



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 37 236 T2 2008.10.02**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 109 293 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 236.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 126 524.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.12.2000**

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

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 3/34 (2006.01)**

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 3/28 (2006.01)

H02K 15/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

35519499	14.12.1999	JP
37716899	27.12.1999	JP
35888899	17.12.1999	JP
36128699	20.12.1999	JP
36753499	24.12.1999	JP
37025499	27.12.1999	JP
36845399	24.12.1999	JP
37716799	27.12.1999	JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

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

(54) Bezeichnung: **Wechselstromgenerator und dessen Herstellungsverfahren**

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 Wechselstromgenerator, der durch eine Brennkraftmaschine angetrieben wird, die zum Beispiel an einem Automobilfahrzeug angebracht ist, wie beispielsweise ein Personenwagen oder ein Lastwagen, und ein Verfahren zur Herstellung des Wechselstromgenerators.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] [Fig. 29](#) ist eine Perspektivansicht eines Stators von einem herkömmlichen Automobil-Wechselstromgenerator, wie er zum Beispiel in dem japanischen Patent Nr. 2927288 beschrieben wird, [Fig. 30](#) ist eine Perspektivansicht, die ein Leitersegment zeigt, das in dem Stator in [Fig. 29](#) verwendet wird, und die [Fig. 31](#) und [Fig. 32](#) sind Perspektivansichten von einem vorderen Ende beziehungsweise einem hinteren Ende eines Teils des Stators in [Fig. 29](#).

[0003] Dieser Stator **300** umfasst: einen Stator Kern **301**; eine Ständerwicklung **302**, die auf den Stator Kern **301** gewickelt ist; und Isolierelemente **304**, die im Innern von Schlitzen **303** angebracht sind, wobei die Isolierelemente **304** die Ständerwicklung **302** von dem Stator Kern **301** elektrisch isolieren. Der Stator Kern **301** ist ein zylindrischer laminiertes Kern, der durch Stapeln von dünnen Stahlplatten laminiert ist, welche plattenförmige magnetische Elemente sind, und weist eine Anzahl von sich axial erstreckenden Schlitzen **303** auf, die umfänglich in einer gleichmäßigen Teilung angeordnet sind, so dass sie an einer inneren Umfangsseite offen sind. Die Ständerwicklung **302** ist durch Fügen einer Anzahl von kurzen Leitersegmenten **305** in einem vorbestimmten Wicklungsmuster aufgebaut.

[0004] Bei dem Stator **300** eines Automobil-Wechselstromgenerators mit dem obigen Aufbau, weil die Ständerwicklung **302** aufgebaut ist durch Einführen von kurzen Leitersegmenten **305**, die in die allgemeine U-Form ausgebildet sind, in die Schlitze **303** des Stator Kerns **301** von dem hinteren Ende und Fügen von Endabschnitten **305b** der Leitersegmente **305**, die sich nach außen an dem vorderen Ende erstrecken, sind die Spulenendgruppen aus einer großen Anzahl von Fügeabschnitten gebildet, was zulässt, dass leicht Kurzschlussunfälle auftreten, weil die Fügeabschnitte leicht miteinander kurzgeschlossen werden.

[0005] Eine große Anzahl der kurzen Leitersegmente **305** muss in den Stator Kern **301** eingeführt werden und ihre Endabschnitte müssen durch Schweißen,

Löten, usw. gefügt werden, was die Betriebsfähigkeit beachtlich schlecht macht. Des Weiteren muss der Umfang von jedem Leitersegment **305**, der in die Schlitze **303** eingeführt wird, größer sein als die Länge des Stator Kerns **301**, was eine Beschädigung an den Isolierbeschichtungen und einem Isolierpapier fördert und die Qualität des fertigen Produkts vermindert. Außerdem, wenn die Endabschnitte gefügt werden, treten häufig Kurzschlüsse zwischen den Fügeabschnitten auf, aufgrund von gerissenem Lötmittel oder einer geschmolzenen Schweißstelle, was die Massenerzeugbarkeit beachtlich schlecht macht.

[0006] US 5,986,375 A, EP 0 881 742 A und US 5,994,813 A offenbaren ähnliche Wechselstromgeneratoren, wie sie oben beschrieben werden.

[0007] Im Gegensatz zu dem herkömmlichen Aufbau, wo Leitersegmente **305** verwendet werden, offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-298756 einen Statoraufbau, der aus einer Anzahl von Spulenstücken besteht, die durch zuerst Wickeln einer Anzahl von geradwinkligen Leitern für eine Anzahl von Malen in eine allgemein hexagonale Form und Einführen der Spulenstücke in Schlitze in halbkreisförmig getrennten Kernabschnitten ausgebildet werden.

[0008] Bei diesem Stator werden die Spulenstücke in die Schlitze der halbkreisförmig getrennten bzw. unterteilten Kernabschnitte eingeführt, in der Reihenfolge in einer radial auswärtigen Richtung. Mit anderen Worten werden erste zugewandte Seitenabschnitte der hexagonalen Spulenabschnitte in einer inneren Umfangslage positioniert, welche eine Lager an der Innenseite der Schlitze ist, und zweite zugewandte Seitenabschnitte werden in einer äußeren Umfangslage positioniert, welche eine Lager an der Außenseite ist, eine vorbestimmte Anzahl von Schlitzen entfernt.

[0009] Bei diesem Stator sind, obwohl die Ausrichtung der Spulenenden, die sich nach außen von den Schlitzen erstrecken, gut ist, wenn die getrennten Kernabschnitte aneinander gefügt werden, die ersten Seitenabschnitte der Spulenstücke bereits in die Schlitze eines ersten getrennten Kernabschnitts eingeführt, aber weil es notwendig ist, den Vorgang des Einführens der Spulenstücke in die Schlitze eines zweiten getrennten Kernabschnitts zur gleichen Zeit wie den Vorgang des Verbindens der getrennten Kernabschnitte durchzuführen, muss eine temporäre Haltespannvorrichtung oder dergleichen verwendet werden, um einen komplizierten Vorgang durchzuführen, was die Produktivität beachtlich schlecht macht.

[0010] Des Weiteren sind Isolierelemente zwischen den getrennten Kernabschnitten und den Spulenstücken nicht offenbart, aber unter diesen Arbeitsbedin-

gungen muss der Vorgang des Einführens von Isolierelementen kompliziert sein.

[0011] Ein Ausbilden des Statorkerns durch Fügen einer Anzahl von getrennten Kernabschnitten war auch beschwerlich, und ein Ausbilden der radialen Abmessungen usw. von jedem der getrennten Kernabschnitte, so dass sie gleichmäßig sind, war schwierig.

[0012] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 9-103052 offenbart einen Stator **400**, bei dem in einer geraden Form ausgebildete Wicklungsgruppen in einen geradförmigen Basiskern in einer Schlitztieferichtung eingeführt werden, und wobei der Basiskern in einem späteren Prozess in eine zylindrische Form gebogen wird, um den Raumfaktor der Leiter in den Schlitzen zu verbessern. [Fig. 33](#) ist eine Gesamtperspektivansicht des Stators **400**, der durch dieses Verfahren hergestellt wird. Obwohl ein Einführen der Wicklungsgruppen beachtlich verbessert ist, weil die Wicklungsgruppen gerade Überbrückungsabschnitte aufweisen, die sich umfänglich zwischen den Schlitzen **401** erstrecken, ist die Ausrichtung von Spulenenden **402**, die sich von den Schlitzen **401** nach außen erstrecken, beachtlich schlecht, was zu erhöhten radialen Abmessungen und Kurzschlüssen zwischen den Leitern in den Spulenenden **402** führt.

[0013] Des Weiteren erfolgt keine Offenbarung bezüglich Isolierelementen zwischen dem Kern und der Wicklung, aber da eine Störung zwischen den Spulenenden groß ist, ist eine Verformung der Wicklung sogar im Innern der Schlitze groß, und eine Isolierung zwischen dem Kern und der Wicklung kann nicht als gut erachtet werden.

[0014] Bei dem herkömmlichen Automobil-Wechselstromgenerator, der in dem japanischen Patent Nr. 2927288 offenbart ist, bestanden Probleme darin, dass eine große Anzahl der kurzen Leitersegmente **305** in den Stator Kern **301** eingeführt werden muss, und ihre Endabschnitte durch Schweißen, Löten, usw. gefügt werden müssen, was Vorgänge und eine Isolierung beachtlich schlecht macht, und dass Isolierbeschichtungen und ein Isolierpapier während eines Einführens der Leitersegmente **305** in die Schlitze leicht beschädigt wurden, und wenn die Endabschnitte gefügt wurden, dass Kurzschlüsse häufig zwischen den Fügeabschnitten auftreten, aufgrund von gerissenem Lötmittel oder einer geschmolzenen Schweißstelle, was die Massenerzeugbarkeit beachtlich schlecht macht.

[0015] Bei dem Wechselstromgenerator der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-298756 bestanden Probleme darin, dass ein Ausbilden des Statorkerns durch Fügen einer Anzahl von getrennten Kernabschnitten beschwerlich war, was einen komplizierten Vorgang unter Verwendung einer tem-

porären Haltespannvorrichtung erfordert, wodurch der Zusammenbauvorgang des Stators und die Montage der Isolierelemente in dem Kern schlecht gemacht wird.

[0016] Bei dem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 9-103052 offenbarten Automobil-Wechselstromgenerator ist die Ausrichtung von Spulenenden **402**, die sich von den Schlitzen **401** nach außen erstrecken, beachtlich schlecht, was zu erhöhten radialen Abmessungen und Kurzschlüssen zwischen den Leitern in den Spulenenden **402** führt, und eine Isolierung zwischen dem Kern und der Wicklung war sogar innerhalb der Schlitze spärlich, was zu Problemen wie beispielsweise Förderung des Auftretens von Kurzschlüssen usw. führt.

[0017] DE 196 33 399 A1 offenbart einen Stator für einen Wechselstromgenerator, wobei Spulen der Ständerwicklung direkt in Nuten eines Parallelepiped-Basiskerns gewickelt sind, der im Nachhinein gebogen wird.

[0018] JP 11-018378 A offenbart einen Stator einer rotierenden Maschine mit einem geraden Kern. Eine zuvor gewickelte kreisförmige Spule wird in Schlitze des Statorkerns eingeführt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0019] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die obigen Probleme zu lösen und eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wechselstromgenerator bereitzustellen, der einen Zusammenbau wesentlich verbessert und ermöglicht, dass eine Isolierung zwischen dem Statorkern und der Wicklung verbessert wird, und ein Verfahren zur Herstellung des Wechselstromgenerators bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der Ansprüche 1 und 2 gelöst. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen benannt.

[0020] Zu diesem Zweck, gemäß der vorliegenden Erfindung, wird ein (Wechselstrom-)Generator bereitgestellt, mit: einem Rotor zum Ausbilden von Nord(N)- und Süd(S)-Polen wechselweise um einen Rotationsumfang herum; und einem Stator, mit: einem Statorkern, der den Rotor umgibt; und einer Mehrphasen-Ständerwicklung, die in dem Statorkern montiert ist, wobei der Statorkern mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, die sich in einer vorbestimmten Teilung in einer Umfangsrichtung axial erstrecken, und wobei er mit einem anstoßenden Abschnitt versehen ist, der sich axial erstreckt, wobei der anstoßende Abschnitt den Statorkern in eine ringförmige Form bildet, durch anstoßende Endabschnitte des Statorkerns, wobei die Mehrphasen-Ständerwicklung eine Anzahl von Wicklungsabschnitten umfasst, in denen lange Drahtstränge so gewunden

bzw. gewickelt sind, dass sie wechselweise eine innere Lage und eine äußere Lage einnehmen, in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen, wobei die Drahtstränge außerhalb der Schlitze an axialen Endoberflächen des Stator Kerns zurückgefaltet bzw. umgebogen sind, und wobei ein Isolierelement zwischen dem Stator Kern und der Wicklung liegt.

[0021] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird auch ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wechselstromgenerators bereitgestellt. Gemäß einer Ausführungsform wird das Isolierelement zuerst an der Wicklung angeordnet, bevor die Wicklung in die Schlitze des Stator Kerns eingeführt wird.

[0022] Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung des Wechselstromgenerators bereitgestellt, bei dem ein Basis-Isolierelement zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird; und ein Isolierelement zwischen den Stator Kern und die Wicklung gelegt wird, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze.

[0023] Eine genaue Definition der Erfindung wird in den Ansprüchen mitgeteilt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht eines Automobil-Wechselstromgenerators gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0025] [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht eines Stators in [Fig. 1](#);

[0026] [Fig. 3](#) ist eine Endansicht, die Verbindungen in einer Phase der Ständerwicklungsgruppe in [Fig. 1](#) erläutert;

[0027] [Fig. 4](#) ist ein Schaltbild für den Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#);

[0028] [Fig. 5](#) ist ein Querschnitt eines Stator Kerns in [Fig. 1](#);

[0029] [Fig. 6](#) ist ein Schaubild, das den Herstellungsprozess für Wicklungsgruppen erläutert, die einen Teil der Ständerwicklung bilden, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0030] [Fig. 7](#) ist ein Schaubild, das den Herstellungsprozess für Wicklungsgruppen erläutert, die einen Teil der Ständerwicklung bilden, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0031] [Fig. 8\(a\)](#) und [8\(b\)](#) sind eine Endansicht beziehungsweise eine Draufsicht, die eine Drahtstranggruppe der inneren Lage zeigen, die einen Teil der Ständerwicklung bildet, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0032] [Fig. 9\(a\)](#) und [9\(b\)](#) sind eine Endansicht beziehungsweise eine Draufsicht, die eine Drahtstranggruppe der äußeren Lage zeigen, die einen Teil der Ständerwicklung bildet, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0033] [Fig. 10](#) ist eine Perspektivansicht, die einen Teil eines Drahtstrangs zeigt, der einen Teil der Ständerwicklung bildet, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0034] [Fig. 11](#) ist ein Schaubild, das eine Anordnung der Drahtstränge erläutert, die einen Teil der Ständerwicklung bilden, die in dem Automobil-Wechselstromgenerator in [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0035] [Fig. 12](#) ist eine Perspektivansicht in aufgelösten Einzelteilen eines Basiskerns;

[0036] [Fig. 13](#) ist eine Perspektivansicht des Basiskerns des Stator Kerns in [Fig. 1](#) vor dem Biegen;

[0037] [Fig. 14](#) ist ein Schaubild, das Schweißabschnitte zeigt, die an dem Basiskern ausgebildet sind;

[0038] [Fig. 15\(a\)](#) und [\(b\)](#) sind Schaubilder, die Schritte des Einführens der Wicklung in den Basiskern erläutern;

