittelpumpe 10 die Funktionsweise der Absaugung natürlich ermöglichen. Dieser inverse Betrieb der Kühlmittelpumpe 10 kann für ca. 40-80 ms bei einem Volumenstrom von ca. 8 l/min betrieben werden. Bei anderen Volumenströmen ändert sich die Zeit proportional.

Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend,

sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Patentansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Patentansprüche und die vorstehende Beschreibung 'erste' und 'zweite' Merkmal definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Merkmale, ohne eine Rangfolge festzulegen.

## Bezugszeichenliste

1 Rotoranordnung
2 elektrische Maschine
3 Antriebsstrang
4 Kraftfahrzeug
5 Rotor
6 Rotorkörper
7 Rotorwelle
8 Kühlkreislauf
9 Rotorkühlkanäle
10 Kühlmittelpumpe
11 Kühlfluid
12 Steuereinheit
13 Anfahrsignal
14 Förderzustand
15 Auslaufsignal
16 Förderzustand
17 Auslaufsignal
18 Förderzustand
19 Rotorwicklung
20 Wälzlager
21 Prozessor
22 Speicher
23 Stator
24 Rotorstromversorgung
25 Schleifkontakt
26 Getriebeanordnung

## Ansprüche

1. Rotoranordnung (1) für eine elektrische Maschine (2) eines Antriebsstrangs (3) eines Kraftfahrzeugs (4) umfassend

   - einen Rotor (5) mit einem Rotorkörper (6), der drehfest auf einer Rotorwelle (7) angeordnet ist,
   - einen Kühlkreislauf (8), welcher abschnittsweise durch den Rotor (5) verläuft, wobei der Kühlkreislauf (8) im Rotorkörper (6) eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper (6) erstreckender Rotorkühlkanäle (9) aufweist,
   - eine in dem Kühlkreislauf (8) angeordnete Kühlmittelpumpe (10), welche ein Kühlfluid (11) durch den Kühlkreislauf (8) fördert, sowie
   - eine Steuereinheit (12) zur Steuerung der Kühlmittelpumpe (10),

   **dadurch gekennzeichnet, dass**

   die Steuereinheit (12) konfiguriert ist,

   **a)** die Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals (13) vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors (5) aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand (14) zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle (5) mit dem Kühlfluid (11) geflutet werden, und/oder

   **b)** beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals (13) vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors (5) aus dem Stillstand eine Erwärmung des Rotorkörpers (6) zu bewirken, und/oder

   **c)** die Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals (15) vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors (5) in den Stillstand in einen zweiten Förderzustand (16) zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle (5) von dem Kühlfluid (11) zentrifugalkraft- und/oder schwerkraftbewirkt entleert werden, und/oder

   **d)** die Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals (17) vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors (5) in den Stillstand in einen

dritten Förderzustand (18) zu versetzen, durch den die Rotorkühlkanäle (5) von dem Kühlfluid (11) mittels der Kühlmittelpumpe (10) entleert werden.

2. Rotoranordnung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Förderzustand (14) der Kühlmittelpumpe (10) beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 50-300 1/min von der Steuereinheit (12) deaktiviert wird.

3. Rotoranordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Förderzustand (16) der Kühlmittelpumpe (10) beim Erreichen einer Rotordrehzahl zwischen 50-300 1/min von der Steuereinheit (12) deaktiviert wird.

4. Rotoranordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem dritten Förderzustand (18) der Kühlmittelpumpe (10) diese in eine zur Förderrichtung des Kühlfluids (11) entgegengesetzte Förderrichtung versetzt ist.

5. Rotoranordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor (1) mittels einer bestrombaren Rotorwicklung (19) fremderregbar ist und die Rotoranordnung (1) eine Rotorstromversorgung (24) zur Bestromung der Rotorwicklung (19) aufweist.

6. Rotoranordnung (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
beim Vorliegen des ersten Förderzustandes (14) der Kühlmittelpumpe (10) die Rotorwicklung (19) des Rotors (1) unbestromt ist.

7. Rotoranordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Rotorwelle (7) an wenigstens einem Wälzlager (20) drehbar gelagert ist, wobei der Kühlkreislauf (8) durch das Wälzlager (20) geführt ist.

8. Elektrische Maschine (2) umfassend eine Rotoranordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche.

9. Verfahren zur Steuerung einer Rotoranordnung (1) einer elektrischen Maschine (2) eines Antriebsstrangs (3) eines Kraftfahrzeugs (4) umfassend

- einen Rotor (5) mit einem Rotorkörper (6), der drehfest auf einer Rotorwelle (7) angeordnet ist,
- einen Kühlkreislauf (8), welcher abschnittsweise durch den Rotor (5) verläuft, wobei der Kühlkreislauf (8) im Rotorkörper (6) eine Mehrzahl umfänglich verteilt angeordneter und sich in axialer Richtung durch den Rotorkörper (6) erstreckender Rotorkühlkanäle (9) aufweist,
- eine in dem Kühlkreislauf (8) angeordnete Kühlmittelpumpe (10), welche ein Kühlfluid (11) durch den Kühlkreislauf (8) fördert
- eine Steuereinheit (12) zur Steuerung der Kühlmittelpumpe (10)

wobei die Steuereinheit (12) konfiguriert ist, die folgenden Verfahrensschritte auszuführen:

