



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 05 773 T2 2004.07.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 109 289 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 05 773.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 126 517.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.10.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.07.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H02K 3/12**

H02K 3/28, B05D 1/34, H02K 1/16,

B01D 53/96, H02K 9/06

(30) Unionspriorität:

2000011704	20.01.2000	JP
37716899	27.12.1999	JP
35519499	14.12.1999	JP
35888899	17.12.1999	JP
36128699	20.12.1999	JP
2000003621	12.01.2000	JP
36753499	24.12.1999	JP
2000011680	20.01.2000	JP
37025499	27.12.1999	JP
36845399	27.12.1999	JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN · EITLE, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Oohashi, Atsushi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP; Adachi, Katsumi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP; Asao, Yoshihito, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP; Morishita, Akira, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP; Fujita, Masahiko, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP; Higashino, Kyoko, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP

(54) Bezeichnung: **Kontaktierung von Statorwicklungen eines Generators**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG 1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator für einen Wechselstromgenerator, welcher beispielsweise von einer inneren Verbrennungskraftmaschine angetrieben wird, und insbesondere betrifft die Erfindung eine Statorkonstruktion für einen Fahrzeugwechselstromgenerator, der an einem Fahrzeug angebracht ist, wie beispielsweise einem Personenkraftwagen oder einem Lastkraftwagen.

2. Stand der Technik

[0002] **Fig. 22** ist eine Seitenansicht, welche einen Teil eines Stators eines herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators darstellt, wie beispielsweise in dem japanischen Patent Nr. 2927288 beschrieben, **Fig. 23** ist eine perspektivische Ansicht, welche ein Leitersegment darstellt, das in dem Stator des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators verwendet wird, der in **Fig. 22** gezeigt ist, und die **Fig. 24** und **25** sind perspektivische Ansichten von einem Frontende bzw. einem hinteren Ende des Teils des Stators des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators, der in **Fig. 22** gezeigt ist.

[0003] Gemäß den **Fig. 22** bis **25** umfasst der Stator **50**: einen Stator Kern **51**; eine Statorwicklung **52**, welche an bzw. um den Stator Kern **51** gewickelt ist; und Isolatoren **53**, die innerhalb von Schlitzen **51a** angebracht sind, wobei die Isolatoren **53** die Statorwicklung **52** von dem Stator Kern **51** isolieren. Der Stator Kern **51** ist ein zylindrischer laminierter Kern, der durch Stapeln von dünnen Stahlplatten laminiert wird, und weist eine Anzahl von Schlitzen **51a** auf, die sich axial erstrecken, und in gleichmäßiger Teilung bzw. in gleichmäßigem Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind, so dass diese an einer inneren Umfangsseite geöffnet werden bzw. geöffnet sind. In diesem Fall sind 96 Schlitze **51a** ausgebildet, so dass zwei Dreiphasenwicklungsabschnitte derart untergebracht sind, dass die Anzahl der Schlitze, welche jeweils den Wicklungsphasenabschnitt beherbergen bzw. unterbringen, der Anzahl der magnetischen Pole (**16**) einem nicht gezeigten Rotor entspricht. Die Statorwicklung **52** ist durch Verbinden von einer Anzahl von Kurzleitersegmenten **54** in einem vorbestimmten Wicklungsmuster konstruiert.

[0004] Die Leitersegmente **54** sind in einer im Wesentlichen U-Form aus einem isolierten Kupferdrahtmaterial mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet, und wobei jeweils von einem axial hinteren Ende in Paare von Schlitzen **51a** gleichzeitig zwei eingesetzt werden, welche sechs Schlitze voneinander entfernt sind (eine Teilung von einem magnetischen Pol). Dann werden die Endabschnitte der Leitersegmente **54**, welche sich von einem Frontende bzw. vorderen Ende nach außen erstrecken, mitein-

ander verbunden, um die Statorwicklung **52** zu bilden.

[0005] Insbesondere werden in die Paare der Schlitze **51a** sechs Schlitze entfernt, erste Leitersegmente **54** von dem rückwärtigen Ende in erste Positionen von einer äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** und in zweite Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb zweiter Schlitze **51a** eingesetzt, und wobei zweite Leitersegmente **54** von dem rückwärtigen Ende in dritte Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** und in vierte Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der zweiten Schlitze **51a** eingesetzt werden. Somit sind innerhalb jedem Schlitz **51a** vier gerade Abschnitte **54a** der Leitersegmente **54** angeordnet, um in einer Reihe in einer radialen Richtung aufgereiht zu sein.

[0006] Dann werden Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, welche sich nach außen an dem vorderen Ende von den ersten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** erstrecken, und Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, welche sich nach außen an dem Frontende von den zweiten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der zweiten Schlitze **51a** sechs Schlitze im Uhrzeigersinn von den ersten Schlitzen **51a** entfernt erstrecken, zur Ausbildung einer äußeren Schichtwicklung mit zwei Drehungen bzw. Windungen verbunden. Zusätzlich werden Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, welche sich nach außen an dem Frontende von den dritten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** erstrecken, und Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, welche sich nach außen an dem Frontende von den vierten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der zweiten Schlitze **51a** im Uhrzeigersinn von den ersten Schlitzen **51a** sechs Schlitze entfernt erstrecken, zur Ausbildung einer inneren Schichtwicklung mit zwei Drehungen bzw. Windungen verbunden.

[0007] Zusätzlich sind die innere Schichtwicklung und die äußere Schichtwicklung, welche von den Leitersegmenten **54** gebildet werden, die in die Paare der Schlitze **51a** sechs Schlitze entfernt eingesetzt werden, in Serie verbunden, um einen Wicklungsphasenabschnitt mit vier Drehungen bzw. Windungen auszubilden.

[0008] Insgesamt sind sechs Wicklungsphasenabschnitte, die jeweils vier Windungen bzw. Drehungen aufweisen, auf diese Art und Weise derart ausgebildet, dass Schlitze um jeweils einen Schlitz versetzt sind, in welchen Leitersegmente **54** eingesetzt sind. Eine Statorwicklung die aus zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen aufgebaut ist, wird durch Verwindung der Wicklungsphasenabschnitte drei pro Stück in Wechselstromverbindungen konstruiert.

[0009] Bei dem herkömmlichen Stator **50**, welcher auf diese Art und Weise konstruiert ist, werden an dem hinteren Ende des Stator Kerns **51** Windungsabschnitte **54c** von Paaren von Leitersegmenten **54**, die

in die gleichen Paare von Schlitzen **15a** eingesetzt sind, in einer Reihe in einer radialen Richtung angeordnet. Als Folge davon werden die Windungsabschnitte **54c** in zwei Reihen in Umfangsrichtung angeordnet, um eine rückwärtige Entwicklungsendgruppe zu bilden.

[0010] Andererseits werden an dem Frontende des Statorkerns **51** Verbindungsabschnitte, welche durch Verbinden der Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, welche sich nach außen an dem Frontende von den ersten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** erstrecken, und Endabschnitten **54b** der Leitersegmente **54** ausgebildet, welche sich nach außen an dem Frontende von den zweiten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der zweiten Schlitze **51a** sechs Schlitze von den ersten Schlitzen **51a** entfernt erstrecken, und Verbindungsabschnitte angeordnet, welche durch Verbinden der Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54**, die sich nach außen von dem Frontende von den dritten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der ersten Schlitze **51a** erstrecken, und der Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54** ausgebildet, welche sich nach außen an dem Frontende von den vierten Positionen von der äußeren Umfangsseite innerhalb der zweiten Schlitze **51a** sechs Schlitze von den ersten Schlitzen **51a** entfernt erstrecken, um radial aufgereiht zu werden. Als Folge davon werden die Verbindungsabschnitte, welche durch Verbinden der Endabschnitte **54b** miteinander ausgebildet werden, in zwei Reihen in Umfangsrichtung angeordnet, um eine Frontendwicklungsendgruppe zu bilden.

[0011] Bei dem Stator **50** des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators, wie vorstehend erwähnt, ist die Statorwicklung **52** durch Einsetzen von kurzen Leitersegmenten **54**, die in einer im Wesentlichen U-förmigen Form in den Schlitz **51a** des Statorkerns **51** von dem rückwärtigen Ende ausgebildet sind, und Verbindungsabschnitte **54b** der Leitersegmente **54** konstruiert, welche sich nach außen an dem Frontende erstrecken.

[0012] Da die Frontendwicklungsendgruppe durch in Umfangsrichtung Anordnen der Verbindungsabschnitte konstruiert ist, welche durch Verbinden der Endabschnitte **54b** ausgebildet werden, welche ihre Isolierung aufgrund eines Verlöten oder Verschweißens verloren haben, wird somit die Wicklungsendkonstruktion durch den Einfluss von Luftfeuchtigkeit leicht korrodieren, wodurch die Korrosionswiderstandsfähigkeit extrem gering wird.

[0013] Da die Frontendwicklungsendgruppe aus zwei Reihen von 96 Verbindungsabschnitten aufgebaut ist, d.h. 192 Verbindungsabschnitten, kommt es bei der Konstruktion leicht zu einem Kurzschluss zwischen den Verbindungsabschnitten, was die Wahrscheinlichkeit von Vorfällen mit Kurzschlüssen erhöht.

[0014] Eine große Anzahl der kurzen Leitersegmente **54** muss in den Statorkern **51** eingesetzt werden,

und deren Endabschnitte **54b** müssen durch Verschweißen, Verlöten usw. verbunden werden, wodurch die Funktionsfähigkeit bzw. Handhabbarkeit signifikant reduziert wird. Darüber hinaus muss der Beitrag von jedem Leitersegment **54**, welches in die Schlitze **51a** eingesetzt wird, größer sein als die Länge des Statorkerns **51**, was es erleichtert, dass es zu Beschädigungen der Isolierung kommt und die Qualität des Endproduktes vermindert. Wenn die Endabschnitte **54b** verbunden werden, tritt ferner ein Kurzschluss oft zwischen den Verbindungsabschnitten aufgrund von Spaltlot bzw. abgespaltenem Lot oder einer Schweißschmelze auf, was die Produktivität bzw. Herstellbarkeit von Massenprodukten signifikant reduziert.

[0015] Bei dem herkömmlichen Stator **50** sind die Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54** miteinander durch Verkleben bzw. Klemmen eines Abschnitts davon in einer Vorrichtung und durch Verlöten oder Verschweißen von deren Spitzen verbunden. Da somit die Kämmlfläche für die Haltevorrichtung erforderlich ist und eine Expansion der Lötabschnitte oder Schweißabschnitte auftritt, erhöht sich die Höhe der Wicklungsenden und wodurch der Raum zwischen den Verbindungsabschnitten reduziert wird. Wenn ferner die Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54** verschweißt sind, werden die Leitersegmente **54** durch die Temperaturerhöhung während des Schweißens erweicht, was zu einer Abnahme der Steifigkeit bzw. Festigkeit des Stators führt. Wenn als Folge davon der herkömmliche Stator **50** an einem Fahrzeugwechselstromgenerator angebracht ist, erhöht sich die Wicklungsleckreaktanz bzw. -blindwiderstand in den Wicklungsendabschnitten, was zu einer verminderten Ausgabe führt, wobei die Windwiderstandsfähigkeit erhöht ist, was Windgeräusche erhöht, und wobei die Festigkeit bzw.

[0016] Steifigkeit des Stators reduziert wird, wodurch die effektive Reduktion der Magnetgeräusche vermindert wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0017] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die vorstehenden Probleme zu lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Stator für einen Wechselstromgenerator bereitzustellen, welcher eine erhöhte Korrosionswiderstandsfähigkeit und Isolierungseigenschaften durch eine signifikante Reduzierung der Anzahl der Verbindungen in den Wicklungsenden aufweist, welche Wicklungs- bzw. Windungszusammenbauten verwenden, die aus einer Anordnung von einer Anzahl von Wicklungsunterabschnitten aufgebaut sind, die jeweils eine Windung oder Drehung aufweisen, die durch ein kontinuierliches Kabel bzw. Leiter aufgebaut ist, wobei der Zusammenbau verbessert wird und die Produktivität durch Verbesserung der Installation der Wicklungen bzw. Windungen in dem Statorkern verbessert wird, und wobei ein Kurzschluss zwischen Verbindungsab-

schnitten zwischen den Wicklungsabschnitten verhindert wird, welche die drei Phasenwechselstromwicklungen zuvor bilden, und wobei eine verbesserte Verlässlichkeit durch die Anpassung der Positionierung der Verbindungsabschnitte ermöglicht wird.

[0018] Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, weist die vorliegende Erfindung gemäß einem ersten Aspekt einen Stator für einen Wechselstromgenerator auf, welcher einen zylindrischen Stator Kern, der aus einem laminierten Eisenkern aufgebaut ist, welcher mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, die sich axial mit einer vorbestimmten Teilung bzw. einem vorbestimmten Abstand in einer Umfangsrichtung erstrecken, und eine Statorwicklung aufweist, die eine Anzahl von Wicklungsunterabschnitten aufweist, wobei in jedem davon eine kontinuierliche Litze bzw. ein kontinuierlicher Leiter eines Kabels derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen abwechselnd belegt bzw. belegen, wobei sich die Litze bzw. der Leiter des Kabels nach hinten außerhalb der Schlitze an axialen Endflächen des Stator Kerns faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte durch zumindest einen Windungszusammenbau aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterabschnitten aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, wobei die Statorwicklung durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte und die zweiten Wicklungsunterabschnitte, welche die gleiche Phase innerhalb

des Wicklungszusammenbaus bilden, durch Querverbindungen mit gleicher Adresse an der gleichen Adresse in jeder Phase verbunden sind, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einen Schlitzabstand von $4n$ oder mehr angeordnet sind.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Stator für einen Wechselstromgenerator bereitgestellt, welcher einen zylindrischen Stator Kern, der aus einem laminierten Eisenkern aufgebaut ist, welcher mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, welche sich axial mit einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung erstrecken, und eine Statorwicklung aufweist, welche eine Anzahl von Windungsunterabschnitten aufweist, wobei in jedem davon eine kontinuierliche Litze eines Kabels derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen abwechselnd belegt, wobei sich die Litze des Kabels nach hinten außerhalb der Schlitze an axialen Endflächen des Stator Kerns faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte durch zumindest einen Windungszusammenbau aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterabschnitten aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, wobei die Statorwicklung durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte und die zweiten Wicklungsunterabschnitte, welche die gleiche Phase innerhalb des Wicklungszusammenbaus bilden, durch Querverbindungen mit gleicher

Adresse an Adressen verbunden sind, die sich von angrenzenden Phasen unterscheiden, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einem Schlitzabstand von $2n$ oder mehr angeordnet sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, welche eine Konstruktion eines Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0021] **Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Stator des Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0022] **Fig. 3** ist eine teilweise Endansicht des Stators des Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] **Fig. 4** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen in einem Statorwicklungsphasenabschnitt in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0024] **Fig. 5** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen unter bzw. zwischen den drei Statorwicklungsphasenabschnitten bei dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0025] **Fig. 6** ist eine perspektivische Ansicht, welche die drei Phasenwechselstromverbindungsanschlüsse in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0026] **Fig. 7** ist ein Schaltkreisdiagramm für den Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0027] **Fig. 8** ist ein Diagramm, welches den Herstellungsprozess für die Wicklungszusammenbauten erläutert, welche einen Teil der Statorwicklung bilden, die in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0028] **Fig. 9** ist ein Diagramm, welches den Herstellungsprozess für die Wicklungszusammenbauten darstellt, die einen Teil der Statorwicklung bilden, welche in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0029] **Fig. 10A** und **10B** sind eine Endansicht und eine Draufsicht, welche einen der Wicklungszusammenbauten darstellen, der einen Teil der Statorwicklung bilden, die in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0030] **Fig. 11A** und **11B** sind eine Endansicht und eine Draufsicht, welche einen anderen Wicklungszusammenbau darstellen, der einen Teil der Statorwicklung bildet, welche in den Fahrzeugwechselstromge-

nerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0031] **Fig. 12** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Teil einer Litze bzw. eines Leiters des Kabels darstellt, welche einen Teil der Statorwicklung bildet, die in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0032] **Fig. 13** ist ein Diagramm, welches eine Anordnung der Litzen des Kabels erläutert, welche einen Teil der Statorwicklung bilden bzw. bildet, die in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0033] **Fig. 14A** und **14B** sind eine Seitenansicht und eine Rückansicht, welche die Konstruktion eines Statorkerns erläutern, der in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0034] **Fig. 15A**, **15B** und **15C** sind Querschnittsansichten, welche den Herstellungsprozess des Stators erläutern, der in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0035] **Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht, welche den Herstellungsprozess des Stators erläutert, der in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0036] **Fig. 17** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen zwischen drei Statorwicklungsphasenabschnitten in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0037] **Fig. 18** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen zwischen drei Statorwicklungsphasenabschnitten in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0038] **Fig. 19** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen in einem Statorwicklungsphasenabschnitt in einem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0039] **Fig. 20** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen zwischen drei Statorwicklungsphasenabschnitten in dem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert;

[0040] **Fig. 21** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Stator des Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0041] **Fig. 22** ist eine Seitenansicht, welche einen Teil eines Stators eines herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators darstellt;

[0042] **Fig. 23** ist eine perspektivische Ansicht, welche ein Leitersegment darstellt, das in dem Stator des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators verwendet wird;

[0043] **Fig. 24** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils des Stators des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators von einem vorderen Ende; und

[0044] **Fig. 25** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils des Stators des herkömmlichen Fahrzeugwechselstromgenerators von einem rückwärtigen Ende.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0045] Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert.

Ausführungsform 1

[0046] **Fig. 1** ist ein Querschnitt, welcher eine Konstruktion eines Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, **Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Stator des vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerators darstellt, **Fig. 4** ist eine teilweise Endansicht des Stators des vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerators, **Fig. 4** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen in einem Statorwicklungsphasenabschnitt in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator erläutert, **Fig. 5** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen zwischen drei Statorwicklungsphasenabschnitten in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator erläutert, **Fig. 6** ist eine perspektivische Ansicht, welche die drei Phasenwechselstromverbindungsanschlüsse in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator darstellt, **Fig. 7** ist ein Schaltkreisdigramm für den vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator, die **Fig. 8** und **9** sind Diagramme, welche den Herstellungsprozess für die Wicklungszusammenbauten erläutert, welche einen Teil der Statorwicklung bilden, die in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, die **Fig. 10A** und **10B** sind eine Endansicht bzw. eine Draufsicht, welche einen der Wicklungszusammenbauten darstellen, welcher einen Teil der Statorwicklung bildet, die in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, die **Fig. 11A** und **11B** sind eine Endansicht bzw. eine Draufsicht, welche eine andere der Wicklungszusammenbauten darstellt, die ein Teil der Statorwicklung bilden, welche in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, **Fig. 12** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Teil einer Litze des Kabels darstellt, die ein Teil der Statorwicklung bildet, welche in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, **Fig. 13** ist ein Diagramm, welches die Anordnung der Litzen des Kabels erläutert, welche die Statorwicklung bilden, die in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, die **Fig. 14A** und **14B** sind eine Seitenansicht und eine rückwärtige An-

sicht, welche die Konstruktion eines Statorkerns erläutern, der in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, die **Fig. 15A**, **15B** und **15C** sind Querschnittsansichten, welche den Herstellungsprozess für den Stator erläutern, der in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird, und **Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht, welche den Herstellungsprozess für den Stator erläutert, der in dem vorliegenden Fahrzeugwechselstromgenerator verwendet wird.

[0047] Gemäß **Fig. 1** wird der Fahrzeugwechselstromgenerator durch die drehbare Anbringung eines lundellartigen Rotors **7** mittels einer Welle **6** innerhalb eines Gehäuses **3** aufgebaut, welches aus einem Aluminiumfronthalter **1** und einem hinteren Aluminiumhalter **2** konstruiert ist, und durch Befestigung eines Stators **8** an einer inneren Wand des Gehäuses **3** aufgebaut, so dass eine äußere Umfangsseite des Rotors **7** abgedeckt wird.

[0048] Die Welle **6** ist in dem Fronthalter **1** und dem hinteren Halter **2** drehbar gelagert. Eine Rolle **4** ist an einem ersten Ende dieser Welle **6** befestigt, so dass das Drehmoment von einem Motor auf die Welle **6** mittels eines nicht gezeigten Bandes bzw. Riemens übertragen werden kann.

[0049] Schleifringe **9** zur Zuführung von elektrischem Strom zu dem Rotor **7** sind an einem zweiten Ende der Welle **6** befestigt, und ein Bürstenpaar **10** ist in einem Bürstenhalter **11** untergebracht, welcher innerhalb des Gehäuses **3** derart angeordnet ist, dass das Bürstenpaar **10** in Kontakt mit den Schleifringen **9** gleitet. Ein Regulator **18** zur Justierung der Höhe der Wechselspannung, welcher in dem Stator **8** erzeugt wird, ist durch ein Haftmittel an einem Kühlkörper **17** befestigt, der an dem Bürstenhalter **10** angepasst bzw. eingepasst ist. Gleichrichter **12**, welche mit dem Stator **8** elektrisch verbunden sind, und ein Wandler, welcher in dem Stator **8** erzeugten Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt, sind innerhalb des Gehäuses **3** angeordnet bzw. angebracht.

