

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2021-233  
(22) Přihlášeno: 14.05.2021  
(40) Zveřejněno: 06.07.2022  
(Věstník č. 27/2022)  
(47) Uděleno: 25.05.2022  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 06.07.2022  
(Věstník č. 27/2022)

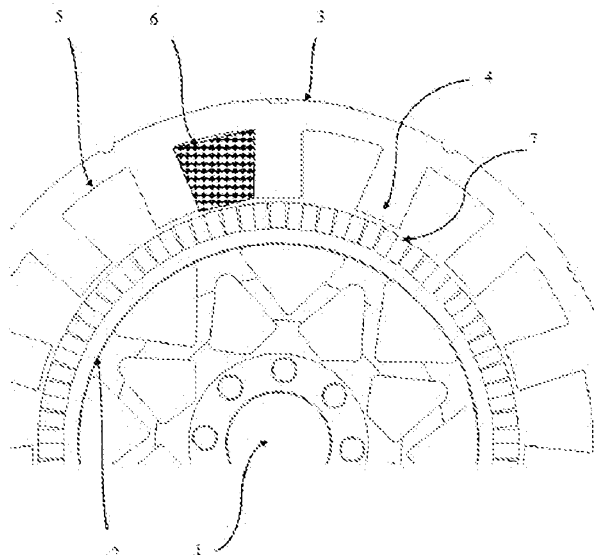
H02K 29/00 (2006.01)  
H02K 1/27 (2006.01)  
H02P 6/00 (2016.01)

(56) Relevantní dokumenty:  
WO 2007083974 A1,; US 2019058384 A1,; EP 3293878 A1,; CN 110855032 A,; US 5625264 A,; US 20100054971 A1,.

(73) Majitel patentu:  
LIVING CZ spol. s r.o., České Budějovice, České  
Budějovice 3, CZ  
(72) Původce:  
Jan Manoch, Úsilné, CZ  
(74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní  
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice  
3

(54) Název vynálezu:  
**Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor**

(57) Anotace:  
Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor pro napájení  
vícefázovým napájecím elektrickým napětím je sestaven  
z alespoň jednoho rotoru (2), přičemž ideálně odpovídá  
počet rotorů (2) počtu fází napájecího elektrického napětí,  
a osazeného permanentními magnety (7). Rotory (2) jsou  
nasazeny na hřídel (1). Počet permanentních magnetů (7)  
je dán konstrukčním výpočtem. Dále je bezkartáčový  
stejnosměrný motor sestaven z rozděleného statoru (3) s  
drážkami (5) pro nesení cívek (8) statorových vinutí,  
přičemž počet částí statoru (3) odpovídá počtu fází  
napájecího elektrického napětí, počet drážek (5) na každé  
části statoru (3) je dán konstrukčním výpočtem děleným  
počtem fází napájecího elektrického napětí. Každá část  
statoru (3) je elektricky propojena se střídačem pro  
napájení pouze jednou z fází napájecího elektrického  
napětí, a současně jsou části statoru (3) navzájem  
uspořádány tak, že alespoň dvě části statoru (3) mají  
nenulové vzájemné úhlové posunutí drážek (5) vůči sobě.



## Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor

### Oblast techniky

5

Vynález se týká konstrukce bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru napájeného vícefázovým napájecím elektrickým napětím se zapojením do trojúhelníku nebo do hvězdy.

### 10 Dosavadní stav techniky

Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor je veřejnosti znám pod více názvy, mezi které patří např. název elektricky komutovaný elektromotor, případně asi nejfrekventovaněji používaný název „BLDC elektromotor“ zahrnující anglickou zkratku, která vychází z anglických slov „brushless direct current electro motor“.

