(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2021 000 859 T5** 2022.11.24

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/220986**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 000 859.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/016530**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.04.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.11.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **24.11.2022**

(51) Int Cl.: ***H02K 3/34*** (2006.01)
H02K 15/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-080421 **30.04.2020** **JP**

(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Oshino-mura, Yamanashi, JP

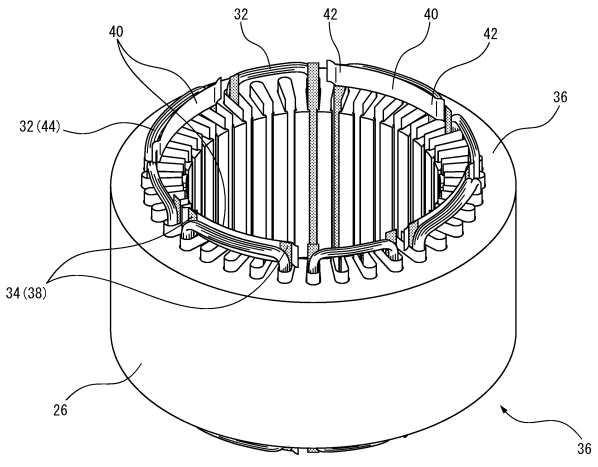
(74) Vertreter:
Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG mbB, 81541 München, DE

(72) Erfinder:
Ito, Takashi, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **MIT ISOLIERPAPIER VERSEHENER STATOR, MOTOR MIT STATOR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES MOTORS**

(57) Zusammenfassung: Vorgesehen sind ein Stator mit Isolierpapier, das unter Verwendung einer kostengünstigen und einfachen Struktur positioniert und befestigt ist, ein Motor mit dem Stator und ein Verfahren zur Herstellung des Stators. Der Stator 18 eines Motors ist versehen mit einem Statorkern 26 mit einer Vielzahl von Schlitzen 16, einer Vielzahl von Spulen 32, die in den Schlitzen angeordnet sind, Stücken von Spulenende-Isolierpapier 40, die zwischen einer Vielzahl von Spulenenden 44 angeordnet sind und die die Spulenenden 44 voneinander isolieren, und einer Vielzahl von Stücken von Zwischen-Spulen-Isolierpapier 34, die in den Schlitzen 16 angeordnet sind, wobei jedes der Vielzahl von Stücken von Zwischen-Spulen-Isolierpapier 34 einen Vorsprung 38 aufweist, der von einem axialen Ende 36 des Statorkerns vorsteht. Jedes der Stücke des Spulenende-Isolierpapiers 40 hat einen klebenden Teil 42, und eine Vielzahl von vorstehenden Abschnitten 38 sind in einem einzigen Stück Spulenende-Isolierpapier 40 befestigt.



Beschreibung

TECHNISCHER BEREICH

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator mit einem Isolierpapier, einen Elektromotor mit diesem Stator und ein Verfahren zur Herstellung des Elektromotors.

TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass in einem Elektromotor, wie z. B. einer dreiphasigen rotierenden elektrischen Maschine, zur Isolierung von Spulen mit unterschiedlichen Phasen ein Phase-Phase-Isolierpapier zwischen die Spulen eingelegt wird (siehe z. B. Patentliteratur 1 und 2). Es ist auch bekannt, das Phase-Phase-Isolierpapier mit einem Klebeband usw. zu fixieren, um zu verhindern, dass das Phase-Phase-Isolierpapier falsch ausgerichtet wird (siehe z. B. Patentliteratur 3 bis 6).

[ZITIERLISTE]

[PATENTLITERATUR]

[PTL 1] JP 2007-060819 A

[PTL 2] JP 2013-207820 A

[PTL 3] JP H09-131012 A

[PTL 4] JP 2008-131749 A

[PTL 5] JP 2007-104826 A

[PTL 6] JP 2005-312222 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[TECHNISCHES PROBLEM]

[0003] Wenn das Phase-Phase-Isolierpapier im Verhältnis zur Breite eines Schlitzes eines Statorkerns zu dick ist, ist es schwierig, es in den Schlitz einzuführen, und umgekehrt, wenn es zu dünn ist, kann es leicht abrutschen. Außerdem ist es in einem herkömmlichen Elektromotor schwierig, eine Vorrichtung zur Befestigung des Phase-Phase-Isolierpapiers in radialer Richtung um das Spulenende herum vorzusehen. Daher besteht auch das Problem, dass sich die Position des Phase-Phase-Isolierpapiers innerhalb des Schlitzes zusammen mit der in dem Schlitz gewickelten Spule leicht verschiebt.

[0004] Wenn andererseits das Phase-Phase-Isolierpapier eine spezielle Form hat, die der Form der Spule und/oder der Schlitzteilung usw. entspricht, erhöhen sich die Herstellungskosten dafür, und außerdem kann ein solches Phase-Phase-Isolierpapier nicht flexibel mit verschiedenen Spulenformen und/oder Wicklungsanordnungen usw. umgehen. Außerdem ist es notwendig, je nach Form des Phase-Phase-Isolierpapiers eine Formgebung wie z. B. das Biegen des Spulenendes der Spule vorzunehmen. Wenn das Phase-Phase-Isolierpapier aus dem Statorkern herausragt, wird die Spule daher sehr lang.

(LÖSUNG DES PROBLEMS)

[0005] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Stator eines Elektromotors, umfassend: einen Statorkern mit einer Vielzahl von Schlitzen; eine Vielzahl von Spulen, die in den Schlitzen positioniert sind, wobei jede Spule ein Spulenende aufweist, das relativ zu einem axialen Ende des Statorkerns außen positioniert ist; mindestens ein Spulenende-Isolierpapier, das zwischen den Spulenenden positioniert ist, um die Spulenenden voneinander zu isolieren; eine Vielzahl von Spule-zu-Spule-Isolierpapieren, die in den Schlitzen positioniert sind, wobei jedes Spule-zu-Spule-Isolierpapier einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der von mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns vorsteht; und ein Keilisolierpapier, das in dem Schlitz positioniert ist, in dem die Spule positioniert ist, wobei das Keilisolierpapier in einer radialen Richtung des Statorkerns relativ zu der Spule innen positioniert ist, wobei jedes der Spulenende-Isolierpapiere einen Klebeabschnitt aufweist und eine Vielzahl der vorstehenden Abschnitte an ein Spulenende-Isolierpapier geklebt sind.

[0006] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Elektromotor mit dem oben genannten Stator.

[0007] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Stators eines Elektromotors bereit, das Folgendes umfasst: Einsetzen einer Mehrzahl von Spulen in eine Mehrzahl von Schlitzen eines Statorkerns, so dass jede Spule ein Spulenende aufweist, das relativ zu einem axialen Ende des Statorkerns außen positioniert ist; Einsetzen einer Mehrzahl von Spule-zu-Spule-Isolierpapieren in die Schlitze, so dass jedes Spule-zu-Spule-Isolierpapier einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der von mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns vorsteht; und Positionieren mindestens eines Spulenende-Isolierpapiers mit einem Klebeabschnitt an mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns, so dass jedes Spulenende-Isolierpapier zwischen den Spulenenden positioniert ist und eine Mehrzahl der vorstehenden Abschnitte an jedem Spulenende-Isolierpapier angeklebt ist.

[VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG]

[0008] Gemäß dem Aspekt der vorliegenden Offenbarung werden die mehreren Spule-zu-Spule-Isolierpapiere durch mindestens ein Spulenende-Isolierpa-

pier fixiert, genauer gesagt werden die Spule-zu-Spule-Isolierpapiere an mehreren Abschnitten jedes Spulenende-Isolierpapiers angeklebt. Daher kann das Isolierpapier am Spulenende leicht positioniert und befestigt werden. Außerdem kann die Struktur, die aus einem solchen Spulenende-Isolierpapier und Spule-zu-Spule-Isolierpapier besteht, auf einen Stator eines Elektromotors mit einer beliebigen Anzahl von Polen und einer beliebigen Schlitzanordnung angewendet werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, die eine schematische Konfiguration eines Elektromotors gemäß der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die einen Statorkern gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein Schlitzisolierpapier in einen Schlitz des Statorkerns eingesetzt ist.

Fig. 4 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem eine Spule einer ersten Phase in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 5 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein erstes Spule-zu-Spule-Isolierpapier in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 6 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein erstes Spulenende-Isolierpapier an einem vorstehenden Teil des ersten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers angeklebt ist.

Fig. 7 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem das Isolierpapier am Spulenende an allen vorstehenden Teilen angeklebt ist.

Fig. 8 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem eine Spule einer zweiten Phase in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 9 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein zweites Spule-zu-Spule-Isolierpapier in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 10 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein zweites Spulenende-Isolierpapier an einem vorstehenden Teil des zweiten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers angeklebt ist.

Fig. 11 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem eine Spule einer dritten Phase in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 12 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein Keilisolierpapier in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 13 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein erstes Spulenende-Isolierpapier an einem vorstehenden Teil des ersten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers in einem Stator gemäß einer zweiten Ausführungsform angeklebt ist.

Fig. 14 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem ein Keilisolierpapier in den Schlitz eingeführt ist.

Fig. 15 ist eine Ansicht, die schematisch eine Positionsbeziehung zwischen der Spule und dem Isolierpapier im Schlitz zeigt.

Fig. 16 ist eine Ansicht, die schematisch eine Positionsbeziehung zwischen der Spule und dem Isolierpapier am Spulenende zeigt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0009] Fig. 1 ist eine radiale Querschnittsansicht, die einen schematischen Aufbau eines Elektromotors 10 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Der Motor 10 ist ein Dreiphasen-Wechselstrommotor mit zehn Polen und sechsunddreißig Schlitzen und hat: einen Rotor 12 mit einer Vielzahl von Paaren von Magnetpolen; eine Vielzahl von Schlitzen 16, die sich in Richtung einer Drehachse 14 des Rotors 12 erstrecken und in der Umfangsrichtung der Drehachse 14 angeordnet sind; einen Stator 18, der dem Rotor 12 radial gegenüberliegt; eine Vielzahl von Wicklungen, die in den Schlitz 16 eingesetzt und um den Stator 18 gewickelt sind; und einen blattförmigen Isolator, der neben den Wicklungen angeordnet ist (später beschrieben). Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt, und es gibt keine besonderen Beschränkungen, z. B. hinsichtlich der Anzahl der Pole des Motors, der Anzahl der Schlitze oder der Form oder der Anzahl der Phasen der Spule.

[0010] Der Rotor 12 umfasst eine Vielzahl von (in diesem Fall zehn) (Permanent-)Magneten 20, einen Rotorkern 22 und eine Rotorwelle 24 und dreht sich um die Drehachse 14. Die vorliegende Offenbarung ist hauptsächlich durch die Konfiguration eines blattförmigen Isolators (im Folgenden als Isolierpapier bezeichnet) gekennzeichnet, der in oder in der Nähe des Schlitzes 16 angeordnet ist, der in einem Statorkern 26 des Stators 18 ausgebildet ist. Daher wird die Beschreibung des Rotors 12 im Folgenden weggelassen.

(Erste Ausführungsform)

[0011] Als nächstes werden der Aufbau und das Herstellungsverfahren des Stators 18 unter Bezugnahme auf die **Abb. 2** bis **Abb. 12** beschrieben. Hier wird ein Beispiel beschrieben, bei dem eine dreiphasige (U, V, W) Spule im Statorkern 26 mit sechsunddreißig Schlitzen 16 angeordnet ist.

[0012] Zunächst wird, wie in **Fig. 2** gezeigt, der Statorkern 26 mit einer Vielzahl von Schlitzen 16 (sechsunddreißig im dargestellten Beispiel) bereitgestellt,

und dann wird ein Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30 in jedem Schlitz 16 positioniert, wie in **Fig. 3** gezeigt. Im gezeigten Beispiel wird das Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30 in alle Schlitze 16 eingelegt. Wenn es jedoch einen Schlitz gibt, in den die später beschriebene Wicklung (Spule) überhaupt nicht eingeführt wird, ist es nicht notwendig, das Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30 und ein Keilisolierpapier 62 wie später beschrieben in diesem Schlitz anzuordnen.

[0013] Als nächstes wird, wie in **Fig. 4** gezeigt, eine Spule 32 einer ersten Phase (z. B. der U-Phase) in einige der mehreren Schlitze 16 (hier der Schlitz 16a) eingesetzt. Insbesondere ist das Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30 so konfiguriert und positioniert, dass es eine elektrische Isolierung zwischen dem Statorkern 26 und der Spule in dem Schlitz bildet.

