(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2021 007 227 T5** 2023.12.28

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/190163**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 007 227.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/008941**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.03.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.09.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **28.12.2023**

(51) Int Cl.: ***H02K 9/06*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB, 70173 Stuttgart, DE

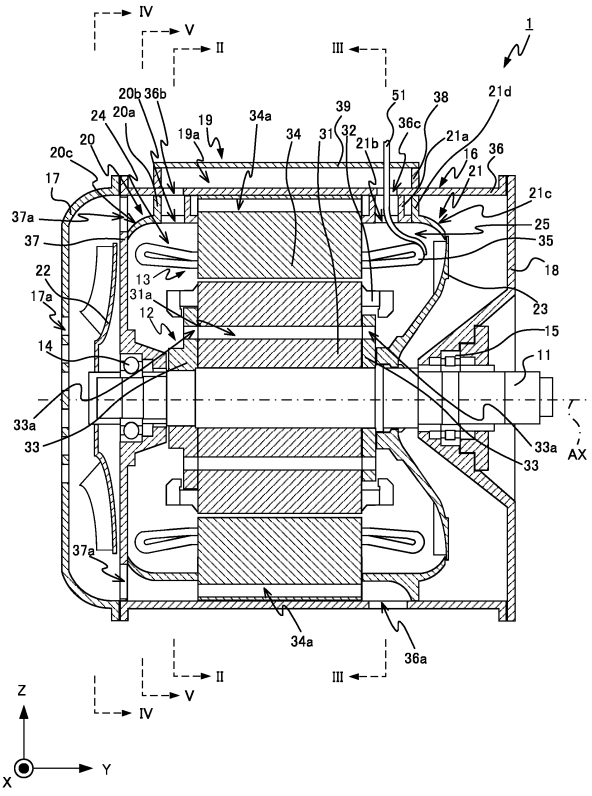
(72) Erfinder:
Kosaka, Shunsuke, Tokyo, JP; Haga, Seiji, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ELEKTROMOTOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Elektromotor (1) weist eine Welle (11), einen Rotor (12), einen Stator (13), eine erste Halterung (17), eine zweite Halterung (18), einen Bypassdefinierer (19), eine erste Führung (20) und eine zweite Führung (21) auf. Der Bypassdefinierer (19) definiert einen Innenluftbypass (19a), der radial außen von dem Stator (13) angeordnet ist, damit Innenluft durch diesen strömt. Die erste Führung (20) überträgt Wärme, von der Innenluft, die durch das Innere einer Mehrzahl von ersten Trennwänden (20a) strömt, die den Innenluftbypass (19a) und einen internen Zwischenraum (24) verbinden, an Außenluft und führt die Außenluft einem Außenluftdurchgang (34a) zu. Die zweite Führung (21) überträgt Wärme, die von der Innenluft, die durch das Innere einer zweiten Trennwand (21a) tritt, die den Innenluftbypass (19a) und einen internen Zwischenraum (25) verbindet, an die Außenluft und führt die Außenluft nach außen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Elektromotor.

Hintergrundtechnik

[0002] Ein Elektromotor weist eine Welle, einen Rotor, der an der Welle integral rotierbar mit der Welle angebracht ist, einen Stator, der radial dem Rotor mit einem Zwischenraum zwischen diesen gegenüberliegt und ein Lager, das die Welle rotierbar stützt. Wenn der Elektromotor bestromt wird, steigt die Temperatur in dem Stator und dem Rotor an, die in dem Elektromotor vorhanden sind. Die Temperaturanstiege in Komponenten des Elektromotors können zum Beispiel eine Verschlechterung der Statorspulenisolation und Rotorleiterisolation sowie eine Verschlechterung des Schmiermittels zur Lagerschmierung beschleunigen, wodurch möglicherweise die Lebensdauer des Elektromotors beeinflusst wird.

[0003] In einem vollständig umschlossenen Elektromotor, der unter den Boden eines Schienenfahrzeugs installiert ist, wird bewirkt, dass Außenluft, die außerhalb des Elektromotors strömt, durch Luftdurchgänge, die in einem Stator ausgebildet, strömt und Innenluft, die innerhalb des Elektromotors strömt, wird bewirkt, durch Luftdurchgänge in dem Rotor zu strömen, so dass der Stator und der Rotor gekühlt werden. Die Temperatur der Innenluft ist höher als die Temperatur der Außenluft. Daher ist eine Kühlung, die Innenluft nutzt, weniger effizient als eine Kühlung, die Außenluft nutzt. Um die Kühlleistung von solch einem vollständig umschlossenen Elektromotor, der Außenluft und Innenluft nutzt, um den Stator und den Rotor zu kühlen, zu vergrößern, ist die Innenluft vorzugsweise zirkuliert, während eine Vergrößerung der Innenlufttemperatur unterdrückt wird.

[0004] Ein Elektromotor, der in Patentliteratur 1 offenbart ist, weist einen Stator und einen Rotor auf, die jeweils einen Luftdurchgang aufweisen. Ein Wärmetauscher, der einen Luftdurchgang aufweist, die mit dem Inneren des Elektromotors verbunden ist, ist außerhalb des Elektromotors angeordnet, oder genauer gesagt, radial außen von dem Stator mit einem Zwischenraum zwischen diesen angeordnet. Der Elektromotor, der in Patentliteratur 1 beschrieben ist, nutzt Außenluft, die durch den Luftdurchgang in dem Stator strömt, um den Stator zu kühlen, und Innenluft, die in dem Luftdurchgang in dem Rotor strömt, um den Rotor zu kühlen. Der Elektromotor nutzt Innenluft, die durch den Luftdurchgang in dem Wärmetauscher mit Lamellen, die über die gesamte Außenumfangsfläche angeordnet sind, strömt, um eine Vergrößerung der Innenlufttemperatur zu unterdrücken.

Zitierungsliste

Patentliteratur

[0005] Patentliteratur 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldungsoffenlegungsschrift Nr. 2007-135289

Kurzdarstellung der Erfindung

Technisches Problem

[0006] Um den in Patentliteratur 1 beschriebenen Elektromotor effizienter zu kühlen, muss zum Beispiel die Größe des Gebläses vergrößert werden, um die Luftströmungsrate zu vergrößern. Jedoch vergrößert ein Vergrößern der Luftströmungsrate die Wicklungsverluste, wodurch die Effizienz des Elektromotors verringert wird.

[0007] In Antwort auf die voranstehenden Umstände, ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ein Elektromotor bereitzustellen mit hoher Motoreffizienz und hoher Kühlleistung.

Lösung des Problems

[0008] Um die voranstehende Aufgabe zu erreichen, weist ein Elektromotor gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung eine Welle, einen Rotor, einen Stator, eine erste Halterung, eine zweite Halterung, einen Bypassdefinierer, eine erste Führung und eine zweite Führung auf. Die Welle ist rotierbar um eine Rotationsachse gestützt. Der Rotor ist radial außen von der Welle integral mit der Welle rotierbar angeordnet. Der Stator liegt dem Rotor mit einem Zwischenraum zwischen diesen radial gegenüber und weist einen Außenluftdurchgang auf. Der Außenluftdurchgang ist eine Durchgangsöffnung an beiden Enden in einer Richtung der Erstreckung der Rotationsachse. Die erste Halterung weist ein Einlassloch auf, durch das Außenluft eingeführt wird. Die zweite Halterung ist entgegengesetzt zu der ersten Halterung in Richtung der Erstreckung der Rotationsachse mit dem Rotor und dem Stator zwischen der ersten Halterung und der zweiten Halterung angeordnet. Der Bypassdefinierer definiert ein Innenluftbypass, der radial außen von dem Stator angeordnet ist, damit Innenluft hindurch strömt. Die erste Führung weist ein erstes Rohr auf, das zwischen der ersten Halterung und dem Stator angeordnet ist, und mehrere erste Trennwände. Die mehreren ersten Trennwände sind hohl, erstrecken sich von einer Außenumfangsfläche des ersten Rohrs und verbinden den Innenluftbypass und einen internen Zwischenraum des ersten Rohrs. Die erste Führung überträgt Wärme von dem Innenluft-

durchgang durch das Innere der Mehrzahl von ersten Trennwänden strömt, zu der Außenluft, die durch das Einlassloch eingezogen ist und führt die Außenluft zu dem Außenluftdurchgang. Die zweite Führung weist ein zweites Rohr auf, das zwischen der zweiten Halterung und dem Stator angeordnet ist, und eine zweite Trennwand. Die zweite Trennwand ist hohl, erstreckt sich von einer Außenumfangsfläche des zweiten Rohrs und verbindet den Innenluftbypass und einen internen Zwischenraum des zweiten Rohrs. Die zweite Führung überträgt Wärme, die von der Innenluft, die durch Innere der zweiten Trennwand strömt, zu der Außenluft, nachdem diese durch den Außenluftdurchgang geströmt ist und führt die Außenluft nach außen.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0009] Der Elektromotor gemäß des voranstehenden Aspekt der vorliegenden Offenbarung weist eine erste Führung mit den rohrförmigen ersten Trennwänden auf, die den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum verbinden und weist die zweite Führung mit der rohrförmigen zweiten Trennwand auf, die den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum verbindet. Die erste Führung überträgt Wärme, die von der Innenluft, die durch das Innere der mehreren ersten Trennwände strömt, auf die Außenluft, und die zweite Führung überträgt Wärme, die von der Innenluft übertragen ist, die durch das Innere der zweiten Trennwand strömt, zu der Außenluft. Dies unterdrückt einen Temperaturanstieg in der Innenluft in dem Elektromotor. Der Elektromotor weist dadurch eine hohe Motoreffizienz und hohe Kühlleistung auf.

Kurze Beschreibung von Zeichnungen

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines Elektromotors gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 1 entlang einer Linie II-II betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 angegeben ist;

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 1 entlang einer Linie III-III betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 angegeben ist;

Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 1 entlang einer Linie IV-IV betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 angegeben ist;

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 1 entlang einer Linie V-V betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 angegeben ist;

Fig. 6 zeigt eine Perspektivansicht einer ersten Führung in Ausführungsform 1;

Fig. 7 zeigt eine Perspektivansicht einer zweiten Führung in Ausführungsform 1;

Fig. 8 zeigt ein Diagramm, das eine Strömung von Außenluft und eine Strömung von Innenluft in dem Elektromotor gemäß Ausführungsform 1 darstellt;

Fig. 9 zeigt eine Querschnittsansicht eines Elektromotors gemäß Ausführungsform 2;

Fig. 10 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 2;

Fig. 11 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 2 entlang einer Linie XI-XI betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 9 angegeben ist;

Fig. 12 zeigt eine Perspektivansicht einer ersten Führung in Ausführungsform 2;

Fig. 13 zeigt eine Perspektivansicht einer zweiten Führung in Ausführungsform 2;

Fig. 14 zeigt ein Diagramm, das eine Strömung von Außenluft und eine Strömung von Innenluft in dem Elektromotor gemäß Ausführungsform 2 darstellt;

Fig. 15 zeigt eine Querschnittsansicht eines Elektromotors gemäß Ausführungsform 3;

Fig. 16 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 3 entlang einer Linie XVI-XVI betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 15 angegeben ist;

Fig. 17 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 3 entlang einer Linie XVII-XVII betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 15 angegeben ist;

Fig. 18 zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors gemäß Ausführungsform 3 entlang einer Linie XVIII-XVIII betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 15 angegeben ist;

Fig. 19 zeigt ein Diagramm, das eine Strömung von Außenluft und eine Strömung von Innenluft in dem Elektromotor gemäß Ausführungsform 3 darstellt;

Fig. 20 zeigt eine Querschnittsansicht eines Elektromotors gemäß einer ersten Modifikation einer Ausführungsform; und

Fig. 21 zeigt eine Draufsicht eines Elektromotors gemäß einer zweiten Modifikation einer Ausführungsform.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0010] Ein Elektromotor gemäß einer oder mehrerer Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist im Detail mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. In den Figuren bezeichnen dieselben Bezugszeichen dieselben oder ähnliche Komponenten.

Ausführungsform 1

[0011] Ein vollständig umschlossener Elektromotor zum Antreiben eines Schienenfahrzeugs wird als Elektromotor 1 gemäß Ausführungsform 1 beschrieben. Der Elektromotor 1, der in **Fig.** 1 dargestellt ist, ist unter einem Schienenfahrzeugboden installiert. Der Elektromotor 1 weist Komponenten auf, die durch Strömung von Außenluft außerhalb des Elektromotors 1 gekühlt werden und die Strömung von Innenluft innerhalb des Elektromotors 1 gekühlt werden. In **Fig.** 1 gibt eine Z-Achse die Vertikalrichtung, die Y-Achse gibt die Breitenrichtung des Schienenfahrzeugs und eine X-Achse gibt die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs an. Mit anderen Worten bewegt sich das Schienenfahrzeug in positiver X-Richtung oder negativer X-Richtung. Die X-Achse, Y-Achse und Z-Achse sind senkrecht zueinander.

[0012] Der Elektromotor 1 weist eine Welle 11 auf, die rotierbar um eine Rotationsachse AX gestützt ist, die durch eine gepunktet gestrichelte Linie in **Fig.** 1 angegeben ist, einen Rotor 12 auf, der radial außen von der Welle 11 integral mit der Welle 11 rotierbar angeordnet ist, einen Stator 13, der radial gegenüberliegend des Rotors 12 mit einem Zwischenraum zwischen diesen angeordnet ist und Lager 14 und 15 auf, die die Welle 11 in einer rotierbaren Weise stützen. Der Elektromotor 1 weist des Weiteren einen Rahmen 16, der den Rotor 12, den Stator 13 und die Lager 14 und 15 mit der Welle 11 innen aufgenommen, eine erste Halterung 17 und eine zweite Halterung 18 im Gegensatz zueinander in einer Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX mit dem Rahmen 16 zwischen der ersten Halterung 17 und der zweiten Halterung 18 angeordnet, und ein Bypassdefinierer 19 auf, der einen Innenluftbypass 19a definiert.

[0013] Der Elektromotor 1 weist des Weiteren eine erste Führung 20 mit einem ersten Rohr angeordnet zwischen der ersten Halterung 17 und dem Stator 13 und mehrere hohle erste Trennwände 20a auf, die den Innenluftbypass 19a und einen internen Zwischenraum 24 innerhalb des ersten Rohrs verbinden und eine zweite Führung 21 auf und einem zweiten Rohr angeordnet zwischen der zweiten Halterung 18 und dem Stator 13 und einer hohlen zweiten Trennwand 21a, die den Innenluftbypass 19a und einen internen Zwischenraum 25 innerhalb des zweiten Rohrs verbindet.

[0014] Der Elektromotor 1 weist des Weiteren ein Außengebläse 22 und ein Innengebläse 23 auf. Das Außengebläse 22 ist an der Welle 11 angebracht und zieht Außenluft ein, wenn sie rotiert. Das Innengebläse 23 ist an der Welle 11 angebracht und zirkuliert Innenluft, wenn sie rotiert.

[0015] Wärme wird von der Innenluft, die durch das Innere der ersten Trennwände 20a und der zweiten Trennwand 21a strömt, zu der Außenluft übertragen, die um erste Trennwände 20a und die zweite Trennwand 21a strömen, wodurch die Temperatur der Innenluft verringert wird. Dies verbessert die Kühlleistung des Elektromotors 1. Die Kühlleistung des Elektromotors 1 wird vergrößert ohne die Größe des Außengebläses 22 und des Innengebläses 23 für den größeren Luftstrom zu vergrößern. Daher weist der Elektromotor 1 eine höhere Motoreffizienz und eine höhere Kühlleistung auf.

[0016] Die Komponenten des Elektromotors 1 werden im Detail beschrieben. Die Welle 11 weist ein Ende näher an der zweiten Halterung 18 auf, das mit einer Achse des Schienenfahrzeugs mit einer Verbindung und einem Getriebe gekoppelt ist, das nicht dargestellt ist. Die Welle 11 rotiert, um das Schienenfahrzeug anzutreiben.

[0017] Der Rotor 12 weist einen Rotorkern 31 auf, der in der Welle 11 angebracht ist, Rotorleiter 32, die in Schlitzen der Außenumfangsfläche des Rotorkerns 31 angeordnet sind, und ein Paar von Klammern 33, die den Rotorkern 31 dazwischen in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX klemmen. Der Rotorkern 31 weist Rotorluftdurchgänge 31a auf, die Durchgangslöcher sind, die an beiden Enden des Rotorkerns 31 in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX offen sind. In Ausführungsform 1 erstrecken sich die Rotorluftdurchgänge 31a durch den Rotorkern 31 in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX, oder der Y-Richtung. Wie in **Fig.** 2 zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Linie II-II betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 ist, weist der Rotorkern 31 die Rotorluftdurchgänge 31a angeordnet in der Umfangsrichtung auf. Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Rotorleiter 32, die Klammern 33 und eine Statorspule 35, die später beschrieben wird, nicht in **Fig.** 2 dargestellt.

[0018] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, weist jede Klammer 33 Durchgangslöcher 33a auf, die mit den Rotorluftdurchgängen 31a verbunden sind. Die Durchgangslöcher 33a erstrecken sich durch jede Klammer 33 in Y-Richtung. Die Innenluft strömt aufeinanderfolgend durch die Durchgangslöcher 33a in einer Klammer in dem Paar von Klammern 33, die Rotorluftdurchgänge 31a und die Durchgangslöcher 33a in der anderen Klammer in dem Paar von Klammern 33. Dies überträgt Wärme, die im Rotor 12 erzeugt

wird, auf die Innenluft, wodurch der Rotor 12 gekühlt wird.

[0019] Der Stator 13 weist einen Statorkern 34 auf, der an der Innenumfangsfläche des Rahmens 16 befestigt ist, und die Statorspulen 35, die in Schlitzen des Statorkerns 34 platziert sind. Der Statorkern 34 liegt radial dem Rotorkern 31 mit einem Zwischenraum zwischen diesem gegenüber. Der Statorkern 34 weist Außenluftdurchgänge 34a auf. Die Außenluftdurchgänge 34a sind Durchgangslöcher, die offen an beiden Enden des Statorkerns 34 in Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX sind. In Ausführungsform 1 erstrecken sich Außenluftdurchgänge 34a durch den Statorkern 34 in der Y-Richtung. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist der Statorkern 34 die Außenluftdurchgänge 34a angeordnet in der Umfangsrichtung auf.

[0020] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, ist ein Leitungsdraht 51 von außen des Elektromotors 1 hereingeführt und mit der Statorspule 35 verbunden. Der Elektromotor 1 beginnt einen Betrieb, wenn ein elektrischer Strom durch den Leitungsdraht 51 zu der Statorspule 35 zugeführt wird.

[0021] Das Lager 14 ist durch den Rahmen 16 gestützt und stützt die Welle 11 auf rotierbare Weise.

[0022] Das Lager 15 ist durch die zweite Halterung 18 gestützt und stützt die Welle 11 auf eine rotierbare Weise.

[0023] Der Rahmen 16 ist unter dem Boden des Schienenfahrzeugs mit Befestigungselementen befestigt, die nicht dargestellt sind. Der Rahmen 16 ist rohrförmig. In Ausführungsform 1 weist der Rahmen 16 ein rohrförmiges Element 36 auf, das eine hohle rohrförmige Form aufweist, und eine Platte 37 auf, die ein Ende des rohrförmigen Elements 36 abdeckt und das Lager 14 stützt.

[0024] Auslasslöcher 36a sind in einem Ende des rohrförmigen Elements 36 näher an der zweiten Halterung 18 angeordnet, um die Außenluft auszulassen, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist. Das Ende des rohrförmigen Elements 36 näher an der zweiten Halterung 18 ist ein Abschnitt des rohrförmigen Elements 36 näher an der zweiten Halterung 18 als der Stator 13. In Ausführungsform 1, wie dargestellt in **Fig.** 3, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie III-III betrachtet in der Richtung angegeben durch die Pfeile in **Fig.** 1 ist, sind mehrere Auslasslöcher 36a in der Umfangsrichtung in dem Abschnitt des rohrförmigen Elements 36 näher an der zweiten Halterung 18 angeordnet, außer einem vertikal oberen Bereich. Zur Vereinfachung der Darstellung, sind die Rotorleiter 32, die Klammern 33 und die Statorspule 35 nicht in **Fig.** 3 dargestellt. Die Auslasslöcher 36a erstrecken sich radial durch das rohrförmige Element 36. Wie in den **Fig.** 1 bis **Fig.** 3 dargestellt, sind mehrere erste Luftlöcher 36b, die mit dem Innenluftbypass 19a verbunden sind und ein zweites Luftloch 36c in dem vertikal oberen Bereich des rohrförmigen Elements 36 angeordnet.

[0025] Wie in **Fig.** 4 dargestellt, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IV-IV betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 angegeben ist, darstellt, weist die Platte 37 Endflächenluftlöcher 37a auf, die in der Umfangsrichtung angeordnet sind. Die Endflächenluftlöcher 37a erstrecken sich durch die Platte 37 in der Y-Richtung. In der Ausführungsform 1 weist die Platte 37 sechs Endflächenluftlöcher 37a auf.