[0039] [Fig. 16\(a\)](#), [\(b\)](#) und [\(c\)](#) sind Schaubilder, die den Prozess des Biegens des Stator Kerns in [Fig. 1](#) erläutern;

[0040] [Fig. 17](#) ist eine Teilvergrößerungsansicht von [Fig. 16\(c\)](#);

[0041] [Fig. 18](#) ist eine Draufsicht, die eine Drahtstranggruppe zeigt, welche einen Teil der Ständerwicklung in [Fig. 1](#) bildet, wobei sie in dem Basiskern montiert ist;

[0042] [Fig. 19](#) ist ein Schaubild, das einen äußeren Umfangskernabschnitt zeigt, der über einen inneren Umfangskernabschnitt gepasst ist;

[0043] [Fig. 20](#) ist eine Querschnittsansicht des Stators, nachdem der äußere Umfangskernabschnitt über den inneren Umfangskernabschnitt gepasst wurde;

[0044] [Fig. 21](#) ist eine Querschnittsansicht, die ein Einführen von einer Wicklung in einen Basiskern in Ausführungsform 2 zeigt;

[0045] [Fig. 22](#) ist eine Querschnittsansicht, die ein Einführen von einer Wicklung in einen Basiskern in Ausführungsform 3 zeigt;

[0046] [Fig. 23\(a\)](#) ist eine Teildraufsicht der Wicklung in Ausführungsform 3;

[0047] [Fig. 23\(b\)](#) ist eine Endansicht von [Fig. 23\(a\)](#);

[0048] [Fig. 24\(a\)](#) bis (e) sind Schaubilder, die Schritte des Einführens einer Wicklung in einen Basiskern in Ausführungsform 4 zeigen;

[0049] [Fig. 25\(a\)](#) bis (e) sind Schaubilder, die Schritte des Einführens einer Wicklung in einen Basiskern in Ausführungsform 5 zeigen;

[0050] [Fig. 26](#) ist eine Variation beim Einführen der Wicklung in den Basiskern;

[0051] [Fig. 27\(a\)](#) und (b) sind Schaubilder, die Schritte des Trennens von Basis-Isoliererelementen an einer inneren Umfangsoberfläche eines Statorkerns in Ausführungsform 6 zeigen;

[0052] [Fig. 28\(a\)](#) und (b) sind Schaubilder, die eine plastische Verformung von Endabschnitten von Zähnen nach einem Einführen von einer Wicklung in einen Basiskern in Ausführungsform 7 zeigen;

[0053] [Fig. 29](#) ist eine Perspektivansicht eines Stators von einem herkömmlichen Automobil-Wechselstromgenerator;

[0054] [Fig. 30](#) ist eine Perspektivansicht, die ein Leitersegment zeigt, das in dem Stator in [Fig. 29](#) verwendet wird;

[0055] [Fig. 31](#) ist eine Perspektivansicht von einem vorderen Ende eines Teils des Stators in [Fig. 29](#);

[0056] [Fig. 32](#) ist eine Perspektivansicht von einem hinteren Ende eines Teils des Stators in [Fig. 29](#); und

[0057] [Fig. 33](#) ist eine Perspektivansicht, die ein anderes Beispiel eines Stators von einem herkömmlichen Automobil-Wechselstromgenerator zeigt.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Ausführungsform 1

[0058] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht, die den Aufbau eines Automobil-Wechselstromgenerators gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt, [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht des Stators dieses Wechselstromgenerators, [Fig. 3](#) ist eine Endansicht, die Verbindungen in einer Phase einer Ständerwicklungsgruppe bei diesem Automomo-

bil-Wechselstromgenerator erläutert, [Fig. 4](#) ist ein Schaltbild für diesen Automobil-Wechselstromgenerator, und [Fig. 5](#) ist ein Teilquerschnitt des Statorkerns in [Fig. 1](#). Zudem wurden Leitungsdrähte und Überbrückungsdrähte aus [Fig. 2](#) weggelassen.

[0059] Dieser Wechselstromgenerator umfasst: ein Gehäuse 3, das aus einem vorderen Aluminium-Träger 1 und einem hinteren Aluminium-Träger 2 gebildet ist; eine Welle 6, die innerhalb des Gehäuses 3 angeordnet ist, wobei sie eine Riemenscheibe 4 aufweist, die an einem ersten Ende davon befestigt ist; einen Lundell-Rotor 7, der an der Welle 6 befestigt ist; Gebläse 5, die an beiden axialen Endoberflächen des Rotors 6 befestigt sind; einen Stator 8, der an einer Innenwand des Gehäuses 3 befestigt ist; Schleifringe 9, die an einem zweiten Ende der Welle 6 befestigt sind, zum Zuführen von elektrischem Strom an den Rotor 7; ein Paar von Bürsten 10, die auf den Schleifringen 9 gleiten; Bürstenhalter 11, welche die Bürsten 10 unterbringen; Gleichrichter 12, die mit dem Stator 8 elektrisch verbunden sind, zum Umwandeln eines in dem Stator 8 erzeugten Wechselstroms in Gleichstrom; einen Wärmeableiter 17, der über den Bürstenhalter 11 gepasst ist; und einen Regler 18, der an dem Wärmeableiter 17 durch ein Klebmittel befestigt ist, zum Anpassen der Größenordnung der in dem Stator 8 erzeugten Wechselspannung.

[0060] Der Rotor 7 umfasst eine Rotorspule 13 zum Erzeugen eines magnetischen Flusses beim Durchgang von elektrischem Strom, und ein Paar von ersten und zweiten Polkernen 20 und 21, die so angeordnet sind, dass sie die Rotorspule 13 bedecken, wobei Magnetpole durch den magnetischen Fluss in dem Paar von Polkernen 20 und 21 produziert werden. Das Paar von Polkernen 20 und 21 ist aus Eisen hergestellt und jeder weist acht klauenförmige Magnetpole 22 und 23 auf, die so an der Welle befestigt sind, dass sie in einer gleichmäßigen Teilung umfänglich um äußere Umfangskanten herum beabstandet sind, wobei sie einander zugewandt sind, um ineinanderzugreifen.

[0061] Der Stator 8 umfasst: einen zylindrischen Statorkern 15, der aus einem laminierten Kern gebildet ist, welcher mit einer Anzahl von Schlitzen 15a ausgebildet ist, die sich axial in einer vorbestimmten Teilung in einer Umfangsrichtung erstrecken; eine Mehrphasen-Ständerwicklung 16, die auf den Statorkern 15 gewickelt ist; und Isolierelemente 19, die in jeden der Schlitze 15a montiert sind, zum elektrischen Isolieren der Mehrphasen-Ständerwicklung 16 von dem Statorkern 15. Der Statorkern 15 umfasst einen inneren Umfangskernabschnitt 73 und einen zylindrischen äußeren Umfangskernabschnitt 76, der über den inneren Umfangskernabschnitt 73 gepasst ist. Eine radiale Abmessung einer Kernrückseite des inneren Umfangskernabschnitts 73 beträgt 2,6 mm,

und eine radiale Abmessung einer Kernrückseite des äußeren Umfangskernabschnitts **76** beträgt 1 mm. Die Mehrphasen-Ständerwicklung **16** umfasst eine Anzahl von Wicklungen, wobei in jeder von ihnen ein Drahtstrang **30** außerhalb der Schlitze **15a** an Endoberflächen des Statorkerns **15** umgebogen ist und in eine Wellenwicklung gewickelt ist, um wechselweise eine innere Lage und eine äußere Lage in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze **15a** einzunehmen, eine vorbestimmte Anzahl von Schlitzen entfernt. In diesem Fall ist der Statorkern **15** mit sechshundneunzig Schlitzen **15a** in einer gleichmäßigen Teilung ausgebildet, um zwei Gruppen von dreiphasigen Ständerwicklungsabschnitten **160** derart unterzubringen, dass die Anzahl von Schlitzen, die jede Phase der Wicklungsabschnitte unterbringen, der Anzahl von Magnetpolen (sechzehn) in dem Rotor **7** entspricht. Ein langes, isoliertes Kupferdrahtmaterial mit einem rechteckigen Querschnitt wird zum Beispiel in den Strängen aus Drähten **30** verwendet.

[0062] Lufteintrittsöffnungen **1a** und **2a** sind in axialen Endoberflächen des vorderen Trägers **1** und des hinteren Trägers **2** ausgebildet, und Luftaustrittsöffnungen **1b** und **2b** sind in zwei Außenumfangs-Schulterabschnitten des vorderen Trägers **1** und des hinteren Trägers **2** angeordnet, gegenüberliegend der radialen Außenseite der Vorderend- und Hinterend-Spulenden **16a** und **16b** der Ständerwicklung **16**.

[0063] Eine Phase einer Ständerwicklungsgruppe **161** ist aus ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitten **31** bis **34** gebildet, wobei jeder aus einem Drahtstrang **30** ausgebildet ist. Der erste Wicklungsunterabschnitt **31** ist durch Wellenwickeln eines Drahtstrangs **30** in jeden sechsten Schlitz von Schlitznummern 1 bis 91 ausgebildet, um wechselweise eine erste Position von einer äußeren Umfangsseite und eine zweite Position von der äußeren Umfangsseite im Innern der Schlitze **15a** einzunehmen. Der zweite Wicklungsunterabschnitt **32** ist durch Wellenwickeln eines Drahtstrangs **30** in jeden sechsten Schlitz von Schlitznummern 1 bis 91 ausgebildet, um wechselweise die zweite Position von der äußeren Umfangsseite und die erste Position von der äußeren Umfangsseite im Innern der Schlitze **15a** einzunehmen. Der dritte Wicklungsunterabschnitt **33** ist durch Wellenwickeln eines Drahtstrangs **30** in jeden sechsten Schlitz von Schlitznummern 1 bis 91 ausgebildet, um wechselweise eine dritte Position von der äußeren Umfangsseite und eine vierte Position von der äußeren Umfangsseite im Innern der Schlitze **15a** einzunehmen. Der vierte Wicklungsunterabschnitt **34** ist durch Wellenwickeln eines Drahtstrangs **30** in jeden sechsten Schlitz von Schlitznummern 1 bis 91 ausgebildet, um wechselweise die vierte Position von der äußeren Umfangsseite und die dritte Position von der äußeren Umfangsseite im Innern der Schlitze **15a** einzunehmen.

Die Drahtstränge **30** sind angeordnet, um sich in einer Reihe von vier Strängen innerhalb jedes Schlitzes **15a** aufzureihen, wobei die Längsrichtung von ihren rechteckigen Querschnitten in einer radialen Richtung ausgerichtet ist.

[0064] An einem ersten Ende des Statorkerns **15** sind ein erster Endabschnitt **31a** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, der sich von Schlitznummer 1 nach außen erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **33b** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, der sich von Schlitznummer 91 nach außen erstreckt, gefügt, und außerdem sind ein erster Endabschnitt **33a** des dritten Wicklungsunterabschnitts **33**, der sich von Schlitznummer 1 nach außen erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **31b** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, der sich von Schlitznummer 91 nach außen erstreckt, gefügt, um zwei Wicklungswindungen auszubilden.

[0065] An einem zweiten Ende des Statorkerns **15** sind ein erster Endabschnitt **32a** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, der sich von Schlitznummer 1 nach außen erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **34b** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, der sich von Schlitznummer 91 nach außen erstreckt, gefügt, und außerdem sind ein erster Endabschnitt **34a** des vierten Wicklungsunterabschnitts **34**, der sich von Schlitznummer 1 nach außen erstreckt, und ein zweiter Endabschnitt **32b** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, der sich von Schlitznummer 91 nach außen erstreckt, gefügt, um zwei Wicklungswindungen auszubilden.

[0066] Außerdem ist ein Abschnitt des Drahtstrangs **30** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32**, der sich an dem ersten Ende des Statorkerns **15** von den Schlitznummern 61 und 67 nach außen erstreckt, abgetrennt, und ein Abschnitt des Drahtstrangs **30** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31**, der sich an dem ersten Ende des Statorkerns **15** von den Schlitznummern 67 und 73 nach außen erstreckt, ist auch abgetrennt. Ein erstes abgetrenntes Ende **31c** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** und ein erstes abgetrenntes Ende **32c** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** sind gefügt, um eine Phase der Ständerwicklungsgruppe **161** auszubilden, mit vier Windungen, welche die ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** in Reihe verbinden.

[0067] Außerdem wird der Fügeabschnitt zwischen dem ersten abgetrennten Ende **31c** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** und das erste abgetrennte Ende **32c** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** ein Überbrückungsverbindungs-Verbindungsabschnitt, und ein zweites abgetrenntes Ende **31d** des ersten Wicklungsunterabschnitts **31** und ein zweites abgetrenntes Ende **32d** des zweiten Wicklungsunterabschnitts **32** wird ein Leitungsdraht (O) beziehungsweise ein Nullpunkt-Leitungsdraht (N).

[0068] Eine Gesamtzahl von sechs Phasen von Ständerwicklungsgruppen **161** werden ähnlich ausgebildet, durch Versetzen der Schlitze **15a**, in welche die Drahtstränge **30**, einen Schlitz zur Zeit, gewickelt werden. Dann werden drei Phasen von jeder der Ständerwicklungsgruppen **161** in Sternschaltungen verbunden, um die zwei Gruppen von dreiphasigen Ständerwicklungsabschnitten **160** auszubilden, und jeder der dreiphasigen Ständerwicklungsabschnitte **160** wird mit seinem eigenen Gleichrichter **12** verbunden. Die Gleichrichter **12** sind parallel verbunden, so dass der Gleichstrom-Ausgang von jedem kombiniert wird.

[0069] Bei dem auf diese Art aufgebauten Automobil-Wechselstromgenerator, wird elektrischer Strom von einer Batterie (nicht gezeigt) durch die Bürsten **10** und die Schleifringe **9** an die Rotorspule **13** zugeführt, wobei ein magnetischer Fluss erzeugt wird. Die klauenförmigen Magnetpole **22** des ersten Polkerns **20** werden durch diesen magnetischen Fluss mit Nord(N)-Polen magnetisiert, und die klauenförmigen Magnetpole **23** des ersten Polkerns **21** werden mit Süd(S)-Polen magnetisiert. Zur gleichen Zeit wird ein Rotationsdrehmoment von dem Motor durch den Riemen und die Riemenscheibe **4** an die Welle **6** übertragen, wobei der Rotor **7** gedreht wird. Somit wird ein rotierendes Magnetfeld auf die Mehrphasen-Ständerwicklung **16** aufgebracht, wobei eine elektromotorische Kraft in der Mehrphasen-Ständerwicklung **16** erzeugt wird. Diese wechselweise elektromotorische Kraft geht durch die Gleichrichter **12** durch und wird in Gleichstrom umgewandelt, wobei die Größenordnung des Stroms durch den Regler **18** angepasst wird, und die Batterie wird nachgeladen.