[0014] Als nächstes wird, wie in **Fig. 5** gezeigt, ein vertikal langes erstes Spule-zu-Spule-Isolierpapier (Phase-zu-Phase-Isolierpapier) 34 (das sich in axialer Richtung des Statorkerns 26 erstreckt) in einen Schlitz 16a eingeführt, in den die U-Phasen-Spule 32 eingeführt wird. Das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 ist so konfiguriert und positioniert, dass es einen vorstehenden Abschnitt 38 aufweist, der von mindestens einem der beiden axialen Enden 36 des Statorkerns 26 axial vorsteht. Vorzugsweise ist das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 länger als die axiale Länge des Statorkerns 26 und wird in dem Schlitz 16a so positioniert, dass es von beiden Enden 36 axial vorsteht, wie in **Fig. 5** gezeigt.

[0015] Als nächstes werden, wie in **Fig. 6** gezeigt, mehrere erste Spulenende-Isolierpapiere 40, die jeweils einen Klebeabschnitt 42 aufweisen, so angeordnet, dass ein Spulenende-Isolierpapier 40 an die mehreren vorstehenden Abschnitte 38 geklebt wird. In der dargestellten Ausführungsform erstreckt sich das streifenförmige erste Spulenende-Isolierpapier 40 in der Umfangsrichtung nahe des Endes 36 des Statorkerns 26, und die zumindest an beiden Enden des Isolierpapiers 40 vorgesehenen Klebeabschnitte 42 sind an den vorstehenden Abschnitt 38 des ersten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers 34 angeklebt und überlappen mit diesem. In dieser Hinsicht kann das erste Spulenende-Isolierpapier 40 den Klebeabschnitt 42 auf der gesamten einen Seite davon haben und kann an den vorstehenden Abschnitt 38 und auch an ein Spulenende 44 der Spule 32 geklebt werden.

[0016] Ein von einem elektrischen Strom durchflossener Walzdraht, z. B. ein Kupferdraht, oder ein Bündel von Walzdrähten wird als „Wickeldraht“ bezeichnet, und eine Ringform (einschließlich der Form einer Acht), in der der Wickeldraht geschlossen ist, wird als „Spule“ bezeichnet. Ferner bezieht sich das „Spulenende“ auf einen Teil der Spule, der nicht in den Schlitz des Statorkerns eingesetzt ist, d. h. einen Teil, der axial außerhalb des axialen Endes des Statorkerns liegt. Mehrere (gleichphasige) Spulen können durch einen Walzdraht oder einen Wickeldraht, der als „Verbindungsleitung“ bezeichnet wird, elektrisch miteinander verbunden sein (siehe **Fig. 16** unten).

[0017] Als nächstes wird, wie in **Fig. 7** gezeigt, der unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschriebene Vorgang wiederholt, so dass alle vorstehenden Teile 38 an einem der mehreren ersten Spulenende-Isolierpapiere 40 angeklebt werden. In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, dass das Spulenende 44 der (vorzugsweise aller) U-Phasen-Spulen 32 auch an (den Klebeabschnitt 42) des ersten Spulenende-Isolierpapiers 40 geklebt wird. Ferner können, wie dargestellt, die mehreren streifenförmigen Spulenende-Isolierpapiere 40 an ihren Längsendabschnitten aneinander geklebt werden, um eine einzige Ringform als Ganzes zu bilden, aber diese Behandlung kann nicht durchgeführt werden. Das erste Spulenende-Isolierpapier 40 ist so konfiguriert und positioniert, dass das Spulenende 44 der U-Phasen-Spule 32 und ein Spulenende 56 einer später beschriebenen V-Phasen-Spule 46 nicht miteinander in Kontakt kommen (d. h. sie sind elektrisch isoliert).

[0018] Als nächstes wird, wie in **Fig. 8** gezeigt, ähnlich wie in **Fig. 4** die Spule 46 der zweiten Phase (z. B. eine V-Phase) in einige der mehreren Schlitze 16 (hier Schlitze 16b) eingesetzt. Dabei kann die V-Phasen-Spule 46 in den Schlitz 16a eingesetzt werden, in den auch die U-Phasen-Spule 32 eingesetzt ist. In diesem Fall wird im Schlitz 16b (16a) das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 zwischen die U-Phasen-Spule 32 und die V-Phasen-Spule 46 eingefügt. Mit anderen Worten, das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 ist so konfiguriert und positioniert, dass es zwischen den beiden Spulen mit unterschiedlichen Phasen elektrisch isoliert.

[0019] Außerdem ändert sich bei einem Elektromotor, bei dem die Anzahl der Stromphasen und die Anzahl der Schichten des Spulenendes von denen der ersten Ausführungsform abweichen, die Anzahl der Ausführungen der in den **Fig. 5** bis **Fig. 8** gezeigten Vorgänge ändert sich. Zum Beispiel wird beim Herstellungsprozess eines Stators eines Elektromotors, bei dem die Anzahl der Stromphasen und die Anzahl der Lagen eines Spulenendes größer sind als bei der ersten Ausführungsform, die Anzahl der in den **Fig. 5** bis **Fig. 8** gezeigten Arbeitsgänge um diesen Betrag erhöht werden.

[0020] Als nächstes wird, wie in **Fig. 9** gezeigt, ähnlich wie in **Fig. 5**, ein vertikal langes zweites Spule-zu-Spule-Isolierpapier (Phase-zu-Phase-Isolierpapier) 48 in den Schlitz 16b eingeführt, in den die V-

Phasenspule 46 eingeführt ist. Ähnlich wie das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 ist das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48 so konfiguriert und positioniert, dass es einen vorstehenden Abschnitt 50 aufweist, der axial aus mindestens einem der beiden axialen Enden 36 des Statorkerns 26 herausragt. Vorzugsweise ist das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48 länger als die axiale Länge des Statorkerns 26 und ist in dem Schlitz 16b so positioniert, dass es von beiden Enden 36 axial vorsteht, wie in **Fig. 9** gezeigt. Das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48 kann die gleiche Form, die gleichen Abmessungen und das gleiche Material haben wie das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34.

[0021] Als nächstes werden, wie in **Fig. 10** gezeigt, ähnlich dem Verfahren von **Fig. 6**, mehrere zweite Spulenende-Isolierpapiere 52, die jeweils einen Klebeabschnitt 54 aufweisen, so angeordnet, dass ein Spulenende-Isolierpapier 52 an die mehreren vorstehenden Abschnitte 50 geklebt wird. In der dargestellten Ausführungsform erstreckt sich das streifenförmige zweite Spulenende-Isolierpapier 52 ähnlich wie das erste Münzende-Isolierpapier 40 in Umfangsrichtung in der Nähe des Endes 36 des Statorkerns 26, und die zumindest an beiden Enden des Isolierpapiers 52 vorgesehenen Klebeabschnitte 54 sind mit dem vorstehenden Abschnitt 50 des zweiten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers 48 verklebt und überlappt. In dieser Hinsicht kann das zweite Spulenende-Isolierpapier 52 den Klebeabschnitt 54 auf der gesamten einen Seite aufweisen und an den vorstehenden Abschnitt 50 und auch an ein Spulenende 56 der Spule 46 geklebt werden.

[0022] Als nächstes wird, wie in **Fig. 10** gezeigt, der unter Bezugnahme auf **Fig. 9** beschriebene Vorgang wiederholt, so dass alle vorstehenden Abschnitte 50 an einem der mehreren zweiten Spulenende-Isolierpapiere 52 angeklebt werden. In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, dass das Spulenende 56 der (vorzugsweise aller) V-Phasen-Spulen 46 auch an (den Klebeabschnitt 54) des zweiten Spulenende-Isolierpapiers 52 geklebt wird. Ferner können, wie dargestellt, die mehreren streifenförmigen Spulenende-Isolierpapiere 52 an ihren Längsendabschnitten aneinander geklebt werden, um eine einzige Ringform als Ganzes zu bilden, aber dieser Prozess kann nicht durchgeführt werden. Das zweite Spulenende-Isolierpapier 52 ist so konfiguriert und positioniert, dass das Spulenende 56 der V-Phasenspule 46 und ein Spulenende 60 einer später beschriebenen W-Phasenspule 58 nicht miteinander in Kontakt kommen (d. h. sie sind elektrisch isoliert).

[0023] Als nächstes wird, wie in **Fig. 11** gezeigt, ähnlich wie in den **Fig. 4** und **Fig. 8** der Wicklungsdraht (Spule) 58 der dritten Phase (z. B. W-Phase) in einige der zahlreichen Schlitze 16 (hier Schlitze 16c) eingeführt. Dabei kann die W-Phasen-Spule 58 in den Schlitz 16a eingefügt werden, in den die U-Phasen-Spule 32 eingefügt ist, oder in den Schlitz 16b, in den die V-Phasen-Spule 46 eingefügt ist. In diesem Fall wird in dem Schlitz 16c (16a oder 16b) das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 oder das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48 zwischen die U-Phasen-spule 32 oder die V-Phasenspule 46 und die W-Phasenspule 58 eingefügt. Insbesondere ist das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 so konfiguriert und positioniert, dass es zwischen den beiden Spulen (hier der U-Phasen-Spule 32 und der W-Phasen-Spule 58) mit unterschiedlichen Phasen elektrisch isoliert, und in ähnlicher Weise ist das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48 so konfiguriert und positioniert, dass es zwischen den beiden Spulen mit unterschiedlichen Phasen elektrisch isoliert.

[0024] Schließlich wird, wie in **Fig. 12** gezeigt, ein Keilisolierpapier 62 in die Schlitze 16a bis 16c eingeführt, in die mindestens eine der Spulen oder alle Schlitze 16 eingeführt sind. Genauer gesagt hat das Keilisolierpapier 62 eine Länge, die im Wesentlichen der axialen Länge des Statorkerns 26 entspricht, und eine keilförmige Querschnittsform. Das Keilisolierpapier 62 ist innerhalb des Statorkerns 26 in radialer Richtung in Bezug auf die in jedem Schlitz angeordneten Spulen positioniert und hat die Funktion, die Spule zu halten, so dass sich die Spule nicht im Schlitz verschiebt oder nicht aus dem Schlitz herausfällt.

[0025] Jeder der in den **Fig. 2** bis **Fig. 12** dargestellten Schritte kann mit bekannten Maschinen und Geräten automatisiert werden, einige oder alle können aber auch manuell durchgeführt werden. Ferner wurden in der ersten Ausführungsform hauptsächlich der Aufbau und die Anordnung des Spulenendes und/oder des Isolierpapiers an einem Ende (oberes Ende) in axialer Richtung des Stators 18 beschrieben, während das untere Ende des Stators 18 den gleichen Aufbau und die gleiche Anordnung wie das obere Ende haben kann, wie in **Fig. 12** als Teil davon gezeigt.

(Zweite Ausführungsform)

[0026] **Fig. 13** ist ähnlich wie **Fig. 7** und zeigt einen Schritt des Verfahrens zur Herstellung des Stators des Elektromotors gemäß der zweiten Ausführungsform. In der ersten Ausführungsform werden die mehreren streifenförmigen ersten Spulenende-Isolierpapiere 40 an den vorstehenden Abschnitten 38 des ersten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers 34 (**Fig. 6**) befestigt, und dann werden die ersten Spulenende-Isolierpapiere 40 miteinander verbunden, um ein ringförmiges Element zu bilden (**Fig. 7**). Andererseits wird bei der zweiten Ausführungsform ein erstes Spulenende-Isolierpapier 40', das im Voraus in einer Rollenform oder einer Ringform geformt wurde, vorbereitet, und das erste Spulenende-Iso-

lierpapier 40' wird an allen vorstehenden Abschnitten 38 befestigt, die von einem der axialen Enden (vorzugsweise den beiden Enden) des Statorkerns vorstehen. Da die anderen Komponenten der zweiten Ausführungsform die gleichen sein können wie die der ersten Ausführungsform, werden die gleichen Bezugsziffern wie bei der ersten Ausführungsform hinzugefügt und eine detaillierte Beschreibung entfällt.