[0026] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, weist die erste Halterung 17 Einlasslöcher 17a auf, um Außenluft einzuziehen. In Ausführungsform 1 erstrecken sich die Einlasslöcher 17a durch die erste Halterung 17 in der Y-Richtung. Die erste Halterung 17 ist an einem Ende des Rahmens 16 angebracht oder genauer gesagt an einem Ende des rohrförmigen Elements 36. Die erste Halterung 17 kann an einem Ende des rohrförmigen Elements 36 durch jegliches Verfahren befestigt sein, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder das Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0027] Die zweite Halterung 18 liegt der ersten Halterung 17 in Y-Richtung mit dem Rotor 12 und dem Stator 13 zwischen der ersten Halterung 17 und der zweiten Halterung 18 angeordnet gegenüberliegend auf. In Ausführungsform 1 ist die zweite Halterung 18 angebracht an dem anderen Ende des Rahmens 16, der den Rotor 12 und den Stator 13 offen, oder genauer gesagt, an dem anderen Ende des rohrförmigen Elements 36. Die zweite Halterung 18 kann befestigt sein an dem anderen Ende des rohrförmigen Elements 36 durch jegliches Verfahren, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0028] Der Bypassdefinierer 19 definiert den Innenluftbypass 19a, der radial außen von den Außenluftdurchgängen 34a angeordnet ist. Genauer gesagt, deckt der Bypassdefinierer 19 die ersten Luftlöcher 36b und die zweiten Luftlöcher 36c ab, um den Innenluftbypass 19a mit der Außenumfangsfläche des Rahmens 16 zu definieren. Der Bypassdefinierer 19 weist ein Befestigungselement 38 auf, das an der Außenumfangsfläche des rohrförmigen Elements 36 angebracht ist und ein Plattenelement 39 auf, das an

dem Befestigungselement 38 angebracht ist, um den Innenluftbypass 19a mit der Außenumfangsfläche des rohrförmigen Elements 36 zu definieren.

[0029] Das Befestigungselement 38 ist hohl und an dem rohrförmigen Element 36 mit der Zentralachse schneidend die Außenumfangsfläche des rohrförmigen Elements 36 angebracht. Genauer gesagt, ist das Befestigungselement 38 an dem rohrförmigen Element 36 angebracht, um die ersten Luftlöcher 36b und das zweite Luftloch 36c zu umgeben. Das Befestigungselement 38 kann an dem rohrförmigen Element 36 durch jegliches Verfahren befestigt sein, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine geeignete Befestigung zum Aufrechterhalten einer relativen Position unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechterhält.

[0030] Ein Zwischenraum, der durch das Befestigungselement 38, das Plattenelement 39 und das rohrförmige Element 36 des Rahmens 16 umgeben ist, ist der Innenluftbypass 19a. Das Plattenelement 39 weist einen Durchgangsloch zum Aufnehmen des Leitungsdrahts 51 auf. Das Durchgangsloch für den Führungsdraht 51 nimmt zum Beispiel ein Kabelanschluss zum Verringern von Kontaminationen auf, wie etwa Staub oder Wassertropfen, die in den Elektromotor 1 durch das Durchgangsloch eintreten.

[0031] Das Plattenelement 39 ist vorzugsweise gebildet aus einem hochthermisch leitenden Material, zum Beispiel wie etwa Kupfer oder Aluminium. Das Plattenelement 39 aus einem Material mit hoher thermischer Leitfähigkeit, überträgt Wärme von der Innenluft, die durch den Innenluftbypass 19a strömt, zu der Außenluft, die radial außen von dem Innenluftbypass 19a angeordnet ist, wodurch sich die Temperatur der Innenluft verringert, die durch den Innenluftbypass 19a strömt. Dies vergrößert die Kühlleistung des Elektromotors 1. Um die Kühlleistung des Elektromotors 1 weiter zu vergrößern, ist das Plattenelement 39 vorzugsweise zum Beispiel mit einer dünnen Platte mit einer Dicke nicht größer als 6 mm. Das Plattenelement 39, das eine dünne Platte ist, überträgt Wärme effizienter von der Innenluft, die durch den Innenluftbypass 19a strömt, zu der Außenluft, die radial außen von dem Innenluftbypass 19a angeordnet ist, was weiter die Temperatur der Innenluft verringert. Dies vergrößert weiter die Kühlleistung des Elektromotors 1.

[0032] Die erste Führung 20 weist ein erstes Rohr zwischen der ersten Halterung 17 und dem Stator 13 auf. In Ausführungsform 1 ist die erste Führung 20 in dem Rahmen 16 aufgenommen und an der Platte 37 in dem Rahmen 16 an einer Position radial innen von den Endflächenluftlöchern 37a angebracht und an dem Statorkern 34 an einer Position radial innen von den Außenluftdurchgängen 34a angebracht. Die erste Führung 20 kann an der Platte 37 und dem Statorkern 34 durch jegliches Verfahren befestigt sein, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0033] Die erste Führung 20 weist die ersten Trennwände 20a auf, die jeweils hohl sind und sich von einer Außenumfangsfläche 20c des ersten Rohrs erstrecken, um den Innenluftbypass 19a und einen internen Zwischenraum 24 innerhalb des ersten Rohrs zu verbinden. Genauer gesagt, weist die erste Führung 20 so viele erste Trennwände 20a wie erste Luftlöcher 36b auf. In Ausführungsform 1, wie dargestellt in **Fig.** 5, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie V-V betrachtet in der Richtung, die durch die Pfeile in **Fig.** 1 und in **Fig.** 6 darstellt, angegeben ist, weist die erste Führung 20 drei erste Trennwände 20a auf, die in Umfangsrichtung benachbart zueinander sind. Der interne Zwischenraum 24 ist durch die erste Führung 20, die Platte 37, den Rotor 12 und den Stator 13 umgeben.

[0034] Genauer gesagt, sind die ersten Trennwände 20a an der Außenumfangsfläche 20c der ersten Führung 20 angeordnet. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, erstrecken sich mehrere dritte Luftlöcher 20b, oder genauer gesagt, so viele dritte Luftlöcher 20b wie die ersten Trennwände 20a radial durch die Außenumfangsfläche 20c. In Ausführungsform 1, wie in **Fig.** 6 dargestellt, sind die ersten Trennwände 20a jeweils ein hohles rechteckiges Prisma.

[0035] Jede erste Trennwand 20a weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden ersten Luftlochs 36b und das andere Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden dritten Luftlochs 20b in der Außenumfangsfläche 20c der ersten Führung 20 auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass die Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, sich mit der Außenluft mischt, die um die ersten Trennwände 20a strömt.

[0036] Die erste Führung 20 mit der voranstehenden Struktur führt die Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a zu den Außenluftdurchgängen 34a strömt und führt die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftbypass 19a geströmt ist, zu dem internen Zwischenraum 24. Genauer gesagt, strömt ein Teil der Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a einströmt hindurch zwischen benachbarten ersten Trennwänden 20a in die Außenluftdurchgänge 34a und ein anderer Teil der Außenluft strömt ein durch die Einlasslöcher 17a strömt hindurch, um die ersten Trennwände 20a in die Außenluftdurchgänge 34a. Die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftby-

pass 19a geströmt ist, strömt durch innerhalb der ersten Trennwände 20a in den internen Zwischenraum 24 und strömt dann in die Rotorluftdurchgänge 31.

[0037] Jede erste Trennwand 20a überträgt Wärme, die von der Innenluft übertragen ist, die innerhalb strömt, an die umgebende Außenluft. Mit anderen Worten wird Wärme übertragen durch die ersten Trennwände 20a von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, an die Außenluft, die durch zwischen benachbarten ersten Trennwänden 20a oder um die ersten Trennwände 20a strömt. Daher wird die Innenluft, die durch die ersten Trennwände 20a strömt, gekühlt.

[0038] Um die Leistung der Wärmeübertragung von der Innenluft an die Außenluft zu vergrößern, ist jede erste Trennwand 20a vorzugsweise länger in Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX als in der Umfangsrichtung. Jede erste Trennwand 20a ist vorzugsweise gebildet aus einem hochthermisch leitenden Material, zum Beispiel einem Metall wie etwa Kupfer oder Aluminium. Die gesamte erste Führung 20 kann gebildet sein aus einem hochthermisch leitenden Material. Jede erste Trennwand 20a ist vorzugsweise ein hohles Prisma mit einer Dicke nicht größer als 6 mm.

[0039] Wie in den **Fig.** 1 und **Fig.** 7 dargestellt, weist die zweite Führung 21 ein zweites Rohr zwischen der zweiten Halterung 18 und dem Stator 13 auf. In Ausführungsform 1 wird die zweite Führung 21 in dem Rahmen 16 aufgenommen und ist an dem Statorkern 34 an einer Position radial innen von den Außenluftdurchgängen 34a angebracht und an dem rohrförmigen Element 36 angebracht. Genauer gesagt, ist eine ringförmige Befestigung 21d an einer Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21 angebracht an der Innenumfangsfläche des Rahmens 16, wie in **Fig.** 1 dargestellt. Die zweite Führung 21 kann befestigt sein an dem rohrförmigen Element 36 und dem Statorkern 34 durch jegliches Verfahren, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder das Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0040] Die zweite Führung 21 weist mehrere zweite Trennwände 21a auf, die jeweils hohl sind und sich von der Außenumfangsfläche 21c des zweiten Rohrs erstrecken, um den Innenluftbypass 19a und den internen Zwischenraum 25 des zweiten Rohrs zu verbinden. Der interne Zwischenraum 25 ist umgeben durch die zweite Führung 21, das Innengebläse 23, den Rotor 12 und den Stator 13. In Ausführungsform 1 weist die zweite Führung 21 eine einzelne zweite Trennwand 21a auf.

[0041] Genauer gesagt, ist die zweite Trennwand 21a angeordnet an der Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21. Wie in **Fig.** 3 dargestellt, erstreckt sich ein viertes Luftloch 21b radial durch die Außenumfangsfläche 21c. In Ausführungsform 1, wie in **Fig.** 7 dargestellt, ist die zweite Trennwand 21a ein hohles rechteckiges Prisma. Das Innere der zweiten Trennwand 21a verbindet den Innenluftbypass 19a und den internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21.

[0042] Die zweite Trennwand 21a weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden zweiten Luftlochs 36c auf und das andere Ende in Kontakt mit dem Umfang des vierten Luftlochs 21b in der Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21 auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, sich mit der Außenluft mischt, die um die zweite Trennwand 21a strömt.

[0043] Die zweite Führung 21 mit der voranstehenden Struktur führt die Außenluft, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist zu den Auslasslöchern 36a, und führt die Innenluft von dem internen Zwischenraum 25 zu dem Innenluftbypass 19a. Genauer gesagt, strömt die Außenluft, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist, entlang der Außenumfangsfläche 21c und der Befestigung 21d an der zweiten Führung 21 und strömt durch die Auslasslöcher 36a aus. Ein Teil der Außenluft, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist, strömt durch, um die zweite Trennwand 21a und strömt aus durch die Auslasslöcher 36a. Die Innenluft von dem internen Zwischenraum 25 strömt innerhalb der zweiten Trennwand 21a in den Innenluftbypass 19a.

[0044] Die zweite Trennwand 21a überträgt Wärme, die von der Innenluft übertragen ist, die innerhalb strömt, an die umgebende Außenluft. Mit anderen Worten wird Wärme übertragen durch die zweite Trennwand 21a von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, an die Außenluft, die um die zweite Trennwand 21a strömt. Daher wird die Innenluft, die durch die zweite Trennwand 21a strömt, gekühlt.

[0045] Um die Leistung der Wärmeübertragung von der Innenluft an die Außenluft zu vergrößern, ist die zweite Trennwand 21a, vorzugsweise gebildet aus einem hochthermisch leitendem Material, zum Beispiel einem Metall wie etwa Kupfer oder Aluminium. Die gesamte zweite Führung 21 kann gebildet sein aus einem hochthermisch leitenden Material. Die zweite Trennwand 21a kann ein hohles Prisma mit einer Dicke nicht größer als 6 mm sein.

[0046] Das Außengebläse 22 ist an der Welle 11 an einer Position zwischen der ersten Halterung 17 und

dem Stator 13 angebracht, der integral rotierbar mit der Welle 11 ist. Das Außengebläse 22 weist mehrere Schaufeln in einem Bereich auf, der der ersten Halterung 17 zugewandt ist.

[0047] Das Innengebläse 23 ist an der Welle 11 an einer Position zwischen der zweiten Halterung 18 und dem Stator 13 angebracht mit der Außenkante des Innengebläses 23 benachbart zu der zweiten Führung 21, die integral rotierbar mit der Welle 11 ist. Die Außenkante des Innengebläses 23 ist der radial äußerste Abschnitt des Innengebläses 23. Das Innengebläse 23 weist mehrere Schaufeln in einem Bereich auf, der dem Statorkern 34 und dem Rotorkern 31 zugewandt ist. Die Außenkante des Innengebläses 23 definiert vorzugsweise einen Labyrinthkanal mit der zweiten Führung 21. Mit dem Labyrinthkanal definiert durch die Außenkante des Innengebläses 23 und die zweite Führung 21, wird die Innenluft von dem internen Zwischenraum 25 weich zu dem Innenluftbypass 19a geführt.

[0048] Der Leitungsdraht 51 ist durch das Durchgangsloch in dem Plattenelement 39, das zweite Luftloch 36c und das vierte Luftloch 21b zu der in dem Inneren des Elektromotors 1 geführt und mit der Statorspule 35 verbunden.

[0049] Die Strömung der Außenluft und die Strömung der Innenluft in dem Elektromotor 1 mit der voranstehenden Struktur, der bestromt ist, wird nachstehend mit Bezug auf **Fig.** 8 beschrieben. Wenn ein elektrischer Strom durch den Leitungsdraht 51 zu der Statorspule 35 geführt wird, um dem Elektromotor 1 Leistung zuzuführen, rotiert der Rotor 12, und die Welle 11, das Außengebläse 22 und das Innengebläse 23 rotieren integral mit dem Rotor 12.

[0050] Wenn das Außengebläse 22 rotiert, strömt die Außenluft wie angegeben durch Pfeile mit durchgezogener Linie AR1 in **Fig.** 8. Genauer gesagt, bewirkt die Rotation des Außengebläses 22, dass die Außenluft durch die Einlasslöcher 17a der ersten Halterung 17 strömt. Die Außenluft strömt ein durch die Einlasslöcher 17a und strömt radial in Richtung der Endflächenluftlöcher 37a.

[0051] Die Außenluft, nachdem diese durch die Endflächenluftlöcher 37a geströmt ist, strömt entlang der ersten Führung 20 in Richtung der Außenluftdurchgänge 34a und strömt in die Außenluftdurchgänge 34a. Die Außenluft, nachdem diese durch die Endflächenluftlöcher 37a im vertikal oberen Bereich geströmt ist, strömt hindurch zwischen den benachbarten ersten Trennwänden 20a oder um die ersten Trennwände 20a, in die Außenluftdurchgänge 34a. Wärme wird übertragen, durch die Strömung der Außenluft, wie voranstehend beschrieben, von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0052] Wenn die Außenluft durch die Außenluftdurchgänge 34a strömt, wird Wärme von dem Stator 13 zu der Außenluft übertragen, wodurch der Stator 13 gekühlt wird. Die Außenluft, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist, strömt entlang der zweiten Führung 21 und strömt aus durch die Auslasslöcher 36a. Von der voranstehend beschriebenen Außenluft, strömt ein Teil der Außenluft durch die Außenluftdurchgänge 34a, die in dem vertikal oberen Bereich angeordnet sind, und strömt entlang der zweiten Trennwand 21a und dann entlang der zweiten Führung 21, und strömt aus durch die Auslasslöcher 36a. Wärme wird übertragen durch die Strömung der Außenluft, wie voranstehend beschrieben, von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0053] Wenn das Innengebläse 23 rotiert, strömt die Innenluft, wie angegeben durch Pfeile in gepunkteten Linien AR2 in **Fig.** 8. Genauer gesagt, bewirkt eine Rotation des Innengebläses 23, dass die Innenluft in den internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21 radial strömen. Die radial strömende Innenluft strömt entlang der zweiten Führung 21 in Richtung des vierten Luftlochs 21b.

[0054] Die Innenluft, nachdem diese durch das vierte Luftloch 21b geströmt ist, strömt in die zweite Trennwand 21a. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt zu der Außenluft, die entlang der zweiten Trennwand 21a strömt, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem diese durch die zweite Trennwand 21a strömt, strömt durch das zweite Luftloch 36c in den Innenluftbypass 19a. Wenn die Innenluft durch den Innenluftbypass 19a strömt, wird Wärme übertragen durch das Plattenelement 39 von der Innenluft zu der Außenluft, die radial außerhalb des Plattenelements 39 angeordnet ist, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0055] Die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftbypass 19a strömt, strömt durch die ersten Luftlöcher 36b in erste Trennwände 20a. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt an die Außenluft, die hindurch zwischen benachbarte erste Trennwände 20a strömt oder um die ersten Trennwände 20a, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem diese durch die ersten Trennwände 20a tritt, strömt entlang der ersten Führung 20 in Richtung der Durchgangslöcher 33a, die die Rotorluftdurchgänge 31a verbinden.

[0056] Die Innenluft tritt dann aufeinanderfolgend durch die Durchgangslöcher 33a in einer Klammer in dem Paar von Klammern 33, die Rotorluftdurchgänge 31a und die Durchgangslöcher 33a in der anderen Klammer in dem Paar von Klammern 33 und ist wieder radial gerichtet, wenn das Innengebläse 23 rotiert. Wie voranstehend beschrieben, zirkuliert die Innenluft innerhalb des Elektromotors 1.

[0057] Wie voranstehend beschrieben, weist der Elektromotor 1 gemäß Ausführungsform 1 die ersten Trennwände 20a und die zweiten Trennwand 21a zum Aufnehmen von Wärme von der Innenluft und übertragen die Wärme an die Außenluft auf. Genauer gesagt, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die durch die ersten Trennwände 20a tritt, an die Außenluft, die hindurch zwischen benachbarten ersten Trennwänden 20a oder entlang der ersten Trennwände 20a strömt, genauso wie von der Innenluft, die durch die zweite Trennwand 21a tritt, in die Außenluft, die entlang der zweiten Trennwand 21a strömt. Dieses kühlt die Innenluft und verbessert dadurch die Kühlleistung des Elektromotors 1 ohne die Größe des Außengebläses 22 und des Innengebläses 23 zu vergrößern. Mit anderen Worten weist der Elektromotor 1 eine hohe Motoreffizienz und eine hohe Kühlleistung auf.

Ausführungsform 2

[0058] Der Elektromotor 1 gemäß Ausführungsform 1 weist einen einzelnen Innenluftbypass 19a auf, der in einem vertikal oberen Abschnitt angeordnet ist, weil ein Elektromotor kann mehrere Innenluftbypasses aufweisen. Ein Elektromotor 2 mit mehreren Innenluftbypasses gemäß Ausführungsform 2 wird beschrieben.

[0059] Eine Querschnittsansicht des Elektromotors 2 entlang einer YZ-Ebene ist dieselbe wie **Fig.** 1. Wie in **Fig.** 9 dargestellt, zeigt eine Querschnittsansicht des Elektromotors 2 entlang derselben Linie wie in **Fig.** 2 ist, und wie **Fig.** 10, die eine Querschnittsansicht des Elektromotors 2 entlang derselben Linie wie in **Fig.** 3 ist, weist der Elektromotor 2 des Weiteren einen Bypassdefinierer 26 von derselben Form wie der Bypassdefinierer 19 auf, zusätzlich zu den Komponenten des Elektromotors 1 gemäß Ausführungsform 1. Genauer gesagt, um die Innenluft zu zirkulieren, weist der Elektromotor 2 des Weiteren den Bypassdefinierer 26 auf, der einen Innenluftbypass 26a definiert, der in einem positiven X-Richtungsabschnitt des vertikal unteren Bereichs des rohrförmigen Elements 36 angeordnet ist, und radial nach außen von den Außenluftdurchgängen 34a angeordnet ist.

[0060] Der Elektromotor 2 ist nachstehend im Detail beschrieben, mit Fokus auf die Unterschiede von dem Elektromotor 1, gemäß Ausführungsform 1.

[0061] Wie in den **Fig.** 9 und **Fig.** 10 dargestellt, und wie in **Fig.** 11, die eine Querschnittsansicht entlang der Linie XI-XI betrachtet in der Richtung angegeben durch die Pfeile in **Fig.** 9 ist, sind mehrere erste Luftlöcher 36d und mehrere zweite Luftlöcher 36e, die mit dem Innenluftbypass 26a verbunden sind, in dem positiven X-Richtungsabschnitt des vertikal unteren Bereichs des rohrförmigen Elements 36 angeordnet.

[0062] Der Bypassdefinierer 26 definiert den Innenluftbypass 26a, der radial außen von den Außenluftdurchgängen 34a angeordnet ist. Genauer gesagt, deckt der Bypassdefinierer 26 die ersten Luftlöcher 36d und die zweiten Luftlöcher 36e ab, um den Innenluftbypass 26a mit der Außenumfangsfläche des Rahmens 16 zu definieren. Der Bypassdefinierer 26 weist ein Befestigungselement 40 auf, das an der Außenumfangsfläche des rohrförmigen Elements 36 angeordnet ist und ein Plattenelement 41, das an dem Befestigungselement 40 angebracht ist, um den Innenluftbypass 26a mit dem Außenumfang des rohrförmigen Elements 36 zu definieren.

