



(10) **DE 11 2020 000 309 T5** 2021.09.30

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/158312**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 000 309.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/000228**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.01.2020**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.08.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.09.2021**

(51) Int Cl.: **B60K 7/00 (2006.01)**  
**H02K 9/19 (2006.01)**  
**B60L 50/50 (2019.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2019-015116**      **31.01.2019**    **JP**

(71) Anmelder:  
**Hitachi Astemo, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP**

(74) Vertreter:  
**Manitz Finsterwald Patent- und  
Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336  
München, DE**

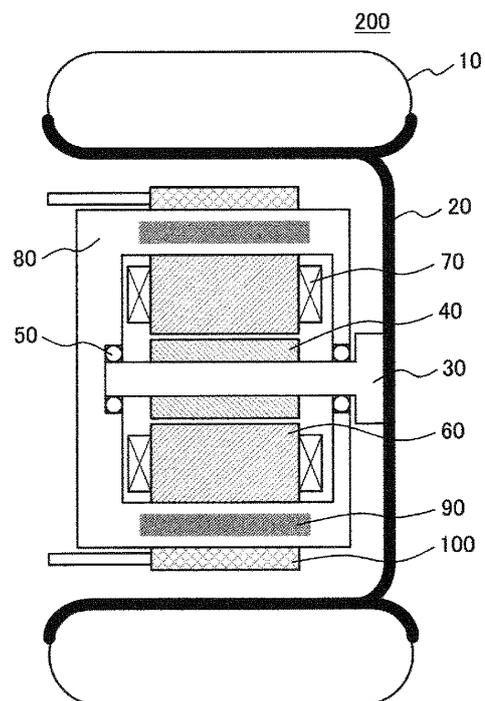
(72) Erfinder:  
**Araki, Takahiro, Tokyo, JP; Nakatsu, Kinya,  
Tokyo, JP; Nakamura, Takayoshi, Tokyo, JP;  
Namba, Akihiro, Tokyo, JP; Ooiwa, Hiroyuki,  
Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Miyazaki, Hideki,  
Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **RADANTRIEBSVORRICHTUNG UND ELEKTRISCHES FAHRZEUG, DAS DAMIT AUSGESTATTET IST**

(57) Zusammenfassung: Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Radantriebsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, einen Temperaturanstieg in einem Elektromotor und einer Leistungsumwandlungsvorrichtung zu unterdrücken und das Auftreten eines Ausfalls eines elektrischen Bauteils zu unterdrücken. Es werden bereitgestellt: ein Elektromotor mit einem Stator 60 und einem Rotor 40; ein Statorhalter 80, der den Stator 60 hält; eine Leistungsumwandlungsvorrichtung 100, die dem Elektromotor zugeführte Leistung umwandelt; und ein Rad, das den Elektromotor, den Statorhalter 80 und die Leistungsumwandlungsvorrichtung 100 an der inneren Umfangsseite aufnimmt. Der Statorhalter 80 enthält einen Strömungsweg 90, durch den ein Kühlmedium fließt. Der Strömungsweg 90 ist zwischen dem Stator 60 und der Leistungsumwandlungsvorrichtung 100 angeordnet.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radantriebsvorrichtung, bei der ein Elektromotor in einem Rad montiert ist, und ein Elektrofahrzeug, das damit ausgestattet ist.

## Technischer Hintergrund

**[0002]** Es besteht eine Nachfrage für den Einbau von elektrischen Antriebssystemen von Hybridfahrzeugen oder einem Elektrofahrzeug in ein Rad, um den Fahrzeuginnenraum zu erweitern. Als Reaktion auf eine solche Nachfrage wurde eine Technik zur Montage eines Elektromotors und einer Leistungsumwandlungsvorrichtung in einem Rad vorgeschlagen. Ein Beispiel für eine solche Technik ist PTL 1.

**[0003]** In PTL 1 enthält ein Elektromotor einen Stator und einen Rotor, die in einem Radabschnitt bereitgestellt sind. Eine Umrichtervorrichtung, die eine rotierende Maschine mit Strom versorgt, ist in dem Radabschnitt bereitgestellt. Der Stator und der Rotor bilden eine Ringform, und die Umrichtervorrichtung ist in einem innerhalb der Ringform gebildeten Raumabschnitt bereitgestellt. Die Umrichtervorrichtung ist mit einer wärmeabstrahlenden Platte versehen, so dass von der Umrichtervorrichtung erzeugte Wärme durch die wärmeabstrahlende Platte nach außen abgeleitet wird.

## Zitierliste

## Patentliteratur

**[0004]** PTL 1: JP 2014-213622 A

## Zusammenfassung der Erfindung

## Technisches Problem

**[0005]** In dem Fall, dass der Elektromotor und die Umrichtervorrichtung in dem Radabschnitt bereitgestellt sind, erzeugt nicht nur die Umrichtervorrichtung, sondern auch der Elektromotor Wärme, und daher ist es notwendig, zusätzlich zu der Umrichtervorrichtung auch den Elektromotor zu kühlen. Wenn der Elektromotor nicht ausreichend gekühlt wird, steigt eine Temperatur der Umrichtervorrichtung aufgrund der von dem Elektromotor erzeugten Wärme an, was die Lebensdauer eines elektrischen Bauteils verkürzen oder einen Ausfall verursachen kann. Bei der in PTL 1 beschriebenen Technik wird die Umrichtervorrichtung durch ein Luftkühlssystem unter Verwendung der wärmeabstrahlenden Platte gekühlt, aber die Kühlleistung für die erzeugte Wärmemenge einschließlich der Kühlung des Elektromotors ist unzureichend, was

die Lebensdauer des elektrischen Bauteils verkürzen und einen Ausfall verursachen kann.

**[0006]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Radantriebsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, einen Temperaturanstieg in einem Elektromotor und einer Leistungsumwandlungsvorrichtung zu unterdrücken und das Auftreten eines Ausfalls eines elektrischen Bauteils zu unterdrücken.

## Lösung des Problems

**[0007]** Um das obige Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung eine Radantriebsvorrichtung bereit, die umfasst: einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor; einen Statorhalter, der den Stator hält; eine Leistungsumwandlungsvorrichtung, die dem Elektromotor zugeführte Leistung umwandelt; und ein Rad, das den Elektromotor, den Statorhalter und die Leistungsumwandlungsvorrichtung an einer inneren Umfangsseite aufnimmt, wobei der Statorhalter einen von einem Kühlmedium durchströmten Strömungsweg umfasst und der Strömungsweg zwischen dem Stator und der Leistungsumwandlungsvorrichtung angeordnet ist.

## Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Radantriebsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, den Temperaturanstieg in dem Elektromotor und in der Leistungsumwandlungsvorrichtung zu unterdrücken und das Auftreten des Ausfalls eines elektrischen Bauteils zu unterdrücken.