[0070] An dem hinteren Ende wird Außenluft durch die Lufteintrittsöffnungen **2a** eingezogen, die gegenüberliegend den Wärmeableitern der Gleichrichter **12** beziehungsweise dem Wärmeableiter **17** des Reglers **18** angeordnet sind, durch Rotation der Gebläse **5**, wobei sie entlang der Achse der Welle **6** strömt, was die Gleichrichter **12** und den Regler **18** kühlt, und dann durch die Gebläse **5** zentrifugal abgelenkt wird, was die Hinterende-Spulenendgruppe **16b** der Mehrphasen-Ständerwicklung **16** kühlt, bevor sie nach außen durch die Luftaustrittsöffnungen **2b** ausgestoßen wird. Zur gleichen Zeit wird an dem vorderen Ende Außenluft durch die Lufteintrittsöffnungen **1a** durch Rotation der Gebläse **5** axial eingezogen, und wird dann zentrifugal durch die Gebläse **5** abgelenkt, was die Vorderend-Spulenendgruppe **16a** der Mehrphasen-Ständerwicklung **16** kühlt, bevor sie nach außen durch die Luftaustrittsöffnungen **1b** ausgestoßen wird.

[0071] Als nächstes wird das Verfahren zur Herstellung des Stators mit dem obigen Aufbau erläutert.

[0072] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) sind Schaubilder, die

den Herstellungsprozess für Wicklungsgruppen erläutern, die Teil der Ständerwicklung **16** in [Fig. 2](#) bilden. Die [Fig. 8\(a\)](#) und [8\(b\)](#) sind graphische Darstellungen, die eine Drahtstranggruppe der inneren Lage zeigen, die Teil der Ständerwicklung **16** in [Fig. 2](#) bildet, wobei [Fig. 8\(a\)](#) eine Endansicht ist und [Fig. 8\(b\)](#) eine Draufsicht ist. Die [Fig. 9\(a\)](#) und [9\(b\)](#) sind graphische Darstellungen, die eine Drahtstranggruppe der äußeren Lage zeigen, die Teil der Ständerwicklung **16** in [Fig. 2](#) bildet, wobei [Fig. 9\(a\)](#) eine Endansicht ist und [Fig. 9\(b\)](#) eine Draufsicht ist. [Fig. 10](#) ist eine Perspektivansicht, die einen Teil eines Drahtstrangs zeigt, der Teil der Ständerwicklung **16** in [Fig. 2](#) bildet, und [Fig. 11](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Anordnung der Drahtstränge erläutert, die Teil der Ständerwicklung **16** in [Fig. 2](#) bilden.

[0073] Als erstes, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, werden zwölf lange Drahtstränge **30** gleichzeitig in der gleichen Ebene gebogen, um eine Blitzableiter-Form auszubilden. Dann wird eine Drahtstranggruppe **35A**, in den [Fig. 8\(a\)](#) und [8\(b\)](#) gezeigt, durch progressives Umklappen bzw. Falten des Strangs im rechten Winkel angefertigt, wie durch den Pfeil in [Fig. 7](#) angedeutet, unter Verwendung einer Spannvorrichtung. Außerdem wird eine Drahtstranggruppe **353** einschließlich Überbrückungsverbindungen und Leitungsdrähten, wie in den [Fig. 9\(a\)](#) und [9\(b\)](#) gezeigt, auf ähnliche Weise angefertigt.

[0074] Überdies, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, wird jeder Drahtstrang **30** durch Biegen von ihm in ein ebenes Muster ausgebildet, in dem gerade Abschnitte **30b**, die durch Wende- bzw. Windungsabschnitte **30a** verbunden sind, in einer Teilung von sechs Schlitzen (**6P**) aufgereiht sind. Angrenzende gerade Abschnitte **30b** werden radial um einen Abstand versetzt, der gleich einer Breite (*W*) der Drahtstränge **30** ist, mittels der Windungsabschnitte **30a**. Die Drahtstranggruppen **35A** und **353** werden durch Anordnen von sechs Drahtstrangpaaren aufgebaut, so dass sie um eine Teilung von einem Schlitz voneinander versetzt sind, wobei jedes Drahtstrangpaar aus zwei Drahtsträngen **30** besteht, die in das obige Muster ausgebildet sind, wobei sie um eine Teilung von sechs Schlitzen versetzt sind, und derart angeordnet sind, dass sich gerade Abschnitte **30b** überlappen, wie in [Fig. 11](#) gezeigt wird. Sechs Endabschnitte der Drahtstränge **30** erstrecken sich jeweils nach außen von ersten und zweiten Seiten an ersten und zweiten Enden der Drahtstranggruppen **35A** und **353**. Des Weiteren sind die Windungsabschnitte **30a** so angeordnet, dass sie sich in Reihen an ersten und zweiten Seitenabschnitten der Drahtstranggruppen **35A** und **353** aufreihen. Da die Härte der Drahtstranggruppen **35A** und **353** zunimmt, aufgrund von Biegehärtung während des Formens davon, werden die Drahtstranggruppen **35A** und **353** für zehn Minuten bei 300°C wärmebehandelt, um ein Formen in späteren Schritten zu erleichtern.

[0075] Der Parallelepiped-Basiskern **36** wird, wie in den [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) gezeigt, durch Laminieren einer vorbestimmten Anzahl von Bögen aus SPCC-Material angefertigt, welches ein plattenförmiges magnetisches Material ist, das mit trapezförmigen Schlitzn **36a** in einer vorbestimmten Teilung (ein elektrischer Winkel von 30°) und Laserschweißen eines äußeren Abschnitts davon ausgebildet ist. Überdies werden beide axiale Endoberflächen **36A** und **36B** dieses Kerns leicht verbeult, als eine Folge eines Verzugs des SPCC-Materials während des Biegens des Basiskerns **36**, aber bei dieser Ausführungsform werden die vielen Lagen aus SPCC-Material durch Schweißabschnitte **75** fest integriert, die sich an einer Anzahl von Stellen axial erstrecken, was die Steifigkeit des Basiskerns **36** erhöht und ein Verbeulen unterdrückt. Überdies müssen diese Schweißabschnitte **75** nicht gleichmäßig beabstandet sein, und sie können auch in der axialen Richtung getrennt bzw. unterteilt sein.

[0076] Dann, mit den Isolierelementen **19** in die Schlitzn **36a** des Basiskerns **36** eingeführt, wie in [Fig. 15\(a\)](#) gezeigt, werden die geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in die Schlitzn **36a** eingeführt ([Fig. 15\(b\)](#) und [Fig. 18](#)).

[0077] Als nächstes, wie in den [Fig. 16\(a\)](#), (b) und (c) gezeigt, wird der Parallelepiped-Basiskern **36**, mit den eingeführten Drahtstranggruppen **35A** und **35B**, in eine zylindrische Form aufgerollt, und seine Enden stoßen aneinander an und werden miteinander verschweißt, um einen anstoßenden Abschnitt **77** auszubilden, und ein zylindrischer innerer Umfangskernabschnitt **73** wird erhalten, wie in [Fig. 16\(c\)](#) gezeigt. Wie in den [Fig. 15\(b\)](#) und [Fig. 17](#) gezeigt, ist eine Breite t_2 der Öffnungsabschnitte **15b** der Schlitzn **15a** des inneren Umfangskernabschnitts **73** kleiner als eine Breite t_1 der Öffnungsabschnitte der Schlitzn **36a** des Parallelepiped-Basiskerns **36**. Überdies, weil der Basiskern **36** dadurch angefertigt wird, dass zuerst lediglich die Endabschnitte davon gebogen werden, bevor der Rest des Parallelepiped-Basiskerns **36** gebogen wird, wie in [Fig. 16\(b\)](#) gezeigt, wenn die Enden des Basiskerns **36** aneinanderstoßen, wird ein Statorkern **15** vorgesehen, der sogar an dem anstoßenden Abschnitt **77** eine gute Rundheit aufweist.

[0078] Da die Schlitzn **36a** des Basiskerns **36** trapezförmig sind, ist eine Verbreiterung zu den Öffnungsabschnitten hin, wie in [Fig. 15\(a\)](#) gezeigt, und die Breite der Öffnungsabschnitte größer als die Umfangsbreitenabmessungen der geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B**, wobei die geraden Abschnitte **30b** die Zahnenden nicht stören und sanft eingeführt werden können. Des Weiteren, weil Umfangsbreitenabmessungen der Schlitzn **15a** des Statorkerns **15** im Allgemeinen die gleichen wie die Umfangsabmessungen der geraden Ab-

schnitte **30b** sind, wird verhindert, dass auf die Zähne **51** und geraden Abschnitte **30b** gedrückt wird und sie einander während des Biegens des Basiskerns **36** verformen.

[0079] Weil die Isolierelemente **19**, die aus Polyamid-basiertem Isolierpapier mit einer Dicke von 140 µm gebildet sind, zuerst in den Schlitzn **36a** untergebracht werden, vor Einführung der Wicklung, und sich so weit wie die Endabschnitte der Zähne **51** erstrecken, wird eine Beschädigung der Drahtstränge **30** aufgrund eines Kontakts zwischen den geraden Abschnitten **30b** und den Endabschnitten der Zähne **51** verhindert, und die Isolierelemente **19** fungieren auch als Führungen für die geraden Abschnitte **30**, wenn sie in die Schlitzn **36a** eintreten, und die Anordnung des Stators **8** ist insbesondere durch das Vorhandensein des Isolierpapiers verbessert, weil die Wicklung auf dem Isolierpapier gleitet, wenn sie eingeführt wird.

[0080] Sogar falls die geraden Abschnitte **30b** einer Verformung von den Zähnen **51** ausgesetzt werden, wenn der Basiskern **36** gebogen wird, wird die Kraft der Verformung durch Gleiten usw. abgepuffert, weil die Isolierelemente **19** zwischengelegt sind.

[0081] Durch Verformen der Isolierelemente **19** an der Seite der Öffnungsabschnitte **15b** der Schlitzn **15a**, derart, dass beide Endabschnitte davon den Kurven der Endabschnitte der Zähne **51** folgen, werden die geraden Abschnitte **30b** von beiden Seiten bedeckt und stehen nicht radial nach innen von der inneren Umfangsoberfläche des inneren Umfangskernabschnitts **73** vor.

[0082] Die Steifigkeit des Statorkerns **15** wird erhöht durch Ausbilden des inneren Umfangskernabschnitts **73** und dann Presspassen des inneren Umfangskernabschnitts **73** in den äußeren Umfangskernabschnitt **76**, wie in den [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) gezeigt. In diesem Fall, bevor der innere Umfangskernabschnitt **73** in den äußeren Umfangskernabschnitt **76** eingeführt wird, sind Außenseitendurchmesser-Abmessungen des inneren Umfangskernabschnitts **73** etwas größer als Innenseitendurchmesser-Abmessungen des äußeren Umfangskernabschnitts **76** (an diesem Punkt gibt es einen Luftspalt in dem anstoßenden Abschnitt **77**), so dass die Form des inneren Umfangskernabschnitts **73** durch den äußeren Umfangskernabschnitt **76** während des Presspassens des äußeren Umfangskernabschnitts **76** begrenzt ist, was ermöglicht, dass die Rundheit des inneren Umfangskernabschnitts **73** erhöht wird.

[0083] Danach wird die Herstellung des Stators **8** abgeschlossen durch Verbinden der Endabschnitte der Drahtstränge **30**, um die Ständerwicklungsabschnitte **161** auszubilden, basierend auf den in [Fig. 3](#) gezeigten Verbindungen.

[0084] Bei dem obigen Automobil-Wechselstromgenerator, weil die ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34**, welche die Mehrphasen-Ständerwicklung **16** bilden, jeweils aus einem Drahtstrang **30** (kontinuierlicher Draht) gebildet sind, ist es nicht notwendig, eine große Anzahl von kurzen Leitersegmenten **305** in den Statorkern **301** einzuführen und Endabschnitte **305b** aneinander durch Schweißen, Löten usw. zu fügen, wie es bei dem herkömmlichen Stator **300** erforderlich war, was ermöglicht, dass die Produktivität des Stators **8** beachtlich verbessert wird.

[0085] Der Vorgang des Zusammenbaus der Ständerwicklung **70** ist außerordentlich verbessert, verglichen mit der herkömmlichen Technik, bei der eine große Anzahl von Leitersegmenten **305** in die Schlitze, einer zur Zeit, eingeführt werden, durch Rollen des Parallelepiped-Basiskerns **36** in eine zylindrische Form mit den geraden Abschnitten **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in den Schlitzen **36a** des Basiskerns **36** untergebracht, und Aneinanderstoßen der Enden des Basiskerns **36** und miteinander Verschweißen von ihnen. Insbesondere, weil die Drahtstranggruppen so gewickelt sind, dass sie wechselweise innere und äußere Lagen in einer Schlitztiefenrichtung in jedem sechsten Schlitz einnehmen, sind Windungsabschnitte der Spulenenden ordentlich in Reihen angeordnet, so dass sie einander nicht stören, was eine Störung und Kurzschlüsse zwischen den Drahtsträngen beseitigt, sogar wenn der Parallelepiped-Basiskern in die zylindrische Form aufgerollt wird, wobei eine Verformung der Drahtstränge in den Schlitzen verringert ist, und eine Isolierung und ein Zusammenbau durch die Gleit- und Puffereffekte des Isolierpapiers verbessert sind, das zwischen den Drahtsträngen und dem Kern liegt.

[0086] Des Weiteren werden auch die folgenden Wirkungen auf die Leistung des Wechselstromgenerators erzielt.

[0087] Weil die Spulenenden durch die Windungsabschnitte **30a** der Drahtstränge **30** gebildet sind, sind die einzigen Fügstellen in den Spulenendgruppen **16a** und **16b** die ersten und zweiten Endabschnitte der ersten bis vierten Wicklungsunterabschnitte **31** bis **34** und die Überbrückungsverbindungs-Fügeabschnitte, was die Anzahl von Fügstellen beachtlich verringert. Somit kann, weil das Auftreten von Kurzschluss-Unfällen, die einen Verlust der Isolierung aufgrund des Fügeprozesses begleiten, unterdrückt werden kann, eine vorzügliche Isolierung erzielt werden. Des Weiteren werden die Leiter nicht durch Schweißen erweicht, was die Steifigkeit des Stators als ein Ganzes erhöht und ermöglicht, dass magnetische Geräusche verringert werden.