V rámci základní konstrukce je BLDC motor sestaven z rotoru, který je po obvodu osazen permanentními magnety. Každý permanentní magnet tvoří permanentní magnetický pól. Další součástí BLDC elektromotoru je stator, na kterém se nachází drážky nesoucí cívky statorových vinutí. Stator je tedy možné chápat jako prstenec, po jehož obvodu se nachází elektrické cívky, přičemž jádrem cívky je tzv. zub statoru. Čela zubů, ze kterých vystupují magnetické siločáry elektricky indukovaného magnetického pole, jsou orientována vůči permanentním magnetům rotoru pro navození magnetické interakce způsobující silový účinek. Rotor se může otáčet uvnitř, nebo vně, statoru, přičemž je rotor spřažen s hřídelem pro přenos silového účinku – mechanické energie. Počet permanentních magnetických pólů a počet drážek statoru pro BLDC elektromotor je stanoven konstrukčním výpočtem.

Další součástí BLDC elektromotoru je tzv. střídač, který řídí aktivaci jednotlivých cívek napájecím elektrickým napětím pro elektrickou indukci magnetického pólu a vytváří řízené rotační magnetické pole. Střídač je tvořen polovodičovou elektronikou.

V neposlední řadě je součástí BLDC elektromotoru senzor pro monitorování pozice permanentních magnetických pólů rotoru vůči drážkám statoru. Dle informace o vzájemné poloze rotoru vůči statoru střídač aktivuje konkrétní elektricky indukovaný magnetický pól napájecím elektrickým napětím pro zahájení magnetické interakce.

Příkladem BLDC elektromotoru může být vynález z dokumentu přihlášky vynálezu US 2006/279162 (A1). V ukázkovém vynálezu je BLDC elektromotor spojen s čerpadlem paliva. Výše uvedené technické znaky základní konstrukce BLDC elektromotoru jsou v ukázkovém vynálezu přítomny.

Rovněž je z dosavadního stavu techniky známo, že permanentní magnety mohou být pro vyšší výkon BLDC elektromotoru uspořádány do tzv. Halbachova pole, jehož účinkem je posílení magnetických toků na jedné straně uspořádaného pole permanentních magnetů, na úkor oslabení magnetických toků na protilehlé straně uspořádaného pole permanentních magnetů. Ukázkovým vynálezem může být řešení z dokumentu přihlášky vynálezu US 2019/0058384 A1, ve které je uspořádání do Halbachova pole aplikováno na permanentními magnety rotoru BLDC elektromotoru.

Nevýhody známých vícepólových BLDC elektromotorů pracujících s vícefázovým napájecím elektrickým napětím spočívají v tom, že v drážkách statoru není příliš volného prostoru pro závit vinutí statorových cívek. Nedostatek prostoru v drážkách statoru je kompenzován (optimalizací) snížením počtu závitů vinutí statorových cívek pro jednotlivé fáze napájecího elektrického napětí. To má negativní účinek na celkový výkon BLDC elektromotoru a navíc to komplikuje odvod

odpadního tepla z BLDC elektromotoru, neboť v konstrukci výkonného BLDC elektromotoru v mnoha případech nezbyvá dostatek prostoru pro bezproblémové proudění chladicího média.

Problém, jak překonat omezení výkonu BLDC elektromotoru se někteří vynálezci snaží vyřešit např. tím, že zvětší velikost elektromotoru (tzv. dimenzováním), čímž se zvětší i velikost drážek statoru. To je však použitelné jen v případech, kdy větší rozměry a hmotnost BLDC elektromotoru nejsou překážkou, což by pro nasazení BLDC elektromotorů např. v letectví, či v jiných dopravních prostředcích, překážkou bylo.

Jiní vynálezci zase řeší problém s omezeným výkonem aktuální konstrukce BLDC elektromotoru tak, že na jeden hřídel nasadí více BLDC elektromotorů, které společně přispívají k točivému výkonu stroje. Ukázkou takového řešení je, např. vynález z dokumentu CN 200941582 Y.