## Figurenliste

**[Fig. 1]** Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[Fig. 2]** Fig. 2 ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[Fig. 3]** Fig. 3 ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[Fig. 4]** Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[Fig. 5]** Fig. 5 ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[Fig. 6]** **Fig. 6** ist ein Diagramm, das eine Skizze eines Elektrofahrzeugs zeigt, das mit einer Radantriebsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist.

#### Beschreibung der Ausführungsformen

**[0009]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Indes ist die vorliegende Erfindung nicht so aufzufassen, dass sie auf die Ausführungsformen beschränkt ist, und eine technische Idee der vorliegenden Erfindung kann durch die Kombination von anderen bekannten Bestandteilen umgesetzt werden. Im Übrigen werden die gleichen Elemente in den jeweiligen Zeichnungen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die redundante Beschreibung derselben wird weggelassen. In jeder Ausführungsform bedeutet eine axiale Richtung die gleiche Richtung wie die einer Drehwelle **30**, und eine radiale Richtung bedeutet eine Richtung orthogonal zu der Drehwelle **30**.

#### Erste Ausführungsform

**[0010]** Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. **Fig. 1** ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In **Fig. 1** umfasst ein Elektromotor: die Drehwelle **30**; einen Rotor **40**, der an der Drehwelle **30** befestigt ist; ein Lager **50**, das beide Enden der Drehwelle **30** drehbar lagert; einen Stator **60**, der an der äußeren Umfangsseite des Rotors **40** angeordnet ist; eine Spule **70**, die an eine Nut des Stators **60** gewickelt ist; und einen Statorhalter **80**, der den Stator **60** hält und eine äußere Hülle des Elektromotors ausbildet, und auf der inneren Umfangsseite (innen in der radialen Richtung) eines Rades **20** angeordnet ist. Mit diesen Konfigurationen ist eine Radantriebsvorrichtung **200** konfiguriert.

**[0011]** An der radialen Außenseite (Außenumfangsseite) des Rades **20** ist ein Reifen **10** befestigt. Das Rad **20** ist an einer Seitenfläche in Drehachsenrichtung der Drehwelle **30** durch einen Bolzen, eine Mutter o. ä. befestigt.

**[0012]** Die Drehwelle **30** ist durch das Lager **50** gelagert und dreht sich in Umfangsrichtung. Der Rotor **40**, der aus einem magnetischen Material, wie z. B. einem elektromagnetischen Stahlblech besteht und in radialer Richtung an der Drehwelle **30** angebracht ist, und der Stator **60** sind konzentrisch angeordnet.

**[0013]** Der Stator **60** wird durch den Statorhalter **80** gehalten. Die Spule **70** wird durch Wickeln eines elek-

trischen Leiters, z. B. eines Kupferdrahtes, um einen Zahnabschnitt des Stators **60** herum ausgebildet.

**[0014]** Eine Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** ist an dem Statorhalter **80** angebracht, und ein Ausgangsanschluss der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** ist mit einem Anschluss der Spule **70** verbunden.

**[0015]** Ein Eingangsanschluss der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** ist mit einer Batterie (nicht dargestellt) verbunden, und die Batterie liefert die elektrische Energie, die zum Antrieb des Elektromotors erforderlich ist. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** wandelt von der Batterie gelieferte Energie von Gleichstrom in Wechselstrom um und liefert die umgewandelte Energie an den Elektromotor. Im Elektromotor wird der durch die Spule **70** fließende Strom durch eine Steuerungsvorrichtung (nicht abgebildet) gesteuert, und der Stator **60** erzeugt ein rotierendes Magnetfeld, um in dem Rotor **40** ein Drehmoment zu erzeugen.

**[0016]** Der Statorhalter **80** ist über einen Achsschenkel o. ä. (nicht dargestellt) an einem Fahrzeug befestigt. Der Statorhalter **80** besteht aus Metall, wie z. B. Aluminium mit hervorragender Wärmeleitfähigkeit, und zwischen dem Stator **60** und der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** ist ein zylindrischer Strömungsweg **90** bereitgestellt.

**[0017]** Der Strömungsweg **90** ist mit einem Kühlmedium wie Wasser (Kühlmittel) oder Öl gefüllt, und das Kühlmedium wird von einer Pumpe (nicht abgebildet) umgewälzt. Um eine Temperatur des Kühlmediums niedriger zu halten als die des Stators **60** und der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100**, wird das Kühlmedium durch einen Kühler (nicht abgebildet) oder Ähnliches gekühlt.

**[0018]** In der ersten Ausführungsform ist der Strömungsweg, durch den das Kühlmedium fließt, zwischen dem Stator **60** und der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** bereitgestellt. Gemäß der ersten Ausführungsform wird die von dem Stator **60** und der Spule **70** erzeugte Wärme durch das durch den Strömungsweg **90** fließende Kühlmedium gekühlt, bevor sie über den Statorhalter **80** an die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100** übertragen wird, und somit ist es möglich, den Elektromotor zu kühlen und einen Temperaturanstieg in der Leistungsumwandlungsvorrichtung zu unterdrücken.

#### Zweite Ausführungsform

**[0019]** Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. **Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfin-

ung zeigt. Die gleichen Konfigurationen wie in der ersten Ausführungsform werden durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die detaillierte Beschreibung davon wird weggelassen. In der Radantriebsvorrichtung **200** der zweiten Ausführungsform ist ein Strömungsweg **90a** an einer Umfangsfläche eines Statorhalters **80a** ausgebildet. Am Außenumfang des Statorhalters **80a** ist ein konkaver Abschnitt **81** ausgebildet, der in Umfangsrichtung im Wesentlichen rund ist und von einer Außenumfangsfläche zur radialen Innenseite hin vertieft ist, und an der radialen Außenseite (Außenumfangsseite) des konkaven Abschnitts **81** ist eine Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** angeordnet. Der Außenumfang der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** ist mit einem Gehäuse abgedeckt. Das Gehäuse, das die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** abdeckt, weist in axialer Richtung betrachtet eine Ringform auf, und die innere Umfangsseite (radial innere Seite) des ringförmigen Gehäuses ist so angeordnet, dass sie eine Öffnung des konkaven Abschnitts **81** verschließt und dadurch den Strömungsweg **90a** ausbildet. Das heißt, der Strömungsweg **90a** wird durch den konkaven Abschnitt **81** des Statorhalters **80a** und das Gehäuse der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** ausgebildet. Dann ist der Strömungsweg **90a** so angeordnet, dass eine Kühlfläche der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** in direktem Kontakt mit einem Kühlmedium steht. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** ist nicht über die gesamte Innenseite des Gehäuses angeordnet, sondern ist in ein oder mehrere Teile unterteilt und geeignet in dem Gehäuse angeordnet. Ein Ende, an dem der Statorhalter **80a** und das Gehäuse der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** miteinander in Kontakt kommen, ist mit einem Dichtungsmaterial wie z. B. einem O-Ring abgedichtet, so dass das Kühlmedium nicht ausläuft.