[0088] Die Spulenendgruppen **16a** und **16b** sind durch Anordnen der Windungsabschnitte **30a** ordent-

lich umfänglich in Reihen aufgebaut, so dass sie einander nicht stören. Somit kann, verglichen mit den herkömmlichen Spulenendgruppen, bei denen die Endabschnitte **305b** der Leitersegmente **305** aneinander gefügt waren, die Höhe, zu der sich die Spulenendgruppen nach außen von dem Statorkern **15** erstrecken, verringert werden. Somit ist der Windwiderstand in den Spulenendgruppen **16a** und **16b** verringert, was die Verringerung von Windgeräuschen aufgrund der Rotation des Rotors **7** ermöglicht. Eine Leckagereaktanz von den Drahtsträngen in den Spulenenden ist auch verringert, was die Ausgabe und Effizienz verbessert.

[0089] Vier Drahtstränge **30** sind so angeordnet, dass sie sich in einer Reihe radial innerhalb jedes Schlitzes **15a** aufreihen, und die Windungsabschnitte **30a** sind so angeordnet, dass sie sich in zwei Reihen umfänglich aufreihen. Somit sind die Windungsabschnitte **30a**, welche die Spulenendgruppen **16a** und **16b** bilden, jeweils in zwei Reihen radial getrennt, was ermöglicht, dass die Höhe, zu der sich die Spulenendgruppen **16a** und **16b** nach außen von dem Statorkern **15** erstrecken, verringert werden kann. Als eine Folge ist der Windwiderstand in den Spulenendgruppen **16a** und **16b** verringert, was die Verringerung von Windgeräuschen aufgrund der Rotation des Rotors **7** ermöglicht.

[0090] Weil die geraden Abschnitte **30b** der Drahtstränge **30** mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet sind, passt die Querschnittform der geraden Abschnitte **30b** ordentlich in die Form der Schlitze **15a**, wenn die geraden Abschnitte **30b** im Innern der Schlitze **15a** untergebracht sind. Somit wird das Einführen der Mehrphasen-Ständerwicklung **16** in den Statorkern **15** verbessert und der Raumfaktor der Drahtstränge **30** im Innern der Schlitze **15a** wird einfach erhöht, was eine verbesserte Wärmeübertragung von den Drahtsträngen **30** an den Statorkern **15** ermöglicht.

Ausführungsform 2

[0091] [Fig. 21](#) zeigt Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung. Ausführungsform 2 unterscheidet sich von Ausführungsform 1 dahingehend, dass die Isolierelemente **19**, die aus Isolierpapier gebildet sind, vollständig um die geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** gewickelt werden, bevor die Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in den Basiskern eingeführt werden. Somit ist es nicht notwendig, die Isolierelemente separat in den Schlitzen zu montieren.

Ausführungsform 3

[0092] Die [Fig. 22](#) und [Fig. 23](#) zeigen Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung. Ausführungsform 3 unterscheidet sich von den Ausführungsformen 1

und 2 dahingehend, dass die geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** durch die Isolierelemente **19**, die aus Polyamidharz gebildet sind, vollständig bedeckt werden, bevor die Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in den Basiskern eingeführt werden. Somit ist es nicht notwendig, die Isolierelemente in den Schlitzen separat zu montieren, und weil die Drahtstranggruppen durch Harzformgebung befestigt sind und aneinander halten, ist die Wicklung leicht zu handhaben. Weil die geraden Abschnitte **30b** in Harz ausgebildet sind, können sie leicht geformt werden, um mit der Form der Schlitze übereinzustimmen, was ermöglicht, dass der Raumfaktor der Leiter in den Schlitzen auch verbessert wird. Insbesondere wenn ein Isolierpapier für die Isolierelemente verwendet wird, ist es notwendig, dass sich Endabschnitte davon überlappen usw., aber im Fall der vorliegenden Ausführungsform, ist dies nicht notwendig.

Ausführungsform 4

[0093] Die **Fig. 24(a)** und **(b)** zeigen Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung. In Ausführungsform 4 wird ein Streifen von Basisisolierelementen **72** auf den Schlitzen **36a** des Basiskerns **36** platziert, und dann werden die geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in jeden der Schlitze **36a** durch die Basisisolierelemente **72** eingeführt. Weil die Drahtstranggruppen **35A** und **35B** zusammen mit den Basisisolierelementen **72** gleiten, wenn sie in den Basiskern **36** eingeführt werden, wird eine Beschädigung der Drahtstränge **30** aufgrund eines Kontakts zwischen den Drahtsträngen **30** und dem Basiskern **36** verhindert, was den Zusammenbau des Stators **8** verbessert. Überdies werden die Isolierelemente **19** durch Entfernen von Abschnitten der Basisisolierelemente **72** ausgebildet, die nach innen von einer radialen inneren Oberfläche des Statorkerns **15** vorstehen, in einem Schritt.

Ausführungsform 5

[0094] Die **Fig. 25(a)** und **(b)** zeigen Ausführungsform 5 der vorliegenden Erfindung. In Ausführungsform 5 werden die geraden Abschnitte **30b** der zwei Drahtstranggruppen **35A** und **35B** in jeden der Schlitze **36a** durch die Basisisolierelemente **72** eingeführt, und Abschnitte der Basisisolierelemente **72**, die nach innen von der radialen inneren Oberfläche des Statorkerns **15** vorstehen, werden entfernt bevor Bodenabschnitte der Schlitze erreicht sind. Auf diese Art gibt es keine Abschnitte der Basisisolierelemente **72**, die nach innen von der radialen inneren Oberfläche des Statorkerns **15** vorstehen, zum Zeitpunkt wenn das Einführen abgeschlossen ist, was die Verarbeitbarkeit verbessert, und die Materialausbeute der Isolierelemente ist verbessert. Überdies können auch Perforationen in den Basisisolierelementen **72** in vorbestimmten Längen angeordnet werden. Durch Vor-

sehen dieser Perforationen werden die Basisisolierelemente **72** getrennt, durch die Kraft der Einführung gegen die Zähne **51** an beiden Seiten, nachdem die geraden Abschnitte **30b** in die Schlitze eingeführt wurden, für einen gewissen Grad, um die Isolierelemente **19** zu erhalten.

Ausführungsform 6

[0095] **Fig. 27(a)** und **(b)** zeigen Ausführungsform 6 der vorliegenden Erfindung. In Ausführungsform 6, weil die Basisisolierelemente **72**, die aus Isolierpapier gebildet sind, zur gleichen Zeit getrennt werden wie die Bearbeitung der inneren Umfangsabmessung des Statorkerns **15**, besteht keine Notwendigkeit zur Bearbeitung während der Basiskern **36** immer noch ein Parallelepiped ist. Des Weiteren können, durch Befestigen der Basisisolierelemente **72** an der inneren Umfangsoberfläche des Statorkern **15** unter Verwendung eines Harzes **100**, wie beispielsweise Lack, die Genauigkeit und Leichtigkeit des Trennvorgangs verbessert werden. Überdies kann ein Befestigen der Basisisolierelemente an der inneren Umfangsoberfläche des Statorkerns **15** sogar noch verlässlicher gemacht werden, durch Ausbilden einer Anzahl von Öffnungen in den Basisisolierelementen.

Ausführungsform 7

[0096] Die **Fig. 28(a)** und **(b)** zeigt Ausführungsform 7 der vorliegenden Erfindung. In Ausführungsform 7 werden Endabschnitte der Zähne **51**, welche die Schlitze **36a** des Basiskerns **36** definieren, gepresst und plastisch verformt, nach einer Integrierung des Basiskerns **36** und der Drahtstranggruppen **35A** und **35B**, wodurch die Basisisolierelemente **72** getrennt und die Isolierelemente **19** ausgebildet werden, wenn die Breitenabmessungen der Öffnungsabschnitte **36b** der Schlitze **36** reduziert werden. Somit kann ein separater Schritt des Trennens der Basisisolierelemente **72** weggelassen werden.

[0097] Bei jeder der obigen Ausführungsformen können die geraden Abschnitte **30b** leichter relativ zu den Öffnungsabschnitten **36b** der Schlitze **36a** positioniert werden, durch Ausbilden von Spitzen und Tälern in den Basisisolierelementen **72** in einer Längsrichtung, wie in **Fig. 26** gezeigt.

[0098] Wie oben erläutert, umfasst ein Wechselstromgenerator gemäß der vorliegenden Erfindung: einen Rotor zum Ausbilden von Nord(N)- und Süd(S)-Polen wechselweise um einen Rotationsumfang; und einen Stator, mit: einem Statorkern, der den Rotor umgibt; und einer Mehrphasen-Ständerwicklung, die in dem Statorkern montiert ist, wobei der Statorkern mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, die sich in einer vorbestimmten Teilung in einer Umfangsrichtung axial erstrecken, und wobei er mit ei-

nem anstoßenden Abschnitt versehen ist, der sich axial erstreckt, wobei der anstoßende Abschnitt den Stator kern in eine ringförmige Form bildet, durch anstoßende Endabschnitte des Stator kerns, wobei die Mehrphasen-Ständerwicklung eine Anzahl von Wicklungsabschnitten umfasst, in denen lange Drahtstränge so gewickelt sind, dass sie wechselweise eine innere Lage und eine äußere Lage einnehmen, in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen, wobei die Drahtstränge außerhalb der Schlitze an axialen Endoberflächen des Stator kerns umgebogen sind, und wobei ein Isoliererelement zwischen dem Stator kern und der Wicklung liegt. Deshalb sind die Windungsabschnitte der Spulenenden ordentlich in Reihen umfänglich aufgereiht, so dass sie einander nicht stören, was eine Beschädigung der Drahtstränge aufgrund einer Störung und Kurzschlüssen zwischen den Drahtsträngen während des Biegens des Basiskerns verhindert. Des Weiteren ist eine Verformung der Drahtstränge in den Schlitzen verringert, und eine Isolierung und Montage sind durch die Gleit- und Puffereffekte der Isoliererelemente verbessert, die zwischen den Drahtsträngen und dem Kern liegen. Eine Beschädigung wird unterdrückt und ein Einführen wird sanfter, durch die Isoliererelemente, während des Einführens der Drahtstränge in die Schlitze, was den Einführungsvorgang verbessert.

[0099] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Isoliererelement zuerst an der Wicklung angeordnet, bevor die Wicklung in die Schlitze des Stator kerns eingeführt wird. Deshalb besteht keine Notwendigkeit, die Isoliererelemente in den Schlitzen im Voraus zu montieren, was Vorgänge verbessert.

[0100] Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Isoliererelement zuerst an der Wicklung angeordnet, bevor die Wicklung in die Schlitze des Stator kerns eingeführt wird. Deshalb wird das Einführen durch die Isoliererelemente während des Einführens der Drahtstränge in die Schlitze sanfter, was den Einführungsvorgang verbessert. Des Weiteren besteht keine Notwendigkeit einen separaten Schritt des Montierens der Isoliererelemente in die Schlitze vorzusehen.

[0101] Gemäß einer Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann ein gerades Basisisolierelement zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet werden; das Basisisolierelement wird zwischen den Stator kern und der Wicklung gelegt, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze; und das Isoliererelement wird später durch Trennen des Basisisolierelements zwischen den Schlitzen ausgebildet. Deshalb besteht keine Notwendigkeit, die Isoliererelemente einzeln in jedem Schlitz anzuordnen, was den Stator-Zusammenbau-

vorgang verbessert.

[0102] Gemäß einer anderen Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann ein gerades Basisisolierelement zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet werden; und das Isoliererelement kann durch Trennen des Basisisolierelements zwischen den Schlitzen ausgebildet werden, wenn die Wicklung in die Schlitze eingeführt wird, und das Basisisolierelement liegt zwischen dem Stator kern und der Wicklung. Deshalb ist die Ausbeute der Isoliererelemente verbessert. Des Weiteren gibt es keine Abschnitte der Isoliererelemente, die nach innen von der radialen inneren Oberfläche des Stator kerns vorstehen, was den Schritt des Entfernens derartiger Abschnitte beseitigt.

[0103] Gemäß noch einer anderen Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann ein gerades Basisisolierelement zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet werden; das Basisisolierelement kann zwischen dem Stator kern und der Wicklung durch Einführen der Wicklung in die Schlitze angeordnet werden; und das Isoliererelement kann später ausgebildet werden, durch Trennen des Basisisolierelements zwischen den Schlitzen zusammen mit der Bearbeitung der inneren Umfangsabmessung des Stator kerns. Deshalb besteht keine Notwendigkeit, einen separaten Trennschritt zum Trennen der Isoliererelemente vorzusehen.

[0104] Gemäß einer Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann ein gerades Basisisolierelement zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet werden; das Basisisolierelement kann zwischen den Stator kern und die Wicklung gelegt werden, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze; und das Isoliererelement kann später durch Trennen des Basisisolierelements zwischen den Schlitzen ausgebildet werden, nach einem Befestigen des Basisisolierelements mit Harz. Deshalb ist ein Trennen der Isoliererelemente erleichtert.

[0105] Gemäß einer anderen Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann das Isoliererelement durch Trennen des Basisisolierelements zwischen den Schlitzen ausgebildet werden, wenn Endabschnitte von Zähnen, welche die Schlitze definieren, gepresst und plastisch verformt werden können. Deshalb besteht keine Notwendigkeit, einen separaten Schritt des Trennens der Isoliererelemente vorzusehen.

[0106] Gemäß noch einer anderen Form des Verfahrens zur Herstellung des Wechselstromgenerators, kann das Isoliererelement aus einem Isolierpapier gebildet sein. Deshalb verformen sich die Isoliererelemente leicht, aber sie zerreißen nicht leicht.

[0107] Gemäß einer Form des Verfahrens zur Her-

stellung des Wechselstromgenerators, kann das Isolierelement aus einem Harz ausgebildet sein. Deshalb können die Drahtstranggruppen geformt, befestigt und durch Harz zusammengehalten werden, was es leicht macht, sie zu handhaben. Des Weiteren können die Isolierelemente so geformt werden, dass sie mit der Form der Schlitze übereinstimmen, was den Raumfaktor der Leiter in den Schlitzen verbessert.

[0108] Eine genaue Definition der Erfindung und ihrer Ausführungsformen erfolgt jedoch in den angehängten Ansprüchen.

Patentansprüche

1. Wechselstromgenerator, mit:
 einem Rotor (7) zum Ausbilden von Nord(N)- und Süd(S)-Polen wechselweise um einen Rotationsumfang herum; und
 einem Stator (8), mit:
 einem Stator Kern (15), der den Rotor (7) umgibt; und
 einer Mehrphasen-Ständerwicklung (16), die in dem Stator Kern (15) montiert ist, wobei der Stator Kern (15) mit einer Anzahl von Schlitzen ausgebildet ist, die sich in einer vorbestimmten Teilung in einer Umfangsrichtung axial erstrecken, und wobei er mit einem anstoßenden Abschnitt versehen ist, der sich axial erstreckt, wobei der anstoßende Abschnitt den Stator Kern (15) in eine ringförmige Form bildet, durch anstoßende Endabschnitte des Stator Kerns (15), **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Phase der Mehrphasen-Ständerwicklung (16) aus einer Anzahl von Wicklungsunterabschnitten (31-34) gebildet ist, wobei jeder aus einem Drahtstrang (30) ausgebildet ist, der so gewickelt ist, dass er wechselweise eine innere Lage und eine äußere Lage einnimmt, in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl von Schlitzen, wobei der Drahtstrang (30) außerhalb der Schlitze an axialen Endoberflächen des Stator Kerns (15) umgebogen ist, wobei er eine Windung in der Umfangsrichtung des Stator Kerns macht, und wobei ein Isolierelement (19) zwischen dem Stator Kern (15) und der Wicklung liegt.