Avšak jedna z nevýhod výše uvedeného vynálezu spočívá v tom, že v současné době není synchronizace střídačů jednotlivých BLDC motorů dokonalá. Jednotlivé BLDC elektromotory mohou silovým účinkem na hřídel působit proti sobě, čímž dochází ke ztrátě celkového výkonu a k namáhání komponentů elektrického stroje. V případě, že je tento problém nedokonalé synchronizace střídačů řešen spojkami pro kompenzaci nesynchronizovaného přispívání silovým účinkem na společný hřídel, roste pro změnu celková velikost a hmotnost kompletního tělesa BLDC elektromotoru, a navíc včetně rizika selhání v instalovaných mechanických součástech BLDC elektromotoru.

Úkolem vynálezu je navrhnout konstrukci bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru (BLDC elektromotoru) napájeného vícefázovým napájecím elektrickým napětím, která by umožnila provozovat BLDC elektromotor ve vyšších výkonech, která by zásadně neovlivnila výslednou velikost a hmotnost BLDC elektromotoru oproti doposud používané konstrukci BLDC elektromotoru.

### 30 Podstata vynálezu

Vytčený úkol je vyřešen vytvořením bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru (BLDC elektromotoru) pro napájení vícefázovým napájecím elektrickým napětím podle níže uvedeného vynálezu.

35 Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor (BLDC elektromotor) pro napájení vícefázovým napájecím elektrickým napětím je sestaven z alespoň jednoho rotoru osazeného permanentními magnety pro vytvoření permanentních magnetických pólů. Rotor je nasazen na hřídel, která slouží k přenosu mechanické energie mezi BLDC elektromotorem a externím zařízením připojeným k hřídeli. Současně je počet permanentních magnetů na rotoru dán konstrukčním výpočtem pro 40 BLDC elektromotor. Konstrukční výpočet je normovaný postup pro stanovení počtu permanentních magnetů ku počtu drážek statoru.

Dále je součástí BLDC elektromotoru stator s drážkami pro cívky statorových vinutí, které slouží 45 pro elektrickou indukci magnetických pólů, přičemž platí, že počet drážek statoru je dán normovaným konstrukčním výpočtem. Rovněž je součástí BLDC elektromotoru alespoň jeden střídač pro řízení elektrické indukce magnetických pólů na cívkách statoru, a alespoň jeden senzor pro monitorování pozice natočení rotoru vůči statoru.

50 Podstata vynálezu spočívá v tom, že BLDC elektromotor je tvořen statorem rozděleným na části podle počtu napájecích fází elektrického napětí, přičemž každá část statoru má počet drážek podle konstrukčního výpočtu vydělený počtem fází napájecího elektrického napětí. Počet částí statoru odpovídá počtu fází napájecího elektrického napětí. To je výhodné, neboť každá část statoru díky snížení počtu drážek na podíl původního počtu získá více prostoru v drážkách pro cívky 55 statorového vinutí, tudíž je možné aplikovat více závitů elektrického vodiče, a tím dosáhnout nižší

proudové zátěže na  $\text{mm}^2$  celkového průřezu statorového vinutí v drážce a zároveň zesílit elektromagnetické pole jednotlivého statorového zubu. Současně je každá část statoru elektricky propojená se střídačem pro napájení pouze jednou z fází napájecího elektrického napětí, což je podstatnou podmínkou pro výhodné fungování vynálezu. Jednotlivé části statoru lze pro vlastní chod stroje propojit obvyklým způsobem. Rovněž je důležité, že jsou alespoň dvě části statoru navzájem uspořádány tak, že mají nenulové vzájemné úhlové posunutí zubů vůči sobě. Toto posunutí je důležité z hlediska magnetické interakce mezi permanentním magnetickým polem a indukovaným magnetickým polem. Pokud by byly části statoru uspořádány s nulovým úhlovým posunutím vzájemně vůči sobě, mohlo by dojít při otáčení rotoru k situaci, že by magnetická interakce nepřispěla k točivému silovému působení.