**[0020]** Gemäß der zweiten Ausführungsform steht die Kühlfläche der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** in direktem Kontakt mit dem Kühlmedium, und es ist möglich, eine höhere Kühlwirkung in Bezug auf die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100a** zu erzielen.

### Dritte Ausführungsform

**[0021]** Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 3** ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die gleichen Konfigurationen wie in der ersten Ausführungsform werden durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, und die detaillierte Beschreibung davon wird weggelassen. In der Radantriebsvorrichtung **200** der dritten Ausführungsform weist eine Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** eine Vielzahl von Kühlflächen auf, und die zwei oder

mehr Kühlflächen stehen in direktem Kontakt mit einem Kühlmedium.

**[0022]** Ein Statorhalter **80b** ist mit einem konkaven Abschnitt **82** ausgebildet, der von einem axialen Ende **85** des Statorhalters **80b** zur axial inneren Seite hin ausgespart ist. Der konkave Abschnitt **82** ist ringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Die mit einem Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** ist in den konkaven Abschnitt **82** eingesetzt. Die axiale Länge (Tiefe) des konkaven Abschnitts **82** ist länger (tiefer) als die der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** ausgebildet.

**[0023]** Ein Deckelelement **101**, das größer ist als eine Öffnungsfläche des konkaven Abschnitts **82** am axialen Ende **85** des Statorhalters **80b**, ist an der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** angebracht. Das Deckelelement **101** ist ringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Wenn die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** in den konkaven Abschnitt **82** eingesetzt wird, kommt das Deckelelement **101**, das eine Anschlussfläche der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** ist, in Kontakt mit dem axialen Ende **85** des Statorhalters **80b**, um eine Öffnung des konkaven Abschnitts **82** zu schließen. Ein Ende, an dem der Statorhalter **80b** und das Deckelelement **101** miteinander in Kontakt kommen, ist durch ein Dichtungsmaterial wie einen O-Ring abgedichtet, so dass das Kühlmedium nicht ausläuft. Ein Strömungsweg **90b** wird durch den konkaven Abschnitt **82** des Statorhalters **80b** und das Deckelelement **101** gebildet. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** ist in den Strömungsweg **90b** eingetaucht, und die Umfänge der Kühlflächen der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** sind durch den Strömungsweg **90b** abgedeckt.

**[0024]** Die mit dem Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** ist in ein oder mehrere Teile geteilt und in dem konkaven Abschnitt **82** untergebracht. Die mit dem Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** weist eine Vielzahl von Kühlflächen auf. Wenn das Gehäuse z. B. in einer quadratischen Zylinderform ausgebildet ist, dienen insgesamt fünf Flächen, darunter vier Flächen in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als Kühlflächen, die in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium kommen. Im Fall einer zylindrischen Form dienen insgesamt zwei Flächen, davon eine Fläche in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als Kühlflächen, die mit dem Kühlmedium direkt in Kontakt kommen. Daher sind mindestens zwei oder mehr Kühlflächen in direktem Kontakt mit dem Kühlmedium in der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b**.

**[0025]** Gemäß der dritten Ausführungsform verringern sich Kontaktflächen zwischen dem Statorhal-

ter **80b** und der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b**, und somit ist es möglich, die über den Statorhalter **80b** auf die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** übertragene Wärme weiter zu reduzieren. Außerdem vergrößern sich die Kontaktflächen zwischen der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** und dem Kühlmedium, so dass die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100b** eine höhere Kühlwirkung erzielen kann.

#### Vierte Ausführungsform

**[0026]** Als nächstes wird eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. **Fig. 4** ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In der ersten bis dritten Ausführungsform wurde als Beispiel zwar ein Typ mit Innenrotor angegeben, aber in der vierten Ausführungsform ist ein Typ mit Außenrotor als Beispiel angegeben. In der vierten Ausführungsform ist ein an einem Statorhalter **80c** angeordneter Stator **60c** so angeordnet, dass er in Kontakt mit einer äußeren Umfangsfläche des Statorhalters **80c** auf der radial äußeren Seite kommt. Ein Rotor **40c** ist innerhalb eines Rades **20c** befestigt und liegt dem Stator **60c** gegenüber. Eine drehbare Welle **30c** ist an dem Rad **20c** befestigt und wird über das Lager **50** von dem Statorhalter **80c** gehalten.

**[0027]** Der Statorhalter **80c** ist mit einem konkaven Abschnitt **83** ausgebildet, der von einem axialen Ende **86** des Statorhalters **80c** aus zu der axial inneren Seite hin ausgespart ist. Der konkave Abschnitt **83** ist kreisringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Der konkave Abschnitt **83** ist an der inneren Umfangsseite (radial innere Seite) des Stators **60c** bereitgestellt. Die mit einem Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** ist in den konkaven Abschnitt **83** eingesetzt. Die axiale Länge (Tiefe) des konkaven Abschnitts **83** ist länger (tiefer) als die der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** ausgebildet.

**[0028]** Ein Deckelelement **102**, das größer ist als eine Öffnungsfläche des konkaven Abschnitts **83** an dem axialen Ende **86** des Statorhalters **80c**, ist an der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** angebracht. Das Deckelelement **102** ist kreisringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Wenn die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** in den konkaven Abschnitt **83** eingesetzt ist, kommt das Deckelelement **102**, das eine Anschlussfläche der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** ist, in Kontakt mit dem axialen Ende **86** des Statorhalters **80c**, um eine Öffnung des konkaven Abschnitts **83** zu schließen. Ein Ende, an dem der Statorhalter **80c** und das Deckelelement **102** miteinander in Kontakt kommen, ist durch ein Dichtungsmaterial wie einen O-Ring abgedichtet, so dass das Kühlmedium nicht ausläuft.

Ein Strömungsweg **90c** wird durch den konkaven Abschnitt **83** des Statorhalters **80c** und das Deckelelement **102** gebildet. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** ist in den Strömungsweg **90c** eingetaucht, und die Umfänge der Kühlflächen der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** sind durch den Strömungsweg **90c** abgedeckt.

**[0029]** Die durch das Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** ist in ein oder mehrere Teile unterteilt und in dem konkaven Abschnitt **83** untergebracht. Die durch das Gehäuse abgedeckte Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** weist eine Vielzahl von Kühlflächen auf. Wenn das Gehäuse beispielsweise in einer quadratischen Zylinderform ausgebildet ist, dienen insgesamt fünf Flächen, darunter vier Flächen in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als Kühlflächen, die in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium kommen. Im Fall einer zylindrischen Form dienen insgesamt zwei Flächen, davon eine Fläche in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als Kühlflächen, die mit dem Kühlmedium direkt in Kontakt kommen. Daher stehen mindestens zwei oder mehr Kühlflächen in der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** in direktem Kontakt mit dem Kühlmedium.

**[0030]** In der vierten Ausführungsform ist der Strömungsweg **90c**, in dem die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** untergebracht ist, auf der inneren Umfangsseite (radial inneren Seite) des Stators **60c** angeordnet, und somit ist eine Strömungsweglänge kürzer als die eines Strömungswegs, der auf der radial äußeren Seite (äußeren Umfangsseite) des Stators angeordnet ist.