[0050] Der Rotor **7** ist aus einer Rotorwicklung **13** zur Erzeugung eines magnetischen Flusses während der Passage des elektrischen Stroms und einem Paar von Polkernen **20** und **21** aufgebaut, welche derart angeordnet sind, dass diese die Rotorwicklung **13** abdecken, wobei die magnetischen Pole in den Polkernen **20** und **21** durch den magnetischen Fluss ausgebildet werden, welcher in der Rotorwicklung **13** erzeugt wird. Das Paar der Polkerne **20** und **21** sind aus Eisen hergestellt, wobei jeder acht klauenförmige Magnetpole **22** und **23** aufweist, die an einer äußeren Umfangsbegrenzung mit gleichförmigem Abstand in einer Umfangsrichtung angeordnet sind, so dass diese axial hervorragen, und wobei die Polkerne **20** und **21** an der Welle **6** befestigt sind, wobei sich diese derart gegenüberstehen bzw. zugewandt sind, dass die klauenförmigen Magnetpole **22** und **23** miteinander kämmen bzw. ineinander greifen. Zusätzlich sind Lüfter an dem ersten und zweiten Axialende des Rotors **7** befestigt.

[0051] Lufteinlassöffnungen **1a** und **2a** sind in axialen Endflächen des Fronthalters **1** und des hinteren Halters **2** angeordnet, und wobei Luftauslassöffnungen **1b** und **2b** in zwei äußeren Umfangsschulterabschnitten des Fronthalters **1** und des hinteren Halters **2** gegenüber dem radial äußeren der Frontend- und rückwärtigen Entwicklungsenden **16a** und **16b** der Statorwicklung **16** angeordnet sind.

[0052] Wie in den **Fig. 2** und **3** gezeigt, umfasst der Stator **8**: einen zylindrischen Statorkern **15**, welcher aus einem laminierten Kern aufgebaut ist, der mit einer Anzahl von Spitzen **15a** ausgebildet ist, welche sich axial mit einer vorbestimmten Teilung bzw. einem vorbestimmten Abstand in einer Umfangsrichtung erstrecken, eine Statorwicklung **16**, welche an bzw. um den Statorkern **15** gewickelt ist bzw. gewunden ist; und Isolatoren **19**, welche in jedem der Schlitze **15** für die elektrische Isolierung der Statorwicklung **16** in dem Statorkern **15** installiert sind. Die Statorwicklung **16** umfasst zwei Wicklungszusammenbauten **90**, welche in zwei Reihen in einer radialen Richtung angeordnet sind. Die Wicklungszusammenbauten **90** umfassen eine Anzahl von Wicklungsunterabschnitten, wobei in jedem davon eine Litze des Kabels **30** nach hinten außerhalb der Schlitze **15a** an den Endflächen des Statorkerns **15** gebogen ist und in eine Wellenwicklung gewunden ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze **15a** belegt, wobei diese eine vorbestimmte Anzahl von Schlitzen entfernt sind. Die Wicklungsunterabschnitte sind in Dreiphasenwechselstromverbindungen verbunden, welche Dreiphasenwechselstromanschlüsse **100** verwenden, um zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** zu bilden, welche im Weiteren beschrieben werden. Darüber hinaus bezeichnen in den **Fig. 2** und **3** Oa, Ob, Oc, Na, Nb und Nc Ausgangskabel und Neutralpunkte von entsprechenden Phasenabschnitten einer ersten Dreiphasenwechselstromwicklung **160**, wobei Nabc ein Neutralpunktleitungskabel der ersten Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** bezeichnet, und wobei Oa', Ob', Oc', Na', Nb' und Nc' Ausgangskabel und Neutralpunkte der entsprechenden Phasenabschnitte einer zweiten Dreiphasenwechselstromwicklung **160** bezeichnen, und wobei Na'b'c' ein Neutralpunktleitungskabel der zweiten Dreiphasenwechselstromwicklung **160** bezeichnet. Darüber hinaus bezeichnet C₁₋₁ Querverbindungen mit gleicher Adresse zwischen ersten Adressen, welche im Weiteren beschrieben werden, und C₂₋₃ bezeichnet Querverbindungen mit angrenzender Adresse zwischen einer zweiten Adresse und einer dritten Adresse.

[0053] In diesem Fall wird der Statorkern **15** mit 96 Schlitzen **15a** mit gleichmäßigem Abstand ausgebildet, so dass zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** derart untergebracht sind, dass die Anzahl der Schlitze, welche jeden Phasenabschnitt der Wechselstromwicklungen unterbringen, der Anzahl der magnetischen Pole (**16**) in dem Rotor **7** entspre-

chen. Mit anderen Worten liegen zwei Schlitze pro Pol pro Phase vor. Langes isoliertes Kupferdrahtmaterial mit einer rechteckigen Querschnittsfläche wird beispielsweise in den Litzen des Kabels **30** verwendet.

[0054] Als nächstes wird die Wicklungskonstruktion von einem Statorwicklungsphasenabschnitt **161** mit Bezug auf **Fig. 4** im Einzelnen erläutert.

[0055] Ein Statorwicklungsphasenabschnitt **161** ist aus ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitten **31** bis **34** ausgebildet, welche jeweils von einer Litze des Kabels **30** gebildet werden. Der erste Wicklungsunterabschnitt **31** wird durch Wellenwicklung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass dieser abwechselnd eine erste Position von einer inneren Umfangsseite und eine zweite Position von der inneren Umfangsseite innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der zweite Wicklungsunterabschnitt **32** wird durch Wellenwicklung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die zweite Position von der inneren Umfangsseite und die erste Position von der inneren Umfangsseite innerhalb der Schlitze **15a** belegt bzw. besetzt. Der dritte Wicklungsunterabschnitt **33** wird durch Wellenwicklung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd eine dritte Position von der inneren Umfangsseite und eine vierte Position von der inneren Umfangsseite innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der vierte Wicklungsunterabschnitt **32** wird durch Wellenwicklung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die vierte Position von der inneren Umfangsseite und die dritte Position von der inneren Umfangsseite innerhalb der Schlitze **15a** belegt.

[0056] Somit bildet jeder ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** einen Wicklungsunterabschnitt mit einer Drehung bzw. Windung, wobei eine einzelne Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz **15a** gewunden ist, so dass abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung belegt wird. Die Litzen des Kabels **30** sind derart angeordnet, dass sie sich in einer Reihe von vier Litzen in einer Radialrichtung innerhalb jedes Schlitzes **15a** auffallen, wobei die Längsrichtung von deren rechtwinkligen Querschnitten in einer radialen Richtung ausgerichtet ist. Im Nachfolgenden werden die Positionen der Litzen des Kabels **30** innerhalb der Schlitze **15a** als die erste Adresse, die zweite Adresse, die dritte Adresse bzw. die vierte Adresse von der inneren Umfangsseite bezeichnet.

[0057] Obwohl dies nicht dargestellt ist, werden darüber hinaus insgesamt sechs Statorwicklungsphasenabschnitte **161** durch das Versetzen der Schlitze **15a** ausgebildet, in welchen die Litzen des Kabels **30** um jeweils einen Schlitz gewunden sind.

[0058] An einem ersten Ende des Statorkerns **15a**

ist eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** ausgebildet, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet wird, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt, und wobei des weiteren eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 31 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet wird, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt. Somit sind die ersten bis vierten bzw. der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungsphasenabschnitt **161** mit vier Windungen auszubilden, nämlich einen Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt.

[0059] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, ein Ausgangskabel (Oa) bzw. ein Neutralpunkt (Na) des Statorwicklungs-a-Phasenabschnitts.

[0060] Wie in Fig. 5 gezeigt, sind in den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummern 5, 11, ... und 95 gewunden sind, eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (eine Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher

Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt mit vier Windungen bzw. Drehungen zu bilden. Ein zweiter Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Ob) bzw. einem Neutralpunkt (Nb) des Statorwicklungs-b-Phasenabschnitts.

[0061] Wie in Fig. 5 gezeigt, sind in ähnlicher Art und Weise bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Litzengruppe mit der Schlitznummer 3, 9, ..., 93 gewunden sind, eine Querverbindung (eine Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt mit vier Windungen bzw. Drehungen zu bilden. Ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Oc) bzw. einem Neutralpunkt (Nc) des Statorwicklungs-c-Phasenabschnitts.

[0062] Bei dem Statorwicklungs-a-Phasenab-

schnitt, dem Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt und dem Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt der vorstehenden Konstruktion sind die Querverbindungen C_{1-1} der gleichen Adresse in derselben Adresse, nämlich der ersten Adresse, und mit einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet. Die drei Ausgangskabel Oa, Ob und Oc sind ebenso in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet und zusätzlich sind die drei Neutralpunkte Na, Nb und Nc ebenso in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet.

[0063] Bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummer 2, 8, ..., und 92 gewunden sind, ist ein Statorwicklungs-a'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litze des Kabels **30** ausgebildet, wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummern 6, 12, ..., und 96 gewunden sind, ein Statorwicklungs-b'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet, und wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummern 4, 10, ..., und 94 gewunden sind, ein Statorwicklungs-c'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet.

[0064] Als nächstes werden die Querverbindungen mit gleicher Adresse und Neutralpunktverbindungen erläutert. Diese Querverbindungen gleicher Adresse und die Neutralpunktverbindungen werden unter Verwendung von Dreiphasenwechselstrom-Verbindungsanschlüssen **100** hergestellt bzw. aufgebaut, wie in **Fig. 6** gezeigt.

[0065] Gemäß **Fig. 6** sind die Dreiphasenwechselstromverbindungsanschlüsse **100** jeweils aus einem metallischen Neutralpunktverbindungsanschluss **101** und drei metallischen Querverbindungsanschlüssen **102** aufgebaut.

[0066] Die metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüsse **101** werden durch Biegen von Metallstangen aus Kupfer oder ähnlichem Material mit rechteckigen Querschnitten hergestellt bzw. bearbeitet, und wobei jeder mit drei Verbindungssegmenten **101a** und einem Neutralpunktleiter **101b** versehen ist. Die Verbindungssegmente **101a** entsprechen den drei Neutralpunkten Na, Nb und Nc und sind in einem Abstand von acht Schlitzen in Umfangsrichtung angeordnet.

[0067] Die metallischen Querverbindungsanschlüsse **102** werden durch Biegen von Metallstangen aus Kupfer oder ähnlichem mit rechteckigen Querschnitten in einer rechteckig ausgebildeten U-Form hergestellt, so dass diese mit Verbindungssegmenten **102** versehen sind. Die drei metallischen Querverbindungsanschlüsse **102** sind mit den metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüssen **101** durch ein elektrisch isolierendes Harz **103** integriert, so dass diese in Umfangsrichtung mit einem Abstand von acht Schlitzen angeordnet sind.

[0068] Die Querverbindungen mit angrenzenden

Adressen von jeder Phase sind dadurch hergestellt, dass Seitenoberflächen des zweiten Endabschnitts **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** und der erste Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** in nahen Kontakt miteinander gebracht werden, wobei dann die Endabschnitte **31b** und **31a** durch Bogenschweißen bzw. Lichtbogenschweißen von dem ersten Ende des Statorkerns **15** geschmolzen und verbunden werden, und wobei die Seitenflächen des zweiten Endabschnitts **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** und der erste Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** miteinander in engen Kontakt gebracht werden, wobei dann die Endabschnitte **32b** und **34a** durch Lichtbogenschweißen von dem ersten Ende des Stators **15** geschmolzen und verbunden werden.

[0069] Als nächstes werden die Dreiphasenwechselstromanschlüsse **100** an dem ersten Ende des Statorkerns **15** derart positioniert, dass die Seitenflächen von jedem der Verbindungssegmente **101a** und die Neutralpunkte Na, Nb und Nc der Statorwicklungs-a-Phasen-, -b-Phasen- und -c-Phasenabschnitte in engen Kontakt miteinander sind, und wobei jedes der Verbindungssegmente **101a** an die Neutralpunkte Na, Nb und Nc durch Lichtbogenschweißen von dem ersten Ende des Statorkerns **15** geschmolzen und verbunden werden. Eine Querverbindung mit gleicher Adresse wird dadurch ausgebildet, dass die Seitenflächen der ersten Endabschnitte **31a** und **32a** der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte **31** und **32** des Statorwicklungs-a-Phasenabschnitts und die Verbindungssegmente **102a** in engen Kontakt miteinander gebracht werden, und wobei die ersten Endabschnitte **31a** und **32a** an die Verbindungssegmente **102a** durch Lichtbogenschweißen von dem ersten Ende des Statorkerns **15** geschmolzen und verbunden werden. In ähnlicher Art und Weise werden Querverbindungen mit gleicher Adresse durch Schmelzen und Verbindung der ersten Endabschnitte **31a** und **32a** der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte **31** und **32** der Statorwicklungs-b-Phasen- und -c-Phasenabschnitte an die Verbindungssegmente **102a** durch Lichtbogenschweißen ausgebildet. Die Dreiphasenwechselstromwicklung **160**, welche aus den Statorwicklungs-a-Phasen-, -b-Phasen- und -c-Phasenabschnitten aufgebaut ist, erhält man auf diese Art und Weise. Dann werden die Neutralpunkte Na, Nb und Nc durch die metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüsse **101** elektrisch verbunden und in einen einzelnen Neutralpunktleiter **101b** integriert.

[0070] Ferner sind die Dreiphasenwechselstromanschlüsse **100** an den ersten Enden des Statorkerns **15** derart positioniert, dass die Seitenflächen von jedem der Verbindungssegmente **101a** und der Neutralpunkte Na', Nb' und Nc' der Statorwicklungs-a'-Phasen-, -b'-Phasen- und -c'-Phasenabschnitte in engen Kontakt sind, und wobei jedes der Verbindungssegmente **101a** mit den Neutralpunkten Na', Nb' und Nc' durch Lichtbogenschweißen von

dem ersten Ende des Statorkerns **15** verschmolzen und verbunden sind. Eine Querverbindung mit gleicher Adresse wird dadurch ausgelöst, dass die Seitenflächen der ersten Endabschnitte **31a** und **32a** der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte **31** und **32** des Statorwicklungs-a'-Phasenabschnitts und die Verbindungssegmente **102a** in engen Kontakt miteinander gebracht werden, und wobei die ersten Endabschnitte **31a** und **32a** an den Verbindungssegmenten **102a** durch Lichtbogenschweißen von dem ersten Ende bzw. des ersten Endes des Statorkerns **15** verschmolzen und verbunden werden. In ähnlicher Art und Weise werden Querverbindungen mit gleicher Adresse durch Verschmelzen und Verbinden der ersten Endabschnitte **31a** und **32a** der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte **31** und **32** der Statorwicklungs-b'-Phasen- und -c'-Phasenabschnitte mit den Verbindungssegmenten **102a** durch Lichtbogenschweißen ausgebildet. Dann werden die Neutralpunkte Na', Nb' und Nc' durch die metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüsse **101** elektrisch verbunden und in einen einzelnen Neutralpunktleiter **101b** integriert.

[0071] Wie in den **Fig. 2** und **3** gezeigt, erhält man somit den Stator **8**, welcher die Statorwicklung **16** aufweist, die aus zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** aufgebaut ist, die durch Verbinden der Wicklungsabschnitte, die an dem Statorkern **15** in Wechselstromverbindungen gewunden sind, unter Verwendung der Dreiphasenwechselstromverbindungsanschlüsse **100** ausgebildet werden.

[0072] Jede der Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** ist sternförmig derart verbunden, dass die Phasendifferenz zwischen den drei Statorwicklungsphasenabschnitten **161** darin einen elektrischen Winkel von 120° aufweist. Ferner sind die beiden Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** an dem Statorkern **15** derart gewickelt bzw. gewunden, so dass diese eine Phasendifferenz von 30° voneinander aufweist bzw. aufweisen. Wie in **Fig. 7** gezeigt, wird dann jede der beiden Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** mit dessen eigenem Gleichrichter **12** verbunden. Die Gleichrichter **12** sind parallel verbunden, so dass die Gleichstromausgabe von jedem kombiniert ist. Ferner sind die Neutralpunkte von jeder der Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** mit den Direktstromausgangsanschlüssen der Gleichrichter mittels Dioden **29** verbunden.

[0073] Somit sind die Litzen des Kabels **30**, welche den ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** bilden, jeweils in eine Wellenwicklung gewunden, so dass sich diese aus ersten Schlitzen **15a** an Endflächen des Statorkerns **15** erstrecken, zurückgefaltet bzw. zurückgebogen werden und in zweite Schlitze **15a** sechs Schlitze entfernt eintreten. Jede der Litzen des Kabels **30** ist derart gewunden, dass diese abwechselnd die innere Schicht und die äußere Schicht hinsichtlich der Schlitztiefenrichtung (radiale Richtung) in jedem sechsten Schlitz belegt. Der erste Wicklungsunterabschnitt **31** und der zweite Wick-

lungsunterabschnitt **32** sind um einen elektrischen Winkel von 180° versetzt, so dass diese umgekehrt in Bezug aufeinander gewunden sind. In ähnlicher Art und Weise ist der dritte Wicklungsunterabschnitt **33** und der vierte Wicklungsunterabschnitt **34** ebenso um einen elektrischen Winkel von 180° versetzt, so dass diese in Bezug aufeinander umgekehrt bzw. in-vers gewunden sind.

[0074] Die Drehungsabschnitte **30a** der Litzen des Kabels **30** erstrecken sich nach außen von dem Statorkern **15** und werden zurückgefaltet, um Wicklungsenden zu bilden. Die Drehungsabschnitte bzw. Wicklungsabschnitte **30a**, welche in einer im Wesentlichen identischen Form an beiden axialen Enden des Statorkerns **15** ausgebildet sind, sind in Umfangsrichtung und radial gegenseitig bzw. zueinander entfernt und ordentlich in zwei Reihen in Umfangsrichtung angeordnet, um Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** zu bilden.

[0075] Als nächstes wird der Zusammenbau des Stators **8** mit Bezug auf die **Fig. 8** bis **16** erläutert.

[0076] Wie in **Fig. 8** gezeigt, werden gleichzeitig zwölf lange Litzen des Kabels **30** in der gleichen Ebene gebogen, um eine litzförmige Form auszubilden. Dann werden die in den **Fig. 10A**, **10B**, **11A** und **11B** gezeigten Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** durch schrittweises bzw. progressives Falten der Litzen im rechten Winkel bearbeitet, wie durch den Pfeil in **Fig. 9** angezeigt, wobei eine am Werkstück befestigte Vorrichtung verwendet wird. Bei diesem Faltvorgang werden spezifische Litzen des Kabels **30** herausgezogen, um die Leiterabschnitte der Querverbindungen, die Ausgangskabel und die Neutralpunkte zu bilden. In den **Fig. 10A**, **10B**, **11A** und **11B** entsprechen zahlreiche Elemente, welche sich nach außen von einer Seite der Wicklungsabschnitte **90a** und **90b** erstrecken, den Leitungsabschnitten bzw. Leiterabschnitten. Darüber hinaus sind die Konstruktionen der Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** identisch, wobei dies nicht für die Leiterabschnitte der Querverbindungen, der Ausgangskabel und der Neutralpunkte gilt.

[0077] Die Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** werden gegläht bzw. ausgeglüht, nachdem diese für 10 Minuten bei 300°C bearbeitet bzw. vorbereitet worden sind, so dass ein paralleleptider Kern **36** in einfacher Art und Weise in eine ringförmige Form ausgebildet werden kann, welcher die Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** aufweisen bzw. mit diesen versehen ist.

[0078] Wie in **Fig. 12** gezeigt, ist darüber hinaus jede des Kabels **30** durch Biegen in ein ebenes Muster bzw. planares Muster ausgebildet, bei welchem gerade Abschnitte **30b**, die durch Windungsabschnitte **30a** verbunden sind, in einem Abstand von sechs Schlitzen (**6P**) aufgereiht sind. Angrenzende gerade Abschnitte **30b** sind um einen Abstand mittels der Windungsabschnitte **30a** versetzt, welcher einer Breite (**W**) der Litzen des Kabels **30** entspricht. Die Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** sind durch

Anordnung von sechs Kabellitzenpaaren konstruiert, so dass diese um einen Abstand von einem Schlitz voneinander entfernt versetzt sind, wobei jedes Kabellitzenpaar aus zwei Litzen des Kabels **30** aufgebaut ist, welche gemäß dem vorstehenden Muster ausgebildet sind, und um einen Abstand von sechs Schlitzen versetzt sowie derart angeordnet, dass sich die geraden Abschnitte **30b** überlappen, wie in **Fig. 13** gezeigt. Es erstrecken sich jeweils sechs Endabschnitte der Litzen des Kabels **30** nach außen von den ersten und zweiten Seiten an ersten und zweiten Enden der Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b**. Ferner sind Windungsabschnitte **30a** derart angeordnet, dass sich diese in Reihen an ersten und zweiten Seitenabschnitten der Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** aufreihen. Wie in **Fig. 13** gezeigt, sind ferner Kabellitzenpaare, welche derart angeordnet sind, dass gerade Abschnitte **30b** um einen Abstand von sechs Schlitzen versetzt sind und aufeinander gestapelt sind, um einen elektrischen Winkel von 180° versetzt.

[0079] Zwischenzeitlich ist der paralleleptide Kern **36**, wie in den **Fig. 14A** und **14B** gezeigt, durch Laminieren einer vorbestimmten Anzahl von Blättern aus einem SPCC-Material hergestellt bzw. bearbeitet, welche mit trapezförmigen Schlitten **36a** in einem vorbestimmten Abstand (ein elektrischer Winkel von 30°) ausgebildet und durch Laserschweißen an einem äußeren Abschnitt davon bearbeitet sind.