[0027] **Fig. 14** zeigt einen Zustand, in dem das Keilisolierpapier 62 in den Schlitz 16 in einem Stator 18' des Elektromotors gemäß der zweiten Ausführungsform eingesetzt ist. In der ersten Ausführungsform werden die mehreren streifenförmigen zweiten Spulenende-Isolierpapiere 52 an die vorstehenden Abschnitte 50 des zweiten Spule-zu-Spule-Isolierpapiers 48 geklebt, und dann werden die zweiten Spulenende-Isolierpapiere 52 miteinander verbunden, um ein ringförmiges Element zu bilden (**Fig. 10**). Andererseits wird bei der zweiten Ausführungsform ein zweites Spulenende-Isolierpapier 52', das im Voraus in einer Rollenform oder einer Ringform geformt wurde, vorbereitet, und das zweite Spulenende-Isolierpapier 52' wird an alle vorstehenden Abschnitte 50 geklebt, die von einem der axialen Enden (vorzugsweise beiden Enden) des Statorkerns vorstehen. Da die anderen Komponenten der zweiten Ausführungsform die gleichen sein können wie die der ersten Ausführungsform, werden die gleichen Bezugsziffern wie bei der ersten Ausführungsform hinzugefügt und eine detaillierte Beschreibung entfällt.

[0028] Die Herstellungsschritte des Stators gemäß der zweiten Ausführungsform können auch mit bekannten Maschinen und Anlagen automatisiert werden, sie können aber auch teilweise oder vollständig manuell durchgeführt werden. Ferner können auch bei der zweiten Ausführungsform der Aufbau und die Anordnung des Spulenendes und/oder des Isolierpapiers am axialen oberen und unteren Ende des Stators 18 den gleichen Aufbau und die gleiche Anordnung haben.

[0029] Unter den vier Arten von Isolierpapieren in der ersten und zweiten Ausführungsform können die Formen des Slot-Liner-Isolierpapiers und des Keil-Isolierpapiers die gleichen sein, wie sie für den Statorkern des herkömmlichen Elektromotors verwendet werden. Geeignete Materialien für das Slot-Liner-Isolierpapier, das Keil-Isolierpapier und das Spule-zu-Spule-Isolierpapier (Phase-zu-Phase) sind eine PPS-Folie, eine PET-Folie, eine PEN-Folie, ein Papier aus Aramidfasern, wie z. B. ein Nomex-Papier (eingetragenes Warenzeichen), ein PPS, eine mehrschichtige gemischte Folie, die eine Klebeschicht und ein PET enthält, und eine mehrschichtige Folie, die ein Papier aus Aramidfasern und eine PET-Folie enthält.

[0030] Geeignete Materialien für das Spulenende-Isolierpapier sind z. B. ein Nomex-Papier (eingetragenes Warenzeichen), das mit einem Acrylklebstoff beschichtet ist, um ein Isolierklebeband zu bilden, und ein mit Epoxidharz verstärktes Polyesterfolien-Grundmaterial, das mit einem wärmehärtenden Klebstoff auf Kautschukbasis beschichtet ist, um ein Isolierklebeband zu bilden. Insbesondere einige der letzteren weisen eine sehr hohe Dehnungsrate als mechanische Eigenschaft von etwa 120 % auf, was aus den folgenden Gründen besonders vorteilhaft ist.

[0031] Im eigentlichen Herstellungsprozess (des Stators des) Elektromotors kann, nachdem alle Spulen in die Schlitze, wie in **Fig. 12** oder **Fig. 14** gezeigt, eingesetzt wurden, um die Form des Spulenendes anzupassen, ein Schritt des Pressens beider Enden des Stators mit einer Kraft von beispielsweise 1 bis 5 Tonnen hinzugefügt werden, um das Spulenende zusammenzudrücken. Wenn also die Dehnungsrate des Isolierpapiers für das Spulenende relativ gering ist, kann das Isolierpapier für das Spulenende brechen und die Isolierung zwischen den Spulenenden mit unterschiedlichen Phasen kann beeinträchtigt werden. Um ein solches Problem zu vermeiden, beträgt die Dehnungsrate als mechanische Eigenschaft des Isolierpapiers für das Spulenende vorzugsweise 50 % oder mehr, noch bevorzugter 80 % oder mehr, und weiter bevorzugt 100 % oder mehr, unter Berücksichtigung des Ausmaßes der Verformung des Spulenendes aufgrund des allgemeinen Pressens.

[0032] **Fig. 15** zeigt die Lagebeziehung zwischen der Spule und dem Isolierpapier im Schlitz 16 des Statorkerns 26. Der Schlitz 16 ist ein Raum, der zwischen einer Vielzahl von Zahnabschnitten 64 des Statorkerns 26 definiert ist. In der dargestellten Ausführungsform sind das Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30, die U-Phasen-Spule 32, das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34, die V-Phasen-Spule 46 und das Keilisolierpapier 62 im Schlitz 16 angeordnet.

[0033] Das Isolierpapier zur Schlitzauskleidung 30 ist entsprechend der Innenform des Schlitzes 16 geformt und hat die Aufgabe, den Statorkern 26 von den Spulen 32 und 46 zu isolieren. Außerdem verschließt das Keilisolierpapier 62 die Öffnung (den Schlitz) des Schlitzes 16, um die V-Phasen-Spule 46 teilweise zu halten (hauptsächlich innen in radialer Richtung), so dass die Spule im Schlitz 16 nicht im Schlitz 16 verschoben wird und nicht aus dem Schlitz 16 fällt.

[0034] Das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 hat die Aufgabe, die U-Phasen-Spule 32 teilweise zu umgeben (hauptsächlich innen in radialer Richtung) und die U-Phasen-Spule 32 und die V-Phasen-Spule 46 zu isolieren. Mit anderen Worten,

wenn die beiden Spulen mit unterschiedlichen Phasen in denselben Schlitz eingesetzt werden, wird das erste Spule-zu-Spule-Isolierpapier 34 zwischen den Spulen positioniert und fungiert als das Phase-zu-Phase-Isolierpapier, das die Spulen voneinander isoliert. Dies gilt auch für das zweite Spule-zu-Spule-Isolierpapier 48. Wenn die drei (dreiphasigen) Spulen in einen Schlitz eingesetzt werden, dienen die beiden Spulen-Isolierpapiere dazu, die drei Spulen voneinander zu isolieren.

[0035] Wenn, wie oben beschrieben, mehrere Spulen mit unterschiedlichen Phasen in einen Schlitz eingesetzt werden, wird das Spule-zu-Spule-Isolierpapier zwischen den Spulen positioniert und fungiert als Phase-zu-Phase-Isolierpapier, das die Spulen gegeneinander isoliert. Das Spule-zu-Spule-Isolierpapier kann jedoch auch in den Schlitz eingesetzt werden, in dem keine Spule eingesetzt ist, oder in den Schlitz, in dem nur eine Spule positioniert ist. Wenn das Spule-zu-Spule-Isolierpapier in den Schlitz eingefügt werden soll, in dem eine Spule positioniert ist, wird das Spule-zu-Spule-Isolierpapier nach dem Einsetzen der Spule eingefügt. Das Spule-zu-Spule-Isolierpapier hat zwar nicht die Funktion des Phase-zu-Phase-Isolierpapiers, aber selbst in diesem Fall dient das Spule-zu-Spule-Isolierpapier als Element zur einfachen und sicheren Positionierung und Fixierung des Spulenendisolierpapiers.

[0036] Fig. 16 ist eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Funktion des Isolierpapiers für das Spulenende, und hier wird das erste Spulenende-Isolierpapiers 40 als Beispiel beschrieben. Dabei wird davon ausgegangen, dass die mehreren U-Phasen-Spulen 32 und die mehreren V-Phasen-Spulen 46 in den Schlitz 16 eingesetzt sind, die U-Phasen-Spulen 32 durch eine Verbindungsleitung 66 miteinander verbunden sind und die V-Phasen-Spulen 46 durch eine Verbindungsleitung 68 miteinander verbunden sind.

[0037] Für den Fall, dass sich das Spulenende 44 der U-Phasen-Spule 32 und das Spulenende 56 der V-Phasen-Spule 46 in radialer Richtung des Stators gesehen überlappen, ist das erste Spulenende-Isolierpapier 40 zwischen den Spulenenden so angeordnet, dass die Spulenenden mit unterschiedlichen Phasen nicht miteinander in Berührung kommen oder dass die Verbindungsleitungen 66 und 68 nicht miteinander in Berührung kommen (leiten). Als solches ist das Spulenende-Isolierpapier ein blattartiges Element, das zwischen der Vielzahl von Spulenenden mit unterschiedlichen Phasen fließender Ströme oder der Vielzahl von Verbindungsleitungen in dem Bereich außerhalb des axialen Endes 36 des Statorkerns isoliert.

[0038] Das Isolierpapier für das Spulenende kann an das Spulenende geklebt werden, um eine Fehlausrichtung mit dem Spulenende zu verhindern, dies ist j edoch nicht unbedingt erforderlich. Mit anderen Worten: Das Isolierpapier für das Spulenende kann eine beliebige Form und ein beliebiges Material haben, solange es an die mehreren Isolierpapiere für die einzelnen Spulen geklebt wird und die Spulenenden mit unterschiedlichen Phasen physisch voneinander trennen kann.

[0039] In der ersten und zweiten Ausführungsform können das Spule-zu-Spule-Isolierpapier und das Spulenende-Isolierpapier, da sie beide blattähnliche Elemente sind, mit einer relativ hohen Haftkraft aneinander geklebt werden. Da andererseits das Spulenende ein Bündel von Windungen ist, ist die Haftkraft mit dem Spulenende-Isolierpapier relativ gering, das Spulenende-Isolierpapier und das Spulenende können voneinander getrennt werden, nachdem der Stator hergestellt ist oder während der Verwendung des Elektromotors. Wie oben beschrieben, muss das Spulenende-Isolierpapier j edoch nur in der Lage sein, die Spulenenden mit unterschiedlichen Phasen physisch zu trennen, und daher gibt es kein Problem bei der Leistung des Elektromotors. Da es sich bei dem Isolierpapier für das Spulenende um ein flexibles, blattförmiges Element wie Papier oder Folie handelt, lässt es sich leicht an die Form des Spulenendes anpassen, so dass es nicht notwendig ist, das Spulenende zu verlängern (Spulenlänge).

[0040] In den obigen Ausführungen kann das Isolierpapier von Spule zu Spule automatisch in den Schlitz eingeführt werden und kann mit derselben Vorrichtung und Methode wie das Keilisolierpapier eingeführt werden. Darüber hinaus eignet sich das Spulenende-Isolierpapier (z. B. Klebeband) mit dem Klebeabschnitt für eine automatisierte Anordnung, da es leicht zu positionieren ist. Insbesondere wird, wie bei der ersten Ausführungsform, bei der Anordnung des Spulenende-Isolierpapiers als eine Vielzahl streifenförmiger Elemente an jedem Ende des Statorkerns die Automatisierung durch die Bildung einer Halterung, die an dem Klebeabschnitt haftet, in einer vorbestimmten Form im Voraus erleichtert. Wenn das Spulenende-Isolierpapier auch an das Spulenende geklebt wird, wenn das Spulenende-Isolierpapier an den vorstehenden Teil des Spule-zu-Spule-Isolierpapiers geklebt wird, wird die Positionierung und Befestigung in radialer Richtung einfach. Daher können in der vorliegenden Offenbarung das einfache streifenförmige Spule-zu-Spule-Isolierpapier und das streifenförmige oder ringförmige Spulenende-Isolierpapier verwendet werden, um die Spulen mit einer kostengünstigen und einfachen Struktur zu isolieren. Auch wenn die Anzahl der Pole und/oder die Wicklungsanordnung unterschiedlich ist, ist es nicht notwendig, Isolierpapier von Spule zu

Spule und Isolierpapier am Spulenende mit unterschiedlichen Formen herzustellen.

