



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 21 311 T2 2008.04.03**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 244 194 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02K 3/28 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 21 311.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 005 042.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.03.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.09.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.04.2008**

(30) Unionspriorität:  
**2001084685 23.03.2001 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

(72) Erfinder:  
**Umeda, Atsushi, Kariya-city, Aichi-pref., 448-8661, JP**

(74) Vertreter:  
**Kuhnen & Wacker Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising**

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren eines Wechselstromgenerators mit vorbestimmter Ausgangscharakteristik, durch die Auswahl des Verbindungspunkts einer Stern-Polygon-Statorwicklung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Wechselstromgenerators für Fahrzeuge.

**[0002]** Ein Fahrzeug-Alternator (Wechselstromgenerator) soll geringe Abmessungen aufweisen und eine angeforderte Leistung in Umdrehungen im unteren oder oberen Drehzahlbereich bereitstellen können. Um diesen Anforderungen zu genügen, wird die Anzahl der Windungen einer Statorwicklung eines Fahrzeug-Alternators geändert. Wenn in einem herkömmlichen Fahrzeug-Alternator **1** mit einer Statorwicklung **23** in Sternschaltung und einer Gleichrichtvorrichtung **5**, wie in [Fig. 12](#) gezeigt ist, jedoch nur die Anzahl der Windungen (T) der Statorwicklungen geändert wird, ändern sich auch die Ausgangskennlinien des Alternators, wie in [Fig. 13](#) gezeigt ist. In [Fig. 13](#) zeigen die jeweiligen Kurven A, B und C der Kennlinien die Ausgangskennlinie des Fahrzeug-Alternators, wenn die Anzahl der Windungen (T) der Statorwicklung **23** auf 3, 4 und 5 gesetzt wird. Da die Anzahl der Windungen von einer ganzzahligen Anzahl von Windungen zu einer anderen ganzzahligen Anzahl von Windungen geändert wird, wird die Ausgangskennlinie stufenweise geändert. Somit kann die gewünschte Ausgangskennlinie nicht erreicht werden.

**[0003]** Aus der EP 0 18 835 A1 sind Elektromotoren und Generatoren mit Statorwicklungskomponenten in Sternschaltung und Wicklungskomponenten in Dreieckschaltung bekannt, die in einer reinen Sternschaltung oder einen reinen Dreieckschaltung oder einer kombinierten Delta-/Sternschaltung verbunden werden können, um bestimmte Harmonische in dem resultierenden Dreiphasenfeld zu minimieren.

**[0004]** Die JP 56 125 955 A offenbart einen Elektromotor mit variabler Geschwindigkeit, der Vorsprungselemente für Ausgangsleitungen aus seinen Phasenwicklungen aufweist, die eine Konfiguration der Statorwicklung in Form einer zu einem Dreieck erweiterten Seitenleitung ermöglichen, um eine geeignete Drehmomentkennlinie auszuwählen.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Wechselstromgenerators für Fahrzeuge zum reibungslosen Erreichen einer gewünschten Ausgangskennlinie zu schaffen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

**[0007]** Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den Gegenständen der Ansprüche 2 bis 5.

**[0008]** Somit weist die rotierende elektrische Maschine, die durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung erzeugt worden ist, eine Mehrphasenwicklung auf, die eine Mehrzahl von Phasenwicklungen aufweist, die in einer Mehrzahl von Schlitzen eines Statorkerns an vorbestimmten Intervallen gewickelt sind. Die Mehrphasenwicklung wird durch zyklisches Verbinden von einem Ende von einer Phasenwicklung mit einem anderen Mittelpunkt als den beiden Enden einer anderen Phasenwicklung ausgebildet. Somit bilden die Phasenwicklungen beide die Dreieckschaltung und die Sternschaltung in der Statorwicklungsanordnung. Die in der Dreieckschaltung verbundenen Wicklungen entsprechen im Wesentlichen den Wicklungen, die zu einer Sternschaltung mit einer Anzahl von Windungen multipliziert mit  $1/\sqrt{3}$  verbunden sind. Somit ist die Anzahl der Windungen der Mehrphasenwicklung bei der Umwandlung mit der der Sternschaltung gleich der Anzahl von Windungen des Sternschaltungsbereichs, zu der eine Anzahl von Windungen hinzuaddiert wird, die durch Multiplizieren einer Anzahl von Windungen des Dreieckschaltungsbereichs mit  $1/\sqrt{3}$  erzeugt wird. Daher kann ein Verhältnis der Windungsanzahl des Sternschaltungsbereichs zum Dreieckschaltungsbereichs in kleinen Intervallen geändert werden, indem nur eine Position des Mittelpunkts geändert wird, die mit zwei der Phasenwicklungen verbunden ist.

**[0009]** Wenn das Verhältnis geändert wird, wird insbesondere nur die Position des Mittelpunkts, der den Bereich zum Verbinden von zwei der Phasenwicklungen darstellt, geändert. Daher ist es nicht erforderlich, eine erhebliche Veränderung an der Fertigungseinrichtung vorzunehmen, und der Kostenaufwand kann entsprechend der Vereinfachung der Fertigungseinrichtung reduziert werden.

**[0010]** Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachstehenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung besser verständlich. Es zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Fahrzeug-Alternators gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0012]** [Fig. 2](#) ein Verdrahtungsdiagramm, das eine Verbindung einer Statorwicklung und einer Gleichrichtvorrichtung in der Ausführungsform darstellt;

**[0013]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht, die Leitersegmente der Statorwicklung in der Ausführungsform darstellt;

**[0014]** [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht, die einen Zustand des Integrierens der Leitersegmente in der Ausführungsform darstellt;

[0015] [Fig. 5](#) eine Teilschnittansicht, die einen Stator in der Ausführungsform darstellt;

[0016] [Fig. 6](#) eine perspektivische Teilansicht, die den in der Ausführungsform dargestellten Stator darstellt;

[0017] [Fig. 7](#) eine perspektivische Teilansicht, die den Stator in der Ausführungsform darstellt;

[0018] [Fig. 8](#) einen Graphen, der eine Ausgangskennlinie des Fahrzeug-Alternators gemäß der Ausführungsform darstellt;

[0019] [Fig. 9](#) ein Verdrahtungsdiagramm, das einen Fahrzeug-Alternator unter Verwendung von zwei Sätzen der Dreiphasenwicklungen mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel gemäß einer Modifizierung der Ausführungsform darstellt;

[0020] [Fig. 10](#) ein Verdrahtungsdiagramm, das eine Statorwicklung unter Verwendung von zwei Arten von Phasenwicklungen mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel gemäß einer anderen modifizierten Ausführungsform darstellt;

[0021] [Fig. 11](#) ein Verdrahtungsdiagramm, das eine Statorwicklung unter Verwendung von zwei Arten von Phasenwicklungen mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel gemäß einer weiteren modifizierten Ausführungsform darstellt;

[0022] [Fig. 12](#) ein Verdrahtungsdiagramm, das einen herkömmlichen Fahrzeug-Alternator darstellt; und

[0023] [Fig. 13](#) einen Graphen, der eine Ausgangskennlinie eines herkömmlichen Fahrzeug-Alternators darstellt:

Es wird zunächst auf [Fig. 1](#) Bezug genommen, wo ein Fahrzeug-Alternator **1** einen Stator **2**, einen Rotor **3**, einen Rahmen **4**, eine Gleichrichtvorrichtung **5** und dergleichen beinhaltet.

[0024] Der Stator **2** beinhaltet einen Statorkern **22**, eine Statorwicklung **23**, die auf dem Statorkern **22** befestigt ist, und einen Isolator **24** zum elektrischen Isolieren des Statorkerns **22** von der Statorwicklung **23**. Der Statorkern **23** wird durch Stapeln von dünnen Stahlplatten gebildet und ist mit einer Mehrzahl von Schlitzen auf einer Umfangsseite in Form eines kreisförmigen Rings ausgebildet.

[0025] Der Rotor **3** ist mit einer Welle **6** einstückig drehbar und beinhaltet einen Lundell-Polkern **7**, eine Feldwicklung **8**, Schleifringe **9** und **10**, einen Halb-Radiallüfter **11** und einen Radiallüfter **12** zum Kühlen und dergleichen. Die Welle **6** ist mit einer Riemenscheibe **20** verbunden und wird drehbar durch einen Motor (nicht dargestellt) angetrieben, der am

Fahrzeug angebracht ist.