**a)** Versetzen der Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines ersten Anfahrsignals (13) vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors (5) aus dem Stillstand in einen ersten Förderzustand (14), durch den die Rotorkühlkanäle (9) mit dem Kühlfluid (11) geflutet werden, und/oder

**b)** Bewirken einer Erwärmung des Rotorkörpers beim Vorliegen eines zweiten Anfahrsignals (13) vor und/oder beim Hochdrehen des Rotors (5) aus dem Stillstand, und/oder

**c)** Versetzen der Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines ersten Auslaufsignals (15) vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors (5) in den Stillstand in einen zweiten Förderzustand (16), durch den die Rotorkühlkanäle (9) von dem Kühlfluid (8) zentrifugalkraft- und/oder schwerkraftbwirkt entleert werden, und/oder

d) Versetzen der Kühlmittelpumpe (10) beim Vorliegen eines zweiten Auslaufsignals (17) vor und/oder beim Herunterdrehen des Rotors (5) in den Stillstand in einen dritten Förderzustand (18), durch den die Rotorkühlkanäle (9) von dem Kühlfluid (11) mittels der Kühlmittelpumpe (10) entleert werden.

10. Computerprogrammprodukt, das auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, oder Computer-Datensignal, verkörpert durch eine elektromagnetische Welle, mit einem Computerprogrammcode, der geeignet ist zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 9.

11. Steuereinheit (12) zur Steuerung einer Rotoranordnung (1), umfassend einen Prozessor (21) und einen Speicher (22), der einen Computerprogrammcode enthält, wobei der Speicher und der Computerprogrammcode konfiguriert sind, mit dem Prozessor (21), die Steuereinheit (9) zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 9 zu veranlassen.

