



(10) **DE 11 2012 000 367 B4** 2018.12.06

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 000 367.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/055035**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/132721**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.02.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.10.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **17.10.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.12.2018**

(51) Int Cl.: **B60K 7/00 (2006.01)**
B60T 1/06 (2006.01)
F16D 65/02 (2006.01)
F16H 1/28 (2006.01)
H02K 7/116 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2011-069328 28.03.2011 JP
2011-165778 28.07.2011 JP

(73) Patentinhaber:
Aisin AW Co., Ltd., Anjo, Aichi, JP

(74) Vertreter:
**Kramer Barske Schmidtchen Patentanwälte PartG
mbB, 80687 München, DE**

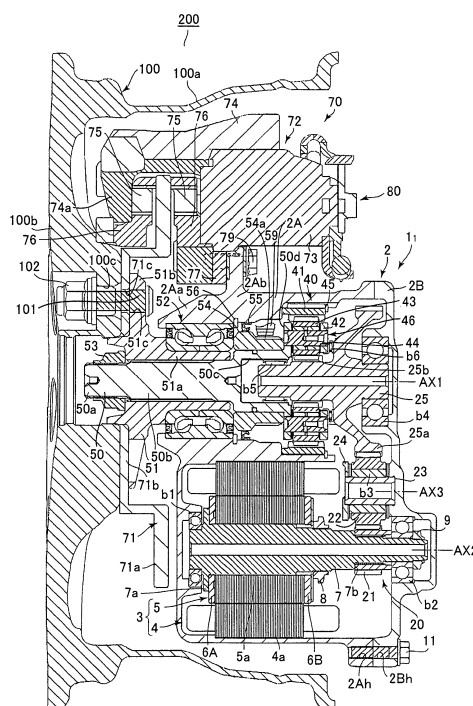
(72) Erfinder:
Hirano, Takahisa, Anjo-shi, Aichi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	197 09 588	C1
DE	10 2007 037 833	A1
JP	2008- 184 111	A
JP	2009- 12 523	A
JP	2009- 126 189	A

(54) Bezeichnung: **In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1, 1₂, 1₃, 1₄), die an einer Innenseite eines Rads (100) eines Fahrzeuggrads (200) befestigt ist und das Fahrzeugrad (200) antreibt, dadurch gekennzeichnet, dass sie aufweist: eine sich drehende Elektromaschine (3), einen Getriebemechanismus (20), der die Drehung der sich drehenden Elektromaschine (3) überträgt, einen Drehzahlverringungsmechanismus (40), der die Drehung, die von dem Getriebemechanismus (20) übertragen wird, bezüglich ihrer Drehzahl verringert, und eine Ausgangswelle (50), die die Drehung mit verringerter Drehzahl des Drehzahlverringungsmechanismus (40) auf das Rad (100) überträgt, bei der der Drehzahlverringungsmechanismus (40) und die Ausgangswelle (50) auf einer ersten Achse (AX1) koaxial mit einer Mitte des Rades (100) angeordnet sind, die sich drehende Elektromaschine (3) auf einer zweiten Achse (AX2) parallel zu der ersten Achse (AX1) angeordnet ist, und die sich drehende Elektromaschine (3) und der Drehzahlverringungsmechanismus (40) von einer Radialrichtung gesehen miteinander überlappend in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) positioniert sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung, die in einem Hybridfahrzeug, einem elektrischen Fahrzeug oder ähnlichem montiert ist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung mit einer sich drehende Elektromaschine und einem Drehzahlverringerungsmechanismus, der eine Drehzahl der sich drehenden Elektromaschine verringert.

[0002] Verschiedene Fahrzeuge, an denen ein Motor-Generator (unten einfach als ein „Motor“ bezeichnet) montiert ist, wie beispielsweise Hybridfahrzeuge und Elektrofahrzeuge, wurden in den letzten Jahren mit dem Ziel einer Realisierung von Fahrzeugen mit besserem Kraftstoffverbrauch und Umwelteigenschaften vorgeschlagen. Im Hinblick auf Fahrzeuge, an denen solche Motoren montiert sind, wurde eine Entwicklung von In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtungen, die in dem Rad eines Fahrzeugrades vorgesehen sind, zum Sicherstellen von mehr Fahrgastraum, zum Verbessern einer Antriebs-Wiedergewinnungseffizienz genauso wie zum Verringern einer Größe durch Verzicht auf die Achswelle und die Differenzialvorrichtung vorangetrieben (siehe Patentdokument 1 und 2).

Patentdokument 1: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2009-126 189 A

Patentdokument 2: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2009-12 523 A

Patentdokument 3: Offenlegungsschrift DE 10 2007 037 833 A1

Patentdokument 4: Patentschrift DE 197 09 588 C1

Patentdokument 5: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2008-184 111 A

[0003] Dennoch vergrößert ein Anordnen des Motors (Fahrmotor **20**) und des Drehzahlverringerungsmechanismus (Reduktionsgetriebe **30**) coaxial mit der Mittelachse des Rades, wie es in Patentdokument **1** beschrieben ist, die Axiallänge der Vorrichtung und der Motor steht beträchtlich weiter nach außen vor als die Radbreite und dringt als eine Folge in die Fahrzeugseite ein. Solch ein Eindringen des Motors in die Fahrzeugseite würde sich mit der Federungsvorrichtung in einem Fahrzeug, das die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung nicht aufweist, stören, was somit eine Entwicklung einer neuen Federungsvorrichtung zum Anordnen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung notwendig macht, was zusätzlich ein Fahrzeugdesign

beeinflusst und einen signifikanten Kostenanstieg riskiert.

[0004] Zum Verkürzen der Axiallänge der Vorrichtung von Patentdokument **1** kann der Motordurchmesser vergrößert werden und der Motor so angeordnet werden, dass er die Außenumfangsseite des Drehzahlverringerungsmechanismus umgibt. Dennoch würde dies auch die Radiallänge der gesamten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung vergrößern, was auf ähnliche Weise dazu führen würde, dass die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung sich mit der Bremsvorrichtung, die in dem Rad angeordnet ist, stört.

[0005] Patentdokument **2** schlägt eine Vorrichtung vor, in der der Motor (**22**) versetzt auf einer Welle separat von der Mittelwelle des Rads (**12**) angeordnet ist. Dennoch ordnet die Vorrichtung von Patentdokument **2** einen Planetengetriebemechanismus (**32**), der die Drehzahl des Motors (**22**) verringert, coaxial mit der Mittelwelle (Antriebsverbindungswelle **25**) des Rads (**12**) und umfangsmäßig außerhalb der Antriebsverbindungswelle (**35**) an. Dies wiederum vergrößert den Lochkreisdurchmesser (LKD: Abstand zwischen den Mittelpunkten gegenüberliegender Nabenbolzenöffnungen) der Nabenbolzen (**14**), die die Nabe an dem Rad befestigen, und erfordert ein spezielles Rad, das die Flexibilität des Rads verringert.

[0006] Die Patentdokumente 3 bis 5 schlagen Vorrichtungen vor, in der ein Motor und ein Drehzahlverringerungsmechanismus in Radachsenrichtung betrachtet in Reihe angeordnet sind.

[0007] Somit ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung zu schaffen, die sich nicht mit einer Federungsvorrichtung und einer Bremsvorrichtung stört und eine verbesserte Fahrzeugmontierbarkeit aufweist.

[0008] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise **Fig. 1** bis **Fig. 12**) ist eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (**1₁, 1₂, 1₃, 1₄**), die an einer Innenseite eines Rads (**100**) eines Fahrzeugrades (**200**) angebracht ist und das Fahrzeugrad (**200**) antreibt. Die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (**1₁, 1₂, 1₃, 1₄**) ist dadurch gekennzeichnet, dass sie aufweist: eine sich drehende Elektromaschine (**3**); einen Getriebemechanismus bzw. Übertragungsmechanismus (**20**), der die Drehung der sich drehenden Elektromaschine (**3**) überträgt; einen Drehzahlverringerungsmechanismus bzw. Geschwindigkeitsverringerungsmechanismus (**40**), der eine Drehzahl der Drehung bzw. Geschwindigkeit der Drehung, die durch den Getriebemechanismus (**20**) übertragen wird, verringert; und eine Ausgangswelle (**50**), die die geschwindigkeitsverringerte Drehung bzw. Drehzahl des Drehzahlverringerungsmechanismus (**40**) auf das Rad (**100**) ausgibt. Der Drehzahlverringerungsmechanismus (**40**)

und die Ausgangswelle (50) sind auf einer ersten Achse (AX1) coaxial mit einer Mitte des Rads (100) angeordnet. Die sich drehende Elektromaschine (3) ist auf einer zweiten Achse (AX2) parallel zu der ersten Achse (AX1) angeordnet. Die sich drehende Elektromaschine (3) und der Drehzahlverringerungsmechanismus (40) sind von einer Radialrichtung gesehen miteinander überlappend in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) angeordnet.

[0009] Somit sind, da die sich drehende Elektromaschine auf der zweiten Achse parallel zu der ersten Achse angeordnet ist, die sich drehende Elektromaschine und der Drehzahlverringerungsmechanismus in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse und der zweiten Achse angeordnet. Es ist somit möglich, zu verhindern, dass die sich drehende Elektromaschine in die Fahrzeugseite eindringt und die radiale Länge der gesamten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung sich erhöht. Zusätzlich kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung auch daran gehindert werden, sich mit einer Federungsvorrichtung und einer Bremsvorrichtung zu stören. Folglich sind keine signifikanten Designänderungen der Federungsvorrichtung und der Bremsvorrichtung erforderlich und die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung weist eine verbesserte Fahrzeugmontierbarkeit auf.

[0010] Zusätzlich kann beispielsweise ein Vergrößern des LKD der Nabenbolzen, das durch Anordnen des Drehzahlverringerungsmechanismus umfangsmäßig innerhalb einer Radnabe bewirkt wird, verhindert werden und der LKD der Nabenbolzen kann somit auf eine flexiblere Größe eingestellt werden. Folglich ist die Verwendung eines speziellen Rads oder ähnliches nicht erforderlich und ein gewöhnliches Rad kann ohne Modifizierung an der Radnabe befestigt werden.

[0011] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise Fig. 2, Fig. 3, Fig. 7 und Fig. 8) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass die sich drehende Elektromaschine (3) um die erste Achse (AX1) an einer Position in der Umfangsrichtung verschieden zu einem Bremssattel (72) der Scheibenbremsenvorrichtung (70), die an der Innenseite des Rads (100) des Fahrzeugs (200) angebracht ist, angeordnet ist.

[0012] Somit ist die sich drehende Elektromaschine um die erste Achse an einer Position, die in der Umfangsrichtung verschieden von dem Bremssattel der Scheibenbremsenvorrichtung ist, angeordnet. Folglich sind die sich drehende Elektromaschine und der Bremssattel nicht in der Axialrichtung ausgerichtet vorgesehen und die sich drehende Elektromaschine und der Bremssattel können auf der Innenseite des Rads angeordnet sein, ohne einander zu stören bzw. zu überschneiden, was ein Vergrößern der axialen

Länge der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung verhindert.

[0013] Insbesondere ist die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise Fig. 2) dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter ein Gehäuse (2) aufweist. Das Gehäuse (2) weist auf: einen ersten Zylinderbereich (2CY₁), der den Drehzahlverringerungsmechanismus (40) und einen Bereich der Ausgangswelle (50) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die erste Achse (AX1) ausgebildet ist; und einen zweiten Zylinderbereich (2CY₂), der die sich drehende Elektromaschine (3) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die zweite Achse (AX2) und so, dass jeweilige Außenwände des ersten Zylinderbereichs (2CY₁) und des zweiten Zylinderbereichs (2CY₂) partiell überlappen, ausgebildet ist. Zusätzlich ist der zweite Zylinderbereich (2CY₂) versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich einer Vertikallinie (V) angeordnet, die bei bzw. an der ersten Achse (AX1) bzw. durch diese senkrecht zu einer Horizontallinie (H), die durch die erste Achse (AX1) verläuft, ist. Das Gehäuse (2) weist auf einer Außenfläche an der anderen Seite bezüglich der Vertikallinie (V) weiter einen Bremssattelbefestigungs- bzw. -befestigungsbereich (2Ab) auf, der den Bremssattel (72) befestigt.

[0014] Somit ist der zweite Zylinderbereich des Gehäuses versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich der Vertikallinie, die bei der ersten Achse senkrecht zu der Horizontallinie, die durch die erste Achse verläuft, ist, hin angeordnet. Der Bremssattelbefestigungsbereich, der den Bremssattel befestigt, ist an der Außenfläche des zweiten Zylinderbereichs auf der anderen Seite bezüglich der Vertikallinie des Gehäuses vorgesehen. Folglich können die sich drehende Elektromaschine und der Bremssattel auf der Außenumfangsseite des ersten Zylinderbereichs des Gehäuses an verschiedenen Positionen in der Umfangsrichtung angeordnet sein. Somit sind die sich drehende Elektromaschine und der Bremssattel nicht in der Axialrichtung ausgerichtet vorgesehen und die sich drehende Elektromaschine und der Bremssattel können auf der Innenseite des Rads ohne einander zu stören angeordnet sein.

[0015] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise Fig. 2) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter ein Gehäuse (2) aufweist. Das Gehäuse (2) weist auf: einen ersten Zylinderbereich (2CY₁), der den Drehzahlverringerungsmechanismus (40) und einen Bereich der Ausgangswelle (50) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die erste Achse (AX1) ausgebildet ist; und einen zweiten Zylinderbereich (2CY₂), der die sich drehende Elektromaschine (3) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die zweite Achse (AX2) und so, dass jeweilige Außenwände des ersten Zylinderbereichs (2CY₁) und des zweiten Zylinderbereichs (2CY₂) teilweise überlappen, ausgebildet ist. Zusätzlich ist der zweite Zylinderbereich

derbereich (**2CY₂**) versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich einer Vertikallinie (**V**), die bei der ersten Achse (**AX1**) senkrecht zu einer Horizontallinie (**H**), die durch die erste Achse (**AX1**) verläuft, ist, angeordnet. Das Gehäuse (**2**) weist auf der einen Seite bezüglich der Vertikallinie (**V**) und tiefer als der zweite Zylinderbereich (**2CY₂**) einen Federungsfixierbereich bzw. Federungsbefestigungsbereich (**2S**) auf, der an der Federungsvorrichtung (**90**) fixiert bzw. befestigt ist.

[0016] Somit ist der zweite Zylinderbereich des Gehäuses versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich der Vertikallinie hin, die bei der ersten Achse senkrecht zu der Horizontallinie, die durch die erste Achse verläuft, ist, angeordnet. Der Federungsbefestigungsbereich, der an der Federungsvorrichtung befestigt ist, ist auf der einen Seite bezüglich der Vertikallinie des Gehäuses und tiefer als der zweite Zylinderbereich vorgesehen. Folglich können die sich drehende Elektromaschine und ein Befestigungsarm der Federungsvorrichtung auf der Außenumfangsseite des ersten Zylinderbereichs des Gehäuses an in der Umfangsrichtung verschiedenen Positionen angeordnet sein. Somit können die sich drehende Elektromaschine und die Federungsvorrichtung ohne einander zu stören angeordnet werden.

[0017] Insbesondere ist die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise **Fig. 1** bis **Fig. 5** und **Fig. 10** bis **Fig. 12**) dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**2**) aufweist: einen Gehäusehaupteckörper (**2A**), der einen Lagerabstützbereich (**2Aa**), der ein Lager (**52**), das die Ausgangswelle (**50**) drehbar lagert, abstützt, aufweist, der mindestens die sich drehende Elektromaschine (**3**) und den Drehzahlverringerrungsmechanismus (**40**) aufnimmt, und der sich in Richtung zu einer Seite hin in der Axialrichtung gegenüber von dem Lagerabstützbereich (**2Aa**) öffnet; und ein Abdeckbauteil (**2B**), das die Öffnung des Gehäusehaupteckörpers (**2A**) verschließt. Zusätzlich erstreckt sich ein Federfixierbereich bzw. Federbefestigungsbereich (**2S**) integral von dem Gehäusehaupteckörper (**2A**).

[0018] Somit ist der Federbefestigungsbereich auch sich integral von dem Gehäusehaupteckörper erstreckend vorgesehen. Folglich kann das Fahrzeugrad durch die Federungsvorrichtung abgestützt werden, ohne das Abdeckbauteil zu involvieren. Somit besteht, da die Abstützkraft für das Fahrzeugrad nicht auf das Deckelbauteil übertragen wird, kein Bedarf, die Dicke des Deckelbauteils zu erhöhen oder ein befestigtes Gebiet zwischen dem Deckelbauteil und dem Gehäusehaupteckkörper zu verstärken. Als eine Folge kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung kompakter in der Axialrichtung und leichter gemacht werden.

[0019] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise **Fig. 6** bis **Fig. 9**) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter ein Gehäuse (**2**) aufweist, das mindestens die sich drehende Elektromaschine (**3**) und den Drehzahlverringerrungsmechanismus (**40**) aufnimmt. Zusätzlich ist das Gehäuse (**2**) an einem Verbindungsbereich (**95**) einer Federungsvorrichtung (**90**), die unter dem Gehäuse (**2**) verläuft und mit einem Lager (**52**), das die Ausgangswelle (**50**) drehbar abstützt, verbunden ist, befestigt.