[0026] Der Rahmen **4** beinhaltet den Stator **2** und den Rotor **3**, lagert den Rotor **3** in einem drehbaren Zustand um die Welle **6** und ist am Stator **2** angebracht, der auf einer äußeren Umfangsseite des Polkerns **7** des Rotors **3** mit einem dazwischen vorliegenden vorbestimmten Abstand angeordnet ist. Der Rahmen **4** weist einen Vorderrahmen **4A** und einen Hinterrahmen **4B** auf, die durch eine Mehrzahl von Befestigungsschrauben **43** befestigt sind, um dadurch den Stator **3** und dergleichen zu lagern. Die Gleichrichtvorrichtung **5** ist mit Leitungsdrähten verbunden, die sich von den Statorwicklungen **23** erstrecken, um die Dreiphasen-Wechselstromspannungen, die durch die Statorwicklungen **23** angelegt werden, einer Dreiphasen-Vollwellen-Gleichrichtung zu unterziehen, um in eine Gleichstromspannung umgewandelt zu werden.

[0027] Gemäß dem Fahrzeug-Alternator **1** mit der vorstehenden Struktur wird der Rotor **3** in einer vorbestimmten Richtung gedreht, wenn die Drehkraft vom Motor (nicht dargestellt) auf die Riemenscheibe **20** über einen Riemen oder dergleichen übertragen wird. Durch Anlegen einer Erregerspannung von außerhalb der Feldwicklung **8** des Rotors **3** in einem Zustand, in dem die jeweiligen klauenartigen Magnetpolbereiche des Polkerns **7** erregt werden, können Dreiphasen-Wechselstromspannungen an den Statorwicklungen **23** erzeugt werden und die vorbestimmte Gleichstromleistung wird von einem Ausgangsanschluss der Gleichrichtvorrichtung **5** ausgegeben.

[0028] Der Fahrzeug-Alternator **1** ist mit Dreiphasenwicklungen umwickelt, die drei der Phasenwicklungen einer Durchmesserwicklung aufweist, die drei Phasendifferenzen von 120 im elektrischen Winkel wie die Statorwicklung **23** aufweist. Die Anzahl der Magnetpole beträgt beispielsweise 16 und in Entsprechung dazu ist die Anzahl von Schlitzen **25** ([Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) des Stators **2** bei 48 angesetzt.

[0029] Die Anzahl von Windungen einer jeweiligen der Dreiphasenwicklungen entsprechen einander, und ein jeweiliger der Schlitze **25** des Statorkerns **22** enthält eine entsprechende Anzahl von Wicklungsleitern ([Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)). Gemäß der Ausführungsform sind 4 Teile der elektrischen Leiter in dem jeweiligen Schlitz **25** enthalten. Im Allgemeinen ist die „Anzahl von Windungen“ als die Anzahl von Leitern definiert, die pro Pol in Reihe geschaltet sind. Die Kennlinien der rotierenden Maschine, die durch in Reihe erfolgendes Zusammenaddieren einer Anzahl von Polen definiert sind, sind praktisch durch eine Gesamtanzahl von Leitern bestimmt. Somit wird die Anzahl der in Reihe geschalteten Leiter (Polanzahl x Anzahl der Windungen) in der nachstehenden Beschreibung verwendet. Im Fall von 16 Polen und einer Anzahl

von Windungen pro Schlitz von 4 wird die Anzahl der Reihen-Leiter zu 64.

**[0030]** Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist die jeweilige Phasenwicklung mit einem Mittelpunkt **23C** versehen, der nicht notwendigerweise ein auf halbem Wege befindlicher Punkt ist, sondern ein beliebiger anderer Punkt als ein Ende **23A** des Wicklungsbeginns und ein Ende **23B** des Wicklungsabschlusses ist. Der Mittelpunkt **23C** der jeweiligen Phasenwicklung ist mit dem Ende **23A** des Wicklungsbeginns oder dem Ende **23B** der Wicklungsabschlusses der anderen Phasenwicklung verbunden. Wenn gemäß der Ausführungsform die jeweiligen Phasen der Dreiphasenwicklungen als X-Phase, Y-Phase und Z-Phase definiert sind, sind der Mittelpunkt **23C** der Phasenwicklung der X-Phase und das Ende **23B** des Wicklungsabschlusses der Phasenwicklung der Y-Phase miteinander verbunden. Desgleichen sind der Mittelpunkt **23C** der Phasenwicklung der Y-Phase und das Ende **23B** des Wicklungsabschlusses der Phasenwicklung der Z-Phase miteinander verbunden. Der Mittelpunkt **23C** der Phasenwicklung der Z-Phase und das Ende **23B** des Wicklungsabschlusses der Phasenwicklung der X-Phase sind miteinander verbunden. Das heißt, dass der Mittelpunkt einer jeweiligen Phasenwicklung mit dem Ende des Wicklungsabschlusses der anderen Phasenwicklung in der Richtung im Uhrzeigersinn in [Fig. 2](#) zyklisch verbunden ist.

**[0031]** Weiter wird gemäß der jeweiligen Phasenwicklung die Position des Mittelpunkts **23C** so eingestellt, dass bei der Anzahl „64“ der Reihenleiter „48“ vom Ende des Wicklungsbeginns **23A** bis zum Mittelpunkt **23C** und „16“ vom Mittelpunkt **23C** bis zum Ende des Wicklungsabschlusses **23B** gebildet wird. Nachdem die vorstehende Verbindung ausgeführt worden ist, werden die Leitungsdrähte, die sich von den Enden **23A** des Wicklungsbeginns der jeweiligen Phasenwicklungen erstrecken, mit der Gleichrichtungsvorrichtung **5** verbunden.

**[0032]** Die Statorwicklung **23** ist wie in [Fig. 3](#) gezeigt konstruiert und im Stator **22** angeordnet, wie in [Fig. 4–Fig. 7](#) gezeigt ist.

**[0033]** Die Statorwicklung **23**, die im Schlitz **25** des Statorkerns **22** montiert ist, besteht aus einer Mehrzahl von elektrischen Leitern, und der jeweilige Schlitz **25** beinhaltet eine gerade Anzahl (4 Stück gemäß der Ausführungsform) von elektrischen Leitern. Ferner sind die 4 elektrischen Leiter in dem einzelnen Schlitz **25** in einer Reihenfolge von einer inneren Endlage, einer inneren Mittellage, einer äußeren Mittellage und einer äußeren Endlage von einer Innenseite in Bezug auf eine Durchmesserrichtung des Statorkerns **23**, wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist, in einer Reihe ausgerichtet.

**[0034]** Ein elektrischer Leiter **231a** einer inneren Endlage an der Innenseite von einem Schlitz **25** ist mit einem elektrischen Leiter **231b** einer äußeren Endlage an der Innenseite des anderen Schlitzes **25** des Statorkerns **22** von dem elektrischen Leiter **231a** durch eine Magnetpolteilung (3 Schlitze) in der Richtung im Uhrzeigersinn entfernt gepaart. Desgleichen ist ein elektrischer Leiter **232a** einer inneren Mittellage an der Innenseite von einem Schlitz **25** mit einem elektrischen Leiter **232b** einer äußeren mittleren Lage an der Innenseite des anderen Schlitzes **25** des Statorkerns **22** vom elektrischen Leiter **232a** durch eine Magnetpolteilung in der Richtung im Uhrzeigersinn entfernt gepaart. Ferner sind die gepaarten elektrischen Leiter durch Verwendung von ununterbrochenen Leitungen auf der Seite einer Endfläche in einer axialen Richtung des Statorkerns **22** mittels Windungsbereichen **231c** und **232c** verbunden.