Bezugszeichenliste

10	Drehstrommotor
12	Rotor
14	Drehachse
16, 16a, 16b, 16c	Schlitz
18, 18'	Stator
20	Magnet
22	Rotorkern
24	Welle
26	Statorkern
30	Isolierpapier zur Schlitzauskleidung
32, 46, 58	Spule
34,48	Spule-zu-Spule-Isolierpapier
38, 50	vorstehender Teil
40, 40', 52, 52'	Spulenende-Isolierpapier
42, 54	Klebeabschnitt
44, 56, 60	Spulenende
62	Keilisolierpapier
64	Zahnabschnitt
66, 68	Verbindungsleitung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2007060819 A [0002]
- JP 2013207820 A [0002]
- JP H09131012 A [0002]
- JP 2008131749 A [0002]
- JP 2007104826 A [0002]
- JP 2005312222 A [0002]

Patentansprüche

1. Stator eines Elektromotors, umfassend:
einen Statorkern mit einer Vielzahl von Schlitzen;
eine Vielzahl von Spulen, die in den Schlitzen angeordnet sind, wobei jede Spule ein Spulenende aufweist, das relativ zu einem axialen Ende des Statorkerns außen angeordnet ist;
mindestens ein Isolierpapier für die Spulenenden, das zwischen den Spulenenden angeordnet ist, um die Spulenenden voneinander zu isolieren;
eine Vielzahl von Spule-zu-Spule-Isolierpapieren, die in den Schlitzen angeordnet sind, wobei jedes Spule-zu-Spule-Isolierpapier einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der von mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns vorsteht; und
ein Keilisolierpapier, das in dem Schlitz angeordnet ist, in dem die Spule positioniert ist, wobei das Keilisolierpapier in einer radialen Richtung des Statorkerns relativ zur Spule innen angeordnet ist,
wobei jedes der Isolierpapiere für die Spulenenden einen Klebeabschnitt aufweist und eine Vielzahl der vorstehenden Abschnitte an einem Isolierpapier für die Spulenenden angeklebt ist.

2. Stator des Elektromotors nach Anspruch 1, wobei das Spule-zu-Spule-Isolierpapier auch als Phase-zu-Phase-Isolierpapier fungiert, das in einem der Schlitze angeordnet ist und die Spulen voneinander isoliert, in die Ströme unterschiedlicher Phasen fließen.

3. Stator des Elektromotors nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Isolierpapier von Spule zu Spule aus beiden Enden des Statorkerns herausragt.

4. Stator des Elektromotors nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der klebende Teil des Isolierpapiers für das Spulenende auch an das Spulenende geklebt ist.

5. Stator des Elektromotors nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Isolierpapier am Spulenende eine Dehnungsrate von 50% oder mehr als mechanische Eigenschaft aufweist.

6. Elektromotor mit dem Stator nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Verfahren zur Herstellung eines Stators eines Elektromotors, umfassend:
Einsetzen einer Vielzahl von Spulen in eine Vielzahl von Schlitzen eines Statorkerns, so dass ein Spulenende jeder Spule relativ zu einem axialen Ende des Statorkerns außen positioniert ist,
Einführen einer Vielzahl von Spule-zu-Spule-Isolierpapieren in die Schlitze, so dass jedes Spule-zu-Spule-Isolierpapier einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der aus mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns herausragt; und
Positionieren mindestens eines Spulenende-Isolierpapiers mit einem Klebeabschnitt an mindestens einem der beiden axialen Enden des Statorkerns, so dass jedes Spulenende-Isolierpapier zwischen den Spulenenden positioniert ist und eine Vielzahl der vorstehenden Abschnitte an jedem Spulenende-Isolierpapier angeklebt ist.

8. Das Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, umfassend:
Einführen der Vielzahl von Spule-zu-Spule-Isolierpapieren in die Schlitze, so dass jedes Spule-zu-Spule-Isolierpapier vorstehende Abschnitte aufweist, die aus den beiden axialen Enden des Statorkerns herausragen; und
Positionieren mindestens eines Spulenende-Isolierpapiers mit dem Klebeabschnitt an jedem der beiden axialen Enden des Statorkerns, so dass jedes Spulenende-Isolierpapier zwischen den Spulenenden positioniert ist und eine Vielzahl der vorstehenden Abschnitte an jedem Spulenende-Isolierpapier angeklebt ist.

9. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, umfassend:
Bereitstellung einer Vielzahl streifenförmiger Isolierpapiere für die Spulenenden; und
Positionieren der Vielzahl von Spulenende-Isolierpapieren, so dass alle der Vielzahl von vorstehenden Abschnitten, die von demselben axialen Ende des Statorkerns vorstehen, an einem der Spulenende-Isolierpapiere haften.

10. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, umfassend:
Bereitstellen einer Vielzahl von ringförmigen Isolierpapieren für die Spulenenden, deren Durchmesser größer ist als der Innendurchmesser des Statorkerns; und
Aufkleben der mehreren Isolierpapiere für die Spulenenden auf alle vorstehenden Teile, die aus demselben axialen Ende des Statorkerns herausragen.

11. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei das Positionieren der Spulenende-Isolierpapiere das Ankleben der Spulenende-Isolierpapiere an die Spulenenden einschließt.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