2. Verfahren zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, die folgenden Schritte umfassend:

Bereitstellen eines Parallelepiped-Basiskerns mit einer Anzahl von Schlitzen,
 Bereitstellen von Drahtstranggruppen (35A, 35B), wobei jede eine Phase der Mehrphasen-Ständerwicklung ausbildet und eine Anzahl von Wicklungsunterabschnitten (31-34) aufweist, wobei jeder aus einem Drahtstrang (30) ausgebildet ist, der so gewickelt ist, dass er anpassbar ist, um wechselweise eine innere Lage und eine äußere Lage einzunehmen, in einer Schlitztiefenrichtung innerhalb der Schlitze in Intervallen einer vorbestimmten Anzahl

von Schlitzen, und außerhalb der Schlitze an axialen Endoberflächen des Stator Kerns umgebogen zu werden, wobei er eine Windung in der Umfangsrichtung des Stator Kerns macht,
 Vorsehen eines Isolierelements,
 Einführen der Drahtstranggruppen in die Schlitze des Parallelepiped-Basiskerns, wodurch das Isolierelement zwischen dem Stator Kern und den Wicklungsunterabschnitten liegt, und
 Aufrollen des Parallelepiped-Basiskerns, um einen Stator Kern (15) auszubilden.

3. Verfahren zur Herstellung nach Anspruch 2, wobei das Isolierelement (19) zuerst an der Wicklung angeordnet wird, bevor die Wicklung in die Schlitze des Stator Kerns (19) eingeführt wird.

4. Verfahren zur Herstellung nach Anspruch 2, wobei:
 ein Basis-Isolierelement (72) zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird; und
 das Isolierelement (19) zwischen den Stator Kern (19) und die Wicklung gelegt wird, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze.

5. Verfahren nach Anspruch 4, zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, wobei:
 ein gerades Basis-Isolierelement (72) zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird;
 das Basis-Isolierelement (72) zwischen den Stator Kern (15) und die Wicklung gelegt wird, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze; und
 das Isolierelement (19) später ausgebildet wird, durch Trennen des Basis-Isolierelements (72) zwischen den Schlitzen.

6. Verfahren nach Anspruch 4, zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, wobei:
 ein gerades Basis-Isolierelement (72) zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird; und
 das Isolierelement (19) durch Trennen des Basis-Isolierelements (72) zwischen den Schlitzen ausgebildet wird, während die Wicklung in die Schlitze eingeführt wird und das Basis-Isolierelement (72) zwischen den Stator Kern (15) und die Wicklung gelegt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, wobei:
 ein gerades Basis-Isolierelement (72) zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird;
 das Basis-Isolierelement (72) zwischen den Stator Kern (15) und die Wicklung gelegt wird, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze; und
 das Isolierelement (19) später ausgebildet wird,

durch Trennen des Basis-Isolierelements (72) zwischen den Schlitzen zusammen mit einer Innenumfangsabmessungs-Verarbeitung des Statorkerns (15).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, wobei:

ein gerades Basis-Isolierelement (72) zuerst zwischen den Schlitzen und der Wicklung angeordnet wird;

das Basis-Isolierelement (72) zwischen den Statorkern (15) und die Wicklung gelegt wird, durch Einführen der Wicklung in die Schlitze; und

das Isolierelement (19) später ausgebildet wird, durch Trennen des Basis-Isolierelements (72) zwischen den Schlitzen nach einem Befestigendes Basis-Isolierelements (72) mit Harz.

9. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, zur Herstellung des Wechselstromgenerators nach Anspruch 1, wobei das Isolierelement (19) durch Trennen des Basis-Isolierelements (72) zwischen den Schlitzen ausgebildet wird, wenn Endabschnitte von Zähnen, welche die Schlitze definieren, gepresst und plastisch verformt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, zur Herstellung eines Wechselstromgenerators, wobei das Isolierelement (19) aus Isolierpapier gebildet ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, zur Herstellung eines Wechselstromgenerators, wobei das Isolierelement (19) aus einem Harz gebildet ist.