[0080] Wie in **Fig. 15A** gezeigt, sind die Isolatoren **19** in den Schlitten **36a** des paralleleptiden Kerns **36** angebracht, und wobei gerade Abschnitte der beiden Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** derart eingesetzt sind, so dass sich diese innerhalb der Schlitzstapeln. Auf diese Art und Weise werden die beiden Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** in dem paralleleptiden Kern **36** installiert, wie in **Fig. 15B** gezeigt. Zu dieser Zeit werden die geraden Abschnitte **30b** der Litze des Kabels **30** in vier Linien in einer radialen Richtung innerhalb der Schlitzstapel untergebracht und von dem paralleleptiden Kern **36** mittels der Isolatoren **19** elektrisch isoliert.

[0081] Als nächstes wird der paralleleptide Kern **36** an dessen Enden aufgerollt, wobei diese aneinander anliegen und verschweißt werden, um einen zylindrischen Kern **37** zu erhalten, wie in **Fig. 15C** gezeigt. Durch Aufrollen des paralleleptiden Kerns **36** nehmen die Schlitzstapel **36a** (entsprechend den Schlitzstapeln **15a** in dem Stator Kern) eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsform an, und wobei die Öffnungsabschnitte **36b** der Schlitzstapel **36a** (entsprechend den Öffnungsabschnitten **15b** der Schlitzstapel **15a**) geringer werden bzw. kleiner werden als die Schlitzstapeltiefendimensionen der geraden Abschnitte **30b**. Danach wird der zylindrische Kern **37** in einen zylindrischen äußeren Kern **38** durch Schrumpfpassung eingesetzt, welcher aus einem laminierten SPCC-Material aufgebaut ist, wie in **Fig. 16** gezeigt, um den Stator **15** zu erhalten, in welchem der zylindrische Kern **37** und der äußere Kern **38** integriert sind.

[0082] Dann werden die Endabschnitte der gleichen Litze des Kabels **30** verbunden, so dass die ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34**, welche in die gleiche Schlitzgruppe gewunden sind, jeweils Wicklungsunterabschnitte mit einer Windung bzw. Drehung bilden. Wie zuvor erläutert, erhält man daraufhin die zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** durch Schneiden von jedem der Leiterabschnitte der Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b**, wobei Querverbindungen mit angrenzender Adresse gebildet werden, und wobei daraufhin die Querverbindungen mit gleicher Adresse gebildet werden und die Neutralpunkte verbunden werden, wobei die Wechselstromverbindungsanschlüsse **100** verwendet werden.

[0083] Bei dem auf diese Art und Weise konstruierten Fahrzeugwechselstromgenerator wird elektrischer Strom von einer nicht gezeigten Batterie über die Bürsten **10** und die Schleifringe **11** zu der Rotorwicklung **13** zugeführt, wobei der magnetische Fluss erzeugt wird. Die klauenförmigen magnetischen Pole **22** des ersten Polkerns **20** sind mit nordsuchenden (N) Polen durch diesen magnetischen Fluss magnetisiert, und die klauenförmigen magnetischen Pole **23** des ersten Polkerns **21** werden mit südsuchenden (S) Polen magnetisiert. Zur selben Zeit wird das Drehmoment von dem Motor über den Riemen oder das Band und die Rolle **4** zu der Welle **6** übertragen, wodurch der Rotor **7** gedreht wird. Somit wird ein rotierendes magnetisches Feld auf die Statorwicklung **16** aufgebracht, wobei eine elektromotorische Kraft in der Statorwicklung **16** erzeugt wird. Diese wechselnde elektromotorische Kraft verläuft durch die Gleichrichter **12** und wird in Gleichstrom umgewandelt, wobei die Ausgangsspannung des Gleichrichters **12** durch den Regulator **18** justiert und die Batterie wieder aufgeladen wird.

[0084] An dem rückwärtigen Ende wird externe Luft über Lufteinlassöffnungen **2a** eingesaugt, welche gegenüber den Kühlkörpern des Gleichrichters **12** und dem Kühlkörper **17** des Regulators **18** angeordnet sind, wobei die Luft durch Drehung der Lüfter **5** eingesaugt wird, entlang der Achse der Welle **6** strömt, die Gleichrichter **12** und den Regulator **18** kühlt und daraufhin zentrifugal durch die Lüfter **5** abgelenkt wird, wobei die rückwärtige Endspulenendgruppe **16b** der Statorwicklung **16** gekühlt wird, bevor die Luft nach außen über Luftauslassöffnungen **2b** ausgestoßen wird. Zur selben Zeit wird die externe Luft an dem Frontende axial durch Lufteinlassöffnungen **1a** durch die Drehung der Lüfter **5** eingesaugt und daraufhin zentrifugal durch die Lüfter **5** abgelenkt, wobei die Frontendspulenendgruppe **16a** der Statorwicklung **16** gekühlt wird, bevor die Luft nach außen über Luftauslassöffnungen **1b** ausgestoßen wird.

[0085] Auf diese Art und Weise ist gemäß der ersten Ausführungsform die Statorwicklung **16** mit einer Anzahl von ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitten **31** bis **34** versehen, wobei in jedem davon eine Litze des Kabels **30** zurück bzw. nach hinten außer-

halb der Schlitze **15a** an Endflächen des Statorkerns **15** gebogen wird und in eine Wellenform gewunden wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb von jedem sechsten Schlitz **15a** belegt. Zwei Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** werden verwendet, wobei diese jeweils aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen aufgebaut sind, wobei die erste Wicklungsgruppe durch sechs erste Wicklungsunterabschnitte **31** (oder dritte Wicklungsunterabschnitte **33**) aufgebaut ist, die in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe durch sechs zweite Wicklungsunterabschnitte **32** aufgebaut ist (oder vierte Wicklungsunterabschnitte **34**), welche in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind, und wobei diese umgekehrt bzw. invers gewunden bzw. gewickelt sind, so dass diese in einem elektrischen Winkel von 180° hinsichtlich der ersten Wicklungsunterabschnitte **31** (oder dritten Wicklungsunterabschnitte **33**) versetzt sind. Die beiden Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** sind in dem Statorkern **15** installiert, so dass radial zwei Reihen ausgebildet werden.

[0086] Somit werden durch Installieren der beiden Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** in den Statorkern **15**, so dass diese radial zwei Reihen bilden, sechs Statorwicklungsphasenabschnitte **161** in den Statorkern **15** installiert, wodurch der Zusammenbau signifikant verbessert wird.

[0087] Da die Wicklungsverbindungen zwischen den beiden Wicklungszusammenbauten **90a** und **90b** durch zwei Querverbindungen ($C_{2,3}$) mit angrenzender Adresse und durch eine Querverbindung ($C_{1,1}$) mit gleicher Adresse in einem Wicklungszusammenbau **90A** ausgebildet werden, weisen die Querverbindungsabschnitte eine extrem einfache Konstruktion auf. Somit können die Vorgänge des Herumziehens und Biegens der Litzen des Kabels **30** signifikant vereinfacht werden, um die Querverbindungen auszubilden, was den Verbindungsvorgang stark verbessert.

[0088] Da die Querverbindungen ($C_{1,1}$) mit gleicher Adresse von jeder Phase innerhalb jeder der Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet sind, kann die Querverbindung mit gleicher Adresse von jeder Phase positioniert werden, ohne dass sich diese berühren, wodurch somit der Verbindungsvorgang verbessert wird und wobei ermöglicht wird, dass Zunahmen der Höhe der Wicklungsenden vermieden werden.

[0089] Da somit die ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34**, welche die Statorwicklung **16** bilden, jeweils aus einer Litze des Kabels **30** (eine kontinuierliche Litze bzw. ein kontinuierliches Kabel) aufgebaut sind, ist es nicht erforderlich, eine große Anzahl von kurzen Leitersegmenten **54** in den Statorkern **51** und die Verbindungsabschnitte **54b** durch Verschweißen, Verlöten usw. miteinander ein-

zusetzen, wie es bei dem herkömmlichen Stator **50** erforderlich war, wodurch die Produktivität des Stators **8** signifikant verbessert wird.

[0090] Da die Wicklungsenden durch die Drehungsabschnitte bzw. Windungsabschnitte **30a** der Litzen des Kabels **30** gebildet werden, sind die einzigen Verbindungen in den Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** die ersten und zweiten Endabschnitte der ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** und die Querverbindungsgliederabschnitte bzw. Querverbindungsabschnitte, wobei die Anzahl der Verbindungen signifikant reduziert wird. Da somit das Auftreten von Kurzschlüssen, welche mit dem Verlust der Isolierung aufgrund des Verbindungsprozesses einhergehen, vermindert werden können, kann eine verbesserte Isolation erhalten werden, und ebenso kann ein hoher Ertrag erzielt werden. Des weiteren können Reduktionen hinsichtlich des Widerstands aufgrund von Korrosion unterdrückt werden, welche mit dem Verlust der Isolierung aufgrund der Verbindung einhergeht.

[0091] Da die Litzen des Kabels **30** mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet sind, kann die Kontaktfläche an den Verbindungsabschnitten verbessert werden, wodurch man eine bessere Verbindungsstärke erhält und dadurch die Verlässlichkeit verbessert.

[0092] Da die Verbindungsabschnitte durch Lichtbogenschweißen ausgebildet werden, erhält man eine entsprechende Verbindungsstärke und somit eine verbesserte Verlässlichkeit.

[0093] Da die Querverbindungen mit gleicher Adresse unter Verwendung der metallischen Querverbindungsanschlüsse **102** ausgebildet werden, sind Klemmen zur Sicherung der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche querverbunden sind, nicht länger erforderlich, wodurch die Anzahl der Teile reduziert werden kann. Des weiteren kann die Länge der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte verkürzt werden, wodurch der Vorgang des Herumziehens und Biegens der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte signifikant vereinfacht wird.

[0094] Da die Neutralpunkte von jeder Phase unter Verwendung des metallischen Neutralpunktverbindungsanschlusses **100** ausgebildet werden, sind Klemmen zur Sicherung der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche die Neutralpunkte bilden, nicht länger erforderlich, wodurch die Anzahl der Teile reduziert wird. Des weiteren kann die Länge der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche die Neutralpunkte bilden, verkürzt werden, wodurch der Vorgang des Herumziehens und Biegens der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte signifikant vereinfacht werden.

[0095] Da die Neutralpunktleiter **101b** in den metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüssen **101** angeordnet sind, besteht kein Bedarf, separate Leiter für das Ausgeben des Neutralpunktstromes von den Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** bereitzu-

stellen, wodurch der Verbindungsvorgang verbessert wird.

[0096] Da der metallische Neutralpunktverbindungsanschluss **101** und die metallischen Querverbindungsanschlüsse **102** durch das elektrisch isolierende Harz **103** integriert sind, muss der Vorgang der Positionierung der Anschlüsse bei dem Wechselstromverbindungs Vorgang von einer Dreiphasenwechselstromwicklung **160** lediglich einmal durchgeführt werden, wodurch die Anzahl der Vorgänge reduziert wird.

[0097] Da die beiden Wicklungszusammenbauten **90A** und **90B**, welche aus dem kontinuierlichen Kabel aufgebaut sind, in zwei Reihen aufgereiht werden können und in die Schlitze **15a** des Statorkerns **15** eingesetzt werden, wird der Zusammenbau im Vergleich zur herkömmlichen Technik signifikant verbessert, bei der eine große Anzahl von Leitersegmenten **54** separat in Schlitze eingesetzt wird.

[0098] Zunahmen hinsichtlich der Drehungen bzw. Windungen in der Statorwicklung können durch Aufreihen der geraden Abschnitte **30b** der Wicklungszusammenbauten **90A** und **90B**, welche aus kontinuierlichen Litzen des Kabels aufgebaut sind, in einfacher Art und Weise in Bezug aufeinander angepasst werden, und wobei diese derart installiert werden, dass sich diese aufeinander stapeln.

[0099] Der Stator **8** gemäß der ersten Ausführungsform kann durch Einsetzen der Wicklungszusammenbauten **90A** und **90B** hergestellt werden, welche aus kontinuierlichen Kabeln in den Schlitzen **36a** in dem paralleleptiden Kern **36** über die Öffnungsabschnitte **36b** aufgebaut sind und wobei daraufhin der paralleleptide Kern in eine ringförmige Form gerollt wird. Da somit die Öffnungsdimensionen der Öffnungsabschnitte **36b** der Schlitze **36a** größer als die Dimensionen der Litzen des Kabels **30** in der Breitenrichtung der Schlitze vorgenommen werden können, wird der Vorgang des Einsetzens der Wicklungszusammenbauten **90A** und **90B** verbessert. Da ferner die Öffnungsdimensionen der Öffnungsabschnitte **36b** des paralleleptiden Kerns **36** geringer als die Dimensionen der Litzen des Kabels **30** in der Breitenrichtung der Schlitze hergestellt werden können, wenn der paralleleptide Kern **36** aufgerollt wird, wird der Raumfaktor erhöht, wodurch die Ausgabe verbessert wird. Selbst wenn zusätzlich die Anzahl der Schlitze erhöht wird, wird die Produktivität des Stators nicht beeinträchtigt. Da des weiteren kein Bedarf besteht, die Litzen des Kabels **30** in den Schlitzen **15a** entlang der Axialrichtung des Statorkerns **15** zu drücken, wie es bei den Leitersegmenten **54** der Fall war, tritt eine Beschädigung der Isolierbeschichtung an den Litzen des Kabels **30** nicht leicht auf, wodurch der Ertrag erhöht werden kann.

[0100] Die durch die Installation des Stators **8** erzielten Effekte werden im Weiteren beschrieben, welcher gemäß der vorstehenden Art und Weise in einem Wechselstromgenerator konstruiert ist.

[0101] Da die Wicklungsenden durch die Windungs-

abschnitte bzw. Drehungsabschnitte **30a** der Litzen des Kabels **30** aufgebaut sind, wird die Anzahl der Verbindungen in den Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** signifikant reduziert. Somit werden die Leiter durch das Schweißen erweicht, wodurch die Festigkeit des Stators als Ganzes zunimmt und wobei das magnetische Geräusch reduziert wird.

[0102] Die Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** werden durch Anordnung der Windungsabschnitte **30a** in Umfangsrichtung in Reihen konstruiert. Somit kann im Vergleich zu den herkömmlichen Wicklungsendgruppen, bei denen die Endabschnitte **54b** der Leitersegmente **54** miteinander verbunden werden, die höher reduziert werden, und somit wird der Windwiderstand in den Wicklungsendgruppen **16b** reduziert, wodurch die Reduktion der Windgeräusche aufgrund der Drehung des Rotors ermöglicht wird. Ebenso wird die Wicklungsleckagereaktanz in den Wicklungsenden reduziert, wodurch der Output bzw. die Ausgabe und die Effizienz verbessert wird.

[0103] Vier Litzen des Kabels **30** sind derart angeordnet, dass sie sich in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes **15a** aufreihen, und wobei die Windungsabschnitte **30a** derart angeordnet sind, dass sie sich in zwei Reihen in Umfangsrichtung aufreihen. Somit sind die Windungsabschnitte **30a**, welche die Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** bilden, jeweils in zwei Reihen radial unterteilt, wodurch es möglich wird, die Höhe zu reduzieren, auf welche sich die Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** nach außen von dem Statorkern **15** erstrecken. Als Folge davon wird der Windwiderstand in den Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** reduziert, wodurch eine Reduktion der Windgeräusche aufgrund der Drehung des Rotors **7** ermöglicht wird.

[0104] Die Windungsabschnitte **30a**, welche sich nach hinten an den Endflächen des Statorkerns **15** zurückfalten, verbinden jeweils zwei gerade Abschnitte **30b**, welche in unterschiedlichen Schichten in unterschiedlichen Schlitzen **15a** sechs Schlitze voneinander entfernt angeordnet sind. Da somit die Interferenz zwischen den Wicklungsenden in jeder Phase unterdrückt wird und der Raumfaktor der Statorwicklung verbessert wird, erzielt man einen verbesserten Output bzw. einen erhöhten Ertrag. Darüber hinaus kann jeder der Windungsabschnitte **30a** in einfacher Art und Weise in eine im Wesentlichen identische Form ausgebildet werden. Da Unregelmäßigkeiten hinsichtlich des Umfangs an den radial inneren Kantenflächen der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** durch die Ausbildung von jedem der Windungsabschnitte **30a** in einer im Wesentlichen identischen Form unterdrückt werden können, d.h. durch Ausbildung der Windungsabschnitte **30a**, welche die Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** in einer im Wesentlichen identischen Form in Umfangsrichtung bilden, können Windgeräusche reduziert werden, welche zwischen dem Rotor **7** und den Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** erzeugt werden. Ferner wird die Leckageinduktion einheitlich, was den Ertrag sta-

bilisiert. Da darüber hinaus die Windungsabschnitte **30a** in Umfangsrichtung entfernt sind und die Zwischenräume zwischen den Windungsabschnitten **30a** in Umfangsrichtung im Wesentlichen identisch ausgebildet sind, wird die Passage der Kühlluft innerhalb der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** erleichtert, wodurch das Kühlen verbessert wird und wodurch sich das Geräusch aufgrund der Interferenz zwischen der Kühlluft und den Wicklungsenden reduziert.

[0105] Da die Windungsabschnitte **30a** mit einer im Wesentlichen identischen Form ausgebildet sind und in Reihen in Umfangsrichtung angeordnet sind, ist die Wärmeverteilung bzw. Abgabe von jeder der Windungsabschnitte **30a** gleichmäßig, und zusätzlich ist ebenso die Wärmeabgabe von jeder der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** gleichmäßig. Somit wird die Wärme, welche in der Statorwicklung **16** erzeugt wird, einheitlich von jedem der Windungsabschnitte **30a** abgestrahlt bzw. abgegeben und einheitlich von beiden der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** abgestrahlt bzw. abgegeben, wodurch sich die Kühlung der Statorwicklung **16** verbessert.

[0106] Da die Öffnungsdimensionen der Öffnungsabschnitte **15b** der Schlitze **15a** derart konstruiert sind, dass diese geringer sind bzw. werden als die Dimensionen der Litzen des Kabels **30** in der Breitenrichtung der Schlitze **15a**, wird verhindert, dass die Litzen des Kabels **30** aus den Schlitzen **15a** in Richtung radial nach innen herausfallen, und wobei das Geräusch an den Öffnungsabschnitten **15b** aufgrund der Interferenz mit dem Rotor **7** reduziert werden kann.

[0107] Da die geraden Abschnitte **30b** mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet sind, passt die Querschnittsform der geraden Abschnitte **30b** ordentlich in die Form bzw. genau in die Form der Schlitze **15a**, wenn sich die geraden Abschnitte **30b** innerhalb der Schlitze **15a** befinden bzw. untergebracht sind. Somit wird der Raumfaktor der Litzen des Kabels **30** innerhalb der Schlitze **15a** in einfacher Art und Weise verbessert, was zu einem verbesserten Transfer der Wärme von den Litzen des Kabels **30** zu dem Statorkern **15** führt. Da die Litzen des Kabels **30** mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet sind, wird die Oberfläche erhöht, welche Wärme von den Windungsabschnitten **30a** abstrahlt bzw. abgibt, welche die Wicklungsenden bilden, wodurch die Wärme effektiv abgegeben wird, welche durch die Statorwicklung **16** erzeugt wird. Ferner können durch Anordnen der Längsseiten der rechteckigen Querschnitte parallel zu der radialen Richtung Spalte zwischen den Windungsabschnitten **30b** sichergestellt werden, wodurch es möglich wird, dass die Kühlluft innerhalb der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** passiert, und wobei der Windwiderstand in radialer Richtung reduziert wird. Bei der ersten Ausführungsform sind die Litzen des Kabels **30** in einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet, jedoch ist die Querschnittsform der Litzen des Kabels **30** nicht auf einen

rechteckigen Querschnitt begrenzt und kann jegliche allgemeine flache Form aufweisen, wie beispielsweise eine längliche elliptische Form, bei der die kurzen Seiten eines Rechtecks in Bögen ausgebildet sind, und wobei eine längliche Form usw. vorgesehen sein kann.

[0108] Der Rotor **7** umfasst 16 magnetische Pole, und wobei 96 Schlitze **15a** in gleichem Abstand in dem Statorkern **15** ausgebildet sind. Mit anderen Worten, da die Anzahl der Schlitze, welche die Statorwicklung **16** aufnehmen, zwei pro Pol pro Phase beträgt, und wobei zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** derart angeordnet sind, dass diese eine gegenseitige Phasendifferenz aufweisen, kann die magnetmotorische Wellenform in einer im Wesentlichen sinusförmigen Form ausgebildet werden, wodurch höhere harmonische Wellenkomponenten reduziert werden und eine stabile Ausgabe erzielt werden kann.

[0109] Wie in **Fig. 7** gezeigt, werden die zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** durch Ausbildung von drei Statorwicklungsphasenabschnitten **161** konstruiert, wobei in jedem davon zwei Sternverbindungen ausgebildet sind, und wobei in jeder dieser drei Statorwicklungsphasenabschnitte **161** durch Verbindung der ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** in Serie ausgebildet wird, und wobei jede dieser zwei Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** mit dessen eigenem Gleichrichter **12** verbunden ist, und wobei zusätzlich die Ausgaben von den beiden Gleichrichtern **12** parallel verbunden sind. Somit können die Gleichstromausgaben der beiden Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** kombiniert und extrahiert werden, was das Problem der unzureichenden Leistungserzeugung bei geringen Drehfrequenzbereichen löst.

