PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2021-374

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H02K 3/04 (2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **22.02.2019**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **22.02.2019**

(32) Číslo prioritní přihlášky: **PCT/JP2019/006783**

(32) Země priority: **JP**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.09.2021**
(Věstník č. 37/2021)

(86) PCT číslo: **PCT/JP2019/006783**

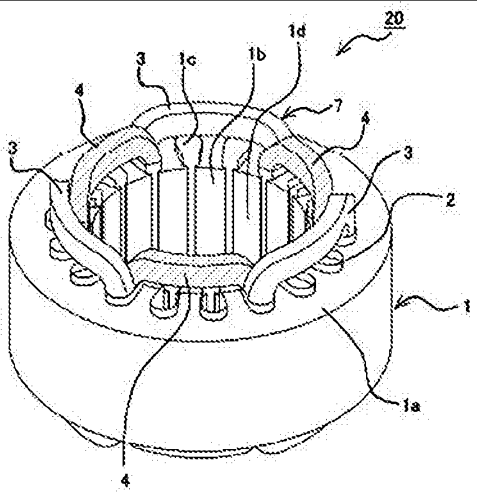
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2020/170422**

(71) Přihlašovatel:
Mitsubishi Electric Corporation, 100-8310 Tokyo, JP

(72) Původce:
Toshio Arai, 100-8310 Tokyo, JP
Koji Yabe, 100-8310 Tokyo, JP

(74) Zástupce:
Rott, Růžička & Guttmann a spol., Vyskočilova 1566, 140 00 Praha 4, Michle

(54) Název přihlášky vynálezu:
Stator, elektrický motor a kompresor



(57) Anotace:
Stator podle jednoho provedení předkládaného vynálezu obsahuje: jádro (1) statoru mající tvar dutého válce a obsahující množinu drážek (1c) uspořádaných na vnitřním obvodu v předepsaných rozestupech v obvodovém směru; a rozložená soustředná vinutí (7 až 9) navinutá skrz drážky (1c). Počet drážek (1c) na pól a fázi je jedna. Vinutí každé fáze obsahuje stejný počet cívek (3, 4), jako je počet pólů. Polovina cívek jsou vnější obvodové cívky (3) a jsou uspořádané na vnější obvodové straně vnitřních obvodových cívek (4), jež jsou zbývající polovinou cívek. Vnější obvodové cívky (3) a vnitřní obvodové cívky (4) jsou uspořádané střídavě v obvodovém směru. Při pohledu na jednu z vnějších obvodových cívek (3) a jednu z vnitřních obvodových cívek (4) přiléhajících navzájem k sobě je část vnější obvodové cívky a část vnitřní obvodové cívky uložena ve stejné drážce (1c). Konce cívek (3, 4) tvořících vinutí (7 až 9) každé fáze jsou uspořádány v prstencovitém tvaru.

CZ 2021 - 374 A3

Stator, elektrický motor a kompresor

Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká statoru obsahujícího rozložené vinutí, elektrického motoru opatřeného tímto statorem, a kompresoru opatřeného tímto elektrickým motorem.

Dosavadní stav techniky

Patentový dokument 1: Japonská patentová přihláška č. 2008-061443 uveřejněná bez průzkumu

Kompresor používaný v zařízení chladicího cyklu obsahuje elektrický motor, jako je synchronní elektrický motor. Elektrický motor obsahuje dutý sloupcovitý stator ovinutý vinutím, a rotor uspořádaný na vnitřním obvodu statoru. Jako způsob navíjení pro vinutí statoru elektrického motoru se často používá způsob soustředného navíjení (viz patentový dokument 1). Je to proto, že ve srovnání se způsobem rozloženého navíjení, způsob soustředného navíjení umožňuje zkrácení konců cívek a snížení odporu vinutí. Na druhou stranu, když se zvýší velikost elektrického motoru ke zvýšení výkonu elektrického motoru při zvýšení kapacity kompresoru, je v některých případech způsob rozloženého navíjení výhodnější než způsob soustředného navíjení. Je to proto, že u způsobu rozloženého navíjení je činitel vinutí vyšší než u způsobu soustředného navíjení a je možné efektivně využívat magnetický tok rotoru. Proto se u elektrického motoru kompresoru, u nějž se požaduje velká kapacita, často používá stator obsahující rozložené vinutí.

Podstata vynálezu

V posledních letech se vyžaduje, aby elektrický motor jako synchronní elektrický motor a indukční elektrický motor měly malou velikost a vysoký výkon. Proto byl ke snížení velikosti vysoce výkonného elektrického motoru opatřeného statorem obsahujícím rozložené vinutí například navržen způsob, u nějž se používá vlnové vinutí a v jedné drážce je uspořádaná jedna cívka tvořící jednu fázi, aby se snížila obvodová délka a hodnota odporu vinutí. Vlnové vinutí vytváří cívku ovinutím kolem jádra statoru bez smyčky.

Nicméně existuje problém, že elektrický motor, v němž se používá vlnové vinutí u statoru, má nižší spolehlivost. Konkrétněji, k vytvoření vlnového vinutí se vinutí navine v prstencovitém tvaru do podoby prstencovité cívky. Následně, množina částí vnějšího obvodu prstencovité cívky se zatlačí k vnitřní obvodové straně, aby se vytvořila hvězdicovitá cívka mající konkávně-konvexní tvar. Proto může, u vlnového vinutí, dojít k poškození izolačního potahu vinutí apod. působením vnější síly vyvíjené na vinutí při výrobě hvězdicovité cívky, což může vést ke zhoršení izolační schopnosti a následně nižší spolehlivosti.

Předkládaný vynález byl navržen k vyřešení výše popsaných problémů a prvním úkolem předkládaného vynálezu je poskytnout stator, který umožní realizovat snížení velikosti a vysoký výkon elektrického motoru a zabrání snížení spolehlivosti elektrického motoru. Navíc je druhým úkolem předkládaného vynálezu poskytnout elektrický motor a kompresor, z nichž každý bude vybaven takovým statorem.

Stator podle jednoho provedení předkládaného vynálezu obsahuje: jádro statoru mající tvar dutého válce a obsahující množinu drážek uspořádaných na vnitřním obvodu v předepsaných rozestupech v obvodovém směru; a rozložená soustředná vinutí navinutá skrz drážky. Počet drážek na jeden pól a fázi je jedna. Vinutí každé fáze obsahuje stejný počet cívek, jako je počet pólů. Polovina cívek jsou vnější obvodové cívky a jsou uspořádané na vnější obvodové straně vnitřních obvodových cívek, jež jsou zbývající polovinou cívek. Vnější obvodové cívky a vnitřní obvodové cívky jsou uspořádané střídavě v obvodovém směru. Při pohledu na jednu z vnějších obvodových cívek a jednu z vnitřních obvodových

cívek přilehlých navzájem k sobě je část vnější obvodové cívky a část vnitřní obvodové cívky uložena ve stejné drážce. Konce cívek tvořících vinutí každé fáze jsou uspořádány v prstencovitém tvaru.

Elektrický motor podle dalšího provedení předkládaného vynálezu obsahuje: stator podle provedení předkládaného vynálezu; a rotor uspořádaný na vnitřním obvodu statoru.

Kompresor podle ještě dalšího provedení předkládaného vynálezu obsahuje: elektrický motor podle dalšího provedení předkládaného vynálezu; a kompresní mechanismus nakonfigurovaný ke stlačování chladiva pohonnou silou elektrického motoru.

Stator podle uvedeného provedení předkládaného vynálezu obsahuje rozložené vinutí. Když jsou cívky vinutí každé fáze uspořádané jako u statoru podle provedení předkládaného vynálezu, je možné konce cívek zmenšit a hodnota odporu vinutí se může snížit. Použití statoru podle provedení předkládaného vynálezu tedy umožňuje realizovat zmenšení velikosti a vysoký výkon elektrického motoru. Navíc je vinutí statoru podle provedení předkládaného vynálezu soustředné vinutí. Při vytváření soustředného vinutí není externí síla vyvíjená při vytváření hvězdicovité cívky vlnového vinutí potřeba. Proto použití statoru podle provedení předkládaného vynálezu umožňuje zabránit snížení spolehlivosti elektrického motoru.

Objasnění výkresů

Obr. 1 je perspektivní pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu, ilustrující jádro statoru a část vinutí.

Obr. 2 je perspektivní pohled ilustrující vnější obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 3 je perspektivní pohled ilustrující vnitřní obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 4 je perspektivní pohled ilustrující vnější obvodové cívky a vnitřní obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 5 je půdorysný pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru a vinutí fáze U.

Obr. 6 je půdorysný pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru, vinutí fáze U a vinutí fáze V.

Obr. 7 je půdorysný pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru, vinutí fáze U, vinutí fáze V a vinutí fáze W.

Obr. 8 je perspektivní pohled k objasnění procesu vkládání vinutí fáze U do drážek jádra statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 9 je perspektivní pohled k objasnění uvedeného procesu vkládání vinutí fáze U do drážek jádra statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 10 je perspektivní pohled k objasnění uvedeného procesu vkládání vinutí fáze U do drážek jádra statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 11 je vysvětlující diagram k objasnění procesu vytváření vlnového vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Obr. 12 je vysvětlující diagram k objasnění procesu vytváření soustředného vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Obr. 13 je půdorysný pohled na stator podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Obr. 14 je půdorysný pohled na stator používající soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Obr. 15 je diagram ilustrující příklad konstrukce spojení drátů statoru podle provedení 2 předkládaného vynálezu.

Obr. 16 je perspektivní pohled k objasnění jednoho příkladu statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru a část vinutí.

Obr. 17 je perspektivní pohled k objasnění procesu navíjení vinutí fáze U statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu.

Obr. 18 je perspektivní pohled k objasnění uvedeného procesu navíjení vinutí fáze U statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu.

Obr. 19 je perspektivní pohled k objasnění uvedeného procesu navíjení vinutí fáze U statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu.

Obr. 20 je perspektivní pohled k objasnění dalšího příkladu statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru a vinutí fáze U.

Obr. 21 je perspektivní pohled k objasnění procesu navíjení vinutí fáze U statoru vyobrazeného na obr. 20.

Obr. 22 je perspektivní pohled k objasnění uvedeného procesu navíjení vinutí fáze U statoru vyobrazeného na obr. 20.

Obr. 23 je diagram ilustrující příklad konstrukce spojení drátů statoru vyobrazeného na obr. 20.

Obr. 24 je pohled v řezu znázorňující příklad elektrického motoru podle provedení 4 předkládaného vynálezu.

Obr. 25 je pohled ve vertikálním řezu znázorňující příklad kompresoru podle provedení 5 předkládaného vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Provedení 1

Obr. 1 je perspektivní pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru a část vinutí.

Stator 20 podle provedení 1 obsahuje jedno vinutí pro každou fázi. Proto v případě, kdy elektrický motor používající stator 20 je připojen k třífázovému napájení střídavého proudu, je na obr. 1 vyobrazeno vinutí jedné z uvedených tří fází. U provedení 1 je popis založen na předpokladu, že je elektrický motor používající stator 20 připojen k třífázovému napájení střídavého proudu. Dále se v následujícím popisu uvedené tři fáze označují jako fáze U, fáze V a fáze W. Jak bude popsáno níže, u statoru 20 podle provedení 1 jsou vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W uspořádána v pořadí od vnější obvodové strany k vnitřní obvodové straně statoru 20. Jinými slovy obr. 1 znázorňuje vinutí 7 fáze U.