**[0035]** Auf der Seite der einen Endfläche des Statorkerns **22**, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, beinhaltet daher die ununterbrochene Leitung zum Verbinden des elektrischen Leiters **231b** der äußeren Endlage und des elektrischen Leiters **231a** der inneren Endlage mittels des Windungsbereichs **231c** die durchgehende Leitung, die den elektrischen Leiter **232b** der äußeren mittleren Lage und den elektrischen Leiter **232a** der inneren mittleren Lage mittels des Windungsbereichs **232c** verbindet. Auf diese Weise ist auf der einen Seite des axialen Endes des Statorkerns **22** der Windungsbereich **232c** als ein Verbindungsbereich der gepaarten elektrischen Leiter durch den Windungsbereich **231c** als ein Verbindungsbereich der anderen gepaarten elektrischen Leiter umgeben, die im Inneren des gleichen Schlitzes **25** enthalten sind. Durch Verbinden des elektrischen Leiters **232b** der äußeren mittleren Lage und des elektrischen Leiters **232a** der inneren mittleren Lage wird ein Spulende der mittleren Lage ausgebildet. Durch Verbinden des elektrischen Leiters **231b** der äußeren Endlage und des elektrischen Leiters **231a** der inneren Endlage wird ein Endlagen-Spulende ausgebildet.

**[0036]** Der elektrische Leiter **232a** der inneren mittleren Lage an der Innenseite von einem Schlitz **25** ist ebenfalls mit einem elektrischen Leiter **231a'** einer inneren Endlage von einem anderen Schlitz **25** des Statorkerns **22**, vom elektrischen Leiter **232a** um eine Magnetpolteilung in der Richtung um Uhrzeigersinn entfernt gepaart. Desgleichen ist auch ein elektrischer Leiter **231'b** einer äußeren Endlage an der Innenseite von einem Schlitz **25** mit dem elektrischen Leiter **232b** der äußeren mittleren Lage an der Innenseite von einem anderen Schlitz **25** des Statorkerns **22**, vom elektrischen Leiter **231b'** um eine Magnetpolteilung in der Richtung im Uhrzeigersinn entfernt gepaart. Ferner sind diese elektrischen Leiter auf einer anderen Endflächenenseite in der axialen Richtung des Statorkerns **22** verbunden.

**[0037]** Somit sind auf der anderen Seite der axialen Endfläche des Statorkerns **22**, wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist, ein Verbindungsbereich **233b** an der äußeren Seite zum Verbinden des elektrischen Leiters **231b'** der äußeren Endlage und des elektrischen Leiters **232b** der äußeren mittleren Lage und ein Verbindungsbereich **233a** an der Innenseite zum Verbinden des elektrischen Leiters **231a'** der inneren Endlage und des elektrischen Leiters **232a** der inneren Mittellage in einem Zustand angeordnet, in dem sie voneinander in einer Durchmesserichtung und einer Umfangsrichtung verschoben werden. Durch Verbinden des elektrischen Leiters **231b'** der äußeren Endlage und des elektrischen Leiters **232b** der äußeren Mittellage und Verbinden des elektrischen Leiters **231a'** der inneren Endlage und des elektrischen Leiters **232a** der inneren Mittellage, werden zwei einer ununterbrochenen Lage bestehende Spulenenden auf unterschiedlichen konzentrischen Kreisen angeordnet.

**[0038]** Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, sind ferner der elektrische Leiter **231a** der inneren Endlage und der elektrische Leiter **231b** der äußeren Endlage durch ein großes Segment **231b** bereitgestellt, das durch Ausbilden einer Reihe von elektrischen Leitern im Wesentlichen in einer U-Form gebildet wird. Ferner werden der elektrische Leiter **232a** der inneren Mittellage und der elektrische Leiter **232b** der äußeren Mittellage durch ein kleines Segment **232** bereitgestellt, das durch Ausbilden einer Reihe von elektrischen Leitern im Wesentlichen in einer U-Form gebildet wird. Ein Leitersegment **230** in U-artiger Form, das eine Basiseinheit bildet, wird mit einem großen Segment **231** und dem kleinen Segment **232** gebildet.

**[0039]** Die jeweiligen Segmente **231** und **232** sind mit Bereichen, die an der Innenseite des Schlitzes **25** enthalten sind und entlang der axialen Richtung verlaufen, und mit geneigten Bereichen **231f**, **231g**, **232f** und **232g** als Biegebereiche versehen, die sich so erstrecken, dass sie sich um vorbestimmte Winkel relativ zur axialen Richtung neigen. Durch die geneigten Bereiche wird eine Gruppe von Spulenenden gebildet, die vom Statorkern **22** zu den beiden Endflächen in der axialen Richtung abstehen. Die Strömungswege der Kühlluft, die erzeugt wird, wenn der Halbradiallüfter **11** und der Radiallüfter **12**, die an beiden Endflächen in der axialen Richtung des Rotors **3** angebracht sind, gedreht werden, sind hauptsächlich zwischen den geneigten Bereichen ausgebildet. Die Strömungswege der Kühlluft sind zudem auch zusammen mit Leitungsdrähten der Statorwicklung **23** angeordnet.

**[0040]** Die vorstehende Konstruktion wird auf die Leitersegmente **230** aller Schlitzes **25** angewendet. Zudem sind in einer Gruppe von Spulenenden auf einer Seite des Nichtwindungsbereichs ein Endbereich **231e'** der äußeren Endlage und ein Endbereich **232e** der äußeren Mittellage sowie ein Endbereich **232d**

der inneren Mittellage und ein Endbereich **231d'** der inneren Mittellage jeweils durch Schweißen, Ultraschallschweißen, Bogenschweißen, Löten oder dergleichen zusammengefügt, um dadurch den Verbindungsbereich **233b** der Außenseite und den Verbindungsbereich **233a** der Innenseite zu bilden und elektrisch zu verbinden.

**[0041]** Die Statorwicklung **23**, die im Stator **2** des Fahrzeug-Alternators **1** gemäß der Ausführungsform beinhaltet ist, wird mit einem Dreieckschaltungsbereich bereitgestellt, der durch Verwendung von Bereichen der jeweiligen Phasenwicklung durch zyklisches Verbinden des Mittelpunkts **23C** von einer Phasenwicklung und des Endes **23b** des Wicklungsabschlusses der anderen Phasenwicklung für alle Phasenwicklungen gebildet wird. Wie hinreichend bekannt ist, wird eine am Dreieckschaltungsbereich erzeugte Leitungsspannung zu  $1/\sqrt{3}$  (Quadratwurzel von 3) mal den Betrag einer Leitungsspannung, die am Sternschaltungsbereich erzeugt wird. Das heißt, dass der Dreieckschaltungsbereich gleich dem Sternschaltungsbereich einer Anzahl von Reihenleitern mit einem Multiplikationsfaktor von  $1/\sqrt{3}$  ist.

**[0042]** Daher wird gemäß der Ausführungsform die Anzahl der Reihenleiter des Dreieckschaltungsbereichs zu 9,2 ( $= 16 \times (1/\sqrt{3})$ ) Stück, was bei der Umwandlung der der Sternschaltung entspricht. Der Sternschaltungsbereich mit der Reihenleiteranzahl von 48 ist mit dem Dreieckschaltungsbereich in Reihe geschaltet. Somit wird die Reihenleiteranzahl der Gesamtheit der Statorwicklung **23** zu 57,2 Stück, die bei der Umwandlung der der Sternschaltung entspricht. Auf diese Weise kann die wesentliche Anzahl der Reihenleiter von 64 im Fall der herkömmlichen Sternschaltung, die nicht mit dem Dreieckschaltungsbereich versehen ist, zu 57,2 (was 3,6 Windungen entspricht) geändert werden, während die Anzahl der Leiter an der Innenseite des Schlitzes **25** bei 4 Stück für alle Schlitzes **25** bestehen bleibt.

**[0043]** [Fig. 8](#) ist ein Graph, der eine Ausgangskennlinie des Fahrzeug-Alternators gemäß der Ausführungsform darstellt. In dieser Figur zeigen die Kurven A und B der Kennlinien die Ausgangskennlinien des herkömmlichen Fahrzeug-Alternators, wenn die Anzahl der Windungen der Statorwicklung in Sternschaltung auf 3 und 4 angesetzt ist. Die Kurve D der Kennlinie zeigt eine Ausgangskennlinie des Fahrzeug-Alternators **1** gemäß der Ausführungsform in Entsprechung zu 3,6 Windungen. Auf diese Weise kann gemäß dem Fahrzeug-Alternator **1** der Ausführungsform eine Zwischen-Ausgangskennlinie zum schrittweisen Glätten der Ausgangskennlinien bereitgestellt werden, die im Fall der Verwendung der Statorwicklung bereitgestellt werden kann, die eine Anzahl von Windungen aus ganzzahligen Werten wie bei dem herkömmlichen Fahrzeug-Alternator aufweist.