[0110] Da die Neutralpunkte (N) der Dreiphasenwechselstromwicklungen **160** mit den Ausgangsanschlüssen der Gleichrichter **12** über Dioden **29** verbunden sind, können große Fluktuationen der Neutralpunktspannung effektiv verwendet werden, um eine verbesserte Ausgabe in den Regionen zu ermöglichen, wo die Drehgeschwindigkeit **2000** Umdrehungen pro Minute überschreitet, insbesondere jenseits von 2500 Umdrehungen pro Minute.

[0111] Da die Höhe der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** gering ist und nicht viele Verbindungsabschnitte vorliegen, wird das Geräusch reduziert, welches durch die Interferenz zwischen den Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** und dem Kühlluftstrom verursacht wird, welcher durch die Lüfter **5** aufgrund der Drehung des Rotors **7** hergestellt wird. Da die Form der beiden Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** im Wesentlichen identisch ist und die Lüfter **5** an beiden Enden des Rotors **7** angeordnet sind, werden die Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** in einer ausgeglichenen Art und Weise gekühlt, wodurch die Temperatur der Statorwicklung einheitlich und zum großen Teil reduziert wird.

[0112] Jedoch müssen die Lüfter **5** nicht an beiden

Enden des Rotors **7** angeordnet werden, wobei diese in Anbetracht der Statorwicklung oder der Positionen der Gleichrichter angeordnet werden können, welche große wärmeerzeugende Körper bilden. Beispielsweise können die Wicklungsenden der Statorwicklung, welche große wärmeerzeugende Körper sind, an der Ausgabeseite eines Lüfters mit hoher Kühlgeschwindigkeit angeordnet sein, und wobei ein Lüfter an einem Endabschnitt des Rotors an dem Ende angeordnet ist, wo die Gleichrichter angeordnet sind. Wenn ferner diese an einem Fahrzeugmotor angebracht sind, da die Rolle normalerweise mit einer Kurbelwelle mittels eines Riemens verbunden ist, kann der Lüfter an dem Ende entfernt von der Rolle angeordnet werden, so dass die Kühlausgabe von dem Lüfter nicht den Riemen beeinträchtigt. Des weiteren weisen Schulterabschnitte der klauenförmigen magnetischen Pole des Rotors eine Windförderwirkung auf und können als eine Kühleinrichtung verwendet werden.

[0113] Da die Neigrichtung der Litzen des Kabels **30**, welche die innere Umfangsseite der Wicklungsendgruppe **16a** bildet, parallel zur Richtung der Neigung der Litzen des Kabels **30** ist, welche die innere Umfangsseite der Wicklungsendgruppe **16b** bildet, verläuft der Axialstrom der Kühlluft durch das Gehäuse **3** entlang der Richtung der Neigung der Litzen des Kabels **30**. Somit wird der axiale Luftstrom gesteuert, welcher durch die Drehung des Rotors **7** erzeugt wird.

[0114] Mit anderen Worten, wenn die Litzen des Kabels **30**, welche die innere Umfangsseite der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** bilden, sind entlang der Richtung geneigt, welche aus der Kombination einer Komponente des Kühlluftstroms in einer Richtung der Drehung des Rotors **7** und einer Komponente des Axialstroms der Kühlluft resultiert, wobei der Axialstrom der Kühlluft gefördert wird. Da somit die Rotorwicklung **13** effektiv gekühlt wird, nimmt die Temperatur der Rotorwicklung **13** ab, wodurch ermöglicht wird, dass der Feldstrom zunimmt und die Ausgabe verbessert wird. Da in diesem Fall die Litzen des Kabels **30**, welche die innere Umfangsseite der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** bilden, entlang der Komponente der Axialströmung der Kühlluft geneigt sind, können Windgeräusche aufgrund der Interferenzen ebenso reduziert werden.

[0115] Wenn andererseits die Litzen des Kabels **30**, welche die innere Umfangsseite der Wicklungsendgruppen **16a** und **16b** bilden, entlang der Richtung resultierend aus der Kombination einer Komponente des Kühlluftstroms in einer Richtung der Drehung des Rotors **7** und einer Komponente gegenüber dem axialen Strom der Kühlluft geneigt sind, wird die axiale Strömung der Kühlluft reduziert. Somit wird die Menge der Luft erhöht, welche radial ausgegeben wird, wodurch die Kühlung der Wicklungsenden verbessert wird, die an der Ausgabeseite angeordnet sind.

[0116] Da die axiale Länge des Stators **8** einschließlich der Wicklungsenden kürzer ist als die Polkerne

20 und **21**, erzielt man eine kompakte Einheit. Wenn die Lüfter **5** an beiden Endabschnitten des Rotors **7** angeordnet sind, da sich keine Wicklungsenden an der Ausgabeseite der Lüfter befinden, wird der Widerstand signifikant reduziert, wodurch die Windgeräusche reduziert werden und Temperaturzunahmen in inneren Teilen unterdrückt werden, welche eine Kühlung erfordern, wie beispielsweise die Gleichrichter **12**.

[0117] Darüber hinaus sind bei der vorstehenden ersten Ausführungsform die metallischen Neutralpunktverbindungsanschlüsse **101** und die metallischen Querverbindungsanschlüsse **102** durch das elektrisch isolierende Harz **103** integriert, wobei es jedoch nicht erforderlich ist, dass die Anschlüsse **101** und **102** integriert sind. In diesem Fall ist die Tatsache ein Vorteil, dass mehr Anschlüsse zu positionieren sind, wobei jedoch die anderen Effekte weiterhin erzielt werden können.

[0118] Ferner sind bei der vorstehenden ersten Ausführungsform die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einem Abstand von acht Schlitzen in Umfangsrichtung angeordnet, wobei jedoch ein gegenseitiger Kontakt verhindert werden kann, wenn die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einem Abstand von $4n$ oder mehr angeordnet sind, wobei n die Zahl der Schlitze pro Pol pro Phase ist.

Ausführungsform 2

[0119] **Fig. 17** ist eine Endansicht, welche die Verbindungen zwischen drei Statorwicklungsphasenabschnitten bei einem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0120] In **Fig. 17** ist bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummern 1, 7, ..., und 91 gewunden sind, eine Querverbindung (Querverbindung C_{2-2} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (eine Querverbindung C_{2-3} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt, und wobei zusätzlich eine Querverbindung (Querverbindung C_{1-1} mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der

Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungsphasenabschnitt **161** mit vier Windungen auszubilden, nämlich dem Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt.

[0121] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **33** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, ein Ausgangskabel (Oa) bzw. ein Neutralpunkt (Na) des Statorwicklungs-a-Phasenabschnitts.

[0122] In ähnlicher Art und Weise ist bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit der Schlitznummer 3, 9, ..., und 93 gewunden ist, eine Querverbindung (eine Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 63 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 57 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 57 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,4}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 63 erstreckt, und einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 57 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt mit vier Windungen auszubilden. Ein erster Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 57 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Ob) bzw. einem Neutralpunkt (Nb) des Statorwicklungs-b-Phasenabschnitts.

[0123] Ferner ist bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 5, 11, ..., und 95 gewunden ist, eine Querverbindung

(Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt mit vier Windungen auszubilden. Ein zweiter Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Oc) bzw. einem Neutralpunkt (Nc) des Statorwicklungs-c-Phasenabschnitts.

[0124] Die Querverbindungen $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse in dem Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt und dem Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt sind in der ersten Adresse, und die Querverbindung $C_{4,4}$ mit gleicher Adresse in dem Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt sind in der vierten Adresse. Die Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase sind in einem Abstand von vier Schlitzen voneinander angeordnet. Die drei Ausgangskabel Oa, Ob und Oc sind ebenso in einem Abstand von vier Schlitzen voneinander angeordnet, und ferner sind die drei Neutralpunkte Na, Nb und Nc ebenso in einem Abstand von vier Schlitzen voneinander angeordnet.

[0125] Bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe einschließlich der Schlitznummern 2, 8, ..., und 92 gewunden sind, ist ein Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jedem der Litzen des Kabels **30** ausgebildet, wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 4, 10, ..., und 94 gewunden sind, ein Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jedem der Litzen des Kabels **30** ausgebildet wird, und wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgrup-

pe einschließlich der Schlitznummern 6, 12, ..., und 96 gewunden sind, ein Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet wird.

[0126] Darüber hinaus ist der Rest der Konstruktion der gleiche wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform.

[0127] Da die Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase der Dreiphasenwechselstromwicklungen bei der zweiten Ausführungsform in Adressen ausgebildet sind, welche von angrenzenden Phasen unterschiedlich sind, und in einem Abstand von vier Schlitzten angeordnet sind, wird der Verbindungsvorgang verbessert, und wobei Zunahmen der Höhe der Wicklungsenden verhindert bzw. unterdrückt werden können.

[0128] Da ferner die Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase der Dreiphasenwechselstromwicklungen in einem Abstand von vier Schlitzten angeordnet sind, ist die Fläche des Verbindungsvorgangs mehr als bei der vorstehenden ersten Ausführungsform konzentriert, dass es dem Verbindungsvorgang ermöglicht, verbessert zu werden.

[0129] Des weiteren sind bei der vorstehenden zweiten Ausführungsform die Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase in einem Abstand von vier Schlitzten in Umfangsrichtung angeordnet, wobei jedoch ein gegenseitiger Kontakt vermieden werden kann, wenn die Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase der Dreiphasenwechselstromwicklungen in unterschiedlichen Adressen von angrenzenden Phasen ausgebildet sind, und wobei Querverbindungen mit gleicher Adresse in jeder Phase in einem Abstand von $2n$ oder mehr angeordnet sind, wobei n die Anzahl der Schlitzte pro Pol pro Phase ist.

Ausführungsform 3

[0130] **Fig. 18** ist eine Draufsicht, welche die Verbindungen unter den drei Statorwicklungsphasenabschnitten bei einem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0131] In **Fig. 18** ist in den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 1, 7, ..., und 91 gewunden sind, eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,4}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem zweiten Endabschnitt **34b** des

vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungsphasenabschnitt **161** mit vier Windungen auszubilden, nämlich den Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt.

[0132] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt, ein Ausgangskabel O_a bzw. ein Neutralpunkt N_a des Statorwicklungs-a-Phasenabschnitts.

[0133] In ähnlicher Art und Weise wird bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 5, 11, ..., und 95 gewunden sind, eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,2}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,4}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet wird, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt mit vier Windungen auszubilden. Ein zweiter Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der dritten

Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Ob) bzw. einem Neutralpunkt (Nb) des Statorwicklungs-b-Phasenabschnitts.

[0134] In ähnlicher Art und Weise ist bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 3, 9, ..., und 93 gewunden sind, eine Querverbindung (Querverbindung C_{2-3} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welche sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet, welche sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung C_{4-4} mit gleicher Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung C_{1-1} mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt. Somit ist der erste bis vierte Wicklungsunterabschnitt **31** bis **34** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt mit vier Windungen auszubilden. Ein zweiter Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und ein erster Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt, werden zu einem Ausgangskabel (Oc) bzw. einem Neutralpunkt (Nc) des Statorwicklungs-c-Phasenabschnitts.

[0135] Bei dem Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt, dem Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt und dem Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt der vorstehenden Konstruktion sind zwei Querverbindungen C_{1-1} und C_{4-4} mit gleicher Adresse in jeder Phase vorgesehen. Die Querverbindungen C_{1-1} mit gleicher Adresse sind in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet, und wobei die Querverbindungen C_{4-4} mit gleicher Adresse in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet sind. Die drei Ausgangskabel Oa, Ob und Oc sind ebenso in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet, und ferner sind die drei Neutralpunkte Na, Nb und Nc ebenso in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet.

[0136] Bei den Kabellitzengruppen, welche in einer Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 2, 8, ..., und 92 gewunden sind, ist ein Statorwicklungs-a-Phasen-

abschnitt durch ähnliches Verbinden von jedem der Litzen des Kabels **30** ausgebildet, und wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 6, 12, ..., und 96 gewunden sind, ein Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet, und wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 4, 10, ..., und 94 gewunden sind, ein Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet.

[0137] Des weiteren ist der Rest der Konstruktion der gleiche wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform.

[0138] Da die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase der Dreiphasenwechselstromwicklung in einem Abstand von acht Schlitzen angeordnet sind, können folglich bei der dritten Ausführungsform die Querverbindungen mit gleicher Adresse positioniert werden, ohne miteinander in Kontakt zu geraten.

Ausführungsform 4

[0139] **Fig. 19** ist eine Draufsicht, welche die Verbindungen in einem Statorwicklungsphasenabschnitt bei einem Fahrzeugwechselstromgenerator gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0140] Gemäß **Fig. 19** ist ein Statorwicklungsphasenabschnitt **161A** aus ersten bis sechsten Wicklungsunterabschnitten **31** bis **36** aufgebaut, welche jeweils aus einer Litze des Kabels **30** ausgebildet sind. Der erste Wicklungsunterabschnitt **31** wird durch Wellenwindung von einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die erste Adresse und die zweite Adresse innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der zweite Wicklungsunterabschnitt **32** wird durch Wellenwindung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die zweite Adresse und die erste Adresse innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der dritte Wicklungsunterabschnitt **33** wird durch Wellenwindung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die dritte Adresse und die vierte Adresse innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der vierte Wicklungsunterabschnitt **32** ist durch Wellenwindung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von den Schlitznummern 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die vierte Adresse und die dritte Adresse innerhalb der Schlitze **15a** belegt. Der fünfte Wicklungsunterabschnitt **35** wird durch Wellenwindung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von den Schlitzen 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd eine fünfte Adresse und eine sechste Adresse innerhalb der Schlitze **15a** be-

legt. Der sechste Wicklungsunterabschnitt **36** wird durch Wellenwindung einer Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz von der Schlitznummer 1 bis 91 ausgebildet, so dass diese abwechselnd die sechste Adresse und die fünfte Adresse innerhalb der Schlitzzeile **15a** belegt.

[0141] Somit bildet jeder der ersten bis sechsten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **36** einen Wicklungsunterabschnitt mit einer Windung, wobei eine einzelne Litze des Kabels **30** in jedem sechsten Schlitz **15a** gewunden ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht mit einer Schlitztiefenrichtung belegt.

[0142] An einem ersten Ende des Statorkerns **15** ist eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,5}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **35a** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,5}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **36a** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt, und wobei des weiteren eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 55 erstreckt. Somit ist der erste bis sechste Wicklungsunterabschnitt **31** bis **36** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungsphasenabschnitt **161a** mit sechs Windungen auszubilden, nämlich den Statorwicklungs-a-Phasenabschnitt.

[0143] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **35b** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35**, welcher sich nach außen von der sechsten Adresse der Schlitznummer 67 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **36b** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36**, welcher sich nach außen von der sechsten Adresse der Schlitznummer 61 erstreckt, ein Ausgangskabel (Oa) bzw. ein Neutralpunkt (Na) eines Statorwicklungsphasenabschnitts **161a**.

[0144] Ferner ist bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 5, 11, ..., und 95 gewunden sind, wie in Fig. 20 gezeigt, eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,5}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 59 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **35a** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, wobei eine Querverbindung (Querverbindung $C_{2,3}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt, und wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung $C_{4,5}$ mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **36a** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt, und wobei des weiteren eine Querverbindung (Querverbindung $C_{1,1}$ mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, der sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 47 erstreckt. Somit ist der erste bis sechste Wicklungsunterabschnitt **31** bis **36** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-b-Phasenabschnitt mit sechs Windungen auszubilden.

[0145] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **35b** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35**, welcher sich nach außen von der sechsten Adresse der

Schlitznummer 59 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **36b** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36**, welcher sich nach außen von der sechsten Adresse der Schlitznummer 53 erstreckt, zu einem Ausgangskabel bzw. Ausgabekabel (Ob) bzw. einem Neutralpunkt (Nb) des Statorwicklungs-b-Phasenabschnitts.

[0146] Des weiteren ist bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 3, 9, ..., und 93 gewunden sind, wie in **Fig. 20** gezeigt, eine Querverbindung (Querverbindung C_{2-3} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, welcher sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34** ausgebildet, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, wobei eine Querverbindung (Querverbindung C_{4-5} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, welcher sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **36a** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und wobei eine Querverbindung (Querverbindung C_{2-3} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, der sich nach außen von der zweiten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33** ausgebildet ist, welcher sich nach außen von der dritten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt, wobei eine Querverbindung (Querverbindung C_{4-5} mit angrenzender Adresse) zwischen einem zweiten Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, der sich nach außen von der vierten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **35a** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35** ausgebildet ist, der sich nach außen von der fünften Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt, wobei ferner eine Querverbindung (Querverbindung C_{1-1} mit gleicher Adresse) zwischen einem ersten Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, der sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, und einem ersten Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** ausgebildet ist, der sich nach außen von der ersten Adresse der Schlitznummer 39 erstreckt. Somit sind die ersten bis sechsten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **36** in Serie verbunden, um einen Statorwicklungs-c-Phasenabschnitt mit sechs Windungen auszubilden.

[0147] Zu dieser Zeit wird ein zweiter Endabschnitt **36b** des sechsten Wicklungsunterabschnitts **36**, der sich nach außen von der sechsten Adresse der Schlitznummer 51 erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **35b** des fünften Wicklungsunterabschnitts **35**, welcher sich nach außen von der sechsten

Adresse der Schlitznummer 45 erstreckt, zu einem Ausgangskabel (Oc) bzw. einem Neutralpunkt (Nc) des Statorwicklungs-c-Phasenabschnitts.

[0148] Bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 2, 8, ..., und 92 gewunden sind, ist ein Statorwicklungs-a'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet, wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 6, 12, ..., und 96 gewunden sind, ein Statorwicklungs-b'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet wird, und wobei bei den Kabellitzengruppen, welche in eine Schlitzgruppe mit den Schlitznummern 4, 10, ..., und 94 gewunden sind, ein Statorwicklungs-c'-Phasenabschnitt durch ähnliches Verbinden von jeder der Litzen des Kabels **30** ausgebildet wird.

[0149] Darüber hinaus ist der Rest der Konstruktion der gleiche wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform.

[0150] Bei der vierten Ausführungsform sind zwei Wicklungszusammenbauten **90A** und ein Wicklungszusammenbau **90B** in dem Stator Kern **15** in drei Reihen in einer radialen Richtung installiert. Verbindungen zwischen den Wicklungsunterabschnitten in einem Wicklungszusammenbau **90A** werden durch eine Querverbindung C_{1-1} mit gleicher Adresse vorgenommen, und wobei die Verbindungen zwischen angrenzenden Wicklungszusammenbauten **90A** und zwischen den Wicklungszusammenbauten **90A** und **90B** durch vier Querverbindungen (C_{2-3} , C_{4-5}) mit angrenzender Adresse vorgenommen werden, um einen Statorwicklungsphasenabschnitt **161A** mit sechs Windungen auszubilden. Die Querverbindungen (C_{1-1}) mit gleicher Adresse in jeder Phase der Dreiphasenwechselstromwicklungen sind in einem Abstand von acht Schlitzen voneinander angeordnet. Somit können bei der vierten Ausführungsform die gleichen Effekte wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform erzielt werden.

Ausführungsform 5

[0151] **Fig. 21** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Stator des Fahrzeugwechselstromgenerators gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0152] In **Fig. 21** sind die Wicklungsenden einer Statorwicklung mit einem elektrisch isolierenden Harz **104**, wie beispielsweise Epoxidharz, ausgeformt bzw. vergossen, und wobei alle Verbindungsabschnitt der Wicklung in dem elektrisch isolierenden Harz **104** eingebettet sind.

[0153] Darüber hinaus ist der Rest der Konstruktion der gleiche wie bei der vorstehenden ersten Ausführungsform.

[0154] Gemäß der fünften Ausführungsform wird die Isolierung verbessert, und ein Herausnehmen der Verbindungsabschnitte wird verbessert, wodurch die

Verlässlichkeit gesteigert wird, da die Abschnitte, welche die ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** miteinander verbinden, Querverbindungen mit angrenzender Adresse und Querverbindungen mit gleicher Adresse sowie ebenso Anschlüsse **101** und **102** in dem elektrisch isolierenden Harz **104** eingebettet sind.

[0155] Darüber hinaus sind in jeder der vorstehenden Ausführungsformen die Lüfter **5** innerhalb des Gehäuses **3** angeordnet, wobei jedoch ein Lüfter ebenso außerhalb des Fahrzeugwechselstromgenerators angeordnet sein kann, so dass dieser zusammen mit der Drehung des Rotors rotiert.

[0156] Jede der vorstehenden Ausführungsformen wurde für sechs Windungen bzw. Drehungen, vier Windungen und zwei Windungen erläutert, wenn jedoch selbst eine geringere Ausgangsgeschwindigkeit erforderlich ist, können acht Windungen bzw. Drehungen verwendet werden. Derartige Fälle können ebenso durch einfaches Einsetzen von Wicklungszusammenbauten in den Statorkern **15** angepasst werden, so dass diese in vier Reihen radial aufgereiht bzw. abgeglichen werden. Selbstverständlich können ebenso weitere Zahlen für die Windungen bzw. ungewöhnliche Zahlen für die Windungen verwendet werden.

[0157] Jede der vorstehenden Ausführungsformen kann ebenso in Fahrzeugwechselstromgeneratoren derart verwendet werden, bei denen die Rotorwicklung an einem Halter gesichert ist und ein rotierendes magnetisches Feld über einen Luftspalt aufgebracht wird.