[0063] Das Befestigungselement 40 ist hohl und angebracht an dem rohrförmigen Element 36 mit der Zentralachse schneidend die Außenumfangsfläche des rohrförmigen Elements 36. Genauer gesagt, ist das Befestigungselement 40 angebracht an dem rohrförmigen Element 36 zum Umgeben der ersten Luftlöcher 36d und der zweiten Luftlöcher 36e. Das Befestigungselement 40 kann befestigt sein an dem rohrförmigen Element 36 durch jegliches Verfahren, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder das Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0064] Ein Zwischenraum, der durch das Befestigungselement 40, das Plattenelement 41 und das rohrförmige Element 36 des Rahmens 16 umgeben ist, ist der Innenluftbypass 26a. Das Plattenelement 41 kann gebildet sein aus einem hochthermisch leitenden Material, zum Beispiel einem Metall wie etwa Kupfer oder Aluminium. Das Plattenelement 41 aus einem Material mit hoher thermischer Leitfähigkeit, überträgt Wärme von der Innenluft, die durch den Innenluftbypass 26a strömt an die Außenluft, die radial außen von dem Innenluftbypass 26a angeordnet ist, wodurch die Temperatur der Innenluft, die durch den Innenluftbypass 26a strömt, verringert wird. Dieses vergrößert die Kühlleistung des Elektromotors 2. Um die Kühlleistung des Elektromotors 2 weiter zu vergrößern, ist das Plattenelement 41 vorzugsweise, zum Beispiel, eine dünne Platte mit einer Dicke nicht größer als 6 mm. Das Plattenelement 41, was eine dünne Platte ist, überträgt effizienter die Wärme von der Innenluft, die durch den Innenluftbypass 26a strömt, an die Außenluft, die radial außen

von dem Innenluftbypass 26a angeordnet ist, was weiter die Temperatur der Innenluft senkt. Dieses vergrößert weiter die Kühlleistung des Elektromotors 2 weiter.

[0065] Die erste Führung 20 weist mehrere hohle erste Trennwände 20d in dem positiven X-Richtungsabschnitt des vertikal unteren Bereichs auf, zusätzlich zu den mehreren ersten Trennwänden 20a, die in dem vertikal oberen Bereich angeordnet sind. Genauer gesagt, weist die erste Führung 20 so viele erste Trennwände 20d wie erste Luftlöcher 36d auf. In Ausführungsform 2, weist die erste Führung 20 drei erste Trennwände 20d in Umfangsrichtung benachbart zueinander auf. Die ersten Trennwände 20d erstrecken sich von der Außenumfangsfläche 20c der ersten Führung 20 mit dem ersten Rohr und verbinden den Innenluftbypass 26a und den internen Zwischenraum 24 innerhalb des ersten Rohrs.

[0066] Genauer gesagt, wie in **Fig.** 12 dargestellt, sind die ersten Trennwände 20d auf der Außenumfangsfläche 20c der ersten Führung 20 angeordnet, zusätzlich zu den ersten Trennwänden 20a. Wie in den **Fig.** 9 und **Fig.** 11 dargestellt, zusätzlich zu den dritten Luftlöchern 20b, sind mehrere dritte Luftlöcher 20e, oder genauer gesagt, so viele dritte Luftlöcher 20e wie erste Trennwände 20d radial, erstrecken sich durch die Außenumfangsfläche 20c. Die ersten Trennwände 20d sind jeweils hohle rechteckige Prismen ähnlich zu den ersten Trennwänden 20a. Das Innere von jeder ersten Trennwand 20d, verbindet den Innenluftbypass 26a und den internen Zwischenraum 24 innerhalb der ersten Führung 20.

[0067] Jede erste Trennwand 20d weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden ersten Luftlochs 36d und das andere Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden dritten Luftlochs 20e in der Außenumfangsfläche 20c der ersten Führung 20 auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20d strömt, sich mit der Außenluft mischt, die um die ersten Trennwände 20d strömt.

[0068] Die erste Führung 20 mit der voranstehenden Struktur führt die Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a einströmt, zu den Außenluftdurchgängen 34a und führt die Innenluft, nachdem diese durch die Innenluftbypasses 19a und 26a geströmt ist, zu dem internen Zwischenraum 24. Ein Teil der Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a eingezogen ist, strömt hindurch zwischen die benachbarten ersten Trennwänden 20d in die Außenluftdurchgänge 34a und ein anderer Teil der Außenluft, der durch die Einlasslöcher 17a eingezogen ist, strömt entlang der ersten Trennwände 20d in die Außenluftdurchgänge 34a. Die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftbypass 26a strömt, strömt innerhalb der ersten Trennwände 20d zu dem internen Zwischenraum 24 und strömt in die Rotorluftdurchgänge 31a.

[0069] Jede erste Trennwand 20d überträgt Wärme, die von der Innenluft übertragen ist, die innen strömt, an die umgebende Außenluft. Mit anderen Worten wird Wärme übertragen durch die ersten Trennwände 20d von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20d strömt, an die Außenluft, die hindurch zwischen benachbarte erste Trennwände 20d oder um die ersten Trennwände 20d herum strömt. Daher wird die Innenluft, die durch die ersten Trennwände 20d strömt, gekühlt.

[0070] Um die Leistung der Wärmeübertragung von der Innenluft an die Außenluft zu vergrößern, ist jede erste Trennwand 20d vorzugsweise länger in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX als in der Umfangsrichtung. Die ersten Trennwände 20d sind vorzugsweise gebildet aus einem hochthermisch leitenden Material, zum Beispiel einem Metall wie etwa Kupfer oder Aluminium. Die gesamte erste Führung 20 kann gebildet sein aus einem hochthermisch leitenden Material.

[0071] Die zweite Führung 21 weist mehrere hohle zweite Trennwände 21e in dem positiven X-Richtungsabschnitt des vertikal unteren Bereichs auf, zusätzlich zu der zweiten Trennwand 21a, die in dem vertikal oberen Bereich angeordnet ist. Genauer gesagt, weist die zweite Führung 21 so viele zweite Trennwände 21e wie zweite Luftlöcher 36e auf. In Ausführungsform 2 weist die zweite Führung 21 drei zweite Trennwände 21e in Umfangsrichtung benachbart zueinander auf. Die zweiten Trennwände 21e erstrecken sich von der Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21, die das zweite Rohr aufweist, und verbinden den Innenluftbypass 26a und den internen Zwischenraum 25 innerhalb des zweiten Rohrs.

[0072] Genauer gesagt, wie in **Fig.** 13 dargestellt, sind die zweiten Trennwände 21e auf der Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21 angeordnet, zusätzlich zu den zweiten Trennwänden 21a. Wie in den **Fig.** 10 und **Fig.** 11 dargestellt, zusätzlich zu dem viertem Luftloch 21b, erstrecken sich mehrere vierte Luftlöcher 21f, oder genauer gesagt, so viele vierte Luftlöcher 21f wie zweite Trennwände 21e radial durch die Außenumfangsfläche 21c. Die zweiten Trennwände 21e sind jeweils ein hohles rechteckiges Prisma ähnlich zu den zweiten Trennwänden 21a. Das Innere von jeder zweiten Trennwand 21e ist verbunden mit dem Innenluftbypass 26a und dem internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21.

[0073] Jede zweite Trennwand 21e weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden zweiten Luftlochs 36e und das andere Ende in Kon-

takt mit dem Umfang des entsprechenden vierten Luftlochs 21f in der Außenumfangsfläche 21c der zweiten Führung 21 auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwände 21e strömt, sich mit der Außenluft mischt, die um die zweiten Trennwände 21e strömt.

[0074] Die zweite Führung 21 mit der voranstehenden Struktur führt die Außenluft, nachdem sie durch die Außenluftdurchgänge 34a getreten ist zu den Auslasslöchern 36a und führt die Innenluft von dem internen Zwischenraum 25 zu den Innenluftbypässen 19a und 26a. Ein Teil der Außenluft, nachdem er durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist, strömt hindurch zwischen benachbarten zweiten Trennwänden 21e und strömt aus durch die Auslasslöcher 36a. Ein anderer Teil der Außenluft, nachdem er durch die Außenluftdurchgänge 34a geströmt ist, strömt entlang der zweiten Trennwände 21e und strömt aus durch die Auslasslöcher 36a. Ein Teil der Innenluft von dem internen Zwischenraum 25 strömt innerhalb der zweiten Trennwände 21e in den Innenluftbypass 26a.

[0075] Jede zweite Trennwand 21e überträgt Wärme, die von der Innenluft übertragen ist, die innerhalb strömt, an die umgebende Außenluft. Mit anderen Worten wird Wärme übertragen durch die zweiten Trennwände 21e von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwände 21e strömt, an die Außenluft, die hindurch zwischen die benachbarten zweiten Trennwände 21e strömt oder um die zweiten Trennwände 21e. Daher wird die Innenluft, die durch die zweiten Trennwände 21e strömt, gekühlt.

[0076] Um die Leistung der Wärmeübertragung von der Innenluft an die Außenluft zu vergrößern, ist jede zweite Trennwand 21e vorzugsweise länger in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse AX als in der Umfangsrichtung. Die zweiten Trennwände 21e sind vorzugsweise gebildet aus einem hochthermisch leitenden Material, zum Beispiel einem Metall wie etwa Kupfer oder Aluminium. Die gesamte zweite Führung 21 kann gebildet sein aus einem hochthermisch leitenden Material.

[0077] Die Strömung der Außenluft und die Strömung der Innenluft in dem Elektromotor 2 mit der voranstehenden Struktur, der bestromt ist, wird nachstehend beschrieben. Eine Luftströmung entlang einer YZ-Ebene ist ähnlich zu der Luftströmung in dem Elektromotor 1, der in **Fig.** 8 dargestellt ist. Die Strömung der Außenluft und die Strömung der Innenluft in einem Querschnitt, der den Innenluftbypass 26a und die Rotationsachse AX aufweist, sind in **Fig.** 14 dargestellt. Wenn ein elektrischer Strom durch den Leitungsdraht 51, der in **Fig.** 8 dargestellt ist, zugeführt wird, an die Statorspule 35 zum Bestromen des Elektromotors 2, rotiert der Rotor 12 und die Welle 11, das Außengebläse 22 und das Innengebläse 23 rotieren integral mit dem Rotor 12.

[0078] Wenn sich das Außengebläse 22 rotiert, strömt die Außenluft wie angegeben durch einen Pfeil mit durchgezogener Linie AR3 in **Fig.** 14. Genauer gesagt, bewirkt die Rotation des Außengebläses 22, dass die Außenluft durch die Einlasslöcher 17a der ersten Halterung 17 strömt. Die Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a einströmt, strömt radial in Richtung der Endflächenluftlöcher 37a.

[0079] Die Außenluft, nachdem sie durch die Endflächenluftlöcher 37a strömt, die in einem positiven X-Richtungsabschnitt eines Bereichs vertikal niedriger als eine horizontale Ebene, die die Rotationsachse AX aufweist, angeordnet sind, strömt hindurch zwischen den benachbarten ersten Trennwänden 20d oder um die ersten Trennwände 20d, in die Außenluftdurchgänge 34a. Wärme wird übertragen, durch die Strömung der Außenluft, wie voranstehend beschrieben, von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20d strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0080] Von der voranstehend beschriebenen Außenluft, strömt ein Teil der Außenluft, nachdem er durch die Außenluftdurchgänge 34a getreten ist, die in dem positiven X-Richtungsabschnitt des Bereichs vertikal niedriger der horizontalen Ebene, die die Rotationsachse AX aufweist, angeordnet ist, strömt hindurch zwischen den benachbarten zweiten Trennwänden 21e oder um die zweiten Trennwände 21e, und strömt dann aus durch die Auslasslöcher 36a. Wärme wird übertragen, durch die Strömung der Außenluft wie voranstehend beschrieben, von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwände 21e strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0081] Wenn das Innengebläse 23 rotiert, strömt die Innenluft wie angegeben durch Pfeile in gepunkteten Linien AR4 in **Fig.** 14. Genauer gesagt, bewirkt eine Rotation des Innengebläses 23, dass die Innenluft in dem internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21 radial strömt. Die radial strömende Innenluft strömt entlang der zweiten Führung 21 in Richtung des vierten Luftlochs 21b, wie in **Fig.** 8 dargestellt und der vierten Luftlöcher 21f, wie in **Fig.** 14 dargestellt.

[0082] Die Luft, nachdem sie durch die vierten Luftlöcher 21f getreten ist, strömt in die zweiten Trennwände 21e. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwände 21e strömt, an die Außenluft, die hindurch zwischen die benachbarten zweiten Trennwände 21e oder um die zweiten Trennwände 21e strömt, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem sie durch die zweite Trennwände

21e getreten ist, strömt durch die zweiten Luftlöcher 36e in den Innenluftbypass 26a. Wenn die Innenluft durch den Innenluftbypass 26a strömt, wird Wärme übertragen durch das Plattenelement 41 von der Innenluft zu der Außenluft, die radial außen von dem Plattenelement 41 angeordnet ist, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0083] Die Innenluft, nachdem sie durch den Innenluftbypass 26a getreten ist, strömt durch die ersten Luftlöcher 36d in den ersten Trennwänden 20d. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20d strömt, zu der Außenluft, die hindurch zwischen die benachbarten ersten Trennwände 20d oder um die ersten Trennwände 20d strömt, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem sie durch die ersten Trennwände 20d getreten ist, strömt entlang der ersten Führung 20 in Richtung der Durchgangslöcher 33a, die die Rotorluftdurchgänge 31a verbinden.

[0084] Die Innenluft strömt dann aufeinanderfolgend durch die Durchgangslöcher 33a in einer Klammer des Paars von Klammern 33, die Rotorluftdurchgänge 31a und die Durchgangslöcher 33a in der anderen Klammer in dem Paar von Klammern 33, und wird wieder radial gerichtet, wenn das Innengebläse 23 rotiert. Wie voranstehend beschrieben, zirkuliert die Innenluft innerhalb des Elektromotors 2.

[0085] Wie voranstehend beschrieben, zusätzlich zu der Struktur des Elektromotors 1, weist der Elektromotor 2 gemäß Ausführungsform 2 den Bypassdefinierer 26 auf, der den Innenluftbypass 26a definiert, die ersten Trennwände 20d, die den Innenluftbypass 26a und den internen Zwischenraum 24 verbinden, und die zweiten Trennwände 21e auf, die den Innenluftbypass 26a und den internen Zwischenraum 25 verbinden. Genauer gesagt, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die durch die ersten Trennwände 20a und 20d und die zweiten Trennwände 21a und 21e strömt, zu der Außenluft. Zur Übertragung von Wärme von der Innenluft zu der Außenluft an mehr Positionen als im Elektromotor 1, verringert weiter die Innenlufttemperatur. Daher wird die Kühlleistung des Elektromotors 2 höher als die Kühlleistung des Elektromotors 1.

Ausführungsform 3

[0086] Die Elektromotoren 1 und 2 gemäß Ausführungsformen 1 und 2, wie voranstehend beschrieben, sind gerahmte Elektromotoren, die jeweils den Rahmen 16 aufweisen, aber die Elektromotoren 1 und 2 können rahmenlose Elektromotoren sein. Ein Elektromotor 3, der ein rahmenloser Motor gemäß Ausführungsform 3 ist, wird beschrieben. Der Elektromotor 3, der in **Fig.** 15 dargestellt ist, weist keinen Rahmen 16 auf, sondern weist eine Stütze 42 auf, die an der Innenfläche der ersten Halterung 17 angebracht ist und das Lager 14 stützt.

[0087] Der Elektromotor 3 wird nachstehend im Detail beschrieben, mit Fokus auf die Unterschiede von dem Elektromotor 1 gemäß Ausführungsform 1.

[0088] Die erste Halterung 17 und die zweite Halterung 18 sind an dem Stator 13 angebracht mit dem Stator 13 dazwischen in Y-Richtung. Genauer gesagt, sind die erste Halterung 17 und die zweite Halterung 18 jeweils angebracht an dem Statorkern 34 an einer Position radial außen von den Außenluftdurchgängen 34a in dem Statorkern 34.

[0089] Wie in **Fig.** 15 und **Fig.** 16 dargestellt, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XVI-XVI betrachtet in der Richtung angegeben durch die Pfeile in **Fig.** 15 ist, sind mehrere erste Luftlöcher 17b, die mit dem Innenluftbypass 19a verbunden sind, in einem vertikal oberen Bereich der ersten Halterung 17 angeordnet. Genauer gesagt, weist die erste Halterung 17 so viele erste Luftlöcher 17b wie erste Trennwände 20a auf. Zur Vereinfachung der Darstellung, sind die Rotorleiter 32, die Klammern 33 und die Statorspule 35 nicht in **Fig.** 16 dargestellt.

[0090] Wie in **Fig.** 15 dargestellt, sind Auslasslöcher 18a angeordnet in einem Ende der zweiten Halterung 18 näher an dem Stator 13 zum Auslassen der Außenluft, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a hindurchgetreten ist. In Ausführungsform 3, wie in **Fig.** 17 dargestellt, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XVII-XVII betrachtet in der Richtung angegeben durch die Pfeile in **Fig.** 15 ist, weist die zweite Halterung 18 mehrere Auslasslöcher 18a auf, in der Umfangsrichtung außer einem vertikal oberen Bereich angeordnet sind. Zur Vereinfachung der Darstellung, sind Rotorleiter 32, die Klammern 33 und die Statorspule 35 nicht in **Fig.** 17 dargestellt. Die Auslasslöcher 18a erstrecken sich radial durch die zweite Halterung 18. Ein zweites Luftloch 18b, das mit dem Innenluftbypass 19a verbunden ist, ist in dem vertikal oberen Bereich der zweiten Halterung 18 verbunden.

[0091] Wie in den **Fig.** 15, **Fig.** 16 und **Fig.** 17 dargestellt, deckt der Bypassdefinierer 19 die ersten Luftlöcher 17b und das zweite Luftloch 18b ab, um den Innenluftbypass 19a zu definieren mit den Außenumfangsflächen der ersten Halterung 17, dem Statorkern 34 und der zweiten Halterung 18. Das Befestigungselement 38 ist angebracht an den Außenumfangsflächen der ersten Halterung 17, des Statorkerns 34 und der zweiten Halterung 18. Genauer gesagt, ist das Befestigungselement 38 hohl und angebracht an der ersten Halterung 17, des Statorkerns 34 und der zweiten Halterung 18 mit der Mittelachse sich radial erstrecken. Genauer gesagt, ist das Befestigungselement 38 angebracht

an der ersten Halterung 17, des Statorkern 34 und der zweiten Halterung 18 um mehrere erste Luftlöcher 17b und das zweite Luftloch 18b zu umgeben.

[0092] Ein Zwischenraum, der durch das Befestigungselement 38, das Plattenelement 39 und die Außenumfangsflächen der ersten Halterung 17, des Statorkerns 34 und der zweiten Halterung 18 umgeben ist, ist der Innenluftbypass 19a.

[0093] Die erste Führung 20 ist in der ersten Halterung 17 aufgenommen und an der ersten Halterung 17 und den Statorkern 34 an einer Position radial innen von den Außenluftdurchgängen 34a angebracht. Die erste Führung 20 ist des Weiteren angebracht an der Stütze 42 an einem Ende. Die ersten Trennwände 20a in der ersten Führung 20 sind jeweils verbunden mit dem Innenluftbypass 19a und dem internen Zwischenraum 24. Der interne Zwischenraum 24 ist ein Zwischenraum umgeben durch die erste Führung 20, die Stütze 42, den Rotor 12 und den Stator 13.

[0094] Jede erste Trennwand 20a weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden ersten Luftlochs 17b und dem anderen Ende in Kontakt mit dem Umfang des entsprechenden dritten Luftlochs 20b in der Außenumfangsfläche 20c auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass die Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, sich mit der Außenluft vermischt, die um die ersten Trennwände 20a strömt.

[0095] Die zweite Führung 21 ist in der zweiten Halterung 18 aufgenommen und angebracht an der zweiten Halterung 18 und an dem Statorkern 34 an einer Position radial innen von den Außenluftdurchgängen 34a. Die zweite Trennwand 21a ist in der zweiten Führung 21 vorhanden und verbunden mit dem Innenluftbypass 19a und dem internen Zwischenraum 25. Der interne Zwischenraum 25 ist ein Zwischenraum umgeben durch die zweite Führung 21, das Innengebläse 23, den Rotor 12 und den Stator 13.

[0096] Die zweite Trennwand 21a weist ein Ende in Kontakt mit dem Umfang des zweiten Luftlochs 18b und das andere Ende in Kontakt mit dem Umfang des vierten Luftlochs 21b in der Außenumfangsfläche 21c auf. Diese Struktur reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass die Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, sich mit der Außenluft mischt, die um die zweite Trennwand 21a strömt.

