



(10) **DE 10 2017 211 168 A1 2019.01.03**

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 211 168.2**

(22) Anmeldetag: **30.06.2017**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2019**

(51) Int Cl.: **H02K 3/28 (2006.01)**

(71) Anmelder:
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:
**Willacker, Katja, 97353 Wiesentheid, DE;
Wittmann, Jochen, 97705 Burkardroth, DE;
Lindwurm, Roland, 97526 Sennfeld, DE; Wieder, Christoph, 96328 Küps, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2014 218 725	A1
DE	10 2016 200 115	A1
US	2008 / 0 175 732	A1
JP	2006- 246 594	A

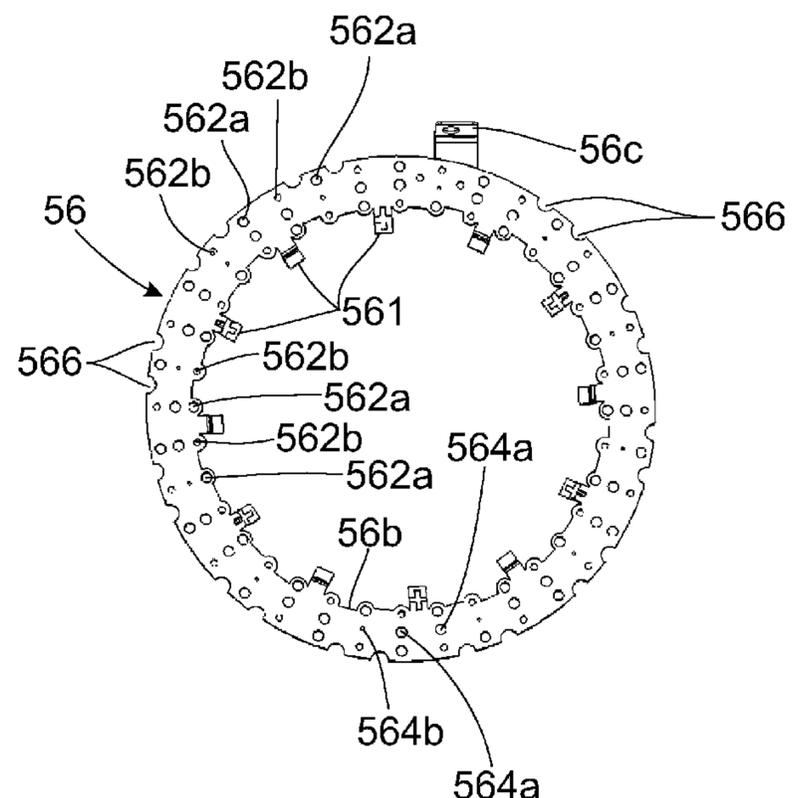
JP 2006- 246 594 A (Maschinenübersetzung), AIPN [online] JPO [abgerufen am 23.02.2018]

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stator-Verschaltungseinrichtung für eine rotierende elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Verschaltungseinrichtung (38) für eine Statorwicklung einer rotierenden elektrischen Maschine (10) vorgeschlagen, umfassend eine Mehrzahl von Verbindungsleitern (52, 54, 56), welche als Ringscheiben ausgeführt, koaxial gestapelt und gegenseitig elektrisch isoliert sind. Dabei weist jeder Verbindungsleiter (52-56) mehrere in Umfangsrichtung verteilte Befestigungsöffnungen (522- 562) zur Festlegung der Verschaltungseinrichtung (38) an einem Stator (16) auf und wobei die Verbindungsleiter (52-56) derart gestapelt sind, dass die Befestigungsöffnungen (522-562) satzweise axial zueinander positioniert sind sich unter Ausbildung eines Befestigungsdurchgangs (60) im Wesentlichen überdecken. Es wird vorgeschlagen, die Verbindungsleiter (52-56) axial voneinander zu beabstanden und diese mit einem Kunststoff (58) zu umgießen, wodurch die Verschaltungseinrichtung (38) ein Metall-Kunststoffverbundteil ausbildet. Dabei sind zumindest zwei Arten von Befestigungsöffnungen (522-562) mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen, welche größere Befestigungsöffnungen (522a-562a) und kleinere Befestigungsöffnungen (522b-562b) ausbilden, wobei an einem Befestigungsdurchgang (60) bei zwei benachbarten Verbindungsleitern (52-56) eine größere Befestigungsöffnung (522a-562a) und eine kleinere Befestigungsöffnung (522b-562b) ausgebildet sind und wobei ein Ringraum (62), der sich von einer Berandung der größeren Befestigungsöffnung (522a) bis zu einer Berandung ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Stator-Verschaltungseinrichtung für eine rotierende elektrische Maschine gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, auf einen Stator gemäß Patentanspruch 8 und auf eine elektrische Maschine gemäß Patentanspruch 10.

[0002] Eine gattungsgemäße Verschaltungseinrichtung für einen Stator einer elektrischen Maschine wird beispielsweise in der älteren deutschen Patentanmeldung 102016200115.9 der Anmelderin beschrieben. Die Verschaltungseinrichtung dient dort der Verschaltung von an einem Statorblechpaket mittels Wickelkörpern kreisförmig angeordneten Statorspulen mit Spulenenden. Dabei weist die Verschaltungseinrichtung mehrere koaxial zueinander angeordnete Verbindungsleiter auf, die mittels Isolierschichten elektrisch gegeneinander isoliert sind. Die Verbindungsleiter sind als Ringscheiben ausgeführt und axial gestaffelt am Stator angeordnet. Zur Anordnung am Stator weist jeder Verbindungsleiter als Ausnehmungen ausgebildete Befestigungsabschnitte auf, welche axial überdeckend zueinander angeordnet sind und wodurch die Verbindungsleiter gemeinsam an jeweils einem, an einem Wickelkörper des Stators vorgesehenen und als abstehenden Stift ausgebildeten Verbindungselement festgelegt werden können. Bei einer derartigen Anordnung von vergleichsweise eng gestapelten Verbindungsleitern sind besondere Maßnahmen erforderlich, um insbesondere an den Randbereichen der genannten Ausnehmungen elektrische Spannungsdurchbrüche und somit unerwünschte Kurzschlüsse sicher zu vermeiden.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine bauraumsparende, kostengünstige und spannungsfeste Verschaltungseinrichtung der eingangs genannten Art, einen Stator und eine elektrische Maschine mit einer solchen Verschaltungseinrichtung bereit zu stellen.

[0004] Diese Aufgaben werden durch eine Verschaltungseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch einen Stator gemäß Patentanspruch 8 und durch eine elektrische Maschine gemäß Patentanspruch 10 gelöst.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Figurenbeschreibung entnehmbar.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird eine Verschaltungseinrichtung für eine Statorwicklung einer rotierenden elektrischen Maschine vorgeschlagen, umfassend eine Mehrzahl von Verbindungsleitern, welche als Ringscheiben ausge-

führt, koaxial gestapelt und gegenseitig elektrisch isoliert sind, wobei jeder Verbindungsleiter mehrere in Umfangsrichtung verteilte Befestigungsöffnungen zur Festlegung der Verschaltungseinrichtung an einem Stator aufweist. Die Verbindungsleiter sind derart gestapelt, dass die Befestigungsöffnungen satzweise axial zueinander positioniert sind und sich unter Ausbildung eines gemeinsamen Befestigungsdurchgangs im Wesentlichen überdecken. Die Verschaltungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Verbindungsleiter axial voneinander beabstandet und mit einem Kunststoff umgossen sind, wodurch die Verschaltungseinrichtung ein Metall-Kunststoffverbundteil, insbesondere ein Kunststoffspritzgussteil ausbildet. Es sind dabei zumindest zwei Arten von Befestigungsöffnungen mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen, welche eine kleinere und eine größere Befestigungsöffnungen ausbilden. An einem Befestigungsdurchgang sind bei zwei benachbarten Verbindungsleitern eine kleinere und eine größere Befestigungsöffnung ausgebildet, wobei ein Ringraum, der sich von einer Berandung der größeren Befestigungsöffnung bis zu einer Berandung der kleineren Befestigungsöffnung erstreckt, von dem Kunststoff ausgefüllt ist.

