(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 007 621 T5** 2025.05.22

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/028948**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 621.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/029508**
(86) PCT-Anmeldetag: **01.08.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **08.02.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **22.05.2025**

(51) Int Cl.: ***B61C 3/00*** (2006.01)

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

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

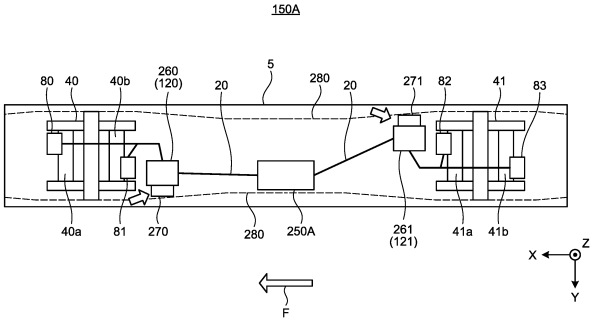
(72) Erfinder:
Takabayashi, Hirokazu, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ELEKTROFAHRZEUG-ANTRIEBSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem (200) weist eine Steuereinrichtung (120) auf, die Elektromotoren (80, 81) steuert, welche die Achsen (40a, 40b) eines Wagens (40) eines Elektrofahrzeugs (150A) antreiben, sowie eine Steuereinrichtung (121), die Elektromotoren (82, 83) steuert, welche die Achsen (41a, 41b) eines Wagens (41) antreiben. Die Steuereinrichtungen (120, 121) umfassen jeweils einen Wechselrichter (60) und eine Steuerung (30), die den Wechselrichter (60) steuert. Die Steuereinrichtung (120) ist in einem Gehäuse (260) untergebracht, und die Steuereinrichtung (121) ist in einem Gehäuse (261) untergebracht. Kühler (270, 271), die eine Kühlung unter Verwendung eines relativen Luftstroms durchführen, sind jeweils an den Gehäusen (260, 261) angebracht. Die Steuereinrichtungen (120, 121) sind verteilt in der Nähe des Wagens (40) und in der Nähe des Wagens (41) angeordnet.



Beschreibung

Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem, das eine Vielzahl von Elektrofahrzeug-Steuereinrichtungen zum Steuern von Elektromotoren aufweist, welche ein Elektrofahrzeug antreiben.

Hintergrund

[0002] Eine Elektrofahrzeug-Steuereinrichtung (nachfolgend der Einfachheit halber als „Steuereinrichtung“ bezeichnet) arbeitet, indem sie Leistung aus einer Oberleitung empfängt, und wird daher häufig auf einem Dach oder unter einem Boden eines Elektrofahrzeugs installiert. Die Steuereinrichtung weist einen Wechselrichter auf, in den Halbleiterelemente integriert sind. Der Wechselrichter ist elektrisch mit einem Elektromotor für die Fahrt verbunden. Gleichstromleistung wird dem Wechselrichter zugeführt. Die Gleichstromleistung wird durch eine Schaltbetätigung der Halbleiterelemente des Wechselrichters in eine gewünschte Wechselstromleistung umgewandelt und dem Elektromotor zugeführt. Der Elektromotor wird durch die umgewandelte Wechselstromleistung angetrieben. Die Halbleiterelemente des Wechselrichters erzeugen Wärme, wenn sie die Schaltbetätigung ausführen. Daher ist ein Kühler an einem Gehäuse angebracht, das den Wechselrichter beherbergt.

[0003] Die nachfolgend aufgeführte Patentliteratur 1 offenbart eine Konfiguration, bei der für einen Kühler, der einen Wechselrichter unter Verwendung eines durch die Fahrt eines Elektrofahrzeugs erzeugten relativen Luftstroms kühlt, zwei dieser Kühler in Vorwärtsrichtung des Elektrofahrzeugs nahe beieinander in Reihe angeordnet sind.

Zitierungsliste

Patentliteratur

[0004] Patentliteratur 1: Japanisches Patent Nr. 6494408

Kurzdarstellung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0005] Jedoch ist es mit der Konfiguration der Patentliteratur 1 schwierig, eine Vielzahl von Wechselrichtern effizient zu kühlen. Beispielsweise, wenn der Bereich der Kühler in eine Luvseite und eine Leeseite in Bezug auf den relativen Luftstrom unterteilt wird, kann der Wechselrichter, der durch den auf der Luvseite befindlichen Kühler gekühlt wird, leicht gekühlt werden, da der relative Luftstrom effizient aufgenommen wird. Hingegen ist es für den Wechselrichter, der durch den auf der Leeseite befindlichen Kühler gekühlt wird, schwieriger, den relativen Luftstrom aufzunehmen, da die beiden Kühler nahe beieinander angeordnet sind. Zudem neigt die Temperatur des relativen Luftstroms aufgrund der von dem Wechselrichter auf der Luvseite erzeugten Wärme dazu, anzusteigen, was zu erschwerten Kühlbedingungen führt.

[0006] Um daher eine ausreichende Kühlung auf der Leeseite zu erreichen, kann es erforderlich sein, einen Hochleistungskühler mit einer Wärmeröhre oder einen groß dimensionierten Kühler zu verwenden. Darüber hinaus verwendet die Patentliteratur 1 eine Struktur, bei der eine Luftführung vorgesehen ist, um den relativen Luftstrom zu dem auf der Leeseite befindlichen Kühler zu leiten. In jedem Fall besteht bei dem herkömmlichen Verfahren das Problem, dass die Größe der Steuereinrichtung und die Herstellungskosten der Steuereinrichtung steigen.

[0007] Zudem ist in dem Fall, dass die Steuereinrichtung unter dem Boden des Elektrofahrzeugs installiert wird, der Platz unter dem Boden begrenzt, sodass möglicherweise nicht ausreichend Raum zur Installation des Gehäuses der Steuereinrichtung zur Verfügung steht. In einem solchen Fall ist es erforderlich, die Komponenten durch eine Änderung der Spezifikationen der Steuereinrichtung oder Ähnlichem zu verkleinern und das Gehäuse zu verkleinern. Es ist jedoch zu beachten, dass durch eine Anpassung der Spezifikationen der Nachteil entstehen kann, dass die Funktion oder Leistung des Elektrofahrzeugs im Vergleich zum ursprünglichen Zustand verringert wird.

[0008] Die vorliegende Offenbarung wurde unter Berücksichtigung des Vorstehenden erstellt, und ein Ziel davon ist es, ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem bereitzustellen, bei dem die Steuereinrichtungen flexibel in einem begrenzten Raum eines Elektrofahrzeugs angeordnet werden können, sodass eine effiziente Kühlung durchgeführt werden kann.

Mittel zum Lösen des Problems

[0009] Um das oben genannte Problem zu lösen und das Ziel zu erreichen, weist ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung eine Vielzahl von Steuereinrichtungen auf, die jeweils mindestens einen von vier Elektromotoren steuern, welche vier Achsen von zwei Wagen eines Elektrofahrzeugs antreiben. Jede der Steuereinrichtungen weist einen Wechselrichter, der Leistung an mindestens einen der Elektromotoren liefert, und eine Steuerung auf, die den Wechselrichter steuert. Der Wechselrichter ist zusammen mit der Steuerung in einem Gehäuse beherbergt, und das Gehäuse beherbergt mindestens eine der Steuerein-

richtungen. Ein Kühler, der den Wechselrichter unter Verwendung eines durch die Fahrt des Elektrofahrzeugs erzeugten relativen Luftstroms kühlt, ist an dem Gehäuse angebracht. Die Vielzahl der Steuereinrichtungen ist verteilt in der Nähe eines ersten Wagens, der sich auf einer Vorderseite des Elektrofahrzeugs in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, und in der Nähe eines zweiten Wagens, der sich auf einer Rückseite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, angeordnet.

Effekte der Erfindung

[0010] Das Elektrofahrzeug-Antriebssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung hat den Effekt, dass die Steuereinrichtungen flexibel im begrenzten Raum des Elektrofahrzeugs angeordnet werden können, sodass eine effiziente Kühlung durchgeführt werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Darstellung, die eine beispielhafte Konfiguration eines Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Darstellung, die eine herkömmliche beispielhafte Installation als Vergleichsbeispiel zeigt.

Fig. 3 ist eine erste Darstellung zur Erläuterung einer ersten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 4 ist eine zweite Darstellung zur Erläuterung der ersten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 5 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer zweiten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 6 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer dritten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer vierten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 8 ist eine Darstellung, die Ergebnisse eines ersten Verifikationstests zur Erläuterung des Einflusses eines Hindernisses auf einen relativen Luftstrom, der zu einem Kühler strömt, zeigt.

Fig. 9 ist eine Darstellung, die Ergebnisse eines zweiten Verifikationstests zur Erläuterung des Einflusses des Hindernisses auf den relativen Luftstrom, der zu dem Kühler strömt, zeigt.

Fig. 10 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer beispielhaften Installation eines Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0011] Nachfolgend wird ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail beschrieben. Es ist zu beachten, dass in den beigefügten Zeichnungen zur besseren Verständlichkeit der Maßstab der einzelnen Elemente von dem tatsächlichen Maßstab abweichen kann. Dies gilt auch für den Maßstab zwischen den Zeichnungen. Darüber hinaus wird in der folgenden Beschreibung nicht zwischen physischer Verbindung und elektrischer Verbindung unterschieden, sondern diese werden allgemein als „Verbindung“ bezeichnet. Das bedeutet, dass der Begriff „Verbindung“ sowohl den Fall umfasst, in dem Komponenten direkt miteinander verbunden sind, als auch den Fall, in dem Komponenten indirekt über eine andere Komponente miteinander verbunden sind.

Erste Ausführungsform.

[0012] **Fig.** 1 ist eine Darstellung, die eine beispielhafte Konfiguration eines Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht. **Fig.** 1 zeigt die beispielhafte Konfiguration für einen Waggon eines Elektrofahrzeugs.

[0013] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, weist ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem 200 vier Steuereinrichtungen 100 bis 103 auf, die Gleichstromleistung aus einer Oberleitung 1 über einen Stromabnehmer 2 empfangen. Jenseits der Oberleitung 1 befindet sich eine Unterstation nicht dargestellt, und die Oberleitung 1 wird aus Sicht der Steuereinrichtungen 100 bis 103 als externe Leistungsversorgung betrachtet. Die Oberleitungsspannung, also die Spannung der Oberleitung 1, die an den Stromabnehmer 2 angelegt wird, sowie die Wandlungskapazitäten der Steuereinrichtungen 100 bis 103 variieren in Abhängigkeit vom Antriebskonzept des Elektrofahrzeug-Antriebssystems. Die Oberleitungsspannung liegt ungefähr im Bereich von 600 bis 3000 [V]. Die Wandlungskapazität reicht von mehreren Dutzend bis mehreren Hundert [kVA].

[0014] Die Steuereinrichtungen 100 bis 103 sind jeweils mit vier Elektromotoren 80 bis 83 verbunden, die das Elektrofahrzeug antreiben. Die aus der Oberleitung 1 und dem Stromabnehmer 2 zugeführte Gleichstromleistung wird den Steuereinrichtungen 100 bis 103 über einen Schalter 10, eine Spule 11

und elektrische Leitungen 20 zugeführt. Die positiven Anschlüsse „P“ der Steuereinrichtungen 100 bis 103 sind mit der Spule 11 verbunden. Die negativen Anschlüsse „N“ der Steuereinrichtungen 100 bis 103 sind über ein Rad 3 mit einer Schiene 4 verbunden. Dadurch fließt der Gleichstrom der aus der Oberleitung 1 zugeführten Gleichstromleistung durch den Schalter 10, die Spule 11, die elektrischen Leitungen 20, die Steuereinrichtungen 100 bis 103, die Elektromotoren 80 bis 83, das Rad 3 und die Schiene 4 und kehrt zur Unterstation zurück. In der Konfiguration gemäß **Fig.** 1 sind die Spule 11, die elektrischen Leitungen 20 und die Steuereinrichtungen 100 bis 103 Bestandteile des Elektrofahrzeug-Antriebssystems 200.
Die elektrischen Leitungen 20 enthalten einen Leiter wie Kupfer oder Aluminium. Ein Beispiel für einen solchen Leiter ist eine Stromschiene.