[0158] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen war die Anzahl der Schlitze in dem Stator **96** für 16 magnetische Pole, jedoch können diese ebenso für drei Phasen und 72 Schlitze für zwölf magnetische Pole, 120 Schlitze für 20 Pole, usw. angepasst werden. Darüber hinaus kann in dem Fall von einem Schlitz pro Pol pro Phase ebenso 48 Schlitze für 16 Pole, 36 Schlitze für 12 Pole, 60 Schlitze für 20 Pole usw. vorgesehen sein.

[0159] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen war der äußere Kern des Statorkerns als ein laminierter Körper aus SPCC-Material konstruiert, jedoch kann der äußere Kern als ein rohrförmiger fester Körper konstruiert sein.

[0160] Die Schlitzöffnungsabschnitte können ebenso nach dem Einsetzen der Wicklungsgruppen in die Schlitze des paralleleptiden Kerns durch plastisches Verformen der Zahnenden durch ein Pressen von diesen mittels einer Aufspannvorrichtung in einer radialen Richtung verengt werden.

[0161] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen wird ein lundellartiger Rotor mit klauenförmigen magnetischen Polen verwendet, wobei jedoch die gleichen Effekte bei Verwendung eines herausragenden Rotors mit vorspringenden magnetischen Polen erzielt werden können.

[0162] Bei jeder der vorstehenden Ausführungsformen sind Gleichrichter an dem Ende des Rotors von

der Rolle entfernt angeordnet, und wobei der Lüfter an demselben Ende angeordnet ist, jedoch kann der Lüfter ebenso an dem Ende nahe der Rolle angeordnet sein. Wenn kein besonderes Problem mit der Temperatur der Gleichrichter vorliegt, kann der Lüfter ebenso an dem Ende von der Rolle entfernt angeordnet sein. Da die Höhe der Wicklungsenden des Stators gering ist, wird der Windwiderstand an der Ausgabeseite in dem Windkanal des Lüfters signifikant reduziert, wodurch die Gesamtmenge der Luft erhöht wird. Folglich können geeignete Relativpositionen für die Gleichrichter, die Rolle und die Lüfter im Hinblick auf die Position ausgewählt werden, wo der Wechselstromgenerator an dem Motor montiert ist, und in Betracht der Windgeräusche, der magnetischen Geräusche und der Temperaturbedingungen für jeden Abschnitt ausgebildet werden.

[0163] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen ist die Wicklung mit den Litzen des Kabels beabstandet ausgebildet, da jedoch die Litzen des Kabels mit Isolierung beschichtet sind, kann die Wicklung ebenso mit Litzen des Kabels in naher Umgebung zueinander vollständig ausgebildet sein. Gemäß dieser Konstruktion kann die Dichte der Wicklungsenden ferner erhöht werden, wodurch dessen Dimensionen darüber hinaus weiter reduziert werden. Da des weiteren durch die Reduzierung der Spalte zwischen den Litzen des Kabels Unregelmäßigkeiten ebenso reduziert werden können, kann das Windgeräusch weiter reduziert werden. Da die Steifigkeit der Wicklung durch den Kontakt zwischen den Litzen des Kabels ebenso erhöht wird, kann ein Kurzschluss zwischen den Litzen des Kabels und zwischen den Litzen des Kabels und dem Kern aufgrund der Vibration reduziert werden, und ebenso kann das magnetische Geräusch reduziert werden. Da der Wärmeübergang zwischen den Litzen des Kabels verbessert wird, wird die Temperatur der Litzen des Kabels einheitlicher, wobei ferner die Temperatur des Stators reduziert wird.

[0164] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen sind die Isolatoren an der Statorkernseite vor dem Einsetzen der Kabellitzengruppen in den Kern eingesetzt, jedoch können die Isolatoren ebenso zuerst um die Abschnitte der Litzen des Kabels gewunden bzw. gewickelt werden, so dass diese in den Schlitzen untergebracht und in den Kern zusammen mit den Kabellitzengruppen eingesetzt sind. Ferner kann ein langer Streifen der Isolatoren auf dem paralleleptiden Kern und den Kabellitzengruppen platziert werden, welche von oben derart eingesetzt werden, dass die Isolatoren gleichzeitig eingesetzt werden und innerhalb der Schlitze zusammen mit den Kabellitzengruppen untergebracht sind. In diesem Fall können zu einem späteren Zeitpunkt die Vorsprungsisolatoren gemeinsam in einem Schritt entfernt werden. Des weiteren können die Abschnitte der Litzen des Kabels, welche in den Schlitzen unterzubringen sind, mit Isolierharz vorgeformt werden. In diesem Fall erhöht sich die Fähigkeit zur Massenpro-

duktion signifikant.

[0165] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen ist der ringförmige Kern, welcher durch das Aufrollen des paralleleptiden Kerns bereitgestellt wird, in den äußeren Kern eingesetzt, daraufhin werden die beiden Kerne durch eine Schrumpfpassung integriert, wobei jedoch der ringförmige Kern, der durch Aufrollen des paralleleptiden Kerns bereitgestellt worden ist, mit dem äußeren Kern durch Presspassung des ersteren in den letzteren integriert werden kann.

[0166] Bei jeder der vorstehenden Ausführungsformen wurde der Stator Kern durch Einsetzen des zylindrischen Kerns **37** in den äußeren Kern **38** ausgebildet und dann wurden die beiden Kerne durch Schrumpfpassung verbunden, wobei jedoch ein zylindrischer Kern mit einem dicken Kernrücken bereitgestellt werden kann, wobei in dem Fall der äußere Kern **38** weggelassen werden kann. In dem Fall, in welchem der Stator Kern durch Einsetzen des zylindrischen Kerns **37** in den äußeren Kern **38** ausgebildet worden ist, und dann die beiden Kerne mittels einer Schrumpfpassung behandelt wurden, entsteht ein Spalt zwischen dem zylindrischen Kern **37** und dem äußeren Kern **38**, was veranlasst, dass die Ausgabe beeinträchtigt bzw. verschlechtert wird, und wobei die Steifigkeit des Stator Kerns reduziert wird, was veranlasst, dass sich das magnetische Geräusch verschlechtert. In dem Fall, in welchem der Stator Kern mit lediglich dem zylindrischen Kern mit dem dicken Kernrücken ausgebildet wurde, tritt keine zuvor erwähnte Ausgabeverschlechterung aufgrund des Spalts zwischen dem zylindrischen Kern **37** und dem äußeren Kern **38** auf, und dabei kommt es nicht zu einer Steifigkeitsverschlechterung in dem Stator Kern aufgrund der Ausbildung des Stator Kerns mit dem zylindrischen Kern **37** und dem äußeren Kern **38**, wodurch ermöglicht wird, dass eine Zunahme des magnetischen Geräusches unterdrückt wird. Da ferner der Vorgang des Einsetzens des zylindrischen Kerns **37** in den äußeren Kern **38** weggelassen wird, erhöht sich die Produktivität des Stators.

[0167] Bei jeder vorstehenden Ausführungsformen wird ein Kupferdrahtmaterial mit einem rechteckigen Querschnitt für die Litzen des Kabels verwendet, wobei jedoch die Litzen des Kabels nicht auf das Kupferdrahtmaterial mit einem rechteckigen Querschnitt beschränkt sind, und beispielsweise aus einem Kupferdrahtmaterial mit einem kreisförmigen Querschnitt aufgebaut sein können. In diesem Fall erhöht sich die Verformbarkeit der Litzen des Kabels, was ein einfaches Versetzen und Verbinden der Litzen des Kabels erleichtert, wodurch sich die Handhabbarkeit verbessert. Ferner sind die Litzen des Kabels nicht auf das Kupferdrahtmaterial beschränkt, und beispielsweise kann Aluminiumdrahtmaterial verwendet werden.

[0168] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen sind vier Litzen des Kabels derart angeordnet, dass sich diese in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes aufreihen, und wobei die Windungsab-

schnitte derart angeordnet sind, dass sich diese in zwei Reihen in Umfangsrichtung aufreihen, oder sechs Litzen des Kabels sind derart angeordnet, dass sich diese in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes aufreihen, und wobei die Windungsabschnitte derart angeordnet sind, dass sich diese in drei Reihen in Umfangsrichtung aufreihen, wobei jedoch acht Litzen des Kabels derart angeordnet sein können, dass sich diese in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes aufreihen, und wobei die Windungsabschnitte derart angeordnet sein können, dass sich diese in vier Reihen in Umfangsrichtung aufreihen. Je mehr sich die Anzahl der Litzen des Kabels, welche in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes aufgereiht sind, und die Anzahl der Reihen der Windungsabschnitte, welche in Umfangsrichtung aufgereiht sind, erhöht, desto mehr nimmt die Anzahl der Verbindungsabschnitte zu, so dass die vorliegende Erfindung für die Konstruktion derart verwendet werden kann, dass eine große Anzahl von Litzen des Kabels derart angeordnet werden, dass sich diese in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes aufreihen, und wobei die Windungsabschnitte derart angeordnet sind, dass sich diese in einer großen Anzahl von Reihen in Umfangsrichtung aufreihen.

[0169] Die vorliegende Erfindung ist gemäß der vorstehenden Art und Weise konstruiert, und die im weiteren beschriebenen Effekte werden erzielt.

[0170] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Stator für einen Wechselstromgenerator bereitgestellt, welcher einen zylindrischen Stator Kern, der aus einem laminierten Eisenkern aufgebaut ist, welcher mit einer Anzahl von Schlitzten ausgebildet ist, die sich axial in einem vorbestimmten Abstand in einer Umfangsrichtung erstrecken, und eine Statorwicklung aufweist, welche eine Anzahl von Windungsunterabschnitten aufweist, wobei in jedem davon eine lange bzw. kontinuierliche Litze bzw. Leiter eines Kabels derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitzte in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzten abwechselnd belegt, wobei sich die Litze des Kabels nach hinten außerhalb der Schlitzte an axialen Endflächen des Stator Kerns faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte durch zumindest einen Windungszusammenbau aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterabschnitten aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitzte in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzten belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitzte sind, und wobei die zweite Wick-

lungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, wobei die Statorwicklung durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte und die zweiten Wicklungsunterabschnitte, welche die gleiche Phase innerhalb des Wicklungszusammenbaus bilden, durch Querverbindungen mit gleicher Adresse an der gleichen Adresse in jeder Phase verbunden sind, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einen Schlitzabstand von $4n$ oder mehr angeordnet sind. Somit vermindert sich die Anzahl der Verbindungen in den Wicklungsenden signifikant, wodurch sich die Korrosionswiderstandsfähigkeit und die Isolierung verbessert, und wobei eine Anzahl der Wicklungen in dem Stator Kern gleichzeitig als Wicklungszusammenbauten installiert werden kann, wodurch sich der Zusammenbau und die Produktivität verbessert. Ferner können die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in Umfangsrichtung ohne Kontakt miteinander angeordnet werden, was es ermöglicht, dass eine Zunahme der Höhe der Wicklungsenden unterdrückt werden kann.

[0171] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Stator für einen Wechselstromgenerator bereitgestellt, welcher einen zylindrischen Stator Kern, der aus einem laminierten Eisen Kern aufgebaut ist, welcher mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, die sich axial in einem vorbestimmten Abstand in einer Umfangsrichtung erstrecken, und eine Statorwicklung aufweist, welche eine Anzahl von Windungsunterabschnitten aufweist, wobei in jedem davon eine kontinuierliche bzw. lange Litze bzw. Leiter eines Kabels derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen abwechselnd belegt, wobei sich die Litze des Kabels nach hinten außerhalb der Schlitze an axialen Endflächen des Stator Kerns faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte durch zumindest einen Windungszusammenbau aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterab-

schnitten aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, wobei die Statorwicklung durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte und die zweiten Wicklungsunterabschnitte, welche die gleiche Phase innerhalb des Wicklungszusammenbaus bilden, durch Querverbindungen mit gleicher Adresse an Adressen verbunden sind, die sich von angrenzenden Phasen unterscheiden, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einem Schlitzabstand von $2n$ oder mehr angeordnet sind. Somit wird die Anzahl der Verbindungen in den Wicklungsenden signifikant reduziert, wodurch die Korrosionswiderstandsfähigkeit und die Isolierung verbessert wird, und wobei eine Anzahl der Wicklungen in dem Stator Kern gleichzeitig als Wicklungszusammenbauten installiert werden kann, wodurch sich der Zusammenbau und die Produktivität verbessert. Zusätzlich können Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in Umfangsrichtung ohne Kontakt miteinander angeordnet werden, was es ermöglicht, dass eine Zunahme der Höhe der Wicklungsenden unterdrückt wird. Des weiteren kann die Anordnung der Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase konzentriert werden, wodurch sich der Verbindungsvorgang verbessert.

[0172] Da die beiden Wicklungszusammenbauten in dem Stator Kern derart installiert werden können, dass diese in zwei Reihen in einer radialen Richtung ausgerichtet werden, kann jede Phase, welche die Dreiphasenwechselstromwicklung bildet, durch einen Wicklungsabschnitt mit vier Windungen bzw. Drehungen gebildet werden, wobei die ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte, die in dieselbe

Schlitzgruppe gewunden sind, in Serie verbunden sind, wobei eine Dreiphasenwechselstromwicklung in einfacher Art und Weise konstruiert werden kann, in welcher jede Phase aus einem Wicklungsabschnitt mit vier Windungen bzw. Drehungen aufgebaut ist.

[0173] Da jede Phase, welche die Dreiphasenwechselstromwicklung bildet, durch einen Windungs- bzw. Wicklungsabschnitt mit vier Windungen ausgebildet sein kann, wobei Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte zwischen den beiden Wicklungszusammenbauten durch zwei Querverbindungen mit angrenzender Adresse verbunden sind, und Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte innerhalb eines Wicklungszusammenbaus durch eine Querverbindung mit gleicher Adresse verbunden sein können, weisen die Querverbindungsabschnitte eine einfache Konstruktion auf, wodurch der Verbindungsvorgang verbessert wird.

[0174] Da jede Phase, welche die Dreiphasenwechselstromwicklung bildet, durch einen Wicklungsabschnitt mit vier Windungen aufgebaut sein kann, wobei die Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte innerhalb jeder der Wicklungszusammenbauten durch eine Querverbindung mit gleicher Adresse verbunden sind, und die Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte zwischen den beiden Wicklungszusammenbauten durch eine Querverbindung mit angrenzender Adresse verbunden sind, weisen die Querverbindungsabschnitte eine einfache Konstruktion auf, wodurch der Verbindungsvorgang verbessert bzw. vereinfacht wird.

[0175] Da die drei Wicklungszusammenbauten in dem Stator Kern derart installiert sein können, dass diese in drei Reihen in eine radialen Richtung ausgerichtet sind, und da jede Phase, welche die Dreiphasenwechselstromwicklung bildet, durch einen Wicklungsabschnitt mit sechs Windungen aufgebaut sein kann, wobei die ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte, die in die gleiche Schlitzgruppe gewunden sind, in Serie verbunden sind, kann eine Dreiphasenwechselstromwicklung in einfacher Art und Weise konstruiert werden, in welcher jede Phase aus einem Wicklungsabschnitt mit sechs Drehungen bzw. Windungen aufgebaut ist.

[0176] Da die Querverbindung mit gleicher Adresse unter Verwendung eines metallischen Querverbindungsanschlusses ausgebildet sein kann, sind Klemmen zur Sicherung der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche zu verbinden sind, nicht länger erforderlich, was es ermöglicht, dass die Anzahl der Teile reduziert wird, und wobei die Länge der Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche zu verbinden sind, verkürzt werden kann, wodurch sich die Vorgänge des Herumziehens und Biegens der Endabschnitte vereinfachen.

[0177] Da die Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche die Neutralpunkte der Dreiphasenwechselstromwicklung bilden, unter Verwendung ei-

nes metallischen Neutralpunktverbindungsanschlusses verbunden sein können, sind Klemmen zur Sicherung der Endabschnitte der zu verbindenden Wicklungsunterabschnitte nicht länger erforderlich, wodurch es ermöglicht wird, dass die Anzahl der Teile reduziert wird, und wobei die Länge der Endabschnitte der zu verbindenden Wicklungsunterabschnitte verkürzt werden kann, wodurch sich die Vorgänge des Herumziehens und Biegens der Endabschnitte vereinfachen.

[0178] Da ein Neutralpunktleiter in dem metallischen Neutralpunktverbindungsanschluss integriert sein kann, besteht kein Bedarf, einen separaten Leiter für die Ausgabe des Neutralpunktstromes von der Dreiphasenwechselstromwicklung anzuordnen, wodurch sich der Verbindungsvorgang verbessert.

[0179] Da der metallische Querverbindungsanschluss und der metallische Neutralpunktverbindungsanschluss durch eine elektrisch isolierendes Harz integriert sein können, muss der Vorgang des Positionierens der Anschlüsse bei dem Wechselstromverbindungs Vorgang lediglich einmal durchgeführt werden, wodurch es möglich wird, die Anzahl der Vorgänge zu reduzieren.

[0180] Da die Verbindung der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte durch Lichtbogenschweißen vorgenommen werden kann, kann eine große Verbindungsfestigkeit erzielt werden, wodurch es ermöglicht wird, dass sich die Verlässlichkeit verbessert.

[0181] Da eine Querschnittsform der Litzen des Kabels im Wesentlichen eine abgeflachte bzw. flache Form ist, kann die Kontaktfläche an den Verbindungsabschnitten erhöht werden, wodurch es möglich wird, die Verbindungsstärke zu verbessern.

[0182] Da ein Wicklungsende der Statorwicklung in ein elektrisch isolierendes Harz ausgeformt bzw. vergossen werden kann, sind die Verbindungsabschnitte in dem elektrisch isolierenden Harz eingebettet, was die Korrosionswiderstandsfähigkeit und die Isolierung verbessert, und was ebenso ein Herausnehmen bzw. Losreißen der Verbindungsabschnitte als Folge der Vibration verhindert.

Patentansprüche

1. Stator für einen Wechselstromgenerator, welcher aufweist:

einen zylindrischen Stator Kern (**15**), welcher aus einem laminierten Eisenkern aufgebaut ist, der mit einer Anzahl von Schlitzten (**15a**) ausgebildet ist, welche sich axial mit einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung erstrecken; und eine Statorwicklung (**16**), welche eine Anzahl von Windungsunterabschnitten (**31-36**) aufweist, wobei in jedem davon eine kontinuierliche Litze eines Kabels (**30**) derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitzte (**15a**) in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von

Schlitzen abwechselnd belegt, wobei sich die Litze des Kabels (30) nach hinten außerhalb der Schlitze an axialen Endflächen des Statorkerns (15) faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte (31–36) durch zumindest einen Windungszusammenbau (90, 90a, 90b) aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterabschnitten (31, 33, 35) aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels (30) gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze (15a) in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten (32, 34, 36) aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels (30) aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze (15a) in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte (31, 33, 35) versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, wobei die Statorwicklung (16) durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (160) aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte (31, 33, 35) und die zweiten Wicklungsunterabschnitte (32, 34, 36), welche die gleiche Phase innerhalb des Wicklungszusammenbaus (90, 90a, 90b) bilden, durch Querverbindungen (C_{1-1} , C_{4-4}) mit gleicher Adresse an der gleichen Adresse in jeder Phase verbunden sind, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einen Schlitzabstand von $4n$ oder mehr angeordnet sind.

2. Stator für einen Wechselstromgenerator, welcher aufweist:

einen zylindrischen Statorkern (15), welcher aus einem laminierten Eisenkern aufgebaut ist, der mit einer Anzahl von Schlitzen (15a) ausgebildet ist, welche sich axial mit einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung erstrecken; und eine Statorwicklung (16), welche eine Anzahl von Windungsunterabschnitten (31–36) aufweist, wobei in jedem davon eine kontinuierliche Litze eines Ka-

bels (30) derart gewunden ist, dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze (15a) in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen abwechselnd belegt, wobei sich die Litze des Kabels (30) nach hinten außerhalb der Schlitze an axialen Endflächen des Statorkerns (15) faltet, wobei die Wicklungsunterabschnitte (31–36) durch zumindest einen Windungszusammenbau (90, 90a, 90b) aufgebaut sind, welcher aus einem Paar von ersten und zweiten Wicklungsgruppen besteht, wobei die erste Wicklungsgruppe eine Anzahl von ersten Wicklungsunterabschnitten (31, 33, 35) aufweist, die jeweils eine Windung aufweisen, welche durch Wicklung von einem der Litzen des Kabels (30) gebildet wird, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze (15a) in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen belegen, wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind, und wobei die zweite Wicklungsgruppe, welche eine Anzahl von zweiten Wicklungsunterabschnitten (32, 34, 36) aufweist, jeweils eine Windung umfasst, welche durch Wicklung von einer der Litzen des Kabels (30) aufgebaut ist, so dass diese abwechselnd eine innere Schicht und eine äußere Schicht in Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze (15a) in Intervallen der vorbestimmten Anzahl der Schlitze belegen, und so dass diese umgekehrt gewickelt sind und um einen elektrischen Winkel von 180° bezüglich der ersten Wicklungsunterabschnitte (31, 33, 35) versetzt sind, wobei die zweiten Wicklungsunterabschnitte in einem Abstand von einem Schlitz voneinander angeordnet sind und in der Anzahl gleich der vorbestimmten Anzahl der Schlitze sind,

wobei die Statorwicklung (16) durch eine Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (160) aufgebaut ist, welche n Schlitze pro Phase pro Pol belegt, wobei dabei eine Phasendifferenz vorliegt, welche einem elektrischen Winkel von 120° zwischen jeder Phase entspricht, und

wobei die ersten Wicklungsunterabschnitte (31, 33, 35) und die zweiten Wicklungsunterabschnitte (32, 34, 36), welche die gleiche Phase innerhalb des Wicklungszusammenbaus (90, 90a, 90b) bilden, durch Querverbindungen (C_{1-1} , C_{4-4}) mit gleicher Adresse an Adressen verbunden sind, die sich von angrenzenden Phasen unterscheiden, wobei die Querverbindungen mit gleicher Adresse von jeder Phase in einem Schlitzabstand von $2n$ oder mehr angeordnet sind.

3. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei:

zwei der Wicklungszusammenbauten (90a, 90b) in dem Statorkern (15) installiert sind, so dass diese in zwei Reihen in einer radialen Richtung ausgerichtet

sind; und
jede Phase, welche die Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (**160**) bildet, aus einem Wicklungsabschnitt gebildet ist, welcher vier Windungen aufweist, in welche erste und zweite Wicklungsunterabschnitte (**31–34**), welche in die gleiche Schlitzgruppe gewickelt sind, in Serie verbunden sind.

4. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß Anspruch 3, wobei jede Phase, welche die Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (**160**) bildet, durch einen Wicklungsabschnitt aufgebaut ist, welcher vier Windungen aufweist, in welche Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte (**31–34**) zwischen den beiden Wicklungszusammenbauten (**90A**, **90B**) durch zwei adressangrenzende Querverbindungen (C_{2-3}) verbunden sind, und wobei Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte (**31–34**) innerhalb einem der Wicklungszusammenbauten (**90A**, **90B**) durch eine gleichadressige Querverbindung (C_{1-1} , C_{4-4}) verbunden sind.

5. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß Anspruch 3, wobei jede Phase, welche die Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (**160**) bildet, durch einen Wicklungsabschnitt aufgebaut ist, welcher vier Windungen aufweist, in welche Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte (**31–34**) zwischen den beiden Wicklungszusammenbauten (**90A**, **90B**) durch eine gleichadressige Querverbindung (C_{1-1} , C_{4-4}) verbunden sind, und wobei Endabschnitte der ersten und zweiten Wicklungsunterabschnitte (**31–34**) innerhalb einem der Wicklungszusammenbauten (**90A**, **90B**) durch eine angrenzendadressige Querverbindung (C_{2-3}) verbunden sind.

6. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei:
drei Wicklungszusammenbauten (**90**, **90A**, **90B**) in dem Stator Kern (**15**) derart installiert sind, dass diese in drei Reihen in einer radialen Richtung ausgerichtet sind; und
jede Phase, welche die Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (**160**) bildet, durch einen Wicklungsabschnitt ausgebildet ist, welcher sechs Windungen aufweist, in welchen erste und zweite Wicklungsunterabschnitte (**31–36**), welche in die gleiche Schlitzgruppe gewickelt sind, in Serie verbunden sind.

7. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die gleichadressigen Querverbindungen (C_{1-1} , C_{4-4}) unter Verwendung eines Metallquerverbindungsanschlusses (**102**) hergestellt sind.

8. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Endabschnitte der Wicklungsunterabschnitte, welche

neutrale Punkte der Drei-Phasen-Wechselstromwicklung (**160**) bilden, unter Verwendung eines Metallneutralpunkt-Verbindungsanschlusses (**101**) verbunden sind.

9. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß Anspruch 8, wobei eine Neutralpunktleitung (**101b**) in dem Metallneutralpunkt-Verbindungsanschluss (**101**) integriert ist.

10. Stator für einen Wechselstromgenerator gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei der Metallquerverbindungsanschluss (**102**) und der Metallneutralpunkt-Verbindungsanschluss (**101**) durch ein elektrisch isolierendes Harz (**103**) integriert sind.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