[0020] Somit ist das Gehäuse an dem Verbindungsbereich der Federungsvorrichtung durch die Federungsvorrichtung, die unter dem Gehäuse hindurch verläuft und mit dem Nabenlager, das die Ausgangswelle drehbar abstützt, verbunden ist, befestigt. Folglich kann das Fahrzeugrad durch die Federungsvorrichtung abgestützt werden, ohne das Gehäuse zu involvieren. Somit besteht, da die Abstützkraft für das Fahrzeugrad nicht auf das Gehäuse übertragen wird, kein Bedarf, die Dicke des Gehäuses zu erhöhen oder ein Befestigungsgebiet zwischen dem Gehäuse und dem Verbindungsbereich der Federungsvorrichtung zu verstärken. Folglich kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung kompakter und mit verringertem Gewicht hergestellt werden.

[0021] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise **Fig. 2**, **Fig. 3**, **Fig. 5**, **Fig. 7**, **Fig. 8** und **Fig. 12**) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Achse (**AX2**), auf der die sich drehende Elektromaschine (**3**) angeordnet ist, höher als die erste Achse (**AX1**) angeordnet ist.

[0022] Somit ist die zweite Achse, auf der die sich drehende Elektromaschine vorgesehen ist, auch höher als die erste Achse angeordnet, das heißt, die sich drehende Elektromaschine ist höher als die Mitte des Rads angeordnet. Folglich kann ein Layout-Aufbau, der wirkungsvoll gegenüber Flutung und Verdrücken der sich drehenden Elektromaschine ist, erreicht werden. Zusätzlich kann, falls Öl (Schmieröl) in dem Gehäuse der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung abgedichtet ist, die Drehung der sich drehenden Elektromaschine daran gehindert werden, das Ölreservoir, das auf der unteren Seite des Gehäuses angesammelt ist, zu verwirbeln. Folglich kann ein Verlust der sich drehenden Elektromaschine aus einem Verwirbeln von Öl verringert werden und der Kraftstoffverbrauch (Elektrizitätsverbrauch) des Fahrzeugs kann auch verringert werden.

[0023] Die vorliegende Erfindung (siehe beispielsweise **Fig. 1**, **Fig. 6**, **Fig. 10** und **Fig. 11**) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlverringerrungsmechanismus (**40**) auf der ersten Achse (**AX1**) parallel zu dem Lager (**52**), das die Ausgangswelle (**50**) drehbar abstützt, angeordnet ist.

[0024] Somit ist der Drehzahlverringerungsmechanismus parallel zu dem Lager, das die Ausgangswelle drehbar abstützt, auf der ersten Achse angeordnet. Folglich kann ein Vergrößern der Größe des Durchmessers des Lagers, das dadurch verursacht wird, dass der Drehzahlverringerungsmechanismus auf der Innenumfangsseite des Lagers angeordnet wird, verhindert werden. Folglich kann das Lager auf eine flexiblere Größe festgelegt werden. Somit kann der Durchmesser der Ausgangswelle, die durch das Lager abgestützt wird, auch auf eine flexiblere Größe festgelegt werden, wodurch die Radnabe ebenso auf eine flexiblere Größe festgelegt werden kann.

[0025] Die vorliegende Erfindung (siehe **Fig. 11** und **Fig. 12**) ist auch dadurch gekennzeichnet, dass der Getriebemechanismus (20) aufweist: einen ersten sich drehenden Körper (25a), der auf der ersten Achse (AX1) angeordnet ist und antriebsmäßig mit dem Drehzahlverringerungsmechanismus (40) gekoppelt ist; einen zweiten sich drehenden Körper (21), der auf der zweiten Achse (AX2) angeordnet ist und in Richtung zu einer Seite des ersten sich drehenden Körpers (25a), die der Seite seiner Ausgangswelle (50) in der Axialrichtung gegenüberliegend, versetzt angeordnet ist und antriebsmäßig mit der sich drehenden Elektromaschine (3) gekoppelt ist; und ein Vorgelegebauteil (26), das auf einer Achse (AX4) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2), an einer Position, die nicht mit einem Außendurchmesser der sich drehenden Elektromaschine (3) überlappt, in einem radialen Querschnitt senkrecht zu dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) so angeordnet ist, dass er sich zwischen dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) erstreckt und antriebsmäßig mit dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) gekoppelt ist.

[0026] Somit ist das Vorgelegebauteil an einer Position angeordnet, die nicht mit dem Außendurchmesser der sich drehenden Elektromaschine überlappt, und auch in dem radialen Querschnitt senkrecht zu dem ersten sich drehenden Körper und dem zweiten sich drehenden Körper, so dass es sich zwischen dem ersten sich drehenden Körper und dem zweiten sich drehenden Körper erstreckt, angeordnet. Zusätzlich ist das Vorgelegebauteil antriebsmäßig mit dem ersten sich drehenden Körper und dem zweiten sich drehenden Körper gekoppelt. Folglich kann die Länge der sich drehenden Elektromaschine in der Axialrichtung erweitert werden, ohne die Position des ersten sich drehenden Körpers in Richtung zu der Fahrzeugkörperseite hin zu bewegen. Somit kann, auch falls die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung in einem Fahrzeug montiert ist, in dem die Axiallänge der ersten Achse beispielsweise durch einen Stoßdämpfer eingeschränkt ist, die Ausgangsleistung der sich drehenden Elektromaschine verbessert werden.

[0027] Insbesondere ist die vorliegende Erfindung (siehe **Fig. 11** und **Fig. 12**) auch dadurch gekennzeichnet, dass der Übertragungsmechanismus bzw. Getriebemechanismus (20) weiter ein Leerlaufrad (22), das auf einer dritten Achse (AX3) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) angeordnet ist und mit dem zweiten sich drehenden Körper (21) kämmt, aufweist. Zusätzlich ist das Vorgelegebauteil (26) auf einer vierten Achse (AX4) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) angeordnet und kämmt mit dem ersten sich drehenden Bauteil (25a) und dem Leerlaufrad (22) an verschiedenen Positionen in der Axialrichtung.

[0028] Somit ist das Vorgelegebauteil auf der vierten Achse parallel zu der ersten Achse und der zweiten Achse angeordnet und kämmt an in der Axialrichtung verschiedenen Positionen mit dem ersten sich drehenden Bauteil und dem Leerlaufrad, das mit dem zweiten sich drehenden Bauteil kämmt. Folglich können der erste sich drehende Körper und der zweite sich drehende Körper antriebsmäßig an verschiedenen Positionen in der Axialrichtung gekoppelt sein.

[0029] Es ist zu beachten, dass die obigen Bezugszeichen in Klammern nur zur Bezugnahme auf die Zeichnungen und zum Erleichtern des Verständnisses der Erfindung verwendet werden und nicht irgendeinen Einfluss auf den Aufbau, der in den Ansprüchen beschrieben ist, haben.

[Fig. 1] **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, die ein Fahrzeugrad, das mit einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 2] **Fig. 2** ist eine Seitenansicht, die das Fahrzeugrad, das mit der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 3] **Fig. 3** ist eine Seitenansicht, die das Fahrzeugrad an einer Federungsanordnung befestigt gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 4] **Fig. 4** ist eine Draufsicht, die das Fahrzeugrad an der Federungsanordnung befestigt gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 5] **Fig. 5** ist eine schematische Seitenansicht, die die Positionsbeziehung der ersten bis dritten Achse der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 6] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht, die das Fahrzeugrad, das mit einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 7] **Fig. 7** ist eine Seitenansicht, die das Fahrzeugrad, das mit der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 8] **Fig. 8** ist eine Seitenansicht, die das Fahrzeugrad gemäß der zweiten Ausführungsform an der Federungsvorrichtung befestigt zeigt.

[Fig. 9] **Fig. 9** ist eine Draufsicht, die das Fahrzeugrad gemäß der zweiten Ausführungsform an der Federungsvorrichtung angebracht zeigt.

[Fig. 10] **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht, die das Fahrzeugrad, das mit einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 11] **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht, die das Fahrzeugrad, das mit einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform versehen ist, zeigt.

[Fig. 12] **Fig. 12** ist eine schematische Seitenansicht, die die Positionsbeziehung von ersten bis vierten Achsen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform zeigt.

[0030] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unten mit Bezug auf die **Fig. 1** bis **Fig. 5** beschrieben werden. Zuerst wird eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung und ein Aufbau eines Fahrzeugrads, das mit der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung versehen ist, mit Bezug auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** der vorliegenden Erfindung als Antriebsvorrichtung verwendet wird, die an einer Innenseite eines Rads eines Fahrzeughinterads eines Vorderradantriebshybridfahrzeugs befestigt ist und das Fahrzeug zu einer Vierradantriebsbetriebsart ändert. Zusätzlich dazu kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** der vorliegenden Ausführungsform beispielsweise auch als eine Antriebsvorrichtung für ein Elektrofahrzeug, eine Antriebsvorrichtung für ein Hybridfahrzeug in serieller Bauart oder eine Antriebsvorrichtung, die an einer Innenseite eines Rads eines Fahrzeugvorderrads eines Heckantriebshybridfahrzeugs angebracht ist und das Fahrzeug in eine Vierradantriebsbetriebsart ändert, verwendet werden.

[0031] Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** allgemein dazu ausgebildet, in einem Gehäuse **2** einen Motorgenerator (sich drehende Elektromaschine) **3**, einen Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus (Getriebemechanismus) **20**, ein Drehzahlverringerungsplanetengetriebe (Drehzahlverringerungsmechanismus) **40** und eine Ausgangswelle **50**, an der eine Radnabe **51** befestigt ist, aufzuweisen. Insbesondere sind die Ausgangswelle **50** und das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** unter den obigen auf einer ersten Achse **AX1** koaxial mit der Mitte eines Rads **100**, das später beschrieben wird, angeordnet, ist der Drehzahl-

verringerungsgetriebemechanismus **20** derart angeordnet, dass ein Übertragungspfad sich in einer Richtung senkrecht zu der Axialrichtung erstreckt, und ist der Motorgenerator **3** (unten einfach als ein „Motor **3**“ bezeichnet) auf einer zweiten Achse **AX2** parallel zu der ersten Achse **AX1** angeordnet. Somit ist der Übertragungspfad, der durch den Motor **3**, den Drehzahlverringerungsmechanismus **20**, das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** und die Ausgangswelle **50** ausgebildet wird, dazu ausgebildet, in einer Querschnittsansicht eine C-Form aufzuweisen.

[0032] Das heißt, der Motor **3** und das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** sind so angeordnet, dass sie in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** positioniert sind, das heißt, es gibt mindestens einen radialen Querschnitt, der durch den Motor **3** und das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** verläuft und auch senkrecht zu der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** ist. Mit anderen Worten, mindestens ein Bereich des Motors **3** und mindestens ein Bereich des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** sind an Positionen angeordnet, die einander in der Axialrichtung, gesehen von der Radialrichtung, überlappen. Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist das gesamte Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** bevorzugt an einer Position angeordnet, die mit dem Motor **3**, gesehen von der Radialrichtung, in der Axialrichtung überlappt.

[0033] Das Gehäuse **2** ist dazu ausgebildet, ein Hauptgehäuse (Gehäusehauptkörper) **2A**, das einen Hauptteil der wesentlichen Teile aufnimmt, einen Lagerabstützbereich **2Aa** für ein Nabenlager **52**, das später detailliert beschrieben wird, aufweist und sich in Richtung zu einer Seite in der Axialrichtung entgegengesetzt von dem Lagerabstützbereich **2Aa** hin öffnet; und einen Gehäusedeckel (Deckelbauteil) **2B**, der die Öffnung des Hauptgehäuses **2A** verschließt, aufzuweisen. Das Hauptgehäuse **2A** und der Gehäusedeckel **2B** sind aneinander durch Bolzen **11**, die geschraubt mit Löchern **2Ah** des Hauptgehäuses **2A** und Löchern **2Bh** des Gehäusedeckels **2B** im Eingriff sind, befestigt.

[0034] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, kann das Gehäuse **2** allgemein gesagt als partiell in einen ersten Zylinderbereich **2CY₁** und einen zweiten Zylinderbereich **2CY₂** geteilt gesehen werden. Der erste Zylinderbereich **2CY₁** ist in einer zylindrischen Form um die Achse **AX1** ausgebildet und nimmt eine Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25**, die später beschrieben wird, das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** und einen Bereich der Ausgangswelle **50** auf. Der zweite Zylinderbereich **2CY₂** ist in einer zylindrischen Form um die zweite Achse **AX2** ausgebildet und nimmt den Motor **3** auf. Der erste Zylinderbereich **2CY₁** und der zweite Zylinderbereich **2CY₂** weisen Außenwände, die partiell überlappen, auf und der

erste Zylinderbereich **2CY₁** und der zweite Zylinderbereich **2CY₂** formen zusammen in einer Seitenansicht eine Figur in Form einer Acht. Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, weist der Abschnitt, in dem die Außenwände überlappen, eine Form auf, die ein Trenngebiet zwischen dem Motor **3** und der Ausgangswelle **50** ausbildet.

[0035] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, ist die erste Achse **AX1**, das heißt, die Mitte des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Gehäuses **2**, koaxial mit der Mitte des Rads **100** und ist die zweite Achse **AX2**, das heißt die Mitte des zweiten Zylinderbereichs **2CY₂** des Gehäuses **2**, in einem montierten Zustand des Fahrzeugs höher als die erste Achse **AX1** angeordnet. Das heißt, der Motor **3** ist in der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** oben angeordnet. Die zweite Achse **AX2** (der zweite Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2**) ist versetzt in Richtung zu einer Seite in der Umfangsrichtung (zum Beispiel der Vorwärtsseite in der Fahrzeugvorwärtsfahrtrichtung) bezüglich einer Vertikallinie **V**, die bei der ersten Achse **AX1** senkrecht zu einer Horizontallinie **H**, die durch die erste Achse **AX1** verläuft, ist, angeordnet. Ein Bremssattel **72** an einer Scheibenbremsenvorrichtung **70**, die detailliert später beschrieben wird, ist in Richtung zu der anderen Seite in der Umfangsrichtung (beispielsweise der Rückseite in der Fahrzeugvorwärtsfahrtrichtung) versetzt bezüglich der Vertikallinie **V** angeordnet. Somit ist der Motor **3** um die erste Achse **AX1** an einer Position, die in der Umfangsrichtung verschieden zu dem Bremssattel **72** ist, angeordnet.

[0036] Ein Federungsbefestigungsbereich **2S**, der eine Federungsvorrichtung **90** befestigt, ist in Richtung zu der einen Seite in der Umfangsrichtung bezüglich der Vertikallinie **V** und tiefer als der zweite Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2** angeordnet und auch in einer Form vorgesehen, die sich integral von dem Hauptgehäuse **2A** erstreckt. Somit sind der Bremssattel **72**, der zweite Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2** und der Federungsbefestigungsbereich **2S** in einer Reihenfolge entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn in **Fig. 2** auf dem Außenumfang des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Gehäuses **2** angeordnet, wodurch ein Layout-Aufbau mit keiner gegenseitigen Störung bzw. Überlagerung in der Umfangsrichtung erreicht wird.

[0037] Es ist zu beachten, dass das Gehäuse **2** einen hermetisch abgedichteten Aufbau mit Öl, das darin unter Verwendung eines Dichtrings **55** zum Dichten der Außenumfangsseite der Ausgangswelle **50**, die später detailliert beschrieben wird, eingeschlossen wird, ausbildet. Mit anderen Worten, das Gehäuse **2** nimmt den Motor **3**, den Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20**, eine Drehmelder- vorrichtung **30**, das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40**, einen Bereich der Ausgangswelle **50** und ähnliches auf. Außerdem umgibt das Gehäuse **2** Öl

zum darin Ausbilden eines Ölreservoirs auf der unteren Seite des Gehäuses **2**. Das Ölreservoir ist an einem tieferen Abschnitt als die erste Achse **AX1** in dem ersten Zylinderbereich **2CY₁**, der auf der unteren Seite ist, ausgebildet. Das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** und ein großes Rad **25a** mit großem Durchmesser der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25**, die später beschrieben werden, sind in dem Ölreservoir teilweise eingetaucht. Der Motor **3** ist nicht in dem Ölreservoir eingetaucht und der Motor **3** wird durch Öl, das durch die Drehung des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** und das Rad **25a** mit großem Durchmesser hochgeschleudert wird, geschmiert und gekühlt. Da der Motor **3** normalerweise nicht in dem Ölreservoir eingetaucht ist, erfährt der Motor **3** keinen Verlust aus einer Ölverwirbelung.

[0038] Als Nächstes wird ein Innenaufbau der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** detailliert mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass die Querschnittsansicht der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁**, die in **Fig. 1** gezeigt ist, eine Querschnittsansicht gesehen aus der Richtung der Pfeile **A-A** in **Fig. 2** ist.

[0039] Wie es oben beschrieben ist, ist der obere Abschnitt des Hauptgehäuses **2A** mit dem Motor **3** versehen. Der Motor **3** ist dazu ausgebildet, einen Stator **4**, der an dem Gehäuse **2** befestigt ist, und einen Rotor **5**, der an einer Rotorwelle **7**, die drehbar durch das Gehäuse **2** auf der zweiten Achse **AX2** gelagert ist, befestigt ist, aufzuweisen. Der Motor **3** ist als ein sogenannter Induktionsmotor ausgebildet, in dem der Rotor **5** nicht mit Permanentmagneten eingebettet ist. Der Stator **4** weist Statorstahlplatten **4a** auf, die durch schichtweises Ablegen einer Mehrzahl von Stahlplatten ausgebildet sind und mit den Statorwindungen eingebettet sind. Ein Befestigungsbereich (nicht gezeigt) befestigt die Statorstahlplatten **4a** an dem Gehäuse **2** durch Bolzen oder ähnliches. Es ist zu beachten, dass das Kabel, das mit den Statorwindungen verbunden ist, mit einem Inverter- bzw. Wandler- schaltkreis (nicht gezeigt) durch einen Verbinderbereich **15** (siehe **Fig. 2**), der auf einer Seitenfläche des Zylinderbereichs **2CY₂** auf der Vorderseite vorgesehen ist, verbunden ist.