[0015] Es ist zu beachten, dass in **Fig.** 1 eine elektrische Oberleitung als Oberleitung 1 dargestellt ist und ein Pantograf-Stromabnehmer als Stromabnehmer 2 dargestellt ist. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die Oberleitung 1 kann eine Stromschiene sein, wie sie in U-Bahnen oder ähnlichen Anwendungen verwendet wird, und dementsprechend kann der Stromabnehmer 2 ein Stromabnehmer für die Stromschiene sein. Obwohl in **Fig.** 1 der Fall dargestellt ist, dass die Oberleitung 1 eine Gleichstrom-Oberleitung ist, kann die Oberleitung 1 auch eine Wechselstrom-Oberleitung sein. Falls die Oberleitung 1 eine Wechselstrom-Oberleitung ist, wird ein Transformator zur Spannungsreduzierung der empfangenen Wechselstromspannung zwischen dem Stromabnehmer 2 und dem Schalter 10 oder zwischen dem Schalter 10 und der Spule 11 vorgesehen. Des Weiteren wird ein Umrichter bereitgestellt, der die vom Transformator ausgegebene Wechselstromspannung in eine Gleichstromspannung umwandelt, wobei sich dieser in einer nachfolgenden Stufe des Transformators befindet.

[0016] Die Steuereinrichtung 100 umfasst einen Kondensator 50, der die Gleichstromspannung speichert, eine Entladungsschaltung 52, die die Spannung des Kondensators 50 entlädt, und einen Wechselrichter 60. Der Kondensator 50 und die Entladungsschaltung 52 sind innerhalb der Steuereinrichtung 100 zwischen dem positiven Anschluss „P“ und dem negativen Anschluss „N“ verbunden. Dadurch sind der Kondensator 50 und die Entladungsschaltung 52 parallel zu beiden Enden des Wechselrichters 60 an der Eingangsseite des Wechselrichters 60 angeschlossen.

[0017] Der Kondensator 50 ist mit der Spule 11 verbunden und bildet zusammen mit der Spule 11 eine LC-Filter-Schaltung. Die LC-Filter-Schaltung reduziert eine Stoßspannung, die von der Seite der Oberleitung 1 eintritt. Darüber hinaus ist die LC-Filter-Schaltung mit dem Wechselrichter 60 verbunden und verringert die Größe einer Welligkeitskomponente des durch den Wechselrichter 60 fließenden Stroms.

[0018] Der Wechselrichter 60, der in jeder der Steuereinrichtungen 100 bis 103 enthalten ist, ist eine Leistungswandlungsschaltung, die Leistung an den jeweiligen Elektromotor 80 bis 83 liefert. Der Wechselrichter 60 wandelt die Gleichstromspannung des Kondensators 50 in eine Wechselstromspannung einer beliebigen Frequenz mit einem beliebigen Spannungswert um und legt die Wechselstromspannung an den jeweiligen Elektromotor 80 bis 83 an.

[0019] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, umfasst der Wechselrichter 60 sechs Halbleiterelemente 60U, 60V, 60W, 60X, 60Y und 60Z. Die Halbleiterelemente 60U, 60V, 60W, 60X, 60Y und 60Z sind in Brückenschaltung verbunden und bilden eine dreiphasige Brückenschaltung. Es ist zu beachten, dass der Wechselrichter 60, obwohl nicht in **Fig.** 1 dargestellt, ebenso in jeder der Steuereinrichtungen 101 bis 103 wie in der Steuereinrichtung 100 enthalten ist.

[0020] In dem Wechselrichter 60 werden die Halbleiterelemente 60U, 60V und 60W als positive Arme und die Halbleiterelemente 60X, 60Y und 60Z als negative Arme bezeichnet. Zudem wird ein Paar aus einem positiven Arm und einem negativen Arm, das in Reihe geschaltet ist, als Schenkel bezeichnet. Die Halbleiterelemente 60U und 60X bilden ein U-Phasen-Schenkel, die Halbleiterelemente 60V und 60Y bilden ein V-Phasen-Schenkel, und die Halbleiterelemente 60W und 60Z bilden ein W-Phasen-Schenkel. Die Halbleiterelemente 60U, 60V, 60W, 60X, 60Y und 60Z sind vorzugsweise isolierte Gate-Bipolartransistoren (IGBT) mit einer eingebauten antiparallelen Diode, wie in der Zeichnung dargestellt. Es ist zu beachten, dass anstelle des IGBT-Elements auch ein Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) verwendet werden kann.

[0021] Die Steuereinrichtungen 100 bis 103 umfassen jeweils eine Steuerung 30.
Die Steuerung 30 erzeugt ein Pulsweitenmodulationssignal (PWM) zur Durchführung einer PWM-Steuerung der Halbleiterelemente 60U, 60V, 60W, 60X, 60Y und 60Z des Wechselrichters 60 und legt das PWM-Signal an den Wechselrichter 60 an.

[0022] Es ist zu beachten, dass **Fig.** 1 eine Konfiguration eines Steuerungsschemas namens „Einzelsteuerung“ veranschaulicht, bei dem jeder der vier Elektromotoren 80 bis 83 individuell von einer der Steuereinrichtungen 100 bis 103 gesteuert wird. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Die vier Elektromotoren 80 bis 83 sind auf zwei Wagen installiert, die in **Fig.** 1 nicht dargestellt sind, sodass auch eine Konfi-

guration eines Steuerungsschemas namens „Wagensteuerung“ übernommen werden kann, bei der die beiden auf einem Wagen installierten Elektromotoren von einer einzigen Steuereinrichtung gesteuert werden. Es ist zu beachten, dass im Fall des Wagensteuerungsschemas die Steuereinrichtung 100 und die Steuereinrichtung 101 integriert werden und der Wechselrichter 60, der mit dem Elektromotor 80 verbunden ist, sowie der Wechselrichter 60, der mit dem Elektromotor 81 verbunden ist, von einer der Steuerungen 30 gesteuert werden. Ebenso werden die Steuereinrichtung 102 und die Steuereinrichtung 103 integriert, und der Wechselrichter 60, der mit dem Elektromotor 82 verbunden ist, sowie der Wechselrichter 60, der mit dem Elektromotor 83 verbunden ist, werden von einer der Steuerungen 30 gesteuert.

[0023] **Fig.** 2 ist eine Darstellung, die eine herkömmliche beispielhafte Installation als Vergleichsbeispiel veranschaulicht. In **Fig.** 2 werden eine X-Achse, eine Y-Achse und eine Z-Achse eines rechtshändigen, orthogonalen Koordinatensystems verwendet, um die Vorwärtsrichtung F als die Richtung der +X-Achse, eine horizontale Richtung senkrecht zur Vorwärtsrichtung F als die Richtung der Y-Achse, eine vertikal nach oben gerichtete Richtung senkrecht zur Vorwärtsrichtung F als die Richtung der +Z-Achse und eine vertikal nach unten gerichtete Richtung senkrecht zur Vorwärtsrichtung F als die Richtung der -Z-Achse zu definieren. Es ist zu beachten, dass auch die nachfolgenden Zeichnungen dasselbe Koordinatensystem wie **Fig.** 2 verwenden. Zudem kann in dieser Beschreibung die Y-Achsenrichtung als „erste Richtung“ bezeichnet werden.

[0024] In einem herkömmlichen Elektrofahrzeug-Antriebssystem, das in der Patentliteratur 1 offenbart ist, wird beispielsweise, wie in **Fig.** 2 dargestellt, ein Gehäuse 250, das alle Komponenten des Elektrofahrzeug-Antriebssystems enthält, unter dem Boden eines Elektrofahrzeugs 150 installiert. **Fig.** 2 zeigt die beispielhafte Installation des oben genannten Wagensteuerungsschemas, bei dem ein Wagen 40 auf der Vorderseite und ein Wagen 41 auf der Rückseite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F jeweils mit zwei Elektromotoren (nicht dargestellt) ausgestattet sind. In dem Gehäuse 250 sind eine Steuereinrichtung 251, die die beiden Elektromotoren auf dem Wagen 40 steuert, und eine Steuereinrichtung 252, die die beiden Elektromotoren auf dem Wagen 41 steuert, untergebracht. Des Weiteren sind an dem Gehäuse 250 ein Kühler 253 zur Kühlung eines in der Steuereinrichtung 251 enthaltenen Wechselrichters und ein Kühler 254 zur Kühlung eines in der Steuereinrichtung 252 enthaltenen Wechselrichters angebracht, sodass sie an einer Seitenfläche des Gehäuses 250 in Y-Achsenrichtung hervorstehen. Es ist zu beachten, dass **Fig.** 2 keine unter dem Boden installierten Vorrichtungen außer dem Gehäuse 250 zeigt, jedoch tatsächlich verschiedene für den Betrieb des Elektrofahrzeugs 150 notwendige Unterboden-Vorrichtungen installiert sind. Für einen Waggon des Elektrofahrzeugs 150 mit einer Länge von etwa 20 m ist es erforderlich, Platz für die Installation der verschiedenen Unterboden-Vorrichtungen bereitzustellen. Das Gehäuse 250 weist daher eine Länge in Richtung der Waggonlänge von höchstens unter 2 m auf.

[0025] Wie oben beschrieben, weist das herkömmliche Elektrofahrzeug-Antriebssystem eine Konfiguration auf, bei der die beiden Kühler 253 und 254 nahe beieinander in Reihe entlang der Vorwärtsrichtung F des Elektrofahrzeugs 150 angeordnet sind. Bei dieser Konfiguration wird, wie im Abschnitt „Problem, das durch die Erfindung gelöst werden soll“ beschrieben, der Wechselrichter, der durch den Kühler 253 auf der Luvseite des relativen Luftstroms gekühlt wird, leicht gekühlt, da der relative Luftstrom effizient in den Kühler 253 aufgenommen wird. Hingegen ist es für den Wechselrichter, der durch den Kühler 254 auf der Leeseite des relativen Luftstroms gekühlt wird, schwieriger, den relativen Luftstrom aufzunehmen, da die beiden Kühler 253 und 254 nahe beieinander angeordnet sind. Zudem neigt die Temperatur des in den Kühler 254 aufgenommenen relativen Luftstroms dazu, aufgrund der von dem auf der Luvseite befindlichen Wechselrichter erzeugten Wärme zu steigen, was zu erschwerten Kühlbedingungen führt. Die Patentliteratur 1 sieht eine Struktur vor, bei der eine Luftführung bereitgestellt wird, um den relativen Luftstrom zu dem auf der Leeseite befindlichen Kühler zu leiten. Jedoch bestand weiterhin das Problem, dass die Größe der Steuereinrichtung und deren Herstellungskosten steigen.

[0026] Um das oben genannte Problem zu lösen, schlägt die erste Ausführungsform zunächst eine beispielhafte Installation vor, die in **Fig.** 3 und **Fig.** 4 dargestellt ist. **Fig.** 3 ist eine erste Darstellung zur Erläuterung einer ersten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig.** 4 ist eine zweite Darstellung zur Erläuterung der ersten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig.** 3 zeigt ein Elektrofahrzeug 150A aus der Seitenansicht in Richtung der negativen Y-Achsenrichtung. **Fig.** 4 zeigt den Unterbodenraum des Elektrofahrzeugs 150A durch die Bodenfläche des Elektrofahrzeugs 150A in Richtung der negativen Z-Achsenrichtung. Es ist zu beachten, dass in der nachfolgenden Beschreibung ebenfalls Zeichnungen verwendet werden, die ähnlich zu **Fig.** 3 und **Fig.** 4 dargestellt sind. Darüber hinaus zeigen **Fig.** 3 und **Fig.** 4 die beispielhafte Installation des Wagensteuerungsschemas, wobei die Anzahl der Steuereinrichtungen „zwei“ pro Waggon beträgt. Hier wird der Einfachheit halber eine der

Steuereinrichtungen als „Steuereinrichtung 120“ und die andere als „Steuereinrichtung 121“ bezeichnet.