**[0044]** Ferner kann durch Ändern der Position des Mittelpunkts **23C** der jeweiligen Phasenwicklungen, die in der Phasenwicklung **23** beinhaltet sind, eine Rate der jeweiligen Anzahlen von Reihenleitern (Anzahl von Windungen) des Dreieckschaltungsbereichs und des Sternschaltungsbereichs willkürlich geändert werden. Daher kann die wesentliche Anzahl von Reihenleitern in dem Fall, dass sie in eine Sternschaltung umgewandelt werden, willkürlich geändert werden. Das heißt, dass die jeweiligen Phasenwicklungen, die in der Statorwicklung **23** beinhaltet sind, durch in Reihe Schalten von 64 Stück der Leitersegmente **230** gebildet werden. Daher können die Positionen der Mittelpunkte **23C** auf 64 Arten geändert werden, und es können 64 Arten von Ausgangskennlinien durch Ändern der Positionen der Mittelpunkte **23C** bereitgestellt werden. Daher wird die Freiheit beim Ändern der Ausgangskennlinie, die nur schrittweise durch Ändern der Anzahl von Windung auf herkömmliche Weise geändert werden kann, deutlich verstärkt.

**[0045]** Da die Anzahl der Leiter an der Innenseite des Schlitzes **25** auf die gleiche Anzahl „4“ angesetzt wird, kann ferner eine dazugehörige Wicklungs-Besetzungsrate für alle Schlitzes **25** angesetzt werden, selbst wenn die Vibration von außerhalb ausgeübt wird, und es kann verhindert werden, dass die Leiter im Inneren des Schlitzes **25** stark vibrieren, und die Zuverlässigkeit des Fahrzeug-Wechselstromerzeugers **1** kann erhöht werden.

**[0046]** Zudem wird in dem Fall, dass die Anzahl der Windungen geändert werden, um die Ausgangskennlinien wie in der herkömmlichen Maschine variabel zu gestalten, wird normalerweise eine Querschnittsfläche des Leiters geändert, um die Besetzungsrate konstant zu halten. Daher müssen entsprechend der Veränderung viele Arten von Verdrahtungsvorrichtungen vorbereitet werden. Gemäß der Ausführungsform kann jedoch die Ausgangskennlinie ohne Veränderung der Stückanzahl der Leiter im Inneren des Schlitzes **25** variabel gestaltet werden. Daher kann die Statorwicklung **23** durch Verwendung einer Art von Wicklungsvorrichtung hergestellt werden. Somit kann die Fertigungseinrichtung einfacher ausgeführt werden. Zudem darf der Leiter (das Leitersegment **230**), der hergestellt wird, nur von einer Art sein. Daher können die Schritte vereinfacht und der Kostenaufwand durch Reduzieren der Teilezahl verringert werden.

**[0047]** Zudem kann gemäß dem Fahrzeug-Alternator **1** unter Verwendung des Leitersegments wie in der Ausführungsform die Form des Spulenendes des Stators **2** wie in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt ausgerichtet sein. Daher kann die Wicklungsbesetzungsrate im Schlitz **25** verstärkt werden und eine Länge der Spule gekürzt werden. Somit kann der Widerstand der Statorwicklung **23** reduziert und eine Formation mit ho-

her Leistungsabgabe und hoher Effizienz gebildet werden. Insbesondere in dem Fall, in dem das Leitersegment **230** verwendet wird, wenn die Ausgangskennlinie geändert werden soll, indem die Anzahl der Windungen wie in der herkömmlichen Maschine gemäß der Änderung der Stückanzahl der Leitersegmente **230** geändert wird, müssen die Anzahl der Punkte zum Verbinden der Leitersegmente **230** und die Anzahl der Faltvorgänge, um die Leitersegmente **230** zu biegen, geändert werden, und die Ausgangskennlinie kann im Wesentlichen nicht durch die gleiche Einrichtung geändert werden. Gemäß dem Fahrzeug-Alternator **1** der Ausführungsform kann die Ausgangskennlinie geändert werden, indem die Anzahl der wesentlichen in Reihe geschalteten Leiter variabel gestaltet wird, indem nur die Position zum Verbinden der Drähte geändert wird.

**[0048]** Die vorstehende Ausführungsform kann zudem auf verschiedene Arten und Weisen modifiziert werden. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, kann beispielsweise der Fahrzeug-Alternator **1** modifiziert werden, dass er Statorwicklungen **23** aufweist, die zwei Sätze von Dreiphasenwicklungen aufweisen, die eine Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel dazwischen aufweisen. Gemäß den jeweiligen der beiden Sätze der Dreiphasenwicklungen sind ein Verhältnis einer Anzahl von Reihenleitern zwischen einem Mittelpunkt und einem Ende eines Wicklungsbeginns der jeweiligen Phasenwicklung zu einer Anzahl von Reihenleitern zwischen dem Mittelpunkt und dem Ende des Wicklungsabschlusses und ein Verfahren zum Verbinden so angelegt, dass sie identisch sind. Die Leitungsdrähte, die sich von den jeweiligen Dreiphasenwicklungen erstrecken, sind mit separaten Vollwellen-Gleichrichterschaltkreisen verbunden, die in der Gleichrichtervorrichtung **5** beinhaltet sind.

**[0049]** Gemäß dem Fahrzeug-Alternator mit einer derartigen Konstruktion ist ein Strom, der in den jeweiligen der beiden Sätze von Dreiphasenwicklungen fließt, mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel versehen. Daher heben sich die magnetomotorischen Gegenkräfte der jeweiligen Dreiphasenwicklungen gegenseitig auf, und ein magnetisches Rauschen kann verringert werden. Da zwei Sätze von Dreiphasenwicklungen vorhanden sind, kann zudem eine Fertigungseinrichtung, die zu einem aufwendigen Aufbau neigt, vereinfacht und der Kostenaufwand verringert werden.

**[0050]** Obwohl außerdem das Magnetruschen gemäß dem vorstehend beschriebenen modifizierten Beispiel durch Verwendung der beiden Sätze aus Dreiphasenwicklungen mit der Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel reduziert wird, kann das Magnetruschen durch Ausbilden eines Satzes von Dreiphasenwicklungen durch Verwendung von zwei Arten von Phasenwicklungen mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel reduziert wer-

den.

**[0051]** Die Ausführungsform kann ferner modifiziert werden, wie in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigt ist, so dass der Wechselstromrichter zwei Arten von Phasenwicklungen mit einer Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel aufweist. Bei der Modifizierung von [Fig. 10](#), wird der Mittelpunkt **23C** an der Innenseite einer jeweiligen Phasenwicklung angesetzt, die auf einer Seite gegenüber dem Leitungsdraht angeordnet ist. Bei der Modifizierung von [Fig. 11](#) ist der Mittelpunkt **23C** im Inneren einer Phasenwicklung angesetzt, die auf einer Seite des Leitungsdrahts angeordnet ist. Indem die Position des Mittelpunkts variabel gemacht worden ist, kann die wesentliche Reihenleiteranzahl in dem Fall, in dem sie zu einer Sternschaltung umgewandelt wird, geändert und auch die Ausgangskennlinie des Fahrzeug-Alternators geändert werden. Da die beiden Arten von Phasenwicklungen mit der Phasendifferenz von  $\pi/6$  im elektrischen Winkel verwendet werden, heben sich die elektromagnetischen Gegenkräfte der jeweiligen Phasenwicklungen gegenseitig auf, und das Magnetauschen des Fahrzeug-Alternators kann reduziert werden.