[0040] Unterdessen weist der Rotor **5** einen zylindrischen Rotorkern **5a** auf, der durch Laminieren von Stahlplatten ähnlich zu den Statorstahlplatten **4a** so ausgebildet ist, dass beispielsweise ein Induktionsstrom erzeugt werden kann. Beide Seiten des Rotorkerns **5a** in der Axialrichtung sind jeweils mit ringförmigen Endplatten **6A**, **6B** versehen. Die Endplatte **6A** ist in Berührung mit einem Flanschbereich **7a**, der auf der Rotorwelle **7** ausgebildet ist. Die Endplatte **6B** ist an dem Flanschbereich **7a** durch eine Mutter **8**, die mit der Rotorwelle **7** über ein Gewinde geschraubt im Eingriff ist, befestigt. Somit ist der Rotorkern **5a** an der Rotorwelle **7** integriert und starr montiert.

[0041] Der Rotor **7** wird drehbar durch ein Kugellager **b1**, das in einen Ringabschnitt einer Innenfläche des Hauptgehäuses **2A** eingepasst ist, gelagert und ein Kugellager **b2** ist in einen Ringabschnitt einer Innenfläche des Gehäusedeckels **2B** so eingepasst, dass ein Aufbau, der auf zwei Seiten abgestützt wird, erreicht wird. Auf der Rotorwelle **7** ist ein Rad **21** mit kleinem Durchmesser als der Drehzahlverringerungsmechanismus **20** in Keileingriff mit und nicht drehbar relativ zu der Rotorwelle **7** und in der Axialrichtung auf eine Weise parallel zu dem Rotor kern **5a** vorgesehen. Das Rad **21** mit kleinem Durchmesser und das Kugellager **b2** sind an einem abgestuften Abschnitt **7b** der Rotorwelle **7** mittels einer Mutter **9** befestigt.

[0042] Der Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20** ist dazu ausgebildet, das Rad **21** mit kleinem Durchmesser, das wie oben beschrieben starr an der Rotorwelle **7** angebracht ist, ein Leerlaufrad **22**, das mit dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser kämmt, und das Rad **25a** mit großem Durchmesser der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25**, das mit dem Leerlaufrad **22** kämmt, aufzuweisen. Das Leerlaufrad **22** ist auf einer dritten Achse **AX3** parallel zu der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** angeordnet und drehbar durch ein Nadellager **b3** mittels einer Leerlaufwelle **23** gelagert. Die Leerlaufwelle **23** ist derart ausgebildet, dass ein Aufbau erreicht wird, der auf zwei Seiten durch einen Lochabschnitt, der in dem Gehäusedeckel **2B** ausgebildet wird, und einen Lochbereich einer Abstützplatte **24**, die durch den Gehäusedeckel **2B** starr gehalten ist, abgestützt wird.

[0043] Das Rad **25a** mit großem Durchmesser der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** ist auf der ersten Achse **AX1** parallel zu dem Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** und der Ausgangswelle **50** angeordnet. Eine Außenumfangsfläche eines Abschnitts, der in einer Flanschform, die sich von der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** erstreckt, ausgebildet ist, ist als eine gezahnte Fläche, die mit dem Leerlaufrad **22** kämmt, zum Ausbilden des Rads **25a** mit großem Durchmesser als ein Zahnrad geformt. Die Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** auf der ersten Achse **AX1** ist parallel zu und tiefer als die Rotorwelle **7** auf der zweiten Achse **AX2**. Die Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** weist ein Ende, das relativ drehbar zu dem Gehäuse **2** durch ein Kugellager **b4** gelagert ist, und ein anderes Ende, das relativ drehbar zu dem Gehäuse **2** durch ein Nadellager **b5**, nämlich die später beschriebene Ausgangswelle **50** und das später beschriebene Nabenlager **52**, gelagert ist, auf. Das Rad **25a** mit großem Durchmesser überträgt die Drehung des Motors **3** durch das Leerlaufrad **22** und das Rad **21** mit kleinem Durchmesser. Zusätzlich ist auf einer Außenumfangsfläche der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** in der Axialrichtung in Richtung zu der Sei-

te der Ausgangswelle **50** hin eine gezahnte Fläche eines Sonnenrads **25b** des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** ausgebildet.

[0044] Es ist zu beachten, dass, wie es in **Fig. 5** in einer Seitenansicht gezeigt ist, der Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20** so angeordnet ist, dass jeweilige Mitten des Rads **21** mit kleinem Durchmesser, des Leerlaufrads **22** und des Rads **25a** mit großem Durchmesser (das heißt, die axialen Mitten der ersten Achse **AX1**, der zweiten Achse **AX2** und der dritten Achse **AX3**) ausgerichtet sind, und, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, genauso in der Axialrichtung (in einer Vorderansicht) auch so angeordnet ist, dass er entlang des Motors **3**, des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** und einer Seitenfläche des Gehäusedeckels **2B** ausgerichtet ist.

[0045] Das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** weist das oben erwähnte Sonnenrad **25b**, ein Planetenrad **43**, das mit dem Sonnenrad **25b** kämmt, und ein Hohlrad **41**, das mit dem Planetenrad **43** kämmt, auf. Das Planetenrad **43** wird drehbar durch eine Planetenwelle **44**, die sich zwischen einer Seitenplatte **42** und einem Flanschbereich **50d** der Ausgangswelle **50** erstreckt, gelagert. Das Planetenrad **43**, die Planetenwelle **44**, die Seitenplatte **42** und der Flanschbereich **50d** bilden einen integrierten Träger **46** aus. Das Hohlrad **41** wird zwischen einem Spreng ring **45** und dem Hauptgehäuse **2A** und in Keileingriff mit und nicht drehbar befestigt an einem Zylinderabschnitt, der entlang einer Innenumfangsfläche des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** in dem Hauptgehäuse **2A** ausgebildet ist, gehalten. Es ist zu beachten, dass ein Axiallager **b6** zwischen dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und der Seitenplatte **42** des Trägers **46** des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** vorgesehen ist. Der Träger **46** des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** ist drehbar durch das Axiallager **b6** gelagert und die Axialposition des Trägers **46** wird durch das Axiallager **b6** positioniert und abgestützt.

[0046] Wie es oben beschrieben ist, ist ein Endbereich der Ausgangswelle **50** in Richtung zu der Seite des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** in der Axialrichtung mit dem flanschähnlichen Flanschbereich **50d**, der einen Bereich des Trägers **46** ausbildet, ausgebildet und auch mit einem großen Durchmesserbereich **50c**, der einen großen Durchmesser aufweist, auf einer Seite des Flanschbereichs **50d** entgegengesetzt von dem Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** in der Axialrichtung ausgebildet. Ein Zwischenabschnitt der Ausgangswelle **50** ist als ein kleiner Durchmesserbereich **50b** ausgebildet, der einen kleineren Durchmesser als der große Durchmesserbereich **50c** aufweist. Ein proximaler Abschnitt der Ausgangswelle **50** ist mit einem proximalen Endbereich **50a**, der einen kleineren Durchmesser als der des kleinen Durchmesser-

bereichs **50b** aufweist, ausgebildet. Das Nadellager **b5** wird durch Einsetzen zwischen die Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** und die Innenumfangsseite des großen Durchmesserbereichs **50c** eingepasst.

[0047] Eine Hülse **54** ist auf einer Außenumfangsfläche des großen Durchmesserbereichs **50c** der Ausgangswelle **50** eingepasst. Ein Dichtungsring **55** ist zwischen der Hülse **54** und der Innenumfangsfläche des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** vorgesehen. Entsprechend kann die Dichtleistung des Ölreservoirs sichergestellt werden, um das Eindringen von Fremdstoffen von außen zu verhindern. Zusätzlich ist eine gezahnte Fläche **54a** auf einer Außenumfangsfläche der Hülse **54** in der Axialrichtung in Richtung zu der Seite des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** vorgesehen. Ein Drehzahlsensor **59**, der den Durchgang von Zähnen der gezahnten Fläche **54a** detektiert, ist der gezahnten Fläche **54a** zugewandt vorgesehen. Es ist zu beachten, dass der Drehzahlsensor **59** durch die Ausgangswelle **50** die Drehung des Rads **100**, an dem eine Bremsscheibe **71** der Scheibenbremsvorrichtung **70** befestigt ist, detektiert. Folglich kann der Drehzahlsensor **59** als ein Geschwindigkeitssensor, ein ABS-Drehzahlsensor oder ähnliches verwendet werden. Das Kabel des Drehzahlsensors **59** ist mit einer Steuereinheit (nicht gezeigt) durch einen Verbinderauschlussbereich **16** (siehe **Fig. 2**), der auf einer Seitenfläche des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** auf der Seite des Gehäusedeckels **2B** vorgesehen ist, verbunden.

[0048] Die Radnabe **51** ist in Keileingriff mit einer Außenumfangsfläche des Bereichs **50b** mit kleinem Durchmesser der Ausgangswelle **50**. Der proximale Endbereich **50a** der Ausgangswelle **50**, der geschraubt mit einer Mutter **53** im Eingriff ist, hält und befestigt die Radnabe **51**. Das Nabenlager **52** ist auf der Außenumfangsseite eines hohl ausgebildeten Buchsenbereichs **51a** der Radnabe **51** zwischen dem Buchsenbereich **51a** und dem Lagerabstützbereich **2Aa** des Hauptgehäuses **2A** eingepasst. Mit anderen Worten, die Radnabe **51** und die Ausgangswelle **50** werden relativ drehbar zu dem Gehäuse **2** gelagert. Das Nabenlager **52** wird zwischen einem Sprengring **56** und dem Lagerabstützbereich **2Aa** des Hauptgehäuses **2A** gehalten. Das Nabenlager **52** berührt auch eine Seitenfläche der Hülse **54** und ein proximales Ende der Hülse **54** auf der gegenüberliegenden Seite berührt den Flanschbereich **50d**, wodurch eine gute Positionsabstützgenauigkeit für die Ausgangswelle **50** in der Axialrichtung sichergestellt wird.

[0049] Ein Nabenbereich **51b**, der in einer zylindrischen Form ausgebildet ist, ist in der Axialrichtung an einem Endbereich der Radnabe **51** vorgesehen. Eine Mehrzahl von Bolzenlöchern **51c**, die in dem Nabenbereich **51b** ausgebildet sind, wird durch Einsetzen mit Nabenbolzen **101**, die später detailliert beschrie-

ben werden, eingepasst. Das Rad **100** wird an den Nabenbolzen **101** durch Muttern **102** befestigt, wodurch das Rad **100** als ein Fahrzeugrad **200** ausgebildet wird.

[0050] In der so aufgebauten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1**, wird beispielsweise, wenn die Steuereinheit (nicht gezeigt) eine Leistungsbetriebssteuerung für den Motor **3** basierend auf einer Beschleunigungsbetätigung des Fahrers oder ähnlichem beginnt, elektrische Leistung von einer Leistungsquelle (Batterie) und dem Inverter-Schaltkreis zu dem Stator **4** des Motors **3** zugeführt, wodurch der Rotor **5** gedreht und angetrieben wird. Dies wiederum dreht und treibt die Rotorwelle **7** an und die Drehung der Rotorwelle **7** wird von dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser durch das Leerlaufrad **22** auf das Rad **25a** mit großem Durchmesser der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** in ihrer Geschwindigkeit bzw. Drehzahl verringert und übertragen. Folgend bewirkt ein Drehen und Antreiben des Sonnenrads **25b** der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25**, dass der Träger **46** in dem Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** sich mit einer verringerten Drehzahl bzw. Geschwindigkeit über das stationäre Hohlrad **41** dreht und die Drehung des Trägers **46**, deren Drehzahl verringert ist, wird auf die Ausgangswelle **50** und die Radnabe **51** als eine antreibende Drehung zum Drehen und Antreiben des Fahrzeugrads **200** übertragen.

[0051] Umgekehrt werden, beispielsweise wenn die Steuereinheit (nicht gezeigt) eine Wiedergewinnungssteuerung basierend auf einer Beschleunigungsbetätigung oder einer Bremsbetätigung des Fahrers initiiert, die Ausgangswelle **50** und die Radnabe **51** durch die Trägheitskraft des Fahrzeugs und ähnliches gedreht und angetrieben und diese Drehung wird umgekehrt in den Träger **46** des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** zugeführt, wodurch das Sonnenrad **25b** der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** bei einer erhöhten Drehzahl über das stationäre Hohlrad **41** gedreht wird. Außerdem wird die Drehung der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** als eine Drehung mit erhöhter Drehzahl auf das Rad **21** mit kleinem Durchmesser durch das Leerlaufrad **22** und das Rad **25a** mit großem Durchmesser übertragen, wodurch die Rotorwelle **7** gedreht und angetrieben wird. Durch Anlegen einer negativen Spannung an den Stator **4** bewirkt die Drehung des Rotors **5** eine gegenelektrische Kraft zum Wirken auf den Stator **4**, die als elektrische Leistung zu der Leistungsquelle durch den Wandlerschaltkreis zum Laden der Leistungsquelle zugeführt wird.

[0052] Es ist zu beachten, dass der Motor **3** der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1**, gemäß der ersten Ausführungsform als ein Induktionsmotor, wie oben beschrieben, ausgebildet ist. Folglich tritt in einem Betriebszustand, in dem ein Hybridantriebssystem

(nicht gezeigt) andere Fahrzeuigräder (zum Beispiel die Fahrzeugvorderräder) antreibt, auch wenn der Motor **3** im Leerlauf ist und nicht der Leistungsbedarfssteuerung ausgesetzt ist, die gegen elektrische Kraft nicht auf und es gibt insbesondere während eines Hochgeschwindigkeitsbetriebs, das heißt einer schnellen Drehung des Motors **3** keinen Bedarf, eine so genannte magnetische Feldschwächungssteuerung zum Aufheben des Drehmoments, das durch die gegen elektrische Kraft erzeugt wird, auszuführen. Somit kann ein besserer Kraftstoffverbrauch erreicht werden.

[0053] Als Nächstes wird der Aufbau des Fahrzeugrads **200**, das mit der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** versehen ist, und der befestigte Zustand des Fahrzeugrads **200** an dem Fahrzeug (Federungsvorrichtung **90**) mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben werden.

[0054] Das Fahrzeugrad **200** ist allgemein aus dem Rad **100**, der Scheibenbremsvorrichtung **70** und der oben beschriebenen In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** ausgebildet. Das Fahrzeugrad **200** ist auch so aufgebaut, dass dem Fahrzeugrad **200** durch Anbringen an der Federungsvorrichtung **90** ein vorbestimmter Bewegungsbereich bezüglich des Fahrzeugs erlaubt wird und die Vibrationen des Fahrzeugrads **200** absorbiert werden.

[0055] Das Rad **100** ist aus einem allgemein bekannten Produkt ausgebildet. Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, weist das Rad **100** einen trommelförmigen Felgenbereich **100a**, an dem ein Reifen (nicht gezeigt) befestigt ist, und einen scheibenähnlichen Scheibenbereich **100b**, der mit einem Endbereich des Felgenbereichs **100a** verbunden ist und den Felgenbereich **100a** abstützt, auf. Auf einem Innenumfangsabschnitt des Scheibenbereichs **100b** ist eine Mehrzahl von Bolzenlöchern **100c** in derselben Anzahl wie die Mehrzahl von Bolzenlöchern **51c** der Radnabe **51** an Positionen, die der Mehrzahl von Bolzenlöchern **51c** entsprechen, ausgebildet.

[0056] Entsprechend sind, wenn das Rad **100** an der Radnabe **51** angebracht wird, die Bolzenlöcher **100c** des Rads **100** mit den Nabenbolzen **101**, die geschraubt an den Bolzenlöchern **51c** der Radnabe **51** befestigt sind, ausgerichtet. Zusätzlich ist das Rad **100** so montiert, dass die Nabenbolzen **101** durch die Bolzenlöcher **100c** verlaufen und durch die Muttern **102** befestigt sind, wodurch das Rad **100** an der Radnabe **51** angebracht wird. Es ist zu beachten, dass mit dem an der Radnabe **51** angebrachten Rad **100** die Bremsscheibe **71** der Scheibenbremsvorrichtung **70** auch zusammen mit dem Rad **100** und der Radnabe **51** befestigt wird, und die Bremsscheibe **71** zu dem Rad **100** und der Radnabe **51** (das heißt, der Ausgangswelle **50**) nicht relativ drehbar befestigt ist.

[0057] Die Scheibenbremsvorrichtung **70** ist allgemein dazu ausgebildet, die Bremsscheibe **71** und den Bremssattel **72** aufzuweisen. Der Bremssattel **72** schleift Bremsklötze **75, 75**, die die Bremsscheibe **71** zwischen sich halten, gegen die Bremsscheibe **71**. Die Bremsscheibe **71** weist einen ringförmigen abgeschliffenen Bereich **71a**, der durch die Bremsklötze **75, 75** abgeschliffen wird, und einen flanschförmigen Flanschbereich **71b**, der den abgeschliffenen Bereich **71a** abstützt, auf. In dem Flanschbereich **71b** ist eine Mehrzahl von Durchgangslöchern **71c** in derselben Anzahl wie die Mehrzahl von Bolzenlöchern **51c** der Radnabe **51** und die Mehrzahl von Bolzenlöchern **100c** des Rads **100** an Positionen, die der Mehrzahl von Bolzenlöchern **51c** und der Mehrzahl von Bolzenlöchern **100c** entsprechen, ausgebildet. Durch einen Zusammenbau derart, dass die Nabenbolzen **101** durch die Durchgangslöcher **71c** verlaufen, wird die Bremsscheibe **71** zusammen mit dem Rad **100** und der Radnabe **51** befestigt, wenn das Rad **100** an der Radnabe, wie oben beschrieben, befestigt wird.