[0097] Die Stütze 42 ist angebracht an der ersten Halterung 17 mit der Außenumfangsfläche in Kontakt mit der ersten Halterung 17. Die Stütze 42 kann befestigt sein an der ersten Halterung 17 durch jegliches Verfahren, wie etwa Verbinden mit einem Klebstoff, Schweißen, oder Befestigen mit einem Befestigungselement, das eine genügende Befestigung bereitstellt, um die relativen Positionen unter Vibrationen von einem fahrenden Schienenfahrzeug aufrechtzuerhalten. Wie in **Fig.** 18 dargestellt, die eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XVIII-XVIII betrachtet in der Richtung angegeben durch die Pfeile in **Fig.** 15 darstellt, weist die Stütze 42 Endflächenluftlöcher 42a auf angeordnet in der Umfangsrichtung. Die Endflächenluftlöcher 42a erstrecken sich durch die Stütze 42 in der Y-Richtung. In Ausführungsform 3 weist die Stütze 42 sechs Endflächenluftlöcher 42a auf.

[0098] Die Strömung der Außenluft und die Strömung der Innenluft in dem Elektromotor 3 mit der voranstehenden Struktur, der bestromt ist, wird nachstehend mit Bezug auf **Fig.** 19. Wenn ein elektrischer Strom zugeführt ist, durch den Leitungsdraht 51 an die Statorspule 35 zum Zuführen von Leistung zu dem Elektromotor 3, rotiert der Rotor 12 und die Welle 11, das Außengebläse 22 und das Innengebläse 23 rotieren integral mit dem Rotor 12.

[0099] Wenn das Außengebläse 22 rotiert, strömt die Außenluft wie angegeben durch Pfeile mit durchgezogener Linie AR5 in **Fig.** 19. Genauer gesagt, bewirkt eine Rotation des Außengebläses 22, dass die Außenluft durch die Einlasslöcher 17a der ersten Halterung 17 strömt. Die Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a einströmt, strömt radial in Richtung der Endflächenluftlöcher 42a.

[0100] Die Außenluft, nachdem sie durch die Endflächenluftlöcher 42a strömt, strömt entlang der ersten Führung 20 in Richtung der Außenluftdurchgänge 34a und strömt in die Außenluftdurchgänge 34a. Die Außenluft, nachdem sie durch die Endflächenluftlöcher 42a in dem vertikal oberen Bereich strömt, strömt hindurch zwischen den benachbarten ersten Trennwänden 20a oder um die ersten Trennwände 20a in die Außenluftdurchgänge 34a. Wärme wird übertragen durch die Strömung von der voranstehend beschriebenen Außenluft, von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0101] Wenn die Außenluft durch die Außenluftdurchgänge 34a strömt, wird Wärme wird übertragen von dem Stator 13 zu der Außenluft, wodurch der Stator 13 gekühlt wird. Die Außenluft, nachdem sie durch die Außenluftdurchgänge 34a getreten ist, strömt entlang der zweiten Führung 21 und strömt aus durch die Auslasslöcher 18a. Von der voranstehend beschriebenen Außenluft, strömt ein Teil der Außenluft, nachdem er durch die Außenluftdurchgänge 34a getreten ist, die in dem vertikal oberen Bereich angeordnet sind, entlang der zweiten Trennwand 21a und dann entlang der zweiten Führung 21 und strömt aus durch die Auslasslöcher 18a. Wärme wird übertragen, durch die Strömung der Außenluft,

wie voranstehend beschrieben, von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, zu der Außenluft, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0102] Wenn das Innengebläse 23 rotiert, strömt die Innenluft, wie angegeben durch Pfeile in gepunkteten Linien AR6 in **Fig.** 19. Genauer gesagt, bewirkt Rotation des Innengebläses 23, dass die Innenluft in den internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21 radial strömen. Die radial strömende Innenluft strömt entlang der zweiten Führung 21 in Richtung des vierten Luftlochs 21b.

[0103] Die Luft, nachdem sie durch die vierte Luftloch 21b getreten ist, strömt in die zweite Trennwand 21a. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der zweiten Trennwand 21a strömt, zu der Außenluft, die entlang der zweiten Trennwand 21a strömt, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem sie durch die zweite Trennwand 21a strömt, strömt durch das zweite Luftloch 18b in den Innenluftbypass 19a. Wenn die Innenluft durch den Innenluftbypass 19a strömt, wird Wärme übertragen durch das Plattenelement 39 von der Innenluft zu der Außenluft, die radial außen von dem Plattenelement 39 angeordnet ist, wodurch die Innenluft gekühlt wird.

[0104] Die Innenluft, nachdem sie durch den Innenluftbypass 19a getreten ist, strömt durch die ersten Luftlöcher 17b in die ersten Trennwände 20a. Wie voranstehend beschrieben, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die innerhalb der ersten Trennwände 20a strömt, zu der Außenluft, die durch die benachbarten ersten Trennwände 20a oder um die ersten Trennwände 20a strömt, wodurch die Innenluft gekühlt wird. Die Innenluft, nachdem sie durch die ersten Trennwände 20a tritt, strömt entlang der ersten Führung 20 in Richtung der Durchgangslöcher 33a, die die Rotorluftdurchgänge 31a verbinden.

[0105] Die Innenluft tritt dann aufeinanderfolgend durch die Durchgangslöcher 33a in einer Klammer in dem Paar von Klammern 33, die Rotorluftdurchgänge 31a und die Durchgangslöcher 33a in der anderen Klammer in dem Paar von Klammern 33 und ist wieder radial gerichtet, wenn das Innengebläse 23 rotiert. Wie voranstehend beschrieben, zirkuliert die Innenluft innerhalb des Elektromotors 3.

[0106] Wie voranstehend beschrieben, weist der Elektromotor 3 gemäß Ausführungsform 3 die ersten Trennwände 20a und die zweiten Trennwand 21a zum Übertragen von Wärme von der Innenluft zu der Außenluft auf. Genauer gesagt, wird Wärme übertragen von der Innenluft, die durch die ersten Trennwände 20a strömt, zu der Außenluft, die hindurch zwischen den benachbarten ersten Trennwänden 20a oder entlang der ersten Trennwände 20a strömt, genauso wie von der Innenluft, die durch die zweite Trennwand 21a tritt, zu der Außenluft, die entlang der zweiten Trennwand 21a strömt. Dieses kühlt die Innenluft zum Verbessern der Kühlleistung des Elektromotors 3, der ein rahmenloser Motor ist, ohne die Größe des Außengebläses 22 und des Innengebläses 23 zu vergrößern. Mit anderen Worten weist der Elektromotor 3 eine hohe Motoreffizienz und hohe Kühlleistung auf.

[0107] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die voranstehenden Ausführungsformen beschränkt.

[0108] Die Positionen der Bypassdefinierer 19 und 26 sind nicht auf die voranstehenden Beispiele beschränkt. Die Positionen der Bypassdefinierer 19 und 26 können bestimmt werden wie geeignet für zum Beispiel Zwischenraumbegrenzungen zum Installieren des Elektromotors 1, 2 oder 3 unter einem Schienenfahrzeugboden oder der Position, die ein Führen des Leitungsdrahts 51 ermöglicht. Der Elektromotor 2 kann nur den Bypassdefinierer 26 aufweisen.

[0109] Die erste Führung 20 kann jegliche Form aufweisen zum Führen der Außenluft, die durch die Einlasslöcher 17a eingezogen wird, in die Außenluftdurchgänge 34a zum Übertragen von Wärme von der Innenluft zu der Außenluft. In einem Beispiel kann die erste Führung 20 einen polygonalen Querschnitt senkrecht zur Y-Richtung anstatt einem kreisförmigen Querschnitt aufweisen. In einem weiteren Beispiel kann die erste Führung 20 kreisförmige dritte Luftlöcher 20b in der Außenumfangsfläche 20c aufweisen.

[0110] Die ersten Trennwände 20a und 20d können jeweils jegliche Form außer einem hohlen rechteckigen Prisma aufweisen zum Verbinden der Innenluftbypässe 19a oder 26a und der internen Zwischenraums 24. Genauer gesagt, können die ersten Trennwände 20a und 20d jeweils jegliche Form in einem Querschnitt senkrecht zu der Richtung aufweisen, in der das Loch in der ersten Trennwand 20a oder 20d sich erstreckt, anstatt einem rechteckigen Querschnitt. Zum Beispiel können die ersten Trennwände 20a und 20d jeweils einen kreisförmigen, elliptischen, oder polygonalen Querschnitt aufweisen. In den voranstehend beschriebenen Ausführungsformen sind die ersten Trennwände 20a gleich beabstandet, aber die ersten Trennwände 20a können ungleich beabstandet sein. Dasselbe trifft auf die ersten Trennwände 20d zu.

[0111] Die zweite Führung 21 kann jegliche Form zum Führen der Außenluft aufweisen, nachdem diese durch die Außenluftdurchgänge 34a außerhalb geströmt ist und Wärme ermöglichen von der Innenluft zu der Außenluft übertragen zu werden. In einem Beispiel kann die zweite Führung 21 einen polygona-

len Querschnitt senkrecht zur Y-Richtung aufweisen, anstatt einem kreisförmigen Querschnitt.

[0112] Die zweiten Trennwände 21a und 21e können jeweils jegliche Form außer einem hohlen rechteckigen Prisma aufweisen, um den Innenluftbypass 19a oder 26a zu verbinden und den internen Zwischenraum 25 zu verbinden. Genauer gesagt, können die zweiten Trennwände 21a und 21e jeweils jegliche Form in einem Querschnitt senkrecht zu der Richtung aufweisen, in der das Loch in der zweiten Trennwand 21a oder 21e sich erstreckt, anstatt einer rechteckigen Form. Zum Beispiel können die zweiten Trennwände 21a und 21e jeweils eine kreisförmige, elliptische oder polygonale Querschnittsform aufweisen. In den voranstehend beschriebenen Ausführungsformen sind die zweiten Trennwände 21e gleich beabstandet, aber die zweiten Trennwände 21e können ungleich beabstandet sein.

[0113] Zum Vergrößern der Kühlleistung der Elektromotoren 1 und 2 kann die zweite Halterung 18, die dem Innengebläse 23 zugewandt ist, Einlasslöcher aufweisen, und das rohrförmige Element 36 kann mehrere Auslasslöcher an dem Ende näher zu der zweiten Halterung 18 aufweisen. Diese Auslasslöcher sind in der Umfangsrichtung an Positionen näher zu der zweiten Halterung 18 anstatt den Auslasslöchern 36a angeordnet. In diesem Fall weist das Innengebläse 23 vorzugsweise mehrere Schaufeln auf einer Oberfläche auf, die der zweiten Halterung 18 zugewandt ist. Daher, wenn das Innengebläse 23 rotiert, strömt die durch die Einlasslöcher in der zweiten Halterung 18 eingezogene Luft radial, um durch die Auslasslöcher in dem rohrförmigen Element 36 auszuströmen. Daher wird Wärme übertragen von der Innenluft zu der Außenluft durch das Innengebläse 23, was die Kühlleistung des Elektromotors 1 oder 2 erhöht. Auf ähnliche Weise kann der Elektromotor 3 Einlasslöcher und Auslasslöcher in der zweiten Halterung 18 aufweisen.

[0114] In diesem Fall definiert die Außenkante des Innengebläses 23 vorzugsweise ein Labyrinthkanal mit der zweiten Führung 21. Der Labyrinthkanal reduziert Kontaminierungen, wie etwa Staub oder Wassertropfen, in der Außenluft, die durch die Einlasslöcher in der zweiten Halterung 18 eingezogen werden, und dass diese sich auf den Rotorleitern 32 und der Statorspule 35 sammeln.

[0115] Das Außengebläse 22 und das Innengebläse 23 können jeweils ein einzelnes Gebläse mit mehreren Schaufeln auf beiden Seiten sein. **Fig.** 20 stellt einen Elektromotor 4 mit einem Gebläse 43 mit mehreren Schaufeln auf beiden Seiten dar. In diesem Fall weist der Rahmen 16 das rohrförmige Element 36 alleine auf. Die erste Halterung 17 stützt das Lager 14 und die Außenkante des Gebläses 43 und die erste Führung 20 sind benachbart zueinander zum Definieren eines Labyrinthkanals. Die erste Führung 20 kann angebracht sein an dem rohrförmigen Element 36 mit zum Beispiel einem Befestigungselement ähnlich zu der ringförmigen Befestigung 21d an der zweiten Führung 21. In diesem Fall weist das Befestigungselement, das die erste Führung 20 an dem rohrförmigen Element 36 anbringt, einen Durchgangsloch zum Ermöglichen, dass die Außenluft dadurch strömt.

[0116] In dem Elektromotor 4 ist die Strömung von Außenluft dieselbe oder ähnlich zu der Strömung von Außenluft auf dem Elektromotor 1, aber die Strömung von Innenluft ist verschieden von der Strömung der Innenluft in den Elektromotor 1. Die Strömung, der Innenluft verschieden von der im Elektromotor 1 wird nachstehend beschrieben. Wenn das Gebläse 43 rotiert, strömt Luft in dem internen Zwischenraum 24 innerhalb der ersten Führung 20 radial durch die dritten Luftlöcher 20b in die ersten Trennwände 20a und strömt dann durch die ersten Trennwände 20a und durch die ersten Luftlöcher 36b in den Innenluftbypass 19a.

[0117] Die Luft, nachdem sie durch den Innenluftbypass 19a geströmt ist, strömt durch das zweite Luftloch 36c in die zweite Trennwand 21a und strömt durch die zweite Trennwand 21a in den internen Zwischenraum 25 innerhalb der zweiten Führung 21 durch das vierte Luftloch 21b. Die Innenluft strömt aufeinanderfolgend durch die Durchgangslöcher 33a in einer Klammer in dem Paar von Klammern 33, und die Rotorluftdurchgänge 31a und die Durchgangslöcher 33a in der anderen Klammer des Paars von Klammern 33 und ist dann wieder radial gerichtet, wenn das Gebläse 43 rotiert. Wie voranstehend beschrieben, zirkuliert die Innenluft innerhalb des Elektromotors 4.

[0118] Das Außengebläse 22 kann ausgelassen sein, wenn ein Gebläse genutzt wird zum Blasen der Außenluft durch die Einlasslöcher 17a.

[0119] Der Rotorkern 31 kann nicht die Rotorluftdurchgänge 31a aufweisen. In diesem Fall zirkuliert die Innenluft durch einen Zwischenraum zwischen dem Rotor 12 und dem Stator 13, nachdem sie durch den Innenluftbypass 19a getreten ist.

[0120] Die Anzahl von Außenluftdurchgängen 34a ist nicht beschränkt auf die voranstehenden Beispiele, aber kann jegliche Anzahl sein. Die Außenluftdurchgänge 34a können jeweils einen Querschnitt außer einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. In einem Beispiel können die Außenluftdurchgänge 34a jeweils einen elliptischen Querschnitt aufweisen. Die Außenluftdurchgänge 34a können sich in einer Richtung parallel zu der Rotationsachse AX, oder in einer Richtung, die sich mit der Rotationsachse AX schneidet.

[0121] Die Endflächenluftlöcher 37a und 42a können jeweils einen Querschnitt außer einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Zum Beispiel können die Endflächenluftlöcher 37a und 42a einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

[0122] Wie in **Fig.** 21 dargestellt, die eine Draufsicht des Elektromotors 1 ist, kann das rohrförmige Element 36 des Elektromotors 1 eine Öffnung 36f in einem Bereich aufweisen, der dem Innenluftbypass 19a zugewandt ist. Das Plattenelement 39 ist nicht in **Fig.** 21 dargestellt. Genauer gesagt, ist die Öffnung 36f angeordnet zwischen den ersten Luftlöchern 36b und den zweiten Luftlöchern 36c in dem Bereich. der durch das Befestigungselement 38 umgeben ist, und erstreckt sich radial durch das rohrförmige Element 36. Der Bypassdefinierer 19 deckt die ersten Luftlöcher 36b, die zweiten Luftlöcher 36c und die Öffnung 36f ab, um den Innenluftbypass 19a zu definieren. Der Statorkern 34 ist freigelegt zu dem Innenluftbypass 19a durch die Öffnung 36f. Dies ermöglicht Wärme, die in dem Statorkern 34 erzeugt ist, direkt zu der Innenluft übertragen zu werden, die durch den Innenluftbypass 19a strömt, wodurch der Statorkern 34 effektiver gekühlt wird. Dasselbe trifft auf die Elektromotoren 2 und 4 zu. Im Elektromotor 2 wird das rohrförmige Element 36 eine Öffnung 36f in einem Bereich aufweisen, der dem Innenluftbypass 26a zugewandt ist.

[0123] Das rohrförmige Element 36 der Elektromotoren 1, 2 und 4 kann mehrere Lamellen mit den Hauptflächen parallel zu einer XZ-Ebene in einem Bereich aufweisen, der dem Innenluftbypass 19a zugewandt ist. Die Struktur mit den mehreren Lamellen in dem Innenluftbypass 19a ermöglicht Innenluft weich zu strömen, wodurch die Kühlleistung verbessert wird.

[0124] Die radial innere Hauptfläche des Plattenelements 39 oder 41 und die radial äußere Hauptfläche des Plattenelements 39 können mehrere Lamellen mit den Hauptflächen parallel zu einer XZ-Ebene aufweisen. Die radial äußere Hauptfläche des Plattenelements 41 kann mehrere Lamellen mit den Hauptflächen parallel zu einer Richtung aufweisen, in der der Wind strömt. Diese Lamellen können integral mit dem Plattenelement 39 oder 41 ausgebildet sein. Die Struktur mit mehreren Lamellen auf der radial inneren Oberfläche des Plattenelements 39 oder 41 ermöglicht Innenluft weich zu strömen, wodurch die Kühlleistung verbessert wird. Die Struktur mit mehreren Lamellen auf der radial äußeren Oberfläche des Plattenelements 39 oder 41 ermöglicht Wärme einfach von den Lamellen zu der Außenluft übertragen zu werden, wodurch die Kühlleistung verbessert wird.

[0125] Das Plattenelement 39 und das Befestigungselement 38 können integral miteinander ausgebildet sein. Auf ähnliche Weise können das Plattenelement 41 und das Befestigungselement 40 integral miteinander ausgebildet sein. Das Befestigungselement 38 oder 40 kann integral mit dem rohrförmigen Element 36 ausgebildet sein.

[0126] Die Elektromotoren 1 bis 4 sind nicht auf die Elektromotoren zum Antreiben eines Schienenfahrzeugs beschränkt, aber können jegliche vollständig umschlossene Elektromotoren sein, die in den Komponenten gekühlt werden durch Innenluft und Außenluft, die strömt. In einem Beispiel sind die Elektromotoren 1 bis 4 befestigt auf Automobilen, Luftfahrzeugen oder Wasserfahrzeugen.

[0127] Das Voranstehende beschreibt einige beispielhafte Ausführungsform zu Erläuterungszwecken. Obwohl die voranstehende Diskussion spezifische Ausführungsformen präsentiert hat, erkennt der Durchschnittsfachmann, dass Änderungen gemacht werden können in Form und Detail, ohne sich vom breiteren Geist und Geltungsbereich der Erfindung zu entfernen. Demgemäß sind die Beschreibung und Zeichnungen aufzufassen auf eine darstellende und eine einschränkende Weise. Diese detaillierte Beschreibung ist daher nicht auf eine beschränkende Weise aufzufassen und der Geltungsbereich der Erfindung ist definiert nur durch die anliegenden Ansprüche gemeinsam mit dem vollen Bereich von Äquivalenten, der solchen Ansprüchen zuerkannt wird.