[0007] Die Ausbildung der Verbindungsleiter als Ringscheiben, insbesondere aus einem band- oder plattenförmigen Kupferhalbzeug ermöglicht eine axial kurzbauende Verschaltungseinrichtung. Die Verbindungsleiter der Verschaltungseinrichtung sind demnach zur axial gestaffelten Anordnung an einem Stator vorgesehen, wozu die Verbindungsleiter mit jeweils einem Satz von Befestigungsöffnungen gemeinsam an jeweils einem an einem Stator vorgesehenen Befestigungselement aufgesteckt und dort dauerhaft festgelegt werden können. Mit Vorteil sind die genannten Befestigungsöffnungen als kreisförmige Ausnehmungen, beispielsweise Ausstanzungen mit einem unterschiedlichen Durchmesser ausgeführt.

[0008] Die Ausbildung von unterschiedlich großen Befestigungsöffnungen an axial benachbarten Verbindungsleitern hat den Vorteil, dass an einer Umfangsposition befindliche Randbereiche dieser Verbindungsleiter weiter entfernt sind als der axiale Abstand, d.h. der axiale Zwischenraum dieser Verbindungsleiter. Dadurch kann eine Luft- und Kriechstrecke von auf einem unterschiedlichen elektrischen Potential liegenden Verbindungsleitern vergrößert und die elektrische Durchschlagfestigkeit erhöht werden.

[0009] Grundsätzlich ist es bei einer Stapelung von mehreren Verbindungsleitern möglich die Verbindungsleiter zur Erzielung des vorbeschriebenen Vorteils alternierend mit jeweils nur einer Art von Befestigungsöffnungen auszubilden. Das hätte jedoch den Nachteil, dass die stromführenden Verbindungsleiter einen unterschiedlichen Wirkungsquerschnitt und da-

mit einem unterschiedlichen elektrischen Widerstand aufweisen, was zu einer ungleichmäßigen bzw. unsymmetrischen Stromverteilung am Wicklungssystem einer elektrischen Maschine führt.

[0010] Es ist in dieser Hinsicht vorteilhaft, an jeweils einem Verbindungsleiter zwei Arten von Befestigungsöffnungen mit unterschiedlicher Größe, d.h. insbesondere mit unterschiedlichem Durchmesser vorzusehen und diese im Wesentlichen symmetrisch an einem Verbindungsleiter zu verteilen. Die unterschiedlichen Befestigungsöffnungen können zu diesem Zweck bevorzugt in Umfangsrichtung abwechselnd ausgebildet werden, so dass eine große und eine demgegenüber kleinere Befestigungsöffnung in Umfangsrichtung benachbart sind.

[0011] Es ist weiter vorgesehen, die Verbindungsleiter mit einem Kunststoff zu umspritzen bzw. zu umgießen und dabei eine jeweils größere Befestigungsöffnung von deren Randbereich aus gesehen bis etwa zu der Berandung der kleineren Befestigungsöffnung mit dem Kunststoff auszufüllen, das heißt eine größere Befestigungsöffnung teilweise auszugießen. Durch das Einbringen des isolierenden Kunststoffs wird die elektrische Durchschlagfestigkeit im Bereich der Befestigungsöffnungen noch weiter erhöht. Zum Vergießen oder Umspritzen der Verschaltungseinrichtung findet mit Vorteil ein spritzgussfähiger Thermo- oder Duroplastwerkstoff Anwendung. Alternativ kann dazu beispielsweise auch je nach Anwendungsfall und Bauraum- bzw. Umgebungsvoraussetzungen ein Elastomer Verwendung finden.

[0012] Die Verschaltungseinrichtung liegt somit als vorgefertigte Baueinheit zur Anordnung an einem Stator vor. Insbesondere kann diese als ein werkzeugfallendes ZSB-Bauteil mit vergleichsweise deutlich reduzierten Prozess- und Montageschritten gefertigt werden.

[0013] Zur stirnseitigen Anordnung der Verschaltungseinrichtung am Stator bildet der statorseitige Verbindungsleiter im Bereich einer Befestigungsöffnungen eine Anlagefläche zur Anlage an einem statorseitigen Befestigungsbereich oder Befestigungselement aus. Es steht also unabhängig von der konkreten Ausbildung einer in dem Verbindungsbereich vorliegenden Befestigungsöffnung stets eine Anlagefläche mit demselben Querschnitt zur Verfügung, wobei vorzugsweise zudem alle Anlageflächen in einer gemeinsamen Radialebene ausgeführt sind. Alternativ können die Anlageflächen auch in unterschiedlichen Ebenen ausgeführt sein, was jedoch fertigungsseitige Nachteile zur Folge hat.

[0014] Ein teilweises Ausfüllen der größeren Befestigungsöffnungen hat auch Vorteile auf der dem Stator abgewiesenen Stirnseite der Verschaltungseinrichtung. Bei der Anordnung am Stator wird dort gleich-

falls eine von der jeweiligen Umfangsposition und der jeweils vorhandenen Art der Befestigungsöffnung unabhängige und somit identische Anlagefläche für ein statorseitiges Befestigungselement, beispielsweise einen Befestigungskopf ausgebildet. Diese Anlageflächen können dadurch in derselben Ebene angeordnet werden, was Vorteile für eine automatisierte Fertigung bietet.

[0015] Sofern bei den gestapelten Verbindungsleitern an einer Umfangsposition unterschiedlich große Befestigungsöffnungen vorliegen, kann durch die erläuterte Einbringung des Kunststoffs über die axiale Erstreckung dieser Verbindungsleiter ein Axialdurchgang mit einer gleichbleibenden Innenweite, insbesondere mit einem konstanten Innendurchmesser erzeugt werden. Ein statorseitiges Befestigungselement kann die Verschaltungseinrichtung somit über dessen gesamte axiale Erstreckung tragen, wodurch eine verbesserte Befestigung ermöglicht wird.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die zwei Arten von Befestigungsöffnungen mit unterschiedlicher Öffnungsweite an einem Verbindungsleiter vorgesehen sind. Die Befestigungsöffnungen sind bevorzugt auf einem gemeinsamen Teilkreis angeordnet, wobei korrespondierende Befestigungselemente am Stator gleichfalls auf einem dazu identischen Teilkreis ausgebildet sind. Die unterschiedlichen Arten von Befestigungsöffnungen können in Umfangsrichtung abwechselnd ausgebildet sein. Mit weiterem Vorteil können die Befestigungsöffnungen an der Verschaltungseinrichtung auf zwei Teilkreise mit unterschiedlichen Durchmessern verteilt sein.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können an den Verbindungsleitern Zentrieröffnungen vorgesehen sein, um die Mehrzahl der Verbindungsleiter coaxial und gegenseitig voneinander beabstandet in einem Werkzeug, insbesondere zum Umgießen mit Kunststoff in einem Gusswerkzeug aufzunehmen.

[0018] Mit weiterem Vorteil wird vorgeschlagen, die Verbindungsleiter derart zu stapeln, dass die Zentrieröffnungen satzweise axial zueinander positioniert sind und sich unter Ausbildung eines Zentrierdurchgangs im Wesentlichen überdecken, wobei an jedem der Verbindungsleiter zumindest zwei Arten von Zentrieröffnungen mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen sind, welche eine kleinere und eine größere Zentrieröffnung ausbilden, wobei die die Verbindungsleiter derart gestapelt sind, dass in einem Satz von Zentrieröffnungen eine kleinere und eine größere Zentrieröffnung axial benachbart angeordnet sind und wobei ein Ringraum, der sich von der Berandung der jeweils größeren Zentrieröffnung bis maximal nahezu zu der Berandung der kleineren Zentrieröffnung erstreckt, jedoch diese unmittelbare

Berandung nicht einschließt, mit dem Kunststoff ausgefüllt ist.

[0019] Das bedeutet, dass an einem der Verbindungsleiter innerhalb des zwischen dem mit Kunststoff ausgefüllten Ringraums und der Berandung der kleineren Zentrieröffnung ein Ringspalt bzw. ein Ringraum verbleibt, welcher beim Spritzgießen oder Vergießen der Struktur einen Zentrierstift des Werkzeugs aufnehmen kann und wobei sich der Zentrierstift in einem zumindest geringfügig außerhalb der Berandung der kleineren Zentrieröffnung liegenden Flächenbereich mittels einer Stützfläche, insbesondere einem Schulterbereich abstützen kann. Mit Vorteil greifen zwei Zentrierpins, jeweils von jeder der beiden Stirnseiten eines Verbindungsleiters in eine solche kleinere Zentrieröffnung ein bzw. an. Gleichzeitig können die Zentrierstifte mit lateralem Abstand die anderen Verbindungsleiter durch die vergleichsweise größeren Zentrieröffnungen berührungsfrei durchgreifen.