[0058] Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist der Bremssattel im Allgemeinen dazu ausgebildet, einen Kolbenbereich **73**, einen Zylinderbereich **74** und die Bremsklötze **75, 75** aufzuweisen. Die Bremsklötze **75, 75** werden jeweils durch ein Paar Bremsklotzhalter **76, 76** gehalten und sind so angeordnet, dass sie beiden Seitenflächen des abgeschliffenen Bereichs **71a** der Bremsscheibe **71** zugewandt sind. Der Zylinderbereich **74** ist zum Aufweisen einer C-Form in einer Querschnittsansicht ausgebildet und weist einen Abstützbereich **74a** auf, der den Bremsklotz **75** auf der einen Seite in der Axialrichtung abstützt (linke Seite in **Fig. 1**). Der Zylinderbereich **74** ist auch an einem Drehmomentbauteil **77** befestigt.

[0059] Der Kolbenbereich **73** weist einen darin eingebauten Kolben (nicht gezeigt) auf, der durch Bremsöl, das von einem Öldurchgang (nicht gezeigt) zugeführt wird, betätigt werden kann. Ein Zuführen des Bremsöls treibt den Kolben (nicht gezeigt) zum Andrücken des Bremsklotzes **75** auf der anderen Seite in der Axialrichtung (rechte Seite in **Fig. 1**) in Richtung zu dem abgeschliffenen Bereich **71a** der Bremsscheibe **71** an und bringt eine Reaktionskraft auf den Abstützbereich **74a** des Zylinderbereichs **74** derart auf, dass die Bremsklötze **75, 75** den abgeschliffenen Bereich **71a** der Bremsscheibe **71** von zwei Seiten umschließen und dagegen schleifen. Es ist zu beachten, dass Hebel für einen Seitenbremsmechanismus **80** auf einer Seite des Kolbens **73** vorgesehen sind.

[0060] Außerdem ist, wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, auf einer Außenfläche auf dem Hauptgehäuse **2A** des Gehäuses **2** der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** auf der Seite der Vertikallinie **V** gegenüberliegend dem zweiten Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2** (Motor **3**) der plattenförmige Bremssattel-

befestigungsbereich **2Ab** integriert auf dem Gehäuse **2** angeordnet. Das Drehmomentbauteil **77** ist an dem Bremssattelbefestigungsbereich **2Ab** durch Bolzen **79** befestigt, was den Zylinderbereich **74** befestigt, das heißt, was den Bremssattel **72** an dem Gehäuse **2** befestigt. Somit sind, wie es oben beschrieben wurde, der Bremssattel **72** und der zweite Zylinderbereich **2CY₂** (Motor **3**) auf dem Außenumfang des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** angeordnet und an verschiedenen Positionen in der Umfangsrichtung ausgerichtet vorgesehen.

[0061] Als Nächstes wird der befestigte Zustand des Fahrzeuggrads **200** an der Federungsrichtung **90** beschrieben werden. Wie es in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt ist, ist die Federungsrichtung **90** dazu ausgebildet, ein Querstück **91**, das eine V-Form in einer Querschnittsansicht aufweist und sich quer zu der Fahrzeug-links-rechts-Richtung erstreckt, einen Nachlaufarm **93**, der sich von einem Endbereich des Querstücks **91** in Richtung zu der Fahrzeugvorderseite erstreckt, ein Gelenk **94**, das den Nachlaufarm **93** an dem Fahrzeug einhakt, einen Nabenarm **92**, der sich von einem Schnittabschnitt zwischen dem Querstück **91** und dem Nachlaufarm **93** in Richtung zu dem Fahrzeuggrad **200** hin erstreckt, und einen plattenförmigen Verbindungsbereich **95**, der starr an einem proximalen Ende des Nabenarms **92** befestigt ist, aufzuweisen. Es ist zu beachten, dass über dem Endbereich des Querstücks **91** ein Stoßdämpfer (nicht gezeigt) und ähnliches angeordnet sind, die Hoch-Runter-Vibrationen absorbieren und die Position der Federungsrichtung **19** in der Hoch-Runter-Richtung bezüglich des Fahrzeugs beschränken.

[0062] Der Verbindungsbereich **95**, der starr an dem proximalen Ende des Nabenarms **92** angebracht ist, weist eine Verbindungsfläche **95a** auf, die an eine Verbindungsfläche **2Sa** des Federungsbefestigungsbereichs **2S**, der sich wie oben beschrieben integral von dem Hauptgehäuse **2A** des Gehäuses **2** erstreckt, gefügt bzw. mit derselben verbunden ist. Entsprechend sind auf der Vorderseite (einer Seite), die die Seite des zweiten Zylinderbereichs **2CY₂** bezüglich der Vertikallinie **V** ist (siehe **Fig. 2**), die Federungsrichtung **90** und die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** aneinander weiter vorne als der ersten Zylinderbereich **2CY₁** und niedriger als der zweite Zylinderbereich **2CY₂** befestigt. Das heißt, die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** ist an der Federungsrichtung **90** befestigt, ohne sich mit der Layout-Position des Motors **3** störend zu beeinflussen oder den Gehäusedeckel **2B** mit einzubeziehen.

[0063] Es ist zu beachten, dass in einem gewöhnlichen Fahrzeug der Nabenarm **92** der Federungsrichtung **90** dazu ausgebildet ist, sich zu oder nahe dem Nabenlager **52**, das die Radnabe **51** abstützt, zu erstrecken, und das Nabenlager **52** direkt abstützt (siehe beispielsweise **Fig. 9**). Dennoch kann in der

ersten Ausführungsform die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** an der Federungsrichtung **90** durch eine einfache Modifizierung eines Verkürzens durch Abschneiden des Nabenarms **92** oder ähnliches angebracht werden.

[0064] Entsprechend der oben beschriebenen In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** ist der Motor **3** auf der zweiten Achse **AX2** parallel zu der ersten Achse **AX1** angeordnet. Zusätzlich sind der Motor **3** und das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** positioniert. Es ist somit möglich, ein Eindringen des Motors **3** in die Fahrzeugseite und ein Vergrößern in der Radiallänge der gesamten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** zu verhindern. Zusätzlich kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** auch daran gehindert werden, sich mit der Federungsrichtung **90** und der Bremsvorrichtung **70** zu stören. Folglich sind keine signifikanten Designänderungen der Federungsrichtung **90** und der Bremsvorrichtung **70** erforderlich und die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** weist eine verbesserte Fahrzeugmontierbarkeit auf.

[0065] Zusätzlich kann ein Anwachsen des LKD der Nabenbolzen **101**, das beispielsweise durch Anordnen des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** umfangsmäßig innerhalb der Radnabe **51** bewirkt wird, verhindert werden und der LKD der Nabenbolzen **101** kann somit mit einer flexibleren Größe festgelegt werden. Folglich ist die Verwendung eines speziellen Rads oder ähnliches nicht notwendig und ein gewöhnliches Rad **100** kann ohne eine Modifizierung der Radnabe **51** angebracht werden.

[0066] Der Motor **3** ist um die erste Achse **AX1** an einer Position, die in der Umfangsrichtung verschieden zu dem Bremssattel **72** der Scheibenbremsvorrichtung **70** ist, angeordnet. Folglich sind der Motor **3** und der Bremssattel **72** nicht in der Axialrichtung ausgerichtet vorgesehen und der Motor **3** und der Bremssattel **72** können auf der Innenseite des Rads **100** angeordnet sein, ohne einander zu stören, was ein Vergrößern in der Axiallänge der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** verhindert.

[0067] Der zweite Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2** ist in Richtung zu einer Seite (zum Beispiel der Vorwärtsseite in der Fahrzeugvorwärtsfahrrichtung) bezüglich der Vertikallinie **V**, die bei der ersten Achse **AX1** senkrecht zu der Horizontallinie, die durch die erste Achse **AX1** verläuft, ist, angeordnet. Der Bremssattelbefestigungsbereich **2Ab**, der den Bremssattel **72** befestigt, ist auf einer Außenfläche des zweiten Zylinderbereichs **2CY₂** auf der anderen Seite bezüglich der Vertikallinie **V** des Gehäuses **2** angeordnet (beispielsweise der Rückseite in der Fahrzeugvorwärtsfahrrichtung). Folglich können der Motor **3** und der Bremssattel **72** auf der Außen-

umfangsseite des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Gehäuses **2** an verschiedenen Positionen in der Umfangsrichtung angeordnet sein. Somit sind der Motor **3** und der Bremssattel **72** nicht in der Axialrichtung ausgerichtet vorgesehen und der Motor **3** und der Bremssattel **72** können auf der Innenseite des Rads **100** ohne einander zu stören angeordnet werden.

[0068] Wie es oben angegeben wurde, ist der zweite Zylinderbereich **2CY₂** des Gehäuses **2** versetzt in Richtung zu der einen Seite (zum Beispiel der Vorwärtsseite in der Fahrzeugvorwärtsfahrtrichtung) bezüglich der Vertikallinie **V**, die bei der ersten Achse **AX1** senkrecht zu der Horizontallinie **H**, die durch die erste Achse **AX1** verläuft, ist, angeordnet. Außerdem ist der Federungsbefestigungsbereich **2S**, der an der Federungsvorrichtung **90** befestigt ist, an der einen Seite bezüglich der Vertikallinie **V** des Gehäuses **2** und niedriger als der zweite Zylinderbereich **2CY₂** vorgesehen. Folglich können der Motor **3** und der Nabenarm **92** der Federungsvorrichtung **90** auf der Außenumfangsseite des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Gehäuses **2** an in der Umfangsrichtung verschiedenen Positionen angeordnet sein. Somit können der Motor **3** und die Federungsvorrichtung **90** ohne einander zu stören angeordnet sein.

[0069] Der Federungsbefestigungsbereich **2S** ist auch sich integral von dem Gehäuse **2A** erstreckend vorgesehen. Folglich kann das Fahrzeugrad **200** durch die Federungsvorrichtung **90** abgestützt werden, ohne den Gehäusedeckel **2B** mit einzubeziehen. Somit besteht, da die Abstützkraft für das Fahrzeugrad **200** nicht auf den Gehäusedeckel **2B** übertragen wird, kein Bedarf die Dicke des Gehäusedeckels **2B** zu erhöhen oder einen befestigten Abschnitt zwischen dem Gehäusedeckel **2B** und dem Hauptgehäuse **2A** zu verstärken. Als eine Folge kann die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** in der Axialrichtung kompakter und leichter gemacht werden.

[0070] Die zweite Achse **AX2**, auf der der Motor **3** vorgesehen ist, ist auch höher als die erste Achse **AX1** angeordnet, das heißt, der Motor **3** ist höher angeordnet als die Mitte des Rads **100**. Folglich kann ein Layout-Aufbau erreicht werden, der wirkungsvoll gegenüber Flutung und Verdrecken des Motors **3** ist. Zusätzlich ist das Ölreservoir auf der Unterseite des Gehäuses **2** ausgebildet und Öl (Schmieröl) wird in dem Gehäuse **2** der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** abgedichtet. Dennoch ist der Motor **3** höher angeordnet. Folglich kann die Drehung des Motors **3** daran gehindert werden, das Ölreservoir, das auf der Unterseite des Gehäuses **2** angesammelt wird, zu verwirbeln. Folglich kann ein Verlust in dem Motor **3** aus Ölverwirbelung verringert werden und der Kraftstoffverbrauch (Elektrizitätsverbrauch) des Fahrzeugs kann auch verringert werden.

[0071] Das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** ist auf der ersten Achse **AX1** parallel zu dem Nabenlager **52**, das die Ausgangswelle **50** drehbar lagert, angeordnet. Folglich kann ein Vergrößern der Größe des Durchmessers des Nabenlagers **52**, das durch Anordnen des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes umfangsmäßig innerhalb des Nabenlagers **52** verursacht wird, verhindert werden. Als eine Folge kann das Nabenlager **52** mit einer flexibleren Größe festgelegt werden. Somit kann der Durchmesser der Ausgangswelle **50**, die durch das Nabenlager **52** gelagert wird, auch mit einer flexibleren Größe festgelegt werden, wodurch die Radnabe **51** ebenso mit einer flexibleren Größe festgelegt werden kann. Dies führt dazu, dass die Verwendung eines Spezialrads oder ähnliches nicht notwendig ist und ein gewöhnliches Rad **100** ohne eine Modifizierung an der Radnabe **51** angebracht werden kann.

[0072] Eine zweite Ausführungsform, die die erste oben beschriebene Ausführungsform teilweise modifiziert, wird mit Bezug auf die **Fig. 6** bis **Fig. 9** erklärt werden. Es ist zu beachten, dass in der Beschreibung der zweiten Ausführungsform gleiche Bezugszeichen für Teile, die identisch zu denen der ersten Ausführungsform sind, verwendet werden, und solche Teile hier nicht weiter beschrieben werden.

[0073] Die zweite Ausführungsform weist einen Aufbau auf, in dem die Anbringposition der Federungsvorrichtung **90** im Vergleich zu der oben beschriebenen ersten Ausführungsform modifiziert ist und die Ausgangswelle **50** direkt durch der Federungsvorrichtung **90** ohne das Eingreifen des Gehäuses **2** der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** gelagert wird. Der Verbindungsbereich **95** des Nabenarms **92** der Federungsvorrichtung **90** ist zwischen der Radnabe **51** und dem Hauptgehäuse **2A** eingefügt, was das Hauptgehäuse **2A** in der Axialrichtung verkürzt und als eine Folge auch den Motor **3** in der Axialrichtung verkürzt. Somit kann der Motor **3** in einen kleinen Induktionsmotor mit einer kleinen Ausgangsleistung geändert werden.

[0074] Genauer gesagt ist in der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** gemäß der zweiten Ausführungsform das Gehäuse **2** aus dem Hauptgehäuse **2A** und dem Gehäusedeckel **2B**, der die Öffnung des Hauptgehäuses **2A** verschließt, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, aufgebaut. Auf dem Außenumfang des Endbereichs des Hauptgehäuses **2A** ist auf dessen Öffnungsseite ein Flanschbereich **2Ac** in vorstehender Art und Weise ausgebildet. Der Flanschbereich **2Ac** wird durch eine Mehrzahl von Bolzen **12** an den plattenförmigen Verbindungsbereich **95**, der an dem proximalen Endbereich des Nabenarms **92** der Federungsvorrichtung **90** ausgebildet ist, angefügt und befestigt. Das heißt, das Hauptgehäuse **2A** ist an dem Verbindungsbereich **95** der Federungsvorrichtung **90** befestigt und angebracht. Es ist zu beachten, dass

in **Fig. 6** der Flanschbereich **2Ac** auf der Seite des Bremssattels **72** der Ausgangswelle **50** länger und auf der gegenüberliegenden Seite von der Ausgangswelle **50** kürzer gezeigt ist. Dies wurde gemacht, da der Flanschbereich **2Ac** so ausgebildet ist, dass nur der Abschnitt von ihm, der mit Bolzen **12** befestigt ist, von dem Außenumfang des Hauptgehäuses **2A** vorsteht. Das Hauptgehäuse **2A** ist in der Axialrichtung, wie oben beschrieben, verkürzt und die Axiallänge der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** ist im Wesentlichen gleich wie die der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₁** gemäß der ersten Ausführungsform.

[0075] Die Außenumfangsseite des Nabenlagers **52** weist ein Lagergehäuse **52A** auf und der Kugelmechanismus des Nabenlagers **52** wird direkt auf der Innenumfangsseite des Lagergehäuses **52A** abgestützt. Das Nabenlager **52** und die Radnabe **51** bilden ein Nabeneinheitslager **60** aus, das die Ausgangswelle **50** und die Radnabe **51** drehbar lagert. Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, weist die Außenumfangsseite des Lagergehäuses **52A** einen flanschförmigen Flanschbereich **52Aa** auf, der integral sich von ihm erstreckend ausgebildet ist. Der Flanschbereich **52Aa** wird durch eine Mehrzahl von Bolzen **61** mit dem Verbindungsbereich **95**, der an dem proximalen Ende des Nabenarms **92** befestigt ist, verbunden und daran befestigt.

[0076] Es ist zu beachten, dass in **Fig. 9** der Flanschbereich **52Aa** auf der Seite des Bremssattels **72** des Nabenlagers **52** länger und auf der gegenüberliegenden Seite des Nabenlagers **52** kürzer gezeigt ist. Dies wurde gemacht, da der Flanschbereich **52Aa** so ausgebildet ist, dass nur der Abschnitt von ihm, der mit den Bolzen **61** befestigt ist, von dem Außenumfang des Lagergehäuses **52A** vorsteht. Zusätzlich ist das Drehmomentbauteil **77** des Bremssattels **72** durch eine Mehrzahl von Bolzen **79** (siehe **Fig. 7** und **Fig. 8**) an dem Verbindungsbereich **95** des Nabenarms **92** befestigt.