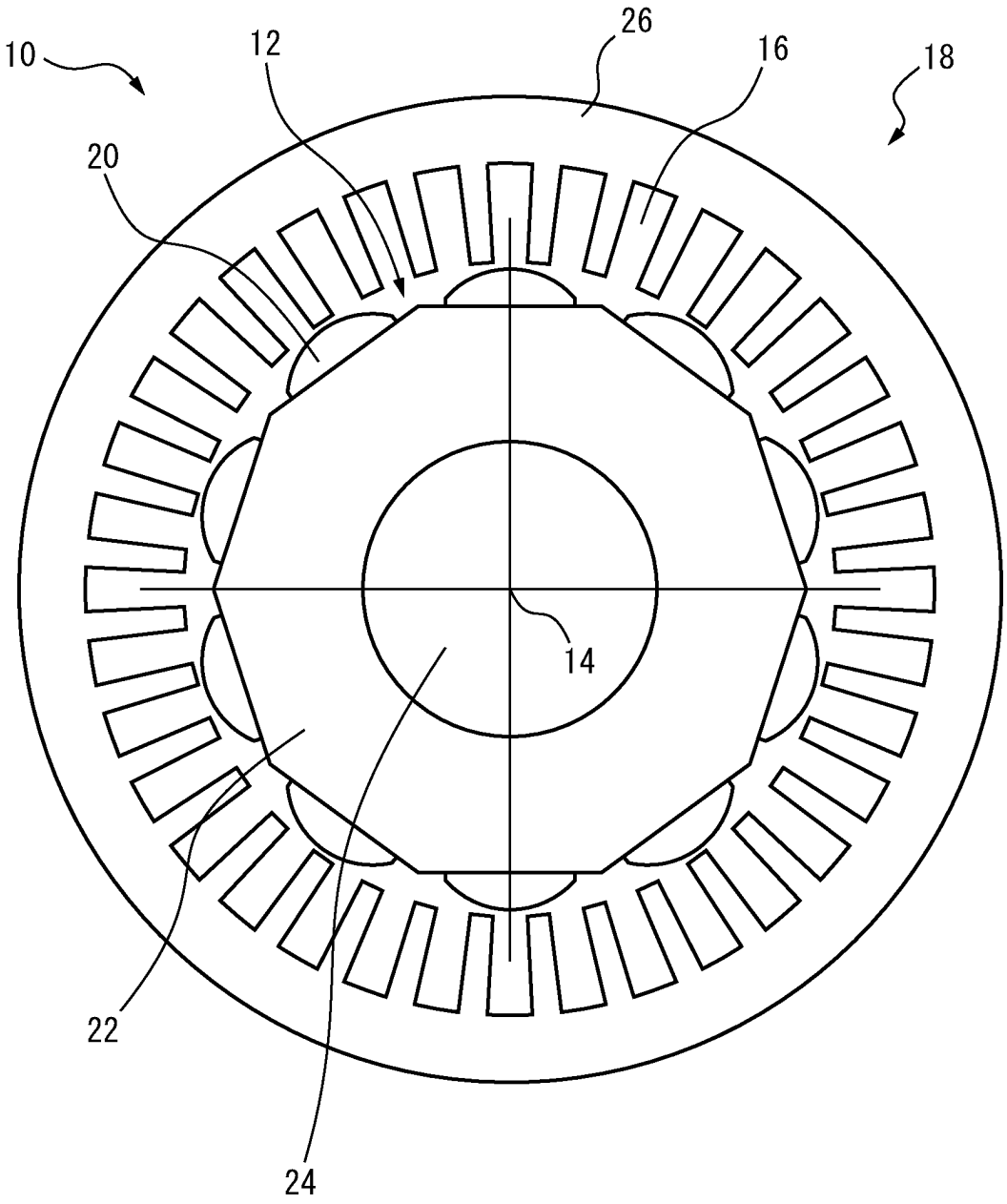


FIG. 2

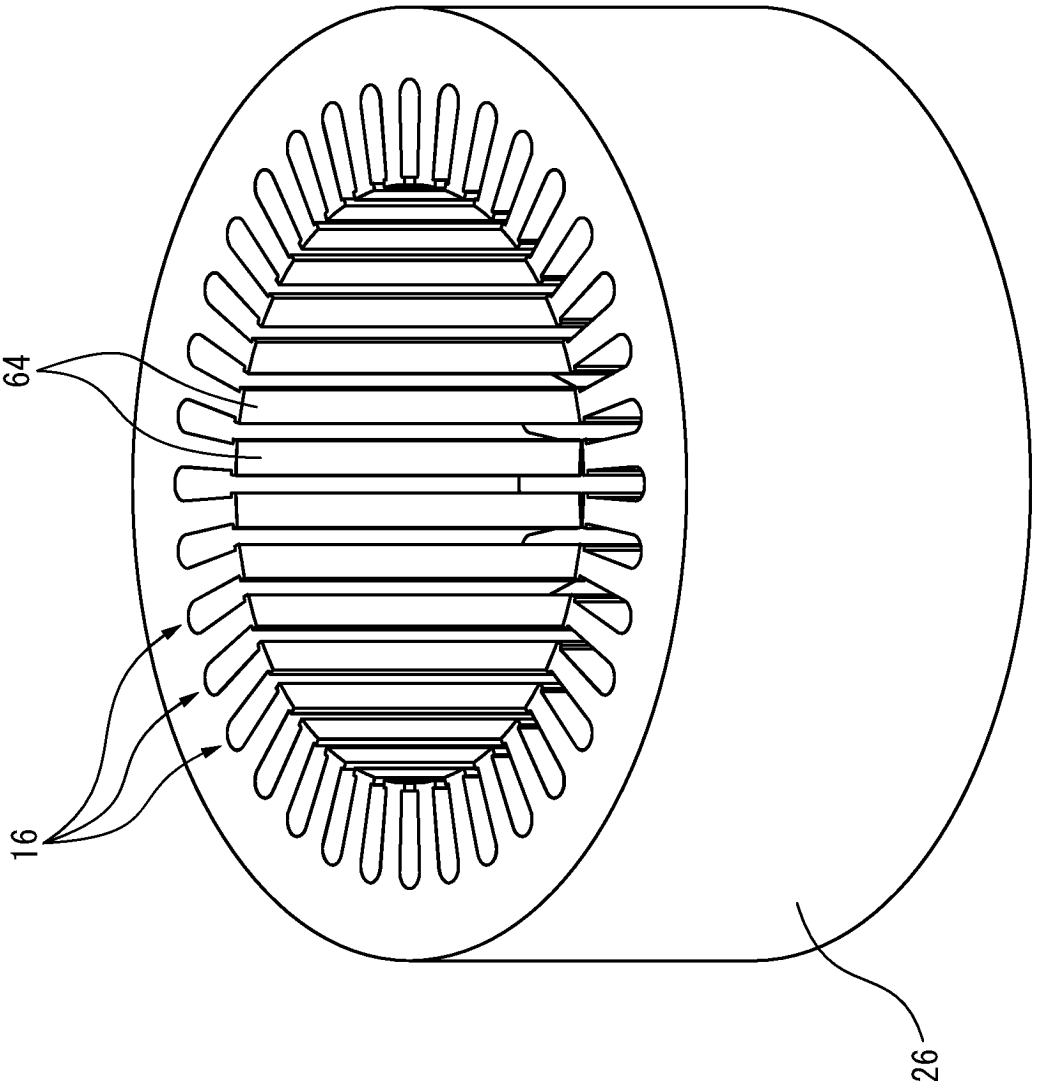


FIG. 3

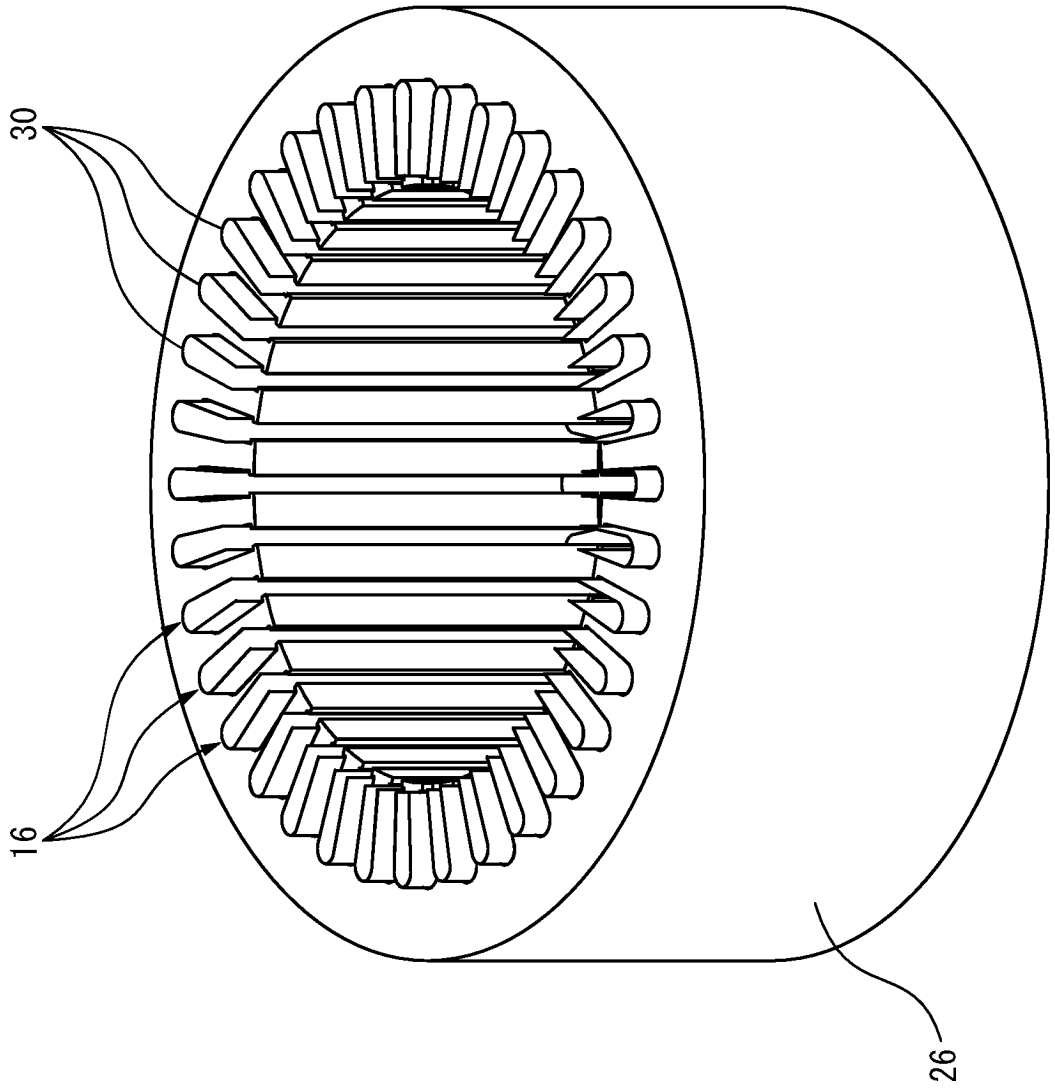


FIG. 4

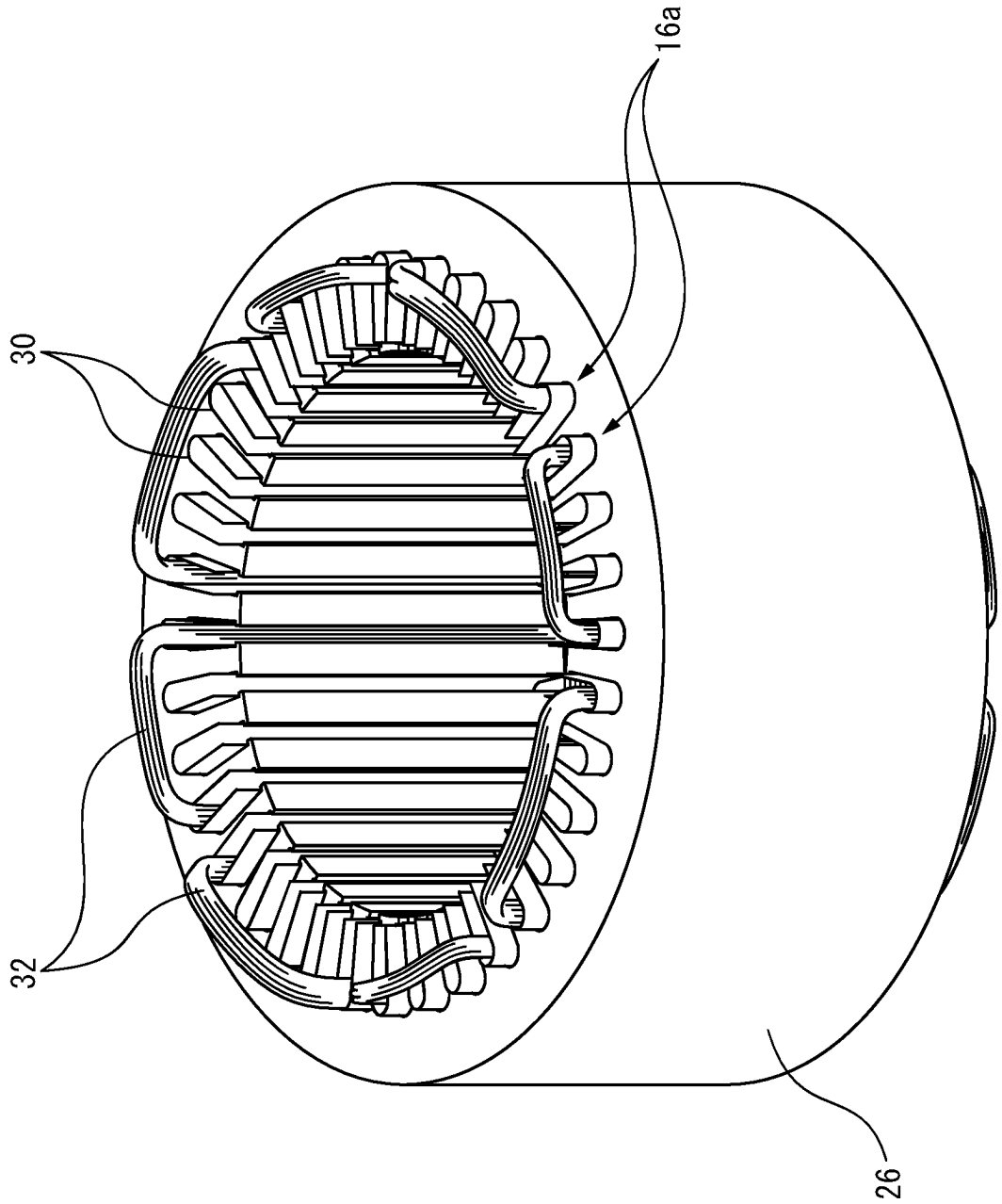


FIG. 5