Stator 20 obsahuje jádro 1 statoru mající tvar dutého válce. Jádro 1 statoru obsahuje zadní jho 1a mající tvar dutého válce, v němž je uprostřed vytvořen průchozí otvor 1d. V elektrickém motoru používajícím stator 20 je v průchozím otvoru 1d uspořádaný rotor. Jádro 1 statoru dále obsahuje množinu zubů 1b vystupujících z vnitřního obvodového povrchu zadního jha 1a. Každý ze zubů 1b se rozprostírá v axiálním směru průchozího otvoru 1d. Jinými slovy každý ze zubů 1b se rozprostírá v axiálním směru jádra 1 statoru. Dále jsou zuby 1b uspořádány v obvodovém směru jádra 1 statoru v předepsaných rozestupech. Proto je mezi zuby 1b přilehlými k sobě navzájem uspořádána drážka 1c. Jinými slovy jsou drážky 1c uspořádány na vnitřním obvodu jádra 1 statoru v předepsaných rozestupech v obvodovém směru jádra 1 statoru. Jádro 1 statoru je nakonfigurováno naskládáním elektromagnetických ocelových plechů na sebe vyražením do prstencovitého tvaru. Dále je vnitřek každé z drážek 1c izolován drážkovým povlakem 2.

U statoru 20 je počet drážek na jeden pól a fázi jedna. Vinutí každé fáze obsahuje stejný počet cívek, jako je počet pólů. Konkrétněji, vinutí 7 fáze U obsahuje stejný počet cívek jako počet pólů, vinutí 8 fáze V rovněž obsahuje stejný počet cívek jako počet pólů, a vinutí 9 fáze W rovněž obsahuje stejný počet cívek jako počet pólů. V provedení 1 je vyobrazený stator 20, který obsahuje 18 drážek 1c, tři fáze a šest pólů. V tomto případě obsahuje vinutí 7 fáze U šest cívek. Dále je uvedených šest cívek uspořádáno každé tři drážky. Šest cívek každého z vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W je uspořádáno podobně. Rozteč drážek 1c je 360 stupňů × 3/18 = mechanický úhel 60 stupňů a činitel vinutí je jedna.

Obr. 2 je perspektivní pohled ilustrující vnější obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu. Obr. 3 je perspektivní pohled ilustrující vnitřní obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu. Obr. 4 je perspektivní pohled ilustrující vnější obvodové cívky a vnitřní obvodové cívky vinutí fáze U statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu.

Níže je popsán detail vinutí 7 fáze U s odkazem na obr. 2 až obr. 4 a obr. 1 popsaný výše. Vinutí 8 fáze V i vinutí 9 fáze W má podobnou konfiguraci jako konfigurace vinutí 7 fáze U. Proto bude popis konfigurace vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W vynechán. Na obr. 1 až obr. 4 a výkresech popsaných níže u provedení 1 je vyobrazení propojovacích drátů vždy spojujících cívky vinutí 7 fáze U, přívodních drátů vinutí 7 fáze U, propojovacích drátů vždy spojujících cívky vinutí 8 fáze V, přívodních drátů vinutí 8 fáze V, propojovacích drátů vždy spojujících cívky vinutí 9 fáze W, a přívodních drátů vinutí 9 fáze W vypuštěno.

Vinutí 7 fáze U je rozložené soustředné vinutí navinuté skrz drážky 1c.

Jak bylo popsáno výše, vinutí 7 fáze U obsahuje šest cívek. Polovina z těchto šesti cívek jsou vnější obvodové cívky 3. Zbývající polovina z těchto šesti cívek jsou vnitřní obvodové cívky 4. Vnější obvodové cívky 3 jsou uspořádány na vnější obvodové straně vnitřních obvodových cívek 4. Vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 jsou uspořádané střídavě v obvodovém směru jádra 1 statoru.

Jak bylo popsáno výše, je uvedených šest cívek vinutí 7 fáze U uspořádáno každé tři drážky. Jinými slovy jsou vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 uspořádány střídavě každé tři drážky. V souladu s tím je při pohledu na jednu z vnějších obvodových cívek 3 a jednu z vnitřních obvodových cívek 4 přilehlých k sobě navzájem část vnější obvodové cívky 3 a část vnitřní obvodové cívky 4 uložena ve stejné drážce 1c. Jinými slovy při pohledu od vnitřního obvodu jádra 1 statoru na vnější obvodovou cívku 3, vnitřní obvodovou cívku 4, a drážku 1c, v níž je uložena část vnější obvodové cívky 3 a část vnitřní obvodové cívky 4, je vnější obvodová cívka 3 uspořádaná na straně protilehlé k vnitřní obvodové cívce 4, přičemž drážka 1c slouží jako referenční.

Obr. 5 je půdorysný pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru a vinutí fáze U. Obr. 6 je půdorysný pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru, vinutí fáze U, a vinutí fáze V. Obr. 7 je půdorysný

pohled k objasnění statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu a ilustrující jádro statoru, vinutí fáze U, vinutí fáze V a vinutí fáze W.

Jak je vyobrazeno na obr. 5, vinutí 7 fáze U umístěné v jádru 1 statoru je tvarované tak, že se konce cívek vnitřních obvodových cívek 4 a konce cívek vnějších obvodových cívek 3 v rovinném pohledu překrývají, a konce cívek tvořících vinutí 7 fáze U jsou uspořádané v prstencovitém tvaru. Konce cívek jsou části cívek, jež nejsou uloženy v drážkách 1c. Podobně, jak je vyobrazeno na obr. 6, vinutí 8 fáze V umístěné na vnitřním obvodu vinutí 7 fáze U v jádru 1 statoru je tvarované tak, že se konce cívek vnitřních obvodových cívek 4 a konce vnějších obvodových cívek 3 v rovinném pohledu překrývají, a konce cívek tvořících vinutí 8 fáze V jsou uspořádané v prstencovitém tvaru. Podobně, jak je vyobrazeno na obr. 7, vinutí 9 fáze W umístěné na vnitřním obvodu vinutí 8 fáze V jádru 1 statoru je tvarované tak, že se konce cívek vnitřních obvodových cívek 4 a konce cívek vnějších obvodových cívek 3 v rovinném pohledu překrývají, a konce cívek tvořících vinutí 9 fáze W jsou uspořádané v prstencovitém tvaru.

Následně je popsán jeden příklad procesu vkládání vinutí 7 fáze U do drážek 1c jádra 1 statoru. Proces vkládání vinutí 8 fáze V do drážek 1c jádra 1 statoru a proces vkládání vinutí 9 fáze W do drážek 1c jádra 1 statoru jsou vždy podobné procesu vkládání vinutí 7 fáze U do drážek 1c jádra 1 statoru. Proto je popis procesu vkládání vinutí 8 fáze V do drážek 1c jádra 1 statoru a procesu vkládání vinutí 9 fáze W do drážek 1c jádra 1 statoru vypuštěn.

Obr. 8 až obr. 10 jsou perspektivní pohledy k objasnění uvedeného procesu vkládání vinutí fáze U do drážek jádra statoru podle provedení 1 předkládaného vynálezu. Na obr. 8 až obr. 10, za účelem odlišení tří vnějších obvodových cívek 3, se uvedené tři vnější obvodové cívky 3 označují jako první vnější obvodová cívka 3a, druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c. Podobně, na obr. 8 až obr. 10, za účelem odlišení tří vnitřních obvodových cívek 4, se uvedené tři vnitřní obvodové cívky 4 označují jako první vnitřní obvodová cívka 4a, druhá vnitřní obvodová cívka 4b a třetí vnitřní obvodová cívka 4c.

Jak je znázorněno na obr. 8 až obr. 10, obsahuje přípravek pro vkládání cívek používaný k vložení vinutí 7 fáze U do drážek 1c jádra 1 statoru množinu vkládacích čepelí 13, z nichž každá má tyčovitý tvar. Tyto vkládací čepele 13 jsou uspořádány v prstencovitém tvaru.

Při vkládání vinutí 7 fáze U do drážek 1c jádra 1 statoru se elektrický drát nejprve navine kolem neznázorněné kostry cívky, aby se vytvořila první vnitřní obvodová cívka 4a, druhá vnitřní obvodová cívka 4b a třetí vnitřní obvodová cívka 4c. Potom, jak je znázorněno na obr. 8, se první vnitřní obvodová cívka 4a, druhá vnitřní obvodová cívka 4b a třetí vnitřní obvodová cívka 4c vloží do mezer mezi vkládacími čepelemi 13 za účelem uspořádání první vnitřní obvodové cívky 4a, druhé vnitřní obvodové cívky 4b a třetí vnitřní obvodové cívky 4c.

Následně se neznázorněná kostra cívky otočí o tři drážky kolem množiny vkládacích čepelí 13 uspořádaných v prstencovitém tvaru. Potom se, jak je znázorněno na obr. 9, elektrický drát ovine kolem neznázorněné kostry cívky tak, aby se vytvořila první vnější obvodová cívka 3a, druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c. Potom, jak je znázorněno na obr. 10, se první vnější obvodová cívka 3a, druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c vloží do mezer mezi vkládacími čepelemi 13 za účelem uspořádání první vnější obvodové cívky 3a, druhé vnější obvodové cívky 3b a třetí vnější obvodové cívky 3c. Ve výsledku je tvorba vinutí vnějších obvodových cívek 3 a vnitřních obvodových cívek 4 vinutí 7 fáze U dokončena a vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 7 fáze U jsou uspořádány na pozicích předtím, než se vloží do drážek 1c.

Vzhledem k charakteristikám elektrického motoru je žádoucí, aby vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 byly stejné s ohledem na počet vinutí a na hodnotu odporu. Například, když jsou vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vyrobeny z elektrického drátu majícího stejný průměr, a vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 jsou vyrobeny se stejnou obvodovou délkou, mají vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 stejný počet vinutí a hodnotu odporu. Dále například, když jsou vnější obvodové cívky 3 nebo vnitřní obvodové cívky 4 vyrobeny z

elektrického drátu majícího menší průměr než průměr elektrického drátu tvořícího ostatní cívky, a jsou vyrobeny s kratší obvodovou délkou než ostatní cívky, mají vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 podobně stejný počet vinutí a hodnotu odporu.

Obr. 11 je vysvětlující diagram k objasnění procesu vytváření vlnového vinutí podle dosavadního stavu techniky. Obr. 11 ilustruje proces až do dokončení vytváření vlnového vinutí. Aby se vytvořilo vlnové vinutí, elektrický drát se nejprve navine do prstencovitého tvaru, aby se vytvořila prstencovitá cívka 10, jak je vyobrazena na obr. 11(a). Následně se, jak je vyobrazeno na obr. 11(b) množina částí na vnějším obvodu prstencovité cívky 10 zatlačí k vnitřní obvodové straně, aby se vytvořila hvězdicovitá cívka 11 mající konkávně-konvexní tvar. Ve výsledku je tvorba vlnového vinutí dokončena a vinutí je vytvořeno ve tvaru před vložením do drážek. Protože se vlnové vinutí vytváří takovým způsobem, může dojít k poškození izolačního potahu vinutí apod. působením vnější síly vyvíjené na vinutí při výrobě hvězdicovité cívky 11, což může vést ke zhoršení izolační schopnosti a následně nižší spolehlivosti.

Naopak, jak je popsáno výše s odkazem na obr. 8 až obr. 10, při procesu až do vytvoření vinutí 7 fáze U podle provedení 1 není potřeba externí síla vyvíjená při vytváření hvězdicovité cívky 11 vlnového vinutí. Díky tomu je možné u vinutí 7 fáze U podle provedení 1 zabránit snížení izolační schopnosti v důsledku poškození apod. izolačního potahu vinutí. Podobně je možné u vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W podle provedení 1 zabránit snížení izolační schopnosti v důsledku poškození apod. izolačního potahu vinutí. Jinými slovy je možné zabránit snížení spolehlivosti statoru 20 a elektrického motoru používajícího stator 20.