Je důležité vyzdvihnout, že z pohledu chodu BLDC elektromotoru se nic nemění, neboť suma počtu drážek odpovídá normovanému konstrukčnímu výpočtu počtu drážek na statoru. Střídač pracuje stejně, jako v dosavadní konstrukci BLDC elektromotoru, jen s tím rozdílem, že se pro elektrickou indukci nestřídají vinutí ve společné drážce statoru. Načasování aktivace elektrické indukce magnetického pole je stále stejné, silový účinek magnetické interakce na rotor se nemění.

Další nespornou výhodou vynálezu je to, že díky rozložení počtu drážek do více částí statoru vykazují zuby na částech statoru větší čelní plochu, která velikostně vhodněji odpovídá plochám permanentních magnetických pólů. Z toho důvodu probíhá kvalitněji magnetická interakce mezi permanentním magnetickým polem a indukovaným magnetickým polem, což se opět projeví na lepší účinnosti BLDC elektromotoru podle vynalezené konstrukce.

Ve výhodném provedení konstrukce BLDC elektromotoru podle vynálezu zahrnuje BLDC elektromotor tolik rotorů, kolik je fází napájecího elektrického napětí. Rotory jsou nasazené na společném hřídeli, přičemž každý rotor má počet permanentních magnetů podle konstrukčního výpočtu, a každý rotor tvoří dvojici s vlastní částí statoru. Nevýhoda jediného rotoru spočívá v narušení siločar magnetického pole při magnetické interakci mezi indukovanými magnetickými poli a permanentními magnetickými poli sousedících částí statoru. Pokud je vytvořen rotor pro každou část statoru, je rušivá interakce na siločáry permanentních magnetických polí minimalizována.

Mezi výhody vynálezu patří vyšší výkon BLDC elektromotoru, neboť zvětšením prostoru v drážkách je možné aplikovat více závitů elektrického vodiče do cívek statorových vinutí, a tím je snížena proudová zátěž ve statorových vinutích za chodu BLDC elektromotoru. Z hlediska komponentů BLDC elektromotoru střídače a senzoru pro monitorování natočení rotoru(ů) vůči částem statoru se v podstatě nic nemění. Navíc konstrukčně se velikost zástavby BLDC elektromotoru zásadně nezmění, neboť je v podstatě jeden mohutný stator rozdělen na více částí. Dále je výhodná vynalezená konstrukce BLDC elektromotoru tím, že rozšíření drážek umožňuje nasazovat již hotové cívky na zuby částí statoru, což velice usnadňuje výrobu vynalezeného BLDC elektromotoru, navíc to zaručuje, že jsou cívky z pohledu navinutí elektrického vodiče homogenní, takže konstruktér může brát v úvahu stejné chování cívek statorového vinutí v celém BLDC elektromotoru (distribuce odpadního tepla, průběh elektrické indukce magnetického pole). V neposlední řadě je výhodné, že díky rozšíření drážek na částech statoru a aplikace jediné cívky statorového vinutí (pro jedinou fázi napájecího elektrického napětí) je možné lépe odvádět odpadní teplo z BLDC elektromotoru.

### Objasnění výkresů

50

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 prezentuje schematický řez běžným BLDC elektromotorem pro napájení třífázovým napájecím elektrickým napětím,

55

- obr. 2 prezentuje schematický řez vynalezeným BLDC elektromotorem pro napájení třífázovým napájecím elektrickým napětím,
- obr. 3 prezentuje axonometrický pohled na ilustrační model vynalezeného BLDC elektromotoru,
- obr. 4 prezentuje axonometrický pohled na ilustrační model vynalezeného BLDC elektromotoru bez vyobrazení částí statoru,
- obr. 5 prezentuje axonometrický pohled na ilustrační model vynalezeného BLDC elektromotoru bez vyobrazení částí statoru a vybraných cívek,
- obr. 6 je tabulka normovaného konstrukčního výpočtu činitelů vinutí pro různé kombinace počtu permanentních magnetických pólů a drážek, kde počet permanentních magnetických pólů je vyneseno na vodorovné ose a počet drážek je vyneseno na svislé ose.