**[0052]** Der Mittelpunkt der einen Phasenwicklung und das Ende des Wicklungsbeginns der anderen Phasenwicklung können ferner verbunden und eine Seite des Endes des Wicklungsabschlusses kann mit der Gleichrichtvorrichtung verbunden werden. Die vorstehende Anordnung kann auf andere Arten von rotierenden elektrischen Maschinen für Fahrzeuge, beispielsweise einen Elektromotor, angewendet werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Wechselstromgenerators für Fahrzeuge, um gewünschte Ausgangskennlinien zu erreichen, wobei der Generator (1) eine ein Magnetfeld erzeugende Wicklung (8) auf einem Multipolrotor (3) aufweist, einen Stator mit einem Stator Kern (22) mit einer Mehrzahl von Schlitzen (25), der eine Mehrzahl von ungesehnten bzw. Durchmesser-Windungen aufweist, die aus U-förmigen Leitern (230) gebildet sind, die in den Schlitzen (25) angeordnet sind, wobei die Leiter (230) gruppenweise in Reihe geschaltet sind, um zusammengesetzte Phasenwicklungen (23, X, Y, Z) auszubilden, die zwei Abschnitte mit einer Phasendifferenz mit einem elektrischen Winkel von  $30^\circ$  aufweisen, wobei der Generator drei solcher zusammengesetzten Phasenwicklungen (23, X, Y oder Z) von jeweils einer Phasendifferenz mit einem elektrischen Winkel von  $120^\circ$  aufweist, die in einer Stern-Dreieckanordnung verbunden sind, wobei jede Phasenwicklung (23, X, Y, Z) einen inneren Anschluss (23B) und einen äußeren Anschluss (23A) an ihren jeweiligen Enden aufweist, wobei die äußeren Anschlüsse (23A) der zu-

sammengesetzten Phasenwicklungen (23, X, Y, Z) mit einer Dreiphasen-Gleichrichterschaltung (5) verbunden sind, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Ausbilden einer jeweiligen zusammengesetzten Phasenwicklung (23, X, Y, Z) durch in Reihe Schalten der Mehrzahl von Durchmesser-Windungen, die aus U-förmigen Leitern (230) gebildet sind, die in den Schlitzen (25) angeordnet sind;

Auswählen, gemäß einer gewünschten Ausgangskennlinie, des Zwischenverbindungspunkts (23C) von einem der Abschnitte, mit dem der innere Anschluss (23B) eines jeweiligen Satzes der Phasenwicklung (23, X, Y, Z) sich auf der benachbarten Phasenwicklung (23, X, Y, Z) verbindet, an einem beliebigen Punkt außer einem Abschnitt am Ende des Wicklungsanfangs oder am Ende des Wicklungsabschlusses; und

zyklisches Verbinden des inneren Anschlusses (23B) einer jeweiligen Phasenwicklung (23, X, Y, Z) mit dem ausgewählten Zwischenverbindungsanschluss (23C) einer benachbarten Phasenwicklung (23, X, Y, Z).

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Bereitstellen, in jedem der Schlitze (25), einer entsprechenden Anzahl von Leitersegmenten der U-förmigen Leiter (230).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass die U-förmigen Leiter (230) miteinander durch jeweilige Endabschnitte verbunden sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Leitersegmente der U-förmigen Leiter (230) jeweils einen rechtwinkligen Querschnitt aufweisen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch Versehen der elektrischen Leitersegmente der U-förmigen Leiter im Wesentlichen mit einer entsprechenden Querschnittsform.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