**[0031]** Gemäß der vierten Ausführungsform wird eine Umfangslänge des um die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100c** herum konfigurierten Strömungswegs **90c** verkürzt, und die Gesamtlänge des Strömungswegs wird verkürzt, so dass die Menge des Kühlmediums reduziert werden kann.

**[0032]** Es ist zu beachten, dass eine Rotorhalterung, die den Rotor **40c** abdeckt, um das Eindringen von Wasser oder Staub zu verhindern, an der inneren Umfangsseite des Rotors **40c** bereitgestellt sein kann, und dass der Rotor **40c** über die Rotorhalterung von der Drehwelle **30c** oder dem Rad **20c** gehalten werden kann.

#### Fünfte Ausführungsform

**[0033]** Als nächstes wird eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. **Fig. 5** ist ein Diagramm, das eine Skizze einer Radantriebsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Eine Ansicht auf der linken Seite von **Fig. 5** ist eine Ansicht eines Elektromotors und ei-

ner LeistungsumwandlungsVorrichtung bei Betrachtung in axialer Richtung. In der fünften Ausführungsform ist ein Typ mit Außenrotor als Beispiel ähnlich wie die vierte Ausführungsform angegeben. In der fünften Ausführungsform ist ein an einem Statorhalter **80d** angeordneter Stator **60d** so angeordnet, dass er mit einer äußeren Umfangsfläche des Statorhalters **80d** an der radial äußeren Seite in Kontakt kommt. Ein Rotor **40d** ist an der inneren Umfangsseite eines Rades **20d** befestigt, und der Stator **60d** und eine LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** sind an der inneren Umfangsseite des Rotors **40d** angeordnet. Der an der inneren Umfangsseite des Rads **20d** befestigte Rotor **40d** und der an dem Statorhalter **80d** befestigte Stator **60d** liegen einander mit einem Spalt dazwischen gegenüber. Eine Drehwelle **30d** ist an dem Rad **20d** befestigt und wird über das Lager **50** von dem Statorhalter **80d** gehalten.

**[0034]** Der Statorhalter **80d** ist mit einem konkaven Abschnitt **84** ausgebildet, der von einem axialen Ende **87** des Statorhalters **80d** aus zu der axial inneren Seite hin ausgespart ist. Der konkave Abschnitt **84** ist kreisringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Der konkave Abschnitt **84** ist an der inneren Umfangsseite (radial innere Seite) des Stators **60d** bereitgestellt. Die mit einem Gehäuse abgedeckte LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** ist in den konkaven Abschnitt **84** eingesetzt. Die axiale Länge (Tiefe) des konkaven Abschnitts **84** ist länger (tiefer) ausgebildet als die der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d**.

**[0035]** Ein Deckelelement **103**, das größer ist als eine Öffnungsfläche des konkaven Abschnitts **84** an dem axialen Ende **87** des Statorhalters **80d**, ist an der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** angebracht. Das Deckelelement **103** ist kreisringförmig mit der Drehwelle **30** als Zentrum ausgebildet. Wenn die LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** in den konkaven Abschnitt **84** eingesetzt ist, kommt das Deckelelement **103**, das eine Anschlussfläche der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** ist, in Kontakt mit dem axialen Ende **87** des Statorhalters **80d**, um eine Öffnung des konkaven Abschnitts **84** zu schließen. Ein Ende, an dem der Statorhalter **80d** und das Deckelelement **103** miteinander in Kontakt kommen, ist durch ein Dichtungsmaterial wie einen O-Ring abgedichtet, so dass das Kühlmedium nicht ausläuft. Ein erster Strömungsweg **91d** wird durch den konkaven Abschnitt **84** des Statorhalters **80d** und das Deckelelement **103** ausgebildet. Die LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** ist in den ersten Strömungsweg **91d** eingetaucht, und die Umfänge der Kühlflächen der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** werden durch den ersten Strömungsweg **91d** abgedeckt.

**[0036]** Die mit dem Gehäuse abgedeckte LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** ist in ein oder meh-

rere Teile unterteilt und in dem konkaven Abschnitt **84** untergebracht. Die mit dem Gehäuse abgedeckte LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** weist die Vielzahl von Kühlflächen auf. Wenn das Gehäuse z. B. in einer quadratischen Zylinderform ausgebildet ist, dienen insgesamt fünf Flächen, darunter vier Flächen in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als die Kühlflächen, die in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium kommen. Im Fall einer zylindrischen Form dienen insgesamt zwei Flächen, davon eine Fläche in Umfangsrichtung und eine Fläche in axialer Richtung, als die Kühlflächen, die mit dem Kühlmedium in direkten Kontakt kommen. Daher stehen in der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** mindestens zwei oder mehr Kühlflächen in direktem Kontakt mit dem Kühlmedium.

**[0037]** Darüber hinaus ist in der fünften Ausführungsform zusätzlich zu dem ersten Strömungsweg **91d**, der um die LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** herum ausgebildet ist, auch ein zweiter Strömungsweg **92d** um eine Spule **70c** herum bereitgestellt.

**[0038]** Das in dem ersten Strömungsweg **91d** und in dem zweiten Strömungsweg **92d** strömende Kühlmedium wird von einer Pumpe (nicht abgebildet) zunächst dem ersten Strömungsweg **91d** zugeführt und fließt dann zu dem zweiten Strömungsweg **92d** ab.

**[0039]** Der erste Strömungsweg **91d** kühlt alle an dem Statorhalter **80d** angebrachten LeistungsumwandlungsVorrichtungen **100d** und ist daher in einer zylindrischen Form ausgebildet, wenn die LeistungsumwandlungsVorrichtungen **100d** konzentrisch um die Drehwelle **30d** des Rotors **40d** herum angeordnet sind.

**[0040]** Der zweite Strömungsweg **92d** ist mit einem Anschlussabschnitt des ersten Strömungsweges **91d** verbunden und zylindrisch ausgebildet, um den Stator **60d** und die Spule **70d** zu kühlen. Das Kühlmedium strömt in Umfangsrichtung, fließt aber zwischen Windungen der Spule **70d** oder in einem Relaisströmungsweg **93d** zwischen einem innenumfangsseitigen und einem außenumfangsseitigen Strömungsweg.

**[0041]** Gemäß der fünften Ausführungsform fließt das Kühlmedium, das eine niedrigere Temperatur als der zweite Strömungsweg **92d** zur Kühlung des Stators **60d** und der Spule **70d** aufweist, in den ersten Strömungsweg **91d** zur Kühlung der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d**, und somit kann ein Temperaturanstieg in der LeistungsumwandlungsVorrichtung **100d** weiter unterdrückt werden.

**[0042]** Darüber hinaus ist in **Fig. 5** eine Batterie **110** in Richtung der Drehachse des Rotors **40d**, des Stators **60d** und/oder der LeistungsumwandlungsVor-

richtung **100d** angeordnet und am Statorhalter **80d** befestigt.