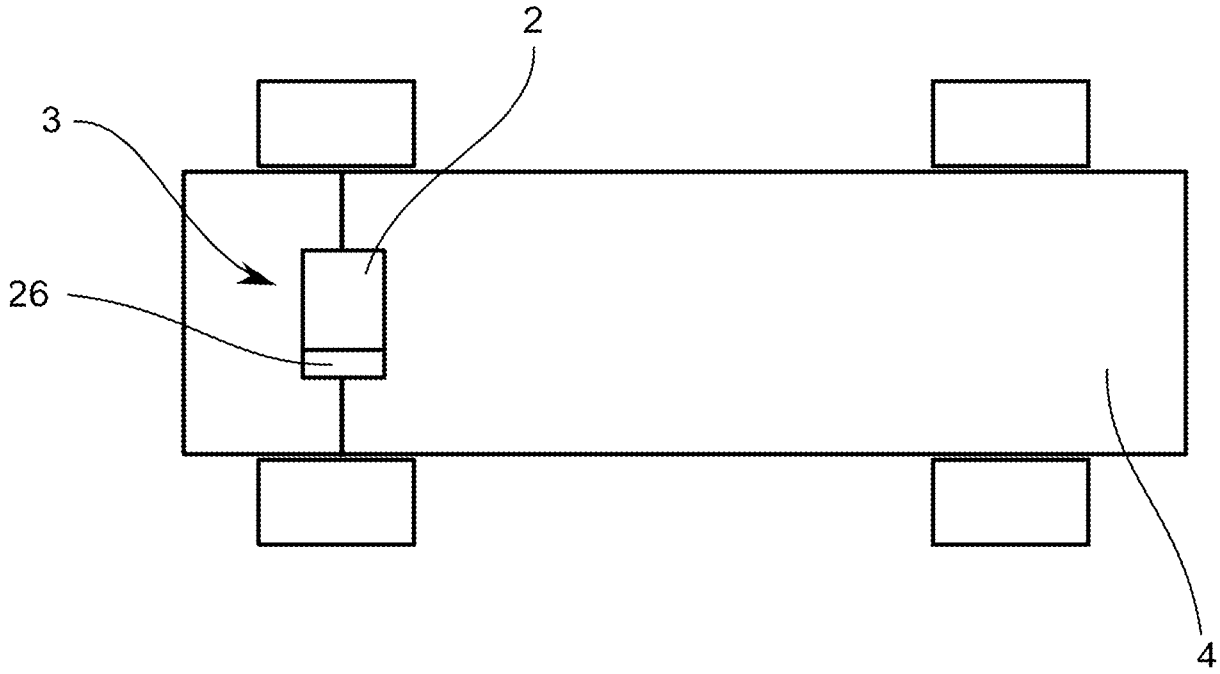



**Fig. 1**

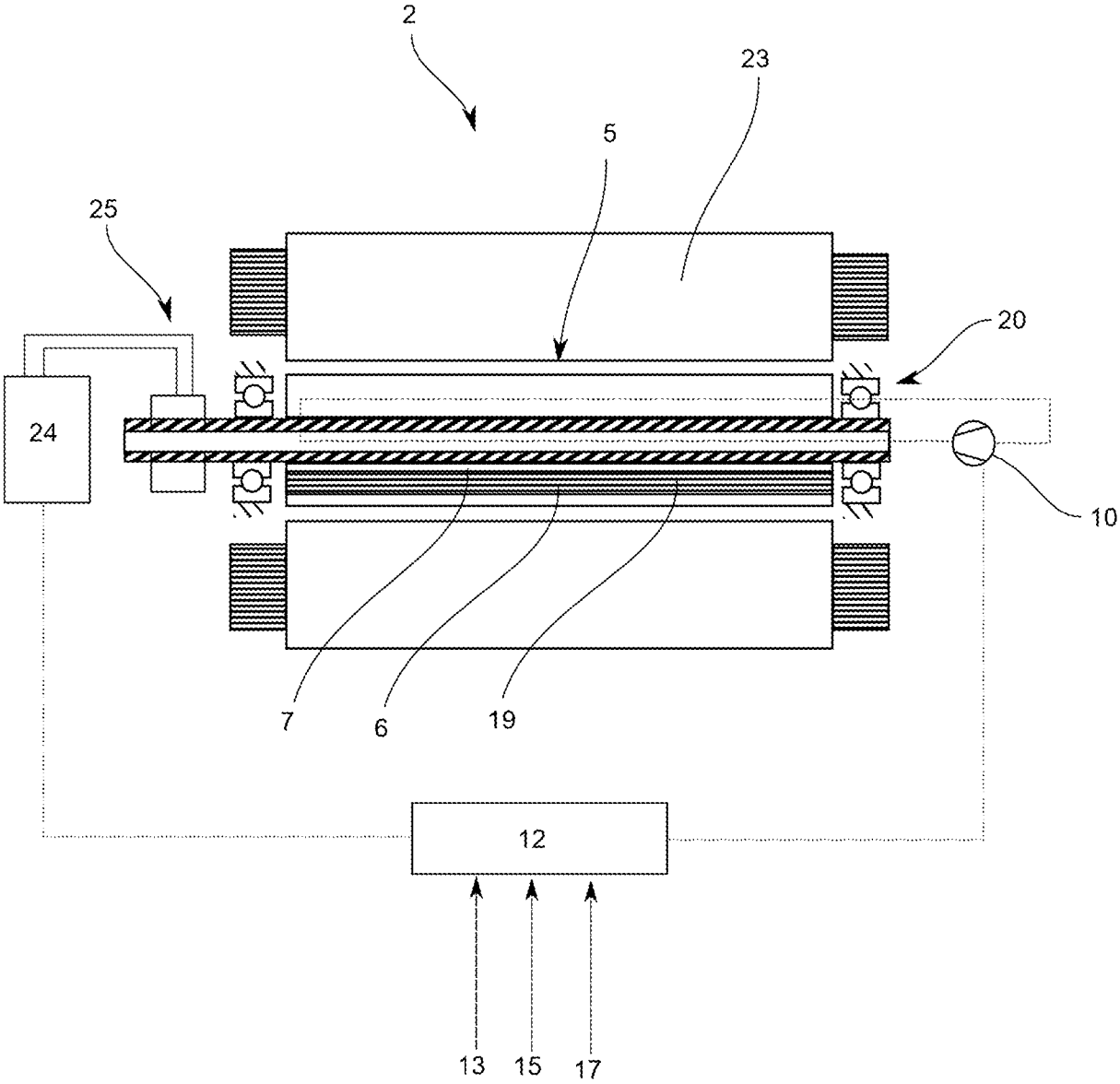



**Fig. 2**

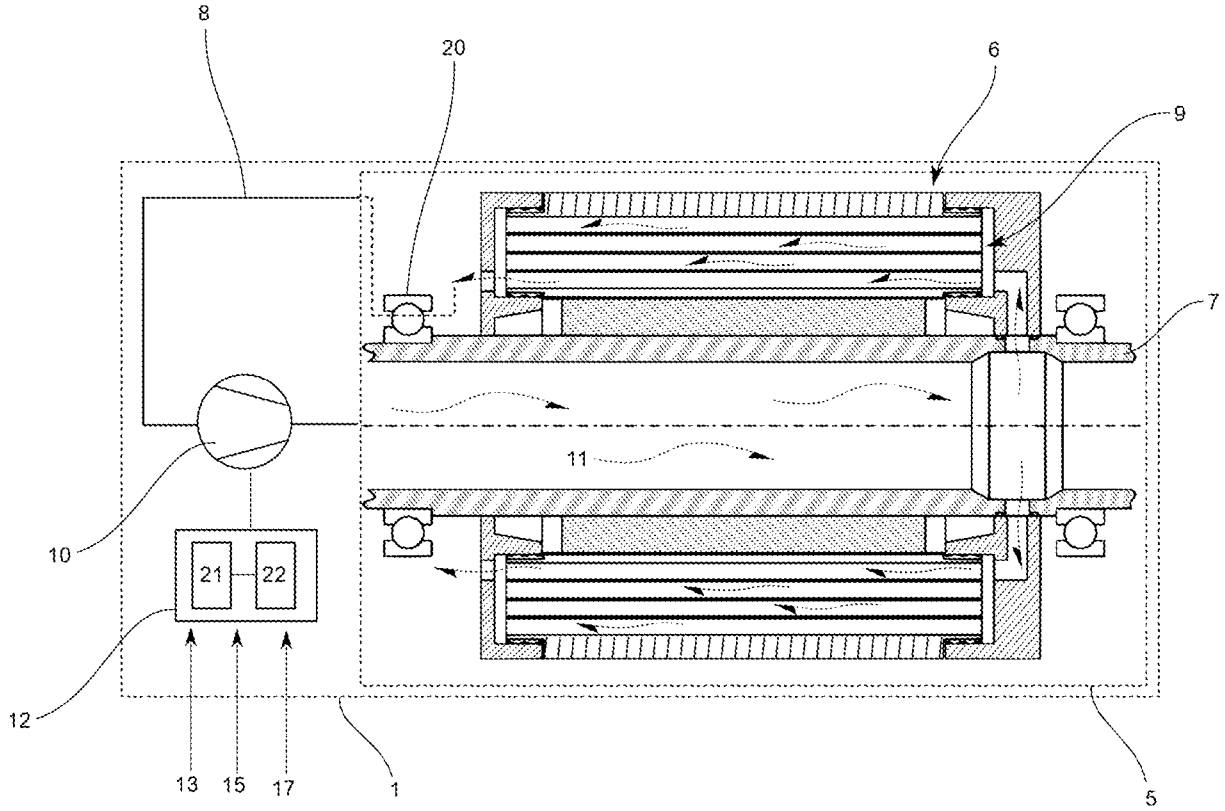



Fig. 3