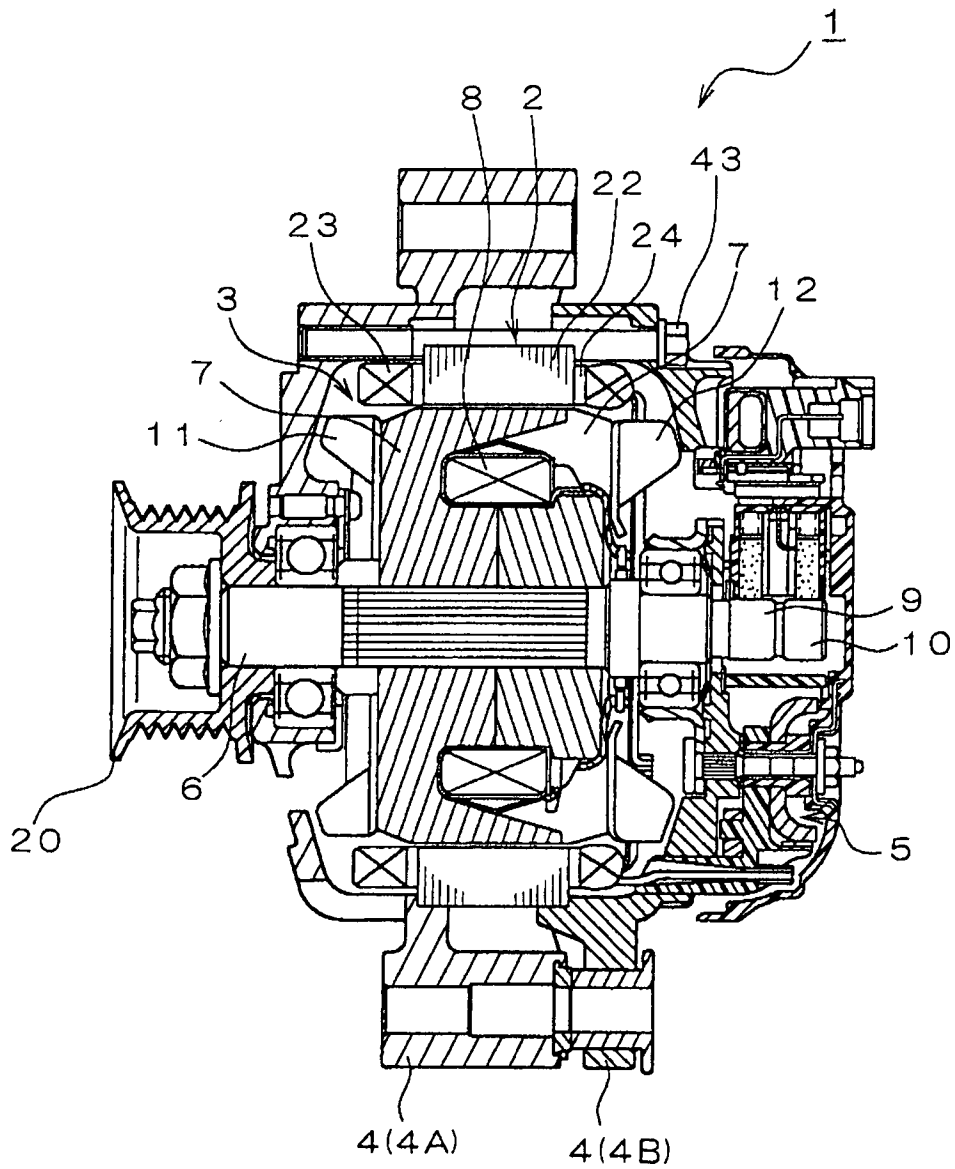




FIG. 2

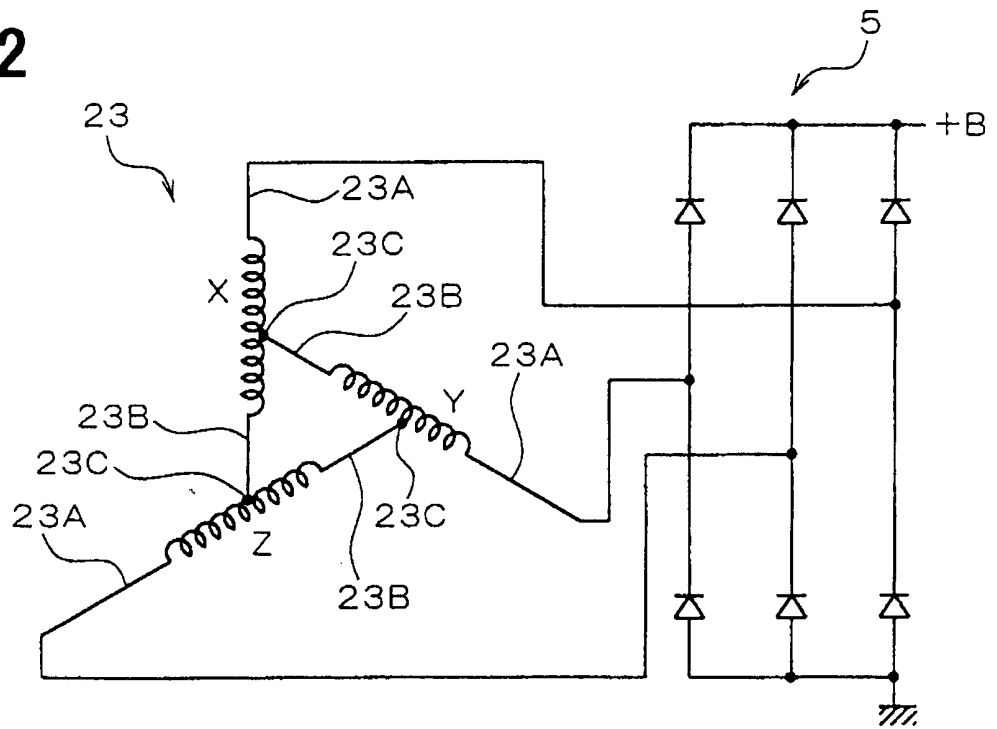
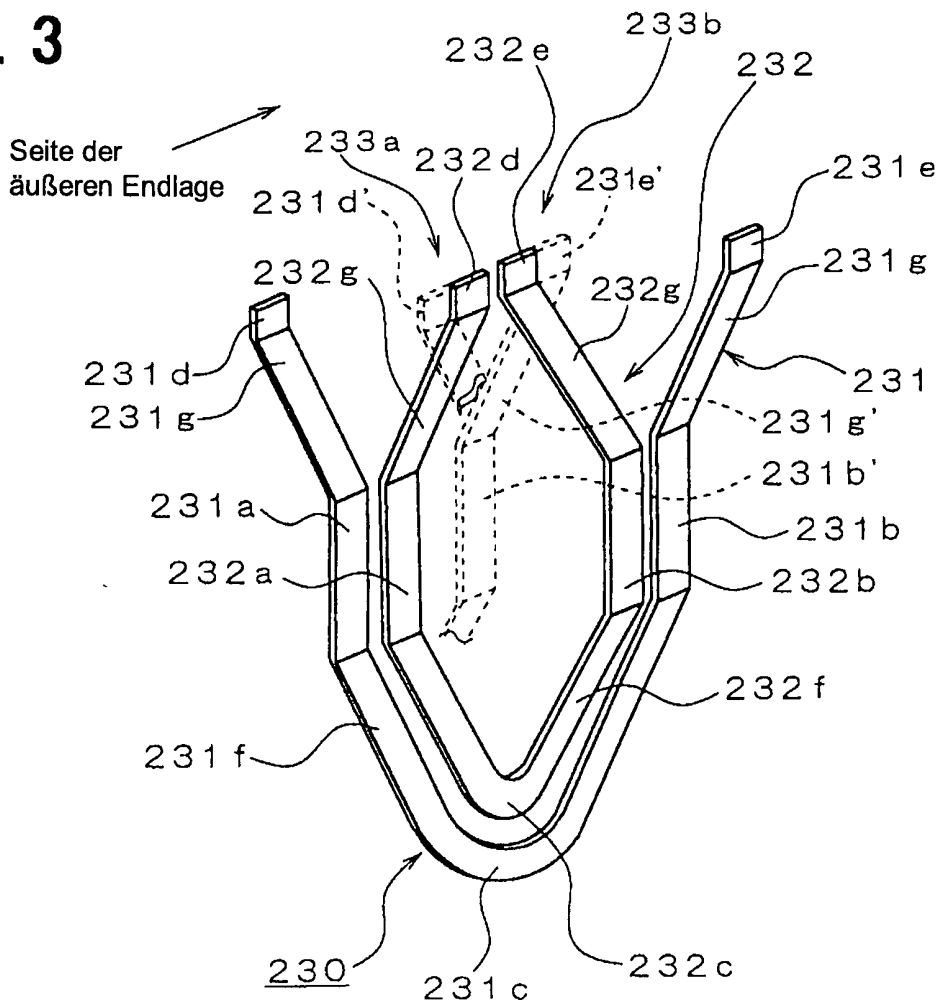