S odkazem zpět na obr. 10, jak je popsáno výše, obr. 10 ilustruje stav, v němž je tvorba vinutí vnějších obvodových cívek 3 a vnitřních obvodových cívek 4 vinutí 7 fáze U dokončena a vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 7 fáze U jsou uspořádány na pozicích předtím, než se vloží do drážek 1c. Poté, co se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 7 fáze U uspořádají, jak je znázorněno na obr. 10, vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 se zasunou do drážek 1c pomocí vkládacího stahovače 14 přípravku pro vkládání cívek vyobrazeného na obr. 10. Konkrétněji se jádro 1 statoru nejprve uspořádá nad vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4. Potom se vkládací stahovač 14 uspořádaný pod vnějšími obvodovými cívkami 3 a vnitřními obvodovými cívkami 4 postupně zvedá, aby se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vytlačily nahoru. Ve výsledku se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 zasunou do drážek 1c. Když se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 tlačí nahoru, zatímco jsou část vkládacích čepelí 13 nebo všechny vkládací čepele 13 upevněny k vkládacímu stahovači 14, mohou se vkládací čepele 13 pohybovat společně s vkládacím stahovačem 14.

Obr. 12 je vysvětlující diagram k objasnění procesu vytváření soustředného vinutí podle dosavadního stavu techniky. V soustředném vinutí podle dosavadního stavu techniky umístěném ve statoru, který obsahuje 18 drážek, tři fáze a šest pólů, obsahuje vinutí každé z fází tři cívky 12. Obr. 12 znázorňuje tři cívky 12 vinutí fáze U soustředného vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Když se vinutí fáze U soustředného vinutí podle dosavadního stavu techniky vkládá do drážek jádra statoru, elektrický drát se nejprve ovine kolem neznázorněné kostry cívky do podoby tří cívek 12. Následně, jak je vyobrazeno na obr. 12, se cívky 12 zasunou do mezer mezi vkládacími čepelemi 13 uspořádanými v prstencovitém tvaru. Následně se cívky 12 zatlačí nahoru pomocí neznázorněného vkládacího stahovače 14 tak, že se cívky 12 zasunou do drážek. Jak je popsáno výše, vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W statoru 20 podle provedení 1 se mohou zasunout do drážek 1c jádra 1 statoru za pomoci přípravku pro vkládání cívek používaného podle dosavadního stavu techniky.

Když se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 7 fáze U zasunou do drážek 1c způsobem popsaným výše s odkazem na obr. 8 až obr. 10, a vytvoří se konce cívek vinutí 7 fáze U v prstencovitém tvaru, získá se stator vyobrazený na obr. 5. Když se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 8 fáze V zasunou do drážek 1c, jak bylo popsáno výše, v tomto stavu, a konce cívek vinutí 8 fáze V se vytvoří v prstencovitém tvaru, získá se stator vyobrazený na obr. 6. Dále, když se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vinutí 9 fáze W zasunou do drážek 1c, jak je

popsáno výše, v tomto stavu, a konce cívek vinutí 9 fáze W se vytvoří v prstencovitém tvaru, získá se stator vyobrazený na obr. 7. Je třeba poznamenat, že alespoň dvě z vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W se mohou zasunout do drážek 1c zároveň, a konce cívek těchto vinutí se mohou vytvořit v prstencovitém tvaru.

Obr. 13 je půdorysný pohled na stator podle provedení 1 předkládaného vynálezu. Obr. 14 je půdorysný pohled na stator používající soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky. Jak je znázorněno na obr. 14, ve statoru používajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky je šířka každé cívky vinutí každé fáze v rovinném pohledu definovaná jako L. Jinými slovy je ve statoru používajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky průměr každé cívky vinutí každé fáze definován jako L. V tomto případě je ve statoru používajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky šířka každého konce cívky vinutí každé fáze v rovinném pohledu rovněž L. Navíc ve statoru používajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky se konce cívek vinutí až dvou fází překrývají v radiálním směru jádra statoru. Proto je ve statoru používajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky maximální šířka každého konce cívky v rovinném pohledu 2L.

Naopak ve statoru 20 podle provedení 1 je počet cívek vinutí každé fáze dvojnásobný oproti počtu cívek podle dosavadního stavu techniky. V souladu s tím je ve statoru 20 podle provedení 1 počet vinutí každé cívky vinutí každé fáze poloviční ve srovnání s počtem vinutí podle dosavadního stavu techniky, a šířka každé cívky vinutí každé fáze v rovinném pohledu je L/2. Proto je v případě, v němž je ve statoru 20 podle provedení 1 délka každé cívky vinutí každé fáze v axiálním směru jádra 1 statoru provedena tak, aby se rovnala délce podle dosavadního stavu techniky, šířka každého konce cívky vinutí každé fáze v rovinném pohledu L/2. Navíc se ve statoru 20 podle provedení 1 konce cívek vinutí tří fází překrývají v radiálním směru jádra 1 statoru. Proto je ve statoru 20 podle provedení 1 celková šířka konců cívek v rovinném pohledu 3L/2. Jak je popsáno výše, ve statoru 20 podle provedení 1 je možné konce cívek zmenšit ve srovnání se statorem využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky. To znamená, že u statoru 20 podle provedení 1 je možné snížit hodnotu odporu vinutí ve srovnání se statorem využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky. Jinými slovy je u statoru 20 podle provedení 1 možné realizovat snížení velikosti a vysoký výkon elektrického motoru ve srovnání se statorem, který využívá soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Je třeba poznamenat, že případ, kdy je délka každé cívky vinutí každé fáze v axiálním směru jádra 1 statoru provedena tak, aby se rovnala délce podle dosavadního stavu techniky, popisuje případ, v němž se konce cívek vnějších obvodových cívek 3 a konce cívek vnitřních obvodových cívek 4 překrývají v axiálním směru jádra 1 statoru, a délka konců cívek vinutí každé fáze v axiálním směru jádra 1 statoru je nastavena na L.

Jak bylo popsáno výše, stator 20 podle provedení 1 obsahuje jádro 1 statoru, které má tvar dutého válce a obsahuje množinu drážek 1c uspořádaných na vnitřním obvodu v předepsaných rozestupech v obvodovém směru, a rozložená soustředná vinutí navinutá skrz drážky 1c. Dále je u statoru 20 podle provedení 1 počet drážek na jeden pól a fázi jedna, a vinutí každé fáze obsahuje stejný počet cívek, jako je počet pólů. Polovina cívek vinutí každé fáze jsou vnější obvodové cívky 3 a jsou uspořádané na vnější obvodové straně vnitřních obvodových cívek 4, jež jsou zbývající polovinou cívek vinutí každé fáze. Dále jsou vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 uspořádané střídavě v obvodovém směru jádra 1 statoru. Při pohledu na jednu z vnějších obvodových cívek 3 a jednu z vnitřních obvodových cívek 4 přilehlých k sobě navzájem je část vnější obvodové cívky 3 a část vnitřní obvodové cívky 4 uložena ve stejné drážce 1c, a konce cívek tvořících vinutí každé fáze jsou uspořádané v prstencovitém tvaru.

Stator 20 podle provedení 1 obsahuje rozložená vinutí. Když jsou cívky vinutí každé fáze uspořádané jako u statoru 20 podle provedení 1, je možné konce cívek zmenšit a lze snížit obvodovou délku cívek. To umožňuje snížit hodnotu odporu vinutí. Použití statoru 20 podle provedení 1 tedy umožňuje realizovat zmenšení velikosti a vysoký výkon elektrického motoru. Dále je vinutí statoru 20 podle provedení 1 soustředné vinutí. Při vytváření soustředného vinutí není externí síla vyvíjená při vytváření hvězdicovité cívky vlnového vinutí potřeba. V souladu s tím, použití statoru 20 podle provedení 1

předkládaného vynálezu umožňuje zabránit snížení spolehlivosti elektrického motoru.

Dále je možné ve statoru 20 podle provedení 1 konce cívek zmenšit ve srovnání se statorem využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky. Díky tomu je možné snížit množství použitého elektrického drátu. Stator 20 podle provedení 1 tedy lze vyrobit při nižších nákladech ve srovnání se statorem využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky.

Dále, protože stator 20 podle provedení 1 využívá soustředné vinutí, je možné stator 20 podle provedení 1 vyrobit při nízkých nákladech ve srovnání se statorem využívajícím vlnové vinutí nebo smyčkové vinutí, při zachování výhody vlnového vinutí, jež umožňuje snížení obvodové délky cívek, a výhody smyčkového vinutí, jež umožňuje snížení velikosti konců cívek. Konkrétněji je k vytvoření vlnového vinutí potřeba proces vytvoření hvězdicovité cívky 11 navíc k procesu navinutí elektrického drátu do podoby prstencovité cívky 10, jak bylo popsáno výše. To vede ke zvětšení velikosti navíjecího zařízení pro výrobu vlnového vinutí a ke zvětšení obsazenosti výrobních prostor navíjecím zařízením. Kromě toho má přípravek tvořící hvězdicovitou cívku 11 komplikovanou konstrukci. Proto, když se bude vyrábět stator mající odlišný počet drážek, práce na výměně množství přípravků pro vytváření konkávně-konvexních částí hvězdicovité cívky 11 nebo jiné práce nejsou snadné. Proto je stator využívající vlnové vinutí drahý.

Při výrobě smyčkového vinutí je vyžadován proces rozdělení navíjecí jednotky, v níž se elektrický drát navíjí do spirálového tvaru, podle každého předem stanoveného navíjeného množství. Dále je k vytváření smyčkového vinutí potřeba pravidelně umístit dvě cívky vkládané do stejných drážek jádra statoru na vnější obvod a vnitřní obvod. Proto je potřeba upevnit cívky k přípravku pro vkládání cívek v pravidelném uspořádání podobném uspořádání cívek. Polohy cívek, když se cívky upevňují k přípravku pro vkládání cívek, se korigují manuálně nebo pomocí drahého navíjecího zařízení opatřeného korekčním mechanismem majícím komplikovanou konstrukci. Proto je stator využívající smyčkové vinutí drahý.

Naopak stator 20 podle provedení 1 je možné vytvořit za použití zařízení podle dosavadního stavu techniky a přípravků pro soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky tak, jak jsou. Dále má samotný přípravek používaný k vytváření soustředného vinutí jednoduchou konstrukci. Navíc je možné se vypořádat s odlišným tvarem jádra 1 statoru a změnou počtu drážek 1c výměnou levného přípravku majícího jednoduchou konstrukci, jako je výše popsaný přípravek pro vkládání cívek. Navíjecí zařízení se vyznačuje univerzálností umožňující aplikovatelnost na velký počet modelů. Protože stator 20 podle provedení 1 využívá soustředné vinutí, je možné stator 20 podle provedení 1 vyrobit při nízkých nákladech ve srovnání se statorem využívajícím vlnové vinutí nebo smyčkové vinutí, při zachování výhody vlnového vinutí, jež umožňuje snížení obvodové délky cívek, a výhody smyčkového vinutí, jež umožňuje snížení velikosti konců cívek.

Provedení 2

Provedení 2 představuje příklad konstrukce připojení drátů cívek statoru 20 popsaného v provedení 1. Je třeba poznamenat, že v provedení 2 jsou položky, které nejsou konkrétně popsány, podobné položkám provedení 1, a funkce a konfigurace stejné jako funkce a konfigurace v provedení 1 jsou označeny stejnými vztahovými značkami.