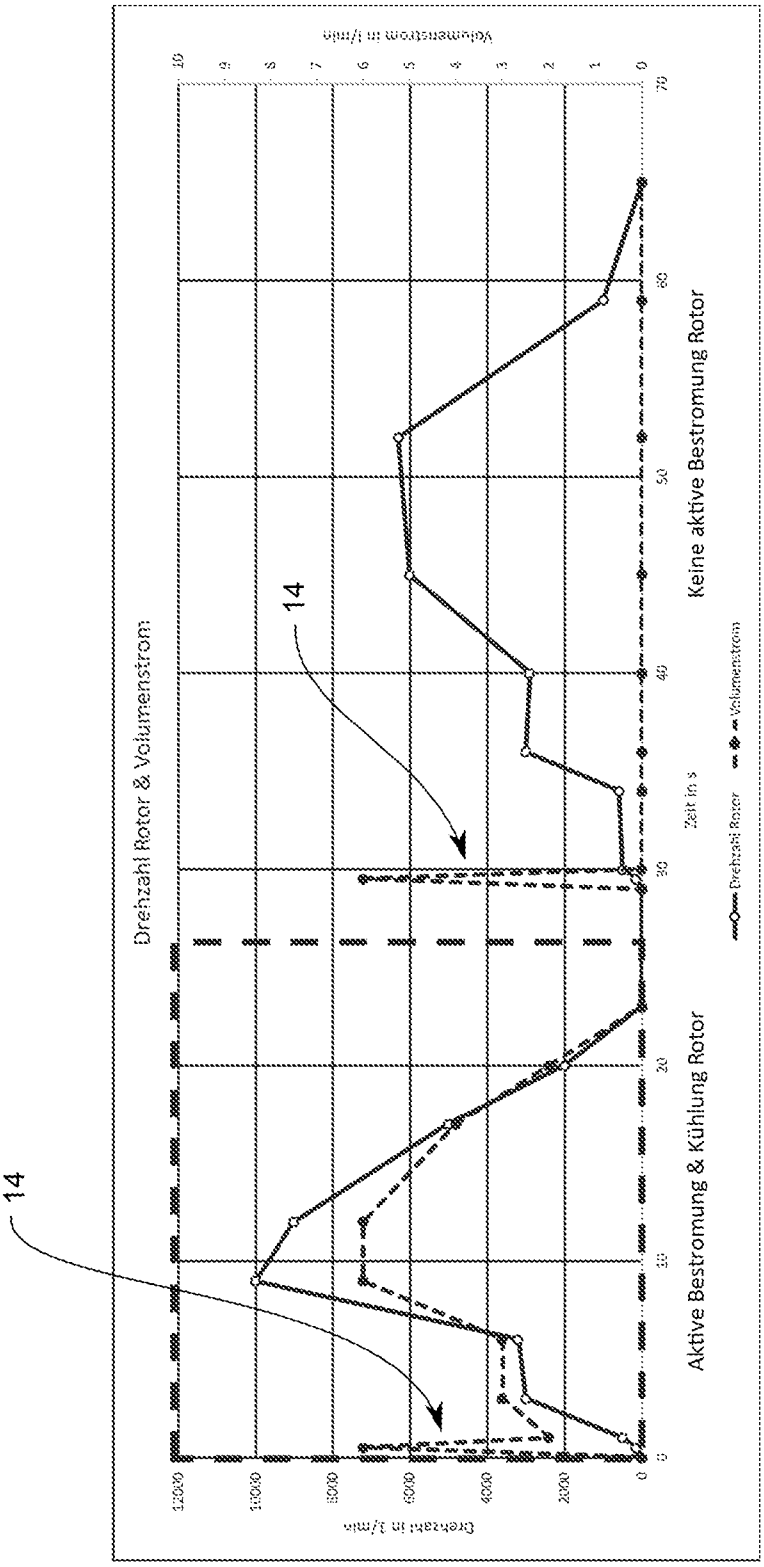

Drehzahl Rotor & Volumenstrom
Drehzahl in 1/min
Volumenstrom in l/min
Zeit in s
Drehzahl Rotor
Volumenstrom
Aktive Bestromung & Kühlung Rotor
Keine aktive Bestromung Rotor