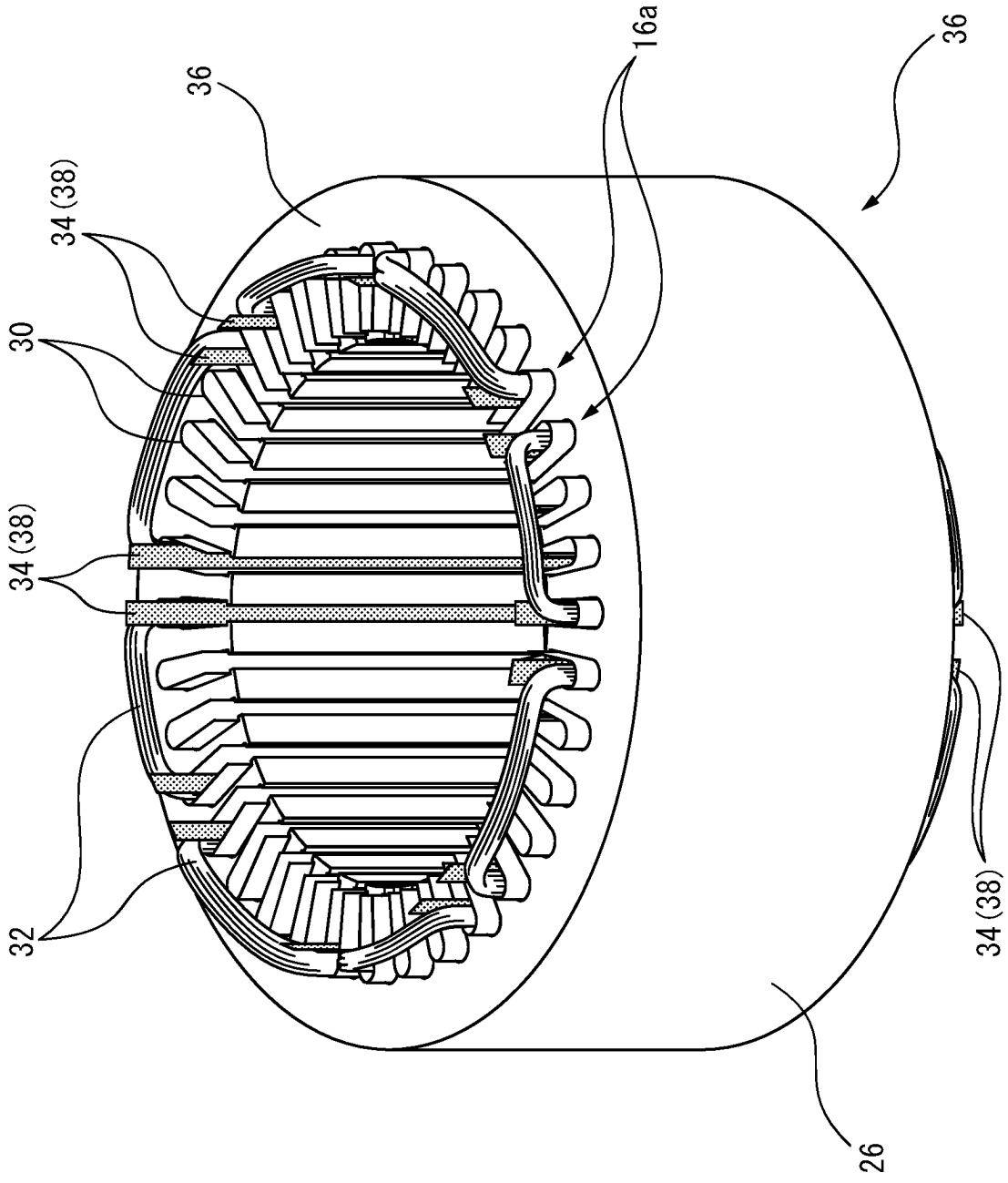


FIG. 6

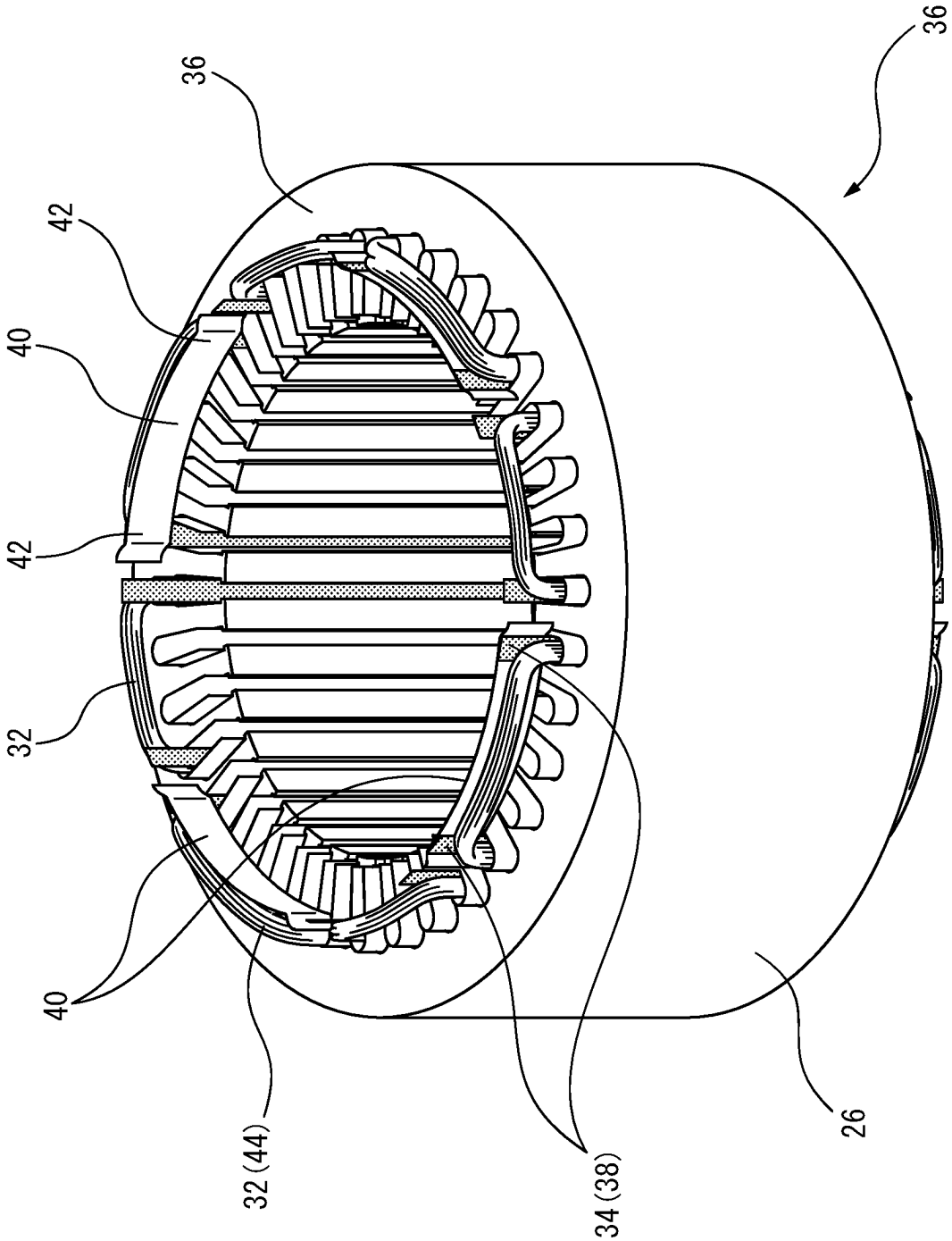


FIG. 7

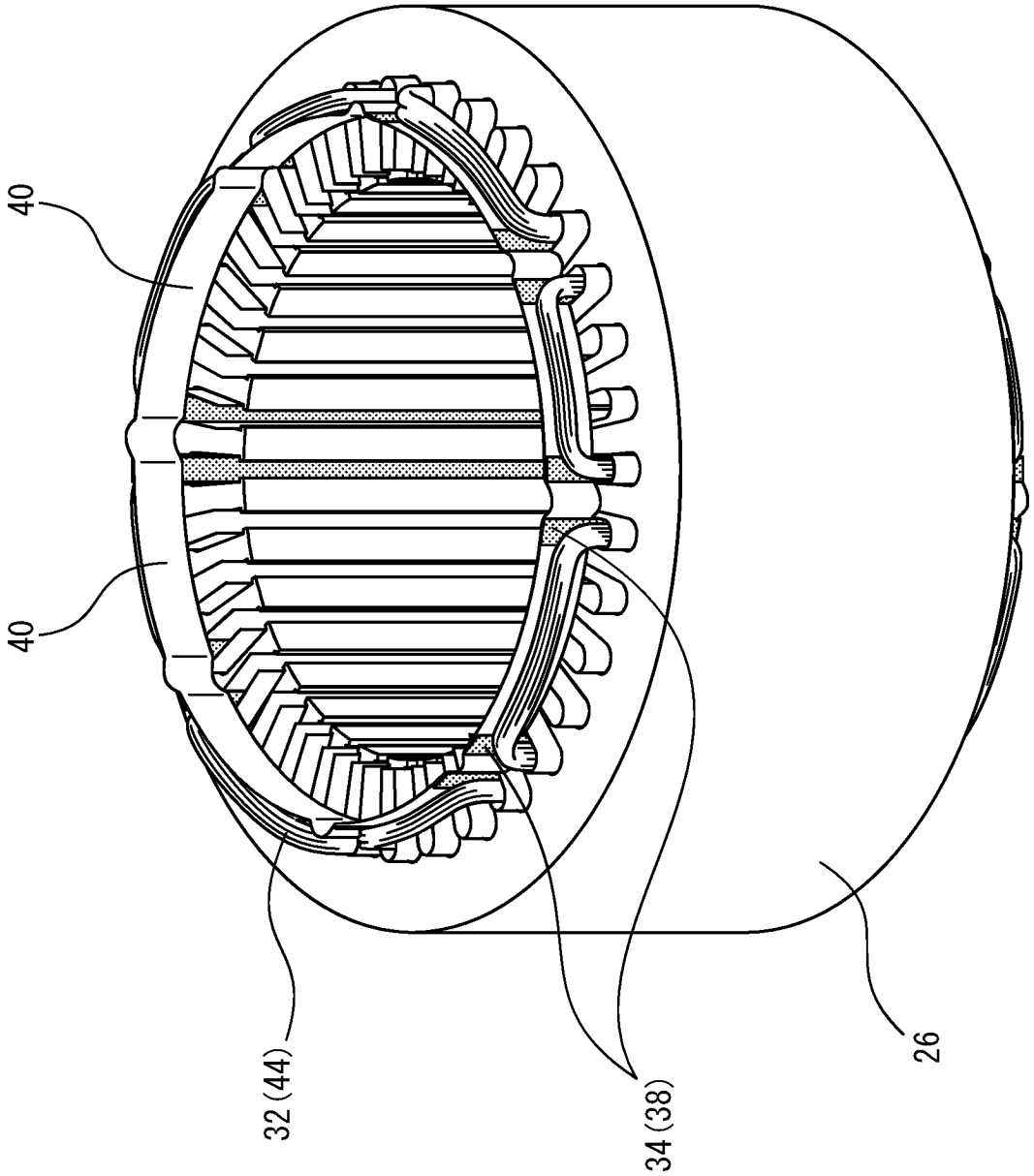


FIG. 8

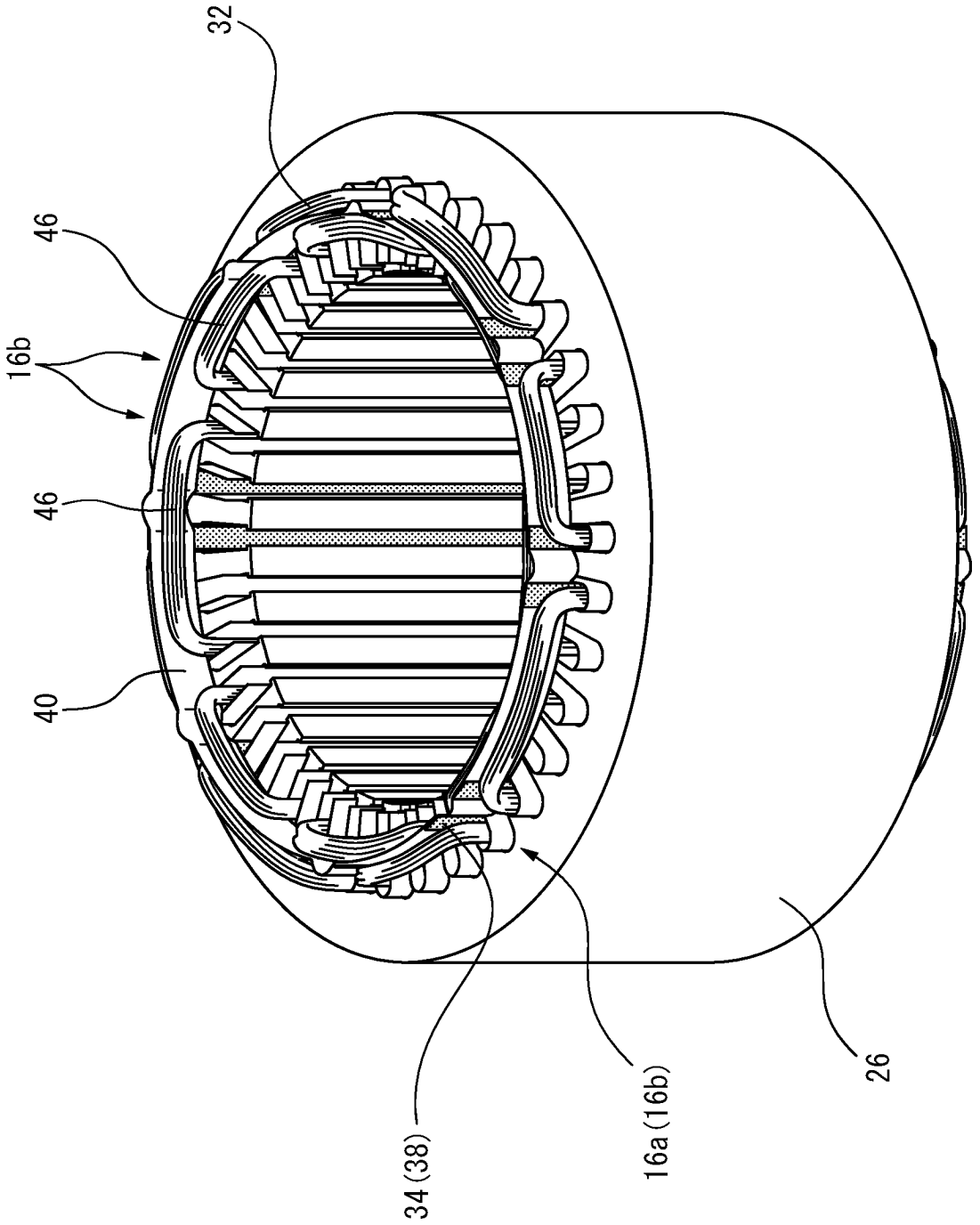


FIG. 9

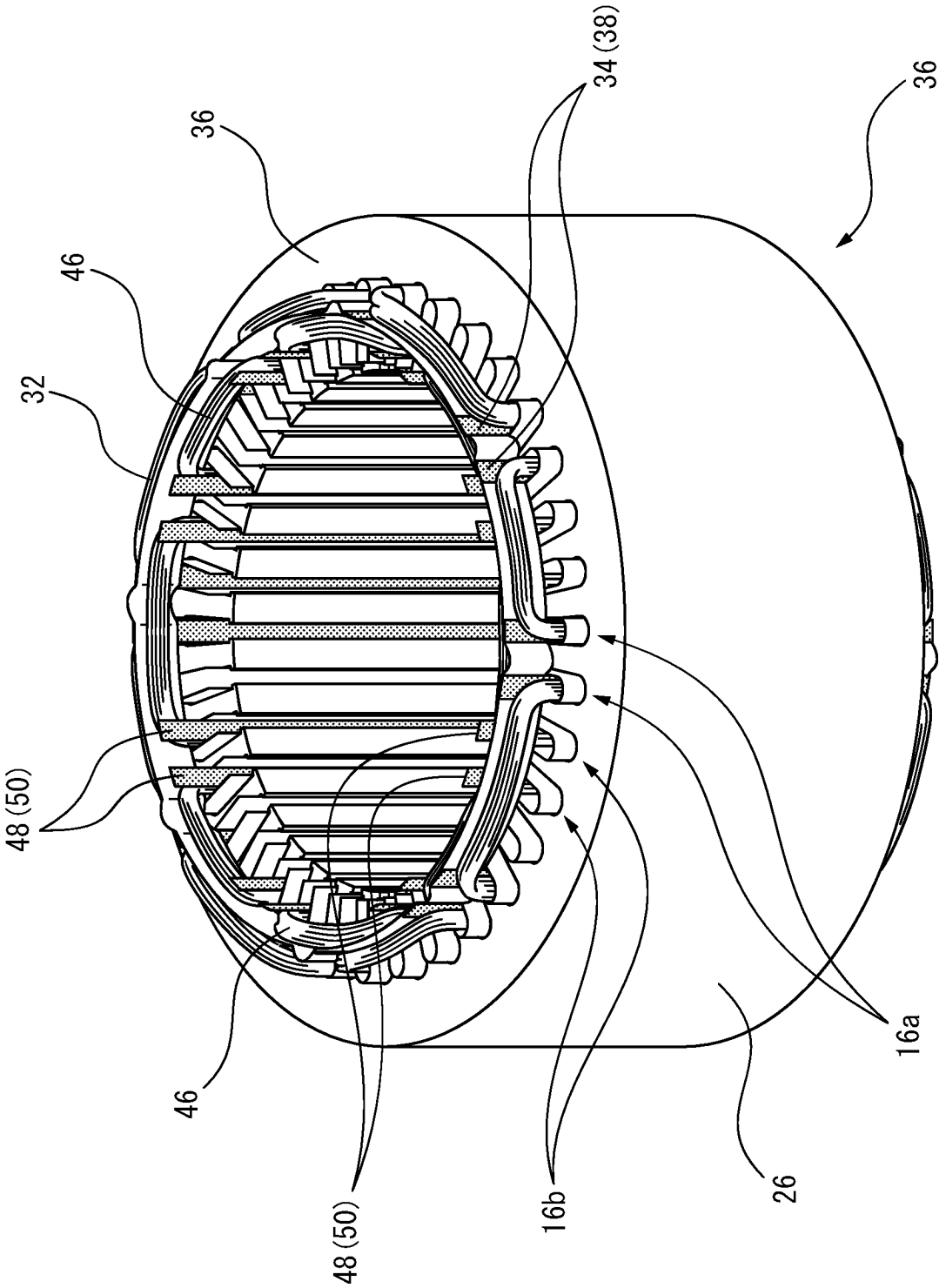