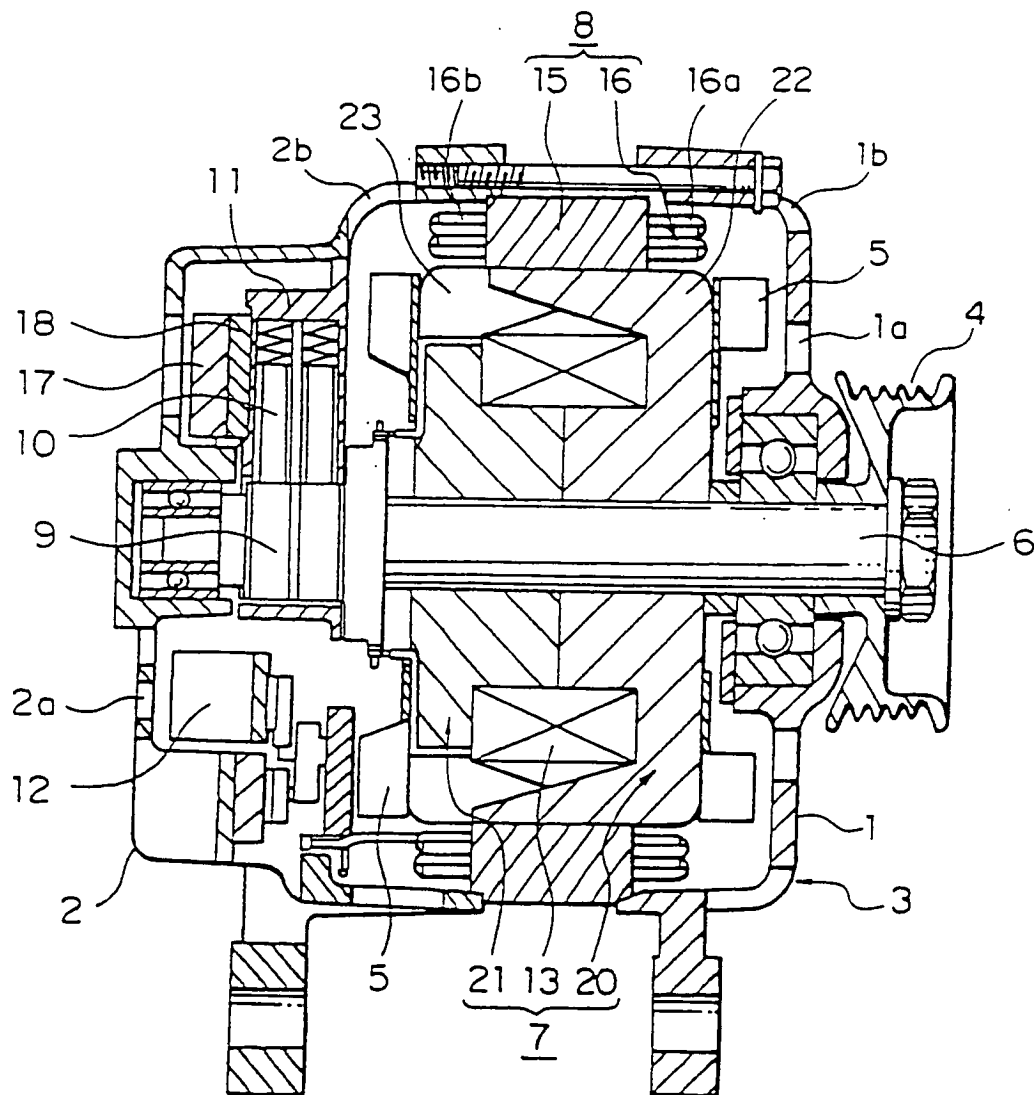


FIG. 2

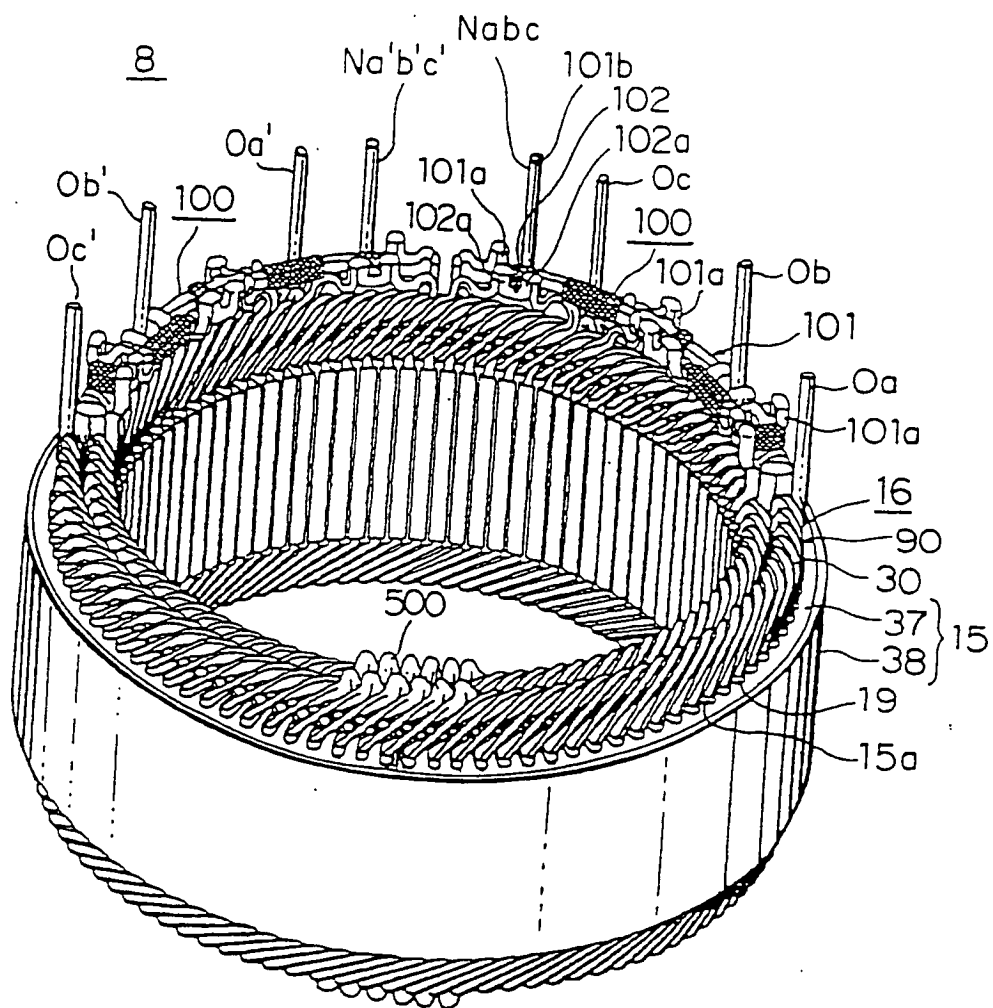


FIG. 3

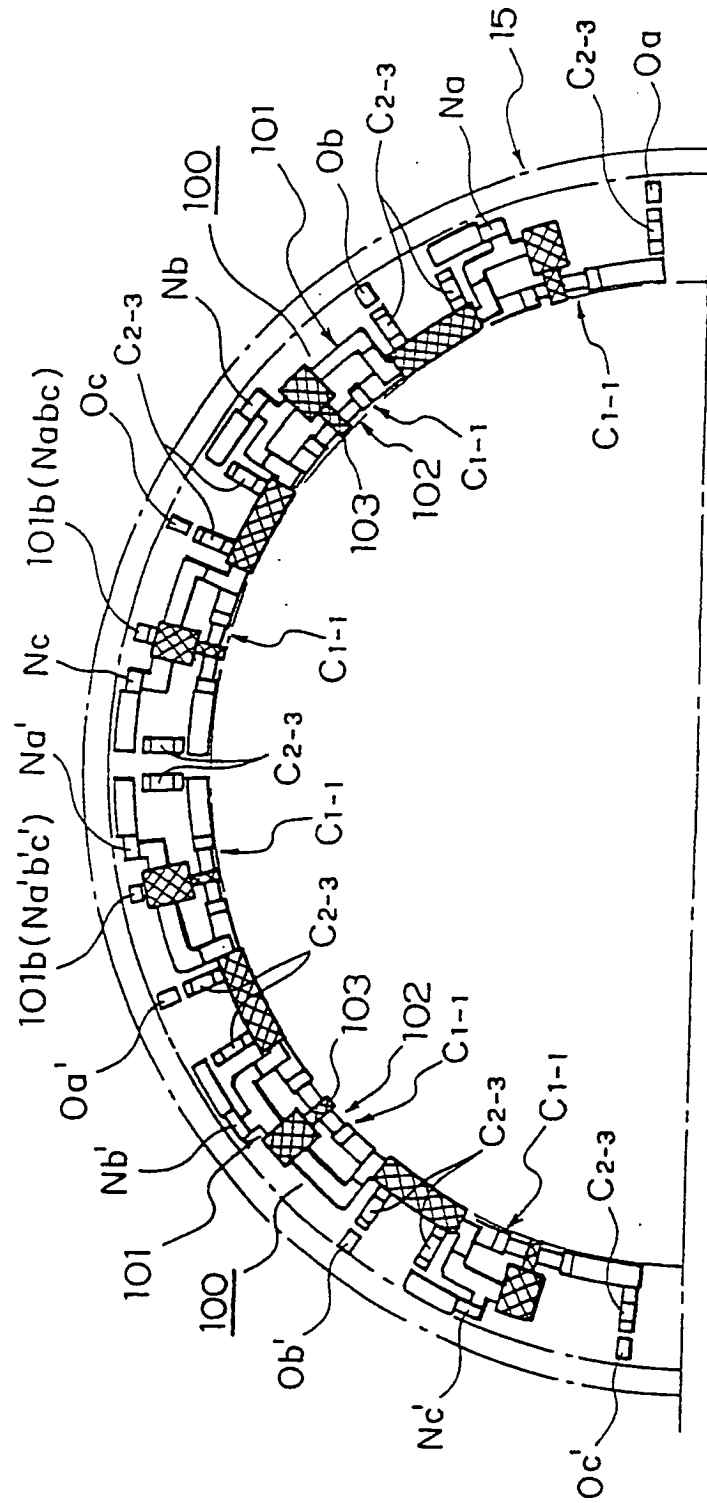


FIG. 4

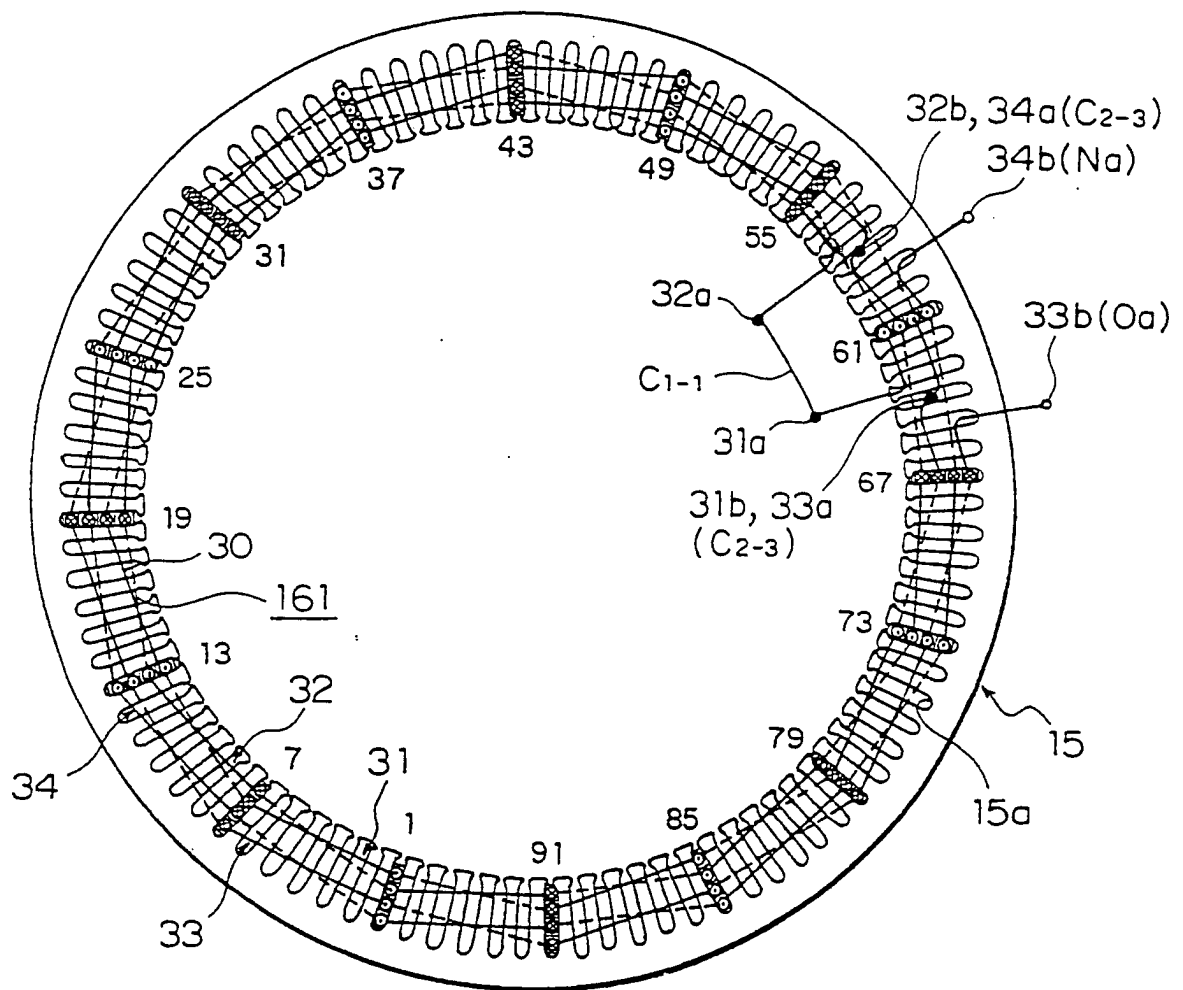


FIG. 5

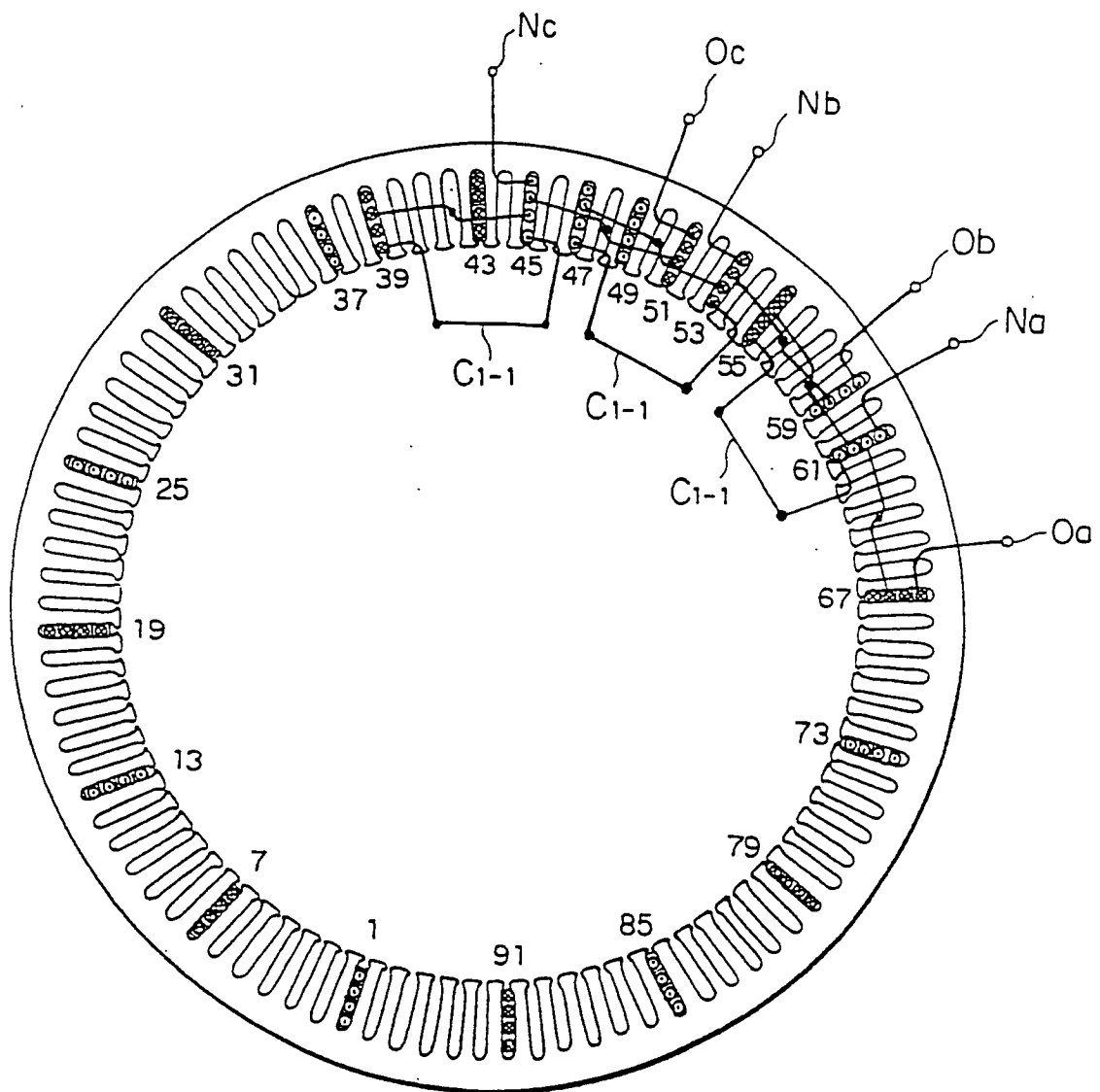


FIG. 6

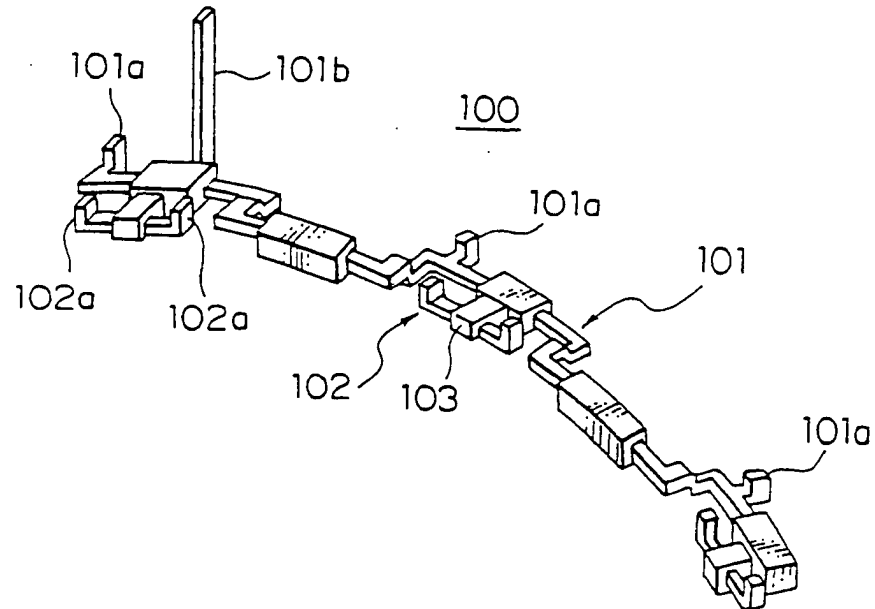


FIG. 7

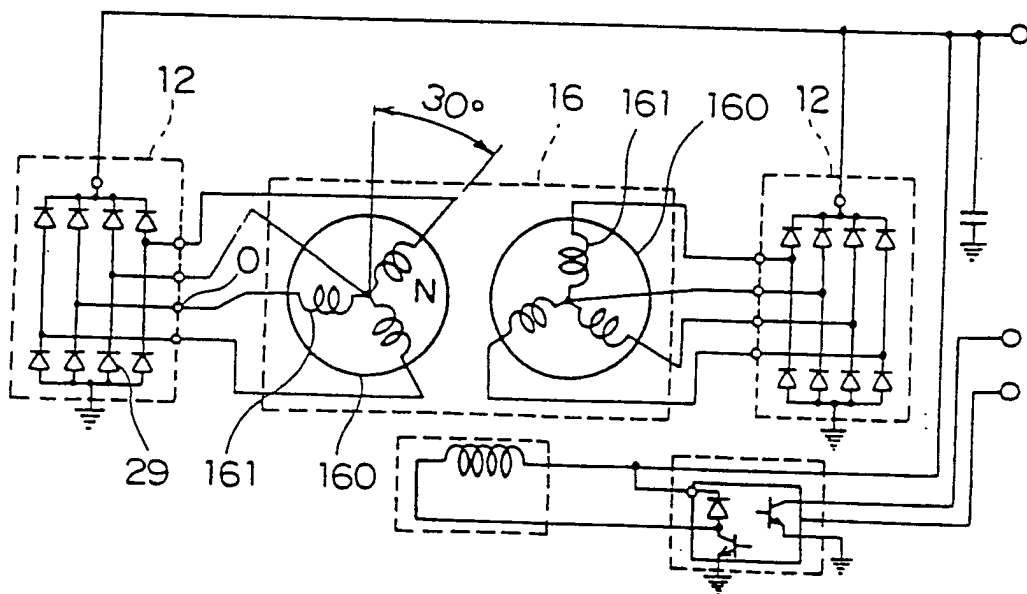


FIG. 8

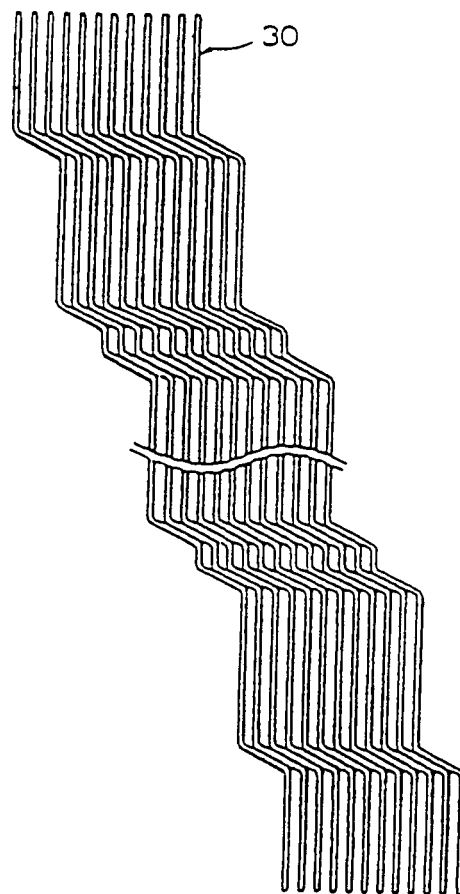


FIG. 9

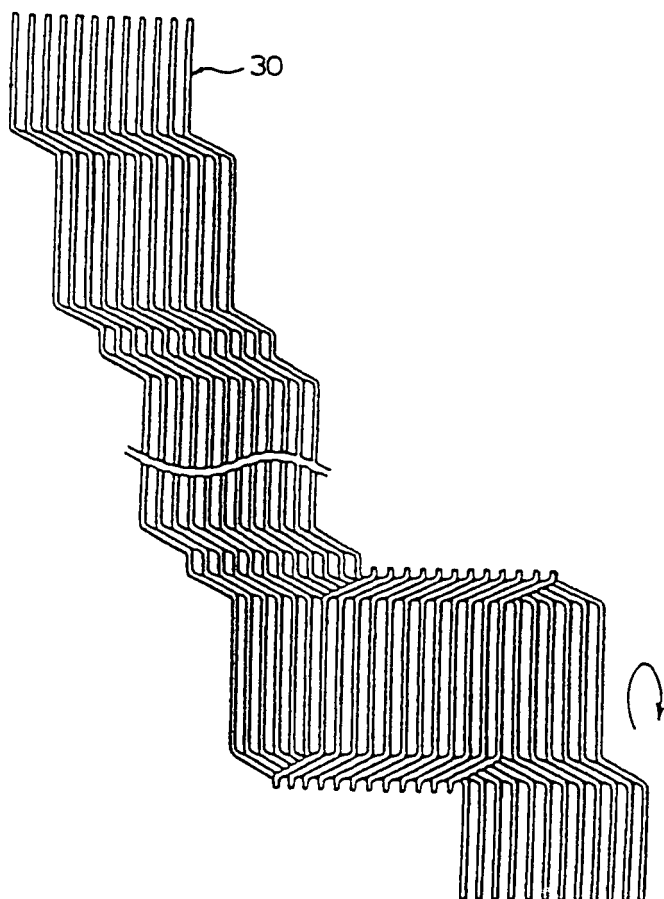


FIG. 10A

90A

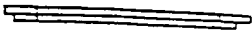


FIG. 10B

90A

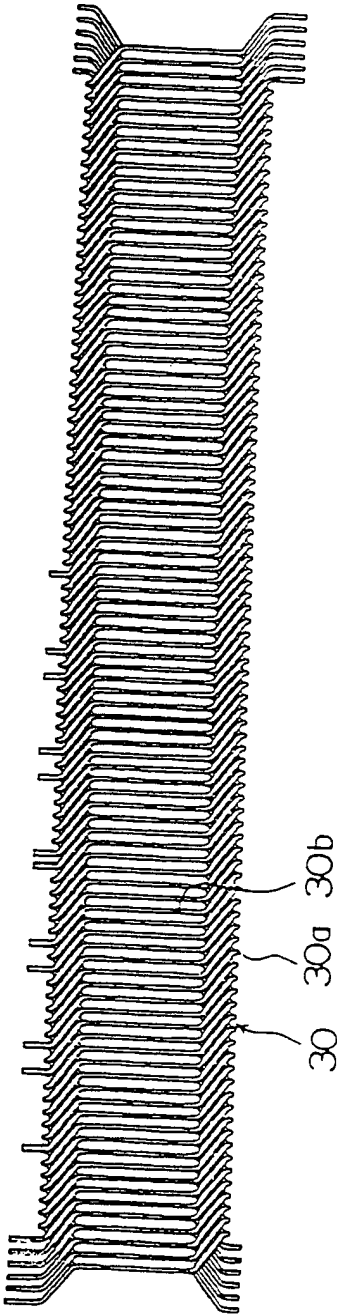


FIG. 11A

FIG. 11B

90B

90B

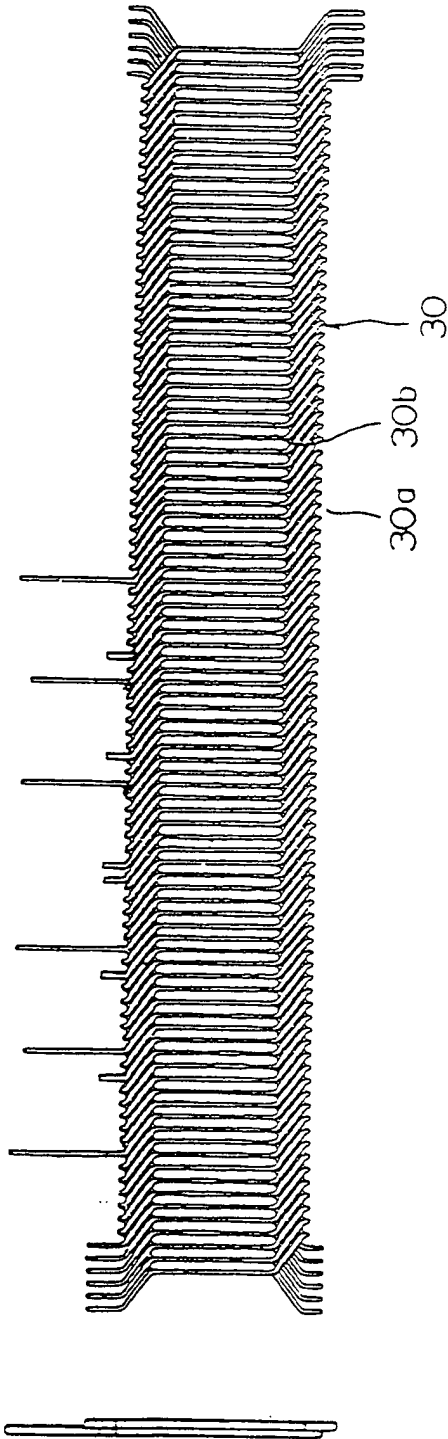


FIG. 12

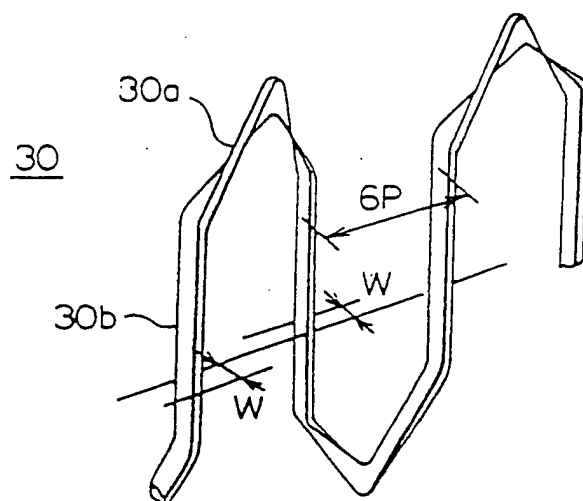
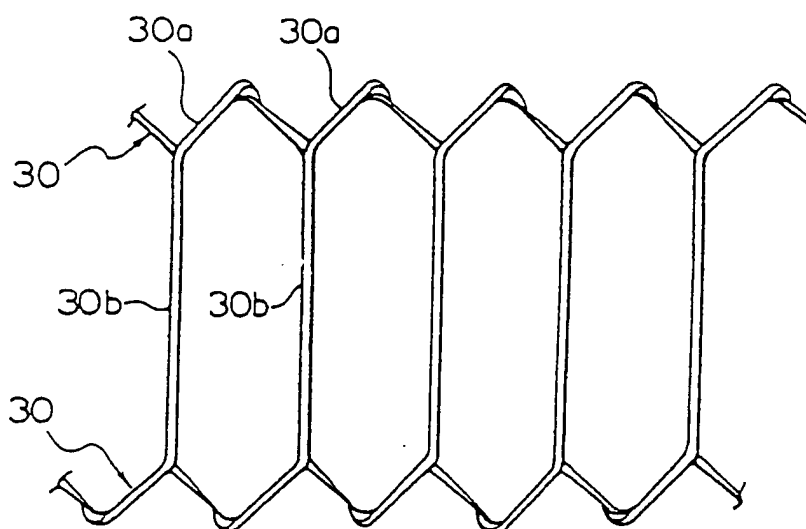