[0077] Wie es in **Fig. 7** gezeigt ist, gibt es zwischen der so aufgebauten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **12** und dem Felgenbereich **100a** des Rads **100** einen Raum, der sich von einem Vorderabschnitt zu einem unteren Abschnitt des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Hauptgehäuses **2A** erstreckt und einem Gebiet entspricht, in dem der Federungsbefestigungsbereich **2S** eliminiert ist. Mit der an der Federungsvorrichtung **90** angebrachten In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂**, wie sie in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt ist, verläuft der Nabenarm **92** von vorne bis unter den ersten Zylinderbereich **2CY₁** des Hauptgehäuses **2A** und wird durch den Verbindungsbereich **95**, der mit einem Flanschbereich **2Ac** verbunden ist, befestigt.

[0078] Es ist zu beachten, dass der Aufbau, in dem der Nabenarm **92** der Federungsvorrichtung **90** sich

zu einem Außenumfangsabschnitt des Nabenlagers **52** erstreckt, einen Aufbau anwenden kann, der im Wesentlichen derselbe wie der gewöhnliche Aufbau eines Fahrzeugrads, das nicht mit einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung versehen ist, ist. Mit anderen Worten, die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** kann angebracht werden, ohne die Federungsvorrichtung **90** oder die Scheibenbremsvorrichtung **70** wesentlich zu modifizieren.

[0079] Gemäß der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **12** der zweiten oben beschriebenen Ausführungsform ist das Gehäuse **2** an dem Verbindungsbereich **95** der Federungsvorrichtung **90** angebracht, indem die Federungsvorrichtung **90** unter dem Gehäuse **2** verläuft und der Verbindungsbereich **95** an dem Nabenlager **52**, das die Ausgangswelle **50** drehbar lagert, befestigt ist. Folglich kann das Fahrzeugrad **200** durch die Federungsvorrichtung **90** abgestützt werden, ohne das Gehäuse **2** mit einzubeziehen. Somit gibt es, da die Abstützkraft des Fahrzeugrads **200** nicht auf das Hauptgehäuse **2A** und den Gehäusedeckel **2B** (das heißt das Gehäuse **2**) übertragen wird, keinen Bedarf, die Dicke des Gehäuses **2** zu erhöhen oder einen befestigten Abschnitt zwischen dem Verbindungsbereich **95** der Federungsvorrichtung **90** und dem Hauptgehäuse **2A** zu verstärken. Dies führt dazu, dass die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** in der Axialrichtung kompakter und leichter gemacht werden kann.

[0080] Es ist zu beachten, dass in der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₂** gemäß der zweiten Ausführungsform das Lager **b5**, das eine Seite der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** abstützt, im Vergleich zu der ersten Ausführungsform von einem Nadellager in ein Kugellager geändert wurde. Dies wurde gemacht, da das Weglassen des Bremssattelbefestigungsbereichs **2Ab** (siehe **Fig. 1**), der umfangsmäßig außerhalb des Drehzahlsensors **59** vorgesehen ist, einen Raum in der Radialrichtung schafft, so dass ein Kugellager mit höherer Dauerhaltbarkeit verwendet wird. Dennoch kann ein Nadellager angewendet werden, falls es irgendwelche bestimmten Einschränkungen betreffend der Radialrichtung gibt.

[0081] Weitere Anordnungen, Arbeitsweisen und Wirkungen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **12**, die hier nicht erwähnt sind, sind identisch zu denen der ersten Ausführungsform und werden hier nicht weiter beschrieben.

[0082] Eine dritte Ausführungsform, die die oben beschriebene erste Ausführungsform teilweise modifiziert, wird als Nächstes mit Bezug auf **Fig. 10** erklärt werden. Es ist zu beachten, dass in der Beschreibung der dritten Ausführungsform gleiche Bezugszeichen für Teile verwendet werden, die identisch zu denen der ersten Ausführungsform sind, und solche Teile hier nicht weiter beschrieben werden.

[0083] In der dritten Ausführungsform wird der Motor **3** im Vergleich zu der ersten oben beschriebenen Ausführungsform von einem Induktionsmotor in einen IPM-Synchronmotor (Motor in einer Bauweise mit eingebetteten Permanentmagneten) geändert. Begleitend zu der Modifizierung des Motors **3** wird zum Ausführen einer Steuerung, die die präzise Drehposition des Motors **3** detektiert, eine Drehmeldervorrichtung **30** installiert, die die Drehposition der Rotorwelle **7** detektiert.

[0084] Genauer gesagt, ist die Drehmeldervorrichtung **30** einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃** dazu ausgebildet, einen Drehmelderrotor **32**, der durch eine Mutter **33**, die mehr in Richtung dem proximalen Endbereich der Rotorwelle **7** (dem Endbereich auf der rechten Seite in **Fig. 10**) als die Mutter **9** der Rotorwelle **7** ist, befestigt ist, und einen Drehmelderstator **31**, der starr an der Seitenfläche des Gehäusedeckels **2B** montiert ist, aufzuweisen. Die Drehmeldervorrichtung **30** ist in einer Drehmelderkammer **34** aufgenommen, die durch ein Deckelbauteil **2D**, das lösbar an dem Gehäusedeckel **2B** befestigt ist, abgedeckt ist. Die Drehmeldervorrichtung **30** ist so ausgebildet, dass nach einem Herstellen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃** die Phase (Winkel) des Drehmelderrotors **32** relativ zu der Rotorwelle **7** durch Entfernen des Deckelbauteils **2D** und Lösen der Mutter **33** eingestellt werden kann.

[0085] Es ist zu beachten, dass in der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃** die Drehzahl der Rotorwelle **7** durch die Drehmeldervorrichtung **30** detektiert werden kann. Folglich kann die Drehzahl der Ausgangswelle **50** durch Multiplizieren des Detektionsergebnisses zusammen mit Übersetzungsverhältnissen des Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20** und des Drehzahlverringerungsplanetengetriebes **40** berechnet werden. Auf den Drehzahlsensor **59** kann somit verzichtet werden.

[0086] Die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃**, in der der Motor **3** somit durch einen IPM-Synchronmotor ausgebildet ist, erzeugt eine gegenelektrische Kraft, wenn sie bei einer Hochgeschwindigkeit gedreht wird, im Vergleich zu dem Induktionsmotor der ersten oben beschriebenen Ausführungsform. Dies erhöht das Ausgangsdrehmoment des Motors **3**, was ein Ausführen einer so genannten magnetischen Feldschwächungssteuerung notwendig macht. Folglich weist das Fahrzeug insgesamt eine hohe Antriebsleistungsausgangsperformance auf.

[0087] Es ist zu beachten, dass, im Vergleich zu der ersten Ausführungsform, das Lager **b5**, das eine Seite der Drehzahlverringerungsgetriebewelle **25** stützt, in der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃** gemäß der dritten Ausführungsform ähnlich zu der zweiten Ausführungsform von einem Nadellager in ein Kugellager geändert ist. Dies wurde gemacht, da das Eli-

minieren des Bremssattelbefestigungsbereichs **2Ab** (siehe **Fig. 1**), der umfangsmäßig außerhalb des Drehzahlsensors **59** vorgesehen ist, einen Raum in der Radialrichtung schafft, so dass ein Kugellager mit höherer Haltbarkeit verwendet wird. Dennoch kann, falls es irgendwelche bestimmten Beschränkungen betreffend der Radialrichtung gibt, ein Nadellager verwendet werden.

[0088] Weitere Anordnungen, Arbeitsweisen und Wirkungen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₃**, die hier nicht erwähnt sind, sind identisch zu denen der ersten Ausführungsform und werden hier nicht weiter beschrieben.

[0089] Eine vierte Ausführungsform, die die erste oben beschriebene Ausführungsform teilweise modifiziert, wird als Nächstes mit Bezug auf die **Fig. 11** und **Fig. 12** beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass in der Beschreibung der vierten Ausführungsform gleiche Bezugszeichen für Teile verwendet werden, die identisch zu denen der ersten Ausführungsform sind, und solche Teile hier nicht weiter beschrieben werden.

[0090] In der vierten Ausführungsform ist der Aufbau des Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20** im Vergleich zu der ersten oben beschriebenen Ausführungsform derart modifiziert, dass obwohl die Position des Rads **25a** mit großem Durchmesser in der Axialrichtung im Wesentlichen die gleiche bleibt, der Motor **3** eine vergrößerte Länge in der Axialrichtung zum Erlauben einer größeren Abmessung (höhere Ausgangsleistung) aufweist.

[0091] Das heißt, es sind, wie es in den **Fig. 11** und **Fig. 12** gezeigt ist, auf einer Fahrzeugkörperseite (einer Seite axial gegenüber von dem Rad **100** und der Ausgangswelle **50**) einer In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₄** eine Schraubenfeder **110** und ein Stoßdämpfer (Dämpfer) **120** zwischen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **1₄** und dem Fahrzeugkörper (nicht gezeigt) und über dem Querstück **91** (siehe beispielsweise **Fig. 3** und **Fig. 4**) angeordnet. Insbesondere ist, da die Unterseite des Stoßdämpfers **120** von dem Fahrzeugkörper aufgrund des Sturzwinkels nach außen gerichtet ist, ein unterer Abschnitt des Stoßdämpfers **120** in naher Umgebung des ersten Zylinderbereichs **2CY₁** des Gehäuses **2** angeordnet. Es ist somit schwierig, das Rad **25a** mit großem Durchmesser des Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus **20** in Richtung zu der Seite des Fahrzeugkörpers in der Axialrichtung zu bewegen und anzuordnen. Dennoch gibt es zwischen der Schraubenfeder und der Fahrzeugkörperseite des zweiten Zylinderbereichs **2CY₂** des Gehäuses **2**, das heißt der Fahrzeugkörperseite des Motors **3**, einen relativen Raum.

[0092] Aber, ähnlich zu der ersten oben beschriebenen Ausführungsform, bewegt in einem Aufbau, in dem das Rad **25a** mit großem Durchmesser auf der ersten Achse **AX1**, das Leerlaufrad **22** auf der dritten Achse **AX3** und das Rad **21** mit kleinem Durchmesser auf der zweiten Achse **AX2** ausgerichtet sind (siehe **Fig. 1** und **Fig. 5**), ein Erweitern des Motors **3** in der Axialrichtung das Leerlaufrad **22** in Richtung zu der Fahrzeugkörperseite so hin, dass es den Motor **3** nicht stört, und das Rad **25a** mit großem Durchmesser muss auch in Richtung zu der Fahrzeugkörperseite hin bewegt werden. Dennoch kann das Rad **25a** mit großem Durchmesser aufgrund des Vorhandenseins des Stoßdämpfers **120** nicht bewegt werden. Mit anderen Worten, mit dem Aufbau der ersten Ausführungsform kann der Motor **3** in der Axialrichtung nicht erweitert werden (vergrößert werden) und die Ausgangsleistung kann nicht verbessert werden.

[0093] Somit ist in der vierten Ausführungsform ein Vorgelegerad **26** auf einer vierten Achse **AX4** parallel zu der ersten Achse **AX1**, der zweiten Achse **AX2** und der dritten Achse **AX3** an einer Position vorgesehen, die nicht mit dem Außendurchmesser des Motors **3** gesehen von der Axialrichtung überlappt, das heißt an einer Position außerhalb des Bereichs des Außendurchmessers des Motors **3** (siehe **Fig. 12**).

[0094] Insbesondere weist der Drehzahlverringungsgetriebemechanismus **20** der vierten Ausführungsform, wie es in **Fig. 11** gezeigt ist, das Rad (erster sich drehender Körper) **25a** mit großem Durchmesser, das antriebsmäßig mit dem Drehzahlverringungsplanetengetriebe **40** gekoppelt ist, an im Wesentlichen derselben Position in der Axialrichtung wie in der ersten Ausführungsform auf. Außerdem ist der Motor **3** in der Axialrichtung in Richtung zu der Fahrzeugkörperseite hin erweitert. Zusätzlich ist das Rad (zweiter sich drehender Körper) **21** mit kleinem Durchmesser in Richtung zu der Seite entgegengesetzt zu der Seite der Ausgangswelle **50** des Rads **25a** mit großem Durchmesser in der Axialrichtung verschoben angeordnet und mit dem Motor **3** antriebsmäßig gekoppelt. Außerdem ist ein Bereich des Außendurchmessers des Leerlaufrads **22** so angeordnet, dass er weiter nach außen vorsteht als der Außendurchmesser des Motors **3** (siehe **Fig. 12**) und kämmt mit dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser. Das Leerlaufrad **22** kämmt auch mit dem Vorgelegerad (Vorgelegebauteil) **26**, das auf der vierten Achse **AX4** angeordnet ist.

[0095] Es ist zu beachten, dass, obwohl das Rad **21** mit kleinem Durchmesser der vierten Ausführungsform integral mit der Rotorwelle **7** ausgebildet ist, das Rad **21** mit kleinem Durchmesser separat, wie in der ersten Ausführungsform, ausgebildet werden kann. Ebenso ist im Vergleich zu der ersten Ausführungsform, wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, die Position des Leerlaufrads **22** (dritte Achse **AX3**) in Richtung zu der

Seite des Federungsbefestigungsbereichs **2S** in der Umfangsrichtung anstatt linear mit der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** bewegt. Dennoch sind der Abstützaufbau bzw. Lageraufbau und ähnliches des Leerlaufrads **22** die gleichen wie die in der ersten Ausführungsform.

[0096] Wie es in **Fig. 11** gezeigt ist, ist das Vorgelegerad **26** drehbar auf seinen beiden Enden bezüglich des Gehäuses **2** durch Kugellager **b7**, **b8** gelagert. Das Vorgelegerad **26** ist auch in einem radialen Querschnitt senkrecht zu dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser (Leerlaufrad **22**) so angeordnet, dass es sich zwischen dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser (Leerlaufrad **22**) erstreckt, das heißt, das Vorgelegerad **26** ist dazu ausgebildet, eine Axiallänge aufzuweisen, die dem Vorgelegerad **26** erlaubt, sich dazwischen zu erstrecken und in der Axialrichtung mit dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Leerlaufrad **22** gesehen in der Radialrichtung zu überlappen. Das Vorgelegerad **26** ist auch an in der Axialrichtung verschiedenen Positionen mit dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser und dem Rad **25a** mit großem Durchmesser durch das Leerlaufrad **22** antriebsmäßig gekoppelt.

[0097] Gemäß der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **14** der vierten oben beschriebenen Ausführungsform ist das Vorgelegerad **26** an einer Position angeordnet, die nicht mit dem Außendurchmesser des Motors **3** überlappt, und ist auch in einem radialen Querschnitt senkrecht zu dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser so angeordnet, dass es sich zwischen dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser erstreckt. Zusätzlich ist das Vorgelegerad **26** antriebsmäßig mit dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser gekoppelt. Folglich kann die Länge des Motors **3** in der Axialrichtung erweitert werden, ohne die Position des Rads **25a** mit großem Durchmesser in Richtung zu der Fahrzeugkörperseite zu bewegen. Somit kann, auch falls die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **14** an einem Fahrzeug montiert ist, in dem die Axiallänge der ersten Achse **AX1** beispielsweise durch den Stoßdämpfer **120** beschränkt ist, die Ausgangsleistung des Motors **3** verbessert werden.

[0098] Zusätzlich ist das Vorgelegerad **26** auf der vierten Achse **AX4** parallel zu der ersten Achse **AX1** und der zweiten Achse **AX2** angeordnet und kämmt an in der Axialrichtung verschiedenen Positionen mit dem Rad **25a** mit großem Durchmesser und dem Leerlaufrad **22**, das mit dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser kämmt. Folglich können das Rad **25a** mit großem Durchmesser und das Rad **21** mit kleinem Durchmesser antriebsmäßig an verschiedenen Positionen in der Axialrichtung gekoppelt sein.

[0099] Es ist zu beachten, dass in der vierten Ausführungsform die Fahrzeugkörperseite des Vorgelegerads **26** in der Axialrichtung antriebsmäßig mit dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser durch das Leerlauf-
rad **22** gekoppelt ist. Dennoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Beispiel beschränkt und das Vorgelegebauteil und der zweite sich drehende Körper auf der Rotorwelle **7** können als durch einen Riemen, eine Kette oder ähnliches antriebsmäßig gekoppelt ausgebildet werden.

[0100] Weitere Anordnungen, Arbeitsweisen und Wirkungen der In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung **14**, die hier nicht erwähnt sind, sind identisch zu denen der ersten Ausführungsform und werden hier nicht weiter beschrieben werden.

[0101] Es ist zu beachten, dass in den In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtungen **1₁**, **1₂**, **1₃**, **1₄** der oben beschriebenen ersten bis vierten Ausführungsform der Motor **3** (zweite Achse **AX2**) höher angeordnet ist als die erste Achse **AX1**. Dennoch kann abhängig von der Position des Bremssattels der Bremsvorrichtung oder der Anbringposition der Federungsvorrichtung der Motor **3** (zweite Achse **AX2**) niedriger als die erste Achse (**AX1**) angeordnet werden, das heißt, die vorliegende Erfindung kann angewendet werden, so lange der Motor **3** an einer Position angeordnet ist, die in der Radialrichtung mit dem Drehzahlverringerungsmechanismus (Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40**) überlappt und sich nicht mit der Bremsvorrichtung oder der Federungsvorrichtung stört.

[0102] Gemäß der ersten bis vierten Ausführungsform wird beispielhaft das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** als der Drehzahlverringerungsmechanismus verwendet. Dennoch kann der Drehzahlverringerungsmechanismus irgendetwas anderes sein. Beispielsweise kann als der Drehzahlverringerungsmechanismus ein zyklisches Drehzahlreduktionsgetriebe (Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP-A-2009-58005) oder ein Rollenbauart-Drehzahlreduziergetriebe (Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP-A-2006-103521) verwendet werden.