Es folgen 25 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

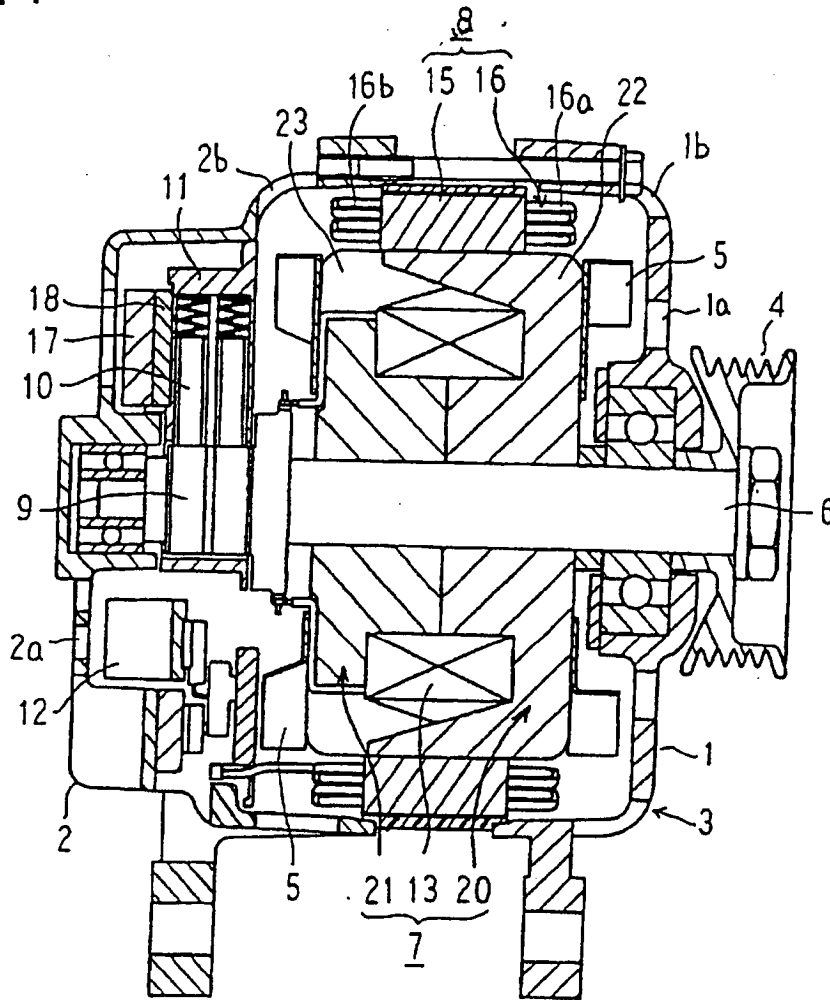


FIG. 2

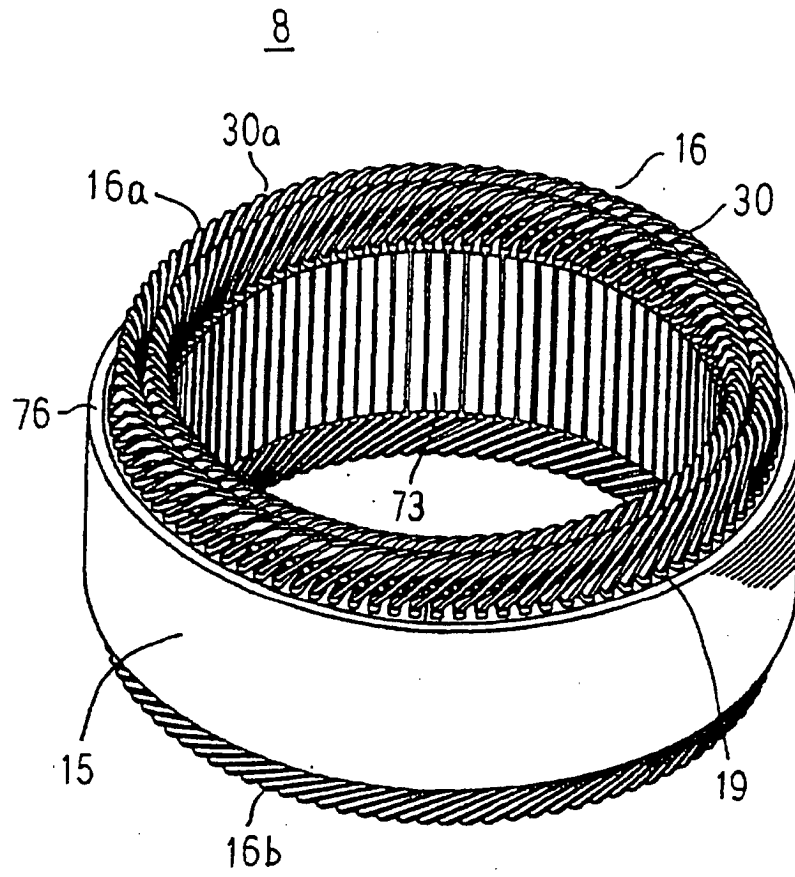


FIG. 3

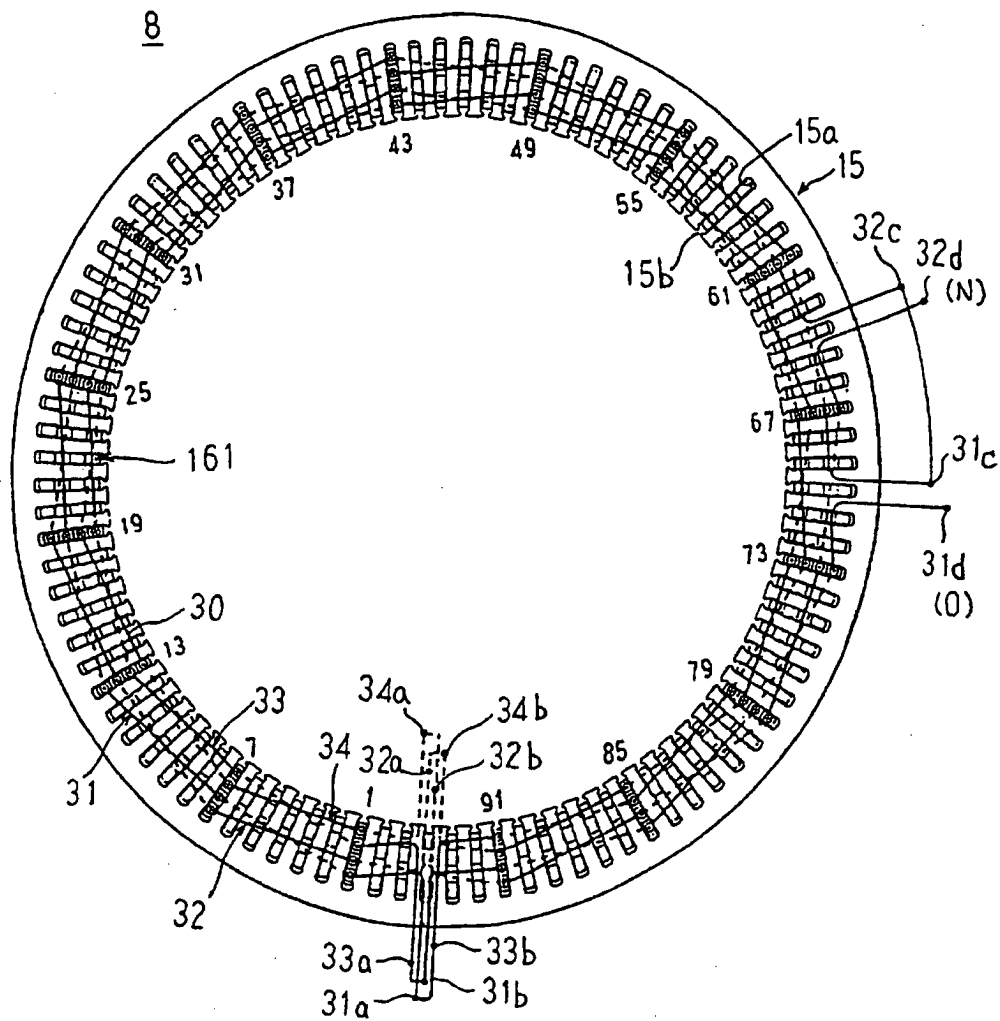


FIG. 4

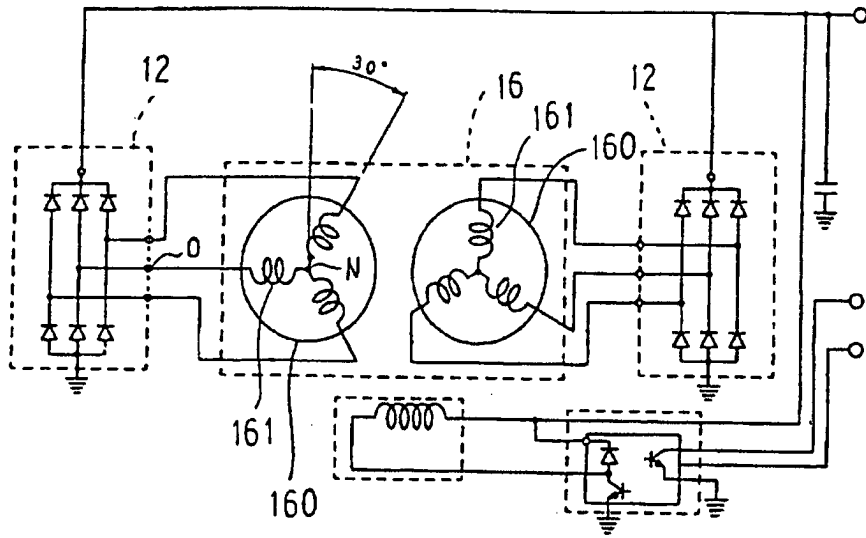


FIG. 5

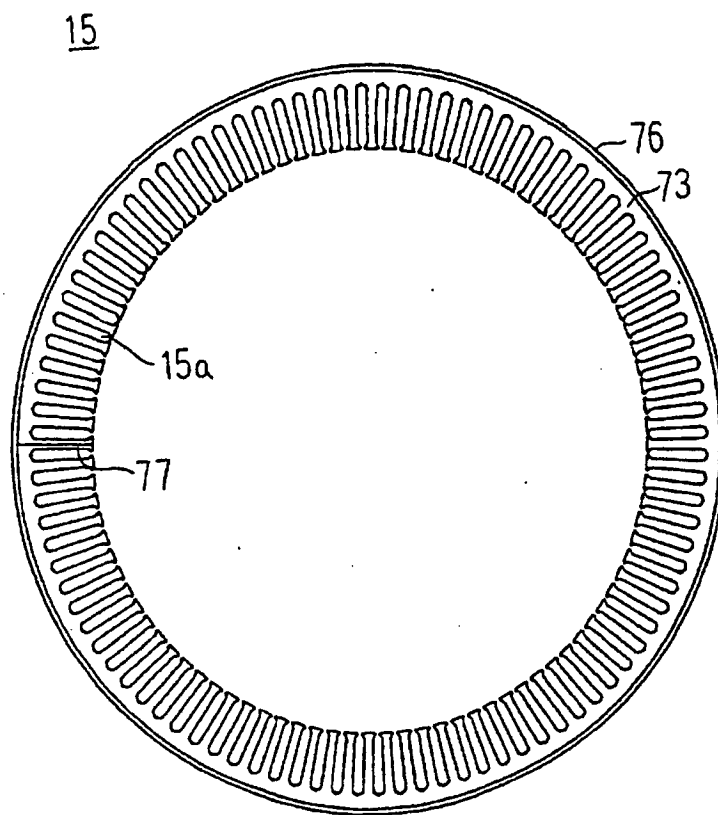


FIG. 6

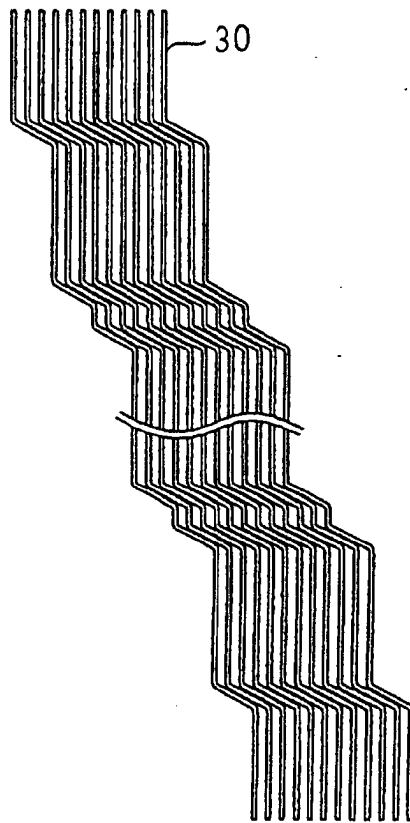


FIG. 7

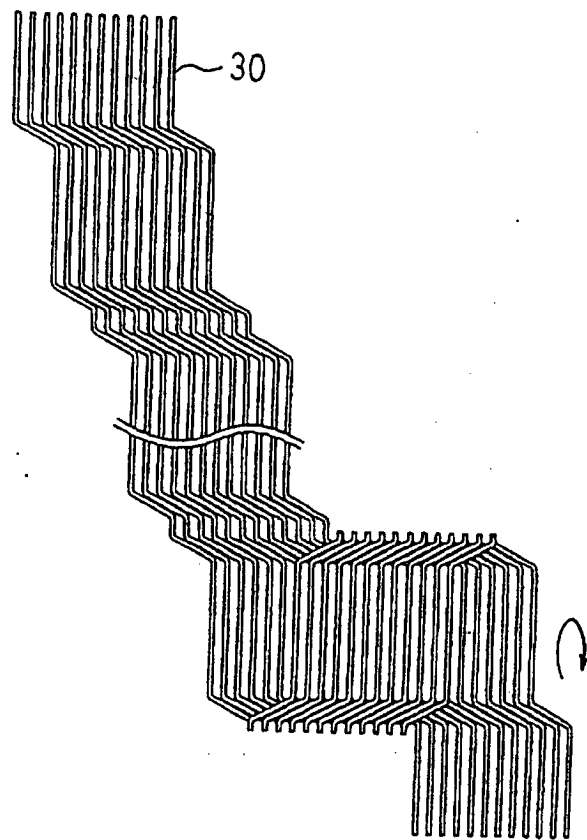


FIG. 8

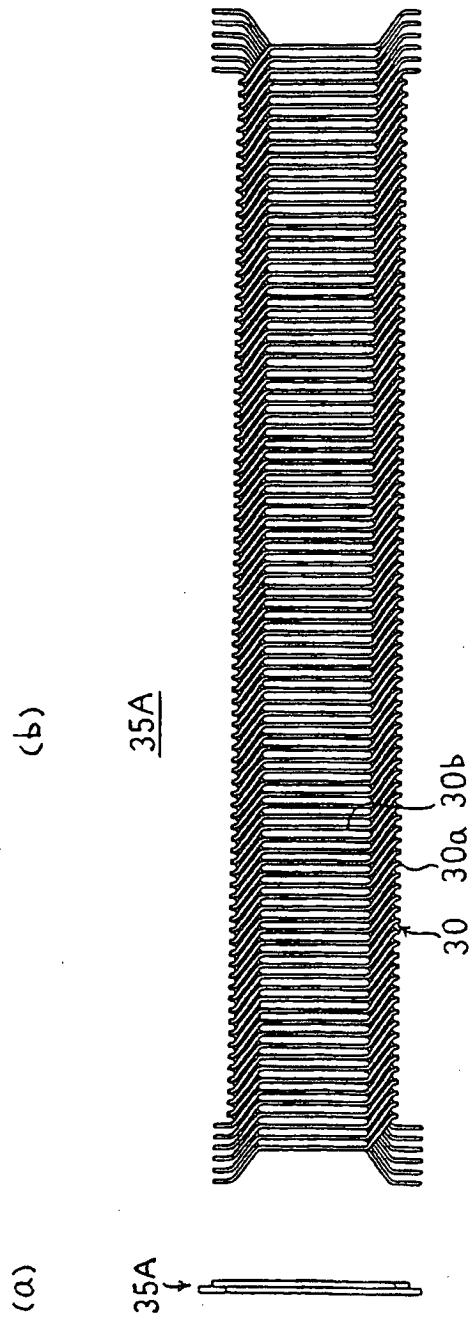


FIG. 9

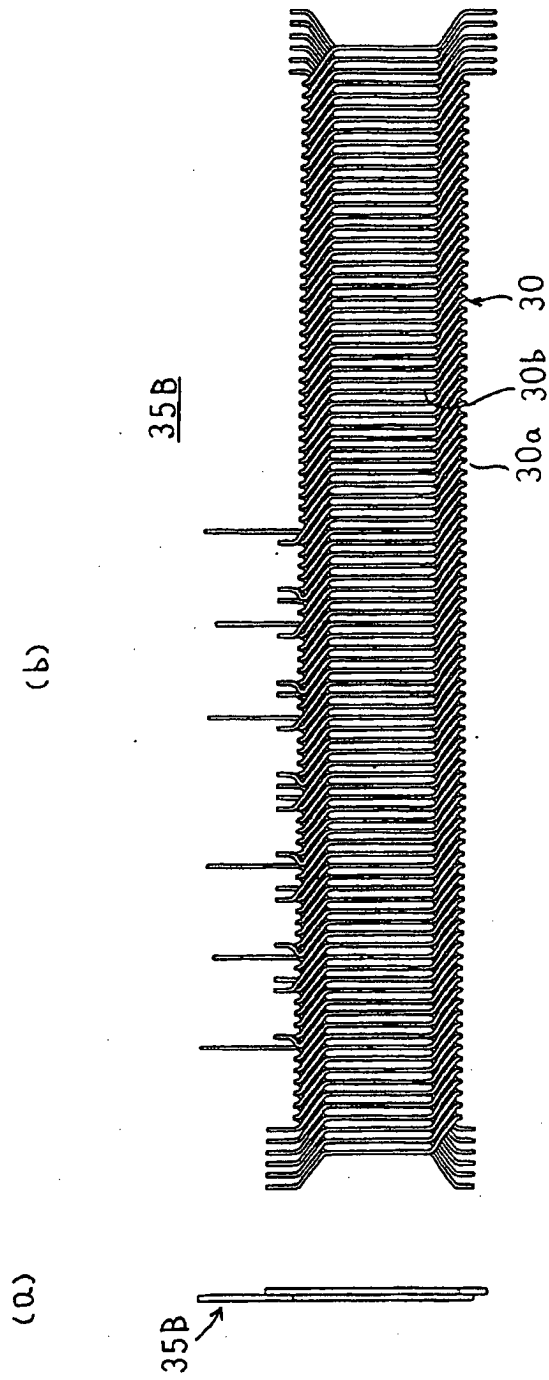


FIG. 11

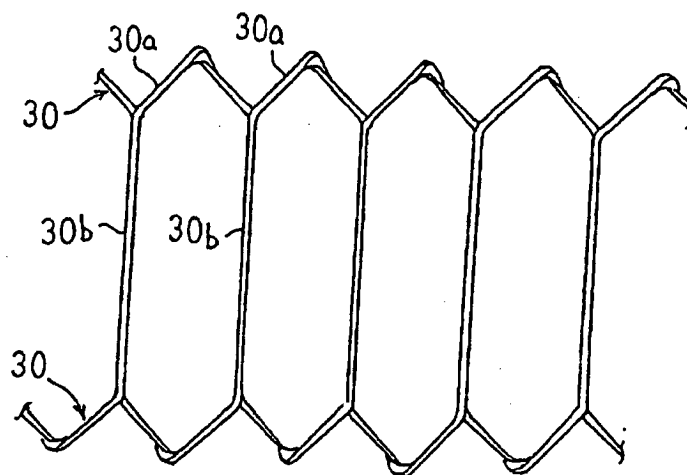