### Příklad uskutečnění vynálezu

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení vynálezu na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde popsána.

Na obr. 1 je vyobrazeno schéma běžné konstrukce BLDC elektromotoru zahrnující hřídel 1, dále rotor 2, dále stator 3, dále zuby 4 statoru 3, dále drážky 5 statoru 3, dále zvýrazněnou plochu 6 drážky 5. Ačkoliv se píše o ploše 6 drážky 5, tak to je dáno zobrazením v řezu. Ve skutečnosti plocha 6 je proložena objemem drážky 5. Na rotoru 2 jsou permanentní magnety 7, přičemž se střídají v konfiguraci vodorovně a svisle pro vytvoření Halbachova pole se zesíleným magnetickým účinkem směrem k zubům 4 statoru 3. Takovou konstrukci BLDC elektromotoru, včetně chlazení, je možné nalézt např. ve vynálezu známém z přihlášky vynálezu CZ 2020-574.

Jak je z obr. 1 patrné, je plocha 6 drážky 5 na první pohled úzká, a tudíž omezuje velikost nevyobrazené cívky statorového vinutí. Navíc je důležité upozornit, že je plocha 6 drážky 5 dělena na dvě poloviny, přičemž do každé z polovin zasahuje polovina nevyobrazené cívky statorového vinutí.

Na obr. 2 je zobrazeno schéma části vynalezené konstrukce BLDC elektromotoru, konkrétně jediné části statoru 3 z celkových tří. Jak je patrné, hřídel 1 a rotor 2 zůstaly v podstatě stejné. Změna je patrná na části statoru 3, která má na první pohled menší počet prostornějších drážek 5, jak vykresluje zvýrazněná plocha 6. Zvětšení plochy 6 signalizuje, že je možné do drážek 5 aplikovat více závitů vodiče tvořícího cívku 8 statorových vinutí, tudíž je možné zvyšovat provozní proudové zatížení, a tím pozitivně ovlivnit výkon a účinnost BLDC elektromotoru nové konstrukce. Plocha 6 se oproti původní konstrukci zvětšila o 2/3 původní velikosti plochy 6.

Z obr. 3 je zřejmé, že vynalezená konstrukce BLDC elektromotoru zahrnuje tři části statoru 3, přičemž je na obr. 4 patrné, že tři části statoru 3 jsou vůči sobě úhlově posunuty vztaženo k ose otáčení rotoru 2, jako středu sestavy statoru 3. Rovněž je na obr. 3 a 4 názorně ilustrováno umístění cívek 8 statorového vinutí, které je z pohledu procesu výroby možné jednoduše nasadit na zuby 4 částí statoru 3.

Na obr. 5 jsou některé z cívek 8 statorového vinutí nevyobrazeny, aby bylo vidět, že vynalezená konstrukce BLDC elektromotoru může zahrnovat tři rotory 2. Z obrázku je seznatelné, že rotory 2 jsou v sestavě uspořádány stejně, resp. s nulovým úhlovým pootočením, jinak řečeno v zákrytu.

Co se týče příkladu konkrétního uskutečnění nové konstrukce BLDC elektromotoru, tak ta může mít následující parametry:

Pro počet 30 permanentních magnetických pólů na rotoru 2 je konstrukčním výpočtem dáno 45 drážek 5 na statoru 3. To znamená, že každá část statoru 3 vykazuje 15 drážek 5. Části statoru 3 jsou vůči sobě posunuty (pootočený) o úhel  $8^\circ$ . Rotory 2 jsou také tři, každý o počtu 30 permanentních magnetických pólů. Mezi rotory 2 jsou mezery o šířce 20 mm pro snížení vlivu magnetické interakce od sousedících komponentů. Nová konstrukce BLDC elektromotoru umožňuje průtok pracovního elektrického proudu o velikosti zhruba 70 A, zatímco v původní konstrukci podle dosavadního stavu techniky byl limit zhruba 33 A. Jedná se o výpočtové hodnoty pro ukázkový příklad uskutečnění vynálezu, které zaručují provoz stroje bez výrazného oteplení a nárůstu ztrát odpadním teplem.