[0103] Gemäß der ersten bis vierten Ausführungsform ist der Drehzahlverringerungsmechanismus **20** aus dem Rad **21** mit kleinem Durchmesser, dem Leerlauf-
rad **22** und dem Rad **25a** mit großem Durchmesser aufgebaut. Dennoch kann der Drehzahlverringerungsmechanismus **20** einen Aufbau aufweisen, in dem die Drehung der Rotorwelle **7** auf das Drehzahlverringerungsplanetengetriebe **40** beispielsweise durch einen Riemen, eine Kette oder ähnliches übertragen wird.

[0104] Die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtungen **1₁**, **1₂**, **1₃**, **1₄** gemäß der jeweiligen ersten bis vierten

Ausführungsform sind im wesentlichen jeweils an dem Fahrzeuggrad auf der rechten Seite bezüglich der Fahrzeugvorwärtsfahrtrichtung montiert. Dennoch können die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtungen **1₁**, **1₂**, **1₃**, **1₄** selbstverständlich an sowohl dem rechten als auch dem linken Fahrzeuggrad montiert sein. Für die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtungen **1₁**, **1₂**, **1₃**, **1₄**, die an dem Fahrzeuggrad auf der linken Seite montiert sind, ist die Vorne-Hinten-Richtung in den **Fig. 1** bis **Fig. 12** umgedreht (wie in einem Spiegel reflektiert).

[0105] Die In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann als eine In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung, die an der Innenseite eines Fahrzeuggrads eines Fahrzeugs, wie beispielsweise eines Pkws oder Lastwagens angebracht ist, verwendet werden und ist insbesondere gut zur Verwendung geeignet, wenn eine Überschneidung mit einer Federungsvorrichtung und einer Bremsvorrichtung verhindert werden muss und eine verbesserte Fahrzeugmontierbarkeit erforderlich ist.

- | | |
|--------------------|--|
| 1: | In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung |
| 2: | Gehäuse |
| 2A: | Gehäusehauptkörper (Hauptgehäuse) |
| 2Aa: | Lagerabstützbereich |
| 2Ab: | Bremssattelbefestigungsbereich |
| 2B: | Abdeckbauteil (Gehäusedeckel) |
| 2CY ₁ : | erster Zylinderbereich |
| 2CY ₂ : | zweiter Zylinderbereich |
| 2S: | Federungsbefestigungsbereich |
| 3: | sich drehende Elektromaschine (Motor) |
| 20: | Getriebemechanismus (Drehzahlverringerungsgetriebemechanismus) |
| 21: | zweiter sich drehender Körper (Rad mit kleinem Durchmesser) |
| 22: | Leerlauf-
rad |
| 25a: | erster sich drehender Körper (Rad mit großem Durchmesser) |
| 26: | Vorgelegebauteil (Vorgelegerad) |
| 40: | Drehzahlverringerungsmechanismus (Drehzahlverringerungsplanetengetriebe) |
| 50: | Ausgangswelle |
| 52: | Lager (Nabenlager) |
| 70: | Scheibenbremsvorrichtung |
| 72: | Bremssattel |
| 90: | Federungsvorrichtung |

95:	Verbindungsbereich
100:	Rad
200:	Fahrzeugrad
AX1:	erste Achse
AX2:	zweite Achse
AX3:	dritte Achse
AX4:	vierte Achse
H:	Horizontallinie
V:	Vertikallinie

Patentansprüche

1. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung ($1_1, 1_2, 1_3, 1_4$), die an einer Innenseite eines Rads (100) eines Fahrzeugrads (200) befestigt ist und das Fahrzeugrad (200) antreibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie aufweist:

eine sich drehende Elektromaschine (3),
einen Getriebemechanismus (20), der die Drehung der sich drehenden Elektromaschine (3) überträgt,
einen Drehzahlverringerungsmechanismus (40), der die Drehung, die von dem Getriebemechanismus (20) übertragen wird, bezüglich ihrer Drehzahl verringert, und
eine Ausgangswelle (50), die die Drehung mit verringerter Drehzahl des Drehzahlverringerungsmechanismus (40) auf das Rad (100) überträgt, bei der der Drehzahlverringerungsmechanismus (40) und die Ausgangswelle (50) auf einer ersten Achse (AX1) koaxial mit einer Mitte des Rades (100) angeordnet sind,
die sich drehende Elektromaschine (3) auf einer zweiten Achse (AX2) parallel zu der ersten Achse (AX1) angeordnet ist, und
die sich drehende Elektromaschine (3) und der Drehzahlverringerungsmechanismus (40) von einer Radialrichtung gesehen miteinander überlappend in einem radialen Querschnitt senkrecht zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) positioniert sind.

2. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung ($1_1, 1_2$) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sich drehende Elektromaschine (3) um die erste Achse (AX1) an einer ersten Position in der Umfangsrichtung verschieden zu einem Bremssattel (72) einer Scheibenbremsvorrichtung (70), der an der Innenseite des Rads (100) des Fahrzeugrads (200) befestigt ist, angeordnet ist.

3. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1_1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie weiter aufweist:

ein Gehäuse (2), das aufweist
einen ersten Zylinderbereich ($2CY_1$), der den Drehzahlverringerungsmechanismus (40) und einen Be-

reich der Ausgangswelle (50) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die erste Achse (AX1) ausgebildet ist, und

einen zweiten Zylinderbereich ($2CY_2$), der die sich drehende Elektromaschine (3) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die zweite Achse (AX2) und so, dass jeweilige Außenwände des ersten Zylinderbereichs ($2CY_1$) und des zweiten Zylinderbereichs ($2CY_2$) teilweise überlappen, ausgebildet ist, bei der der zweite Zylinderbereich ($2CY_2$) versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich einer Vertikallinie (V), die bei der ersten Achse (AX1) senkrecht zu einer Horizontallinie (H), die durch die erste Achse (AX1) verläuft, ist, angeordnet ist, und

das Gehäuse (2) auf einer Außenfläche auf der anderen Seite bezüglich der Vertikallinie (V) weiter einen Bremssattelbefestigungsbereich (2Ab) aufweist, der den Bremssattel (72) befestigt.

4. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1_1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie weiter aufweist:

ein Gehäuse (2), das aufweist

einen ersten Zylinderbereich ($2CY_1$), der den Drehzahlverringerungsmechanismus (40) und einen Bereich der Ausgangswelle (50) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die erste Achse (AX1) ausgebildet ist, und

einen zweiten Zylinderbereich ($2CY_2$), der die sich drehende Elektromaschine (3) aufnimmt und in einer zylindrischen Form um die zweite Achse (AX2) und so, dass jeweilige Außenwände des ersten Zylinderbereichs ($2CY_1$) und des zweiten Zylinderbereichs ($2CY_2$) teilweise überlappen, ausgebildet ist, bei der der zweite Zylinderbereich ($2CY_2$) versetzt in Richtung zu einer Seite bezüglich einer Vertikallinie (V), die bei der ersten Achse (AX1) senkrecht zu einer Horizontallinie (H), die durch die erste Achse (AX1) verläuft, ist, angeordnet ist, und

das Gehäuse (2) auf der einen Seite bezüglich der Vertikallinie (V) und niedriger als der zweite Zylinderbereich ($2CY_2$) weiter einen Federungsbefestigungsbereich (2S) aufweist, der an einer Federungsvorrichtung (90) befestigt ist.

5. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung ($1_1, 1_3, 1_4$) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (2) aufweist

einen Gehäusehauptkörper (2A), der einen Lagerabstützbereich (2Aa) aufweist, der ein Lager (52), das die Ausgangswelle (50) drehbar lagert, abstützt, der mindestens die sich drehende Elektromaschine (3) und den Drehzahlverringerungsmechanismus (40) aufnimmt, und der sich zu einer Seite in der Axialrichtung entgegengesetzt von dem Lagerabstützbereich (2Aa) hin öffnet, und

ein Abdeckbauteil (2B), das die Öffnung des Gehäusehauptkörpers (2A) verschließt, bei der sich der Federungsbefestigungsbereich (2S) integral von dem Gehäusehauptkörper (2A) erstreckt.

6. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1₂) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie weiter aufweist:

ein Gehäuse (2), das mindestens die sich drehende Elektromaschine (3) und den Drehzahlverringungsmechanismus (40) aufnimmt, bei der das Gehäuse (2) an einem Verbindungsbereich (95) einer Federungsvorrichtung (90) befestigt ist, die unter dem Gehäuse (2) verläuft und mit einem Lager (52), das die Ausgangswelle (50) drehbar lagert, verbunden ist.

7. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1₁, 12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Achse (AX2), auf der die sich drehende Elektromaschine (3) angeordnet ist, höher als die erste Achse (AX1) angeordnet ist.

8. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1₁, 1₂, 1₃, 1₄) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehzahlverringungsmechanismus (40) auf der ersten Achse (AX1) parallel zu dem Lager (52), das die Ausgangswelle (50) drehbar lagert, angeordnet ist.

9. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1₄) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Getriebemechanismus (20) aufweist einen ersten sich drehenden Körper (25a), der auf der ersten Achse (AX1) angeordnet ist und antriebsmäßig mit dem Drehzahlverringungsmechanismus (40) gekoppelt ist,

einen zweiten sich drehenden Körper (21), der auf der zweiten Achse (AX2) angeordnet und in Richtung zu einer Seite des ersten sich drehenden Körpers (25a), die einer Seite der Ausgangswelle (50) des ersten sich drehenden Körpers (25a) in der Axialrichtung gegenüberliegt, versetzt angeordnet ist und antriebsmäßig mit der sich drehenden Elektromaschine (3) gekoppelt ist, und

ein Vorgelegebauteil (26), das auf einer Achse (AX4) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) angeordnet ist, das an einer Position, die nicht mit einem Außendurchmesser der sich drehenden Elektromaschine (3) überlappt, angeordnet ist, das in einem radialen Querschnitt senkrecht zu dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) so angeordnet ist, dass es sich zwischen dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) erstreckt, und das antriebsmäßig mit dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem zweiten sich drehenden Körper (21) gekoppelt ist.

10. In-Rad-Motor-Antriebsvorrichtung (1₄) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Getriebemechanismus (20) weiter ein Leerlauf- rad (22) aufweist, das auf einer dritten Achse (AX3) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten

Achse (AX2) angeordnet ist und mit dem zweiten sich drehenden Körper (21) kämmt, und das Vorgelegebauteil (26) auf einer vierten Achse (AX4) parallel zu der ersten Achse (AX1) und der zweiten Achse (AX2) angeordnet ist und mit dem ersten sich drehenden Körper (25a) und dem Leerlauf- rad (22) in der Axialrichtung an verschiedenen Positionen kämmt.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