[0027] In **Fig.** 3 und **Fig.** 4 sind die Komponenten des Elektrofahrzeug-Antriebssystems 200 verteilt unter dem Boden des Elektrofahrzeugs 150A angeordnet. Konkret ist ein Gehäuse 250A, das den Schalter 10 und die Spule 11 beherbergt, in einem mittleren Abschnitt des Unterbodenraums angeordnet. Des Weiteren ist ein Gehäuse 260, das die Steuereinrichtung 120 beherbergt, entfernt von dem mittleren Abschnitt des Unterbodenraums und in der Nähe des Wagens 40, der sich auf der Vorderseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret hinter dem Wagen 40 und auf der linken Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F. Ebenso ist ein Gehäuse 261, das die Steuereinrichtung 121 beherbergt, entfernt von dem mittleren Abschnitt des Unterbodenraums und in der Nähe des Wagens 41, der sich auf der Rückseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret vor dem Wagen 41 und auf der rechten Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F.

[0028] An dem Gehäuse 260 ist ein Kühler 270 zur Kühlung der beiden in der Steuereinrichtung 120 enthaltenen Wechselrichter 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 260 in Richtung der +Y-Achse hervorsteht. An dem Gehäuse 261 ist ein Kühler 271 zur Kühlung der beiden in der Steuereinrichtung 121 enthaltenen Wechselrichter 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 261 in Richtung der -Y-Achse hervorsteht.

[0029] Auf dem Wagen 40 sind die Elektromotoren 80 und 81 installiert, die jeweils mit der Steuereinrichtung 120 verbunden sind. Der Elektromotor 80 treibt eine Achse 40a auf der Vorderseite des Wagens 40 in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F an, und der Elektromotor 81 treibt eine Achse 40b auf der Rückseite des Wagens 40 in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F an.

[0030] Auf dem Wagen 41 sind die Elektromotoren 82 und 83 installiert, die jeweils mit der Steuereinrichtung 121 verbunden sind. Der Elektromotor 82 treibt eine Achse 41a auf der Vorderseite des Wagens 41 in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F an, und der Elektromotor 83 treibt eine Achse 41b auf der Rückseite des Wagens 41 in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F an. Es ist zu beachten, dass in dieser Beschreibung der Wagen 40 auch als „erster Wagen“ und der Wagen 41 als „zweiter Wagen“ bezeichnet werden kann. Ebenso kann die Steuereinrichtung 120 als „erste Steuereinrichtung“ und die Steuereinrichtung 121 als „zweite Steuereinrichtung“ bezeichnet werden.

[0031] Befinden sich wärmeerzeugende Objekte nahe beieinander auf der Luvseite, steigt die Temperatur des in den Kühler aufgenommenen relativen Luftstroms an. In der Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 sind jedoch der Kühler 270, der sich auf der Luvseite des relativen Luftstroms befindet, und der Kühler 271, der sich auf der Leeseite des relativen Luftstroms befindet, mit einer ausreichenden Trennungsentfernung zueinander angeordnet. Daher kann gesagt werden, dass sich keine wärmeerzeugenden Objekte in unmittelbarer Nähe befinden. Dementsprechend kann in der Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 der Unterschied zwischen den Kühlbedingungen des auf der Leeseite befindlichen Kühlers 271 und den Kühlbedingungen des auf der Luvseite befindlichen Kühlers 270 verringert werden. Infolgedessen kann die Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 eine Vergrößerung der Steuereinrichtungen 120 und 121 sowie eine Erhöhung der Herstellungskosten der Steuereinrichtungen 120 und 121 vermeiden.

[0032] Des Weiteren sind in **Fig.** 4 die Einbaugrenzen 280 durch strichpunktierte Linien in Bezug auf die Breite eines Waggons 5 des Elektrofahrzeugs 150A dargestellt. Die Einbaugrenzen 280 stellen Begrenzungslinien auf der Fahrzeugbreitenseite eines Installationsbereichs für die unter dem Boden installierten Objekte dar. Das bedeutet, dass die unter dem Boden installierten Objekte nicht außerhalb der Einbaugrenzen 280 installiert werden können. In Bezug auf die Breite des Waggons 5 sind die Einbaugrenzen 280 an den Positionen der Wagen 40 und 41 am breitesten und im mittleren Abschnitt des Unterbodenraums am schmalsten. Daher kann gesagt werden, dass die Konfiguration der ersten Ausführungsform, bei der die Gehäuse 260 und 261, die die Steuereinrichtungen 100 bis 103 beherbergen, in der Nähe der Wagen 40 und 41 angeordnet sind, den relativen Luftstrom leichter aufnehmen kann als die Konfiguration der herkömmlichen Technik, bei der das Gehäuse 250, das die Steuereinrichtungen beherbergt, im mittleren Abschnitt des Unterbodenraums angeordnet ist. Infolgedessen kann gesagt werden, dass die Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 so ausgelegt ist, dass sie die Kühlleistung der Kühler 270 und 271 im Vergleich zur Konfiguration der herkömmlichen Technik gemäß **Fig.** 2 verbessert. Daher können mit der Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 die Steuereinrichtungen 120 und 121 so angeordnet werden, dass eine effiziente Kühlung durchgeführt werden kann.

[0033] Darüber hinaus sind in der Konfiguration gemäß **Fig.** 3 und **Fig.** 4 nicht alle Komponenten des Elektrofahrzeug-Antriebssystems 200 in einem einzigen Gehäuse untergebracht, sondern sie sind separat in den drei Gehäusen 250A, 260 und 261 beherbergt. Infolgedessen erhöht sich zwar die

Anzahl der Gehäuse, jedoch wird die Größe jedes einzelnen Gehäuses reduziert, sodass die Gehäuse unter effektiver Nutzung des freien Raums unter dem Boden angeordnet werden können.

[0034] Fig. 5 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer zweiten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform. In **Fig.** 4 sind das Gehäuse 260, das die Steuereinrichtung 120 beherbergt, und das Gehäuse 261, das die Steuereinrichtung 121 beherbergt, an diametral entgegengesetzten Positionen, also an rotationssymmetrischen Positionen betrachtet vom mittleren Abschnitt des Unterbodenraums, angeordnet. In **Fig.** 5 hingegen bleibt das Gehäuse 260, das die Steuereinrichtung 120 beherbergt, unverändert, während das Gehäuse 261, das die Steuereinrichtung 121 beherbergt, in einer Linie mit dem Gehäuse 260 angeordnet ist, also an einer Position, bei der das Gehäuse 260 und das Gehäuse 261 hintereinander entlang der Vorwärtsrichtung F ausgerichtet sind.

[0035] Wie in **Fig.** 5 dargestellt, bleibt selbst dann, wenn der Kühler 270 auf der Luvseite und der Kühler 271 auf der Leeseite hintereinander angeordnet sind, die Trennungsentfernung zwischen dem Kühler 270 auf der Luvseite und dem Kühler 271 auf der Leeseite im Wesentlichen dieselbe wie im Fall von **Fig.** 4. Das bedeutet, dass der Kühler 270 auf der Luvseite und der Kühler 271 auf der Leeseite mit einer ausreichenden Trennungsentfernung angeordnet sind, sodass sich keine wärmeerzeugenden Objekte in unmittelbarer Nähe befinden. Daher kann die beispielhafte Installation gemäß **Fig.** 5 einen Effekt erzielen, der dem der beispielhaften Installation gemäß **Fig.** 4 entspricht.

[0036] Als Nächstes wird eine beispielhafte Installation des Einzelsteuerungsschemas beschrieben. **Fig.** 6 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer dritten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform. Auch im Fall des Einzelsteuerungsschemas sind die Komponenten des Elektrofahrzeug-Antriebssystems 200 verteilt unter dem Boden des Elektrofahrzeugs 150A angeordnet. Konkret ist das Gehäuse 250A, das den Schalter 10 und die Spule 11 beherbergt, im mittleren Abschnitt des Unterbodenraums angeordnet. Ein Gehäuse 262, das die Steuereinrichtung 100 beherbergt, ist in der Nähe des Wagens 40, der sich auf der Vorderseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret vor dem Wagen 40 und auf der rechten Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F. Ein Gehäuse 263, das die Steuereinrichtung 101 beherbergt, ist in der Nähe des Wagens 40, der sich auf der Vorderseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret hinter dem Wagen 40 und auf der linken Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F. Ebenso ist ein Gehäuse 264, das die Steuereinrichtung 102 beherbergt, in der Nähe des Wagens 41, der sich auf der Rückseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret vor dem Wagen 41 und auf der rechten Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F. Ein Gehäuse 265, das die Steuereinrichtung 103 beherbergt, ist in der Nähe des Wagens 41, der sich auf der Rückseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet, konkret hinter dem Wagen 41 und auf der linken Seite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F. Es ist zu beachten, dass in dieser Beschreibung die beiden Steuereinrichtungen 100 und 101, die individuell die beiden auf dem Wagen 40 installierten Elektromotoren 80 und 81 steuern, als „ersteSteuereinrichtung“ bezeichnet werden können. Ebenso können die beiden Steuereinrichtungen 102 und 103, die individuell die beiden auf dem Wagen 41 installierten Elektromotoren 82 und 83 steuern, als „zweite Steuereinrichtung“ bezeichnet werden.

[0037] An dem Gehäuse 262 ist ein Kühler 272 zur Kühlung des in der Steuereinrichtung 100 enthaltenen Wechselrichters 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 262 in Richtung der -Y-Achse hervorsteht. An dem Gehäuse 263 ist ein Kühler 273 zur Kühlung des in der Steuereinrichtung 101 enthaltenen Wechselrichters 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 263 in Richtung der +Y-Achse hervorsteht. An dem Gehäuse 264 ist ein Kühler 274 zur Kühlung des in der Steuereinrichtung 102 enthaltenen Wechselrichters 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 264 in Richtung der -Y-Achse hervorsteht. An dem Gehäuse 265 ist ein Kühler 275 zur Kühlung des in der Steuereinrichtung 103 enthaltenen Wechselrichters 60 angebracht, sodass er an einer Seitenfläche des Gehäuses 265 in Richtung der +Y-Achse hervorsteht.

[0038] In der Konfiguration gemäß **Fig.** 6 sind auf dem Wagen 40 der Kühler 272 auf der Luvseite des relativen Luftstroms und der Kühler 273 auf der Leeseite des relativen Luftstroms mit einer Trennungsentfernung angeordnet, die mindestens der Länge des Wagens 40 entspricht. Daher kann gesagt werden, dass sich keine wärmeerzeugenden Objekte in unmittelbarer Nähe befinden. Dementsprechend kann in der Konfiguration gemäß **Fig.** 6 der Unterschied zwischen den Kühlbedingungen des auf der Leeseite befindlichen Kühlers 273 und den Kühlbedingungen des auf der Luvseite befindlichen Kühlers 272 verringert werden. Diese Beziehung gilt ebenso für die Kühler 274 und 275 auf dem Wagen 41. Infolgedessen kann die Konfiguration gemäß **Fig.** 6 eine Vergrößerung der Steuereinrichtungen 100 bis 103 sowie eine Erhöhung der Herstellungskosten der Steuereinrichtungen 100 bis 103 vermeiden.