Bezugszeichenliste

1, 2, 3, 4	Elektromotor
11	Welle
12	Rotor
13	Stator
14, 15	Lager
16	Rahmen
17	Erste Halterung
17a	Einlassloch
17b, 36b, 36d	Erstes Luftloch
18	Zweite Halterung
18a, 36a	Auslassloch
18b, 36c, 36e	Zweites Luftloch
19, 26	Bypassdefinierer
19a, 26a	Innenluftbypass
20 Erste	Führung
20a, 20d	Erste Trennwand
20b, 20e	Drittes Luftloch

20c, 21c	Außenumfangsfläche
21	Zweite Führung
21a, 21e	Zweite Trennwand
21b, 21f	Viertes Luftloch
21d	Befestigung
22	Außengebläse
23	Innengebläse
24, 25	Interner Zwischenraum
31	Rotorkern
31a	Rotorluftdurchgang
32	Rotorleiter
33	Klammer
33a	Durchgangsloch
34	Statorkern
34a	Außenluftdurchgang
35	Statorspule
36	Rohrförmiges Element
36f	Öffnung
37	Platte
37a, 42a	Endflächenluftloch
38, 40	Befestigungselement
39, 41	Plattenelement
42	Stütze
43	Gebläse
51	Leitungsdraht
AR1, AR2, AR3, AR4, AR5, AR6	Pfeil
AX	Rotationsachse

Patentansprüche

1. Elektromotor, mit:
einer Welle, die rotierbar um eine Rotationsachse gestützt ist;
einem Rotor, der radial außen von der Welle angeordnet ist und integral mit der Welle rotierbar ist;
einem Stator, der dem Rotor radial mit einem Zwischenraum zwischen diesen gegenüberliegt, wobei der Stator einen Außenluftdurchgang aufweist, wobei der Außenluftdurchgang ein Durchgangsloch an beiden Enden in einer Richtung der Erstreckung der Rotationsachse ist;
einer ersten Halterung, die ein Einlassloch aufweist, das Außenluft ermöglicht, einzuströmen;
einer zweiten Halterung, die der ersten Halterung in Richtung der Erstreckung der Rotationsachse entgegengesetzt ist, wobei der Rotor und der Stator zwischen der ersten Halterung und der zweiten Halterung angeordnet sind;
einem Bypassdefinierer, der einen Innenluftbypass definiert, der radial außen von dem Stator angeordnet ist, damit Innenluft hindurchströmt;
einer ersten Führung, die ein erstes Rohr und eine Mehrzahl von ersten Trennwänden aufweist, wobei das erste Rohr zwischen der ersten Halterung und dem Stator angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von ersten Trennwänden hohl ist, sich von einer Außenumfangsfläche des ersten Rohrs erstreckt und den Innenluftbypass und einen interner Zwischenraum des ersten Rohrs verbindet, wobei die erste Führung dazu konfiguriert ist, Wärme, die von der Innenluft, die durch das Innere der Mehrzahl von ersten Trennwänden strömt, übertragen ist, zu der Außenluft zu übertragen, die durch das Einlassloch eingezogen ist und die Außenluft zu dem Außenluftdurchgang zu führen; und
einer zweiten Führung, die ein zweites Rohr und eine zweite Trennwand aufweist, wobei das zweite Rohr zwischen der zweiten Halterung und dem Stator angeordnet ist, wobei die zweite Trennwand hohl ist, sich von einer Außenumfangsfläche des zweiten Rohrs erstreckt und den Innenluftbypass und einen inneren Zwischenraum des zweiten Rohrs verbindet, wobei die zweite Führung dazu konfiguriert ist, Wärme, die von der Innenluft, die durch das Innere der zweiten Trennwand strömt, übertragen ist, zu der Außenluft, nachdem diese durch den Außenluftdurchgang geströmt ist, zu übertragen und die Außenluft nach außen zu führen.

2. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei
die erste Führung die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftbypass geströmt ist, zu dem internen Zwischenraum der ersten Führung durch das Innere der Mehrzahl von ersten Trennwänden führt, und
die zweite Führung die Innenluft von dem internen Zwischenraum der zweiten Führung zu dem Innenluftbypass durch das Innere der zweiten Trennwand führt.

3. Elektromotor nach Anspruch 2, des Weiteren mit:
einem Innengebläse, das an der Welle an einer Position zwischen der zweiten Halterung und dem Stator mit einer Außenkante des Innengebläses benachbart zu der zweiten Führung angebracht ist, wobei das Innengebläse integral mit der Welle rotierbar ist.

4. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei
die erste Führung die Innenluft von dem internen Zwischenraum der ersten Führung zu dem Innenluftbypass durch das Innere der Mehrzahl von ers-

ten Trennwänden führt, und
die zweite Führung die Innenluft, nachdem diese durch den Innenluftbypass geströmt ist, zu dem internen Zwischenraum der zweiten Führung durch das Innere der zweiten Trennwand führt.

5. Elektromotor nach Anspruch 4, des Weiteren mit:
einem Innengebläse, das an der Welle an einer Position zwischen der ersten Halterung und dem Stator mit einer Außenkante des Innengebläses benachbart zu der ersten Führung angebracht ist, wobei das Innengebläse integral mit der Welle rotierbar ist.

6. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, des Weiteren mit:
einem Außengebläse an der Welle an einer Position zwischen der ersten Halterung und der ersten Führung angebracht ist, das Außengebläse integral mit der Welle rotierbar ist.

7. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
der Rotor einen Rotorluftdurchgang aufweist, der ein Durchgangsloch ist, das an beiden Enden offen in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse ist.

8. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei
die Mehrzahl von ersten Trennwänden in Umfangsrichtung benachbart zueinander angeordnet ist, und die Außenluft einen Teil aufweist, der durch Zwischenräume zwischen der Mehrzahl von ersten Trennwänden strömt und zu dem Außenluftdurchgang geführt wird.

9. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei
der Elektromotor eine Mehrzahl der Bypassdefinierer aufweist, die jeweils den Innenluftbypass definieren,
jeder der Mehrzahl von Bypassdefinierern die Mehrzahl von ersten Trennwänden aufweist, und
jeder der Mehrzahl von Bypassdefinierern die zweite Trennwand aufweist.

10. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, des Weiteren mit:
einem Rahmen, der rohrförmig ist und die Welle, der Rotor und den Stator aufnimmt, wobei
der Stator eine Außenumfangsfläche in Kontakt mit einer Innenumfangsfläche des Rahmens aufweist,
die erste Halterung und die zweite Halterung sind an dem Rahmen in der Richtung der Erstreckung der Rotationsachse mit dem Rahmen zwischen der ersten Halterung und der zweiten Halterung angeordnet sind,
der Rahmen ein Auslassloch zum Auslassen der Außenluft aufweist, und
die zweite Führung die Außenluft nach dem Strömen durch den Außenluftdurchgang zu dem Auslassloch führt.

11. Elektromotor nach Anspruch 10, wobei
der Rahmen ein rohrförmiges Element aufweist, das eine rohrförmige Form und eine Platte aufweist, die ein Ende des rohrförmigen Elements abdeckt, und die Platte ein Endflächenluftloch aufweist,
das rohrförmige Element eine Mehrzahl der ersten Luftlöcher aufweist, die mit dem Innenluftbypass verbunden sind,
die erste Führung in dem Rahmen aufgenommen ist und an der Platte an einer Position radial innen von dem Endflächenluftloch angebracht ist und an dem Stator an einer Position radial innen von dem Außenluftdurchgang angebracht ist, und
die Mehrzahl von ersten Trennwänden jeweils den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum der ersten Führung durch ein entsprechendes erstes Luftloch der Mehrzahl der ersten Luftlöcher verbinden.

12. Elektromotor nach Anspruch 11, wobei
das rohrförmige Element ein zweites Luftloch aufweist, das mit dem Innenluftbypass verbunden ist,
die zweite Führung in dem Rahmen aufgenommen ist und an dem Stator an einer Position radial innen von dem Außenluftdurchgang angebracht ist und an dem rohrförmigen Element eingebracht ist, und
die zweite Trennwand den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum der zweiten Führung durch das zweite Luftloch verbindet.

13. Elektromotor nach Anspruch 12, wobei der Bypassdefinierer an der Außenumfangsfläche des Rahmens angebracht ist, das erste Luftloch und das zweite Luftloch abdeckt und den Innenluftbypass mit der Außenumfangsfläche des Rahmens definiert.

14. Elektromotor nach Anspruch 13, wobei
der Rahmen eine Öffnung in einem Bereich aufweist, der dem Innenluftbypass zugewandt ist, und
der Stator zu dem Innenluftbypass durch die Öffnung freigelegt ist.

15. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei
die erste Halterung und die zweite Halterung an dem Stator in einer Position radial außen von dem Außenluftdurchgang angebracht sind,
die zweite Halterung ein Auslassloch zum Auslassen der Außenluft aufweist, nachdem sie durch den Außenluftdurchgang durchgetreten ist, und
die zweite Führung die Außenluft führt, nachdem diese durch den Außenluftdurchgang zu dem Auslassloch geströmt ist.

16. Elektromotor nach Anspruch 15, wobei
die erste Halterung eine Mehrzahl von ersten Luftlöchern aufweist, die mit dem Innenluftbypass verbunden sind,
die erste Führung in der ersten Halterung aufgenommen ist und an dem Stator an einer Position radial innen von dem Außenluftdurchgang angebracht ist und an der ersten Halterung angebracht ist, und
die Mehrzahl von ersten Trennwänden jeweils den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum der ersten Führung durch ein entsprechendes erstes Luftloch der Mehrzahl der ersten Luftlöcher verbindet.

17. Elektromotor nach Anspruch 16, wobei
die zweite Halterung ein zweites Luftloch aufweist, das mit dem Innenluftbypass verbunden ist,
die zweite Führung in der zweiten Halterung aufgenommen ist und an dem Stator an einer Position radial innen von dem Außenluftdurchgang angebracht und an der zweiten Halterung angebracht ist, und
die zweite Trennwand den Innenluftbypass und den internen Zwischenraum der zweiten Führung durch das zweite Luftloch verbindet.

18. Elektromotor nach Anspruch 17, wobei der Bypassdefinierer an der ersten Halterung und der zweiten Halterung angebracht ist, das erste Luftloch und das zweite Luftloch abdeckt, und den Innenluftbypass mit dem Stator definiert.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