Pro navržení jiných konkrétních příkladů nové konstrukce BLDC elektromotoru může odborník využít z literatury známou tabulku vycházející z normovaného konstrukčního výpočtu činitelů vinutí pro různé kombinace počtu permanentních magnetických pólů a drážek 5, která je na obr. 6. Pro orientaci v tabulce je počet permanentních magnetických pólů vyneseno na vodorovné ose a počet drážek 5 statoru 3 je vyneseno na svislé ose. Nefunkční kombinace jsou vyznačeny křížky, koeficient činitelů vinutí je označen bezrozměrným číslem. Počet drážek 5 je vždy rozdělen mezi tolik částí statoru 3, kolik je fází napájecího elektrického napětí.

Odborník bude schopen rutinní práci při znalosti tabulky z obr. 6, při znalosti normovaného konstrukčního výpočtu a na základě vhodného střídače pro n-fází napájecího elektrického napětí navrhnout další varianty vynalezené konstrukce BLDC elektromotoru se statorem 3.

Co se týče ostatních komponentů BLDC elektromotoru, tak ty zůstávají v podstatě stejné. Střídač má zavedené vodiče pro každou z fází napájecího elektrického napětí na danou část statoru 3. Senzor pro monitorování polohy natočení rotoru 2 / rotorů 2 zůstává stejný.

Rotor 2 může být uložen uvnitř statoru 3, nebo vně s ohledem na konstrukci BLDC elektromotoru, zda se jedná o stroj s rotačním pláštěm nebo s vnitřním rotorem 2.

Praktický pokus ukázal, že je možné novou konstrukci BLDC elektromotoru použít pro generování elektrické energie při přenosu externí mechanické energie na hřídel 1. Cívky 8 statorového vinutí s větším počtem závitů se pozitivně projevují na míře indukované elektrické energie.

#### Průmyslová využitelnost

Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor pro napájení vícefázovým napájecím elektrickým napětím podle vynálezu nalezne uplatnění v elektromobilech, dále v leteckém průmyslu zaměřeném na elektrický pohon, a v dalších oblastech lidského snažení, kde je potřeba přeměňovat elektrickou energii na mechanickou energii a opačně.