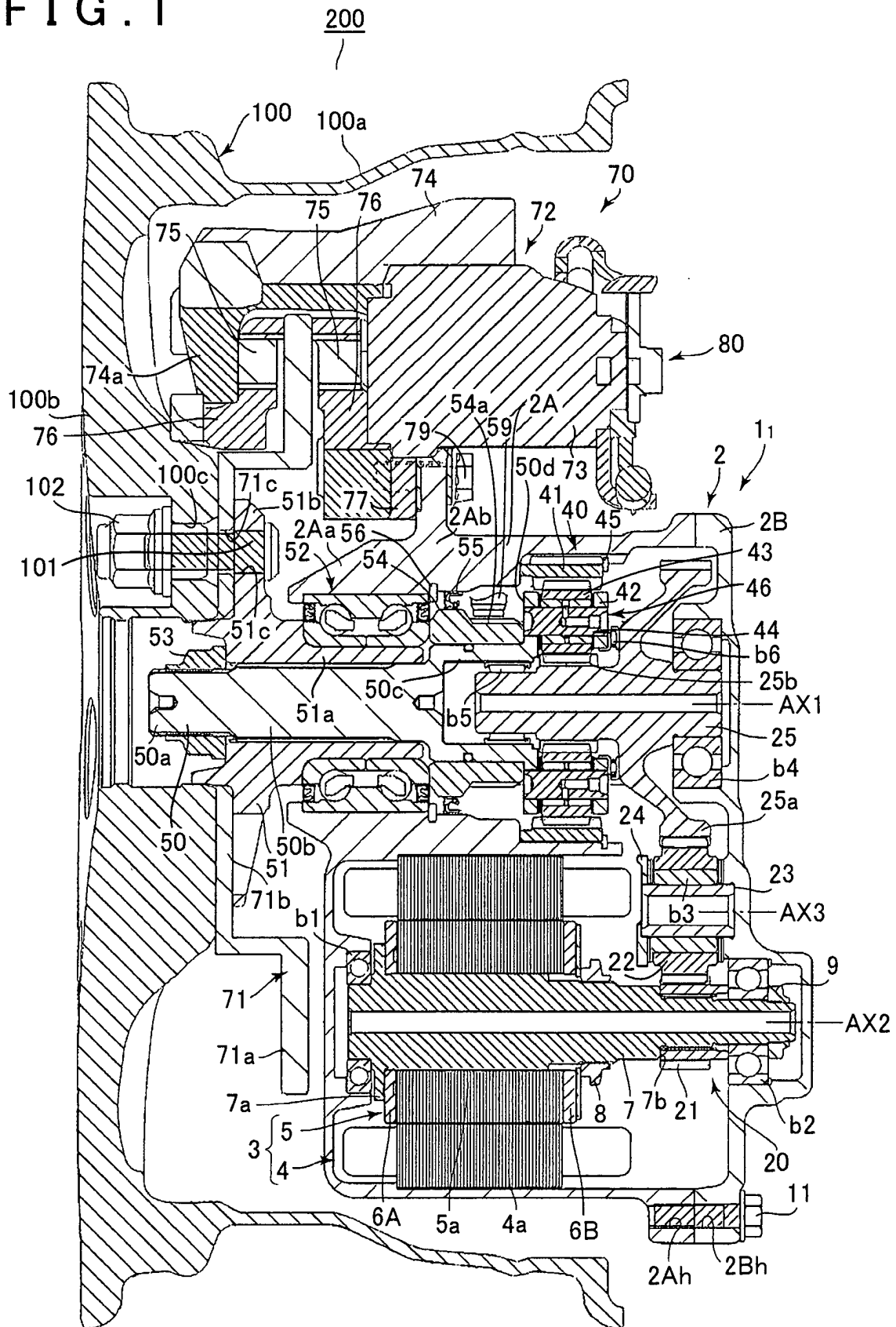


FIG. 2

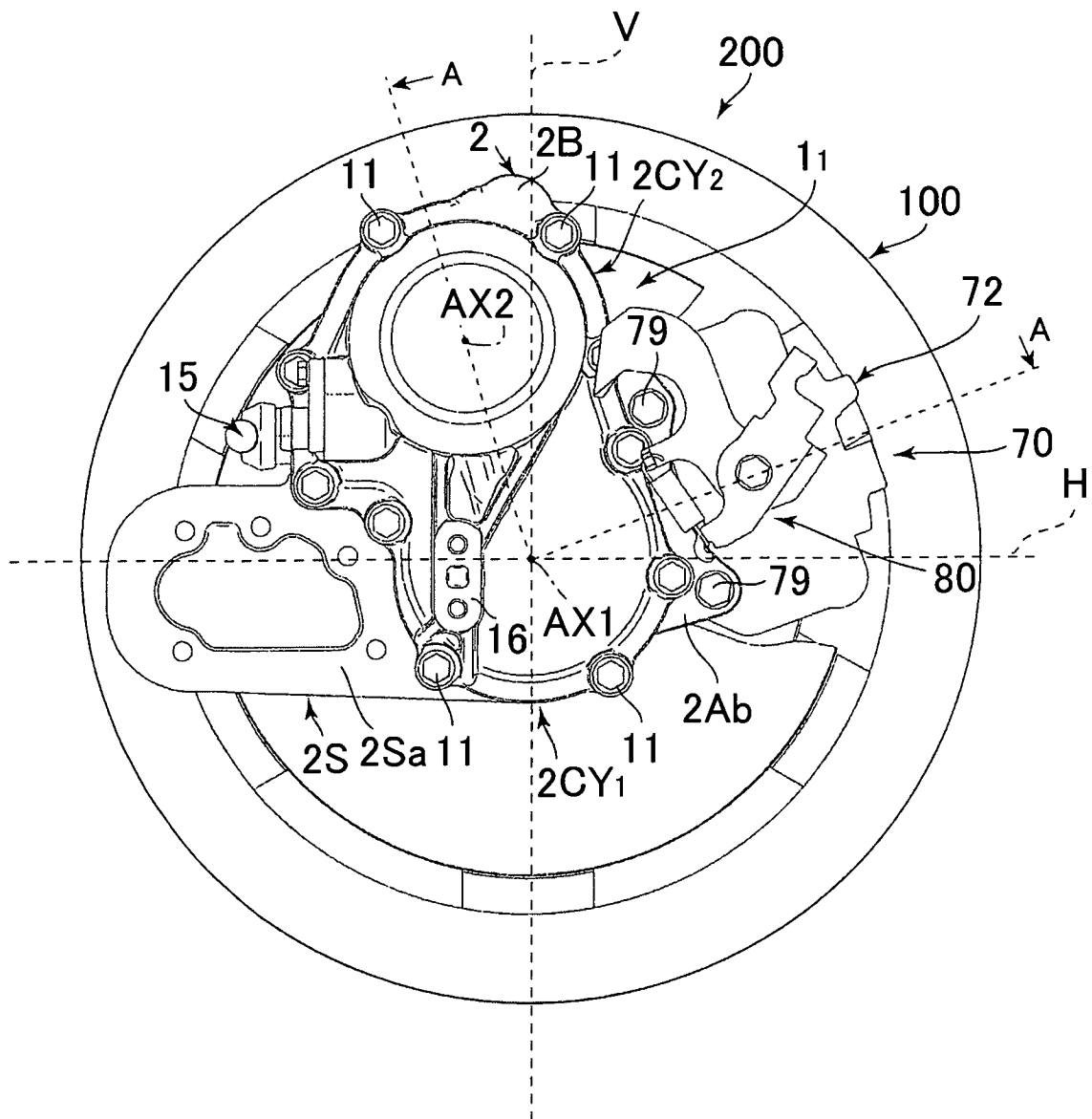


FIG. 3

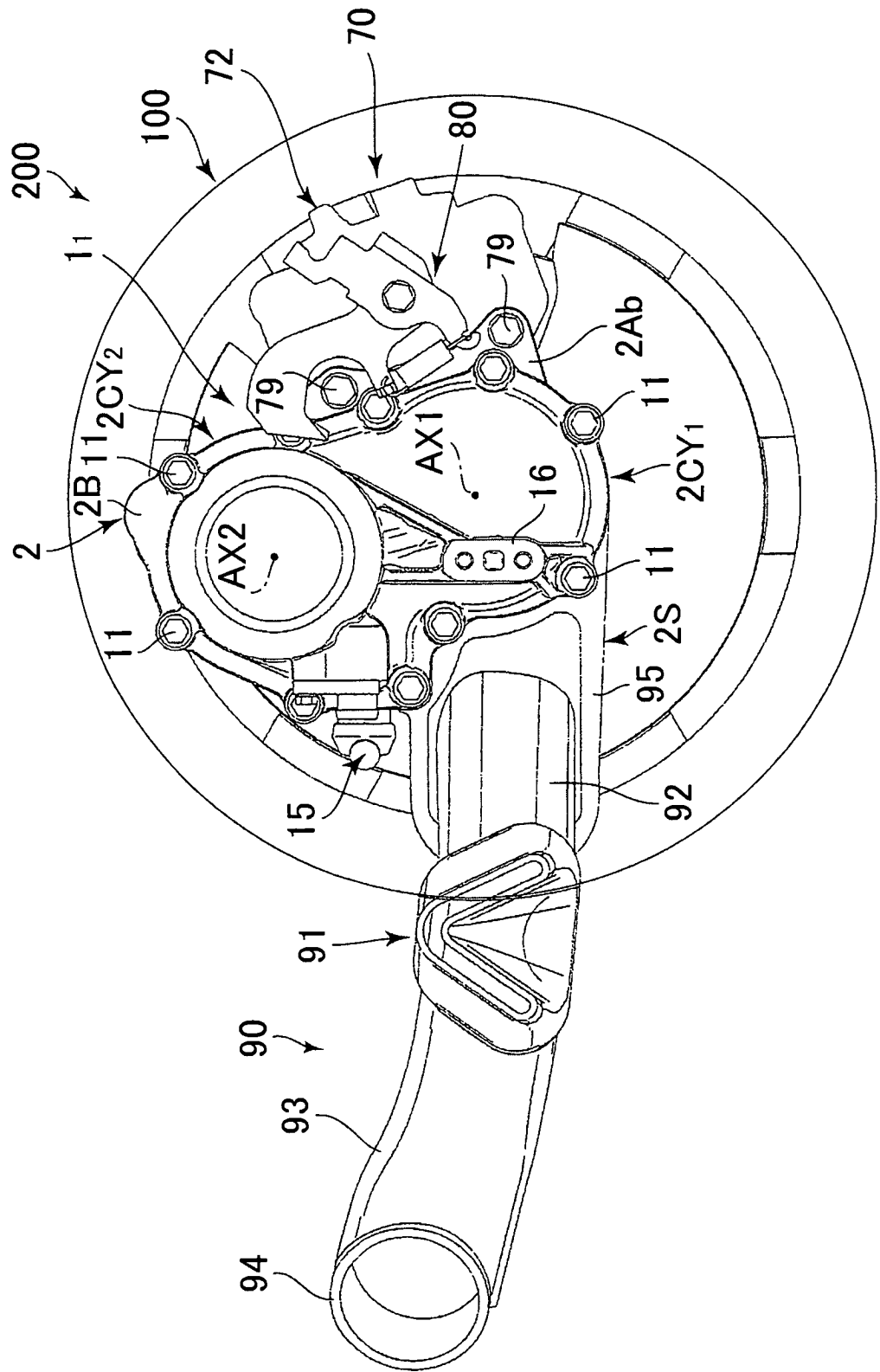


FIG. 4

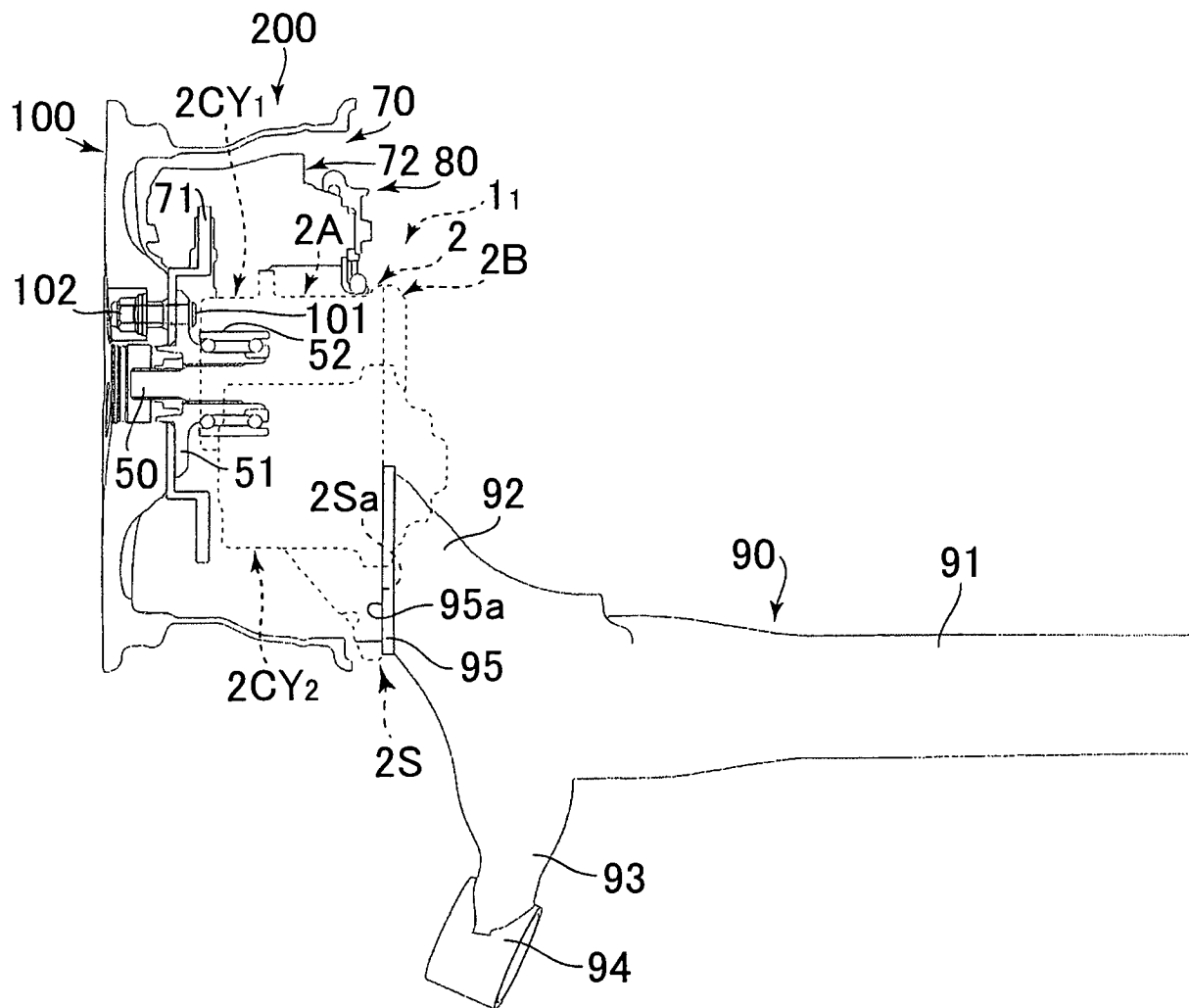


FIG. 5

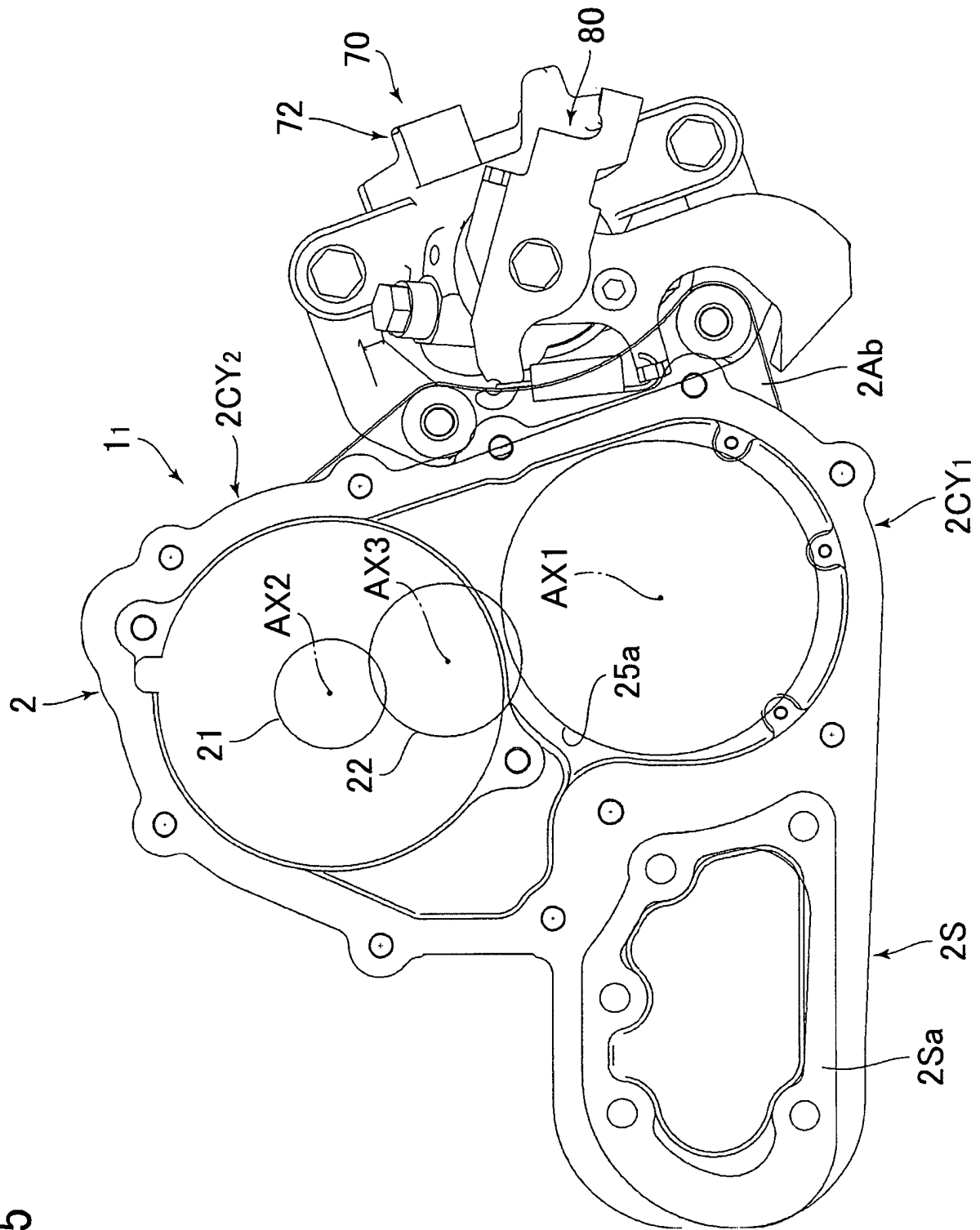


FIG. 6

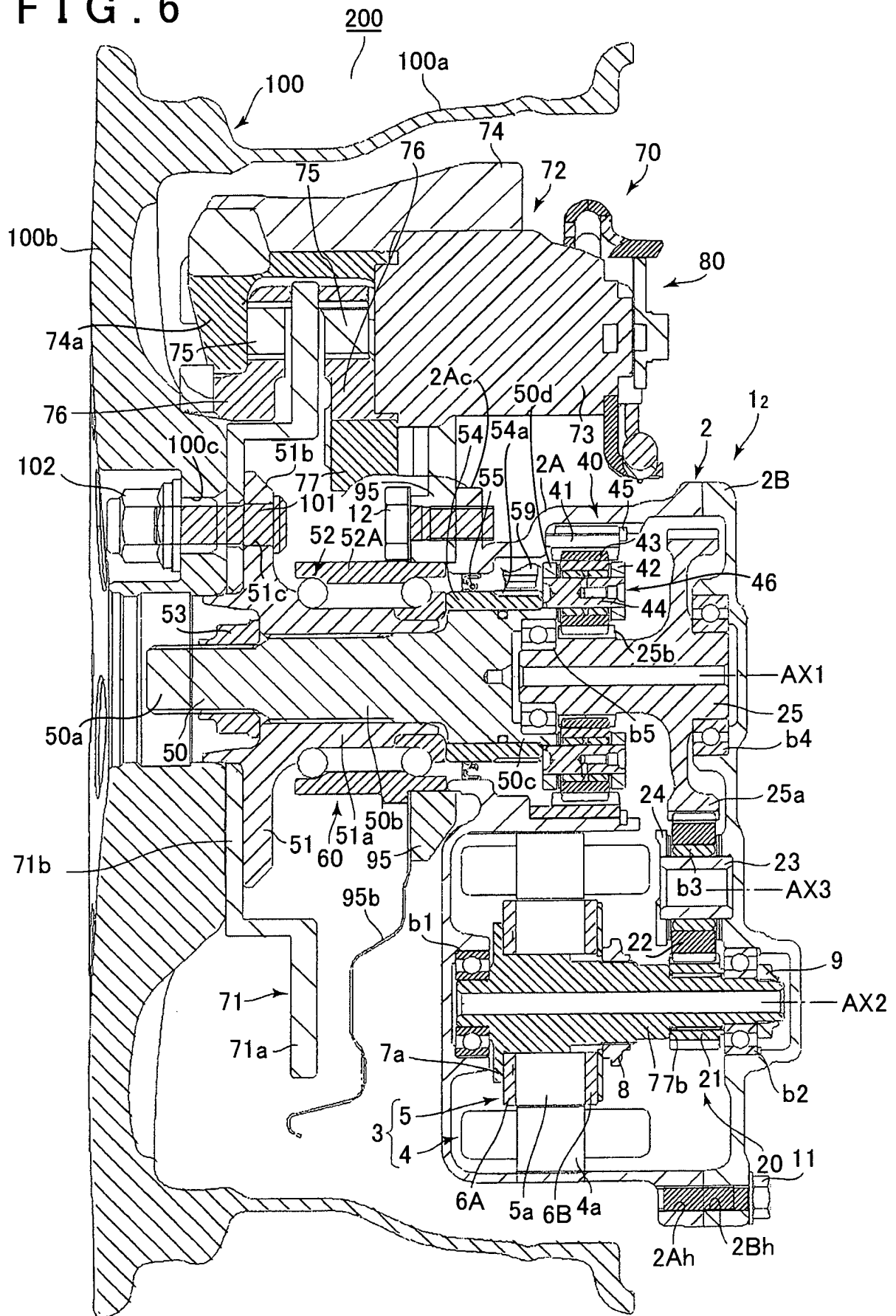