**[0043]** Die Batterie **110** ist mit der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100d** verbunden, und die für den Antrieb des Elektromotors erforderliche elektrische Energie wird von der Batterie **110** geliefert. Es ist zu beachten, dass, wenn nicht genügend Platz vorhanden ist, um die Batterie **110** an der inneren Umfangsseite (radial innere Seite) des Rades **20d** zu montieren, eine Batterie auch an einer Seite der Fahrzeugkarosserie montiert werden kann, und dass elektrische Energie der Batterie **110** über ein Stromkabel (nicht dargestellt) zugeführt werden kann.

**[0044]** Gemäß der fünften Ausführungsform wird Wärme der Leistungsumwandlungsvorrichtung **100d** durch den ersten Strömungsweg 91c abgestrahlt und Wärme des Stators **60d** und der Spule **70d** wird durch den zweiten Strömungsweg 92c abgestrahlt. So ist es möglich, einen Temperaturanstieg in der Batterie zu unterdrücken und die Batterie, die eine niedrigere hitzebeständige Temperatur aufweist als die Leistungsumwandlungsvorrichtung **100d** oder der Elektromotor, im Rad anzuordnen. Dadurch ist es nicht notwendig, die Batterie an der Seite der Fahrzeugkarosserie zu montieren, und der Fahrzeuginnenraum kann vergrößert werden. In der fünften Ausführungsform kann in dem Fall, in dem die Batterie an der Seite der Fahrzeugkarosserie montiert ist und die Batterie **110** über das Stromkabel mit elektrischer Energie versorgt wird, der Betrieb des Elektromotors fortgesetzt werden, selbst wenn das Stromkabel unterbrochen ist.

**[0045]** Weiterhin ist in der fünften Ausführungsform ein Lüfter **120** an der inneren Umfangsseite (radial innere Seite) des Rades **20d** bereitgestellt. Der Lüfter **120** erzeugt einen Luftzug in Richtung des Statorhalters **80d**, wenn sich das Rad **20d** dreht, und kühlt dadurch die Batterie **110** oder den Elektromotor. Dieser Luftzug kann durch die Drehung des Rades **20d** oder durch Fahrtwind, der durch die Fahrt des Fahrzeugs erzeugt wird, erzeugt werden. Darüber hinaus kann der Lüfter **120** an dem Rotor **40d** oder an einem Rotorhalter, der den Rotor abdeckt, befestigt sein.

**[0046]** Gemäß der fünften Ausführungsform ermöglicht der Lüfter **120**, der an der inneren Umfangsseite (radial innere Seite) des Rades **20d** bereitgestellt ist, dass der Luftzug zu der Batterie **110** oder zu dem Elektromotor strömt, und somit kann die Batterie **110** oder der Elektromotor einen höheren Kühleffekt erzielen.

#### Sechste Ausführungsform

**[0047]** Als nächstes wird eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** ist ein Diagramm zur

Veranschaulichung einer Skizze eines Elektrofahrzeugs, das mit einer Radantriebsvorrichtung gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist. In der fünften Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem die in der ersten bis fünften Ausführungsform beschriebene Radantriebsvorrichtung an einem Elektrofahrzeug montiert ist.

**[0048]** Die Radantriebsvorrichtung **200** wird an zwei Vorderrädern, zwei Hinterrädern oder an allen vier Rädern eines Fahrzeugs **300** montiert. Das Fahrzeug **300** ist mit einer Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **400** ausgestattet, die das Fahrzeug steuert. Antriebskraft-Befehlssignale werden von der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **400** über Kommunikationsleitungen **410** jeweils an die Radantriebsvorrichtungen **200** ausgegeben. Die Radantriebsvorrichtungen **200** werden durch diese Antriebskraft-Befehlssignale gesteuert. Die Radantriebsvorrichtungen **200** werden von einer an dem Fahrzeug **300** montierten Batterie **210** mit großer Kapazität als Stromquelle angetrieben. Strom wird von der Batterie **210** an die Radantriebsvorrichtungen **200** über entsprechende Stromleitungen **420** geliefert. Es ist zu beachten, dass eine Batterie in dem Rad montiert sein kann, wie in der vierten Ausführungsform beschrieben.

**[0049]** Gemäß der sechsten Ausführungsform ist es möglich, das Elektrofahrzeug bereitzustellen, das in der Lage ist, einen Elektromotor zu kühlen und einen Temperaturanstieg in einer Leistungsumwandlungsvorrichtung zu unterdrücken.

**[0050]** Wie vorstehend beschrieben weist der Statorhalter, der den Stator hält, den Strömungsweg auf, durch den das Kühlmedium fließt, und der Strömungsweg ist zwischen dem Stator und der Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß den jeweiligen Ausführungsformen ausgebildet. So ist es möglich, die Effekte zu erzielen, dass sowohl die Kühlung des Elektromotors als auch die Unterdrückung des Temperaturanstiegs in der Leistungsumwandlungsvorrichtung erreicht werden und die Lebensdauer der Leistungsumwandlungsvorrichtung verlängert wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Reifen
<b>20, 20c, 20d</b>	Rad
<b>30,30c,30d</b>	Drehwelle
<b>40,40c,40c,40d</b>	Rotor
<b>50</b>	Lager
<b>60,60c,60d</b>	Stator
<b>70,70c,70d</b>	Spule
<b>80,80a,80b,80c,80d</b>	Statorhalter

<b>81,82,83,84</b>	konkaver Abschnitt
<b>85,86,87</b>	axiales Ende
<b>90,90a,90b,90c</b>	Strömungsweg
<b>91d</b>	erster Strömungs- weg
<b>92d</b>	zweiter Strömungs- weg
<b>93d</b>	Relais-Strömungs- weg
<b>100,100a,100b,100c,100d</b>	Leistungsumwand- lungsvorrichtung
<b>101,102,103</b>	Deckelelement
<b>110,210</b>	Batterie
<b>120</b>	Lüfter
<b>200</b>	Radantriebsvorrich- tung
<b>300</b>	Fahrzeug
<b>400</b>	Fahrzeugsteue- rungsvorrichtung
<b>410</b>	Kommunikationslei- tung
<b>420</b>	Stromleitung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2014213622 A [0004]

## Patentansprüche

1. Radantriebsvorrichtung, umfassend:  
einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor;  
einen Statorhalter, der den Stator hält;  
eine Leistungsumwandlungsvorrichtung, die dem Elektromotor zugeführte Leistung umwandelt; und  
ein Rad, das den Elektromotor, den Statorhalter und die Leistungsumwandlungsvorrichtung an einer inneren Umfangsseite aufnimmt,  
wobei der Statorhalter einen von einem Kühlmedium durchströmten Strömungsweg aufweist, und  
der Strömungsweg zwischen dem Stator und der Leistungsumwandlungseinrichtung angeordnet ist.

2. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Strömungsweg so angeordnet ist, dass eine Kühlfläche der Leistungsumwandlungsvorrichtung in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium kommt.

3. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Leistungsumwandlungsvorrichtung eine Vielzahl von Kühlflächen aufweist und zwei oder mehr Kühlflächen aus der Vielzahl von Kühlflächen mit dem Kühlmedium in Kontakt kommen.

4. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Rotor an der inneren Umfangsseite des Rades befestigt ist, und  
der Stator und die Leistungsumwandlungsvorrichtung an einer inneren Umfangsseite des Rotors angeordnet sind.

5. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Strömungsweg einen ersten Strömungsweg zur Kühlung der Leistungsumwandlungsvorrichtung und einen zweiten Strömungsweg zur Kühlung des Stators aufweist und das Kühlmedium in dieser Reihenfolge in den ersten Strömungsweg und den zweiten Strömungsweg fließt.

6. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Batterie in Richtung einer Drehachse des Rotors, des Stators und/oder der Leistungsumwandlungsvorrichtung angeordnet ist.

7. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei ein Lüfter, der einen Luftzug zur Kühlung der Batterie oder des Elektromotors erzeugt, an der inneren Umfangsseite des Rades bereitgestellt ist.

8. Elektrofahrzeug, das die Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

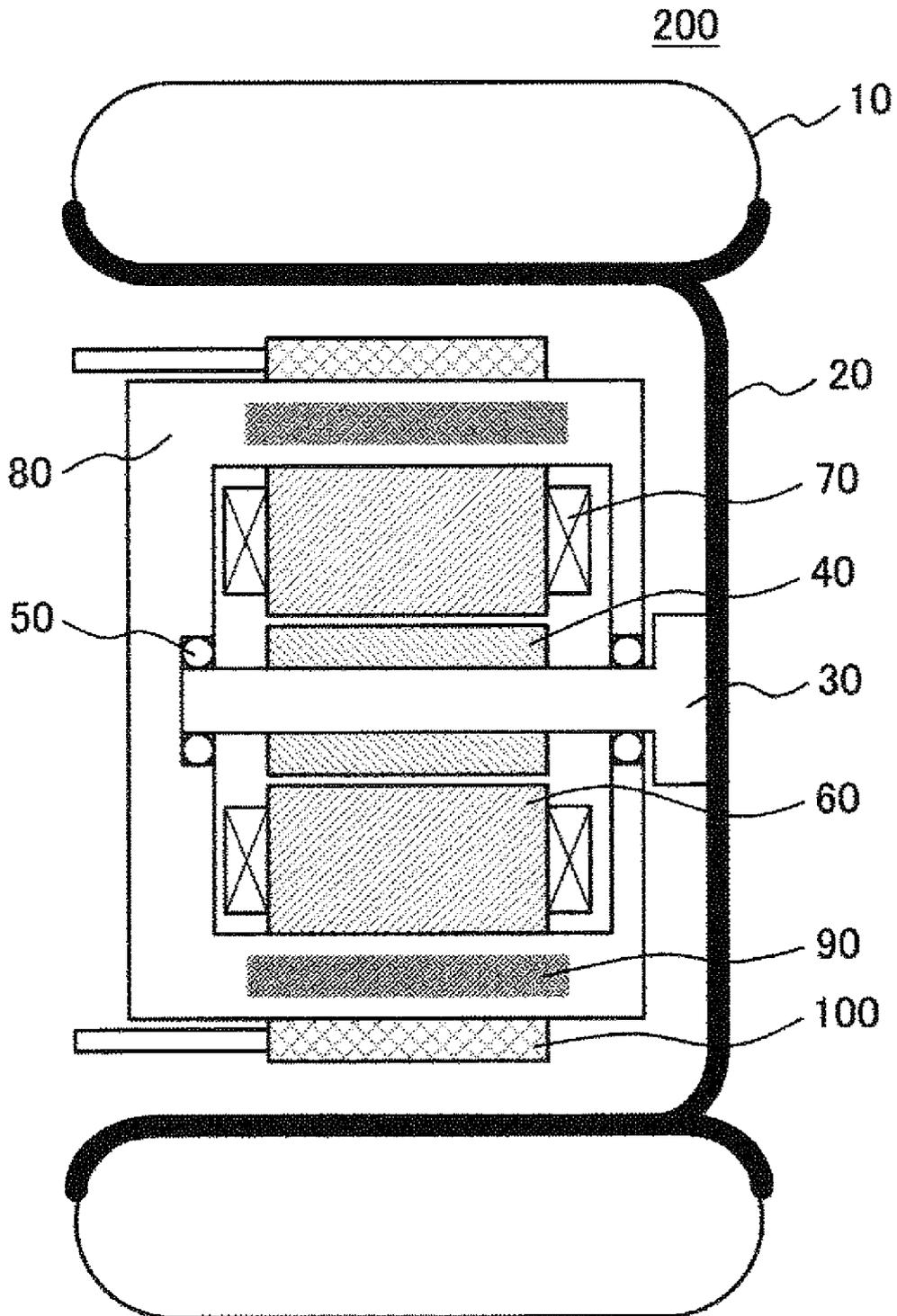


FIG. 2

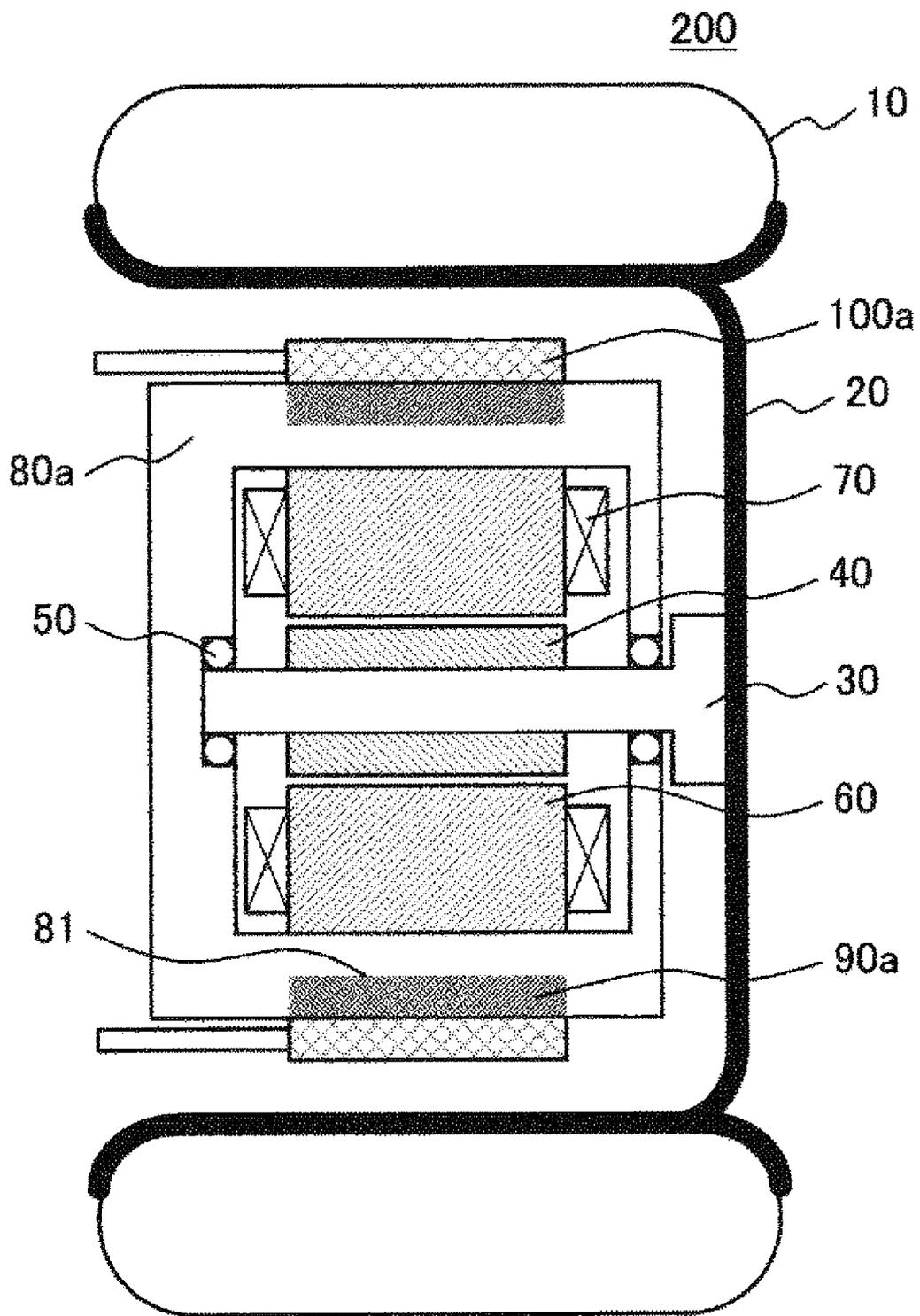


FIG. 3

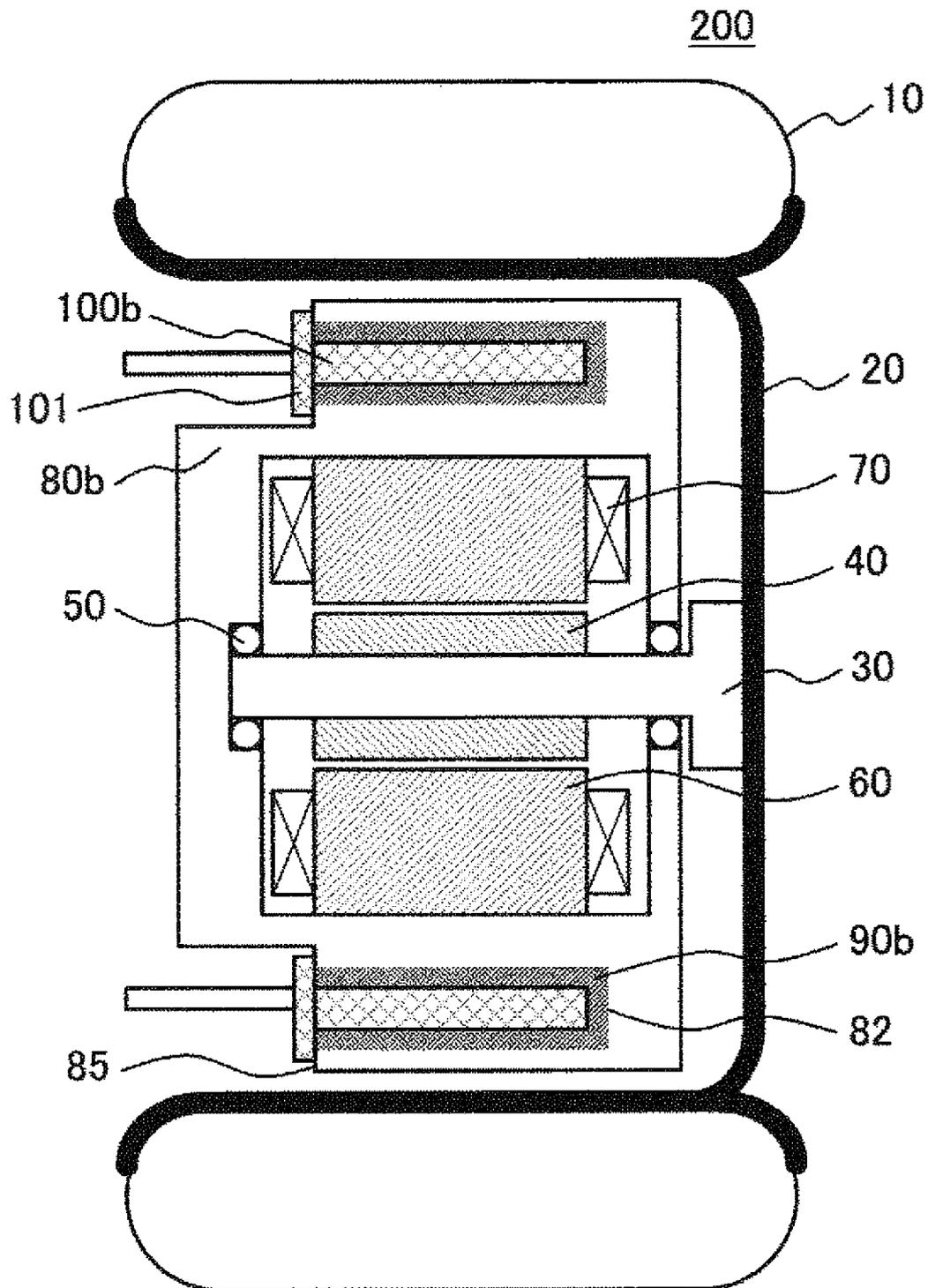


FIG. 4

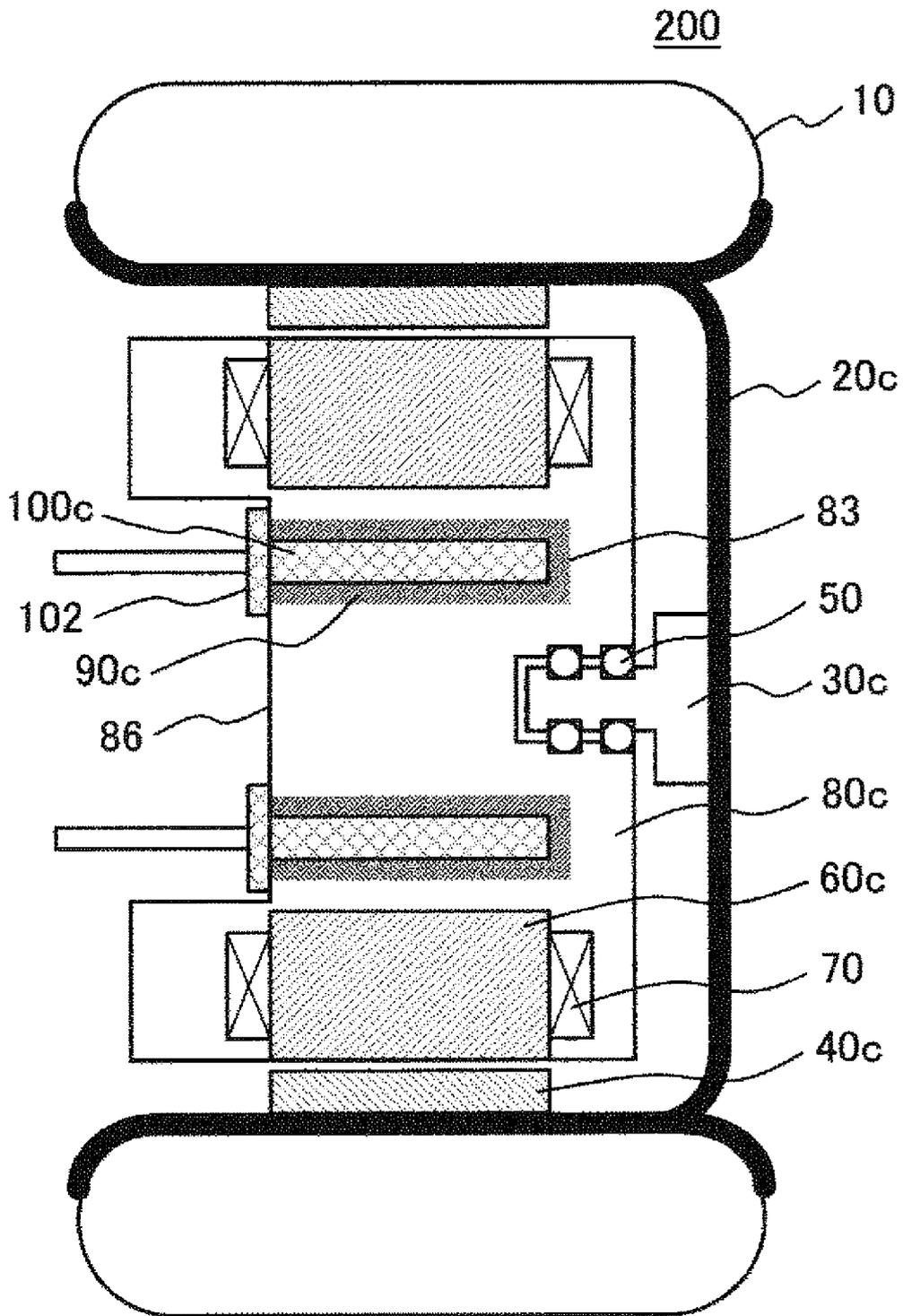


FIG. 5

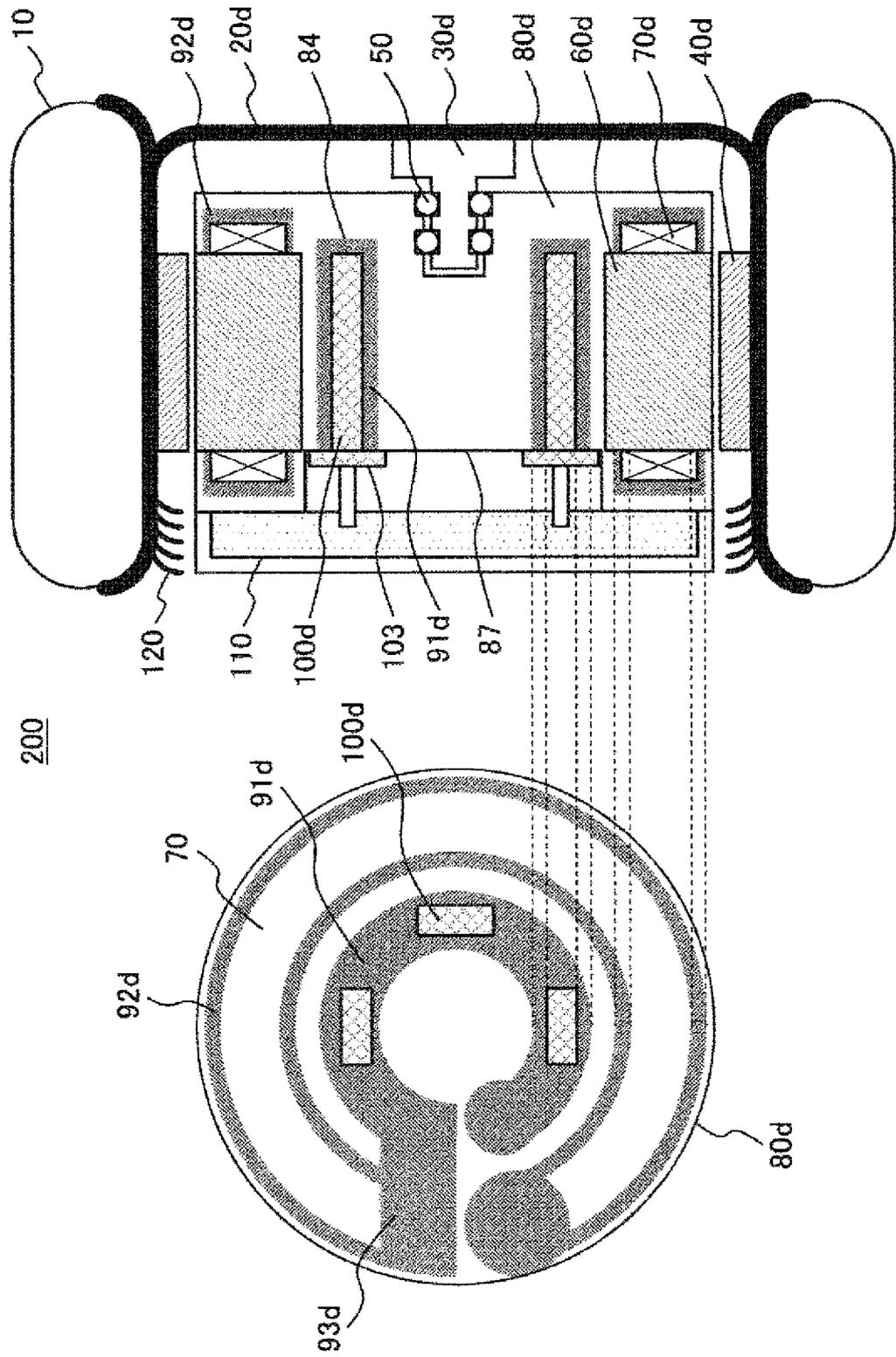


FIG. 6