[0039] Darüber hinaus können in der Konfiguration gemäß **Fig.** 6 die Gehäuse 262 bis 265, die die Steuereinrichtungen 100 bis 103 beherbergen, in der Nähe der Wagen 40 und 41 angeordnet werden, wo die Breite zwischen den Einbaugrenzen 280 groß ist. Daher können mit der Konfiguration gemäß **Fig.** 6 selbst bei der Konfiguration des Einzelsteuerungsschemas die Steuereinrichtungen 100 bis 103 so angeordnet werden, dass eine effiziente Kühlung durchgeführt werden kann.

[0040] Zudem sind in der Konfiguration gemäß **Fig.** 6 nicht alle Komponenten des Elektrofahrzeug-Antriebssystems 200 in einem einzigen Gehäuse untergebracht, sondern sie sind separat in den fünf Gehäusen 250A sowie 262 bis 265 beherbergt. Infolgedessen erhöht sich zwar die Anzahl der Gehäuse, jedoch wird die Größe jedes einzelnen Gehäuses reduziert, sodass die Gehäuse unter effektiver Nutzung des freien Raums unter dem Boden angeordnet werden können.

[0041] **Fig.** 7 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer vierten beispielhaften Installation des Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß der ersten Ausführungsform. In **Fig.** 6 sind auf den jeweiligen Wagen 40 und 41 die Gehäuse 262 und 263, die die Steuereinrichtungen 100 und 101 beherbergen, an diametral entgegengesetzten Positionen angeordnet, das heißt, sie befinden sich diagonal auf dem Wagen 40. Ebenso sind die Gehäuse 264 und 265, die die Steuereinrichtungen 102 und 103 beherbergen, an diametral entgegengesetzten Positionen angeordnet, das heißt, sie befinden sich diagonal auf dem Wagen 41. Zudem sind das Gehäuse 263, das die Steuereinrichtung 101 beherbergt, und das Gehäuse 264, das die Steuereinrichtung 102 beherbergt, an diametral entgegengesetzten Positionen betrachtet vom mittleren Abschnitt des Unterbodenraums angeordnet. In **Fig.** 7 hingegen sind auf den jeweiligen Wagen 40 und 41 die Gehäuse, die die jeweiligen Steuereinrichtungen beherbergen, weiterhin an den oben beschriebenen diametral entgegengesetzten Positionen angeordnet. Jedoch sind das Gehäuse 263, das die Steuereinrichtung 101 beherbergt, und das Gehäuse 264, das die Steuereinrichtung 102 beherbergt, in einer Linie entlang der Vorwärtsrichtung F angeordnet.

[0042] Wie in **Fig.** 7 dargestellt, bleibt selbst dann, wenn der Kühler 273 auf der Luvseite und der Kühler 274 auf der Leeseite hintereinander angeordnet sind, die Trennungsentfernung zwischen dem Kühler 273 auf der Luvseite und dem Kühler 274 auf der Leeseite im Wesentlichen dieselbe wie im Fall von **Fig.** 6. Das bedeutet, dass der Kühler 273 auf der Luvseite und der Kühler 274 auf der Leeseite mit einer ausreichenden Trennungsentfernung angeordnet sind, sodass sich keine wärmeerzeugenden Objekte in unmittelbarer Nähe befinden. Daher kann die beispielhafte Installation gemäß **Fig.** 7 einen Effekt erzielen, der dem der beispielhaften Installation gemäß **Fig.** 6 entspricht.

[0043] Es ist zu beachten, dass im Fall des Einzelsteuerungsschemas auch andere beispielhafte Installationen als die in **Fig.** 6 und **Fig.** 7 dargestellten denkbar sind. Jede beliebige Konfiguration kann übernommen werden, solange die vier Steuereinrichtungen 100 bis 103 verteilt in der Nähe des Wagens 40, der sich auf der Vorderseite des Elektrofahrzeugs 150A in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, und in der Nähe des Wagens 41, der sich auf der Rückseite des Elektrofahrzeugs in Bezug auf die Vorwärtsrichtung F befindet, angeordnet sind.

[0044] Als Nächstes wird der Einfluss eines Hindernisses auf den relativen Luftstrom, der zum Kühler strömt, unter Bezugnahme auf **Fig.** 8 und **Fig.** 9 beschrieben. **Fig.** 8 ist eine Darstellung, die die Ergebnisse eines ersten Verifikationstests zur Erläuterung des Einflusses des Hindernisses auf den relativen Luftstrom, der zum Kühler strömt, zeigt. **Fig.** 9 ist eine Darstellung, die die Ergebnisse eines zweiten Verifikationstests zur Erläuterung des Einflusses des Hindernisses auf den relativen Luftstrom, der zum Kühler strömt, zeigt.

[0045] Zunächst wird der erste Verifikationstest beschrieben. Im unteren Teil von **Fig.** 8 ist die Testumgebung des ersten Verifikationstests schematisch dargestellt. In **Fig.** 8 ist ein Hindernis 170 auf der Luvseite der Kühlluft angeordnet, und ein Aluminiumkühler 160 ist auf der Leeseite der Kühlluft angeordnet. **Fig.** 8 ist eine Draufsicht, wobei die Länge des Hindernisses 170 in Höhenrichtung gleich der Länge des Aluminiumkühlers 160 in Höhenrichtung ist. Die Kühlluft wird durch ein nicht dargestelltes Gebläse geblasen. Die Position eines Seitenabschnitts 162 des Aluminiumkühlers 160 wird durch eine
Positionsregelungseinheit 180 geregelt. Der Seitenabschnitt 162 ist ein Abschnitt, der sich an einem distalen Ende des Aluminiumkühlers 160 entlang der Richtung der Kühlluft befindet. In **Fig.** 8 wird die Position des Seitenabschnitts 162 entlang der Richtung der Kühlluft so geregelt, dass sie mit der Position eines Seitenabschnitts 172 des Hindernisses 170 entlang der Richtung der Kühlluft übereinstimmt. Zudem wird die Breite des Aluminiumkühlers 160, also die Länge des Aluminiumkühlers 160 in einer Richtung senkrecht zur Kühlluft, als „d“ definiert.
Zu diesem Zeitpunkt wurde eine Position, die sich „d/2“ von der Positionsregelungseinheit 180 auf einer Oberfläche des Aluminiumkühlers 160 befindet, die die Kühlluft empfängt, als „Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt“ festgelegt. Eine Position, die sich „d/2“ vom Seitenabschnitt 162 des Aluminiumkühlers 160 befindet, wurde als „Seitenflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt“ festgelegt.

Anschließend wurde mit der „Distanz“, also der kürzesten Entfernung zwischen dem Hindernis 170 und dem Aluminiumkühler 160, als Parameter die Windgeschwindigkeit am Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt und am Seitenflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt gemessen.

[0046] Im oberen Teil von **Fig.** 8 sind die Testergebnisse des ersten Verifikationstests in tabellarischer Form dargestellt. Die Testergebnisse ergaben Folgendes.

(1) Um eine Windgeschwindigkeit zu erhalten, die derjenigen entspricht, wenn das Hindernis 170 nicht vorhanden ist, musste der Abstand zwischen dem Aluminiumkühler 160 und dem Hindernis 170 4,5 m betragen.

(2) Wenn der Abstand zwischen dem Aluminiumkühler 160 und dem Hindernis 170 1,5 m betrug, lag die erzielte Vorderflächen-Windgeschwindigkeit bei etwa 80 % (= 2,2/2,8 × 100) derjenigen, die ohne das Hindernis 170 erreicht wurde.

[0047] Als Nächstes wird der zweite Verifikationstest beschrieben. Im zweiten Verifikationstest wurde, wie in **Fig.** 9 dargestellt, die Distanz zwischen dem Aluminiumkühler 160 und dem Hindernis 170 auf 1,5 m festgelegt. Zudem wurde die Position des Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkts so eingestellt, dass sie mit dem Seitenabschnitt 172 des Hindernisses 170 übereinstimmt. Das bedeutet, dass der Aluminiumkühler 160 in **Fig.** 9 im Vergleich zu **Fig.** 8 an einer Position geregelt wurde, die um „d/2“ in der Richtung senkrecht zur Kühlluftrichtung hervorsteht. In diesem Zustand wurde die Windgeschwindigkeit am Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt sowohl für den Fall gemessen, dass das Hindernis 170 vorhanden war, als auch für den Fall, dass das Hindernis 170 nicht vorhanden war.

[0048] Obwohl die Testergebnisse nicht dargestellt sind, zeigte der Test, dass unter den Testbedingungen gemäß **Fig.** 9 keine Veränderung der Windgeschwindigkeit am Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt zwischen dem Fall mit vorhandenem Hindernis 170 und dem Fall ohne Hindernis 170 festgestellt wurde. Das bedeutet, dass der zweite Verifikationstest das Ergebnis lieferte, dass die Windgeschwindigkeit am Vorderflächen-Windgeschwindigkeitsmesspunkt sowohl im Fall mit Hindernis 170 als auch im Fall ohne Hindernis 170 gleich war.

[0049] Wie oben beschrieben, beträgt in der Konfiguration der herkömmlichen Technik gemäß **Fig.** 2 die Länge des Gehäuses 250, an dem die beiden Kühler 253 und 254 angebracht sind, in Richtung der Waggonlänge höchstens unter 2 m. Daher wird angenommen, dass der Abstand zwischen den beiden Kühlern 253 und 254 etwa 1,5 m oder 1,5 m oder weniger beträgt. Dementsprechend stimmt die Annahme der herkömmlichen Technik, dass die Kühlleistung des auf der Leeseite des relativen Luftstroms befindlichen Kühlers 254 durch den auf der Luvseite befindlichen Kühler 253 beeinflusst wird, mit den Ergebnissen der oben beschriebenen Verifikationstests überein.

[0050] Betrachtet man hingegen die Konfiguration der vorliegenden Anmeldung, so sind im Wagensteuerungsschema der Kühler 270 auf der Luvseite und der Kühler 271 auf der Leeseite mit einer ausreichenden Trennungsentfernung angeordnet. Zudem sind die Kühler 270 und 271 in der Nähe der jeweiligen Wagen 40 und 41 angeordnet, wo die Breite zwischen den Einbaugrenzen 280 groß ist, sodass sie an Positionen platziert werden können, die kaum durch ein Hindernis beeinflusst werden.

[0051] Im Einzelsteuerungsschema sind die Kühler 272 und 274 auf der Luvseite sowie die Kühler 273 und 275 auf der Leeseite der jeweiligen Wagen 40 und 41 mit ausreichenden Trennungsentfernungen angeordnet.
Zudem sind die Kühler 272 bis 275 in der Nähe des entsprechenden Wagens 40 oder 41 positioniert, wo die Breite zwischen den Einbaugrenzen 280 groß ist, sodass sie an Positionen platziert werden können, die kaum durch ein Hindernis beeinflusst werden.

[0052] Wie oben beschrieben, umfasst das Elektrofahrzeug-Antriebssystem gemäß der ersten Ausführungsform eine Vielzahl von Steuereinrichtungen, die jeweils mindestens einen der vier Elektromotoren steuern, die die vier Achsen der beiden Wagen des Elektrofahrzeugs antreiben. Jede der Steuereinrichtungen umfasst einen Wechselrichter, der Leistung an mindestens einen der Elektromotoren liefert, sowie eine Steuerung, die den Wechselrichter steuert. Der Wechselrichter ist gemeinsam mit der Steuerung in einem Gehäuse untergebracht, wobei die Gehäuse jeweils mindestens eine der Steuereinrichtungen beherbergen und an jedem der Gehäuse ein Kühler angebracht ist, der den Wechselrichter unter Nutzung des durch die Fahrt des Elektrofahrzeugs erzeugten relativen Luftstroms kühlt. Die Vielzahl der Steuereinrichtungen ist verteilt in der Nähe des ersten Wagens, der sich auf der Vorderseite des Elektrofahrzeugs in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, sowie in der Nähe des zweiten Wagens, der sich auf der Rückseite des Elektrofahrzeugs in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, angeordnet. Durch die oben beschriebene Konfiguration kann der auf der Leeseite befindliche Kühler mit einer ausreichenden Trennungsentfernung von dem auf der Luvseite befindlichen Kühler angeordnet werden. Zudem sind im Elektrofahrzeug-Antriebssystem gemäß der ersten Ausführungsform der auf der Lee-

seite befindliche Kühler und der auf der Luvseite befindliche Kühler in der Nähe des ersten und zweiten Wagens angeordnet, wo die Breite zwischen den Einbaugrenzen größer ist als im mittleren Abschnitt des Unterbodenraums. Dadurch können die Kühler an Positionen platziert werden, die kaum durch ein Hindernis beeinflusst werden. Infolgedessen kann ein Elektrofahrzeug-Antriebssystem bereitgestellt werden, in dem die Steuereinrichtungen flexibel im begrenzten Raum des Elektrofahrzeugs angeordnet werden können, sodass eine effiziente Kühlung durchgeführt werden kann.