14
14

Fig. 4

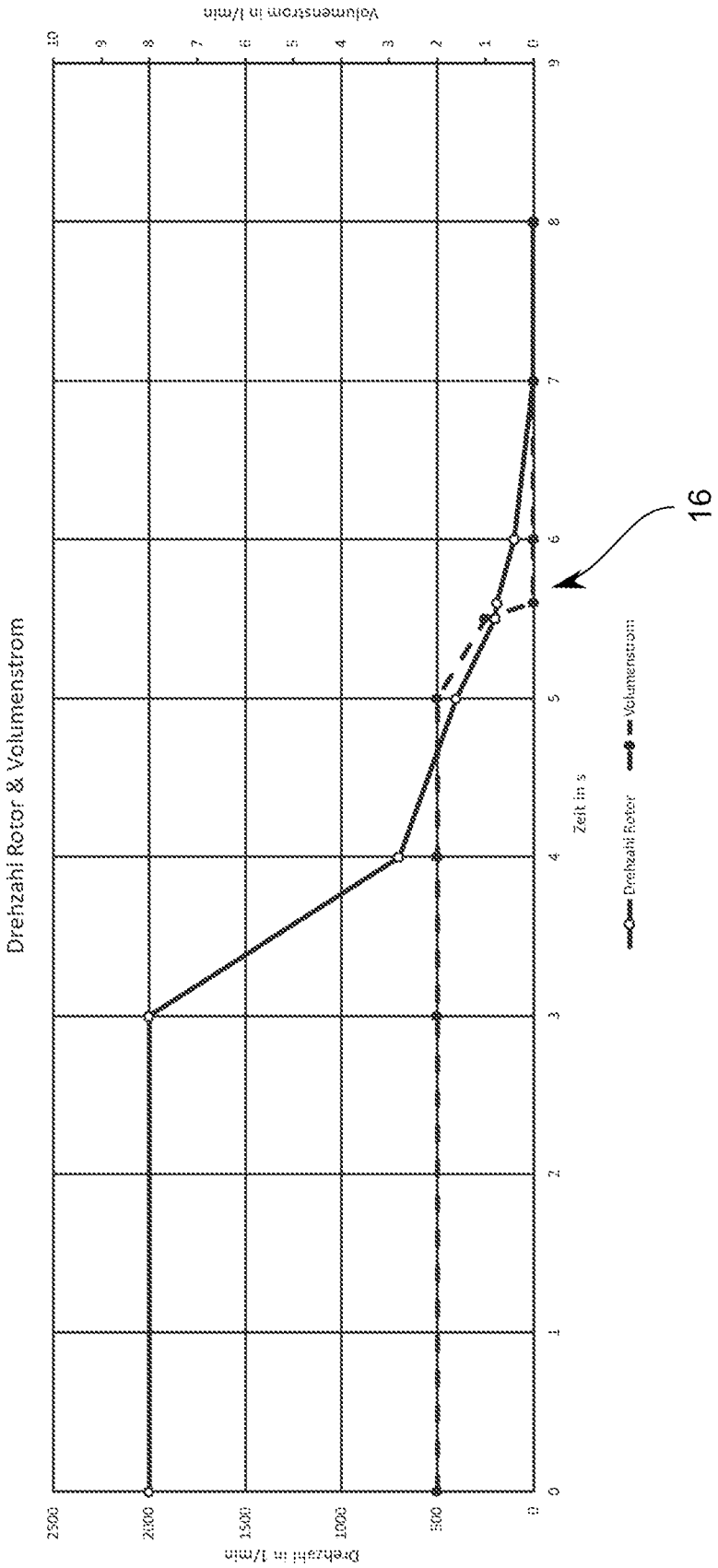

Drehzahl Rotor & Volumenstrom
Drehzahl in 1/min
Volumenstrom in l/min
Zeit in s
Drehzahl Rotor
Volumenstrom
16