Obr. 15 je diagram ilustrující příklad konstrukce spojení drátů statoru podle provedení 2 předkládaného vynálezu. Jak je vyobrazeno na obr. 1 a obr. 4, v případě, kdy počet drážek 1c je 18, každé z vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W obsahuje tři vnější obvodové cívky 3 a tři vnitřní obvodové cívky 4. Jak je znázorněno na obr. 15, každá z vnějších obvodových cívek 3 každé fáze je připojena k sousední vnější obvodové cívce 3 pomocí propojovacího drátu 3f. Jinými slovy jsou vnější obvodové cívky 3 každé fáze zapojeny v sérii za pomoci propojovacích drátů 3f. Konkrétněji jsou mezi vnějšími obvodovými cívkami 3 každé fáze přívodní drát první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát druhé vnější obvodové cívky 3b spojeny propojovacím drátem 3f. Mezi vnějšími obvodovými cívkami 3 každé fáze jsou přívodní drát druhé vnější obvodové cívky 3b a přívodní drát třetí vnější obvodové cívky 3c

spojeny propojovacím drátem 3f.

Dále, jak je znázorněno na obr. 15, každá z vnitřních obvodových cívek 4 každé fáze je připojena k sousední vnitřní obvodové cívce 4 pomocí propojovacího drátu 4f. Jinými slovy jsou vnitřní obvodové cívky 4 každé fáze zapojeny v sérii za pomoci propojovacích drátů 4f. Konkrétněji jsou mezi vnitřními obvodovými cívkami 4 každé fáze přívodní drát první vnitřní obvodové cívky 4a a přívodní drát druhé vnitřní obvodové cívky 4b spojeny propojovacím drátem 4f. Mezi vnitřními obvodovými cívkami 4 každé fáze jsou přívodní drát druhé vnitřní obvodové cívky 4b a přívodní drát třetí vnitřní obvodové cívky 4c spojeny propojovacím drátem 4f.

Dále jsou přívodní dráty 3e třetích vnějších obvodových cívek 3c příslušných fází zkratovány tak, aby vytvořily nulový bod 15a. Přívodní dráty 4d prvních vnitřních obvodových cívek 4a příslušných fází jsou zkratovány tak, aby vytvořily nulový bod 15b. V provedení 2 jsou přívodními dráty 3e třetích vnějších obvodových cívek 3c přívodní dráty na konci vinutí třetích vnějších obvodových cívek 3c. Přívodními dráty 4d prvních vnitřních obvodových cívek 4a jsou přívodní dráty na začátku vinutí prvních vnitřních obvodových cívek 4a.

Dále jsou přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c každé fáze zkratované a zkratovaný bod je připojen k napájení přívodním drátem 16. Konkrétněji jsou ve vinutí 7 fáze U přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c zkratované, a zkratovaný bod je připojen k napájení přívodním drátem 16a fáze U. Ve vinutí 8 fáze V jsou přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c zkratované, a zkratovaný bod je připojen k napájení přívodním drátem 16b fáze V. Ve vinutí 9 fáze W jsou přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c zkratované, a zkratovaný bod je připojen k napájení přívodním drátem 16c fáze W. V provedení 2 jsou přívodními dráty 3d prvních vnějších obvodových cívek 3a přívodní dráty na začátku vinutí prvních vnějších obvodových cívek 3a. Přívodními dráty 4e třetích vnitřních obvodových cívek 4c jsou přívodní dráty na konci vinutí třetích vnitřních obvodových cívek 4c.

Jak bylo popsáno výše, cívky statoru 20 podle provedení 2 jsou uspořádané do třífázové struktury zapojení do hvězdy za použití dvou paralelních obvodů. Třífázová struktura zapojení do hvězdy za použití dvou paralelních obvodů se rovněž zapisuje jako struktura zapojení 2//Y.

Jak je znázorněno na obr. 12, v soustředném vinutí podle dosavadního stavu techniky umístěném ve statoru, který obsahuje 18 drážek, tři fáze a šest pólů, obsahuje vinutí každé z fází lichý počet cívek, konkrétně tři cívky. Proto jsou ve statoru využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky cívky uspořádané ve struktuře zapojení do hvězdy, v níž jsou cívky každé fáze zapojeny v sérii, nebo ve třífázové struktuře zapojení do hvězdy pomocí tří paralelních obvodů, v nichž jsou cívky každé fáze zapojeny paralelně. Třífázová struktura zapojení do hvězdy za použití tří paralelních obvodů se rovněž zapisuje jako struktura zapojení 3//Y. Jinými slovy ve statoru využívajícím soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky má struktura zapojení drátů cívek pouze dvě možnosti.

Naopak ve statoru 20 podle provedení 2 obsahuje vinutí každé z fází sudý počet cívek, konkrétně šest cívek. Proto může stator 20 podle provedení 2 využít strukturu zapojení 2//Y, jak je popsána výše, navíc ke struktuře zapojení drátů statoru využívajícího soustředné vinutí podle dosavadního stavu techniky. V souladu s tím může stator 20 nakonfigurovaný jako v provedení 2 realizovat účinek zvýšení počtu možností struktury zapojení drátů cívek a zvýšení stupňů volnosti konstrukčního návrhu, navíc k účinkům popsaným v provedení 1.

Provedení 3

V provedení 3 je při vytváření vinutí množiny vnějších obvodových cívek 3 každé fáze popsán způsob vytváření množiny vnějších obvodových cívek 3 bez oddělení vnějších obvodových cívek 3 tak, aby se propojovací dráty 3f vytvořily pomocí elektrického drátu při vytváření vinutí. Podobně je v provedení 3 při vytváření vinutí množiny vnitřních obvodových cívek 4 každé fáze popsán způsob vytváření

množiny vnitřních obvodových cívek 4 bez oddělení vnitřních obvodových cívek 4 tak, aby se propojovací dráty 4f vytvořily pomocí elektrického drátu při vytváření vinutí. Dále je v provedení 3 popsáno výhodné uspořádání přívodních drátů vnějších obvodových cívek 3 a vnitřních obvodových cívek 4 připojených k napájení. Je třeba poznamenat, že v provedení 3 jsou položky, které nejsou konkrétně popsány, podobné položkám v provedení 1 nebo provedení 2, a funkce a konfigurace stejné jako funkce a konfigurace v provedení 1 nebo provedení 2 jsou označeny stejnými vztahovými značkami.

Obr. 16 je perspektivní pohled k objasnění jednoho příkladu statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu ilustrující jádro statoru a část vinutí. V provedení 3 je vinutí znázorněné na obr. 16 vinutí 7 fáze U. Jak je znázorněno na obr. 16, první vnější obvodová cívka 3a a druhá vnější obvodová cívka 3b jsou spojeny propojovacím drátem 3f. Druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c jsou spojeny propojovacím drátem 3f. Tyto propojovací dráty 3f jsou vytvořeny průběžným vytvářením cívek bez odříznutí elektrického drátu mezi cívkami, když se první vnější obvodová cívka 3a, druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c vytvářejí navinutím.

Podobně jsou první vnitřní obvodová cívka 4a a druhá vnitřní obvodová cívka 4b spojeny propojovacím drátem 4f. Druhá vnitřní obvodová cívka 4b a třetí vnitřní obvodová cívka 4c jsou spojeny propojovacím drátem 4f. Tyto propojovací dráty 4f jsou vytvořeny průběžným vytvářením cívek bez odříznutí elektrického drátu mezi cívkami, když se první vnitřní obvodová cívka 4a, druhá vnitřní obvodová cívka 4b a třetí vnitřní obvodová cívka 4c vytvářejí navinutím.

Konkrétněji se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 vytvářejí navinutím následujícím způsobem.

Obr. 17 až obr 19. jsou perspektivní pohledy k objasnění procesu navíjení vinutí fáze U statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu. Proces navíjení vinutí 8 fáze V a proces navíjení vinutí 9 fáze W jsou vždy podobné procesu navíjení vinutí 7 fáze U.

Jak je znázorněno na obr. 17, první vnitřní obvodová cívka 4a se vytvoří navinutím elektrického drátu kolem neznázorněné kostry cívky, přičemž se část elektrického drátu ponechá jako přívodní drát 4d. Následně se první vnitřní obvodová cívka 4a zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Dále se neznázorněná kostra cívky otočí kolem množiny vkládacích čepelí 13 uspořádaných v prstencovitém tvaru. Elektrický drát se potom navine kolem neznázorněné kostry cívky, aniž by se elektrický drát odřízl po vytvoření první vnitřní obvodové cívky 4a, aby se vytvořila druhá vnitřní obvodová cívka 4b. Následně se druhá vnitřní obvodová cívka 4b zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Dále se neznázorněná kostra cívky otočí kolem množiny vkládacích čepelí 13 uspořádaných v prstencovitém tvaru. Elektrický drát se potom navine kolem neznázorněné kostry cívky, aniž by se elektrický drát odřízl po vytvoření druhé vnitřní obvodové cívky 4b, aby se vytvořila třetí vnitřní obvodová cívka 4c. Následně se třetí vnitřní obvodová cívka 4c zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Nakonec se poté, co se třetí vnitřní obvodová cívka 4c zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13, elektrický drát odřízne, přičemž se ponechá část elektrického drátu jako přívodní drát 4e.

Následně se, jak je znázorněno na obr. 18 a obr. 19 navinutím vytvoří první vnější obvodová cívka 3a, druhá vnější obvodová cívka 3b a třetí vnější obvodová cívka 3c, jež se vloží do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Konkrétněji se první vnější obvodová cívka 3a vytvoří navinutím elektrického drátu kolem neznázorněné kostry cívky, přičemž se část elektrického drátu ponechá jako přívodní drát 3d. Následně se první vnější obvodová cívka 3a zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Dále se neznázorněná kostra cívky otočí kolem množiny vkládacích čepelí 13 uspořádaných v prstencovitém tvaru. Elektrický drát se potom navine kolem neznázorněné kostry cívky, aniž by se elektrický drát odřízl po vytvoření první vnější obvodové cívky 3a, aby se vytvořila druhá vnější obvodová cívka 3b. Následně se druhá vnější obvodová cívka 3b zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Dále se neznázorněná kostra cívky otočí kolem množiny vkládacích čepelí 13 uspořádaných v prstencovitém tvaru. Elektrický drát se potom navine kolem neznázorněné kostry cívky, aniž by se elektrický drát odřízl po vytvoření druhé vnější obvodové cívky 3b, aby se vytvořila třetí vnější obvodová cívka 3c. Následně se třetí vnější

obvodová cívka 3c zasune do mezery mezi vkládacími čepelemi 13. Nakonec se poté, co se třetí vnější obvodová cívka 3c zasune do mezery mezi vkládacími čepelemi 13, elektrický drát odřízne, přičemž se ponechá část elektrického drátu jako přívodní drát 3e. Ve výsledku jsou vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 uspořádány, jak je znázorněno na obr. 19.

Obr. 18 znázorňuje stav, v němž po vytvoření vinutí první vnější obvodové cívky 3a, druhé vnější obvodové cívky 3b a třetí vnější obvodové cívky 3c tyto cívky nejsou zasunuty do mezer mezi vkládacími čepelemi 13. Obr. 18 znázorňuje koncepční vyobrazení po vytvoření vinutí první vnější obvodové cívky 3a, druhé vnější obvodové cívky 3b a třetí vnější obvodové cívky 3c. Jak je popsáno výše, ve skutečnosti se po vytvoření vinutí jedné cívky každá z druhé vnější obvodové cívky 3b a třetí vnější obvodové cívky 3c zasune do mezer mezi vkládacími čepelemi 13.

Poté, co se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 uspořádají, jak je znázorněno na obr. 19, vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 se zasunou do drážek 1c způsobem popsaným v provedení 1. Ve výsledku se získá stator 20 znázorněný na obr. 16. Na obr. 16 se přívodní drát 3d vnější obvodové cívky 3 a přívodní drát 4e vnitřní obvodové cívky 4 uspořádají do stejné drážky 1c.