FIG. 10

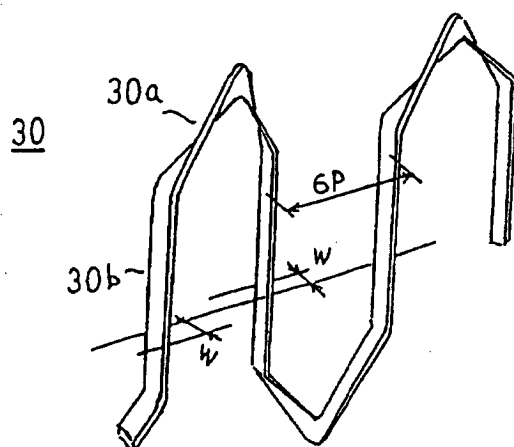


FIG. 12

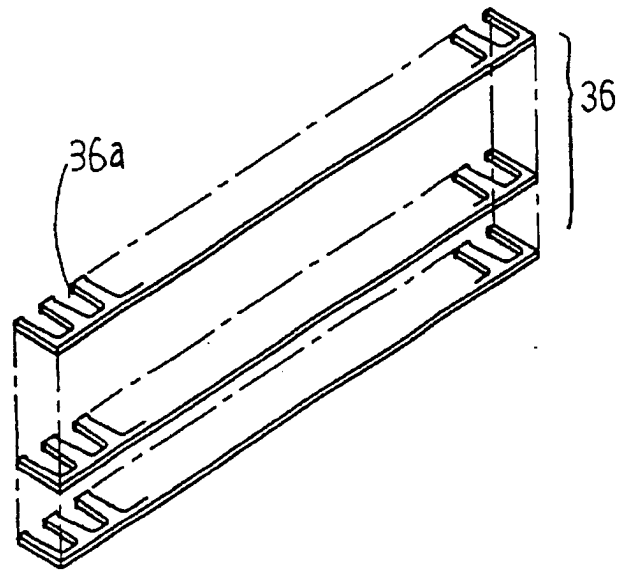


FIG. 13

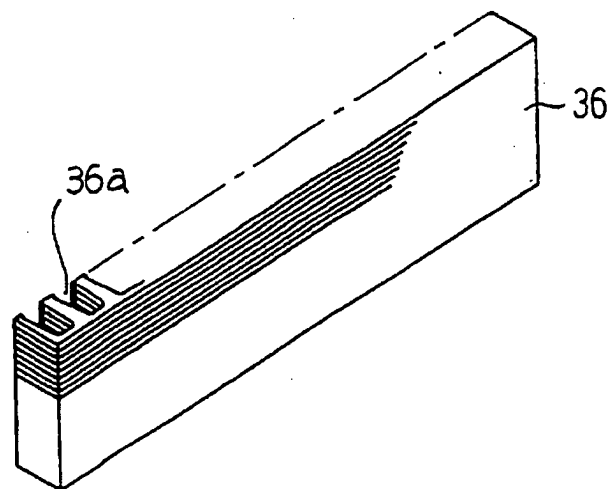


FIG. 14

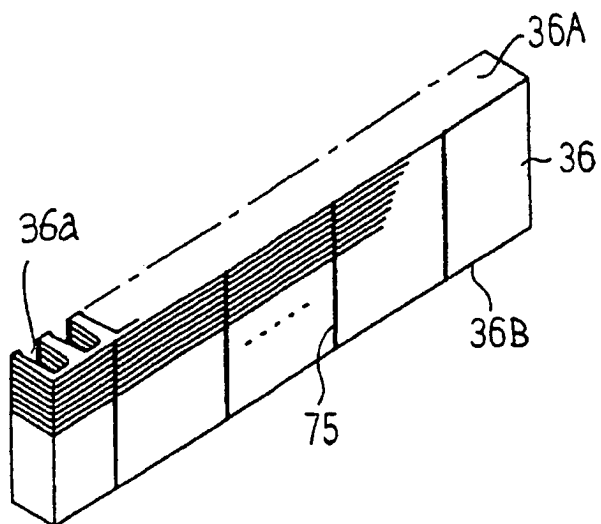


FIG. 17

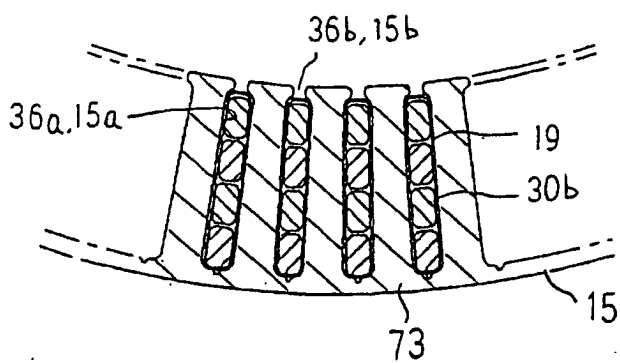


FIG. 15

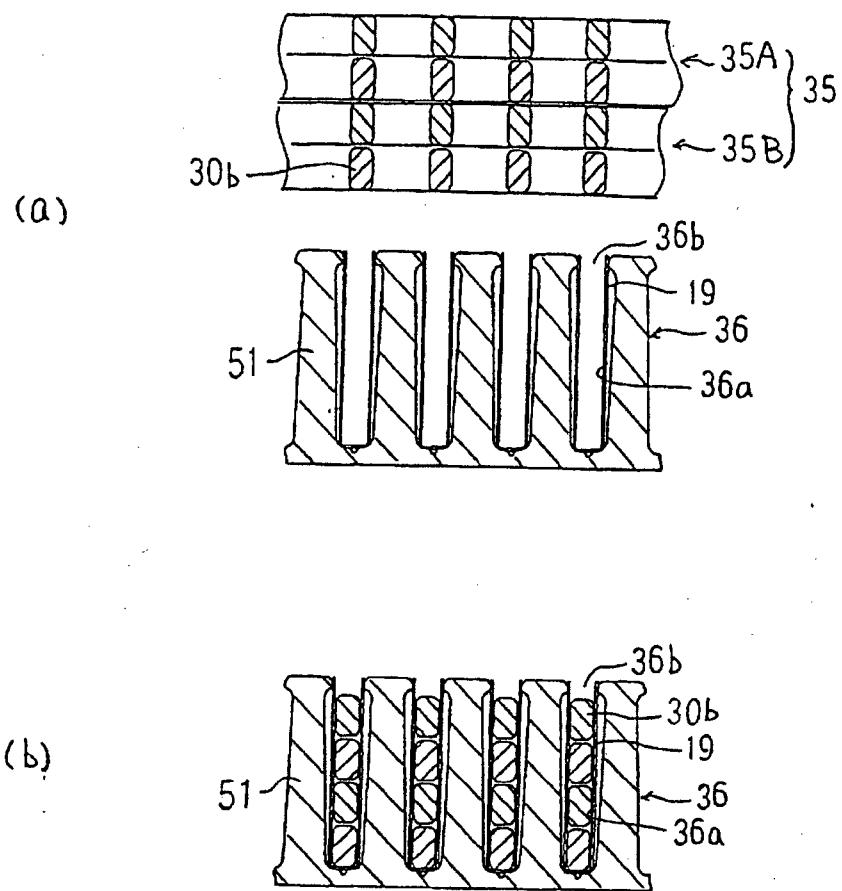


FIG. 16

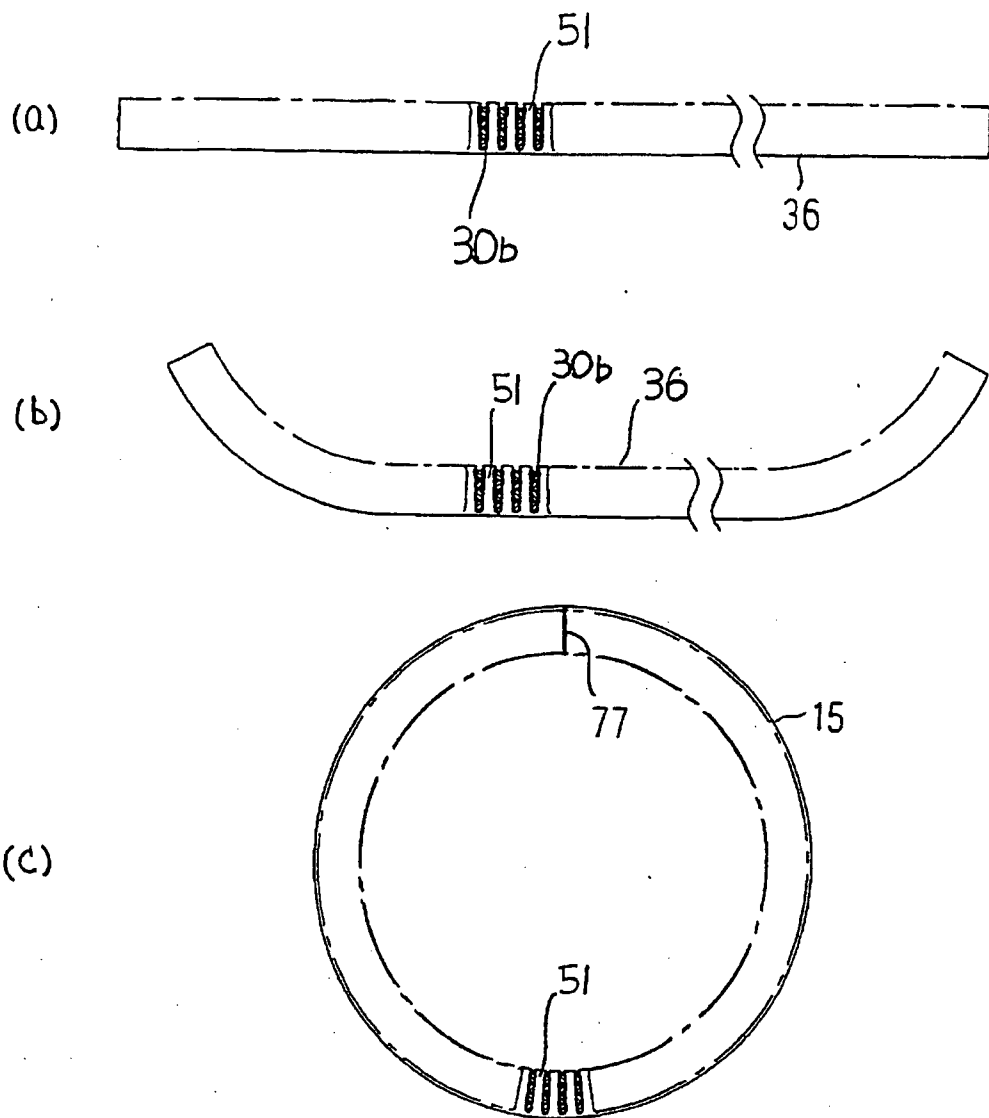


FIG. 18

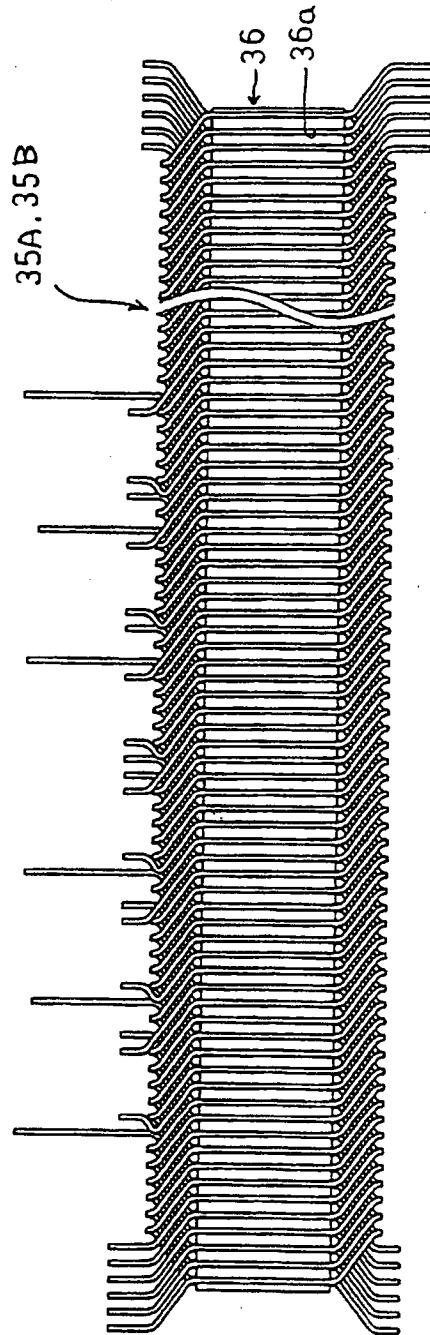


FIG. 19

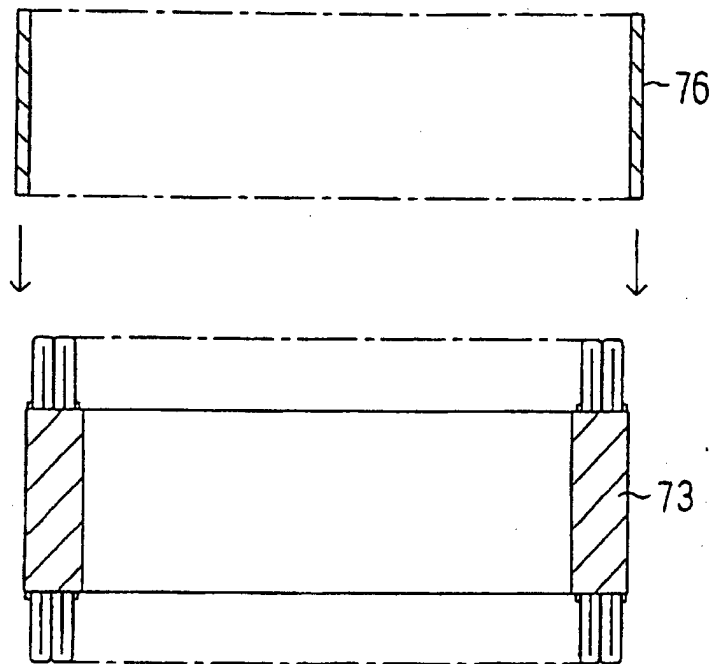


FIG. 20

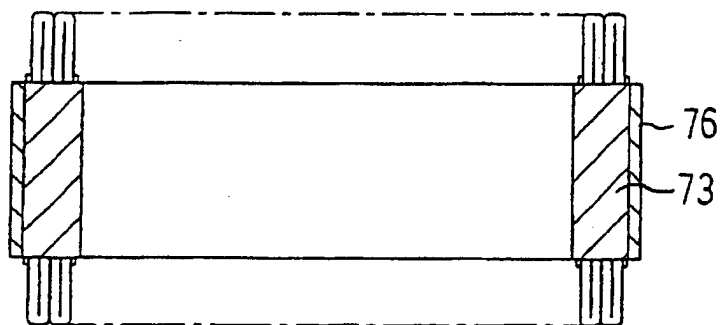


FIG. 21

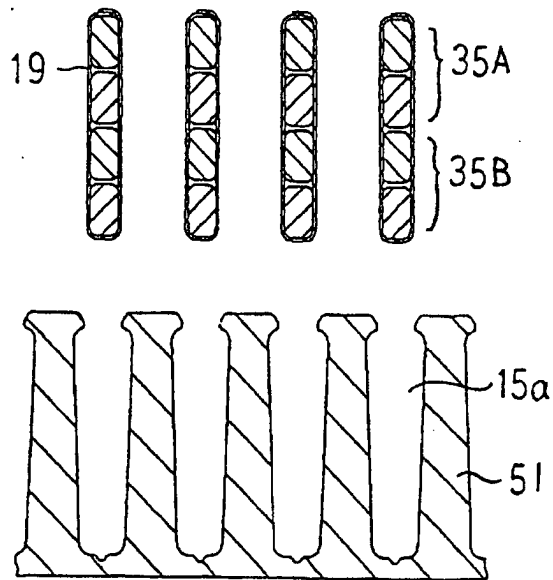


FIG. 22