Fig. 5

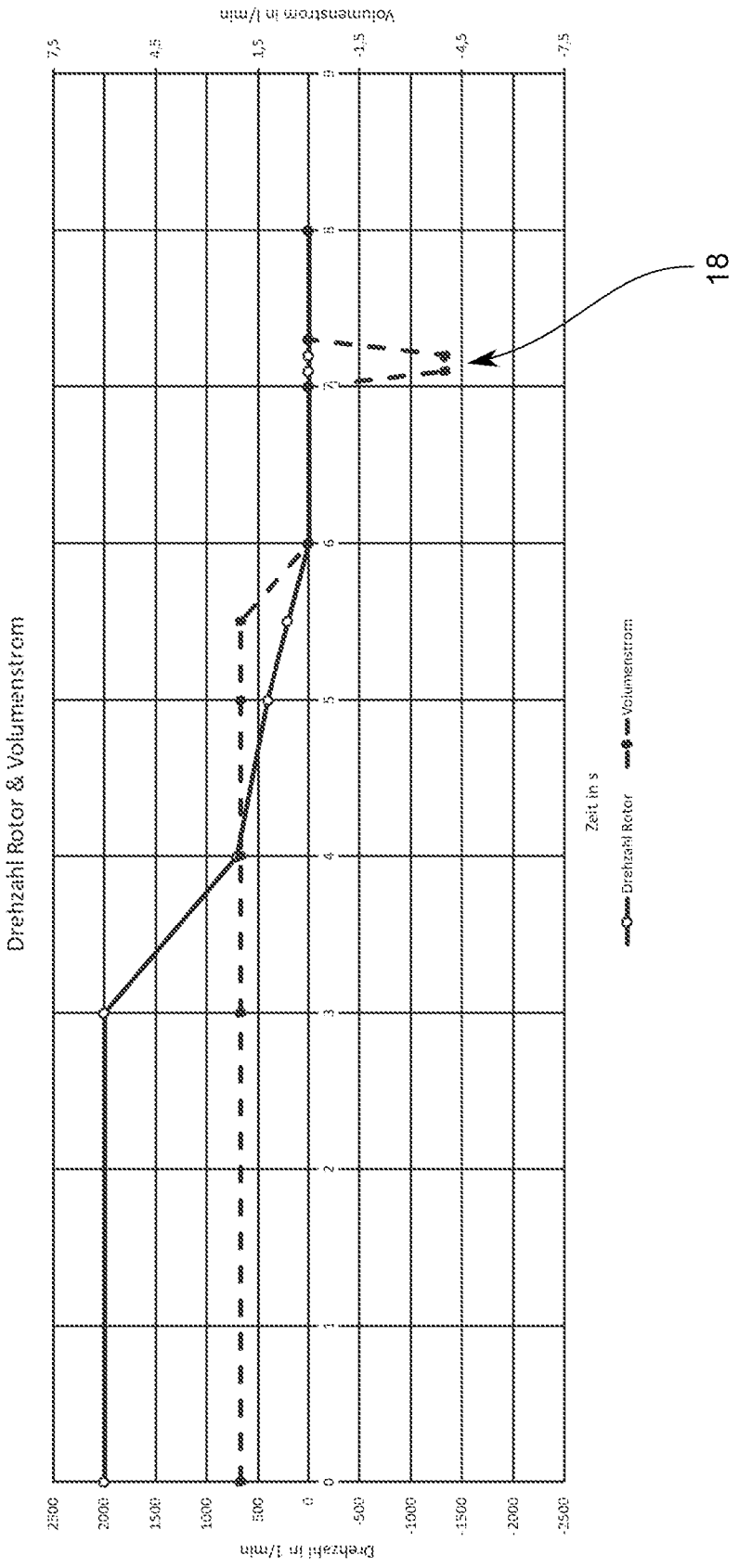

Drehzahl Rotor & Volumenstrom
Drehzahl in 1/min
Volumenstrom in l/min
Zeit in s
Drehzahl Rotor
Volumenstrom
18

Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/DE2024/100517**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***H02K 1/32***(2006.01)i; ***H02K 9/19***(2006.01)i; ***H02K 15/12***(2006.01)i; ***H02K 19/10***(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)

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>Y | US 2018241288 A1 (MURAKAMI TADASHI [JP] ET AL) 23 August 2018 (2018-08-23)<br>figures 1-4<br>paragraphs [0008], [0020], [0022], [0023], [0029] | 1-3,8-11<br>4, 5, 7 |
| A | US 2020350796 A1 (YANG BOZHI [US] ET AL) 05 November 2020 (2020-11-05)<br>figure 7<br>paragraph [0046] | 1 |
| A | DE 102018101641 B3 (PORSCHE AG [DE]) 24 January 2019 (2019-01-24)<br>figure 1<br>claim 12 | 1 |
| A | DE 102022209152 A1 (DANA LTD [US]) 09 March 2023 (2023-03-09)<br>figures 2,3B<br>paragraphs [0001], [0025], [0032] | 1 |
| Y | WO 2023006216 A1 (GKN AUTOMOTIVE LTD [GB]) 02 February 2023 (2023-02-02)<br>figures 1, 4<br>page 3 | 4 |