Fáze vnějších obvodových cívek 3 k vnitřním obvodovým cívkám 4 se mohou změnit z fází vyobrazených na obr. 16, s osou jádra 1 statoru jako středem otáčení.

Obr. 20 je perspektivní pohled k objasnění dalšího příkladu statoru podle provedení 3 předkládaného vynálezu, ilustrující jádro statoru a vinutí fáze U.

Ve statoru 20 vyobrazeném na obr. 16 je druhá vnější obvodová cívka 3b uspořádaná mezi první vnitřní obvodovou cívkou 4a a druhou vnitřní obvodovou cívkou 4b. Naopak ve statoru 20 vyobrazeném na obr. 20 je první vnější obvodová cívka 3a uspořádaná mezi první vnitřní obvodovou cívkou 4a a druhou vnitřní obvodovou cívkou 4b. Takové vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 se vytvoří navinutím následujícím způsobem.

Obr. 21 a obr. 22 jsou perspektivní pohledy k objasnění procesu navíjení vinutí fáze U statoru vyobrazeného na obr. 20.

Proces navíjení vinutí 8 fáze V a proces navíjení vinutí 9 fáze W jsou vždy podobné procesu navíjení vinutí 7 fáze U.

Vytváření vinutí vnějších obvodových cívek 3 a vnitřních obvodových cívek 4 vinutí 7 fáze U statoru 20 vyobrazeného na obr. 20 se provádí podobně jako proces vyobrazený na obr. 17 až obr. 19 s výjimkou poloh uspořádání vnějších obvodových cívek 3 vzhledem k vnitřním obvodovým cívkám 4. Konkrétněji je při procesu vyobrazeném na obr. 17 až obr. 19 druhá vnější obvodová cívka 3b uspořádaná mezi první vnitřní obvodovou cívkou 4a a druhou vnitřní obvodovou cívkou 4b. Naopak, jak je znázorněno na obr. 21 a obr. 22, je při procesu navíjení vnějších obvodových cívek 3 vinutí 7 fáze U statoru vyobrazeného na obr. 20 první vnější obvodová cívka 3a uspořádaná mezi první vnitřní obvodovou cívkou 4a a druhou vnitřní obvodovou cívkou 4b.

Poté, co se vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 uspořádají, jak je znázorněno na obr. 22, vnější obvodové cívky 3 a vnitřní obvodové cívky 4 se zasunou do drážek 1c způsobem popsaným v provedení 1. Ve výsledku se získá stator 20 znázorněný na obr. 20. Na obr. 20 se přívodní drát 3e vnější obvodové cívky 3 a přívodní drát 4d vnitřní obvodové cívky 4 uspořádají do stejné drážky 1c.

Když jsou přívodní drát vnější obvodové cívky 3 a přívodní drát vnitřní obvodové cívky 4 uspořádané ve stejné drážce 1c jako u statoru 20 podle provedení 3, lze dosáhnout následujících účinků.

Ve statoru 20 vyobrazeném na obr. 16 je přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a, který je uspořádaný ve stejné drážce 1c jako přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c, uspořádaný v koncové části 3g na straně třetí vnitřní obvodové cívky 4c koncové části první vnější obvodové cívky

3a v radiálním směru jádra 1 statoru. Dále je přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c, který je uspořádaný ve stejné drážce 1c jako přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a, uspořádaný v koncové části 4g na straně první vnější obvodové cívky 3a koncové části třetí vnitřní obvodové cívky 4c v radiálním směru jádra 1 statoru.

V případě, kdy jsou cívky statoru 20 vyobrazeného na obr. 16 zapojeny, jak je znázorněno na obr. 15, jsou zapojovací práce proveditelné tak, že se přívodní drát 3d první vnější obvodové cívky 3a a přívodní drát 4e třetí vnitřní obvodové cívky 4c stejné fáze považuje za jeden přívodní drát. Díky tomu je možné vypustit zapojovací práce pro přívodní drát 3d a přívodní drát 4e a izolační část používanou ve spojovací části mezi přívodním drátem 3d a přívodním drátem 4e. Proto se v případě, kdy jsou cívky statoru 20 vyobrazeného na obr. 16 zapojeny, jak je znázorněno na obr. 15, usnadňují práce při montáži statoru 20, a stator 20 lze vyrobit při nízkých nákladech.

Ve statoru 20 vyobrazeném na obr. 20 je přívodní drát 3e třetí vnější obvodové cívky 3c, který je uspořádaný ve stejné drážce 1c jako přívodní drát 4d první vnitřní obvodové cívky 4a, uspořádaný v koncové části 3h na straně protilehlé k první vnitřní obvodové cívce 4a koncové části třetí vnější obvodové cívky 3c v radiálním směru jádra 1 statoru. Dále je přívodní drát 4d první vnitřní obvodové cívky 4a, který je uspořádaný ve stejné drážce 1c jako přívodní drát 3e třetí vnější obvodové cívky 3c, uspořádaný v koncové části 4h na straně protilehlé k třetí vnější obvodové cívce 3c koncové části první vnitřní obvodové cívky 4a v radiálním směru jádra 1 statoru.

Obr. 23 je diagram ilustrující příklad konstrukce spojení drátů statoru vyobrazeného na obr. 20. V případě, kdy je proudová kapacita elektrického motoru velká, nebo v jiných případech, je někdy množství cívek tvořících každou fázi připojeno k napájení pomocí množiny přívodních drátů. Například existuje případ, kdy jsou cívky statoru 20 vyobrazeného na obr. 10 zapojeny, jak je znázorněno na obr. 23. Konkrétněji existuje případ, kdy jsou přívodní drát 3e třetí vnější obvodové cívky 3c a přívodní drát 4d první vnitřní obvodové cívky 4a stejné fáze připojeny k napájení různými přívodními dráty 16. V takovém případě, když je stator 20 nakonfigurovaný tak, jak je znázorněno na obr. 20, jsou přívodní drát 3e a přívodní drát 4d zřetelně odlišeny od sebe. To umožňuje zabránit připojení nesprávných přívodních drátů 16 k přívodnímu drátu 3e a přívodnímu drátu 4d, a usnadňuje připojení správných přívodních drátů 16 k přívodnímu drátu 3e a přívodnímu drátu 4d.

Proto se v případě, kdy jsou cívky statoru 20 vyobrazeného na obr. 20 zapojeny, jak je znázorněno na obr. 20, usnadňují práce při montáži statoru 20 a stator 20 lze vyrobit při nízkých nákladech. Dále je v případě, kdy jsou cívky statoru 20 vyobrazeného na obr. 20 zapojeny, jak je znázorněno na obr. 23, možné zlepšit spolehlivost statoru 20. Přitom se v případě, kdy jsou vnější obvodové cívky 3 vytvořeny z elektrického drátu majícího průměr odlišný od průměru elektrického drátu tvořícího vnitřní obvodové cívky 4, dodává do vnějších obvodových cívek 3 a vnitřních obvodových cívek 4 proud různé velikosti. Proto je usnadnění připojení správných přívodních drátů 16 k přívodnímu drátu 3e a přívodnímu drátu 4d obzvláště užitečné v případě, kdy jsou vnější obvodové cívky 3 vyrobeny z elektrického drátu majícího průměr odlišný od průměru elektrického drátu tvořícího vnitřní obvodové cívky 4.

Provedení 4

V provedení 4 je popsán příklad elektrického motoru používajícího stator 20 popsaný v kterýchkoli z provedení 1 až 3. Je třeba poznamenat, že v provedení 4 jsou položky, které nejsou konkrétně popsány, podobné položkám v kterémkoli z provedení 1 až 3, a funkce a konfigurace stejné jako funkce a konfigurace v kterémkoli z provedení 1 až 3 jsou označeny stejnými vztahovými značkami.

Obr. 24 je pohled v řezu znázorňující příklad elektrického motoru podle provedení 4 předkládaného vynálezu. Obr. 24 je pohled na elektrický motor 30 v řezu vedeném na virtuální rovině rovnoběžné se středem otáčení rotoru 31.

Elektrický motor 30 obsahuje stator 20 popsaný v kterémkoli z provedení 1 až 3, a rotor uspořádaný rotačně na vnitřním obvodu statoru 20. Ve středu rotoru 31 podél středu otáčení rotoru 31 je vytvořen

průchozí otvor 31a, v němž je upevněna výstupní hřídel. Elektrickým motorem 30 je například synchronní elektrický motor, v němž rotor 31 obsahuje permanentní magnet. Když proud prochází každým z vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W statoru 20, vytváří se magnetické pole a na rotoru 31 je magnetickým polem vytvářen točivý moment. Ve výsledku se rotor 31 otáčí.

Jak bylo popsáno výše, elektrický motor 30 podle provedení 4 obsahuje stator 20 popsaný v kterémkoli z provedení 1 až 3. Proto je u elektrického motoru 30 možné realizovat zmenšení velikosti a vysoký výkon, a je možné zabránit snížení spolehlivosti.

Provedení 5

V provedení 5 je popsán příklad kompresoru používajícího elektrický motor 30 popsaný v provedení 4. Je třeba poznamenat, že v provedení 5 jsou položky, které nejsou konkrétně popsány, podobné položkám v kterémkoli z provedení 1 až 4, a funkce a konfigurace stejné jako funkce a konfigurace v kterémkoli z provedení 1 až 4 jsou označeny stejnými vztahovými značkami.

Obr. 25 je pohled ve vertikálním řezu znázorňující příklad kompresoru podle provedení 5 předkládaného vynálezu. Kompresor 40 obsahuje elektrický motor 30 popsaný v provedení 4 a kompresní mechanismus 41. Elektrický motor 30 a kompresní mechanismus 41 jsou spojeny pohonnou hřídelí 42 upevněnou k rotoru 31. Pohonná hřídel 42 je výstupní hřídel upevněná k průchozímu otvoru 31a rotoru 31 vyobrazeného na obr. 24. Kompresor 40 dále obsahuje utěsněnou nádobu 43. V utěsněné nádobě 43 jsou uloženy elektrický motor 30, kompresní mechanismus 41 a pohonná hřídel 42.

Když proud prochází každým z vinutí 7 fáze U, vinutí 8 fáze V a vinutí 9 fáze W statoru 20, vytváří se magnetické pole a na rotoru 31 je magnetickým polem vytvářen točivý moment. Ve výsledku se rotor 31 otáčí. Pohonná síla elektrického motoru 30 se přenáší na kompresní mechanismus 41 prostřednictvím pohonné hřídele 42, která je upevněna k rotoru 31 a otáčí se společně s rotorem 31. Dále kompresní mechanismus 41 nasává chladivo dovnitř působením pohonné síly elektrického motoru 30, a nasáté chladivo stlačuje. Konkrétněji, když se pohonná síla elektrického motoru 30 přenáší na kompresní mechanismus 41, chladivo je nasáváno do kompresního mechanismu 41 sací trubkou 44. Následně je nasáté chladivo stlačeno kompresním mechanismem 41, a potom vypuštěno z kompresního mechanismu 41 do utěsněné nádoby 43. Vypuštěné chladivo prochází prostorem mezi statorem 20 a rotorem 31, a jinými prostory, a potom vyteče z vypouštěcí trubky 45 mimo kompresor 40.

Kompresní mechanismus 41 podle provedení 5 je dvojitý rotační kompresní mechanismus; nicméně typ kompresního mechanismu 41 je volitelný.

Jako kompresní mechanismus 41 je použitelný libovolný z dobře známých kompresních mechanismů, jako je jednoduchý rotační kompresní mechanismus, spirálový kompresní mechanismus a šroubový kompresní mechanismus.

Jak bylo popsáno výše, kompresor 40 podle provedení 5 obsahuje elektrický motor 30 popsaný v provedení 4. Proto je u kompresoru 40 možné realizovat zmenšení velikosti a vysoký výkon a je možné zabránit snížení spolehlivosti.