[0020] Mit besonderem Vorteil können die Zentrieröffnungen mit unterschiedlichen Durchmessern so an den Verbindungsleitern verteilt werden, dass an einer gegebenen Umfangsposition der Verschaltungseinrichtung nur jeweils einer der Verbindungsleiter eine Zentrieröffnung mit dem kleineren Durchmesser ausbildet.

[0021] Auf diese Weise können Verbindungsleiter in einem Werkzeug durch kreisförmig angeordnete Zentrierstifte mit auf unterschiedlichem Niveau ausgebildeten Stützflächen konzentrisch und zugleich axial beabstandet angeordnet werden, so dass in die vorgesehenen axialen und lateralen Zwischenräume die isolierende Masse, also der Kunststoff eindringen kann.

[0022] Des Weiteren können zur Anordnung und Positionierung der Verschaltungseinrichtung in einem Werkzeug ebenso die zuvor beschriebenen Befestigungsöffnungen benutzt werden, indem in diese mehrere Zentrierstifte mit einem etwa dem Innendurchmesser der kleineren Befestigungsöffnungen entsprechenden Außendurchmesser eingreifen.

[0023] Günstigerweise weisen die Verbindungsleiter Spulenanschlussbereiche für Spulenenden einer Statorwicklung und Leistungsanschlussbereiche zur Stromversorgung einer elektrischen Maschine auf. Die Spulenanschlussbereiche können dazu als radial nach innen oder außen abstehende Fortsätze ausgebildet werden, welche zur Verschaltung mit Spulenenden eines Stators mit besonderem Vorteil in einer gemeinsamen Radialebene und/oder auf einem gemeinsamen Umfangsbereich bzw. Teilkreis angeordnet sind. Alternativ können die Spulenanschlussbereiche selbstverständlich auch in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sein.

[0024] Zur weiteren Verringerung einer axialen Dimension der Verschaltungseinrichtung können an den axial gestaffelten Verbindungsleitern am Umfang beabstandete Ausnehmungen vorgesehen sein, durch welche jeweils Spulenanschlussbereiche der weiteren Verbindungsleiter axial hindurchgeführt werden oder dort eingreifen können.

[0025] Eine automatisierte Fertigung des Stators kann mit Vorteil leicht ermöglicht werden, indem Spulenenden bevorzugt auf einer gemeinsamen Axial- und Radiallage angeordnet werden, wobei jeweils zwei am Umfang benachbarte Spulenenden von jeweils zwei Spulen ein und demselben Verbindungsleiter zugeordnet sind.

[0026] Zum Anschluss der elektrischen Maschine an eine externe Energiequelle können an dem Stator Leistungsanschlussbereiche vorgesehen sein, welche gleichfalls wie die Spulenanschlussbereiche mit Vorteil einteilig mit den Verbindungsleitern ausgeführt sind und wobei an diesen jeweils ein radial nach innen oder außen abstehender Fortsatz vorgesehen ist, welcher ein Verbindungselement wie zum Beispiel eine Einpressmutter aufnehmen kann. Alternativ können die Verbindungsleiter und die Leistungsanschlussbereiche jeweils auch zweiteilig ausgebildet sein. Dabei kann mit weiterem Vorteil ein Leistungsanschlussbereich gegenüber einem Grundkörper des Verbindungsleiters mit einer größeren Materialstärke bzw. -dicke ausgeführt sein.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Stator einer elektrischen Maschine vorgeschlagen, wobei an diesem eine Verschaltungseinrichtung mit zumindest einem der vorstehend erläuterten Merkmale vorgesehen ist.

[0028] Insbesondere kann der Stator eine Statorwicklung mit mehreren Statorspulen umfassen, wobei die Verschaltungseinrichtung an Verbindungselementen von Wickelkörpern der Statorspulen festgelegt ist.

[0029] Die Wickelkörper können aus einem, insbesondere spitzgussfähigen Kunststoff gefertigt sein, so dass sich an diesem leicht entsprechende Verbindungselemente ausbilden lassen. Als Verbindungselemente können zum Zusammenwirken mit den vorgenannten Ausnehmungen der Verbindungsleiter beispielsweise in axialer Richtung von den Wickelkörper abstehende Haltevorsprünge, wie Stifte bzw. Pins dienen, auf welche die Verschaltungseinrichtung als vorgefertigte Baueinheit aufgelegt werden kann und welche zum Beispiel durch eine anschließende thermische Verformung der Pins die Verbindungsleiter dauerhaft und verliersicher dort halten. Alternativ ist ebenso eine Befestigung mittels Klammern, Rastelementen oder ähnlichen Techniken möglich.

[0030] Ein Wickelkörper kann im Weiteren einen Wickelbereich aufweisen, der durch einen Wickelträger und zwei den Wickelbereich in axialer Richtung begrenzende und mit dem Wickelträger verbundene Schenkel gebildet ist. Dabei kann das Verbindungselement an einem Schenkel ausgebildet sein, an welchem die Verbindungsleiter axial oder radial zu dem Wickelbereich angeordnet werden können. Verbindungselemente können zur sicheren Festlegung der Verschaltungseinrichtung am Stator auch an beiden Schenkeln vorgesehen sein.

[0031] Gemäß einem noch weiteren Aspekt der Erfindung wird eine elektrische Maschine mit einem Rotor vorgeschlagen, welche einen Stator mit zumindest einem zuvor erläuterten Merkmal umfasst.

[0032] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer in den Figuren dargestellten Ausführungsform beispielhaft erläutert.

[0033] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektrischen Maschine mit einem Stator und einer Verschaltungseinrichtung;

Fig. 2a-c eine Darstellung von einzelnen Verbindungsleitern der Verschaltungseinrichtung

Fig. 3 eine Darstellung einer Verschaltungseinrichtung in einer Draufsicht;

Fig. 4 eine vergrößerter Ausschnitt der Verschaltungseinrichtung von **Fig. 3**;

Fig. 5 eine teilweise Axialschnittdarstellung der Verschaltungseinrichtung von **Fig. 3**;

Fig. 6 eine teilweise Axialschnittdarstellung einer an Wickelkörpern eines Stators festgelegten Verschaltungseinrichtung gemäß **Fig. 3**;

Fig. 7 eine ausschnittsweise Draufsicht einer Anordnung gemäß **Fig. 6**.

[0034] **Fig. 1** zeigt schematisch eine elektrische Maschine **10**, genauer eine permanenterrregte elektrische Synchronmaschine in Innenläuferbauart, mit einem um eine Rotorwelle **12** mit einer Drehachse **A** drehbaren Rotor **14** und mit einem diesen radial außen umgebenden Stator **16**. Der Rotor **14** umfasst einen topfförmigen Rotorträger **18**, auf dessen zylindrischen Außenumfangsfläche ein lamelliertes Rotorblechpaket **20** angeordnet ist, welches eine Mehrzahl am Umfang gegenseitig beabstandeter Permanentmagnete **22** trägt.

[0035] Der Stator **16** umfasst einen ringförmigen Statorträger **24**, in dessen Zentralausnehmung ein ebenfalls aus Blechlamellen gebildetes ringförmiges Statorblechpaket **26** angeordnet ist. Die Drehachse **A** bildet somit zugleich die Mittelachse **A** des Stators **16**. Der Statorträger **24** kann beispielsweise ein Au-

ßen- oder ein Zwischengehäuse der elektrischen Maschine **10** darstellen.

[0036] Das Statorblechpaket **26** umfasst ein an dem Statorträger **24** anliegendes ringförmiges Statorjoch **30** und von diesem nach radial innen abstehende Zähne **32**, welche zur Bildung einer Statorwicklung mit mehreren Statorspulen **36** bestückt ist. Diese Statorspulen **36** sind mit Hilfe von zwei, aus einem wärmebeständigen Kunststoff bestehenden Isolier- bzw. Wickelkörpern **40**, **42** aus einem Kupferdraht um die Zähne **32** gewickelt und sind dort gegen Verrutschen gesichert. Die Wickelkörper **40**, **42** umfassen jeweils einen stirnseitig am Blechpaket **26** anliegenden Basisbereich bzw. Wickelträger **40a**; **42a** und zwei davon etwa rechtwinklig und am Stator **16** axial abragende Schenkel **40b**, **c**; **42b**, **c**, die einen Wickelbereich **43** in radialer Richtung begrenzen.