[0053] Die obige Konfiguration kann auf das Elektrofahrzeug-Antriebssystem im Wagensteuerungsschema angewendet werden, bei dem die Vielzahl der Steuereinrichtungen eine erste Steuereinrichtung umfasst, die die beiden auf dem ersten Wagen installierten Elektromotoren steuert, sowie eine zweite Steuereinrichtung, die die beiden auf dem zweiten Wagen installierten Elektromotoren steuert. In diesem Wagensteuerungsschema kann das Gehäuse, das die erste Steuereinrichtung beherbergt, hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden, und das Gehäuse, das die zweite Steuereinrichtung beherbergt, kann vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden.

[0054] Darüber hinaus kann die obige Konfiguration auf das Elektrofahrzeug-Antriebssystem im Einzelsteuerungsschema angewendet werden, bei dem die Vielzahl der Steuereinrichtungen zwei erste Steuereinrichtungen umfasst, die jeweils individuell die beiden auf dem ersten Wagen installierten Elektromotoren steuern, sowie zwei zweite Steuereinrichtungen, die jeweils individuell die beiden auf dem zweiten Wagen installierten Elektromotoren steuern. In diesem Einzelsteuerungsschema kann das Gehäuse, das eine der beiden ersten Steuereinrichtungen beherbergt, vor dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden, und das Gehäuse, das die andere der beiden ersten Steuereinrichtungen beherbergt, kann hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden. Ebenso kann das Gehäuse, das eine der beiden zweiten Steuereinrichtungen beherbergt, vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden, und das Gehäuse, das die andere der beiden zweiten Steuereinrichtungen beherbergt, kann hinter dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden. Alternativ können die beiden Gehäuse, die die erste und die zweite der beiden ersten Steuereinrichtungen beherbergen, hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden, und die beiden Gehäuse, die die erste und die zweite der beiden zweiten Steuereinrichtungen beherbergen, können vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet werden.

[0055] Zudem können in der obigen Konfiguration die Vielzahl der Kühler, die die erste und zweite Steuereinrichtung beherbergen, so an den Gehäusen angebracht werden, dass sie in einer ersten Richtung hervorstehen, die sowohl senkrecht zur Vorwärtsrichtung des Elektrofahrzeugs als auch zur Vertikalrichtung des Waggons des Elektrofahrzeugs verläuft.

Zweite Ausführungsform.

[0056] **Fig.** 10 ist eine Darstellung zur Erläuterung einer beispielhaften Installation eines Elektrofahrzeug-Antriebssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform. **Fig.** 10 zeigt ein Elektrofahrzeug 150B gemäß der zweiten Ausführungsform aus der Seitenansicht in Richtung der negativen Y-Achsenrichtung. Darüber hinaus zeigt **Fig.** 10 die beispielhafte Installation des Wagensteuerungsschemas. Es ist zu beachten, dass Bauteile, die mit denen in **Fig.** 3 identisch oder gleichwertig sind, mit denselben Bezugszeichen versehen sind wie die entsprechenden Bauteile in **Fig.** 3.

[0057] Unterschiede zwischen dem Elektrofahrzeug 150B gemäß der zweiten Ausführungsform, das in **Fig.** 10 dargestellt ist, und dem Elektrofahrzeug 150A gemäß der ersten Ausführungsform, das in **Fig.** 3 dargestellt ist, umfassen die Installationsposition und die Hervorsteh-Richtung der Kühler 270 und 271. Im Elektrofahrzeug 150A gemäß **Fig.** 3 sind die Kühler 270 und 271 jeweils so angebracht, dass sie in die +Y-Achsenrichtung oder die -Y-Achsenrichtung an der Seitenfläche des entsprechenden Gehäuses 260 oder 261 hervorstehen. Im Gegensatz dazu sind im Elektrofahrzeug 150B gemäß **Fig.** 10 die Kühler 270 und 271 jeweils so angebracht, dass sie in die -Z-Achsenrichtung an der Unterseite des entsprechenden Gehäuses 260 oder 261 hervorstehen.

[0058] Auch in der Konfiguration gemäß **Fig.** 10 sind der auf der Luvseite des relativen Luftstroms befindliche Kühler 270 und der auf der Leeseite befindliche Kühler 271 mit einer ausreichenden Trennungsentfernung angeordnet, sodass ein Effekt erzielt wird, der dem der Konfiguration gemäß **Fig.** 3 entspricht. Hinsichtlich des verfügbaren Raums unter dem Boden kann die Konfiguration gemäß **Fig.** 10 einfacher zu gestalten sein als die Konfiguration gemäß **Fig.** 3, falls in der Y-Achsenrichtung, also der horizontalen Breitenrichtung des Waggons, wenig Platz vorhanden ist, jedoch in der Z-Achsenrichtung, also der Höhenrichtung des Waggons, ausreichend Platz zur Verfügung steht. Daher können auch die beispielhaften Installationen gemäß **Fig.** 5 bis **Fig.** 7 die Konfiguration der zweiten Ausführungsform übernehmen.

[0059] Die in den obigen Ausführungsformen dargestellten Konfigurationen stellen jeweils ein Beispiel

dar, sodass bekannte Techniken kombiniert, die Ausführungsformen untereinander kombiniert oder die Konfigurationen teilweise weggelassen und/oder modifiziert werden können, ohne vom Schutzbereich der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

Bezugszeichenliste

[0060] 1 Oberleitung; 2 Stromabnehmer; 3 Rad; 4 Schiene; 5 Waggon; 10 Schalter; 11 Spule; 20 elektrische Leitung; 30 Steuerung; 40, 41 Wagen; 40a, 40b, 41a, 41b Achse; 50 Kondensator; 52 Entladungsschaltung; 60 Wechselrichter; 60U, 60V, 60W, 60X, 60Y, 60Z Halbleiterelement; 80, 81, 82, 83 Elektromotor; 100, 101, 102, 103, 120, 121, 251, 252 Steuereinrichtung; 150, 150A, 150B Elektrofahrzeug; 160 Aluminiumkühler; 162, 172 Seitenabschnitt; 170 Hindernis; 180 Positionsregelungseinheit; 200 Elektrofahrzeug-Antriebssystem; 250, 250A, 260, 261, 262, 263, 264, 265 Gehäuse; 253, 254, 270, 271, 272, 273, 274, 275 Kühler; 280 Einbaugrenze; F Vorwärtsrichtung; N negativer Anschluss; P positiver Anschluss.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 6494408 [0004]

Patentansprüche

1. Elektrofahrzeug-Antriebssystem, aufweisend eine Vielzahl von Steuereinrichtungen, die jeweils mindestens einen von vier Elektromotoren steuern, die vier Achsen von zwei Wagen eines Elektrofahrzeugs antreiben, wobei die Steuereinrichtungen jeweils aufweisen:
einen Wechselrichter, um Leistung an mindestens einen der Elektromotoren zu liefern; und
eine Steuerung, um den Wechselrichter zu steuern, der Wechselrichter zusammen mit der Steuerung in einem Gehäuse beherbergt ist,
das Gehäuse mindestens eine der Steuereinrichtungen beherbergt,
einen Kühler zum Kühlen des Wechselrichters unter Verwendung eines durch die Fahrt des Elektrofahrzeugs erzeugten relativen Luftstroms, der an dem Gehäuse angebracht ist, und
die Vielzahl der Steuereinrichtungen verteilt in der Nähe eines ersten Wagens, der sich auf einer Vorderseite des Elektrofahrzeugs in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, und in der Nähe eines zweiten Wagens, der sich auf einer Rückseite in Bezug auf die Vorwärtsrichtung befindet, angeordnet sind.

2. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der Steuereinrichtungen eine erste Steuereinrichtung, um zwei der auf dem ersten Wagen installierten Elektromotoren zu steuern, und eine zweite Steuereinrichtung aufweist, um zwei der auf dem zweiten Wagen installierten Elektromotoren zu steuern.

3. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach Anspruch 2, wobei
das Gehäuse, das die erste Steuereinrichtung beherbergt, hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist, und
das Gehäuse, das die zweite Steuereinrichtung beherbergt, vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist.

4. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der Steuereinrichtungen zwei erste Steuereinrichtungen aufweist, um individuell zwei der auf dem ersten Wagen installierten Elektromotoren zu steuern, und zwei zweite Steuereinrichtungen, um individuell zwei der auf dem zweiten Wagen installierten Elektromotoren zu steuern.

5. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach Anspruch 4, wobei
das Gehäuse, das eine der beiden ersten Steuereinrichtungen beherbergt, vor dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist,
das Gehäuse, das eine weitere der beiden ersten Steuereinrichtungen beherbergt, hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist,
das Gehäuse, das eine der beiden zweiten Steuereinrichtungen beherbergt, vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist, und
das Gehäuse, das eine weitere der beiden zweiten Steuereinrichtungen beherbergt, hinter dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet ist.

6. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach Anspruch 4, wobei
zwei der Gehäuse, die eine und eine weitere der beiden ersten Steuereinrichtungen aufweisen, hinter dem ersten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet sind, und
zwei der Gehäuse, die eine und eine weitere der beiden zweiten Steuereinrichtungen aufweisen, vor dem zweiten Wagen in Bezug auf die Vorwärtsrichtung angeordnet sind.

7. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei eine Vielzahl von Kühlern, die die erste und die zweite Steuereinrichtung beherbergen, jeweils an dem Gehäuse so angebracht sind, dass sie in eine erste Richtung hervorragen, die senkrecht zu sowohl der Vorwärtsrichtung als auch der Vertikalrichtung eines Waggons des Elektrofahrzeugs verläuft.