Dále, jak je znázorněno na obr. 13, je u statoru 20 elektrického motoru 30 mezera vytvořená mezi konci příslušných cívek zmenšená. Proto vytváří soubor konců cívek na straně vnitřního průměru válcovitou stěnu. Tím je zajištěn hladký průtok chladiva procházejícího prostorem mezi statorem 20 a rotorem 31. Zlepšení průtoku chladiva procházejícího prostorem mezi statorem 20 a rotorem 31 rovněž zlepšuje výkonnost kompresoru 40 podle provedení 5.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Stator, obsahující:

jádro (1) statoru mající tvar dutého válce a obsahující množinu drážek (1c) uspořádaných na vnitřním obvodu v předepsaných rozestupech v obvodovém směru; a

rozložená soustředná vinutí (7 až 9) navinutá skrz drážky (1c), **vyznačující se tím**, že

počet drážek (1c) na pól a fázi je jedna,
vinutí každé fáze obsahuje stejný počet cívek (3, 4), jako je počet pólů,

polovina cívek jsou vnější obvodové cívky (3) a jsou uspořádané na vnější obvodové straně vnitřních obvodových cívek (4), jež jsou zbývající polovinou cívek,

vnější obvodové cívky (3) a vnitřní obvodové cívky (4) jsou uspořádané střídavě v obvodovém směru,

při pohledu na jednu z vnějších obvodových cívek (3) a jednu z vnitřních obvodových cívek (4) přiléhajících navzájem k sobě je část vnější obvodové cívky a část vnitřní obvodové cívky uložena ve stejné drážce (1c), a

konce cívek (3, 4) tvořících vinutí (7-9) každé fáze jsou uspořádány v prstencovitém tvaru.

2. Stator podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnější obvodové cívky (3) a vnitřní obvodové cívky (4) jsou stejné s ohledem na počet vinutí (7-9) a na hodnotu odporu.

3. Stator podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že

vinutí (7 až 9) každé fáze obsahuje množinu vnějších obvodových cívek (3) a množinu vnitřních obvodových cívek (4),

každá z vnějších obvodových cívek (3) je připojena k sousední vnější obvodové cívce pomocí propojovacího drátu (3f, 4f), a

každá z vnitřních obvodových cívek (4) je připojena k sousední vnitřní obvodové cívce pomocí propojovacího drátu (3f, 4f).

4. Stator podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že

vnější obvodové cívky (3) mají přívodní drát (3d, 3e) a vnitřní obvodové cívky (4) mají přívodní drát (3d, 3e), a

přívodní drát (3d, 3e) vnějších obvodových cívek (3) a přívodní drát (3d, 3e) vnitřních obvodových cívek (4) jsou uspořádány ve stejné drážce (1c).

5. Stator podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že

přívodní drát (3d, 3e) vnějších obvodových cívek (3) je uspořádaný v koncové části na straně vnitřní obvodové cívky (4) koncové části vnějších obvodových cívek (3) v radiálním směru jádra (1) statoru, a

přívodní drát (3d, 3e) vnitřních obvodových cívek (4) je uspořádaný v koncové části na straně vnější obvodové cívky (3) koncové části vnitřních obvodových cívek (4) v radiálním směru.

6. Stator podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že

přívodní drát (3d, 3e) vnějších obvodových cívek (3) je uspořádaný v koncové části na straně protilehlé k vnitřním obvodovým cívkám (4) koncové části vnějších obvodových cívek (3) v radiálním směru jádra (1) statoru, a

přívodní drát (3d, 3e) vnitřních obvodových cívek (1) je uspořádaný v koncové části na straně protilehlé k vnějším obvodovým cívkám (3) koncové části vnitřních obvodových cívek (4) v radiálním směru.

7. Elektrický motor, zahrnující:

stator (20) podle kteréhokoli z nároků 1 až 6; a

rotor (31) uspořádaný na vnitřním obvodu statoru.

8. Kompresor, zahrnující:

Elektrický motor (30) podle nároku 7; a

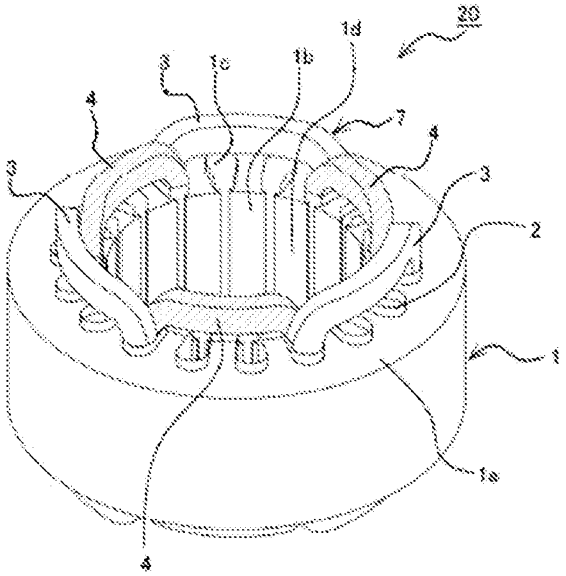
kompresní mechanismus (41) nakonfigurovaný ke stlačování chladiva pohonnou silou elektrického motoru.

13 výkresů

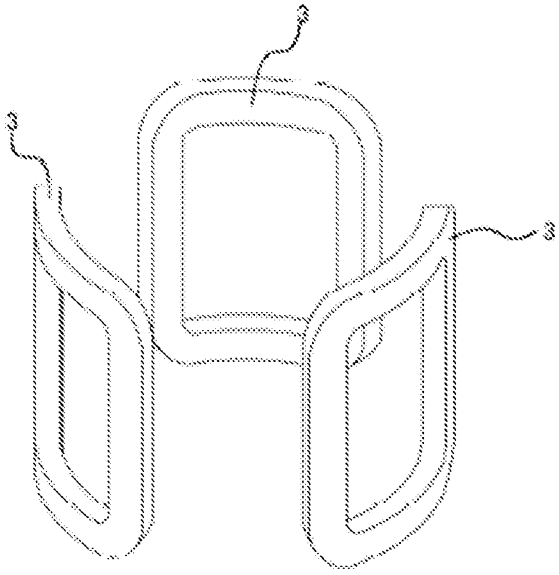
Seznam vztahových značek

1	jádro statoru
1a	zadní jho
1b	zub
1c	drážka
1d	průchozí otvor
2	drážkový povlak
3	vnější obvodová cívka
3a	první vnější obvodová cívka
3b	druhá vnější obvodová cívka
3c	třetí vnější obvodová cívka
3d	přívodní drát
3e	přívodní drát
3f	propojovací drát
3g	koncová část
3h	koncová část
4	vnitřní obvodová cívka
4a	první vnitřní obvodová cívka
4b	druhá vnitřní obvodová cívka
4c	třetí vnitřní obvodová cívka
4d	přívodní drát
4e	přívodní drát
4f	propojovací drát
4g	koncová část
4h	koncová část
7	vinutí fáze U
8	vinutí fáze V

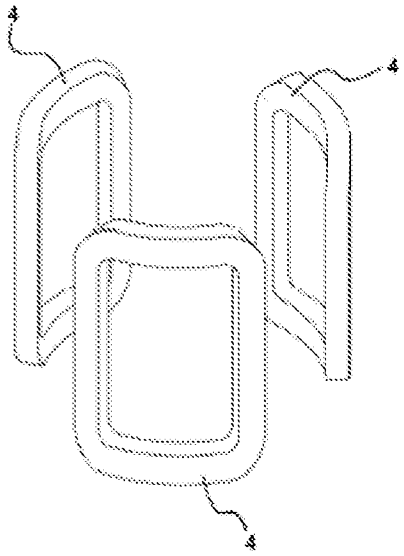
9 vinutí fáze W
10 prstencovitá cívka
11 hvězdicovitá cívka
12 cívka
13 vkládací čepel
14 vkládací stahovač
15a nulový bod
15b nulový bod
16 přívodní drát
16a přívodní drát fáze U
16b přívodní drát fáze V
16c přívodní drát fáze W
20 stator
30 elektrický motor
31 rotor
31a průchozí otvor
40 kompresor
41 kompresní mechanismus
42 pohonná hřídel
43 utěsněná nádoba
44 sací trubka
45 vypouštěcí trubka