FIG. 10

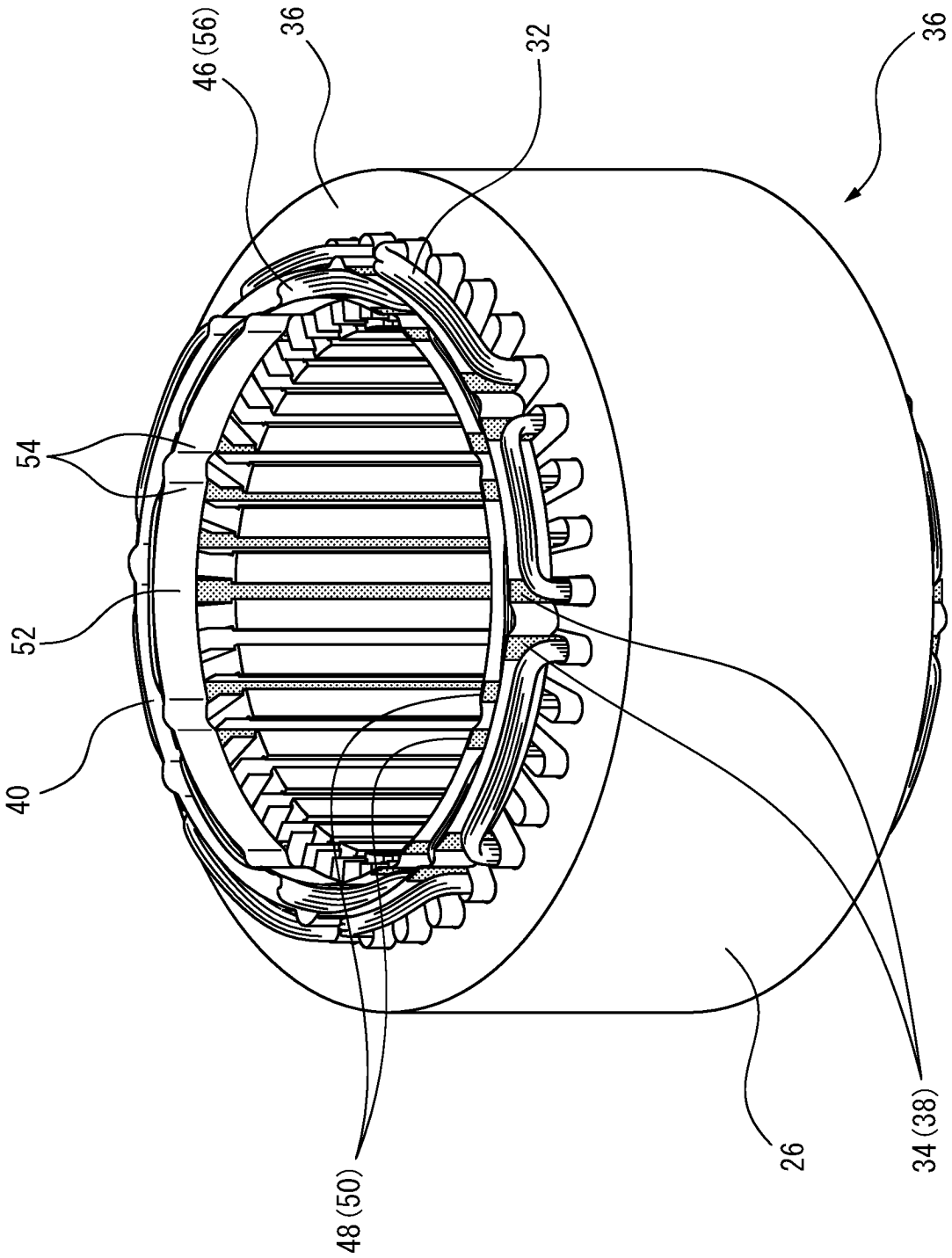


FIG. 11

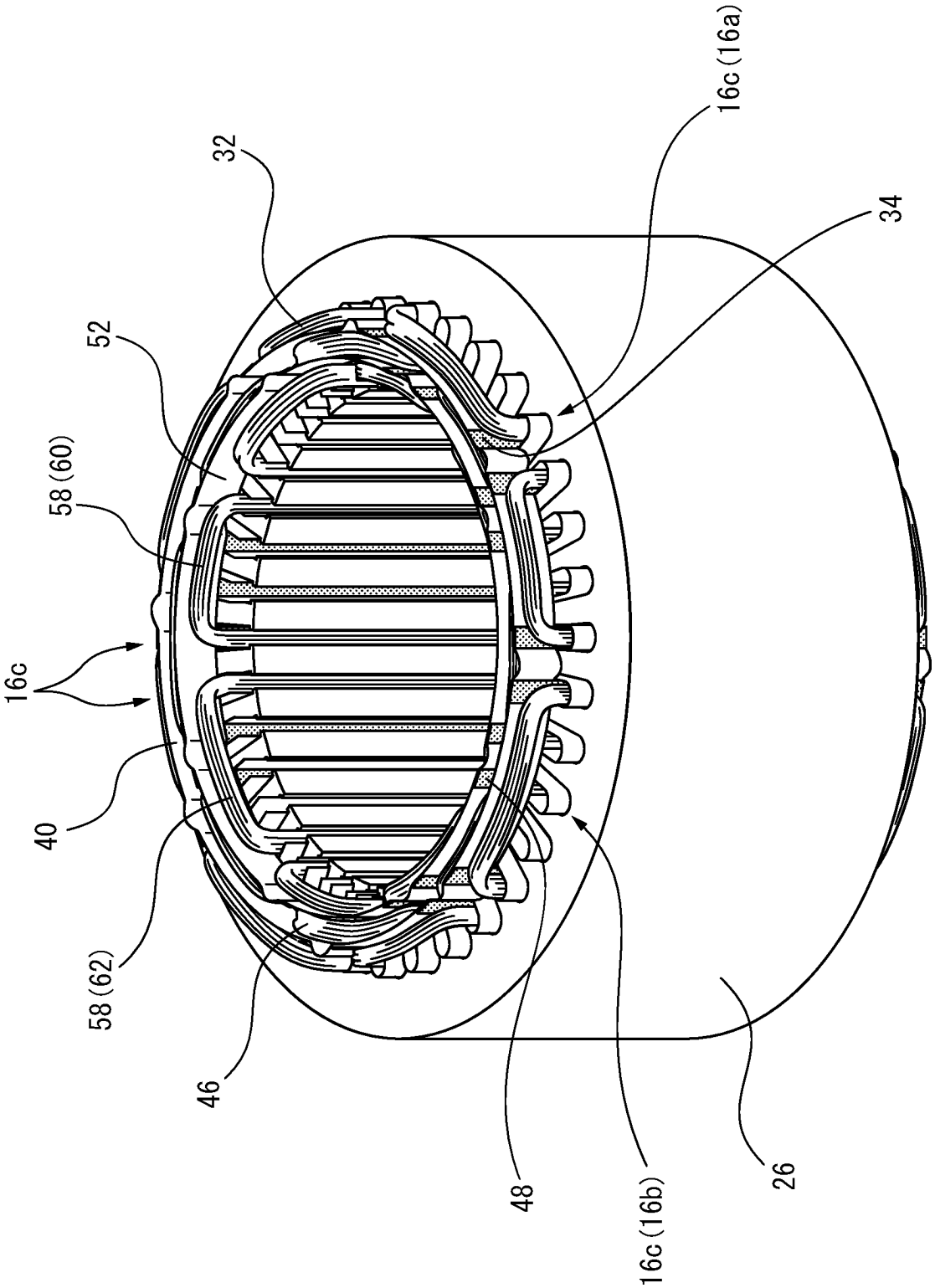


FIG. 12

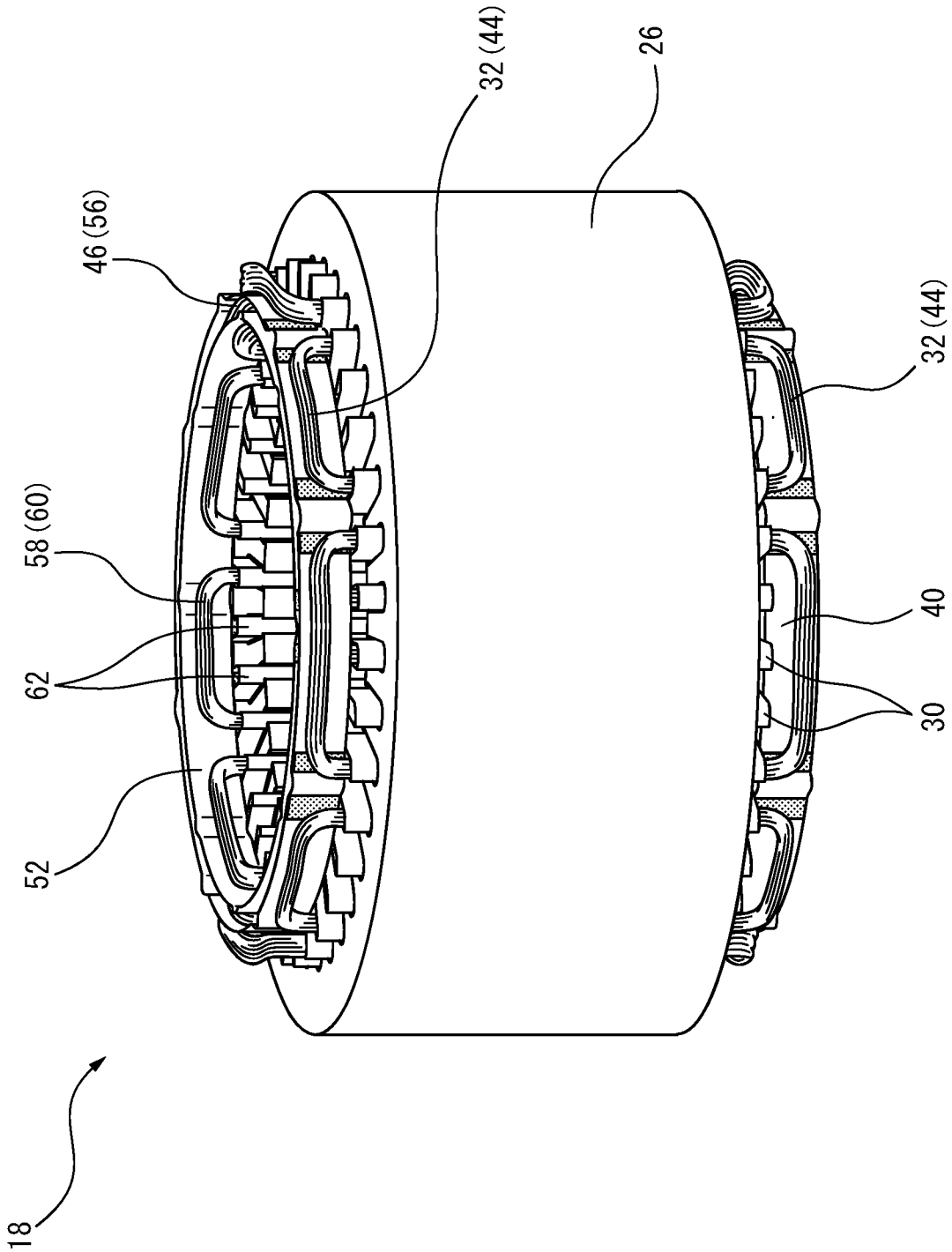


FIG. 13

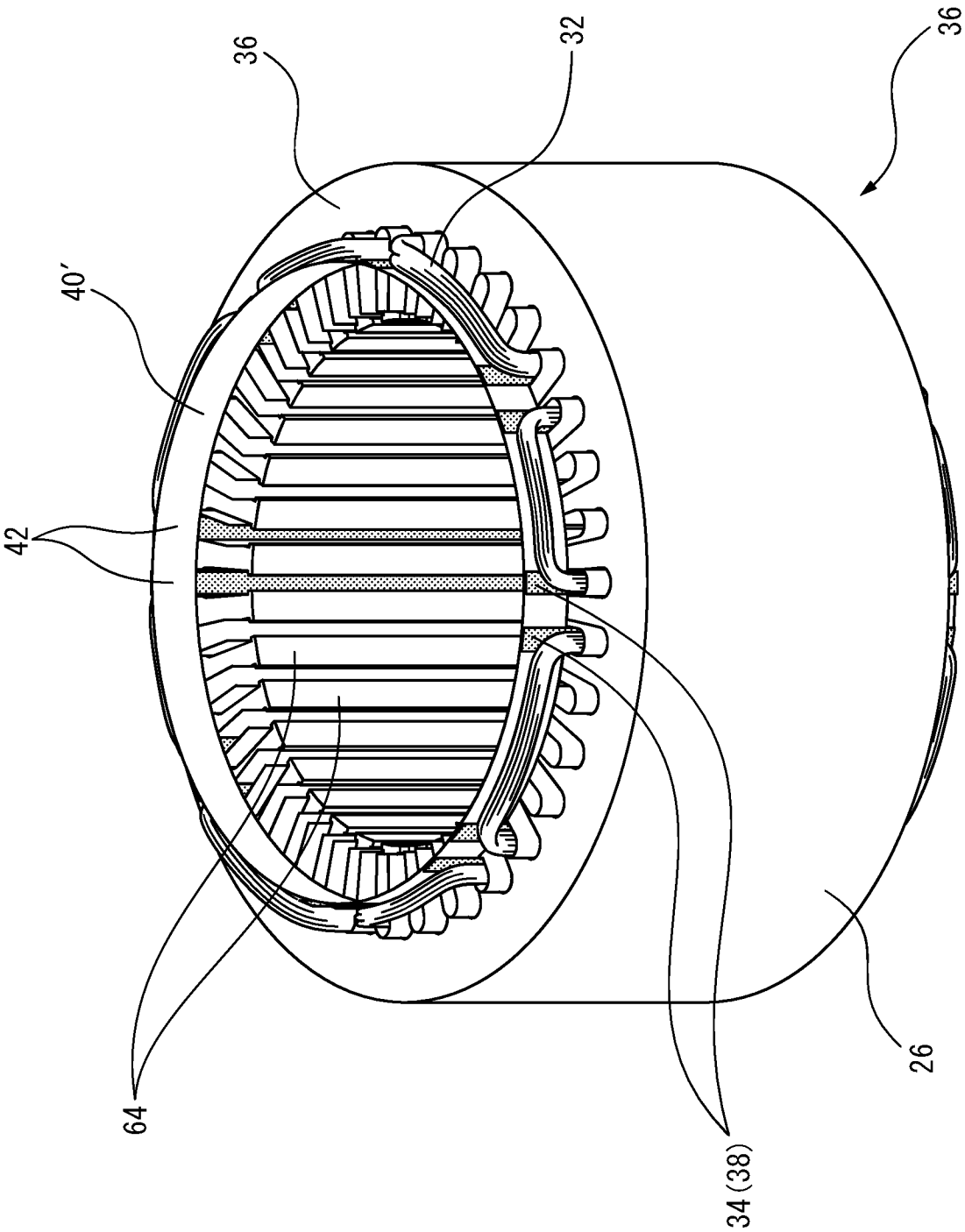