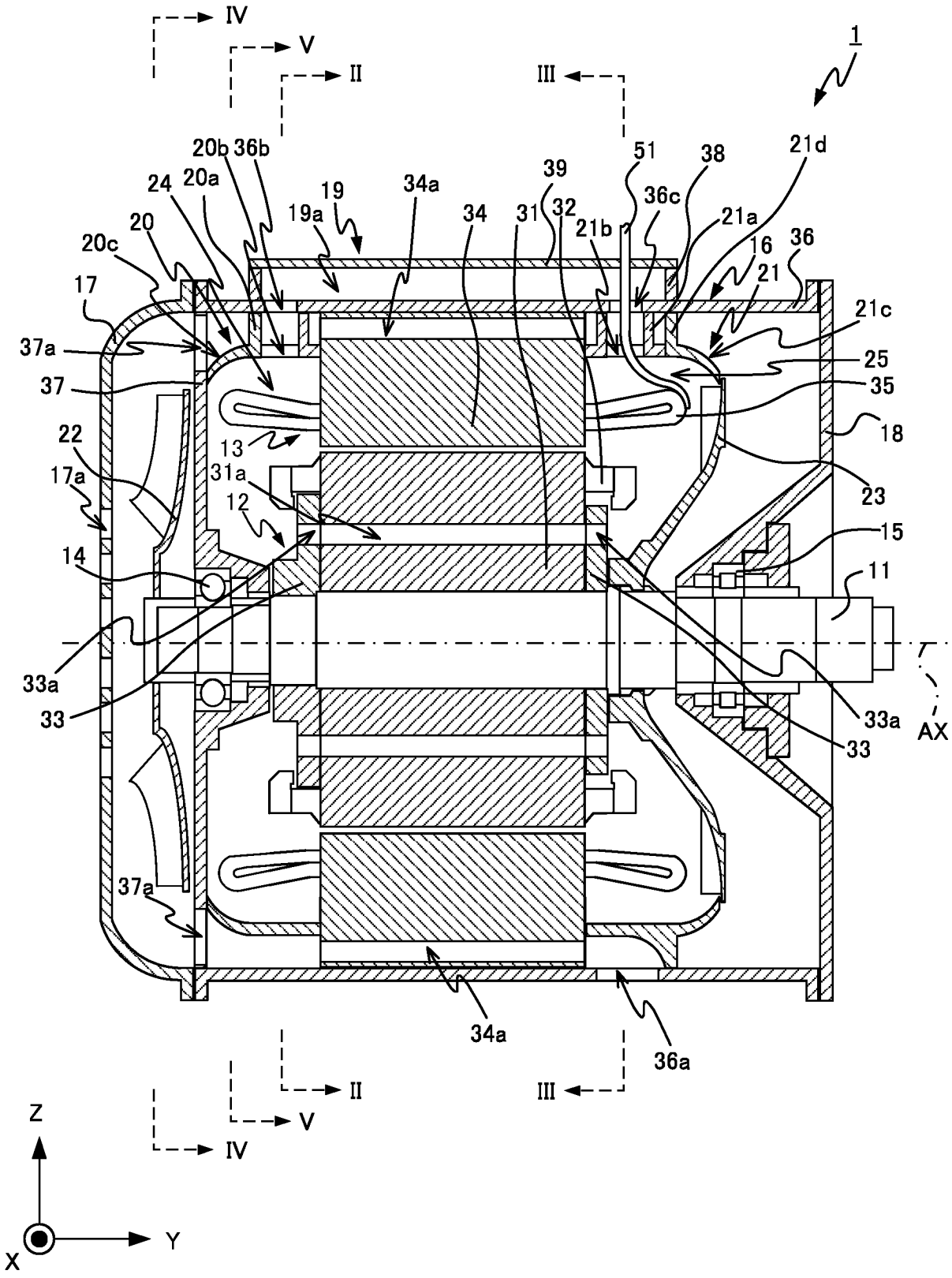


FIG.2

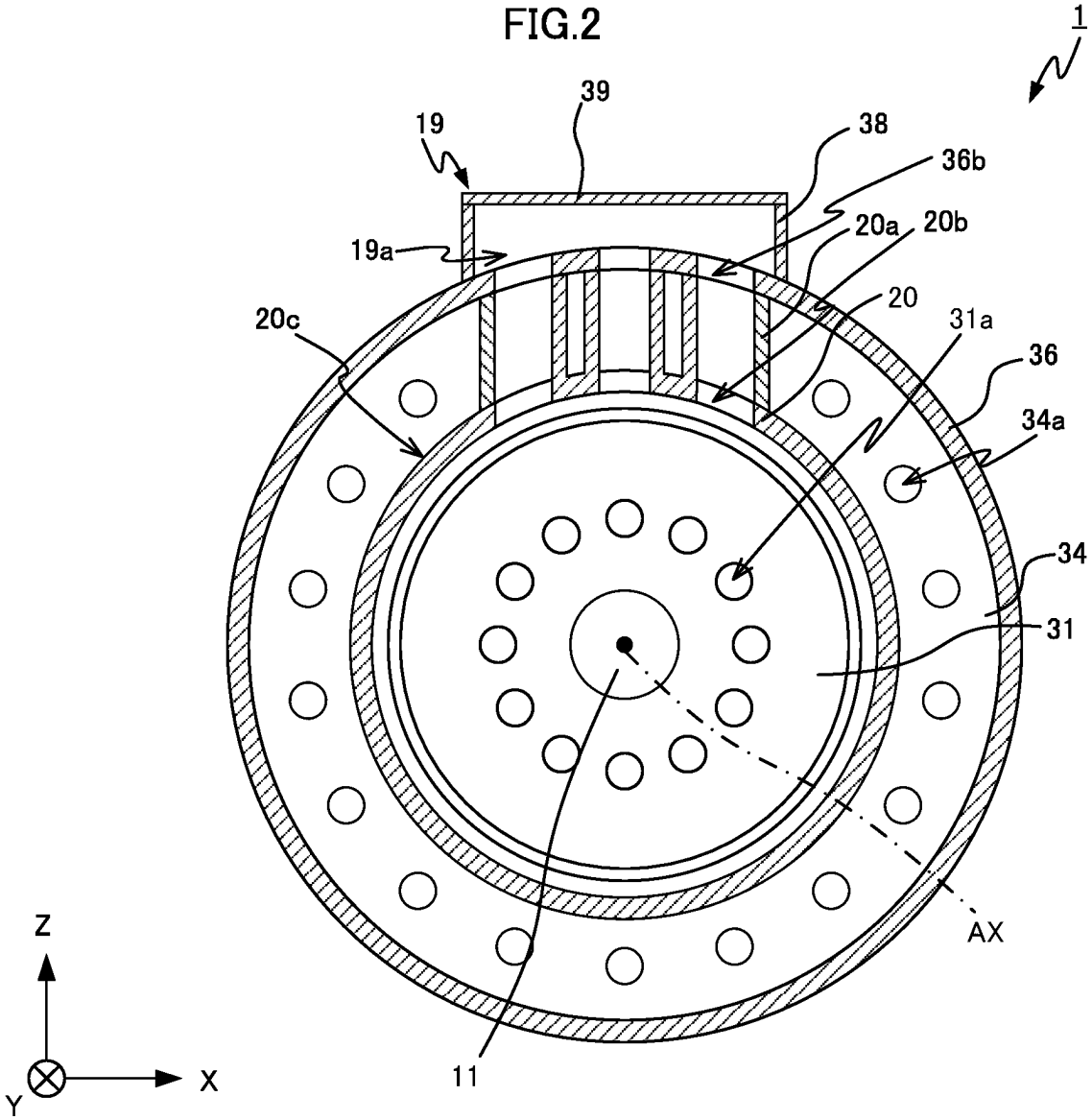


FIG.3

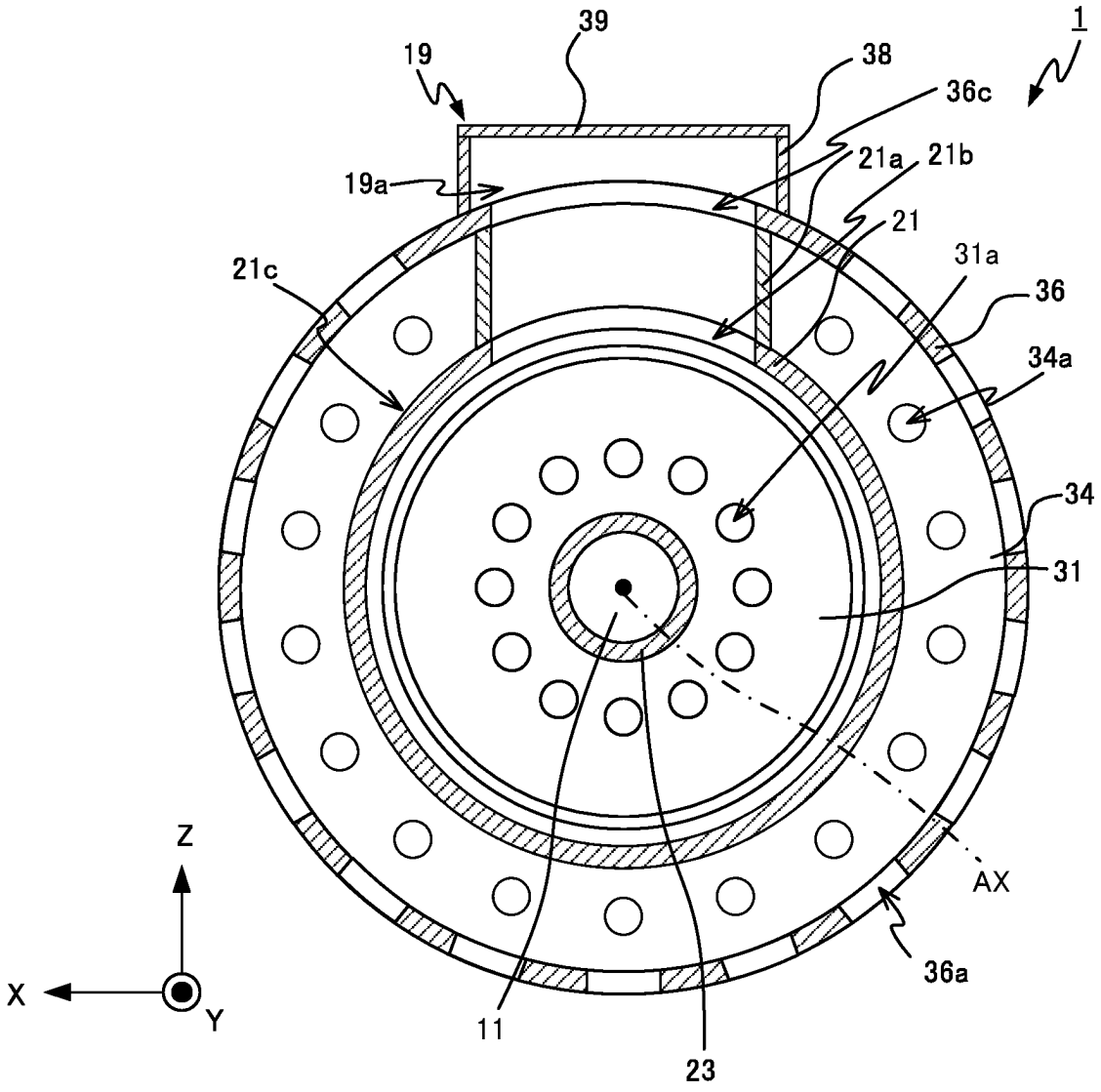


FIG.4

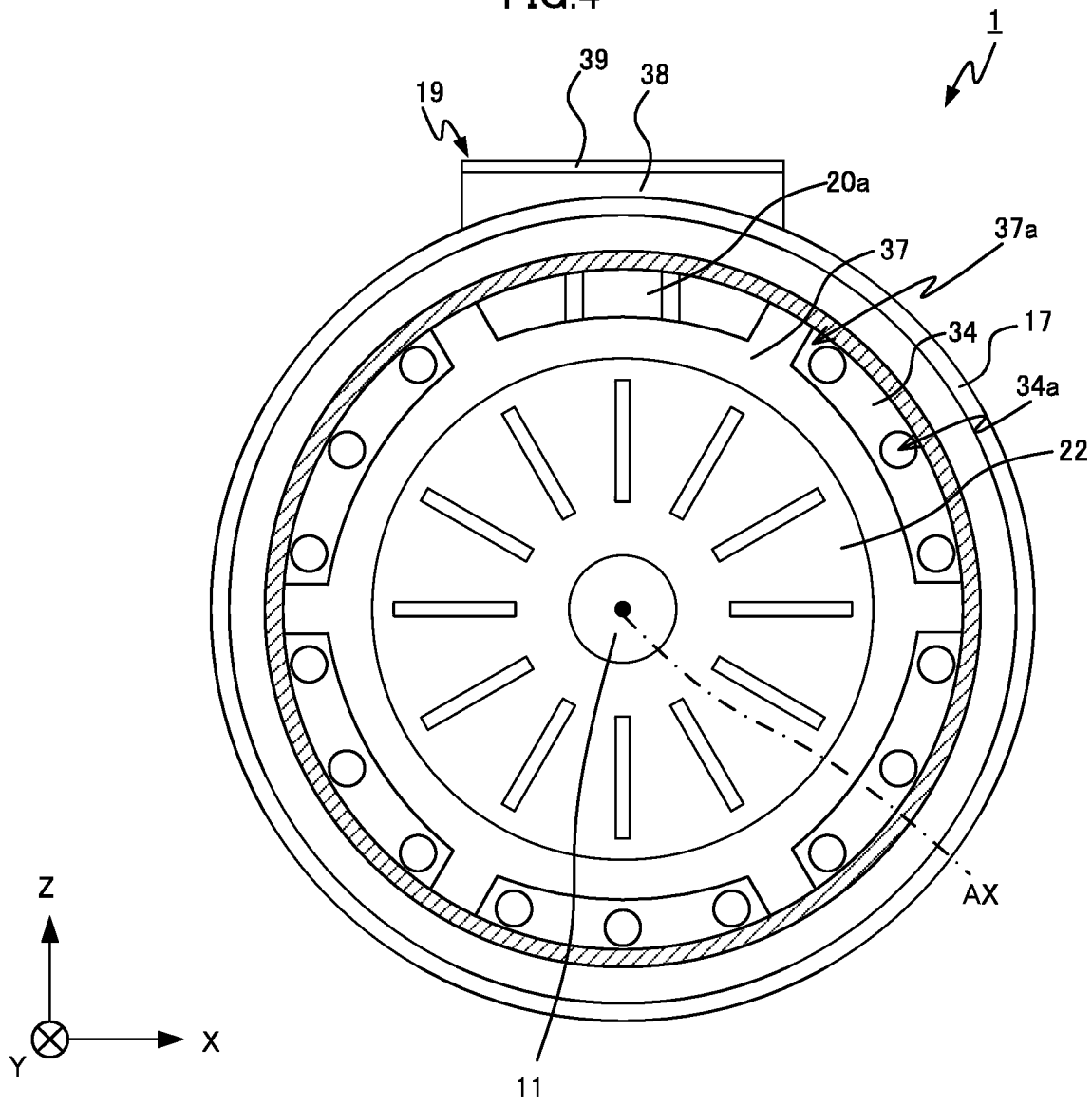


FIG.5

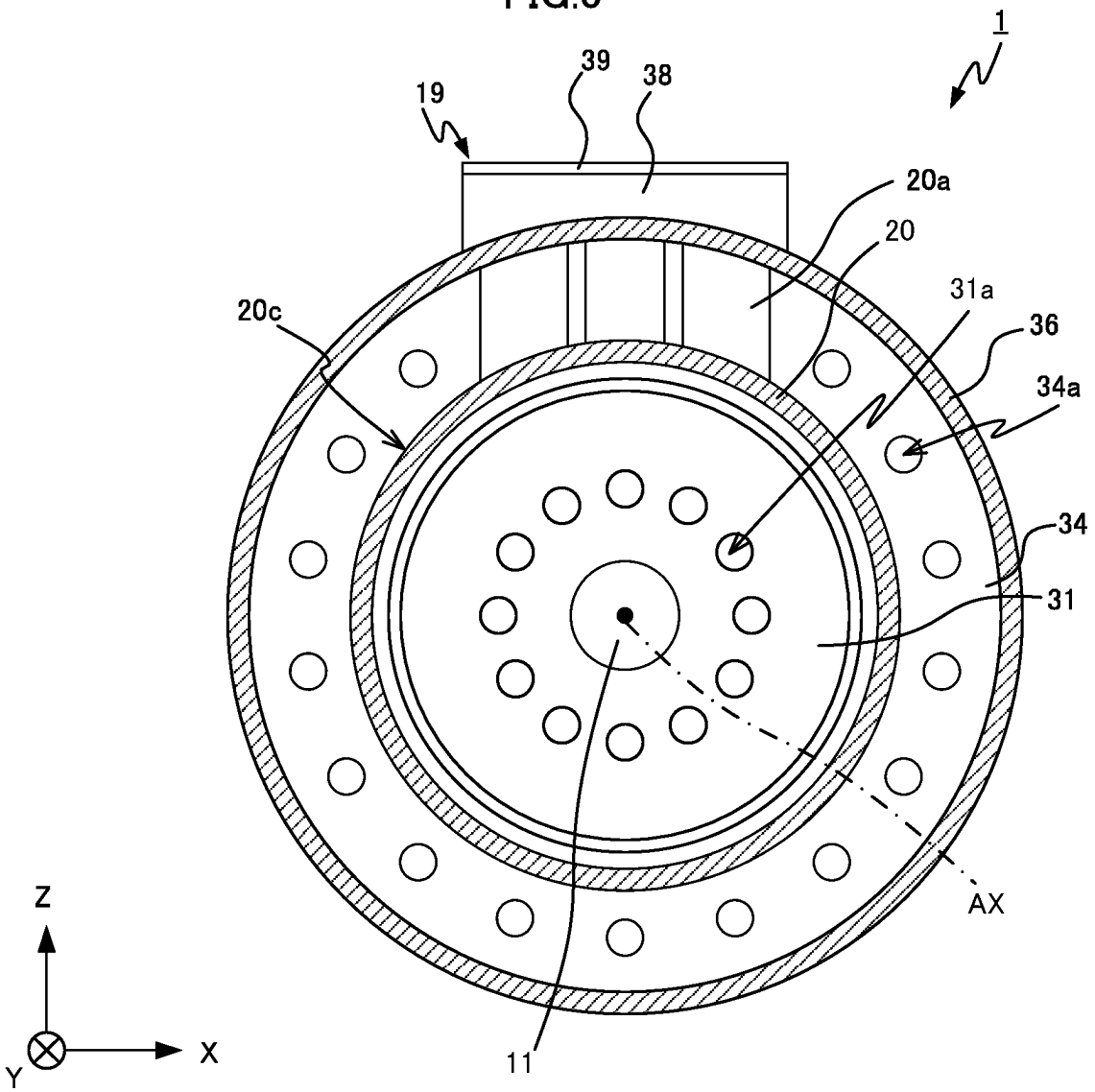


FIG.6

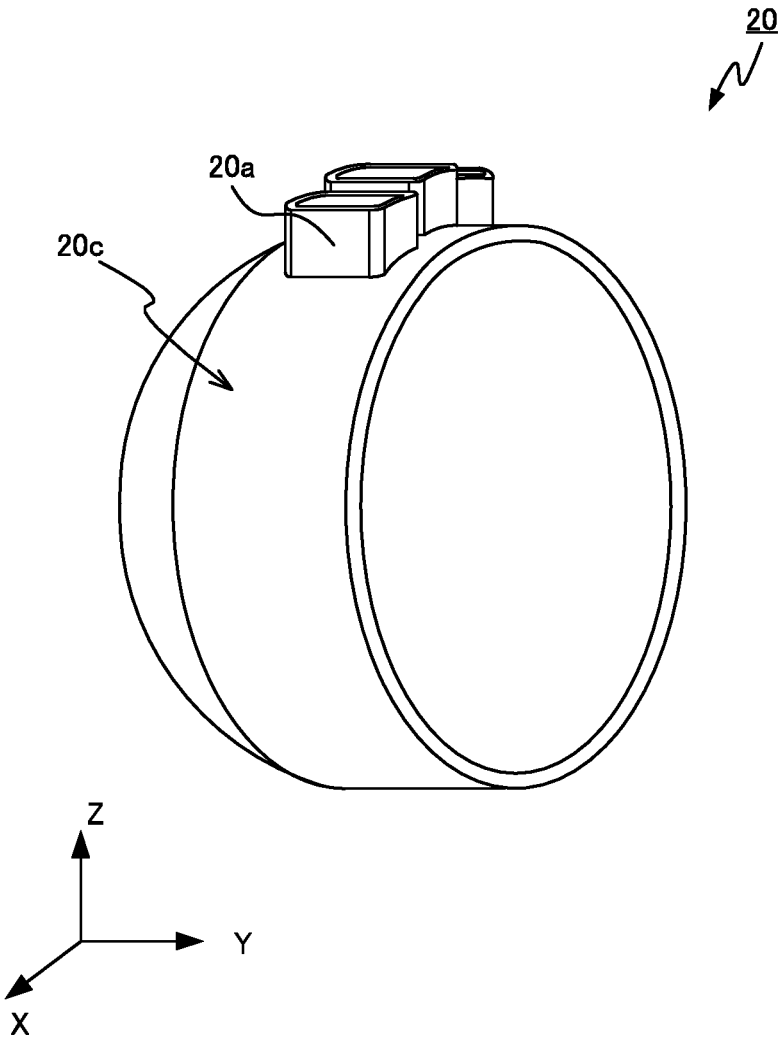


FIG.7

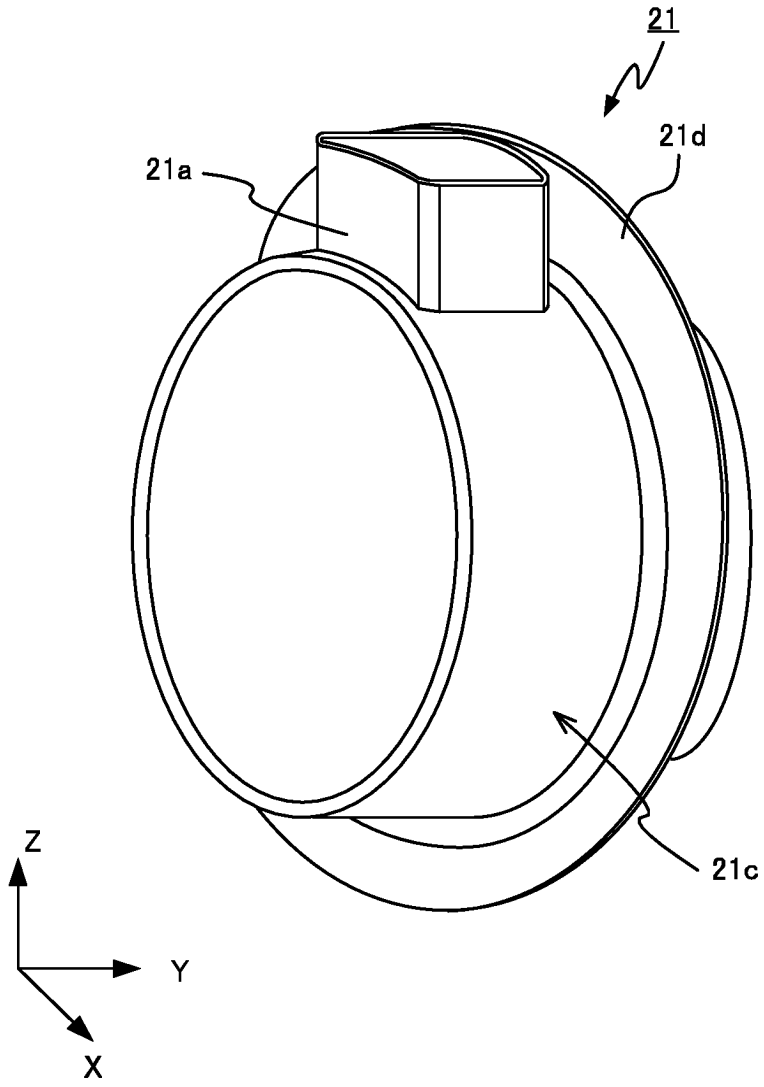


FIG.8

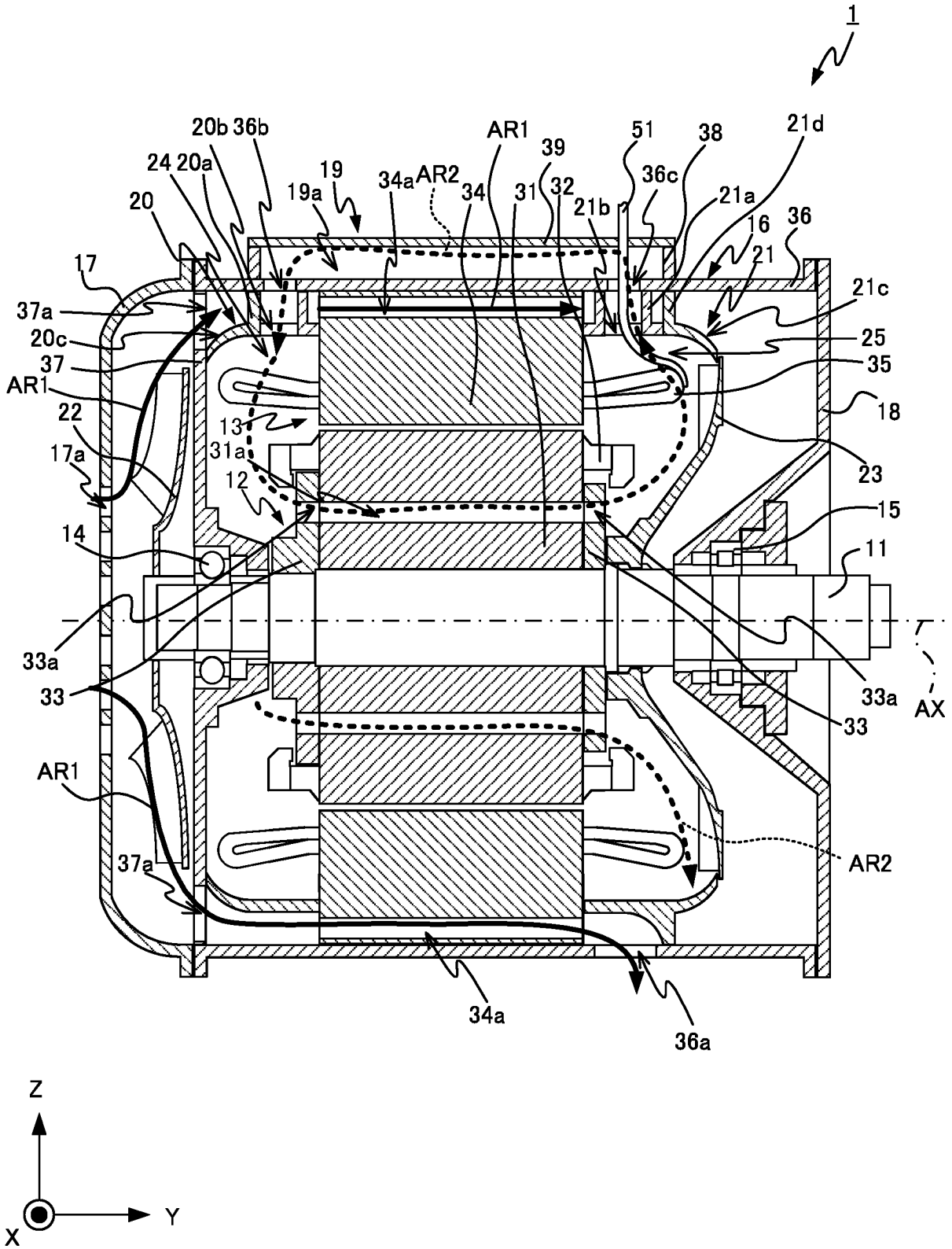

1
20b
36b
24
20a
20
19
19a
34a
AR2
34
AR1
39
31
32
51
36c
38
21d
21a
21b
16
36
21
17
21c
37a
20c
25
37
35
AR1
18
22
13
31a
17a
12
23
15
14
11
33a
33
AX
AR1
37a
AR2
34a
36a
Z
Y
X

FIG.9

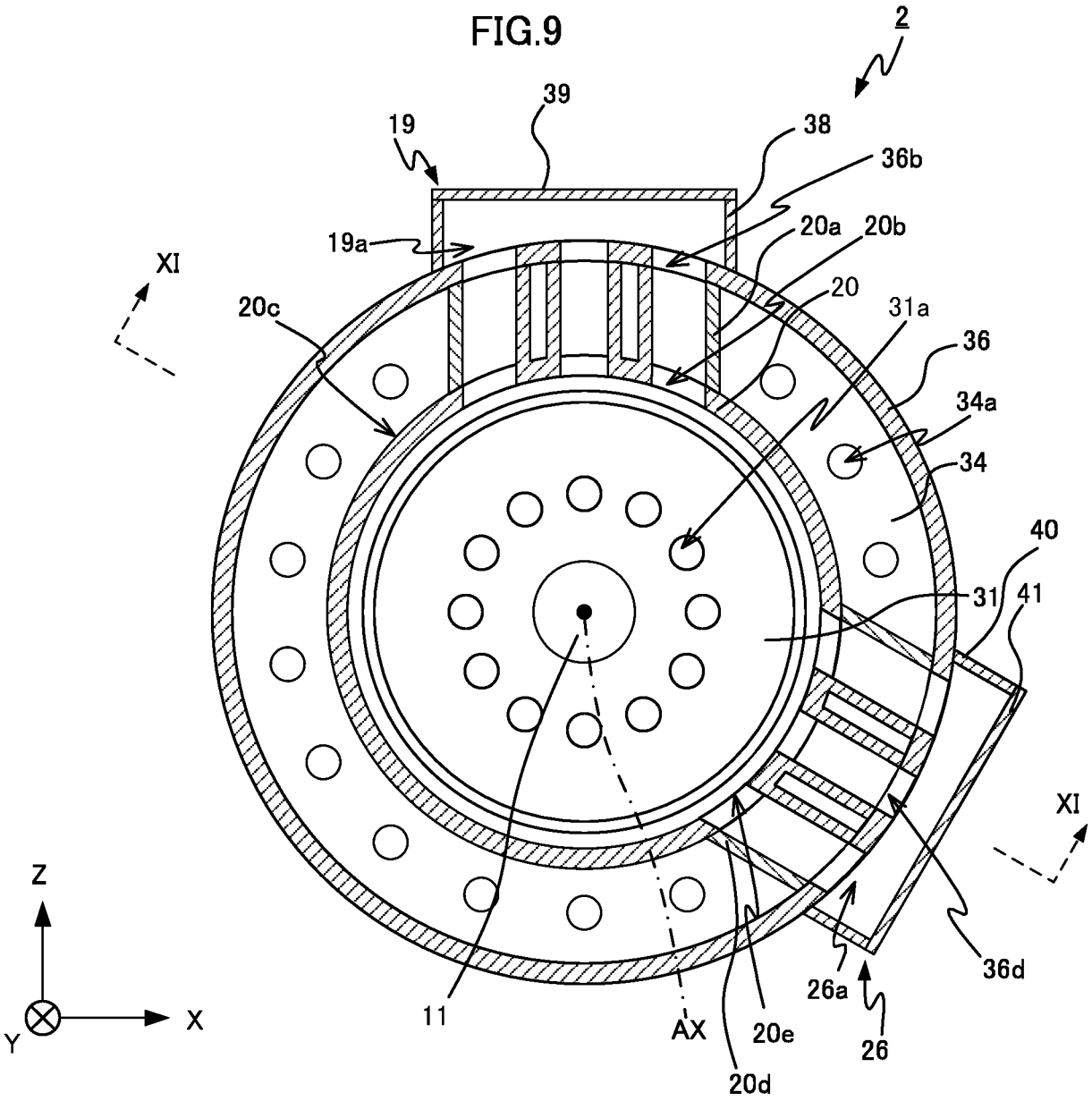

2
39
19
38
36b
19a
20a
20b
XI
20
20c
31a
36
34a
34
40
31
41
XI
Z
Y
X
11
AX
20e
20d
26a
26
36d