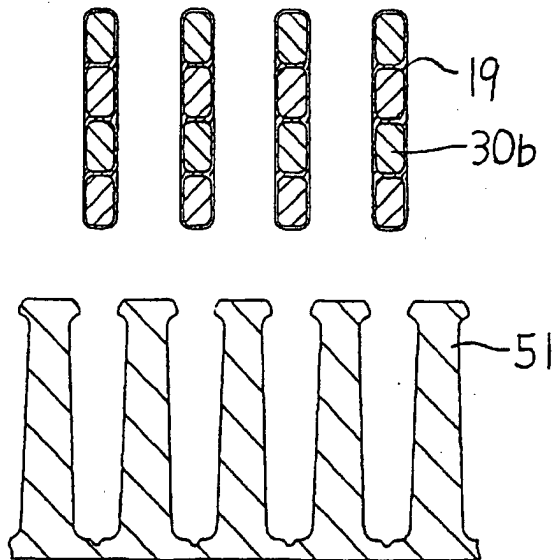


FIG. 23

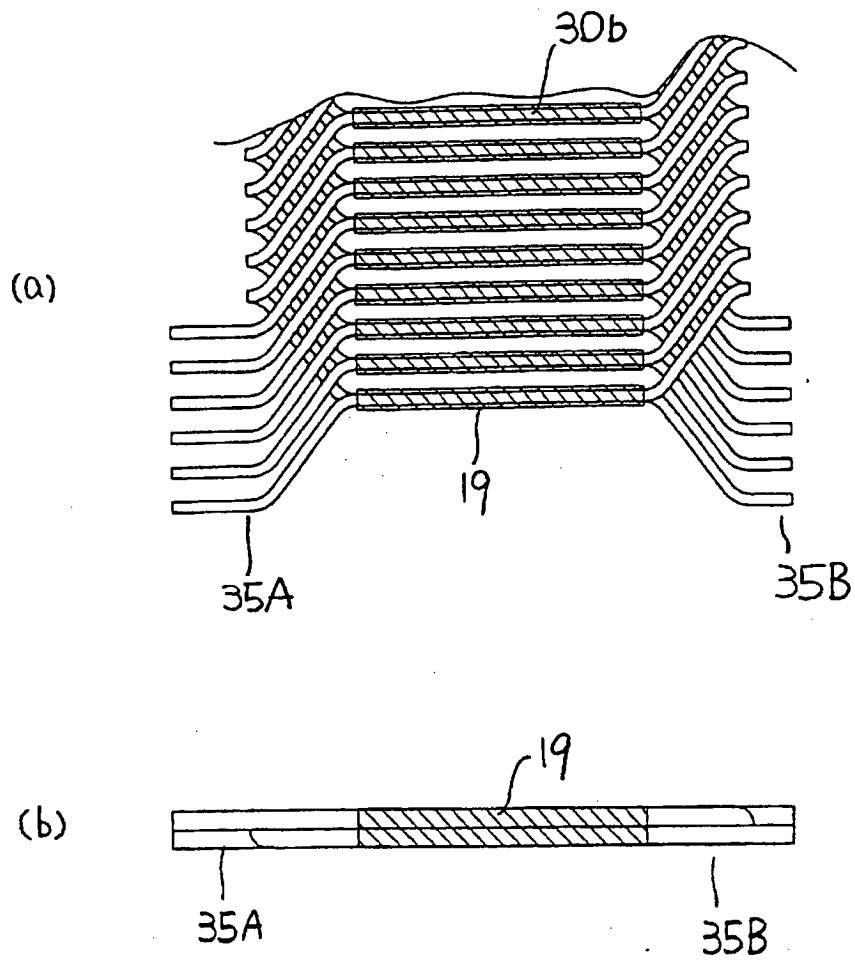


FIG. 24

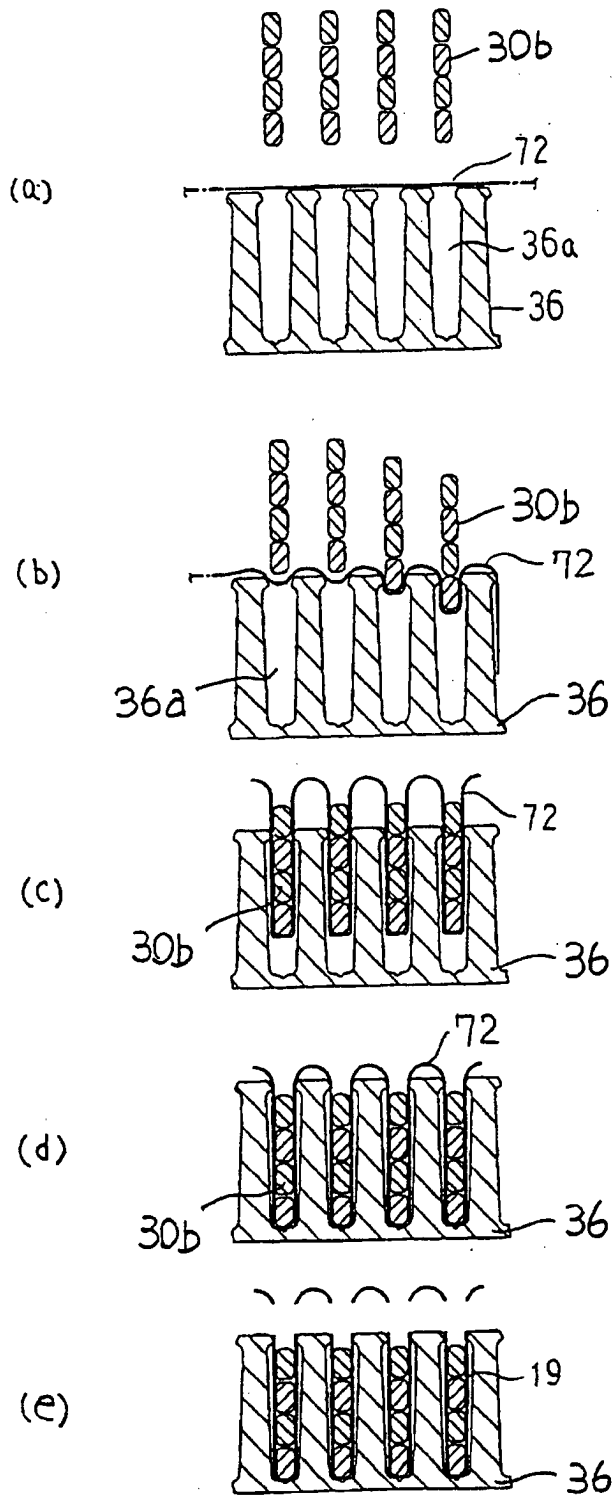


FIG. 25

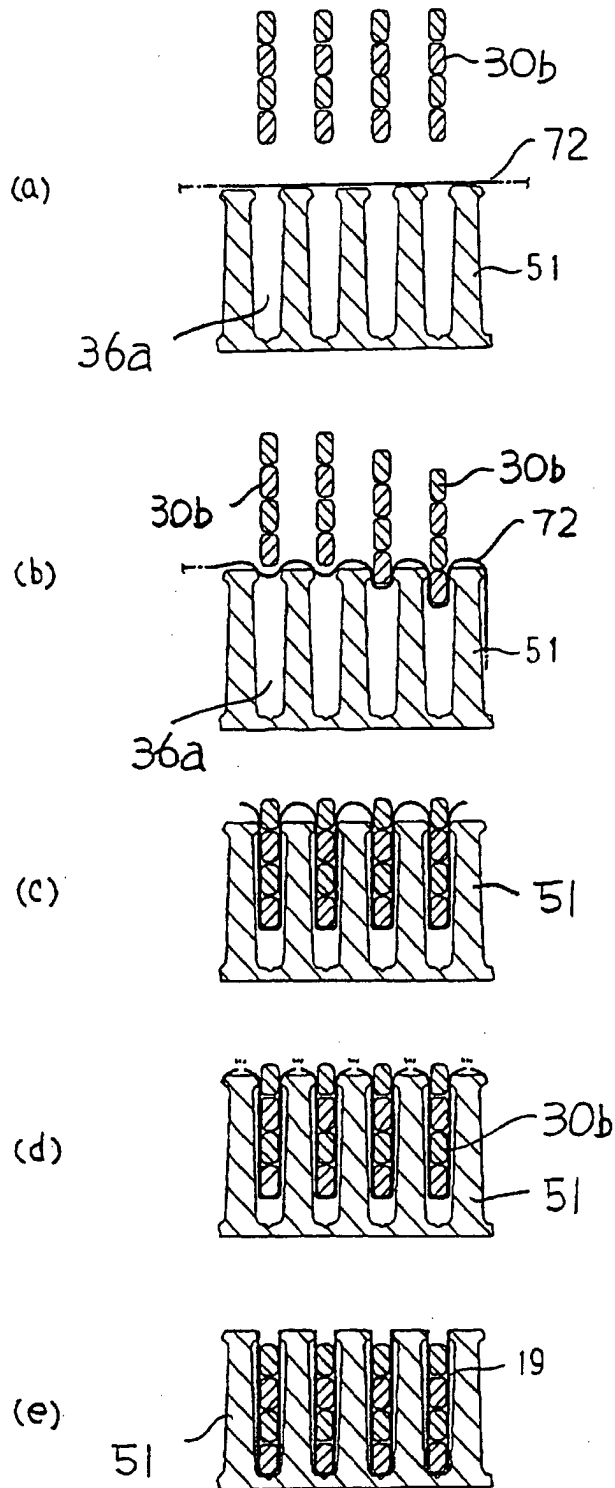


FIG. 26

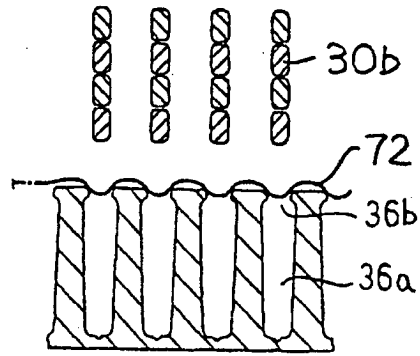


FIG. 27

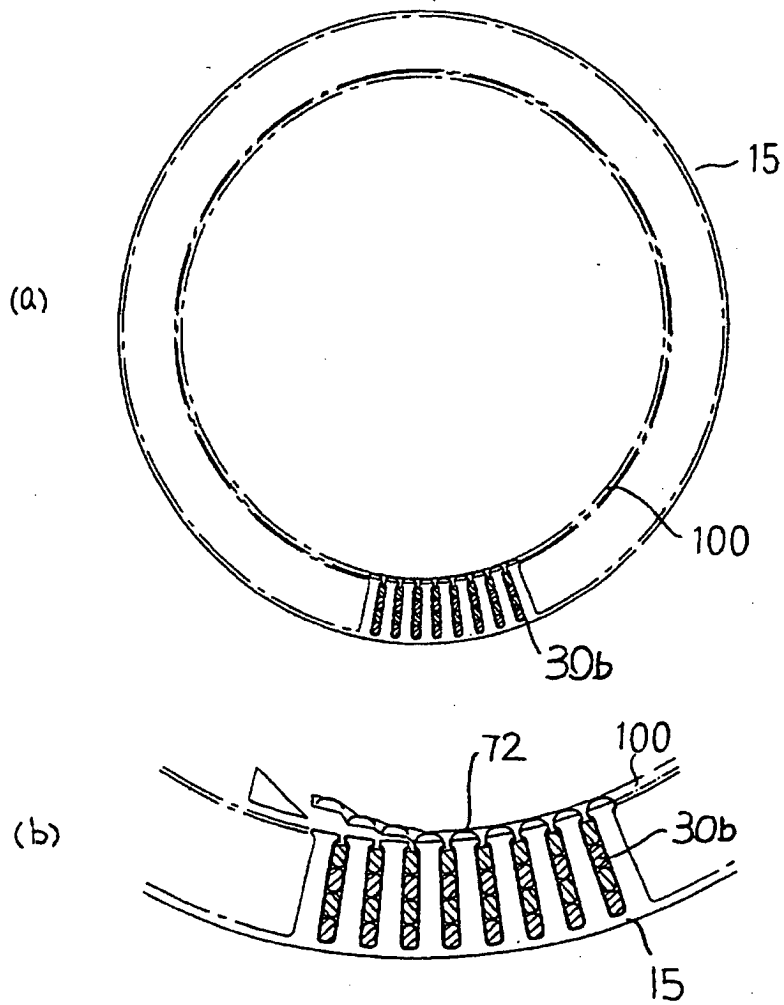


FIG. 28

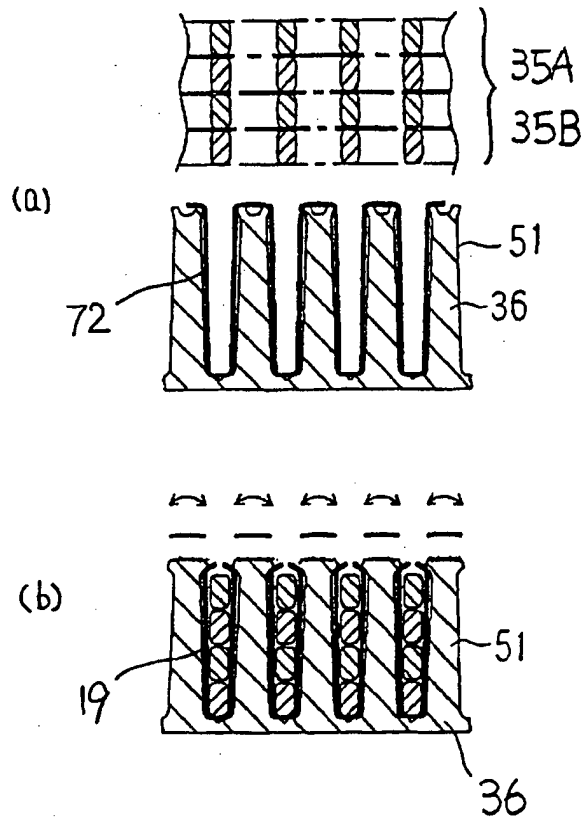


FIG. 29

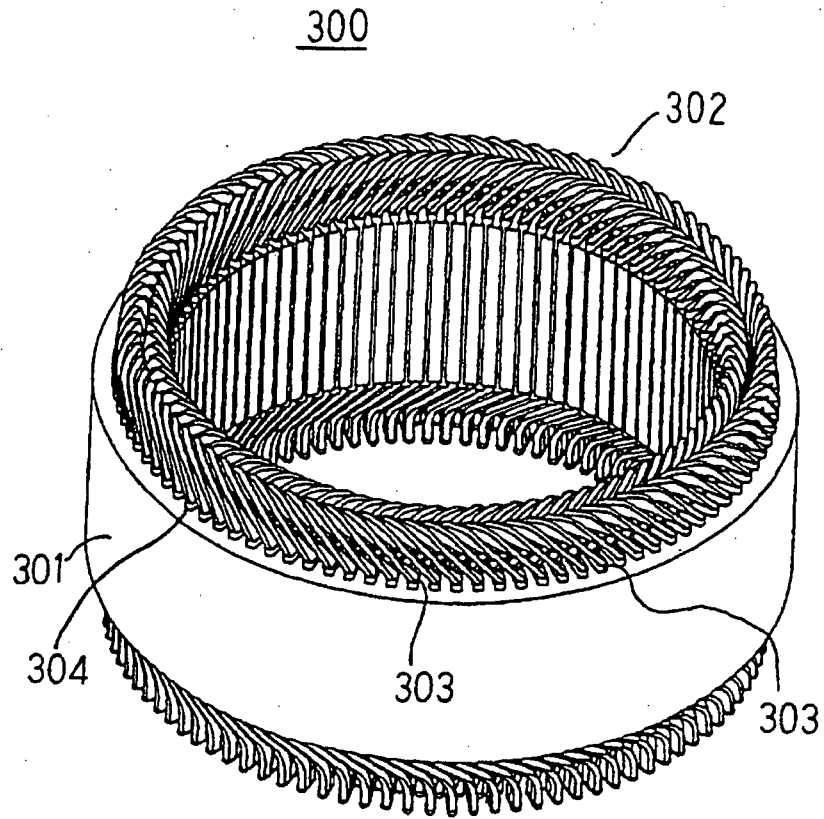


FIG. 30

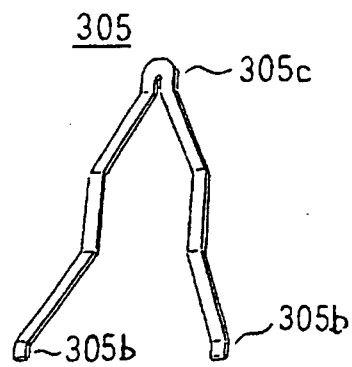


FIG. 31

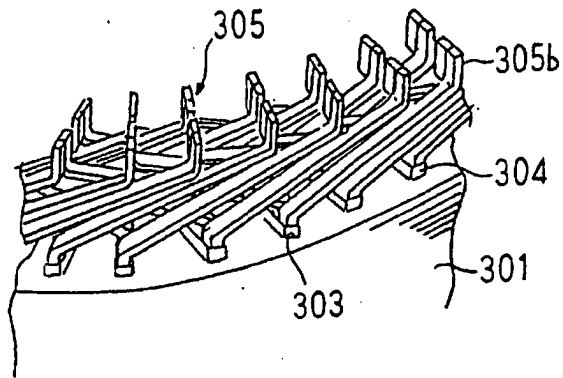


FIG. 32

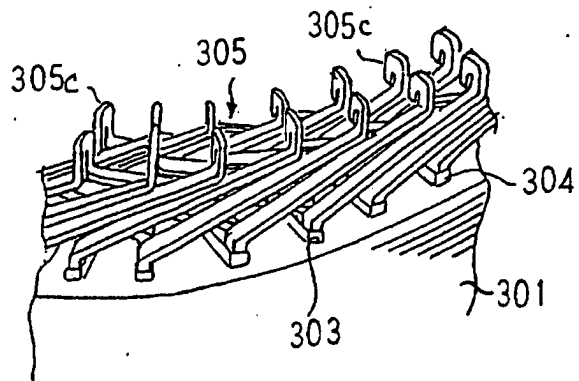


FIG. 33