FIG. 14

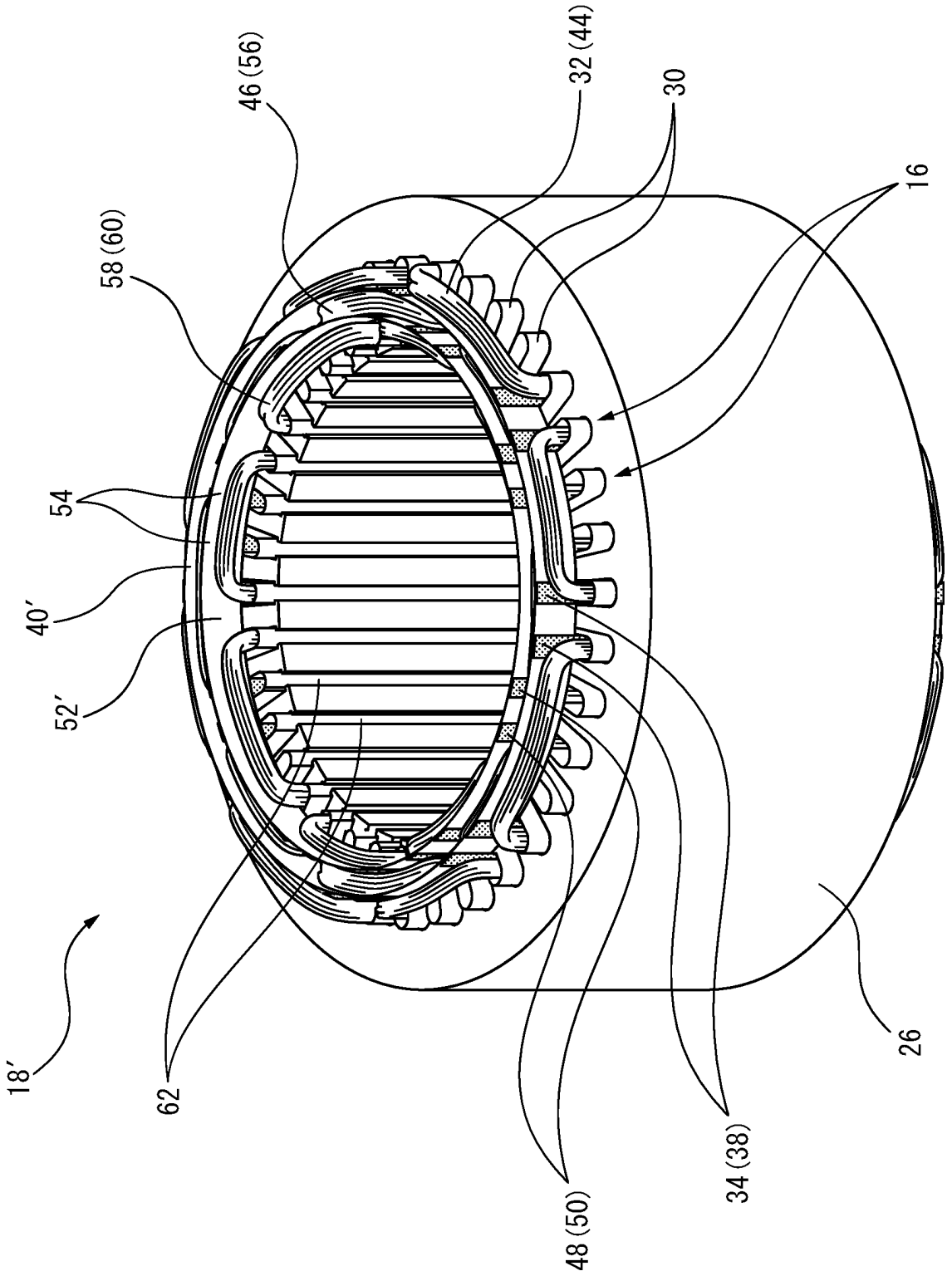


FIG. 15

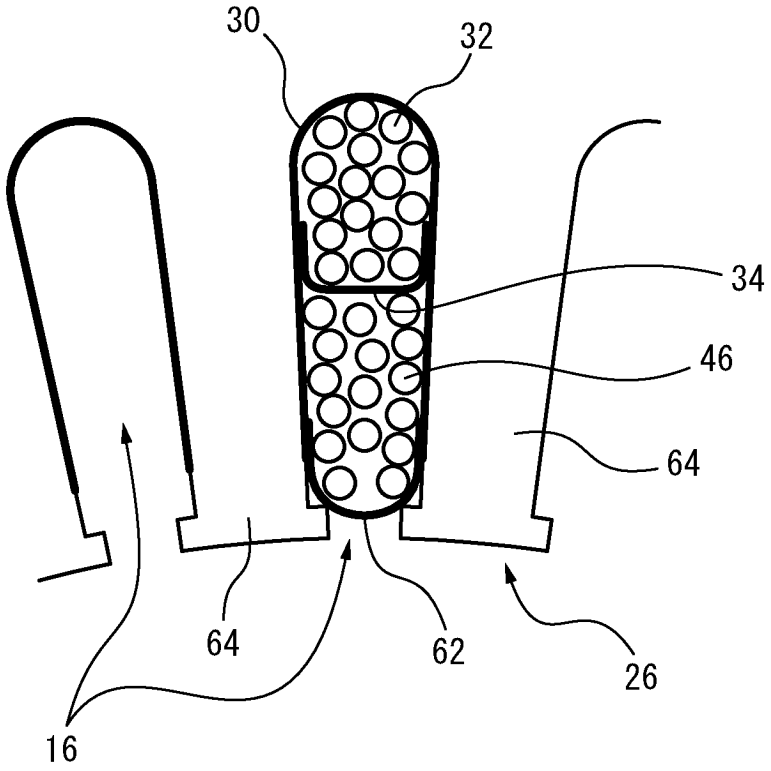
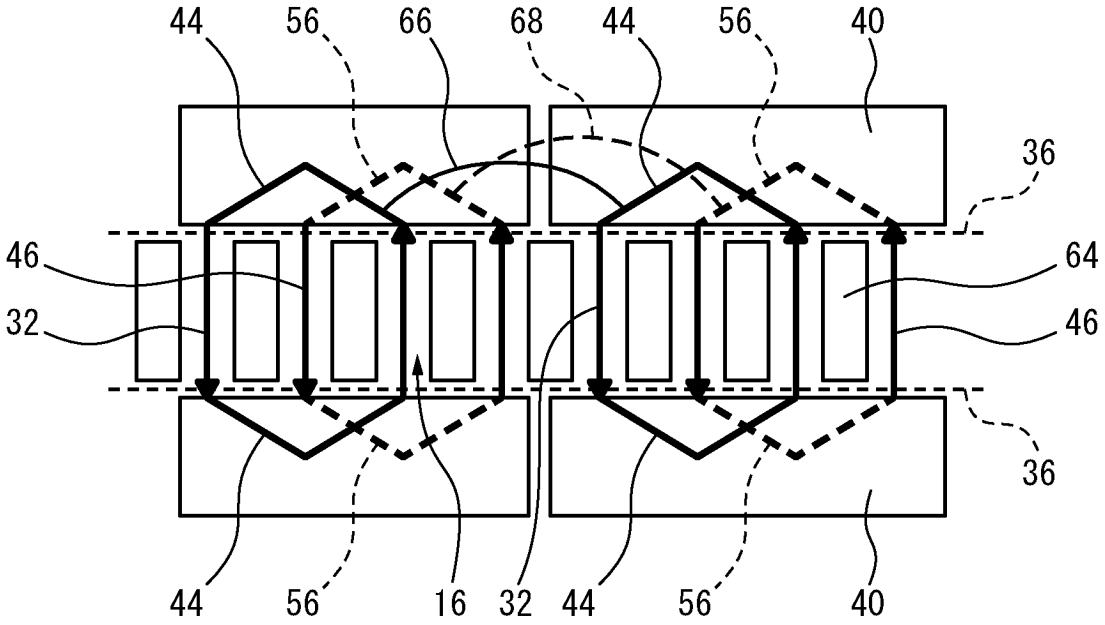


FIG. 16



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.