FIG.10

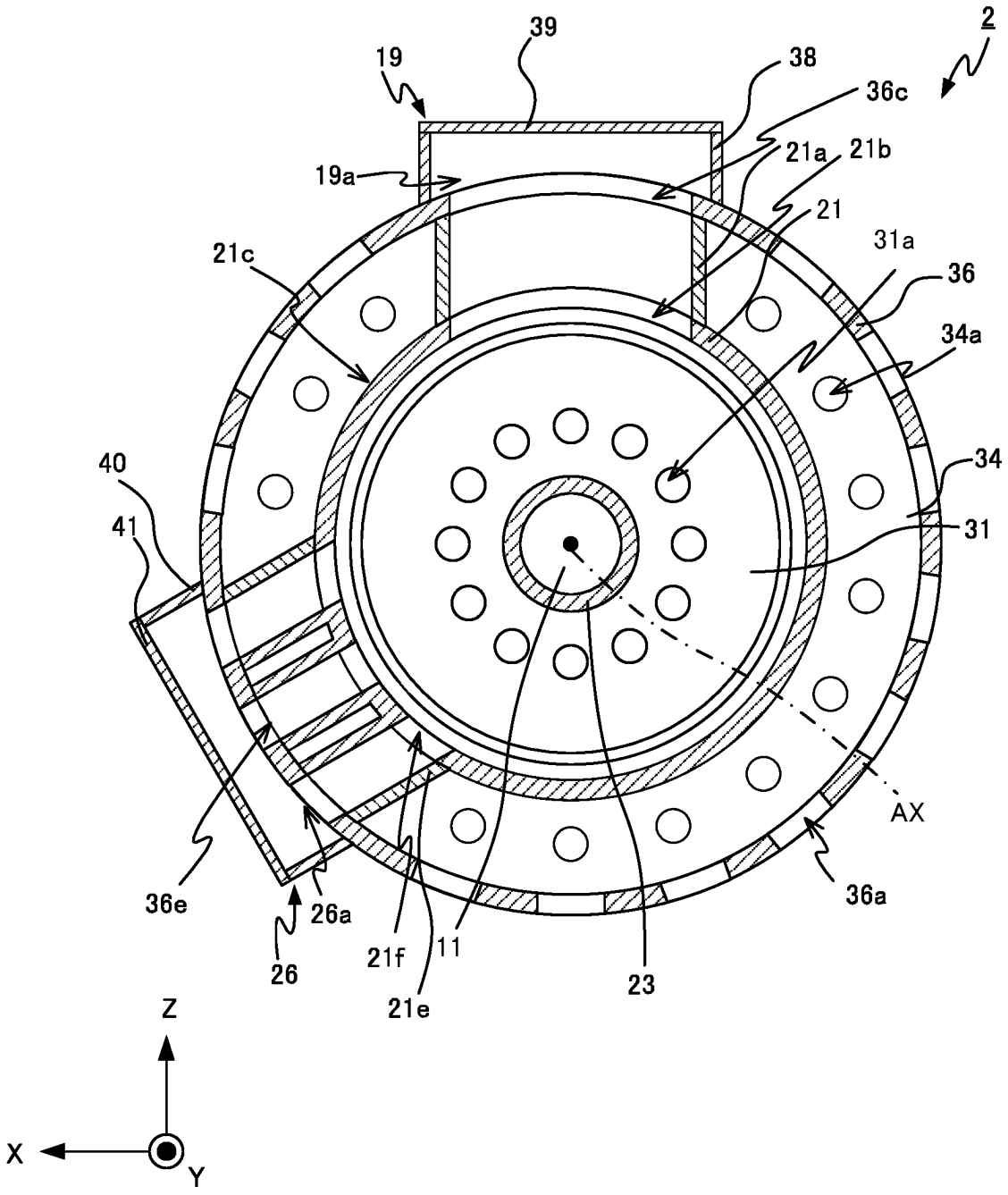

2
39
19
38
36c
19a
21a
21b
21
21c
31a
36
34a
40
34
41
31
AX
36e
26a
36a
26
21f
11
21e
23
Z
X
Y

FIG.11

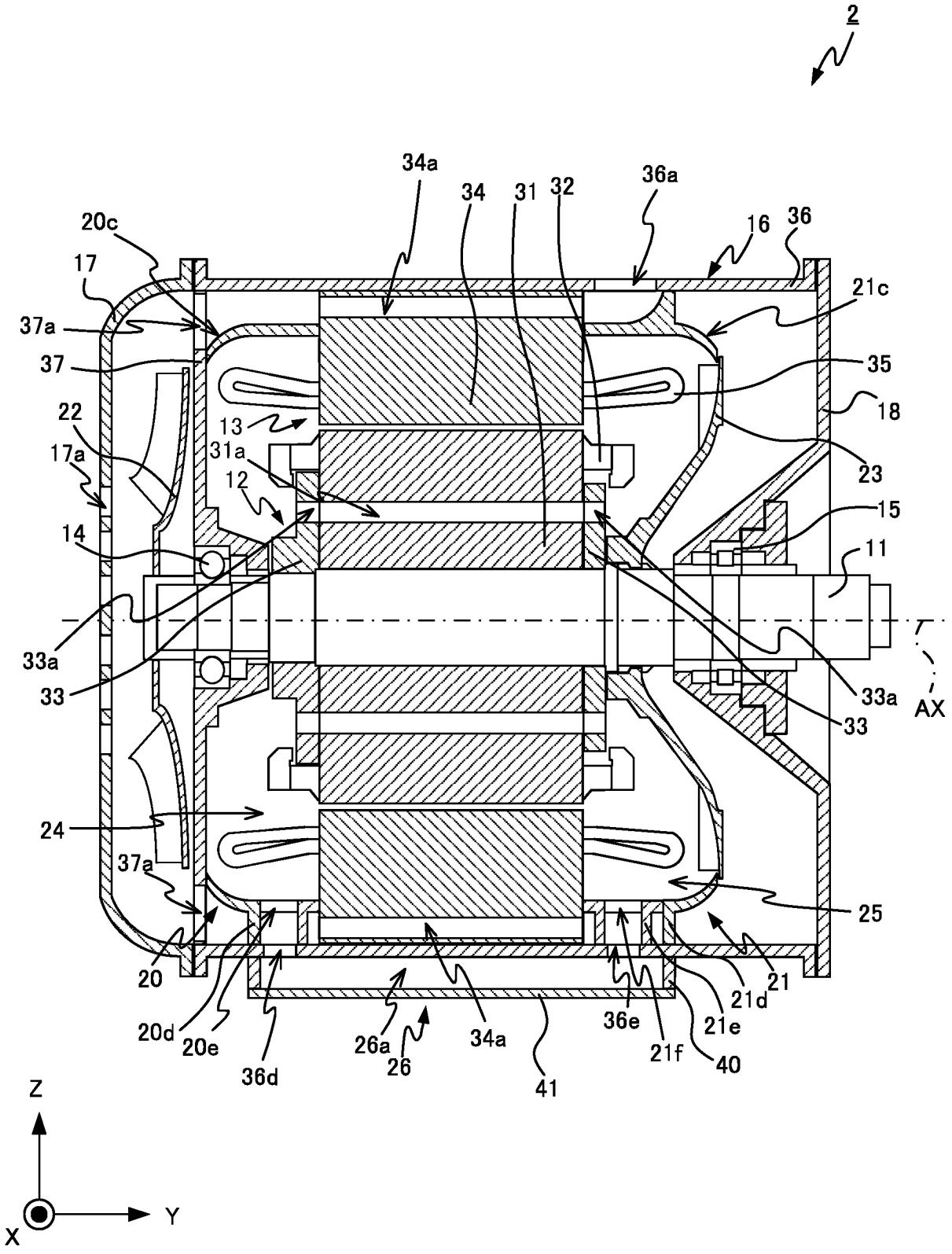

2
34a
34
31
32
36a
16
36
20c
17
21c
37a
37
35
18
22
13
31a
17a
12
23
15
14
11
33a
33
AX
24
37a
25
20
21
21d
21e
20d
20e
36d
26a
26
34a
36e
21f
40
41
Z
Y
X

FIG.12

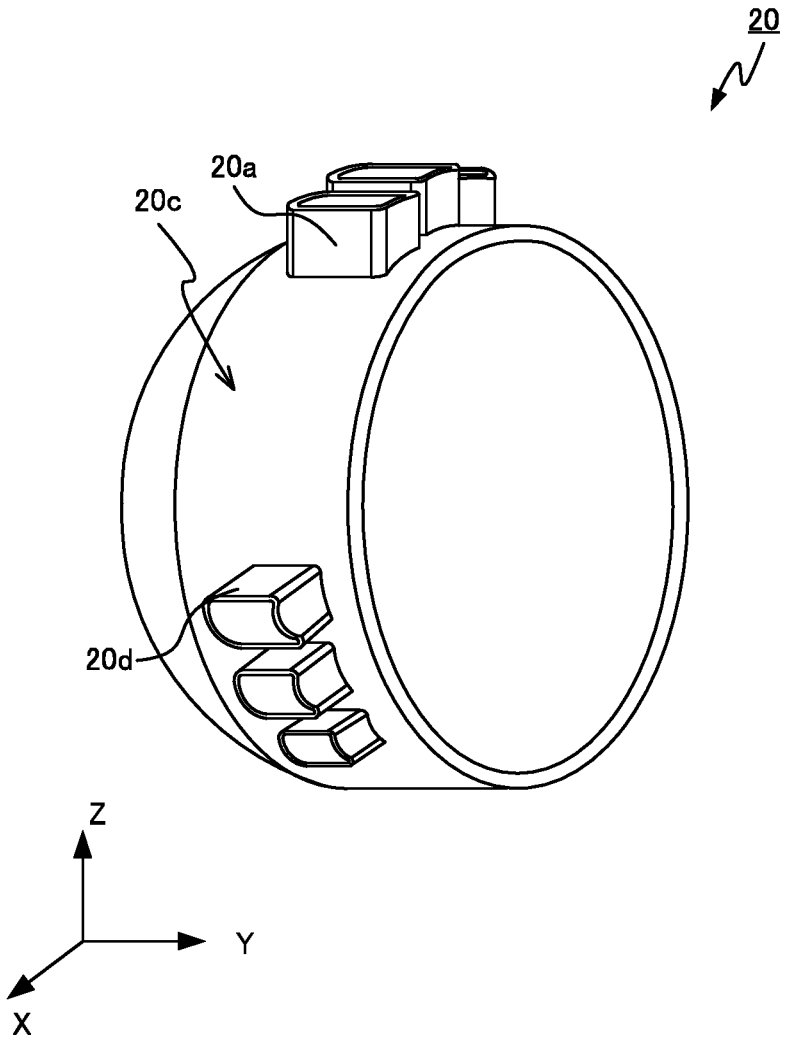


FIG.13

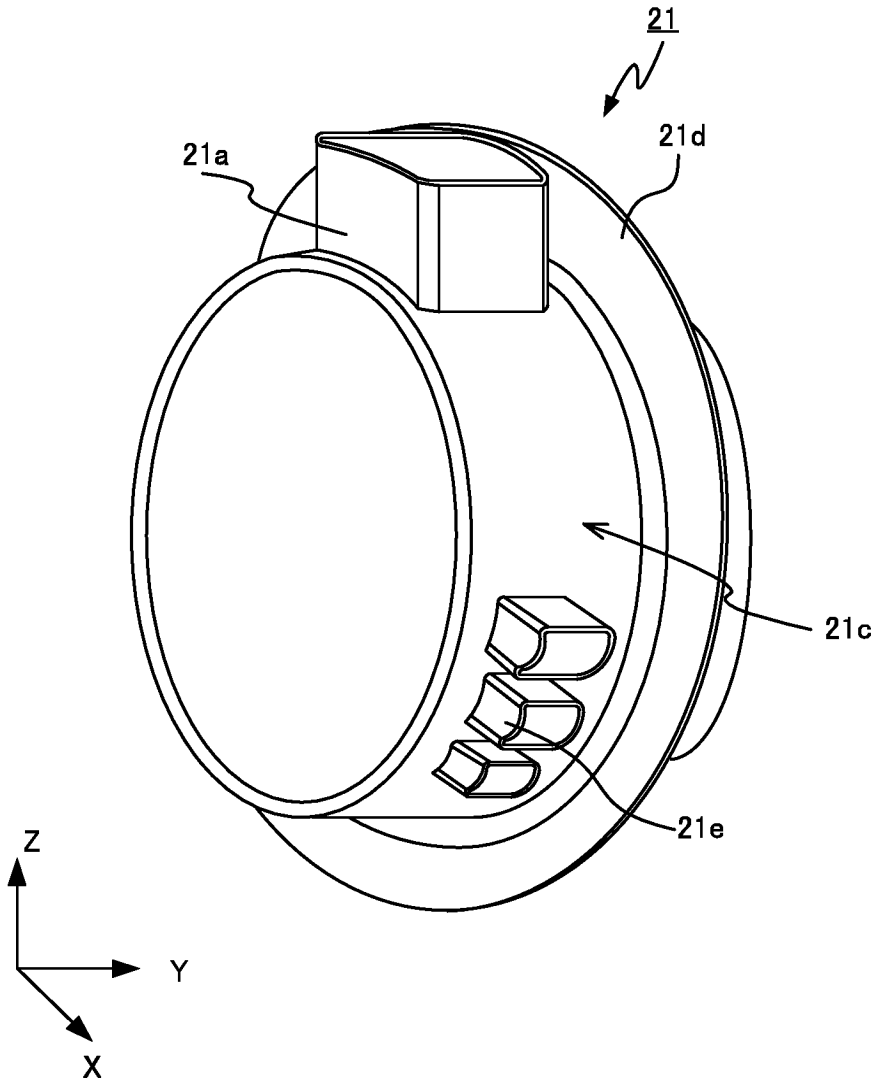


FIG.14

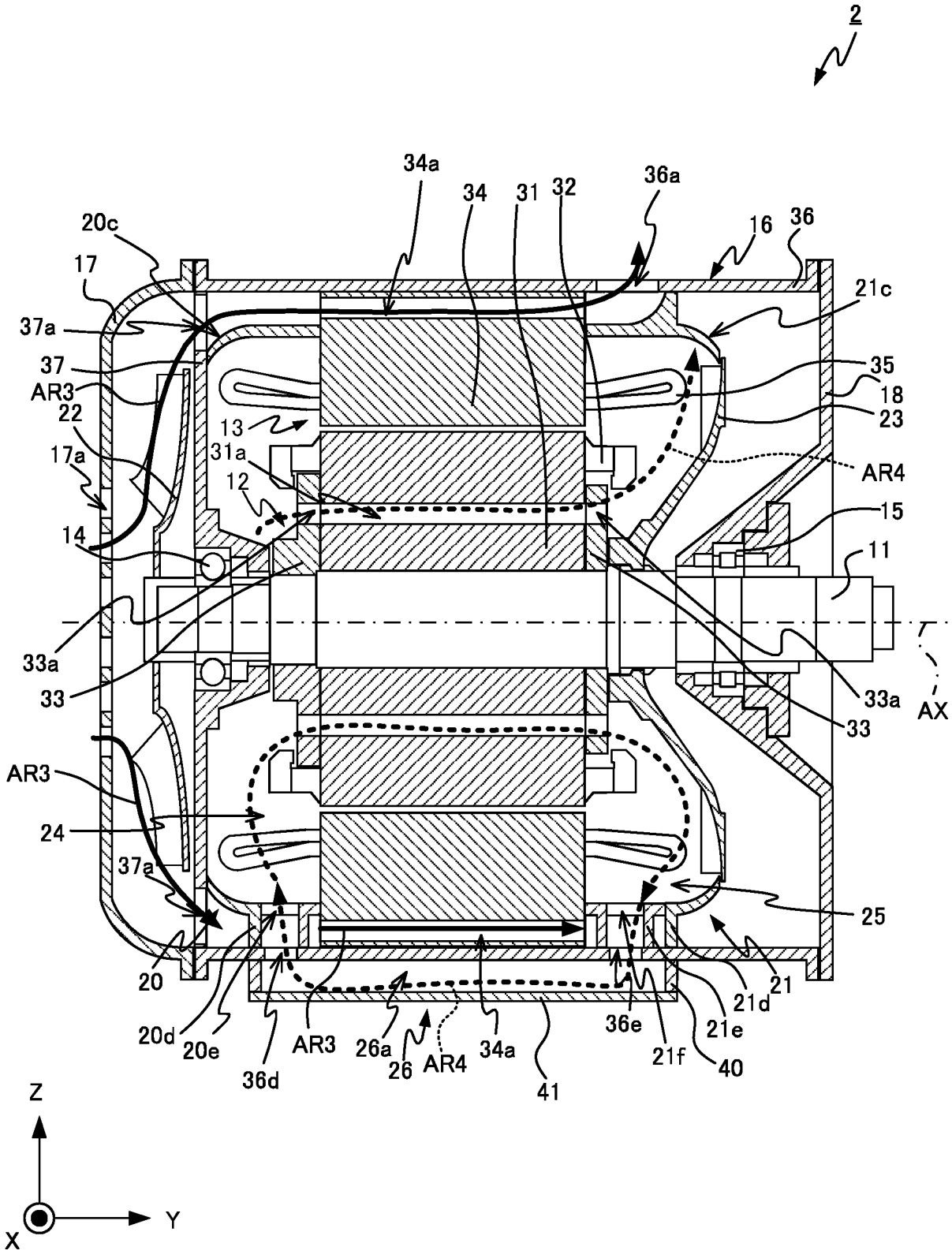

2
34a
34
31
32
36a
16
36
20c
17
21c
37a
37
35
AR3
18
22
23
13
31a
AR4
17a
12
15
14
11
33a
33
AX
AR3
24
37a
25
20
21
21d
20d
20e
AR3
26a
26
AR4
34a
36e
21e
21f
40
36d
41
Z
Y
X

FIG.15

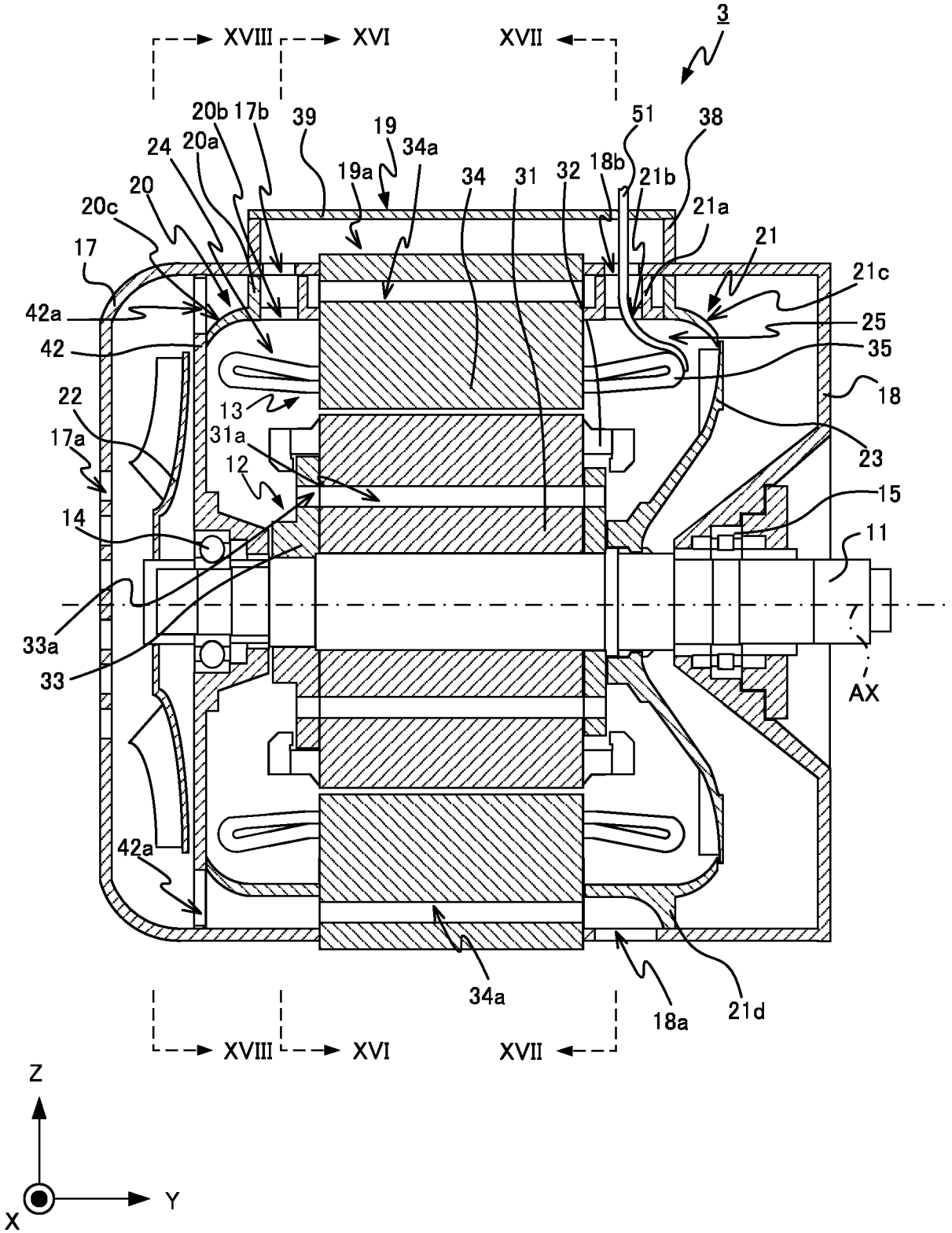

3
XVIII
XVI
XVII
20b
17b
39
19
51
38
24
20a
34a
19a
34
31
32
18b
21b
20
20c
21a
17
21
21c
42a
25
42
35
22
18
13
31a
23
17a
12
15
14
11
33a
AX
33
42a
34a
18a
21d
XVIII
XVI
XVII
Z
Y
X