FIG. 7

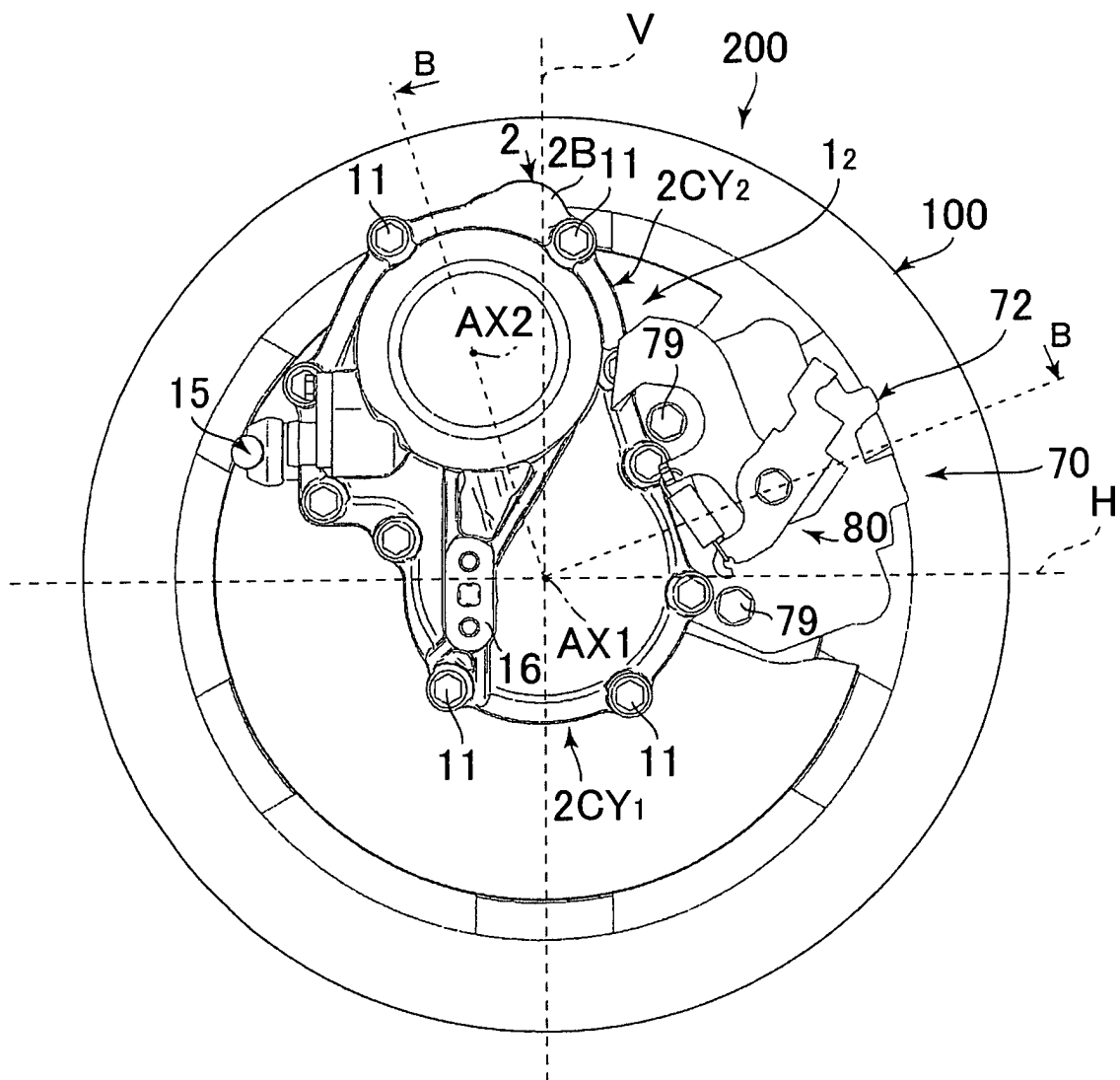


FIG. 8

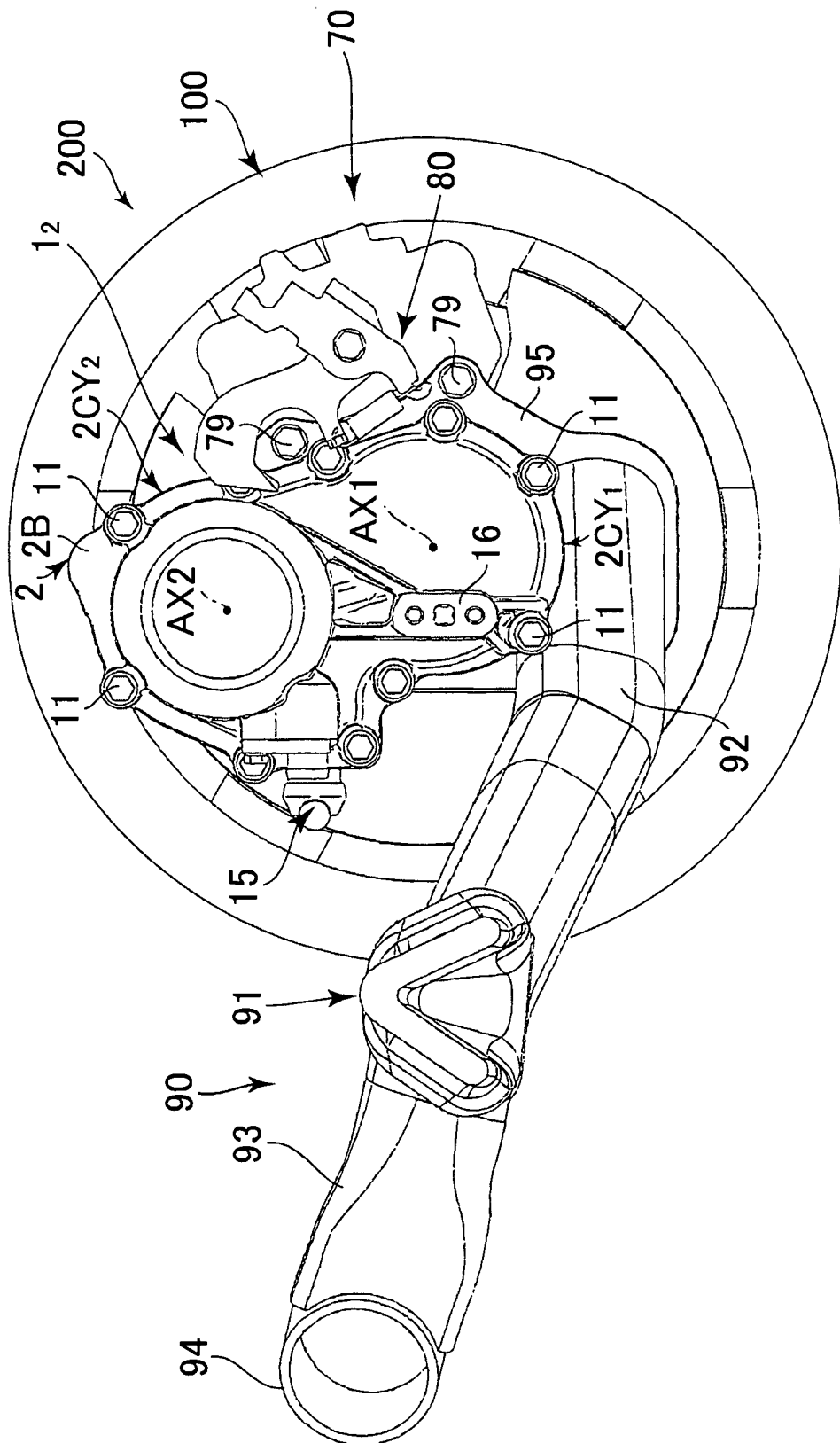


FIG. 9

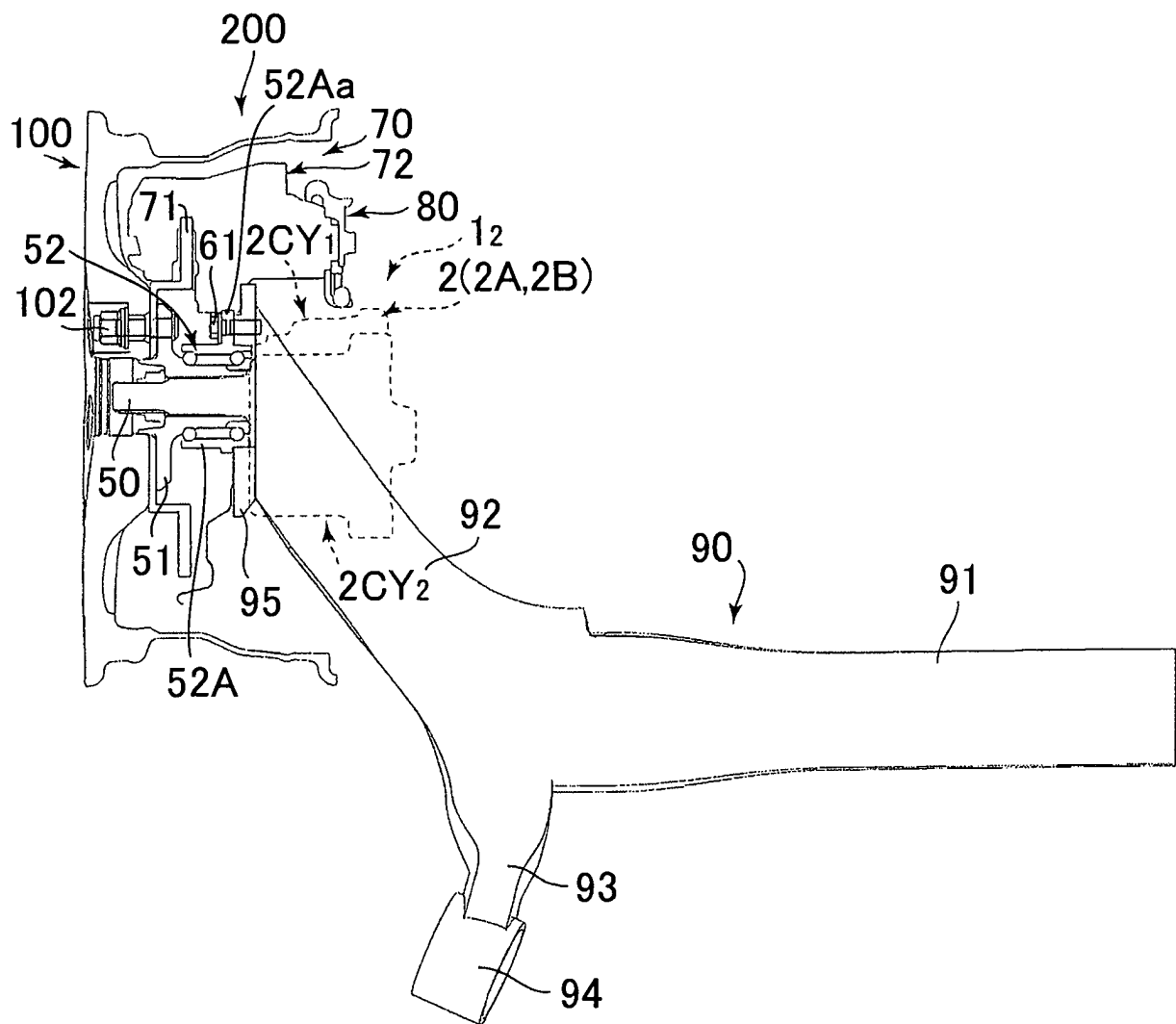


FIG. 10

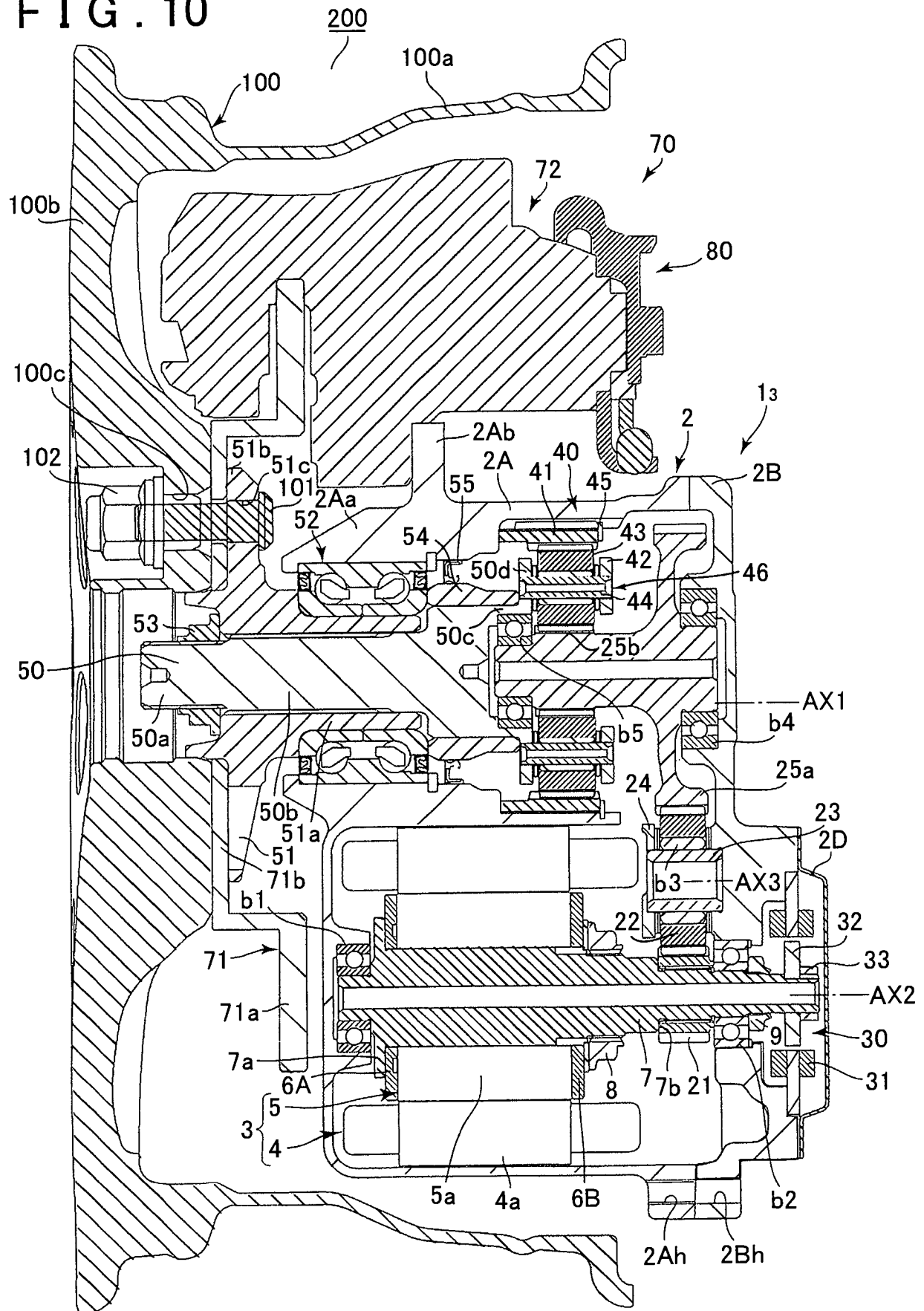


FIG. 11

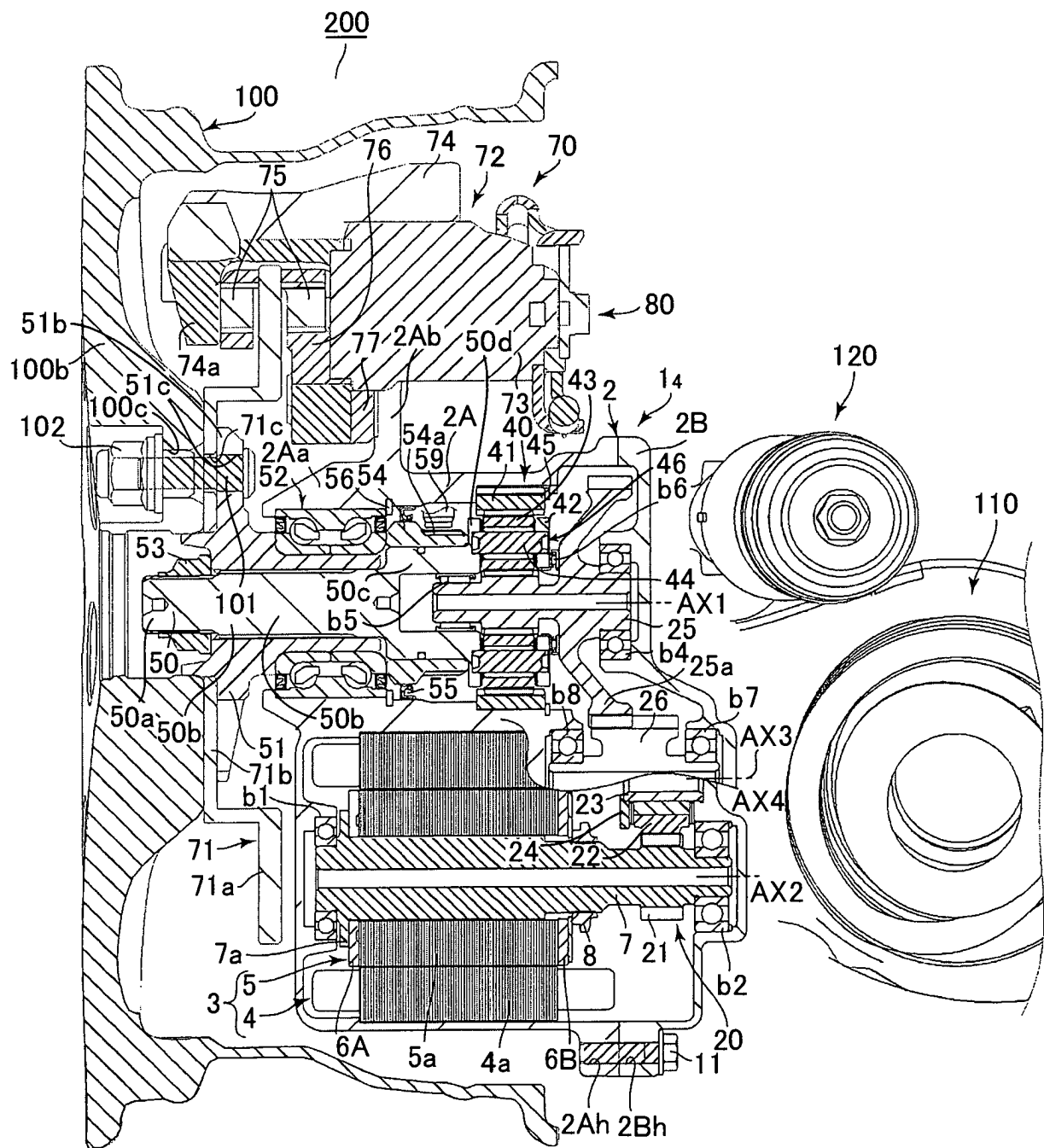


FIG. 12