[0037] Die Spulen **36** sind elektrisch einzelnen Strängen zugeordnet, wozu die Spulenenden **36a**, **b** mittels einer in **Fig. 1** nur schematisch als Block dargestellten Verschaltungseinrichtung **38** in einer vorbestimmten Art und Weise miteinander verschaltet sind. Der genaue Aufbau der Verschaltungseinrichtung **38** wird im weiteren Verlauf der Beschreibung noch ausführlich erläutert.

[0038] Wie aus den nachfolgenden **Fig. 2-7** ersichtlich, umfasst die Verschaltungseinrichtung **38** mehrere mittels eines Isoliermittels, insbesondere einer Kunststoffmatrix **58** gegenseitig isolierte Verbindungsleiter **52**, **54**, **56**, welche zur Kontaktierung mit den Spulenenden **36a**, **b** umfangsmäßig beabstandete Spulenanschlussbereiche **521**; **541**, **561**, aufweisen. Die Verschaltungseinrichtung **38** ist bei dem erläuterten Ausführungsbeispiel mit den Verbindungsleitern **52-56** an den Wickelkörpern **40** festgelegt, wie dieses anhand der weiteren Figuren noch ausführlich erläutert und erkennbar wird.

[0039] Die Verschaltungseinrichtung **38** ist über Leistungsanschlussbereiche **52c**, **54c**, **56c** der Verbindungsleiter **52-56** mit einer Leistungselektronik **39a** und einer Ansteuerelektronik **39b** mit einer elektrischen Energiequelle **39c** verbunden (**Fig. 1**), welche zum Betreiben der elektrischen Maschine **10** die Wicklung mit einem Strom variabler Phase und Amplitude beaufschlagen kann.

[0040] Vorliegend sind die Verbindungsleiter **52-56** aus einem Kupfer-Halbzeug, insbesondere aus einer Kupferplatte oder einem Kupferblech mittels eines Stanzprozesses als Ringscheiben hergestellt. Die Verbindungsleiter **52-56** sind axial voneinander beabstandet und mit einem eine Matrix **58** ausbildenden Kunststoff umgossen, wodurch die Verschaltungseinrichtung als ein Metall-Kunststoffverbundteil, insbesondere als ein Kunststoffspritzgussteil ausgebildet ist. Die Verbindungsleiter **52-56** sind also in die

Kunststoffmatrix **58** eingebettet, wobei lediglich einzelne Bereiche der ringförmigen Grundkörper, sowie Spulenanschlussbereiche **521**, **541**; **561** und Leistungsanschlussbereiche **52c**, **54c**, **56c** frei zugänglich sind. Die Verschaltungseinrichtung **38** ist mit den axial gestaffelten Verbindungsleitern **52-56** am Stator **16** coaxial zur Mittelachse **A** angeordnet.

[0041] Die Spulenanschlussbereiche **521-561** sind zunächst als Radialfortsätze am radial inneren Umfangsbereich der ringscheibenförmigen Verbindungsleiter **52-56** ausgebildet und dann in eine gemeinsame Lateralebene abgebogen, wo diese zur Verschaltung parallel und im Beispiel axial benachbart zu den radial nach innen ausgerichteten Spulenenden **36a, b** angeordnet sind (Fig. 7).

[0042] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Verschaltung der Spulenenden **36a, b** zur Realisierung einer Dreieckschaltung mit jeweils drei Verbindungsleitern **52-56** dargestellt. Weiterhin sind jeweils zwei benachbarte Spulenenden **36a, b** von zwei am Umfang benachbarten Spulen **36** auch mit unmittelbar zueinander benachbarten Spulenanschlussbereichen **521-541** eines der Verbindungsleiter **52, 54, 56** verbunden, wie das in Fig. 7 anhand der strichlinienförmigen Umrandung erkennbar ist. An einem Verbindungsleiter **52, 54, 56** sind an den sich in Umfangsrichtung zwischen den Spulenanschlussbereichen erstreckenden Bereichen jeweils Ausnehmungen **52b, 54b, 56b** vorgesehen, durch welche die Spulenanschlussbereiche **521-561** der beiden weiteren Verbindungsleiter **52-56** axial hindurchgeführt sind bzw. dort eingreifen können. Beispielhaft sind diese Ausnehmungen in den Fig. 2a-c markiert.

[0043] Die Kontaktierung der Spulenenden **36a, b** mit den Verbindungsleitern **52-56** erfolgt stoffschlüssig, insbesondere durch Löten oder Schweißen.

[0044] Zur Festlegung der Verschaltungseinrichtung **38** am Stator **16** weist jeder Verbindungsleiter **52-56** mehrere in Umfangsrichtung verteilte Befestigungsöffnungen **522, 542, 562** auf. Die Verbindungsleiter **52-56** sind derart gestapelt, dass die Befestigungsöffnungen **522-562** satzweise axial zueinander positioniert sind sich jeweils unter Ausbildung eines gemeinsamen Befestigungsdurchgangs **60** im Wesentlichen überdecken. Dazu sind an einem Verbindungsleiter **52-56** jeweils zwei Arten von Befestigungsöffnungen **522-562** mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen, welche größere Befestigungsöffnungen **522a-562a** und kleinere Befestigungsöffnungen **522b-562b** ausbilden (Fig. 2a-c).

[0045] In den Fig. 5 ist erkennbar, dass an einem Befestigungsdurchgang **60** bei zwei benachbarten Verbindungsleitern **52, 54** eine größere Befestigungsöffnung **522a** und eine kleinere Befestigungsöffnung **542b** ausgebildet sind. Es ist dort weiter sichtbar,

dass ein Ringraum **62**, der sich von einer Berandung der größeren Befestigungsöffnung **522a** bis zu einer Berandung der kleineren Befestigungsöffnung **542b** erstreckt, ebenso von dem Kunststoff **58** ausgefüllt ist. Durch diese Ausbildung ist also der gegenseitige Abstand der Berandungen von zwei axial benachbarten Befestigungsöffnungen vergrößert und durch die Anwesenheit des Kunststoffs **58** zugleich mit einem Dielektrikum ausgefüllt, wodurch eine Luft- und Kriechstrecke und damit die elektrische Durchschlagsfestigkeit zwischen zwei auf einem unterschiedlichen elektrischen Potential liegenden Verbindungsleitern vergrößert wird.

[0046] Der Umfangsverteilung der Befestigungsöffnungen **522-562** entsprechend sind an den Schenkeln **40b, c** der Wickelkörper **40, 42** Verbindungselemente in Form von axial abstehenden Pins **40e, f** ausgebildet, welche die axial gestapelten Verbindungsleiter **52-56** mittels der Befestigungsdurchgänge **60** aufnehmen und beispielsweise durch ein nachfolgendes Heißverstemmen oder eine andere Verbindungstechnik gegebenenfalls unter Einbeziehung weiterer Verbindungselemente in der eingenommenen Lage fixieren. Dabei können die Pins **40e, f**, wie in Fig. 6 dargestellt, pilzartige Befestigungsköpfe **401e, f** ausbilden, welche die Kunststoffmatrix **58** und die Befestigungsdurchgänge **60** radial übergreifen.

[0047] Es ist somit in einer Zusammenschau der Fig. 2-7 erkennbar, dass die Befestigungsöffnungen **522-562** der Verbindungsleiter **52-56** axial überdeckend angeordnet sind und dass die Verbindungsleiter **52-56** damit gemeinsam an jeweils einem Verbindungselement **40e, f** eines Wickelkörpers **40** festgelegt sind. In Fig. 6 sind die Verbindungsleiter **52-56** axial zu den Wickelbereichen **43** angeordnet.

[0048] Zur Ausbildung der Kunststoffmatrix **58** werden die einzelnen Verbindungsleiter **52-56** in einer definierten Weise von Zentrierstiften eines hier zeichnerisch nicht dargestellten Gusswerkzeugs aufgenommen, wozu an den Verbindungsleitern **52-56** Zentrieröffnungen **524-564** vorgesehen sind, um die Verbindungsleiter **52-54** coaxial und gegenseitig voneinander beabstandet in dem Werkzeug zu halten.