8. Elektrofahrzeug-Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei eine Vielzahl von Kühlern, die die erste und die zweite Steuereinrichtung beherbergen, jeweils an dem Gehäuse so angebracht sind, dass sie in eine vertikal nach unten gerichtete Richtung eines Waggons des Elektrofahrzeugs hervorragen.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

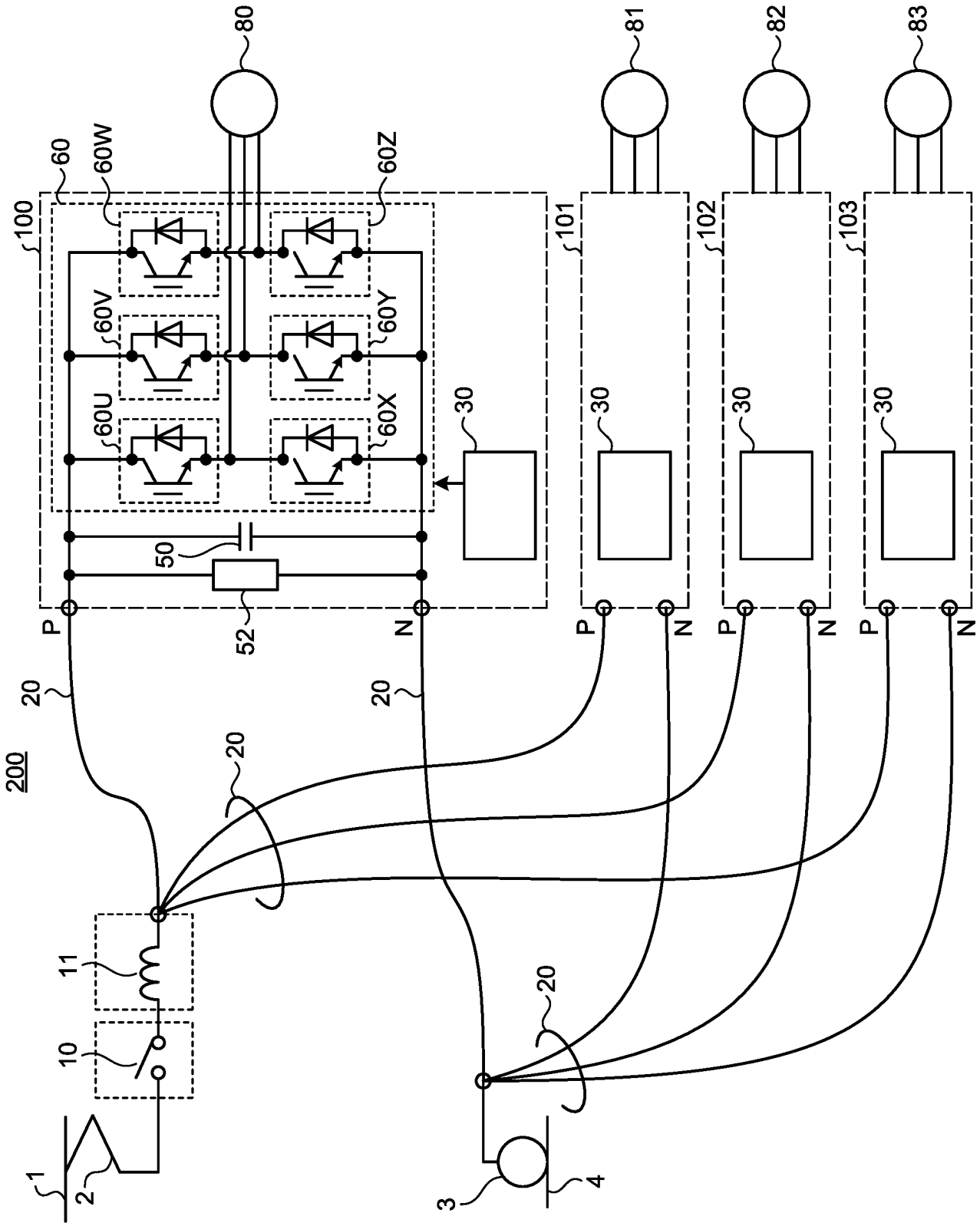


FIG.1

FIG.2

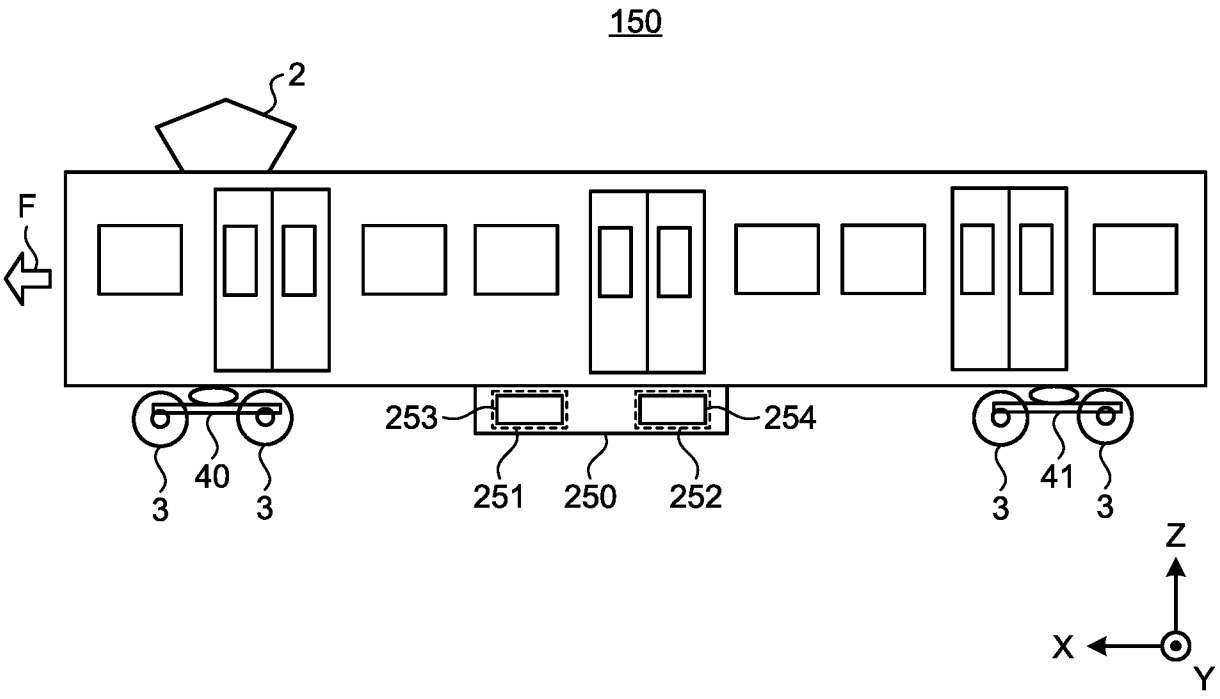

150
2
F
253
254
40
3
3
251
250
252
3
41
3
Z
X
Y

FIG.3

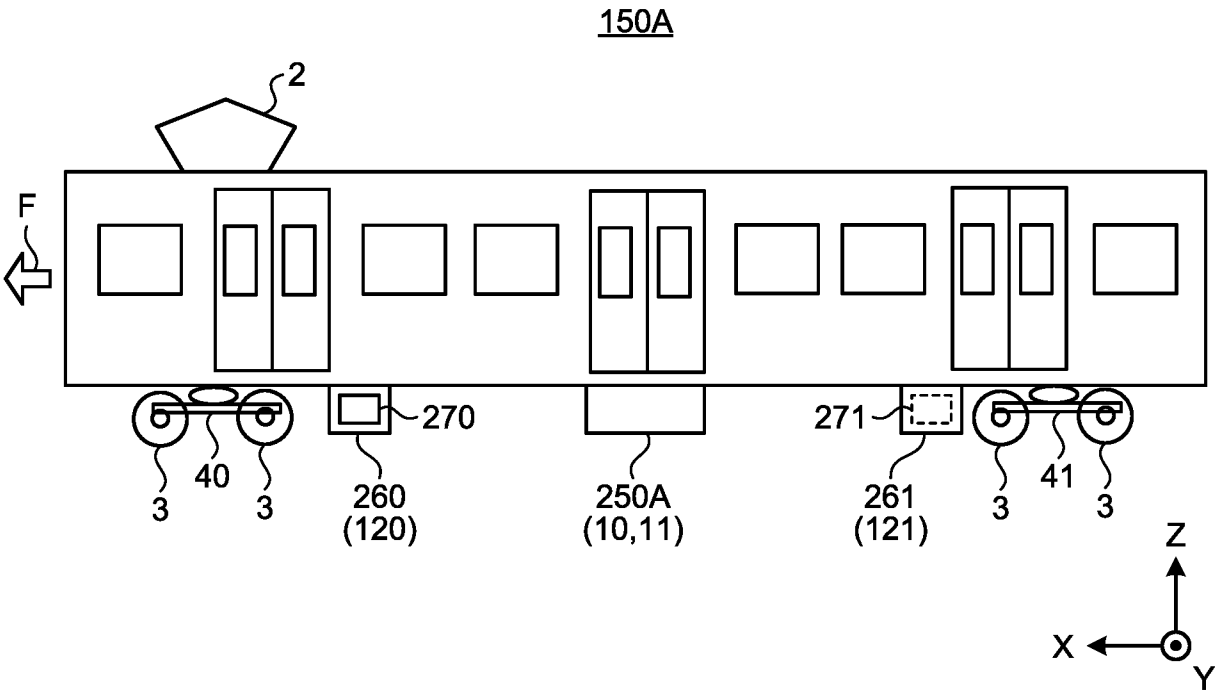

150A
2
F
270
271
40
3
3
260
(120)
250A
(10,11)
261
(121)
3
41
3
Z
X
Y

FIG.4

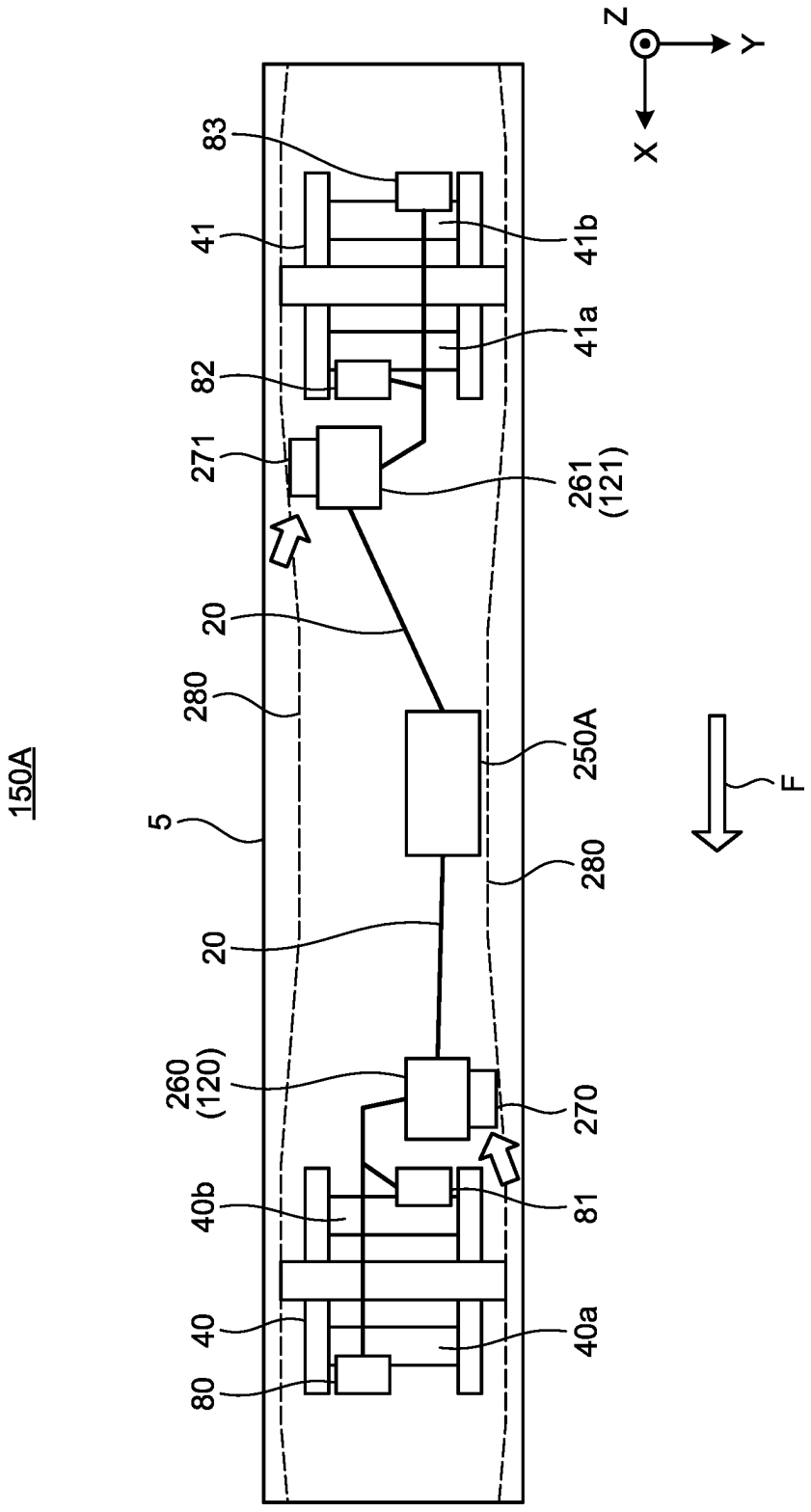

150A
5
83
41
41b
41a
82
271
261
(121)
20
280
250A
280
20
260
(120)
270
40b
81
40
40a
80
Z
Y
X
F