FIG. 13



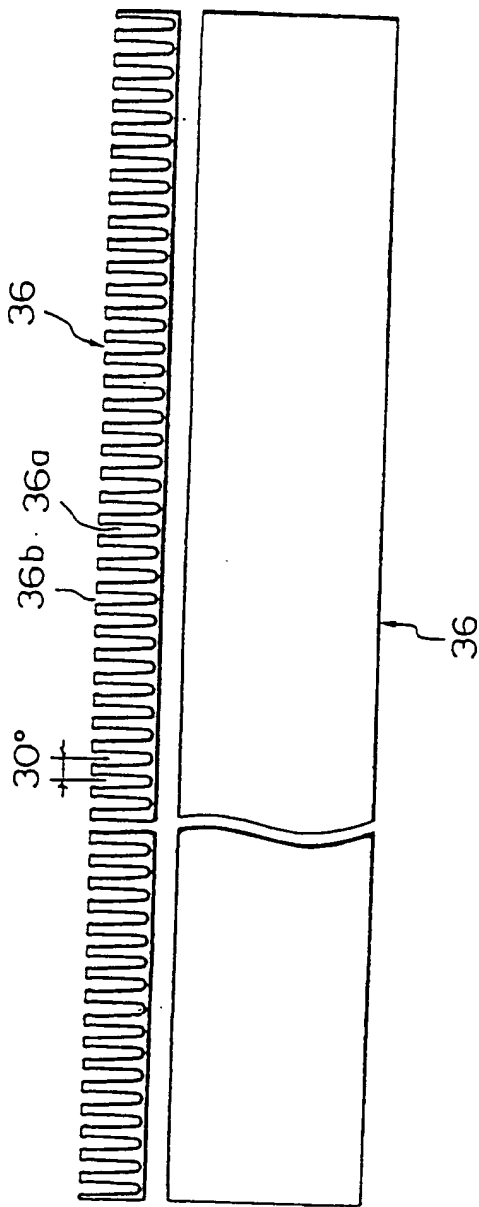


FIG. 14A

FIG. 14B

FIG. 15A

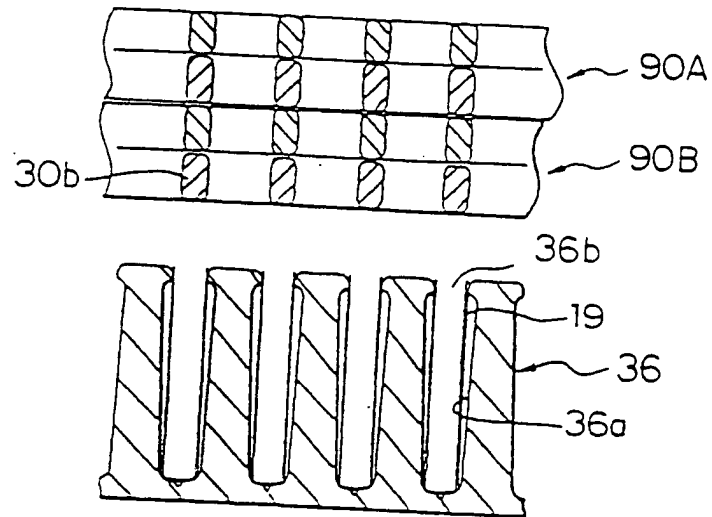


FIG. 15B

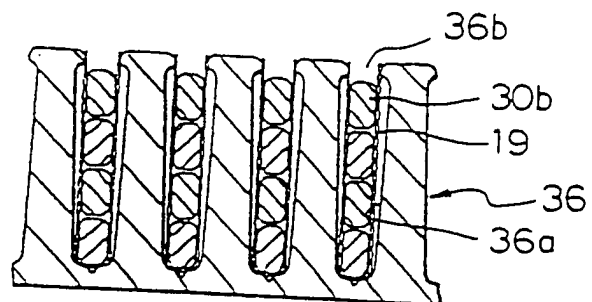


FIG. 15C

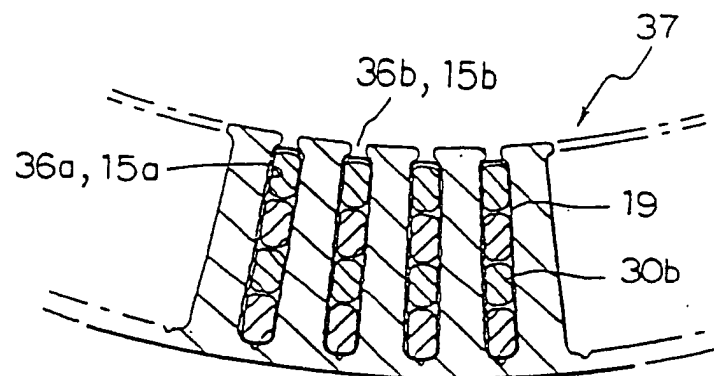


FIG. 16

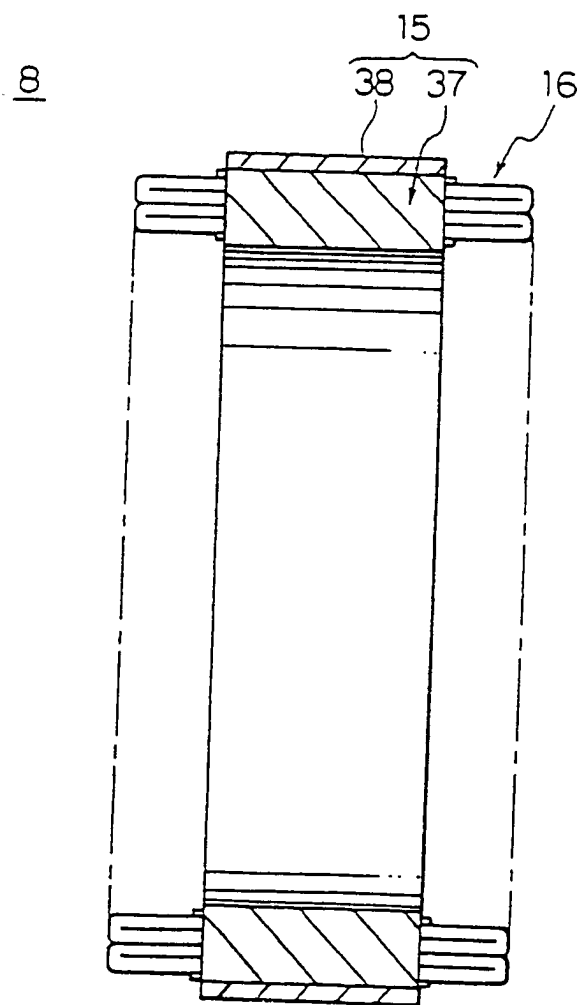


FIG. 17

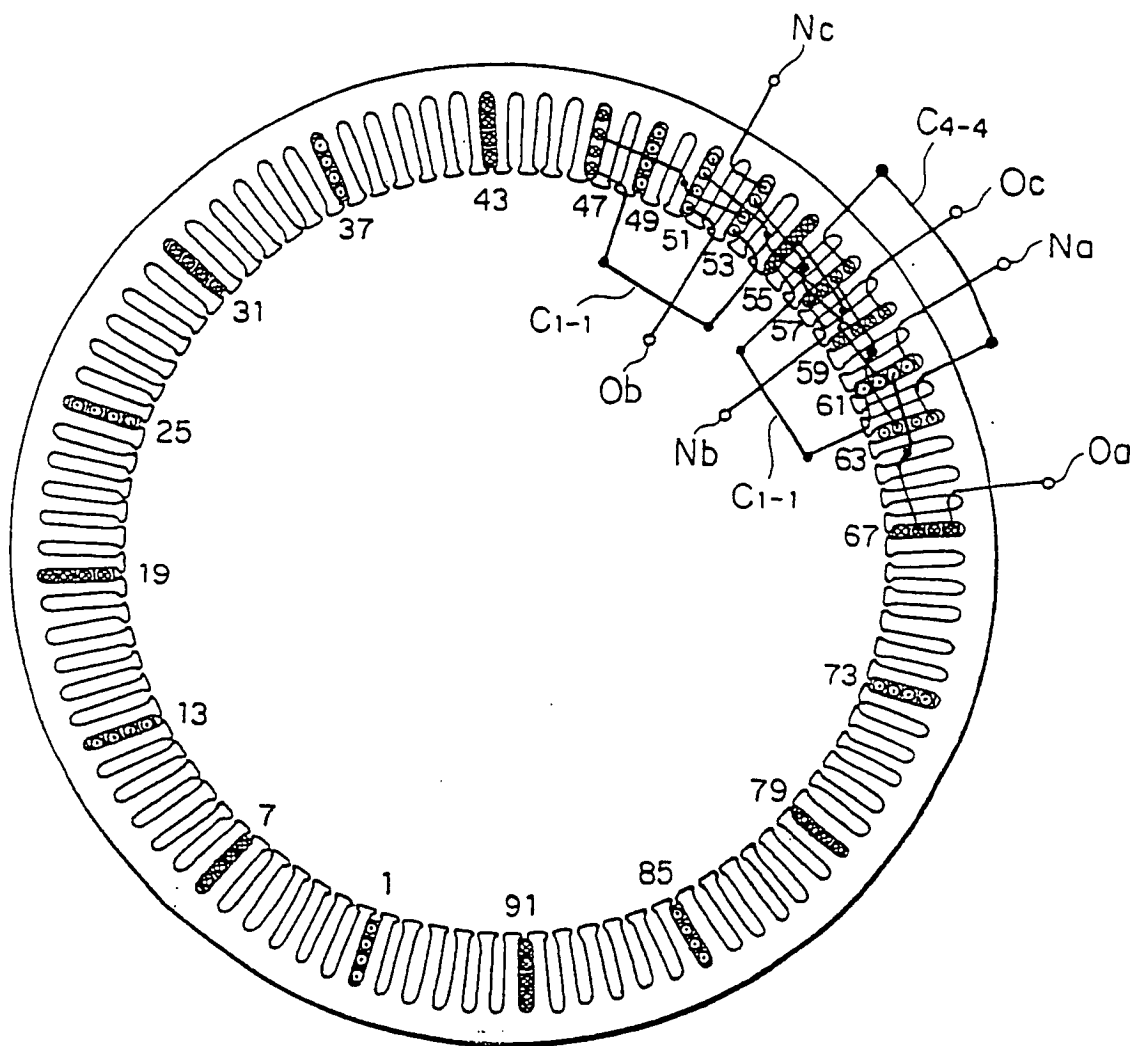


FIG. 18

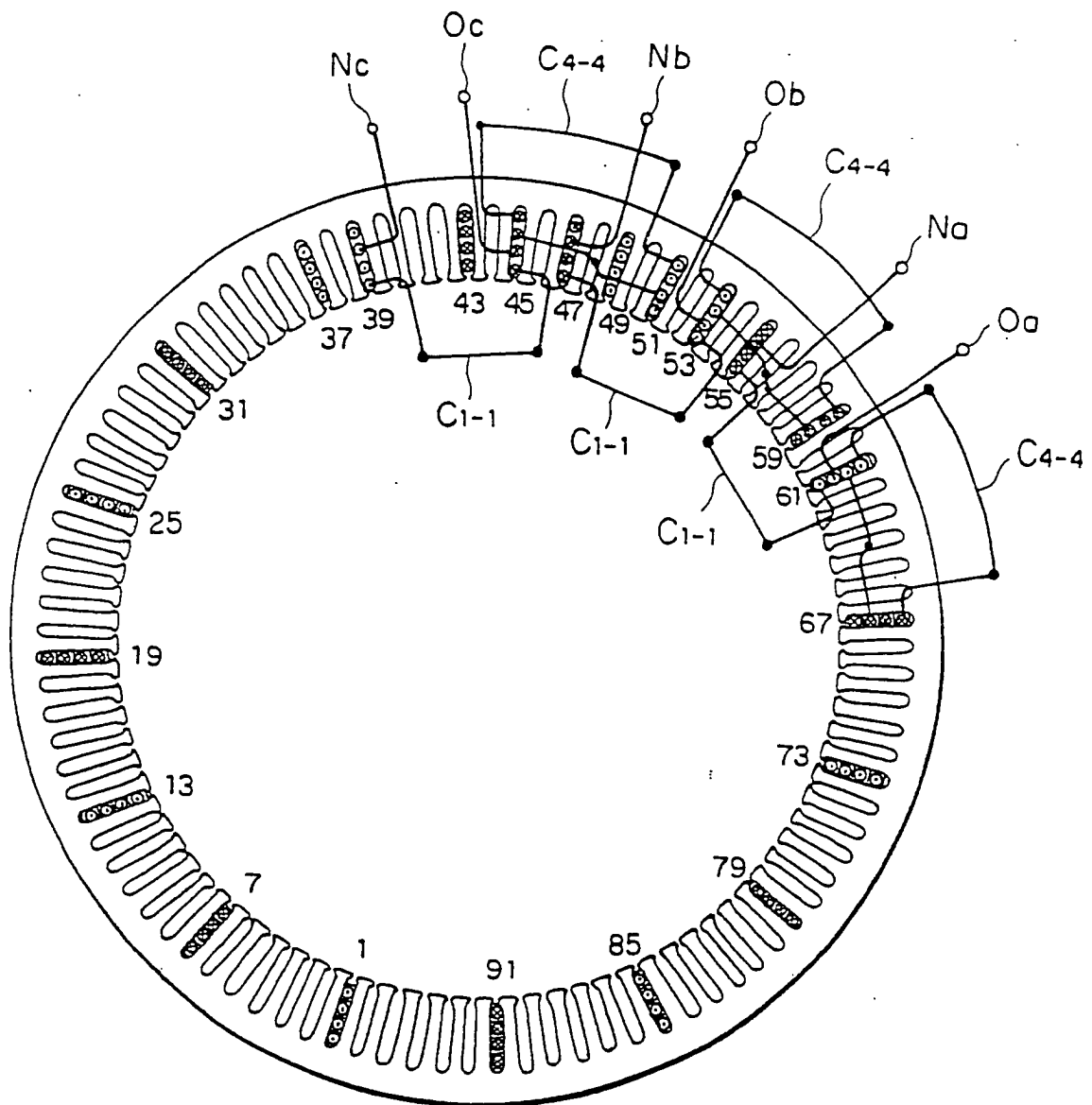


FIG. 19

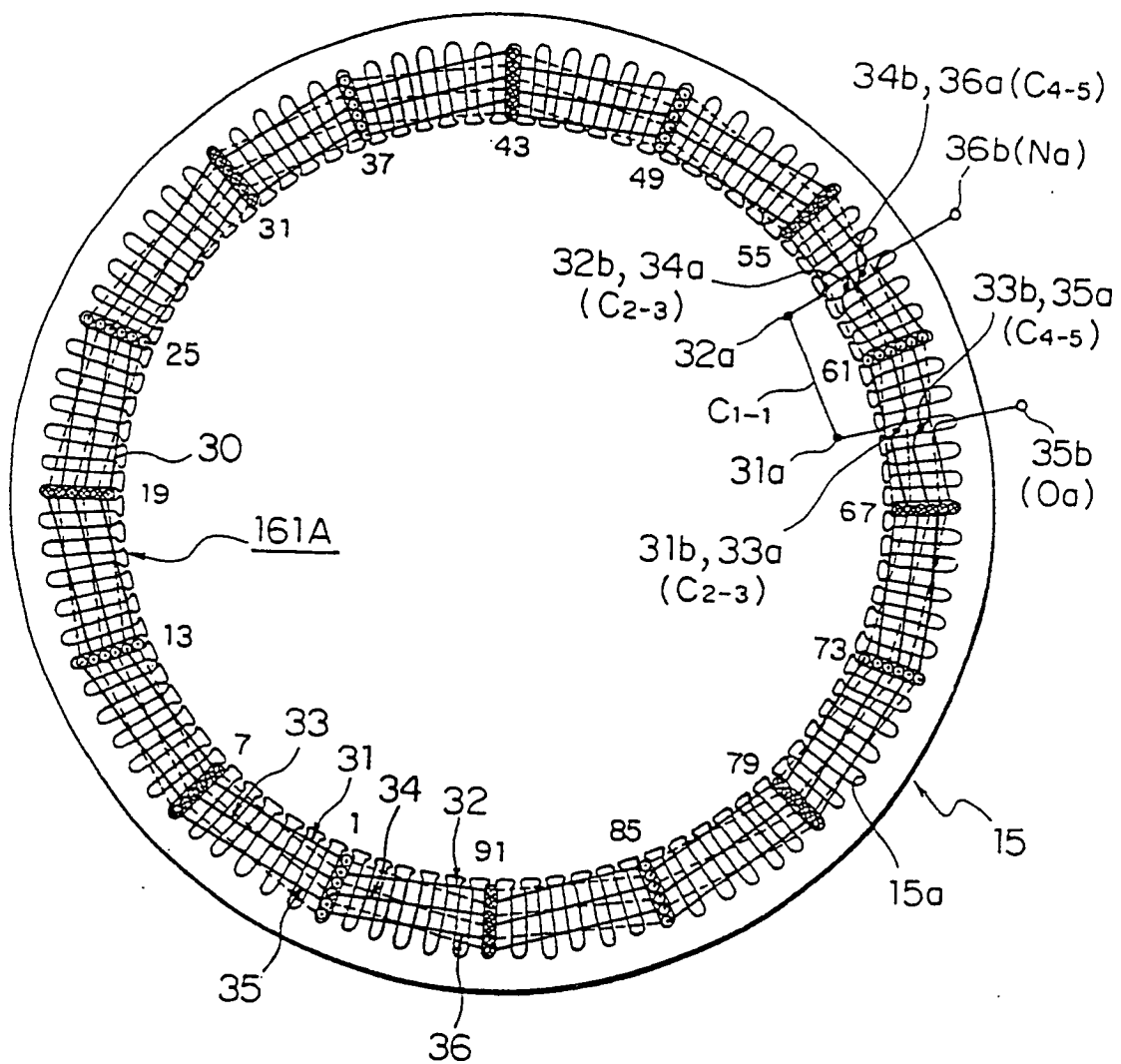


FIG. 20

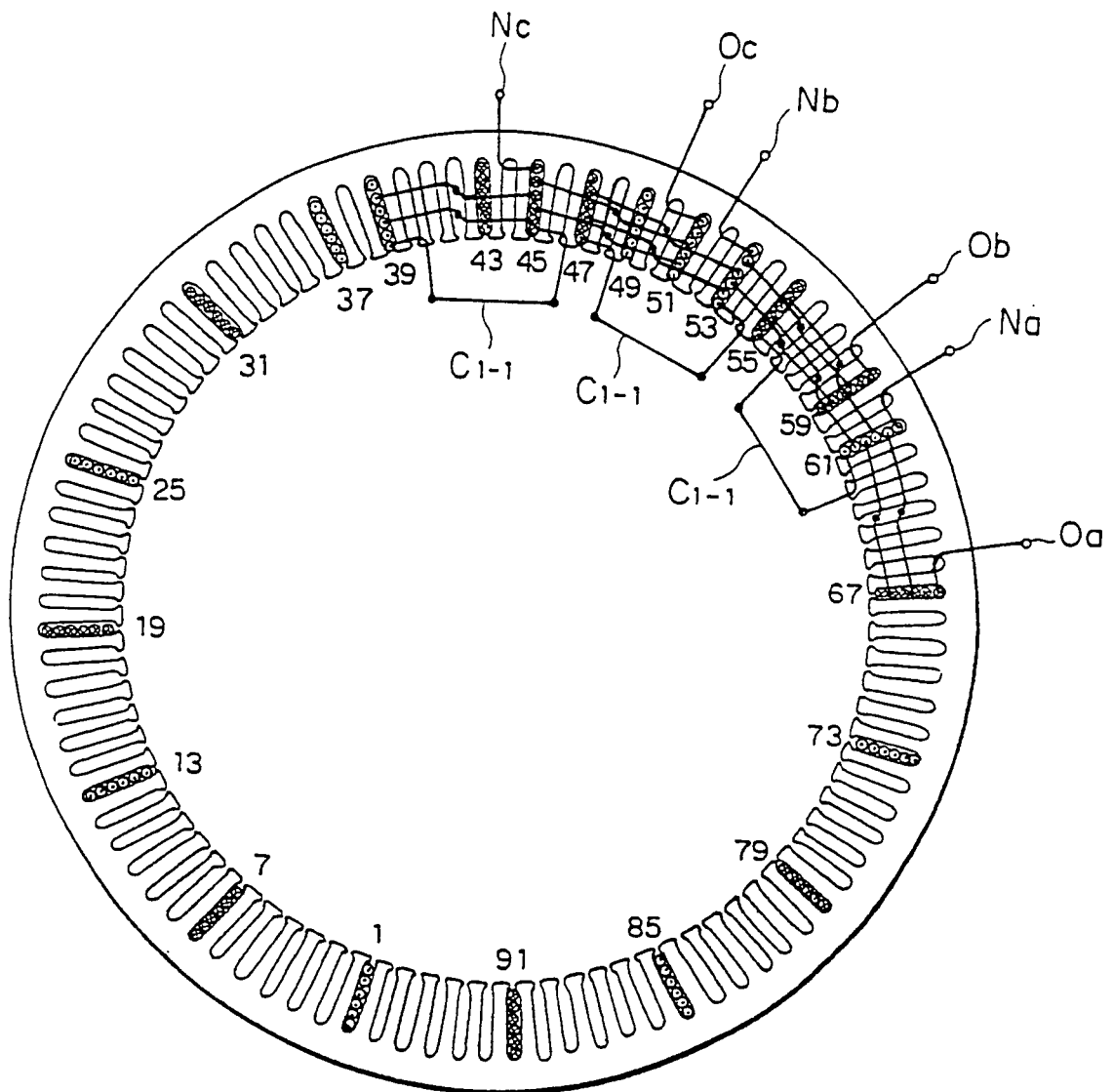


FIG. 21

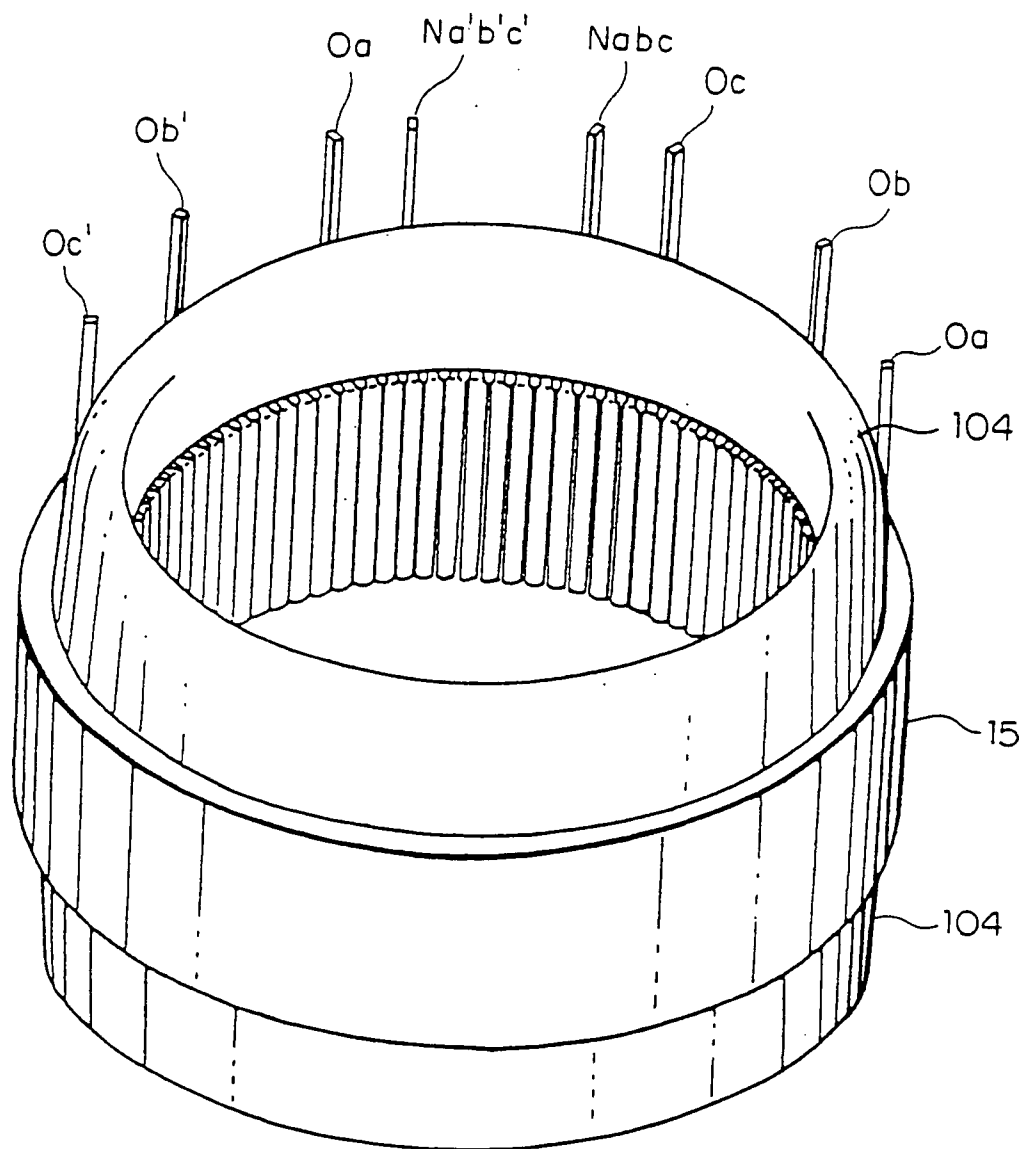


FIG. 22

STAND DER TECHNIK

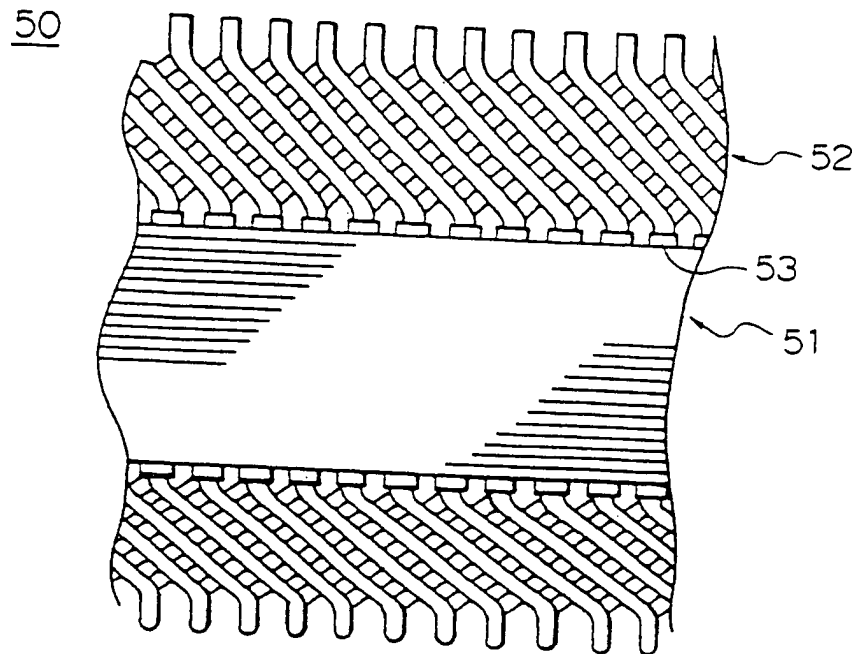


FIG. 23

STAND DER TECHNIK

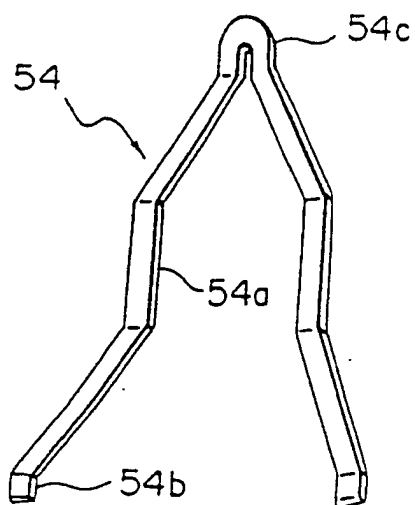


FIG. 24

STAND DER TECHNIK

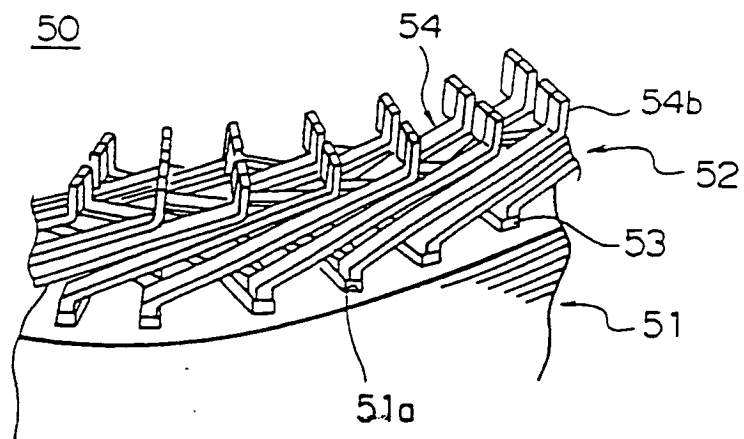


FIG. 25

STAND-DER TECHNIK