[0049] Die Verbindungsleiter **52-56** werden dabei derart gestapelt, dass die Zentrieröffnungen **524-564** satzweise axial zueinander positioniert sind und sich unter Ausbildung von Zentrierdurchgängen **64** im Wesentlichen überdecken. An jedem der Verbindungsleiter **52-56** sind zumindest zwei Arten von Zentrieröffnungen **524-564** mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen, welche größere Zentrieröffnungen **524a-564a** und kleinere Zentrieröffnungen **524b-564b** ausbilden. Die Verbindungsleiter **52-56** sind derart gestapelt, dass in einem Satz von Zentrieröffnungen **524-564** eine größere Zentrieröffnung **524a-526a** und eine kleinere Zentrieröffnung **524b-**

526b axial benachbart angeordnet sind. Dabei bildet sich ein Ringraum **66**, der sich von der Berandung der jeweils größeren Zentrieröffnung **524a-526a** bis maximal nahezu zu der Berandung der kleineren Zentrieröffnung **524b-526b** erstreckt, jedoch diese unmittelbare Berandung nicht einschließt. Dieser Ringraum **66** ist ebenso mit dem Kunststoff **58** ausgefüllt.

[0050] Wie besonders gut in **Fig. 6** erkennbar, sind die Zentrieröffnungen **524-564** mit unterschiedlichen Durchmesser so verteilt sind, dass an einer gegebenen Umgangsposition der Verschaltungseinrichtung **38** nur jeweils einer der Verbindungsleiter **52-56** eine Zentrieröffnung **524b-564b** mit dem kleineren Durchmesser ausbildet. Zudem sind die Zentrieröffnungen **524-564** an jeweils einem der Verbindungsleiter **52-56** in Umfangsrichtung so verteilt, dass auf zwei größere Zentrieröffnungen **524a-564a** jeweils eine kleinere Zentrieröffnung **524b-564b** folgt.

[0051] Es ist mit Verweis auf die **Fig. 2a-c** sichtbar, dass am Außenumfangsbereich der Verbindungsleiter **52-56** regelmäßig verteilte halbkreisförmige Ausnehmungen **526, 546, 566** ausgebildet sind, deren Zwischenräume bis auf dort vorhandene Befestigungsöffnungen **522-562** umfangsmäßig geschlossen sind. Die Verbindungsleiter **52-56** sind so gestapelt, dass an einer bestimmten Umgangsposition lediglich zwei Ausnehmungen **526, 546; 526, 566; 546, 566** und ein Zwischenraum axial in Deckung befinden, so dass in einem Gusswerkzeug an dieser Position jeweils einer der Verbindungsleiter **52-56** gehalten werden kann. Nach dem Einbringen des Kunststoffes sind die einzelnen Verbindungsleiter **52-56** an diesen Positionen freigestellt, wie das an der vergossenen Verschaltungseinrichtung gemäß der **Fig. 3, Fig. 4** gut erkennbar ist. Die nicht mit Kunststoff abgedeckten Bereiche der Verbindungsleiter **52-56**, insbesondere im Bereich der Zentrieröffnungen **524-564** und im Bereich der Ausnehmungen **526-566** können eine Verlustwärme direkt an die Umgebung abgeben und somit eine verbesserte Kühlung der Verbindungsleiter bewirken.

[0052] Die mit Verweis auf **Fig. 1** angesprochenen Leistungsanschlussbereiche **52c, 54c, 56c** sind gleichfalls als radiale Fortsätze vom ringförmigen Grundkörper ausgehend ausgebildet und weisen einen im Vergleich zu den Spulenanschlussbereichen **521, 541, 561** größeren elektrischen Wirkungsquerschnitt auf. In **Fig. 2, Fig. 3** und **Fig. 5** sind diese Fortsätze radial außen an den Verbindungsleitern **52, 54, 56** ausgeführt.

Bezugszeichenliste

10	elektrische Maschine
12	Rotorwelle
14	Rotor

16	Stator
18	Rotorträger
20	Rotorblechpaket
22	Magnet
24	Statorträger
26	Statorblechpaket
30	Statorjoch
32	Zahn
36	Statorspule
36a, b	Spulenende
38	Verschaltungseinrichtung
39a	Leistungselektronik
39b	Ansteuerelektronik
39c	Energiequelle
40, 42	Wickelkörper
40a, 42a	Wickelträger
40b, c	Schenkel
40e, f	Verbindungselement
401e, f	Befestigungskopf
42b, c	Schenkel
43	Wickelbereich
52, 54, 56	Verbindungsleiter
521-561	Spulenanschlussbereich
52b-56b	Ausnehmung
52c-56c	Leistungsanschlussbereich
522-562	Befestigungsöffnung
522a-562a	größere Befestigungsöffnung
522b-562b	kleinere Befestigungsöffnung
524-564	Zentrieröffnung
524a-564a	größere Zentrieröffnung
524b-564b	kleinere Zentrieröffnung
526,566	Ausnehmung
58	Kunststoffmatrix
60	Befestigungsdurchgang
62	Ringraum
64	Zentrierdurchgang
66	Ringraum
A	Drehachse

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

- DE 102016200115 [0002]

Patentansprüche

1. Verschaltungseinrichtung (38) für eine Statorwicklung einer rotierenden elektrischen Maschine (10) umfassend

- eine Mehrzahl von Verbindungsleitern (52, 54, 56), welche als Ringscheiben ausgeführt und koaxial gestapelt sind und welche gegenseitig elektrisch isoliert sind, wobei

- jeder Verbindungsleiter (52-56) mehrere in Umfangsrichtung verteilte Befestigungsöffnungen (522-562) zur Festlegung der Verschaltungseinrichtung (38) an einem Stator (16) aufweist und wobei

- die Verbindungsleiter (52-56) derart gestapelt sind, dass die Befestigungsöffnungen (522-562) satzweise axial zueinander positioniert sind sich unter Ausbildung eines Befestigungsdurchgangs (60) im Wesentlichen überdecken,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Verbindungsleiter (52-56) axial voneinander beabstandet und mit einem Kunststoff (58) umgossen sind, wodurch die Verschaltungseinrichtung (38) ein Metall-Kunststoffverbundteil ausbildet, wobei

- zumindest zwei Arten von Befestigungsöffnungen (522-562) mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen sind, welche größere Befestigungsöffnungen (522a-562a) und kleinere Befestigungsöffnungen (522b-562b) ausbilden, wobei

- an einem Befestigungsdurchgang (60) bei zwei benachbarten Verbindungsleitern (52-56) eine größere Befestigungsöffnung (522a-562a) und eine kleinere Befestigungsöffnung (522b-562b) ausgebildet sind,

- wobei ein Ringraum (62), der sich von einer Berandung der größeren Befestigungsöffnung (522a) bis zu einer Berandung der kleineren Befestigungsöffnung (522b) erstreckt, von dem Kunststoff (58) ausgefüllt ist.

2. Verschaltungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Arten von Befestigungsöffnungen (522a-562a, 522b-562b) mit einer unterschiedlichen Öffnungsweite an einem Verbindungsleiter 52; 54; 56 vorgesehen sind.

3. Verschaltungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Verbindungsleitern (52-56) Zentrieröffnungen (524-564) vorgesehen sind, um die Mehrzahl der Verbindungsleiter (52-56) koaxial und gegenseitig voneinander beabstandet von einem Werkzeug aufzunehmen.

4. Verschaltungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Verbindungsleiter (52 - 56) derart gestapelt sind, dass die Zentrieröffnungen (524- 564) satzweise axial zueinander positioniert sind und sich unter Ausbildung eines Zentrierdurchgangs (64) im Wesentlichen überdecken, wobei

- an jedem der Verbindungsleiter (52-56) zumindest zwei Arten von Zentrieröffnungen (524- 564) mit einer

unterschiedlichen Öffnungsweite vorgesehen sind, welche eine größere Zentrieröffnung (524a- 564a) und eine kleinere Zentrieröffnung (524b- 564b) ausbilden, wobei

- die die Verbindungsleiter (52 - 56) derart gestapelt sind, dass in einem Satz von Zentrieröffnungen (524-564) eine größere und eine kleinere Zentrieröffnung (524a- 564a; (524b- 564b) axial benachbart angeordnet sind und wobei

- ein Ringraum (66), der sich von der Berandung der jeweils größeren Zentrieröffnung (524a- 564a) bis maximal nahezu zu der Berandung der kleineren Zentrieröffnung (524b- 564b) erstreckt, jedoch diese unmittelbare Berandung nicht einschließt, mit dem Kunststoff (58) ausgefüllt ist.

5. Verschaltungseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass Zentrieröffnungen (524- 564) mit unterschiedlichen Durchmessern so verteilt sind, dass an einer gegebenen Umgangsposition der Verschaltungseinrichtung (38) nur jeweils einer der Verbindungsleiter (52-56) eine Zentrieröffnung mit dem kleineren Durchmesser (524b- 564b) ausbildet.

6. Verschaltungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleiter (52-56) Spulenanschlussbereiche (52a-56a) für Spulenenden (36a, b) einer Statorwicklung und Leistungsanschlussbereiche (52c-56c) zur Stromversorgung einer elektrischen Maschine (10) aufweisen, wobei die Spulenanschlussbereiche (52a-56a) als radial nach innen oder außen abstehende Fortsätze ausgebildet sind, welche zur Verschaltung mit Spulenenden (36a, b) eines Stators (16) in einer gemeinsamen Radialebene angeordnet sind.

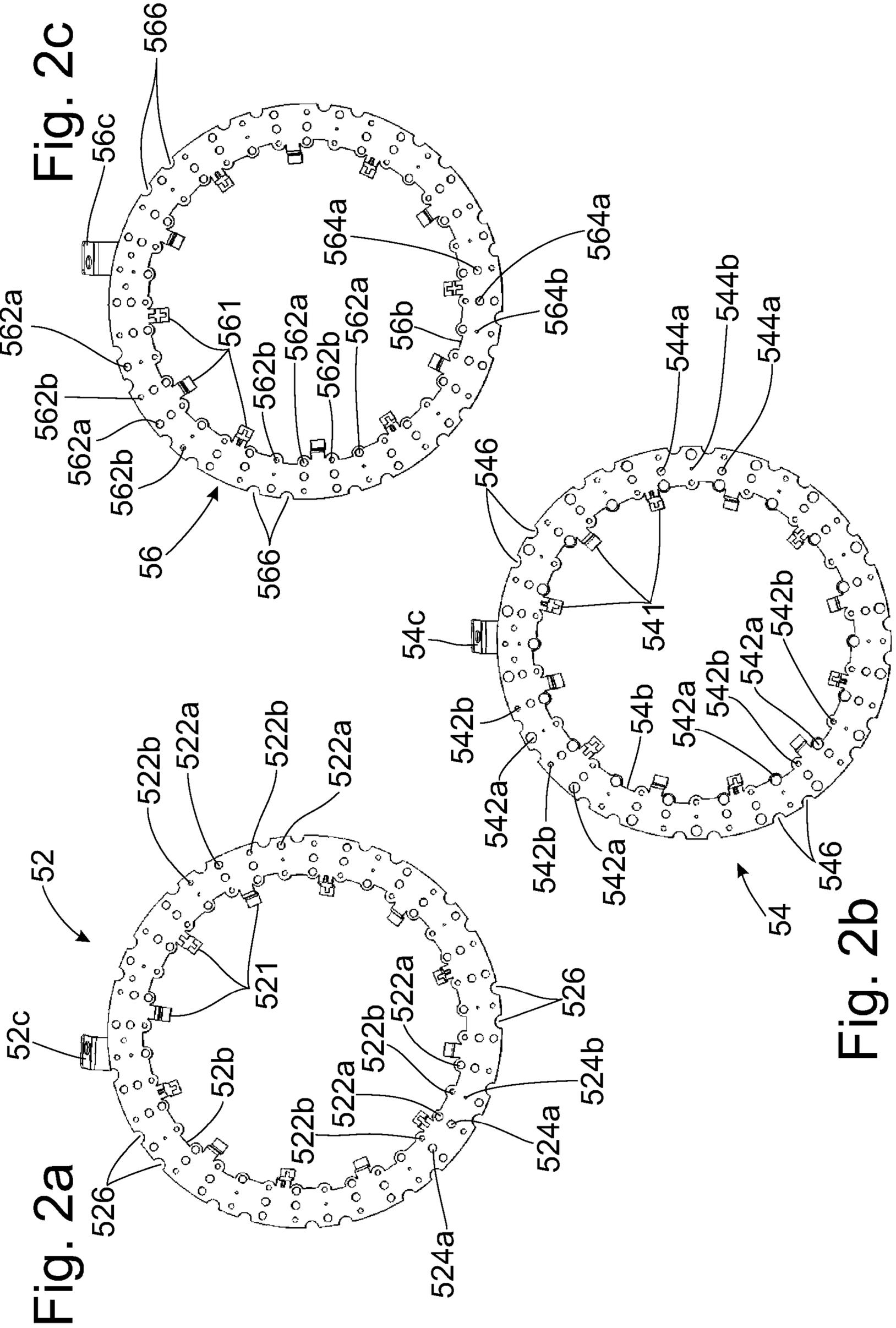
7. Verschaltungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einem Verbindungsleiter (52-56) eine Ausnehmung (52b-56b) vorgesehen ist, in welche ein Spulenanschlussbereich (52a-56a) eines weiteren Verbindungsleiters (52-56) eingreift.

8. Stator (16) einer elektrischen Maschine, wobei der Stator (16) eine Verschaltungseinrichtung (38) nach einem der Ansprüche 1-7 aufweist.

9. Stator nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (16) eine Statorwicklung mit mehreren Statorspulen (36) umfasst, wobei die Verschaltungseinrichtung (38) an Verbindungselementen (40e, f) von Wickelkörpern (40) der Statorspulen (36) festgelegt ist.

10. Elektrische Maschine (10) mit einem Rotor (14) und mit einem Stator (16) nach Anspruch 8 oder 9.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen



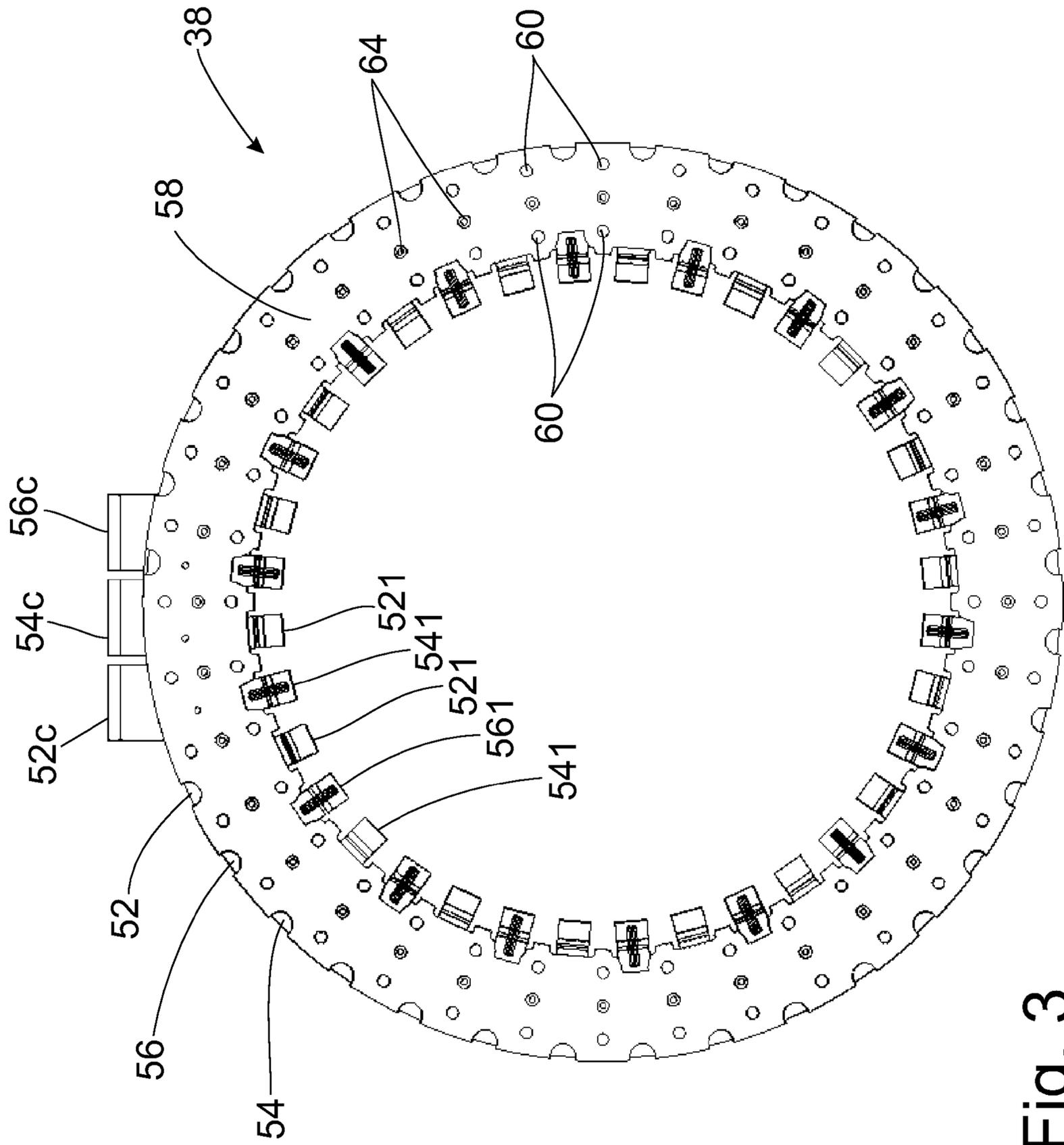


Fig. 3

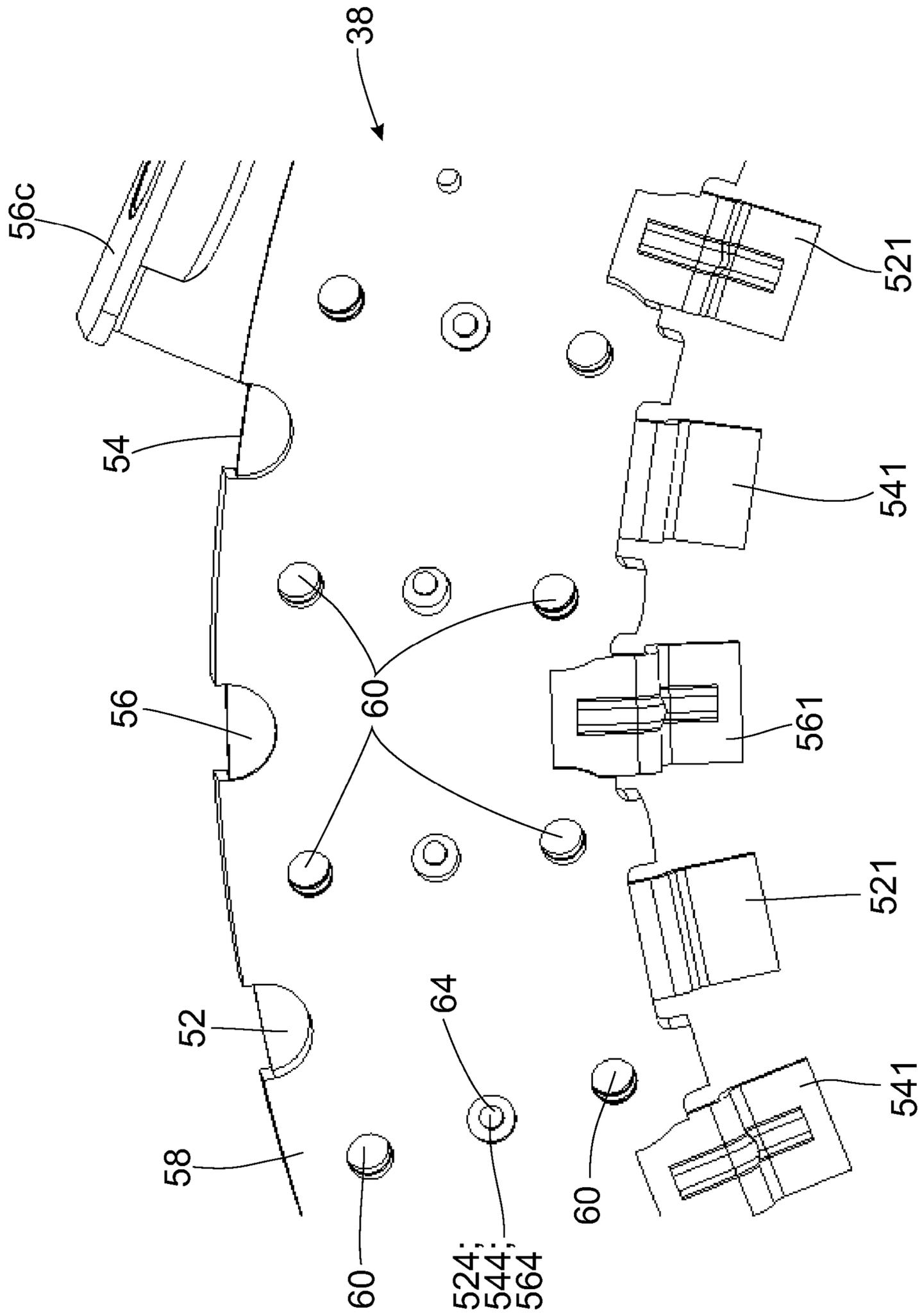


Fig. 4

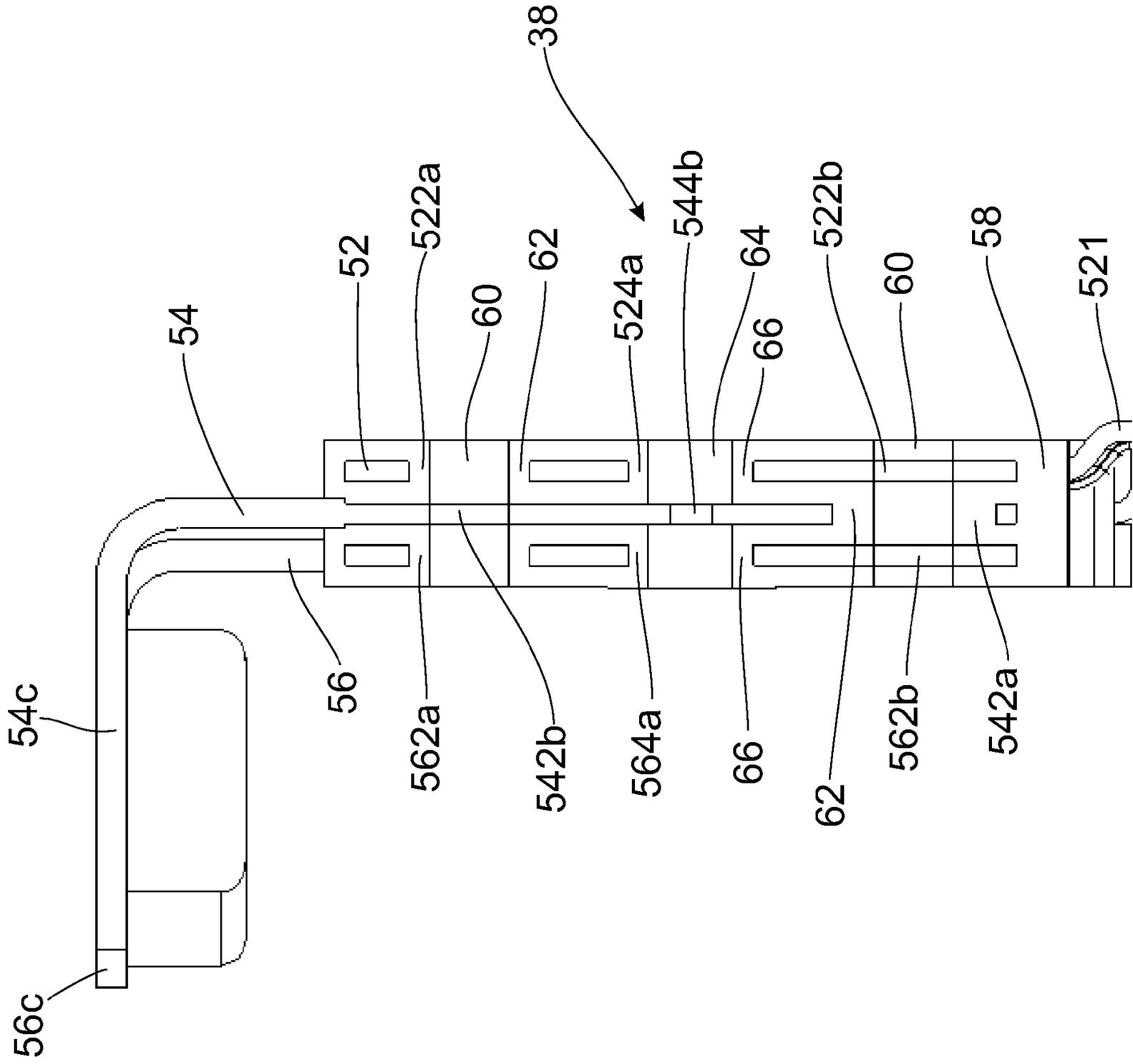