FIG.5

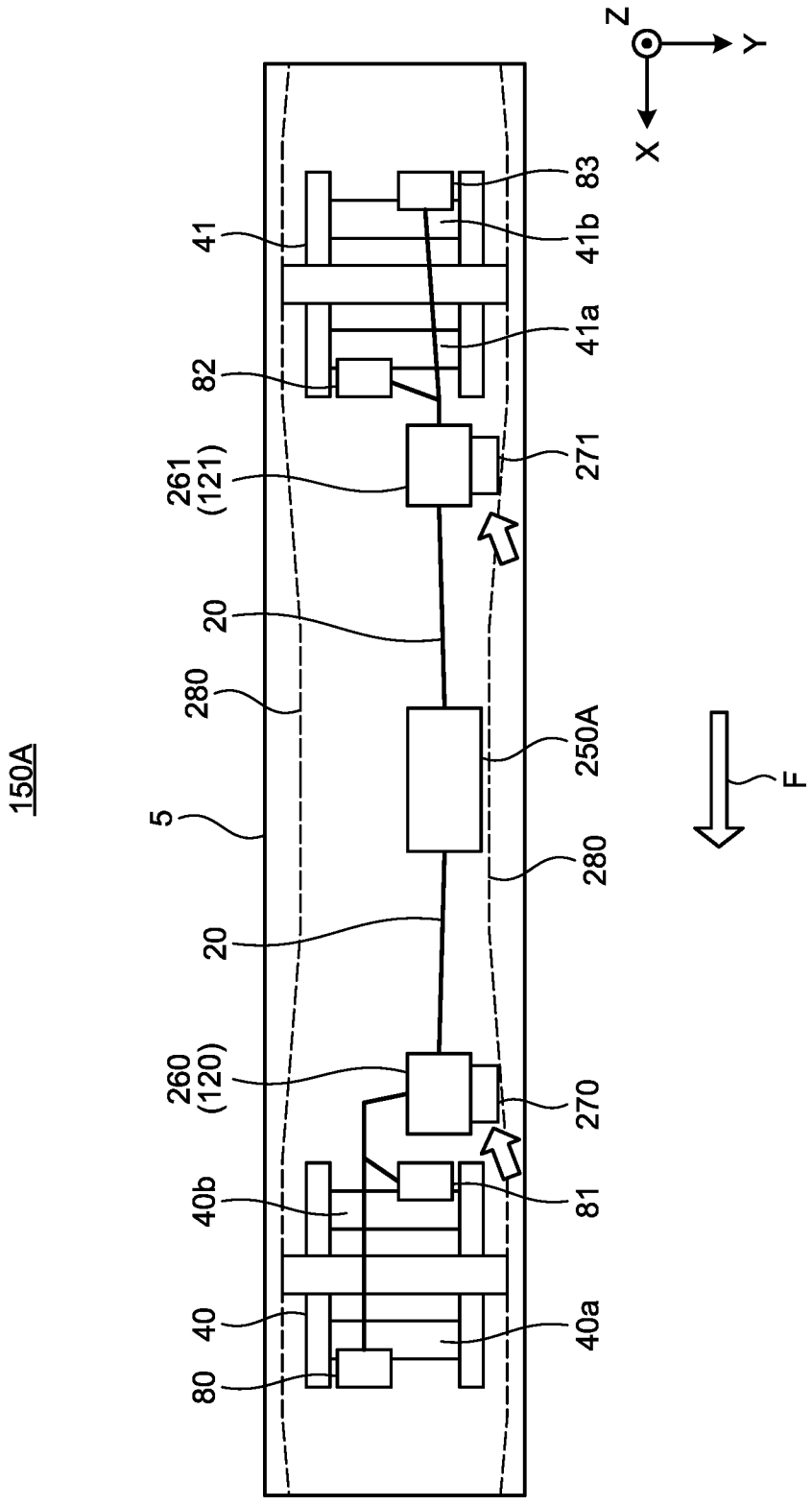

150A
5
41
82
261
(121)
20
280
20
260
(120)
40b
40
80
83
41b
41a
271
250A
280
270
81
40a
F
Z
Y
X

FIG.6

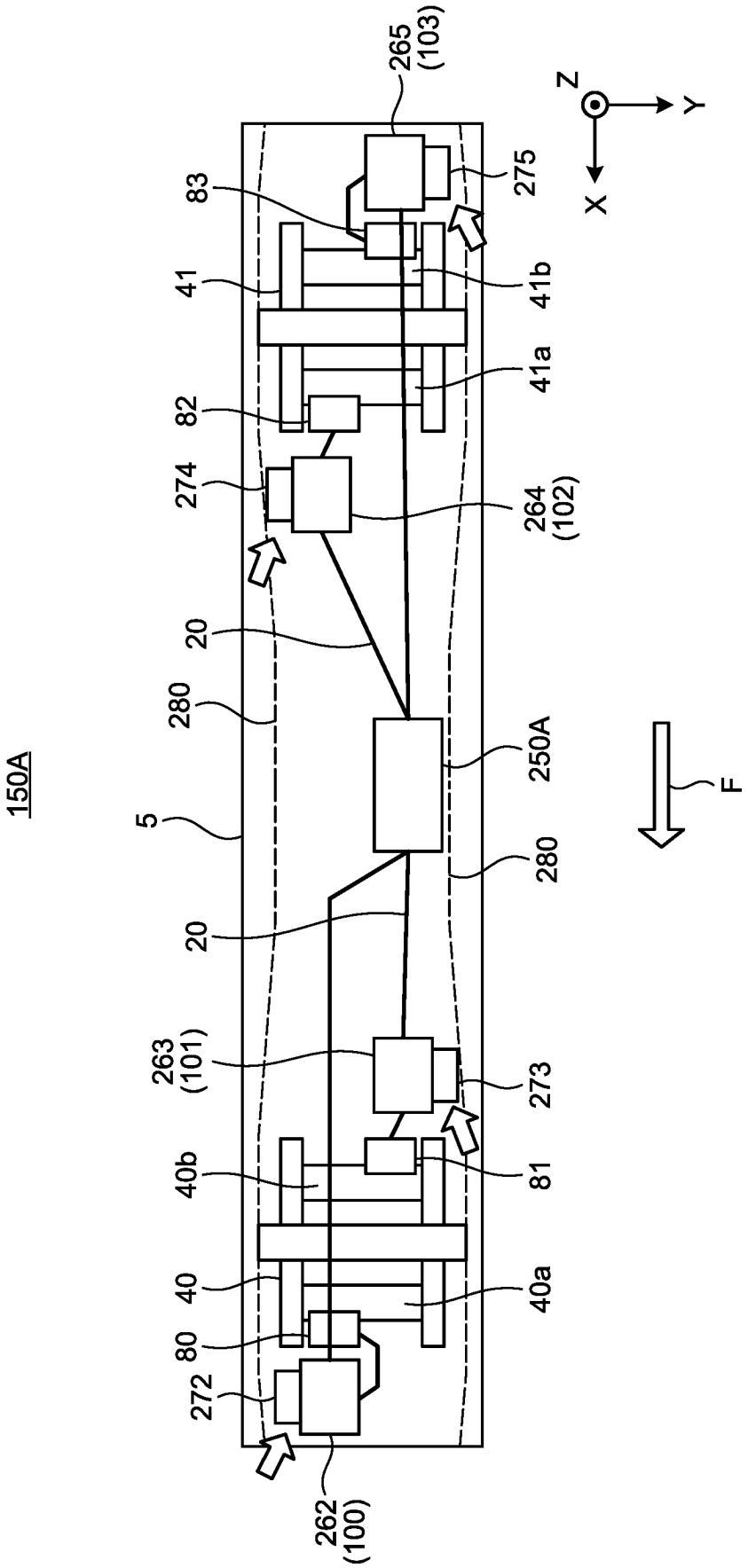

150A
265 (103)
275
83
41
41b
41a
82
274
264 (102)
20
280
250A
5
280
20
263 (101)
273
40b
81
40
40a
80
272
262 (100)
Z
Y
X
F