☑ 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 |
|---|---|
| **27 September 2024** | **10 October 2024** |

| Name and mailing address of the ISA/EP | Authorized officer |
|---|---|
| **European Patent Office**<br>**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**<br>**Netherlands (Kingdom of the)**<br>Telephone No. **(+31-70)340-2040**<br>Facsimile No. **(+31-70)340-3016** | **Le Chenadec, Hervé**<br>Telephone No. |

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | DE 102021212153 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 27 April 2023 (2023-04-27) | 5 |
| A | figure 1 | 6 |
| | paragraphs [0001], [0015] - [0017], [0025] | |
| Y | DE 102022107260 A1 (NIDEC CORP [JP]) 06 October 2022 (2022-10-06) | 7 |
| | figure 2 | |
| | paragraphs [0061], [0066] | |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/DE2024/100517**

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| US | 2018241288 | A1 | 23 August 2018 | CN | 108141108 | A | 08 June 2018 |
| | | | | DE | 112015007075 | T5 | 26 July 2018 |
| | | | | JP | 6452840 | B2 | 16 January 2019 |
| | | | | JP | WO2017072874 | A1 | 18 January 2018 |
| | | | | US | 2018241288 | A1 | 23 August 2018 |
| | | | | WO | 2017072874 | A1 | 04 May 2017 |
| US | 2020350796 | A1 | 05 November 2020 | CN | 109314443 | A | 05 February 2019 |
| | | | | CN | 109314444 | A | 05 February 2019 |
| | | | | CN | 109314445 | A | 05 February 2019 |
| | | | | EP | 3465886 | A1 | 10 April 2019 |
| | | | | EP | 3465887 | A1 | 10 April 2019 |
| | | | | EP | 3465889 | A1 | 10 April 2019 |
| | | | | EP | 4274006 | A2 | 08 November 2023 |
| | | | | HU | E053732 | T2 | 28 July 2021 |
| | | | | HU | E060485 | T2 | 28 March 2023 |
| | | | | HU | E063837 | T2 | 28 February 2024 |
| | | | | JP | 6869265 | B2 | 12 May 2021 |
| | | | | JP | 6885971 | B2 | 16 June 2021 |
| | | | | JP | 7012031 | B2 | 27 January 2022 |
| | | | | JP | 2019517765 | A | 24 June 2019 |
| | | | | JP | 2019517766 | A | 24 June 2019 |
| | | | | JP | 2019518408 | A | 27 June 2019 |
| | | | | KR | 20190015490 | A | 13 February 2019 |
| | | | | KR | 20190015509 | A | 13 February 2019 |
| | | | | KR | 20190016549 | A | 18 February 2019 |
| | | | | PL | 3465886 | T3 | 09 January 2023 |
| | | | | PL | 3465887 | T3 | 04 March 2024 |
| | | | | PL | 3465889 | T3 | 25 October 2021 |
| | | | | US | 2018083509 | A1 | 22 March 2018 |
| | | | | US | 2018083515 | A1 | 22 March 2018 |
| | | | | US | 2018091012 | A1 | 29 March 2018 |
| | | | | US | 2020350796 | A1 | 05 November 2020 |
| | | | | US | 2021367467 | A1 | 25 November 2021 |
| | | | | WO | 2017214232 | A1 | 14 December 2017 |
| | | | | WO | 2017214234 | A1 | 14 December 2017 |
| | | | | WO | 2017214239 | A1 | 14 December 2017 |
| DE | 102018101641 | B3 | 24 January 2019 | NONE | | | |
| DE | 102022209152 | A1 | 09 March 2023 | CN | 115765315 | A | 07 March 2023 |
| | | | | DE | 102022209152 | A1 | 09 March 2023 |
| | | | | US | 2023071523 | A1 | 09 March 2023 |
| | | | | US | 2024106304 | A1 | 28 March 2024 |
| WO | 2023006216 | A1 | 02 February 2023 | CN | 117677516 | A | 08 March 2024 |
| | | | | DE | 112021008055 | T5 | 04 July 2024 |
| | | | | JP | 2024528914 | A | 01 August 2024 |
| | | | | US | 2024271692 | A1 | 15 August 2024 |
| | | | | WO | 2023006216 | A1 | 02 February 2023 |
| DE | 102021212153 | A1 | 27 April 2023 | CN | 118302935 | A | 05 July 2024 |
| | | | | DE | 102021212153 | A1 | 27 April 2023 |
| | | | | WO | 2023072455 | A1 | 04 May 2023 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/DE2024/100517**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| DE 102022107260 A1 | 06 October 2022 | CN 115149736 A | 04 October 2022 |
| | | DE 102022107260 A1 | 06 October 2022 |
| | | JP 2022154736 A | 13 October 2022 |
| | | US 2022321050 A1 | 06 October 2022 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2024/100517