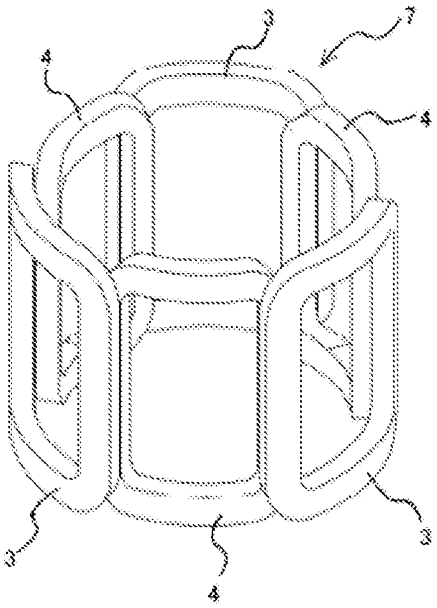
Obr. 1



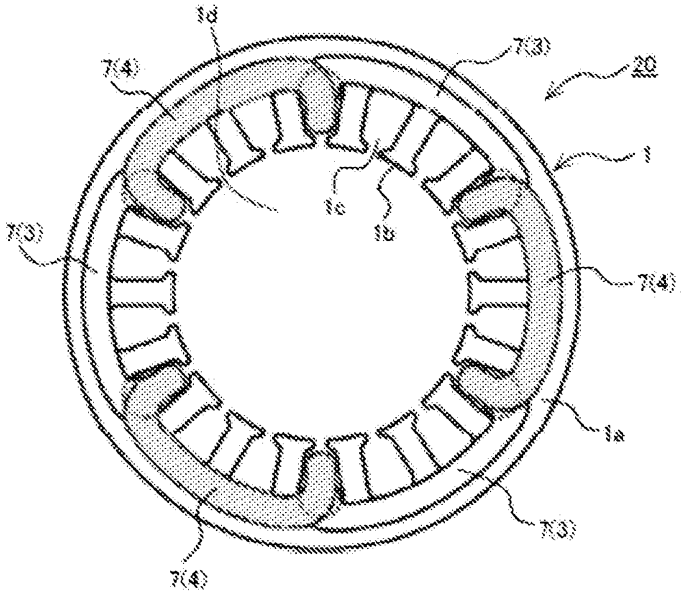
Obr. 2



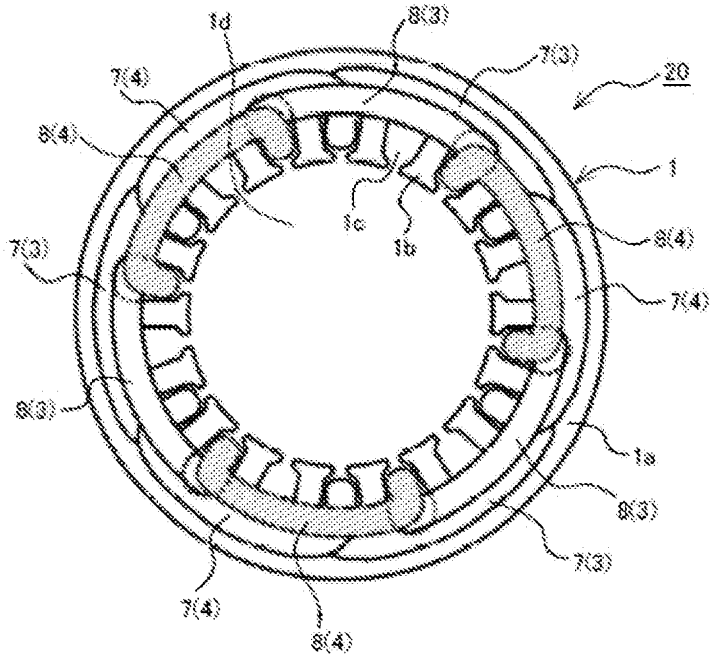
Obr. 3



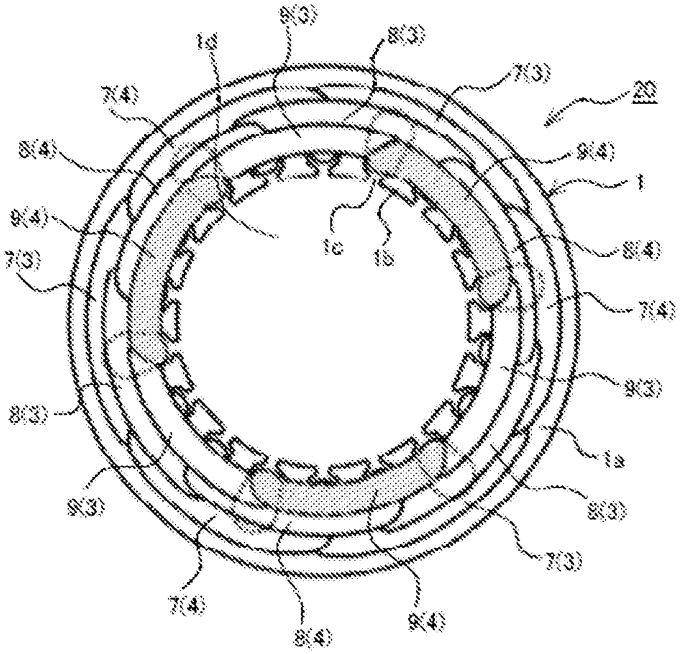
Obr. 4


1d
7(3)
20
7(4)
1
1c
1b
7(3)
7(4)
1a
7(3)
7(4)

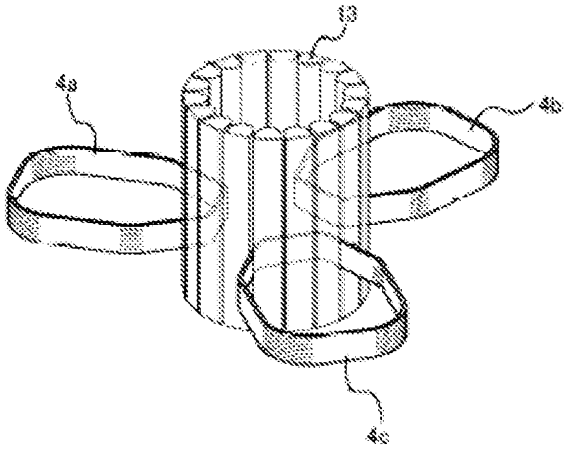
Obr. 5


1d
8(3)
7(3)
20
7(4)
8(4)
1
1c
1b
8(4)
7(3)
7(4)
8(3)
1a
8(3)
7(3)
7(4)
8(4)

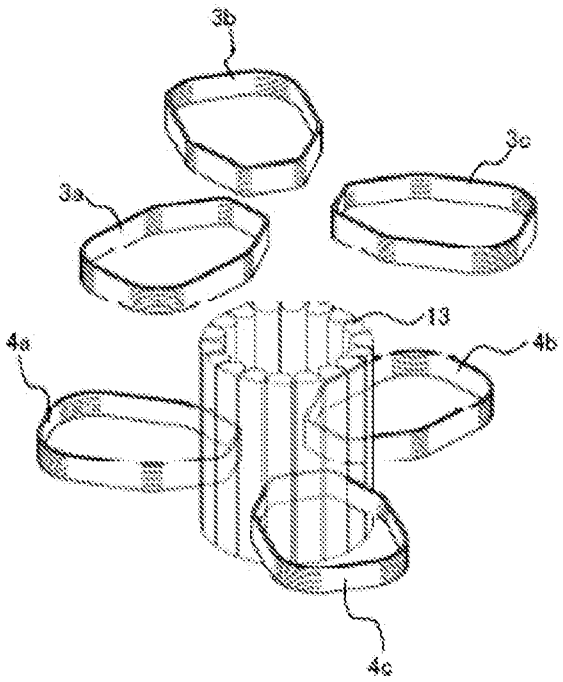
Obr. 6


8(3)
1d
8(3)
7(3)
20
7(4)
8(4)
9(4)
1
9(4)
1c
1b
8(4)
7(3)
7(4)
9(3)
8(3)
1a
9(3)
8(3)
7(3)
7(4)
8(4)
9(4)