FIG. 3



**FIG. 4**

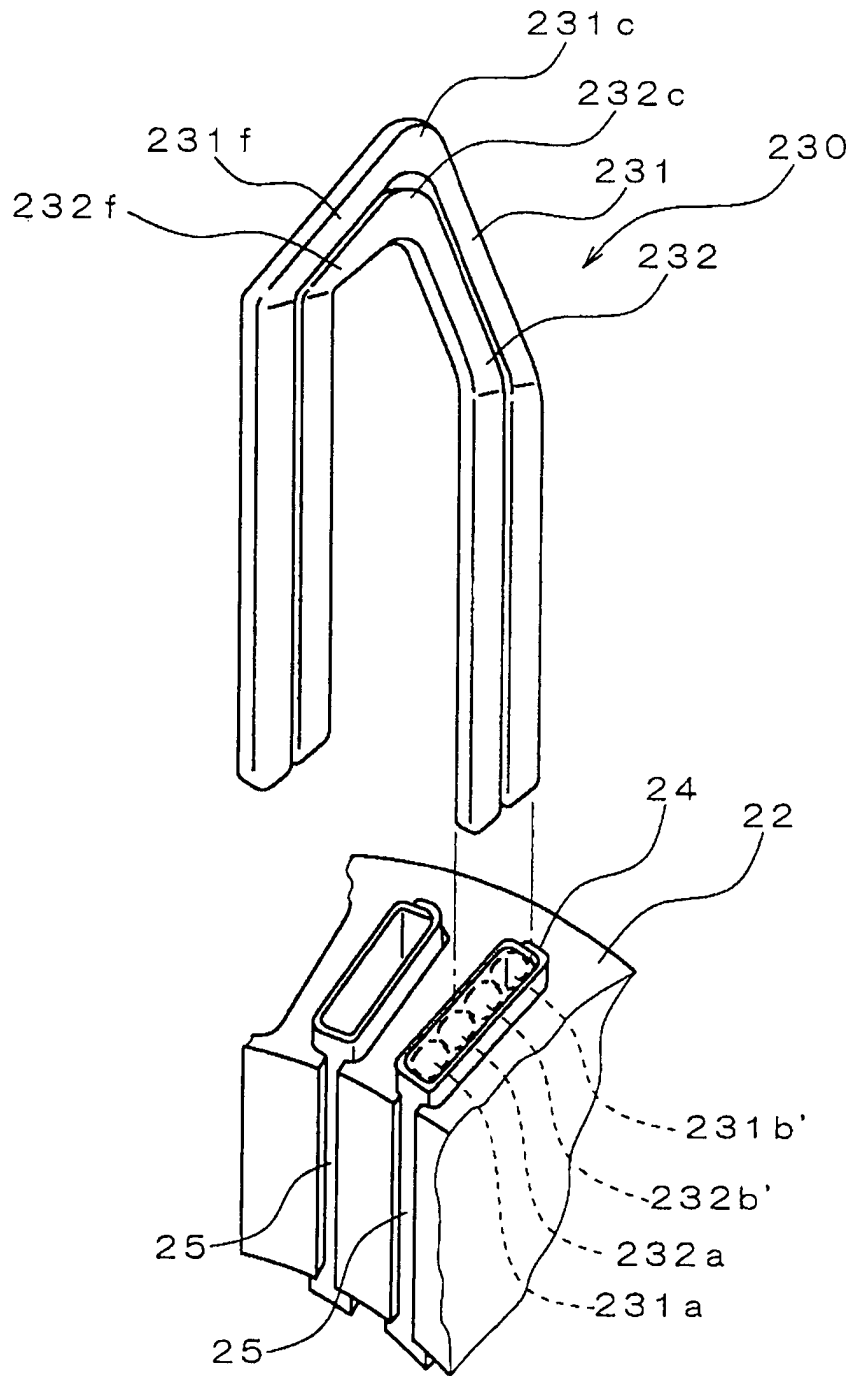


FIG. 5

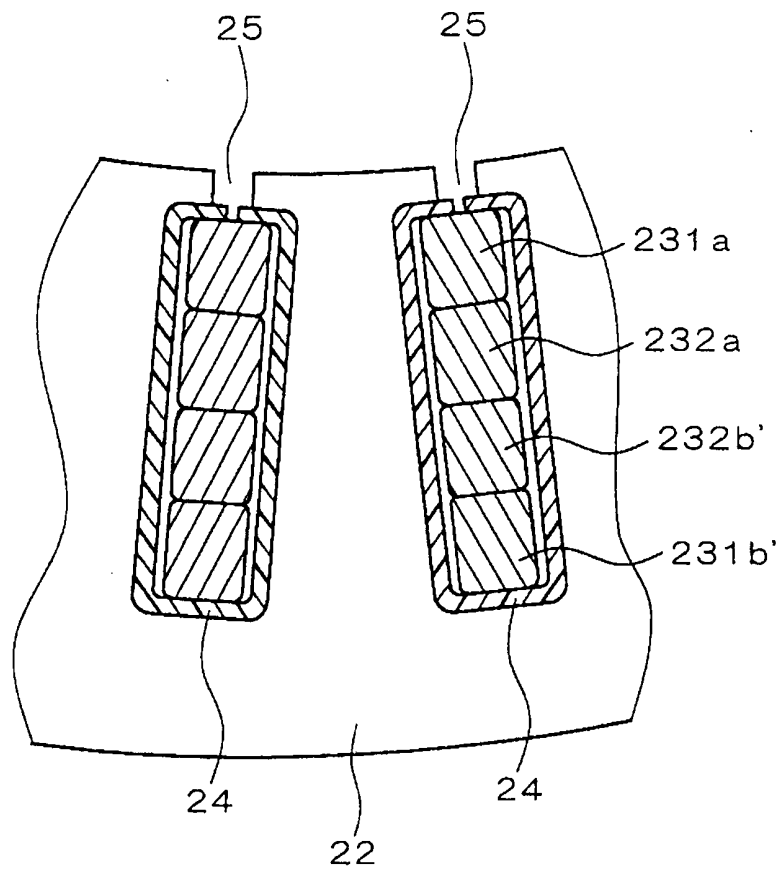


FIG. 6

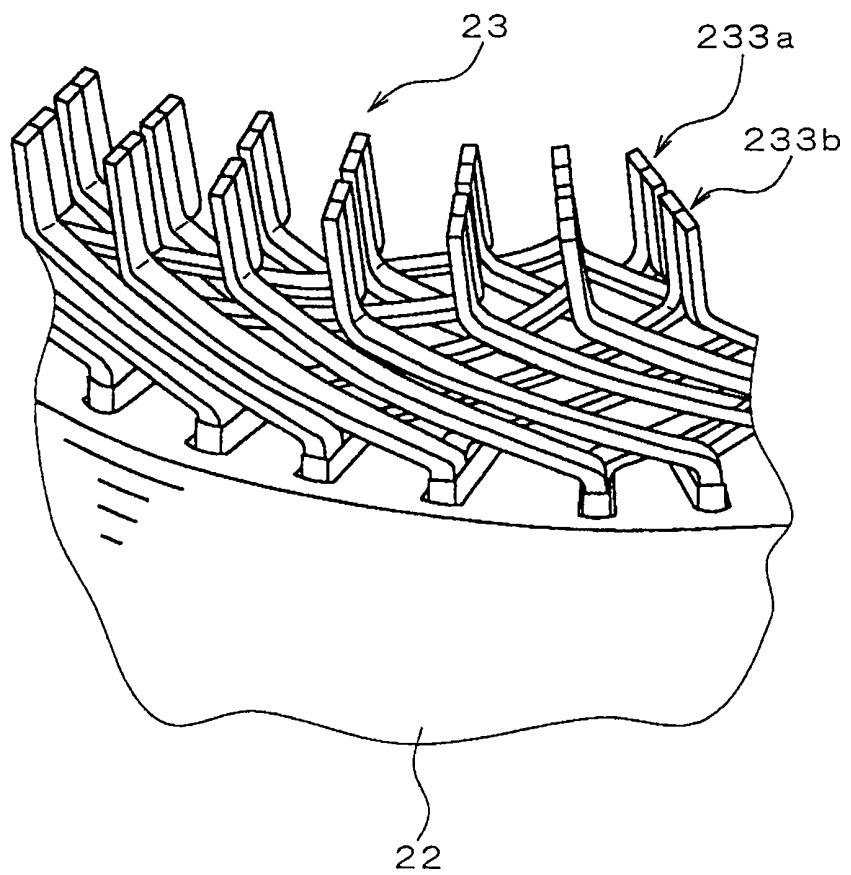


FIG. 7

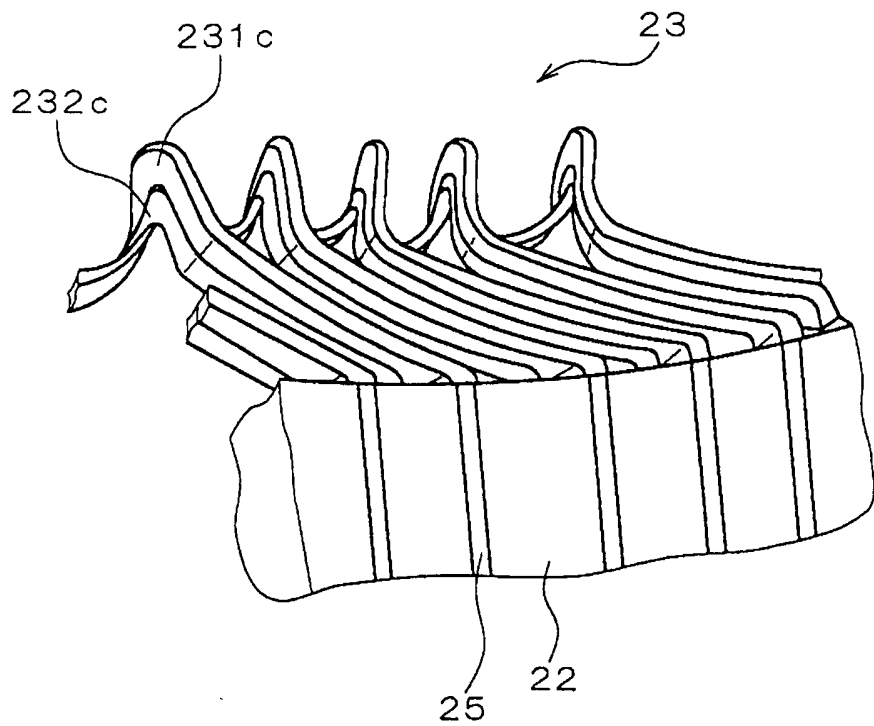


FIG. 8

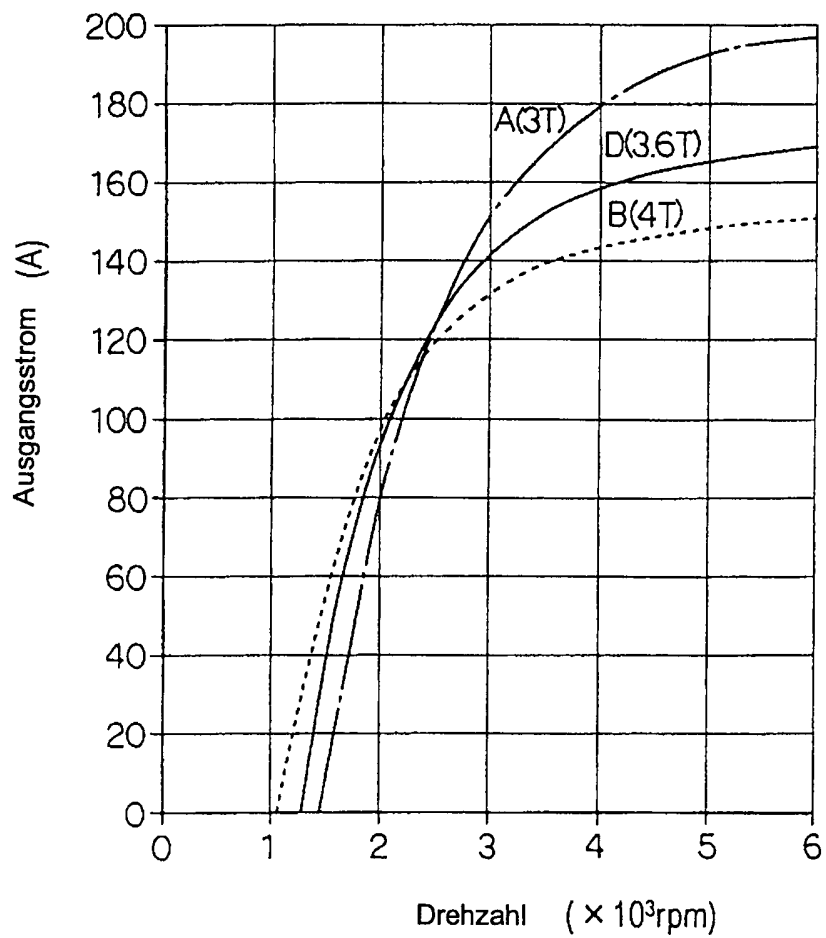