FIG.16

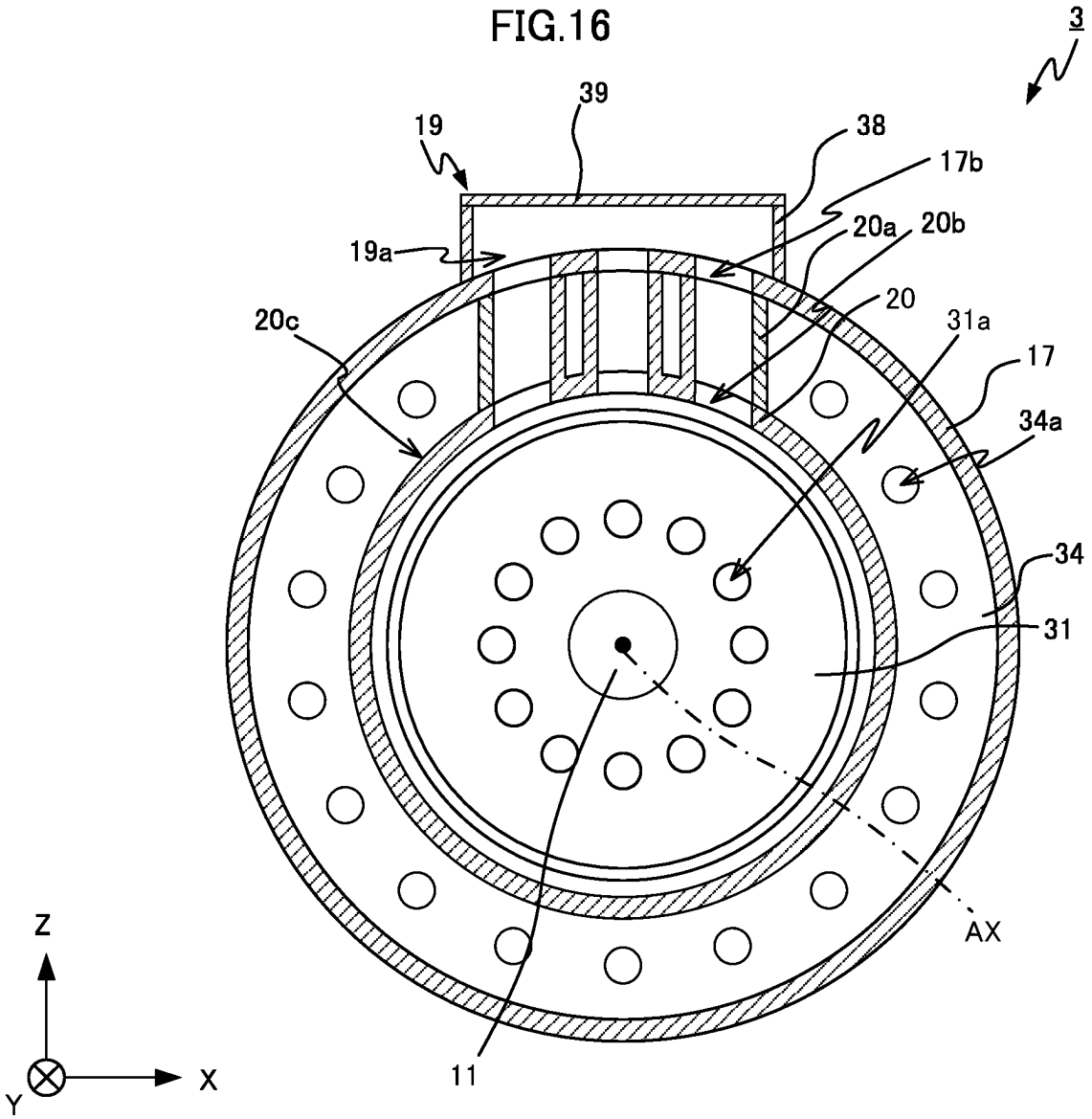


FIG.17

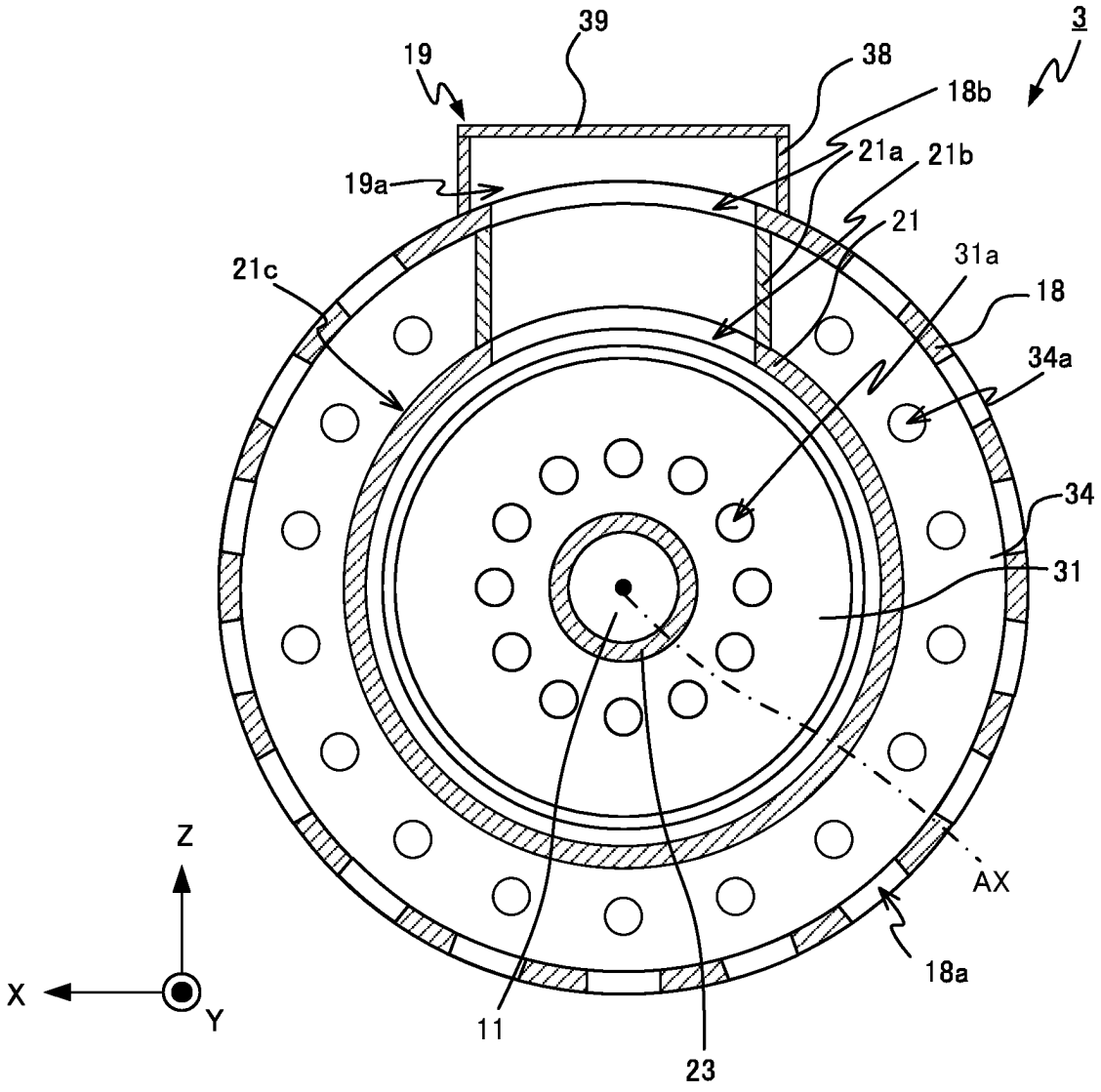


FIG.18

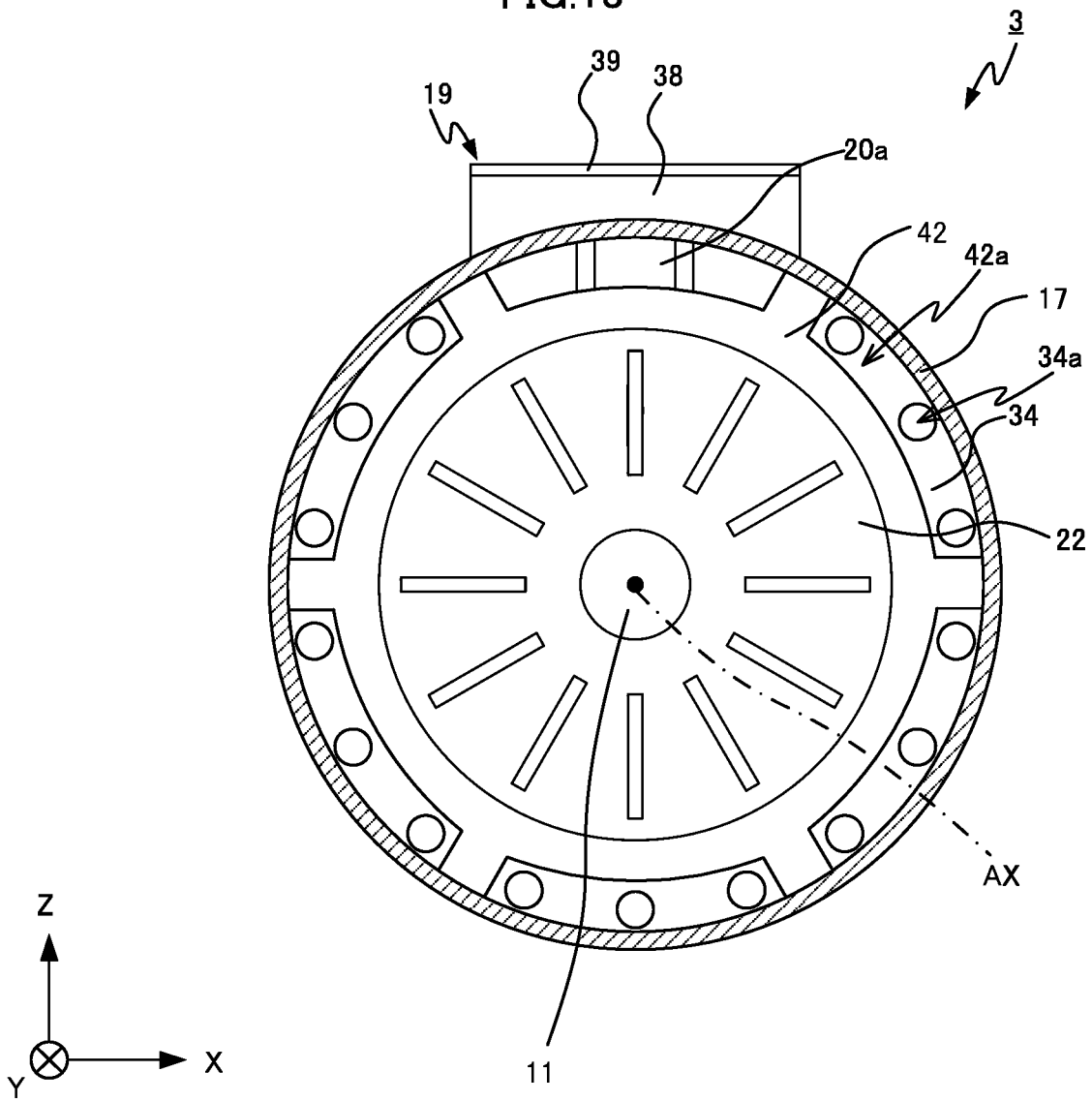


FIG.19

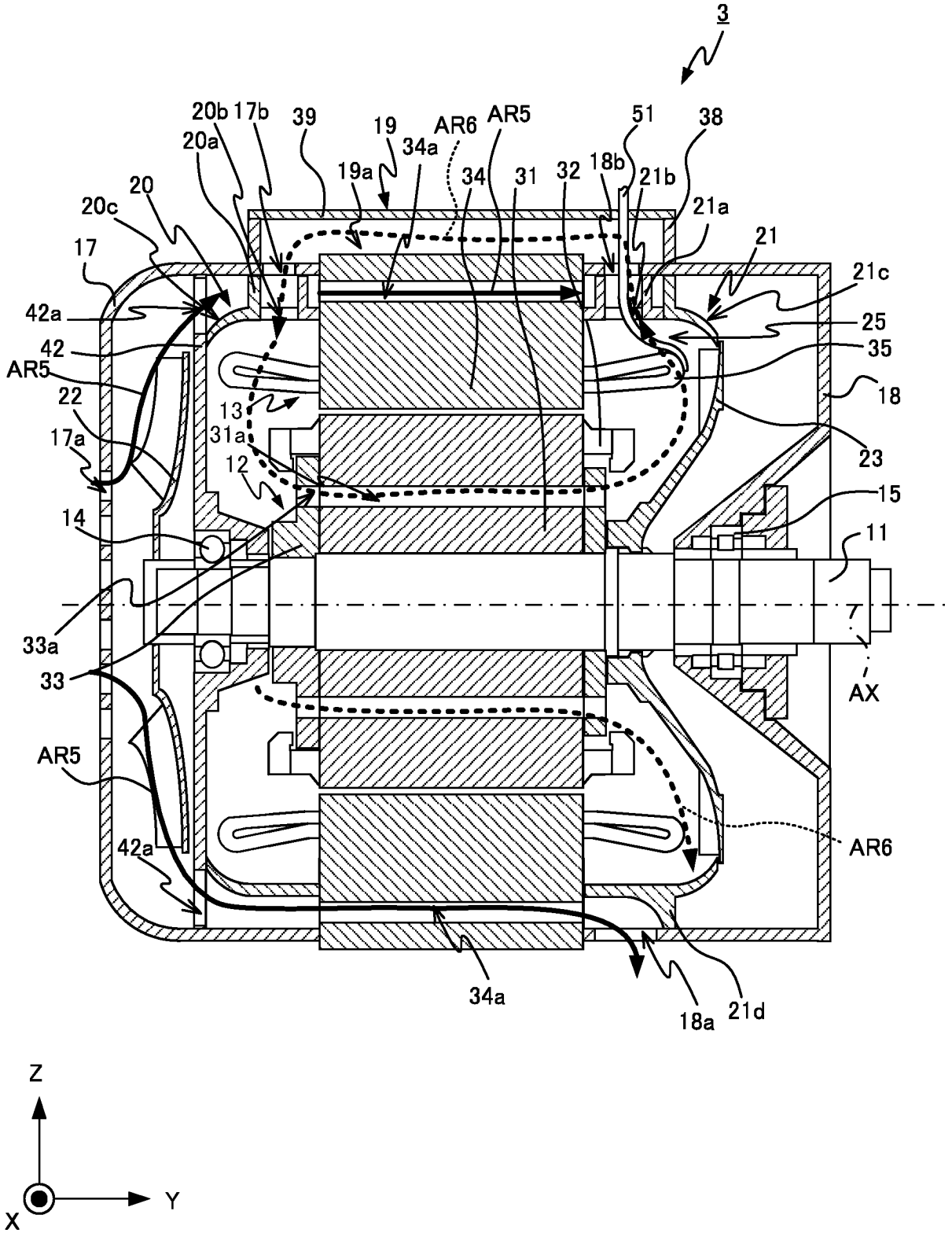

3
20b
17b
39
19
AR6
AR5
51
38
20a
34a
19a
34
31
32
18b
21b
20
20c
21a
17
21
21c
42a
25
42
35
AR5
18
22
13
31a
23
17a
12
15
14
11
33a
7
33
AX
AR5
42a
AR6
34a
18a
21d
Z
Y
X

FIG.20

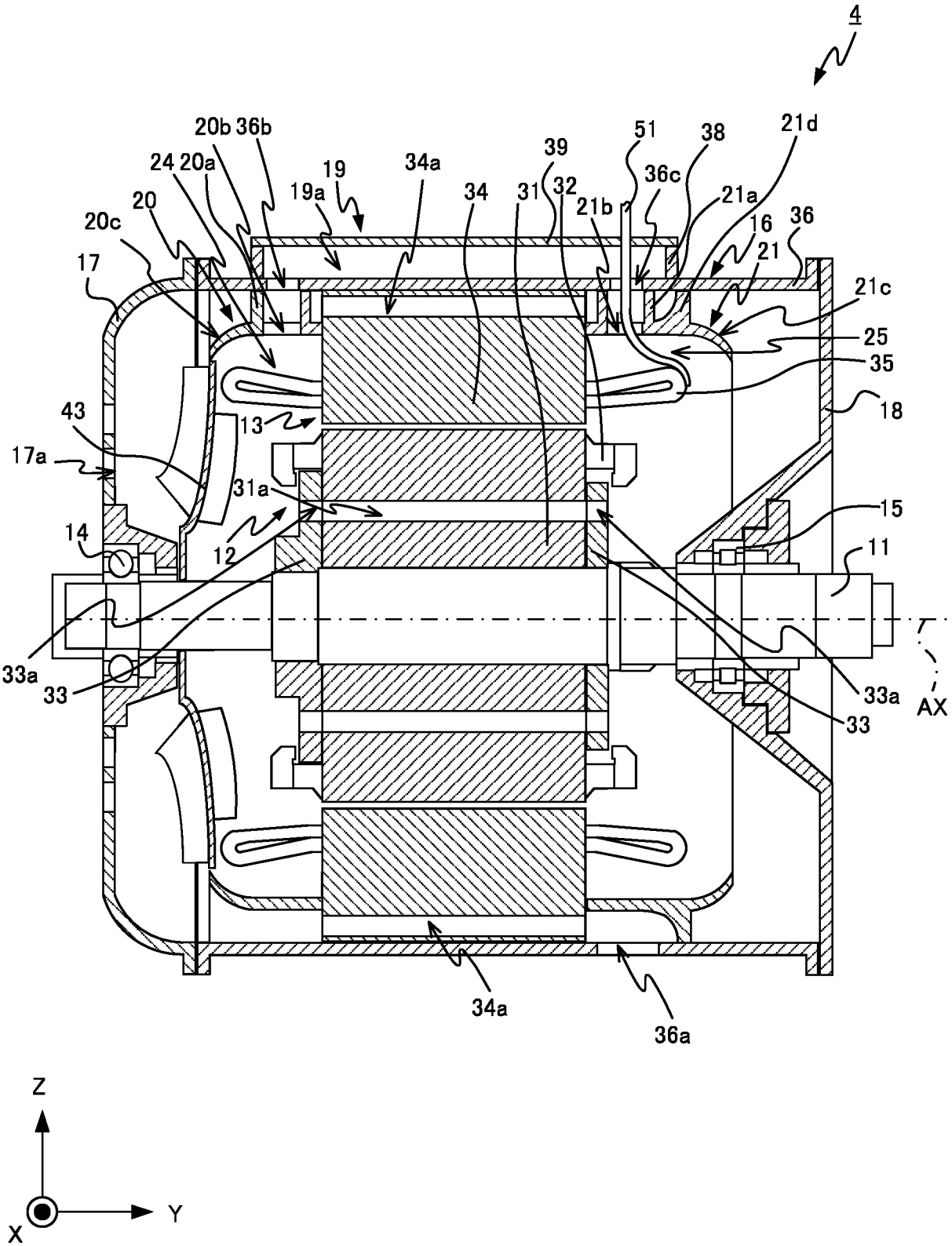
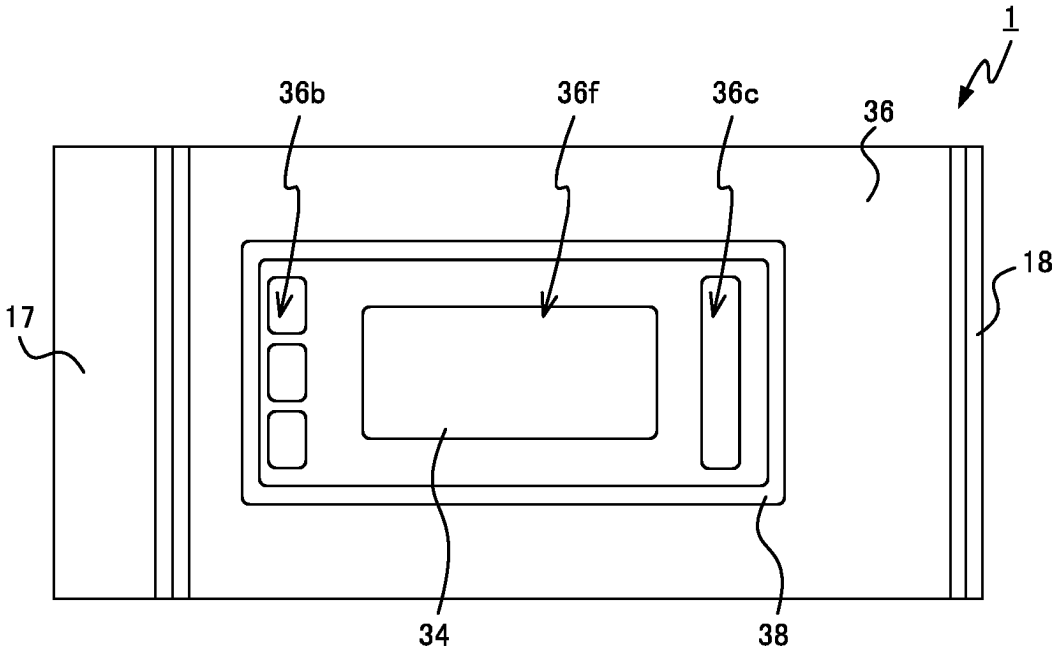

4
20b
36b
24
20a
19
34a
39
51
38
21d
19a
34
31
32
36c
21a
20
21b
16
36
20c
21
17
21c
25
35
18
43
13
17a
31a
15
14
12
11
33a
33
AX
34a
36a
Z
Y
X

FIG.21



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.