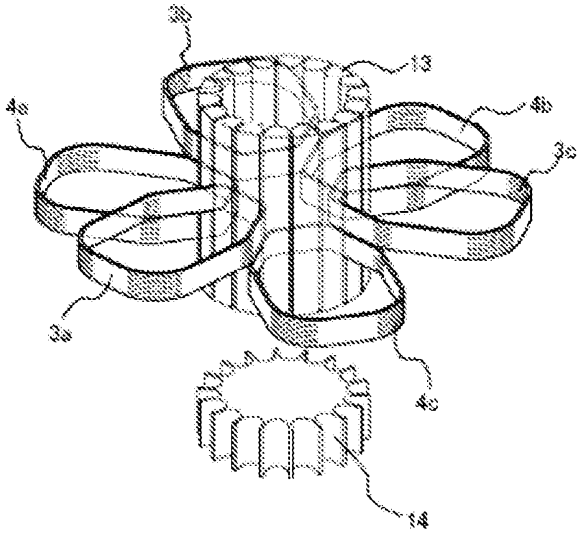
Obr. 7


3
4a
4b
4c

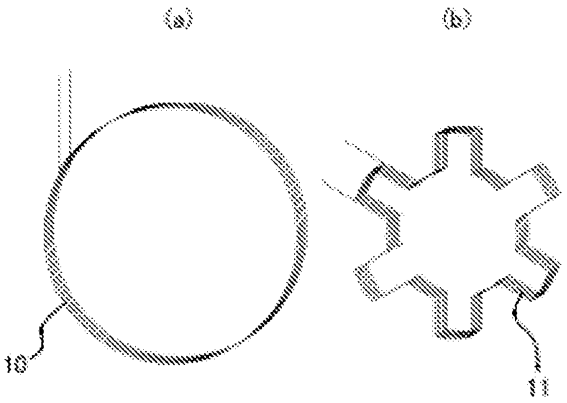
Obr. 8



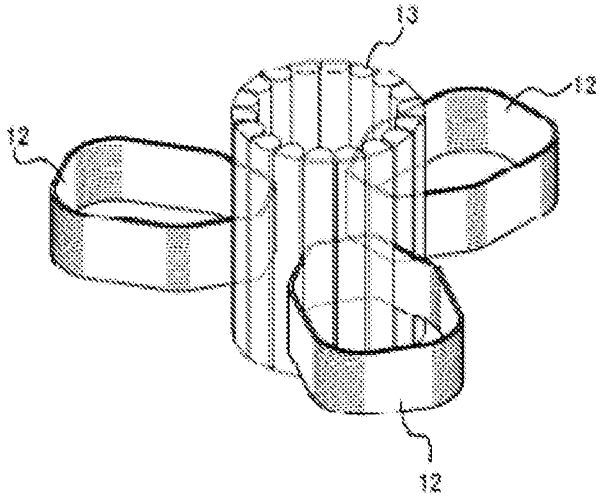
Obr. 9



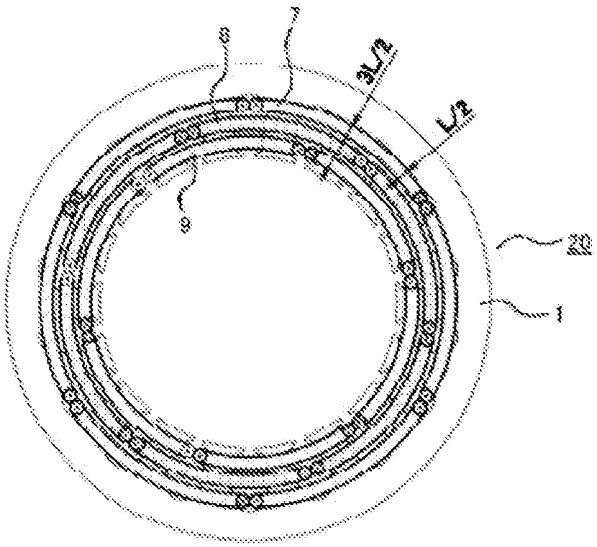
Obr. 10



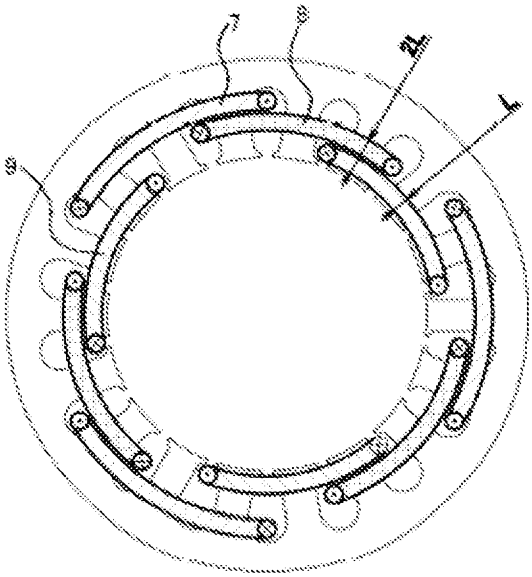
Obr. 11



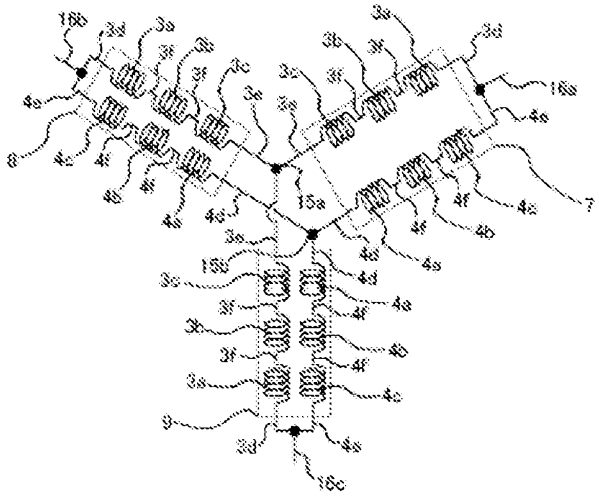
Obr. 12



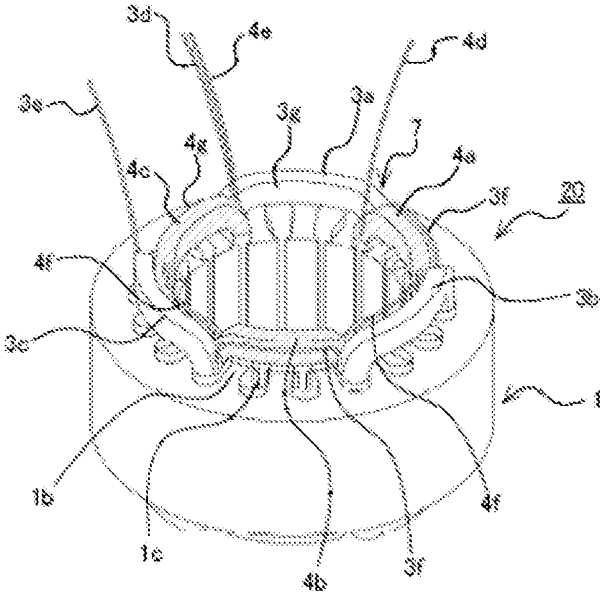
Obr. 13



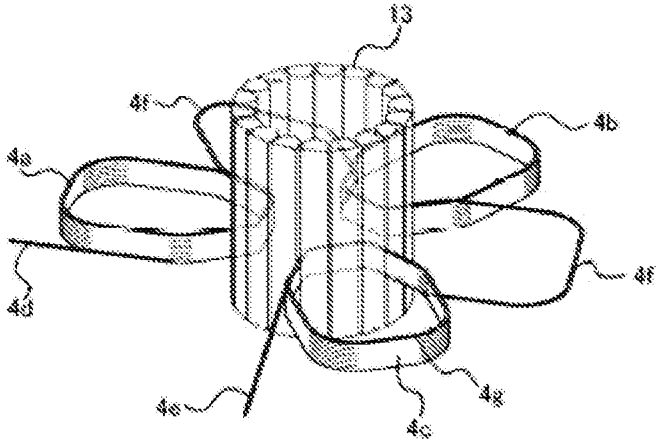
Obr. 14



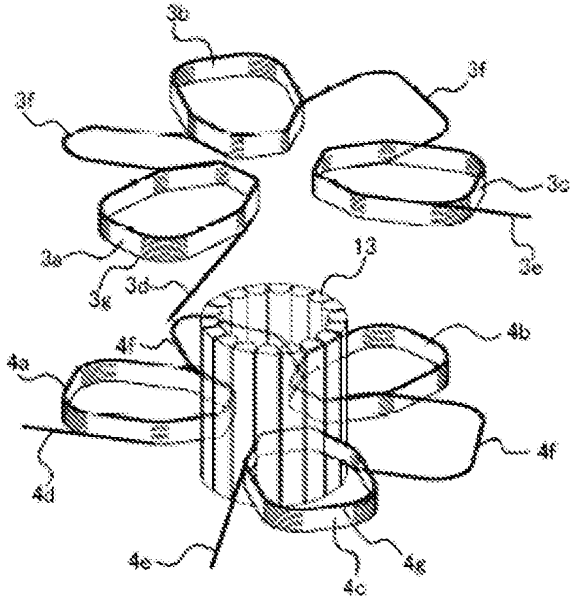
Obr. 15



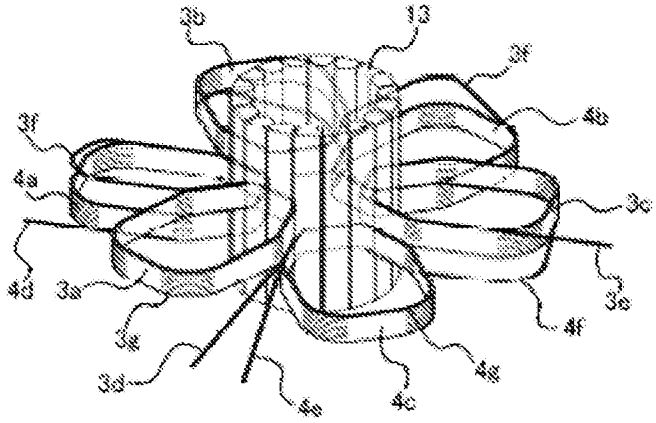
Obr. 16


13
4f
4b
4a
4f
4d
4e
4c
4g

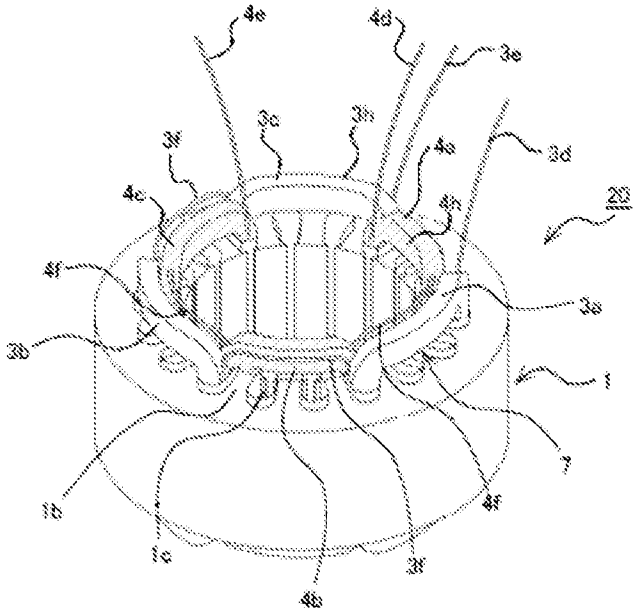
Obr. 17


3b
3f
3f
3c
3e
3a
3g
3d
13
4f
4b
4a
4f
4d
4e
4c
4g

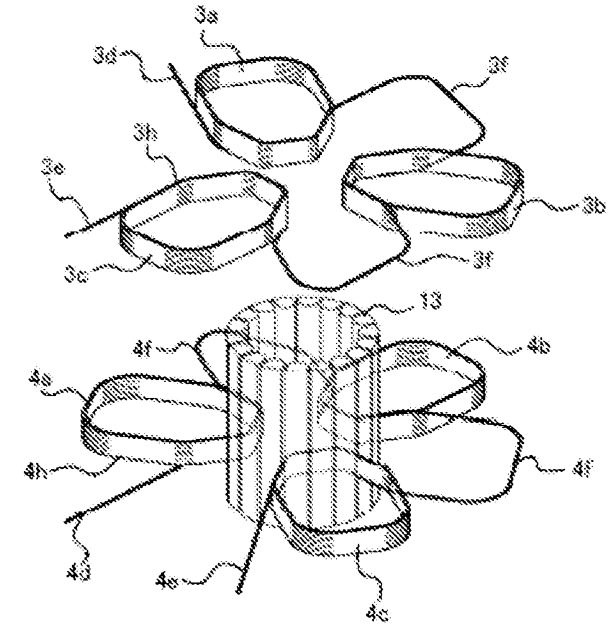
Obr. 18


3b
13
3f
4b
3f
4a
3c
4d
3a
3e
3g
4f
3d
4g
4e
4c

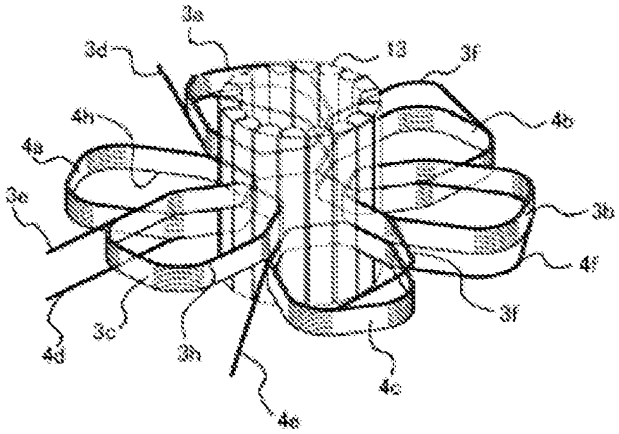
Obr. 19


4e
4d
3e
3c
3h
3f
4a
3d
4c
4h
20
4f
3a
3b
1
7
1b
4f
1c
3f
4b

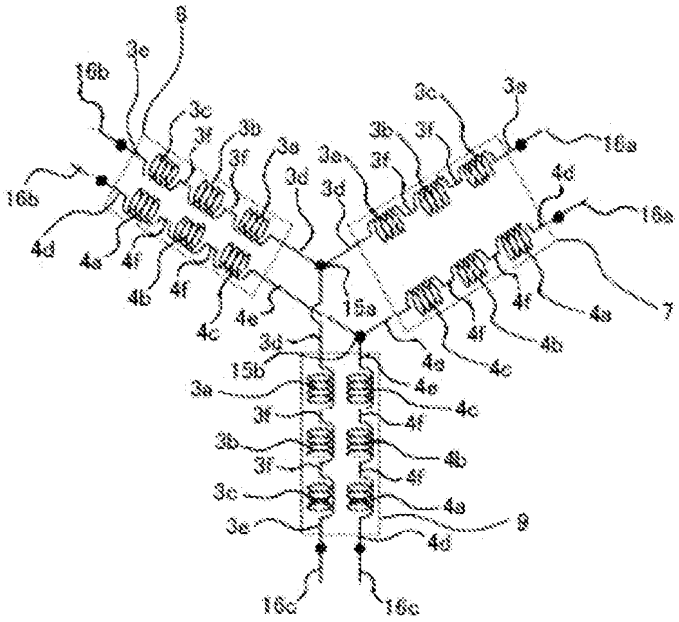
Obr. 20


3a
3d
3f
3h
3e
3b
3c
3f
13
4f
4b
4a
4f
4h
4d
4e
4c

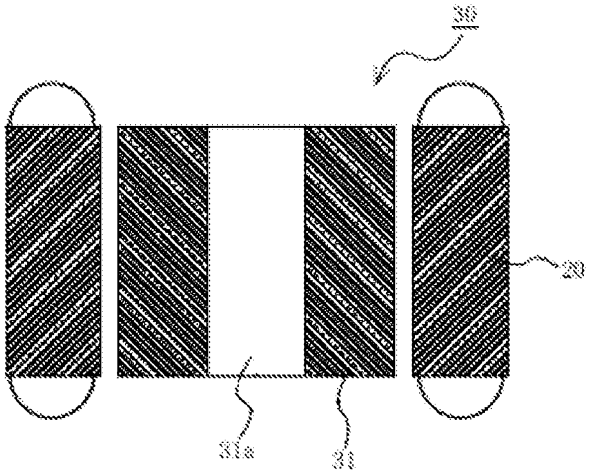
Obr. 21


3a
3d
13
3f
4b
4b
4a
3e
3b
4f
3f
3c
3h
4d
4c
4e

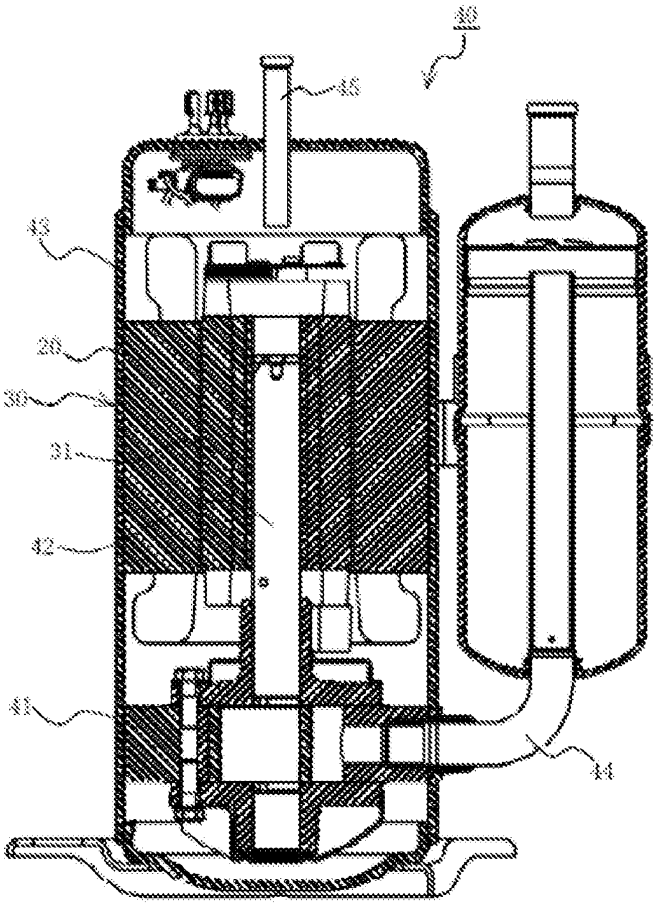
Obr. 22



Obr. 23



Obr. 24



Obr. 25