FIG.7

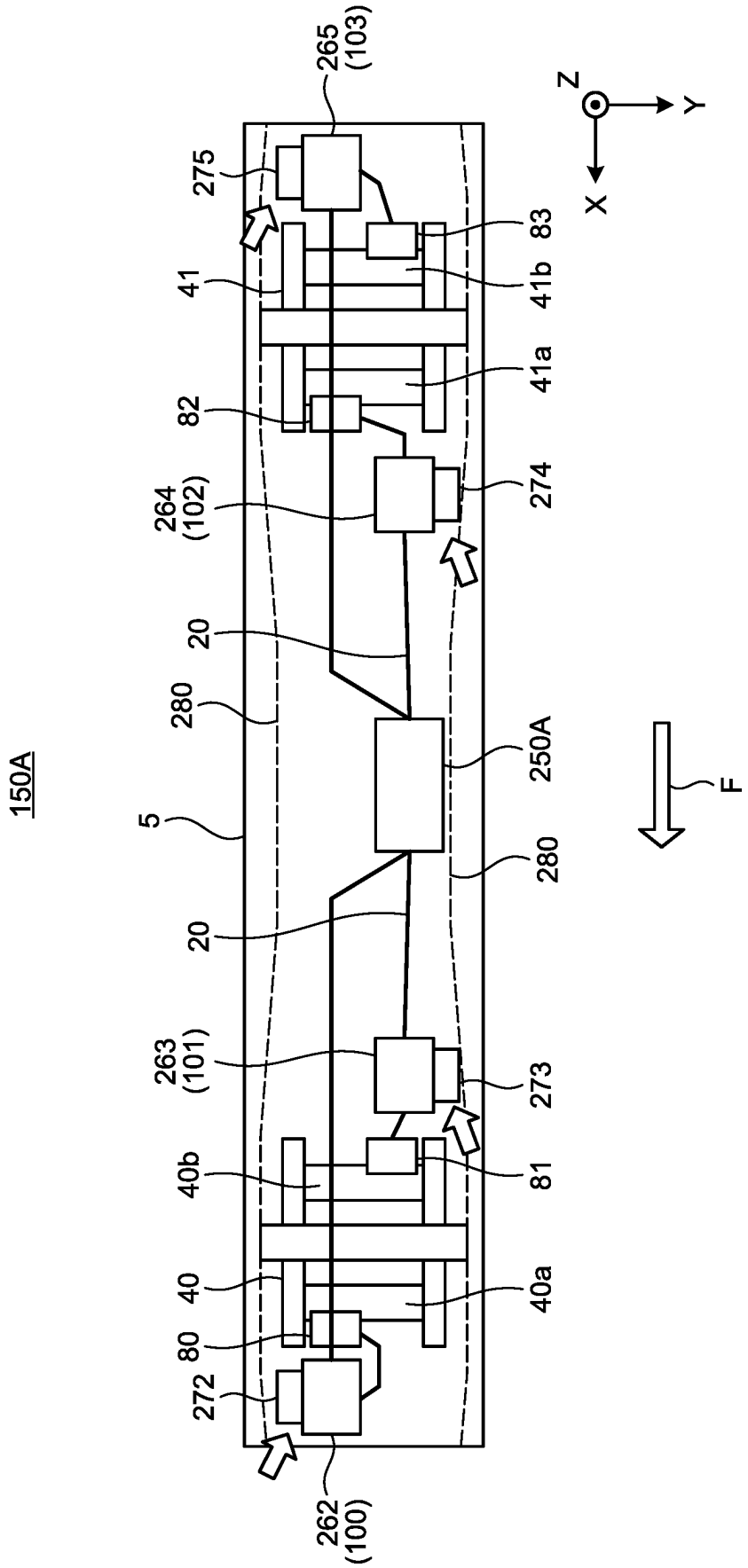
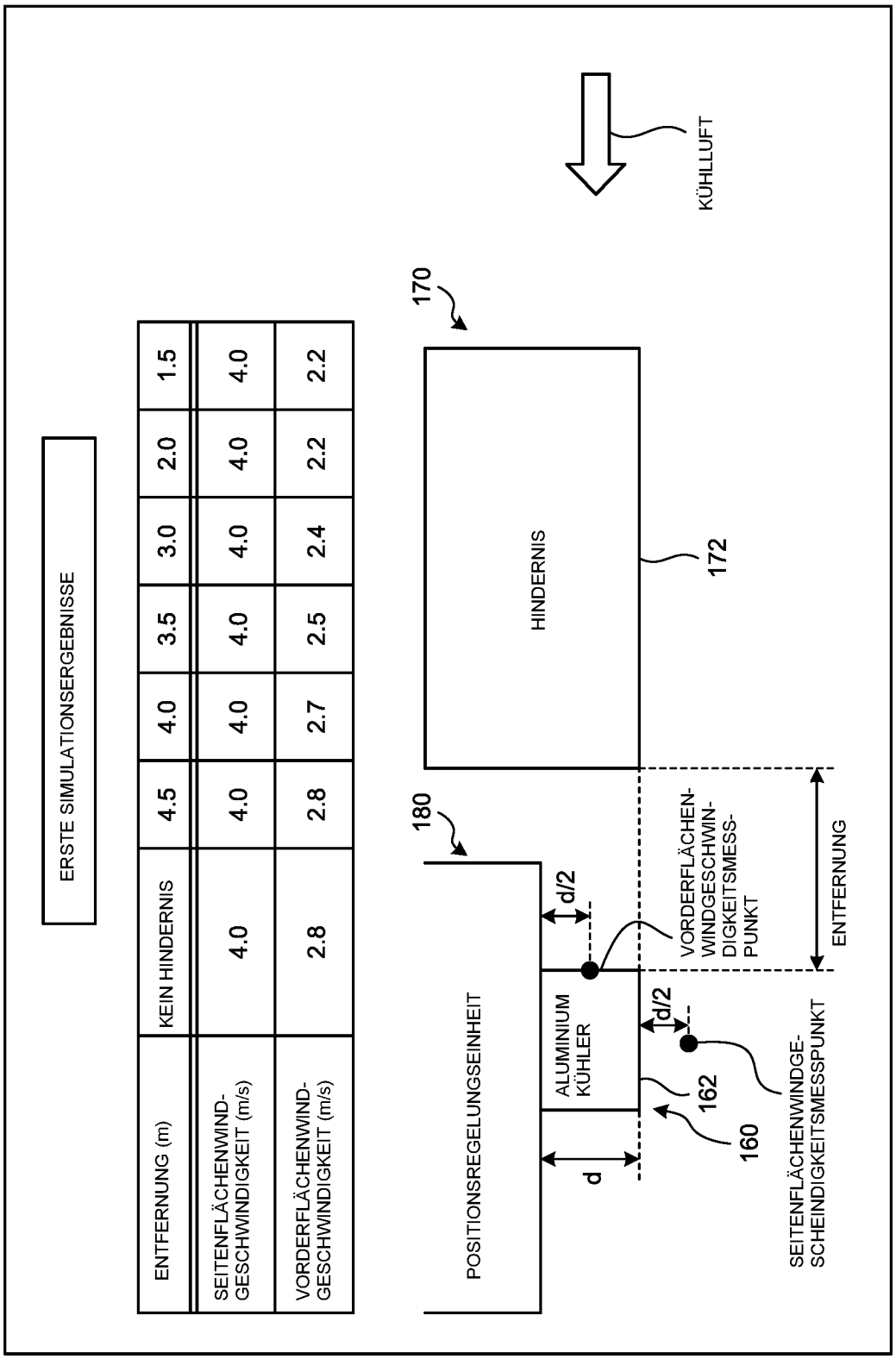

150A
265 (103)
275
41
82
264 (102)
20
280
5
20
263 (101)
40b
40
80
272
262 (100)
83
41b
41a
274
250A
280
273
81
40a
Z
Y
X
F

FIG.8



ENTFERNUNG (m)	KEIN HINDERNIS	4.5	4.0	3.5	3.0	2.0	1.5
SEITENFLÄCHENWIND-GESCHWINDIGKEIT (m/s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
VORDERFLÄCHENWIND-GESCHWINDIGKEIT (m/s)	2.8	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2	2.2

FIG.9

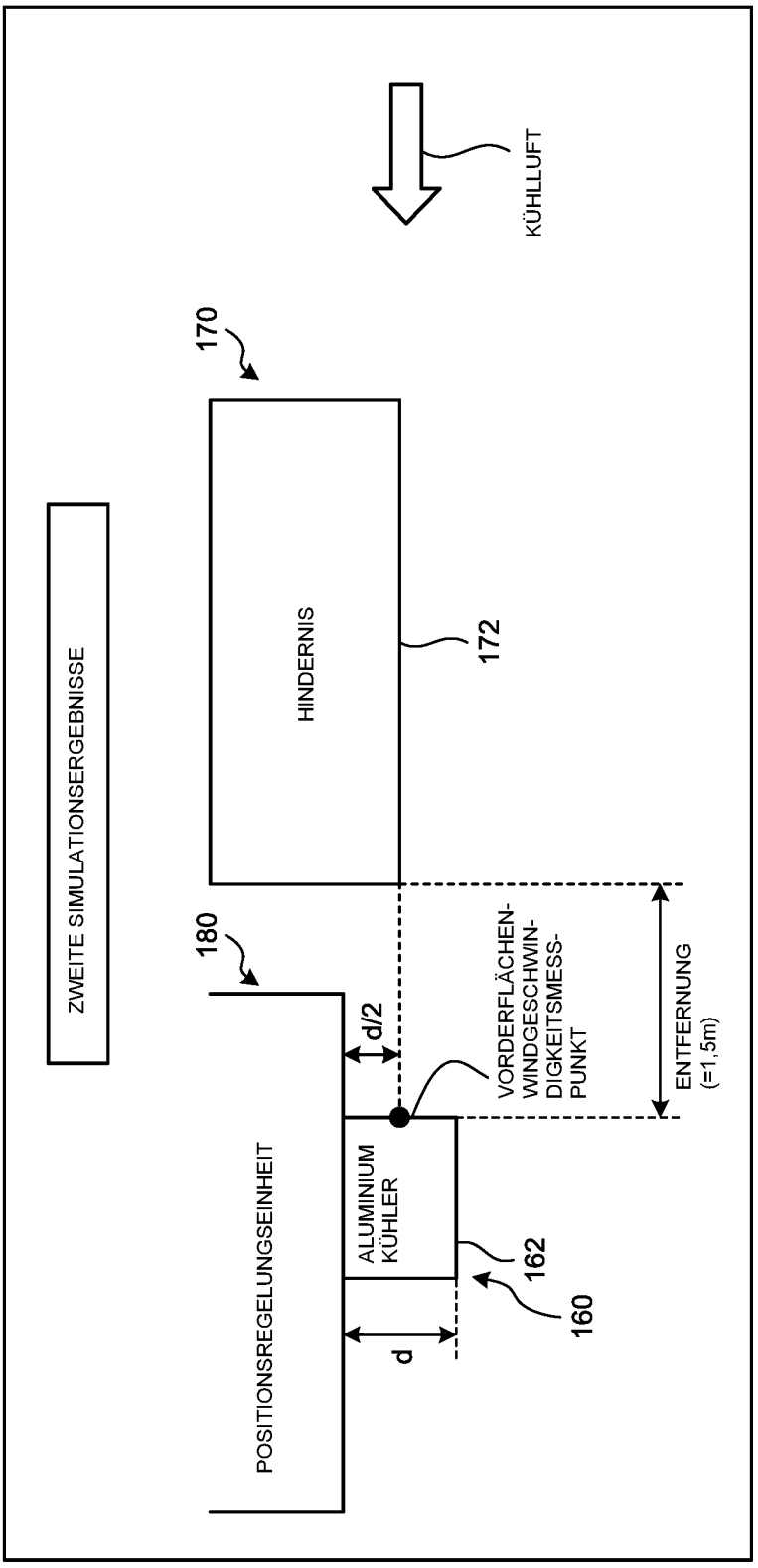
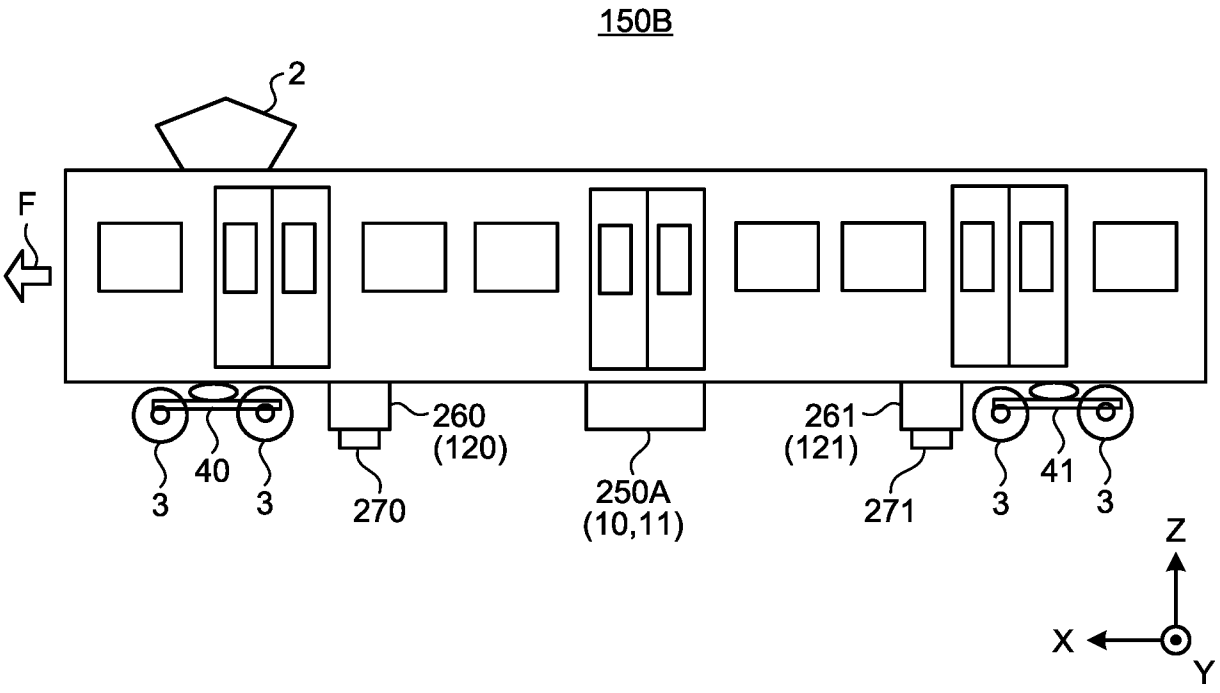

KÜHLLUFT
170
HINDERNIS
172
ZWEITE SIMULATIONSERGEBNISSE
180
d/2
VORDERFLÄCHEN-WINDGESCHWIN-DIGKEITSMESS-PUNKT
ENTFERNUNG (=1,5m)
POSITIONSREGELUNGSEINHEIT
ALUMINIUM KÜHLER
162
160
d

FIG.10



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.