FIG. 9

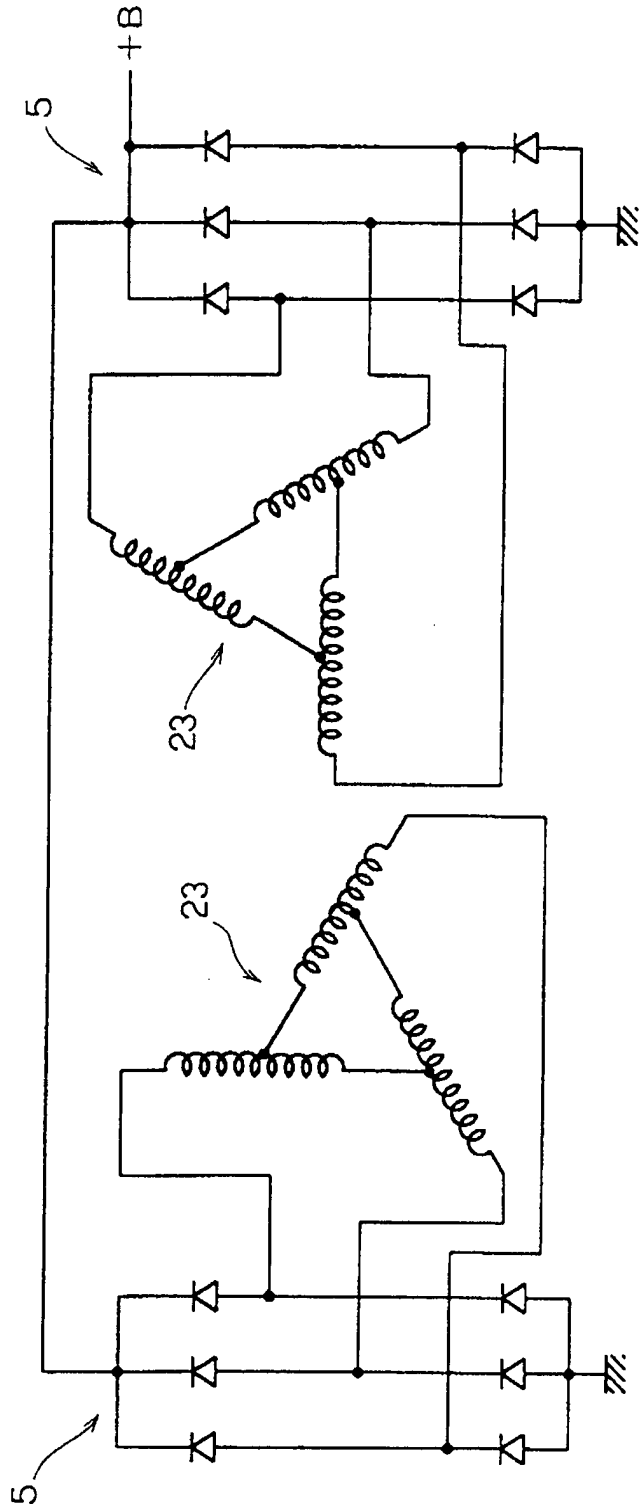


FIG. 10

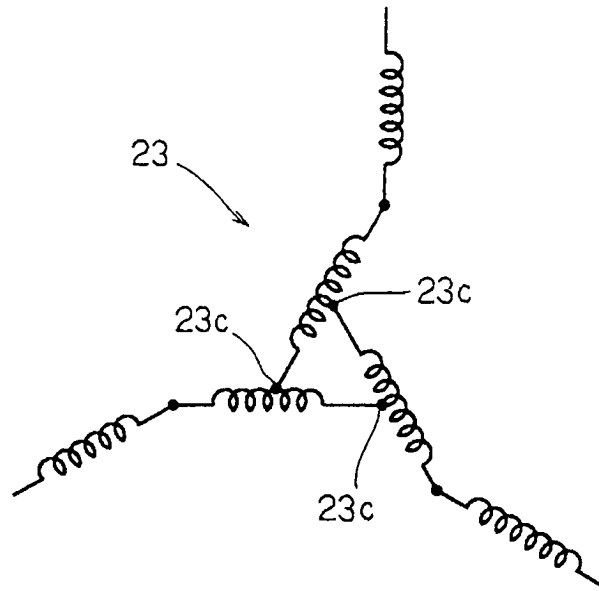
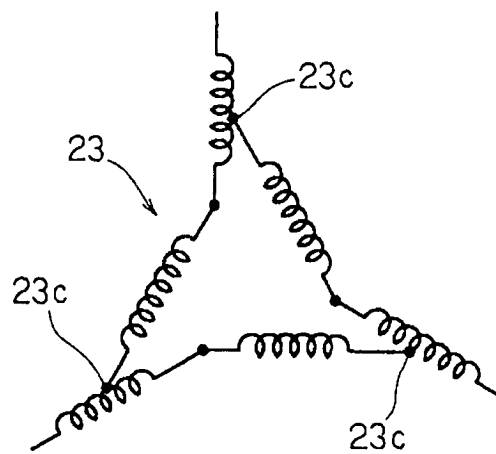
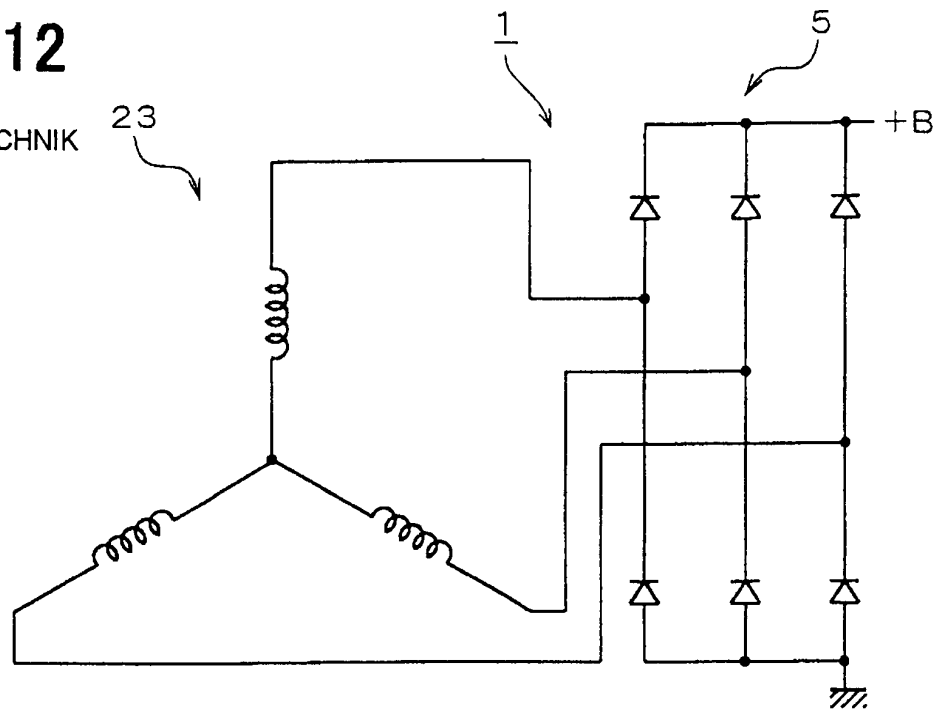


FIG. 11



**FIG. 12**

STAND DER TECHNIK



**FIG. 13**

STAND DER TECHNIK