Fig. 5

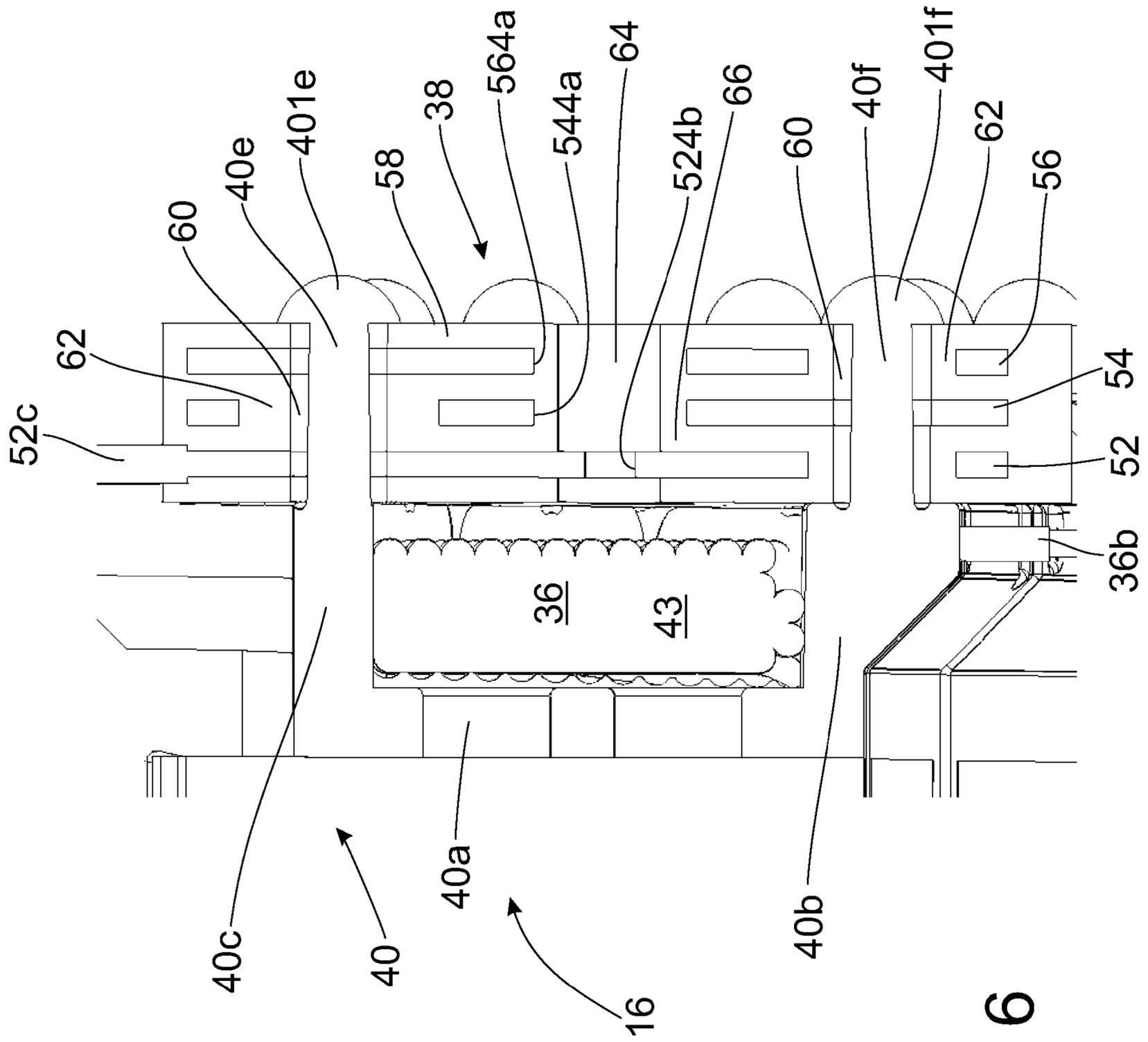


Fig. 6

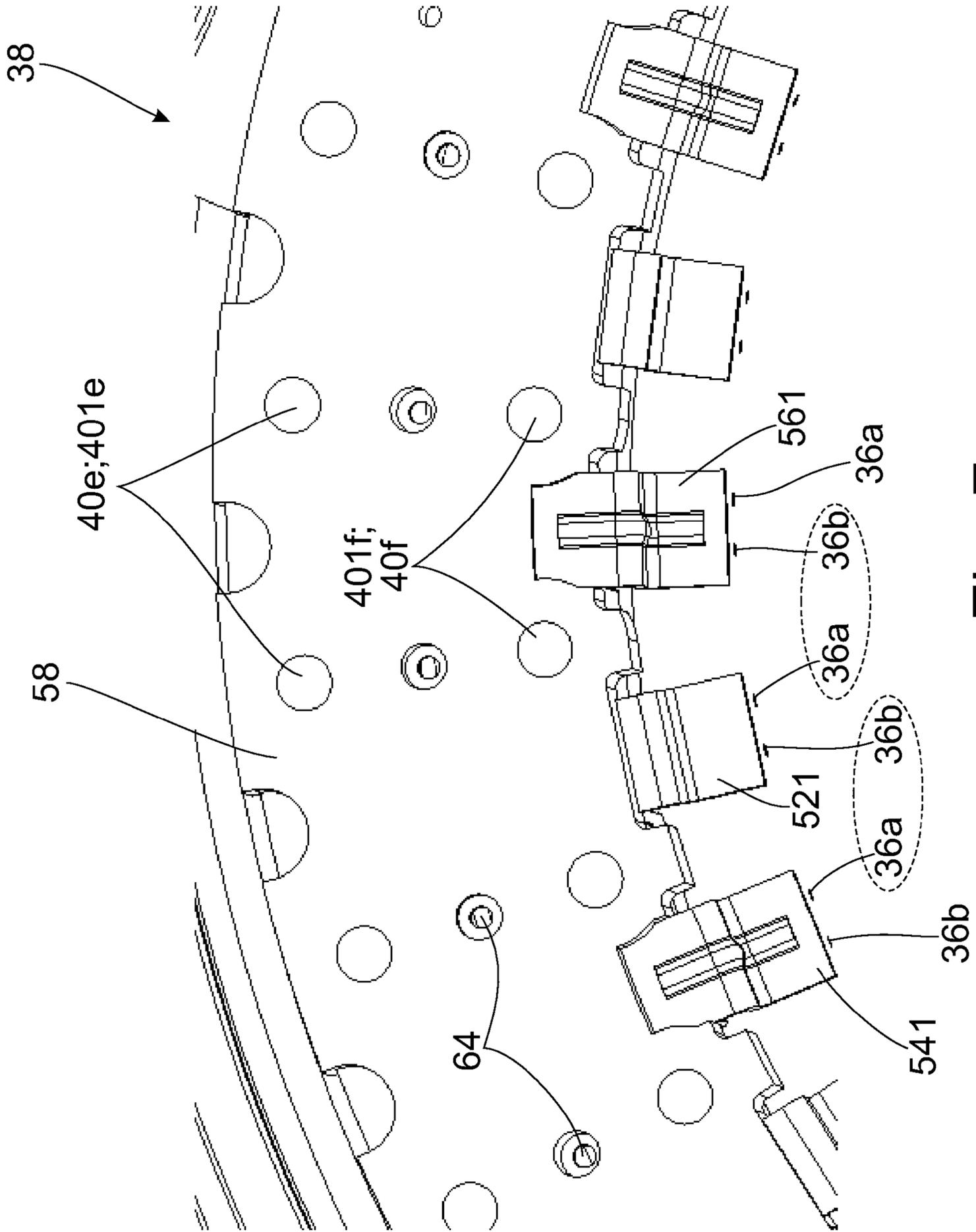


Fig. 7