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**
INV. H02K1/32 H02K9/19 H02K15/12 H02K19/10
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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X<br>Y | US 2018/241288 A1 (MURAKAMI TADASHI [JP] ET AL) 23. August 2018 (2018-08-23)<br>Abbildungen 1-4<br>Absätze [0008], [0020], [0022], [0023], [0029] | 1-3,8-11<br>4,5,7 |
| A | US 2020/350796 A1 (YANG BOZHI [US] ET AL) 5. November 2020 (2020-11-05)<br>Abbildung 7<br>Absatz [0046] | 1 |
| A | DE 10 2018 101641 B3 (PORSCHE AG [DE]) 24. Januar 2019 (2019-01-24)<br>Abbildung 1<br>Anspruch 12 | 1 |

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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 |
|---|---|
| 27. September 2024 | 10/10/2024 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Le Chenadec, Hervé |

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2024/100517

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| A | DE 10 2022 209152 A1 (DANA LTD [US])<br>9. März 2023 (2023-03-09)<br>Abbildungen 2,3B<br>Absätze [0001], [0025], [0032] | 1 |
| Y | WO 2023/006216 A1 (GKN AUTOMOTIVE LTD [GB]) 2. Februar 2023 (2023-02-02)<br>Abbildungen 1,4<br>Seite 3 | 4 |
| Y | DE 10 2021 212153 A1 (MAHLE INT GMBH [DE])<br>27. April 2023 (2023-04-27) | 5 |
| A | Abbildung 1<br>Absätze [0001], [0015] - [0017], [0025] | 6 |
| Y | DE 10 2022 107260 A1 (NIDEC CORP [JP])<br>6. Oktober 2022 (2022-10-06)<br>Abbildung 2<br>Absätze [0061], [0066] | 7 |

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2024/100517

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2018241288 A1 | 23-08-2018 | CN 108141108 A | 08-06-2018 |
| | | DE 112015007075 T5 | 26-07-2018 |
| | | JP 6452840 B2 | 16-01-2019 |
| | | JP WO2017072874 A1 | 18-01-2018 |
| | | US 2018241288 A1 | 23-08-2018 |
| | | WO 2017072874 A1 | 04-05-2017 |
| US 2020350796 A1 | 05-11-2020 | CN 109314443 A | 05-02-2019 |
| | | CN 109314444 A | 05-02-2019 |
| | | CN 109314445 A | 05-02-2019 |
| | | EP 3465886 A1 | 10-04-2019 |
| | | EP 3465887 A1 | 10-04-2019 |
| | | EP 3465889 A1 | 10-04-2019 |
| | | EP 4274006 A2 | 08-11-2023 |
| | | HU E053732 T2 | 28-07-2021 |
| | | HU E060485 T2 | 28-03-2023 |
| | | HU E063837 T2 | 28-02-2024 |
| | | JP 6869265 B2 | 12-05-2021 |
| | | JP 6885971 B2 | 16-06-2021 |
| | | JP 7012031 B2 | 27-01-2022 |
| | | JP 2019517765 A | 24-06-2019 |
| | | JP 2019517766 A | 24-06-2019 |
| | | JP 2019518408 A | 27-06-2019 |
| | | KR 20190015490 A | 13-02-2019 |
| | | KR 20190015509 A | 13-02-2019 |
| | | KR 20190016549 A | 18-02-2019 |
| | | PL 3465886 T3 | 09-01-2023 |
| | | PL 3465887 T3 | 04-03-2024 |
| | | PL 3465889 T3 | 25-10-2021 |
| | | US 2018083509 A1 | 22-03-2018 |
| | | US 2018083515 A1 | 22-03-2018 |
| | | US 2018091012 A1 | 29-03-2018 |
| | | US 2020350796 A1 | 05-11-2020 |
| | | US 2021367467 A1 | 25-11-2021 |
| | | WO 2017214232 A1 | 14-12-2017 |
| | | WO 2017214234 A1 | 14-12-2017 |
| | | WO 2017214239 A1 | 14-12-2017 |
| DE 102018101641 B3 | 24-01-2019 | KEINE | |
| DE 102022209152 A1 | 09-03-2023 | CN 115765315 A | 07-03-2023 |
| | | DE 102022209152 A1 | 09-03-2023 |
| | | US 2023071523 A1 | 09-03-2023 |
| | | US 2024106304 A1 | 28-03-2024 |
| WO 2023006216 A1 | 02-02-2023 | CN 117677516 A | 08-03-2024 |
| | | DE 112021008055 T5 | 04-07-2024 |
| | | JP 2024528914 A | 01-08-2024 |
| | | US 2024271692 A1 | 15-08-2024 |
| | | WO 2023006216 A1 | 02-02-2023 |
| DE 102021212153 A1 | 27-04-2023 | CN 118302935 A | 05-07-2024 |
| | | DE 102021212153 A1 | 27-04-2023 |
| | | WO 2023072455 A1 | 04-05-2023 |
| DE 102022107260 A1 | 06-10-2022 | CN 115149736 A | 04-10-2022 |
| | | DE 102022107260 A1 | 06-10-2022 |
| | | JP 2022154736 A | 13-10-2022 |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100517

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| | | US 2022321050 A1 | 06-10-2022 |