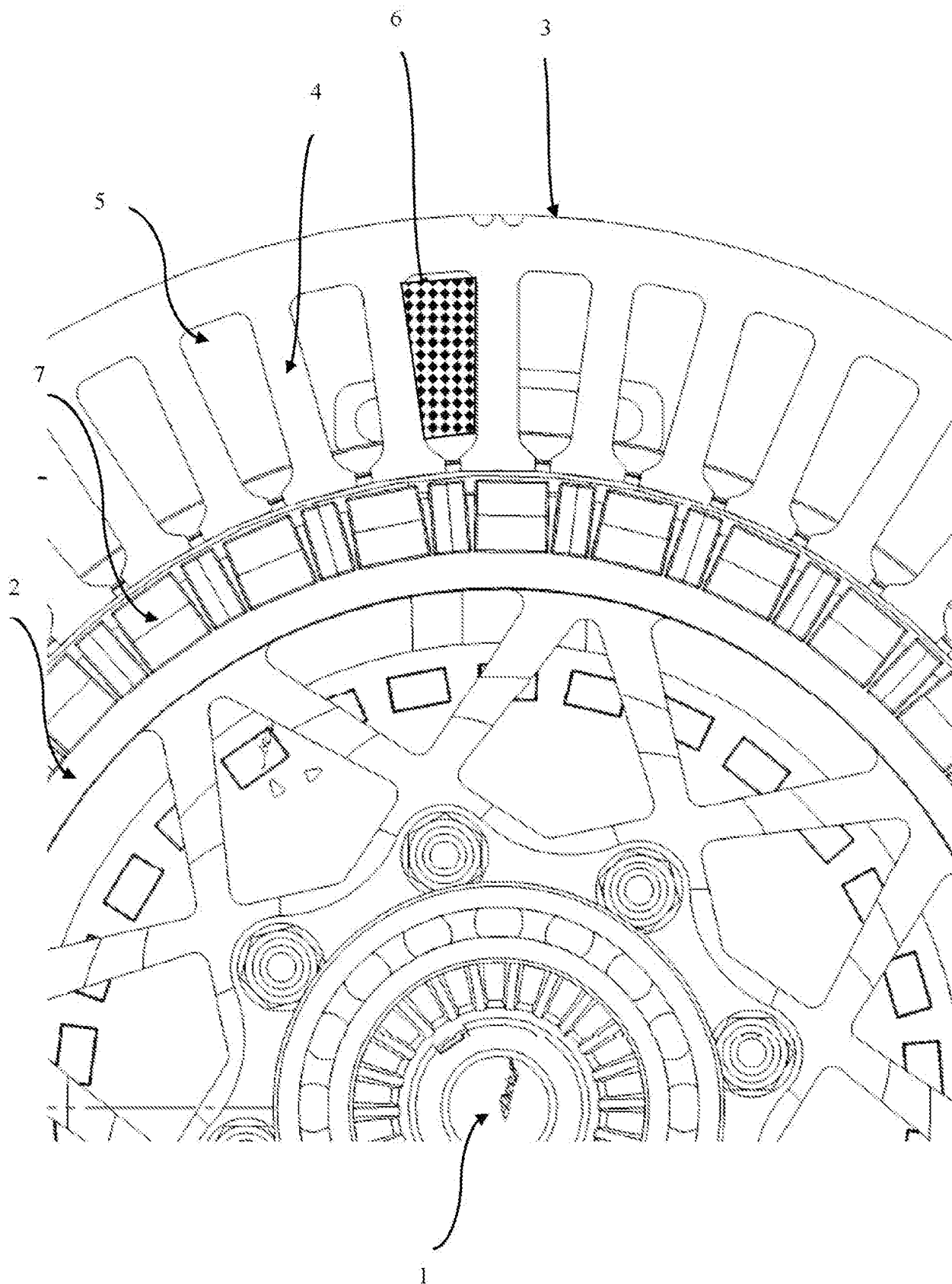
## PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor pro napájení vícefázovým napájecím elektrickým napětím sestávající z alespoň jednoho rotoru (2) osazeného permanentními magnety (7) nasazeného na hřídel (1), dále z jednoho statoru (3) s drážkami (5) pro nesení cívek (8) statorových vinutí, dále z alespoň jednoho střídače pro řízení elektrické indukce magnetických pólů, a dále z alespoň jednoho senzoru pro monitorování natočení rotoru (2) vůči statoru (3), **vyznačující se tím**, že je tvořen statorem (3) rozděleným na počet částí odpovídajícímu počtu fází napájecího elektrického napětí, přičemž každá část statoru (3) má počet drážek (5) odpovídající původnímu počtu drážek 10 vydělenému počtem fází napájecího elektrického napětí, dále je každá část statoru (3) elektricky propojená se střídačem pro napájení pouze jednou z celkového počtu fází napájecího elektrického napětí, a současně jsou části statoru (3) navzájem uspořádány tak, že alespoň dvě části statoru (3) mají nenulové vzájemné úhlové posunutí drážek (5) vůči sobě.
- 15 2. Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zahrnuje stejný počet rotorů (2) nasazených na společném hřídeli (1), jako je počet fází napájecího elektrického napětí, a každý rotor (2) tvoří dvojici s vlastní částí statoru (3).

6 výkresů

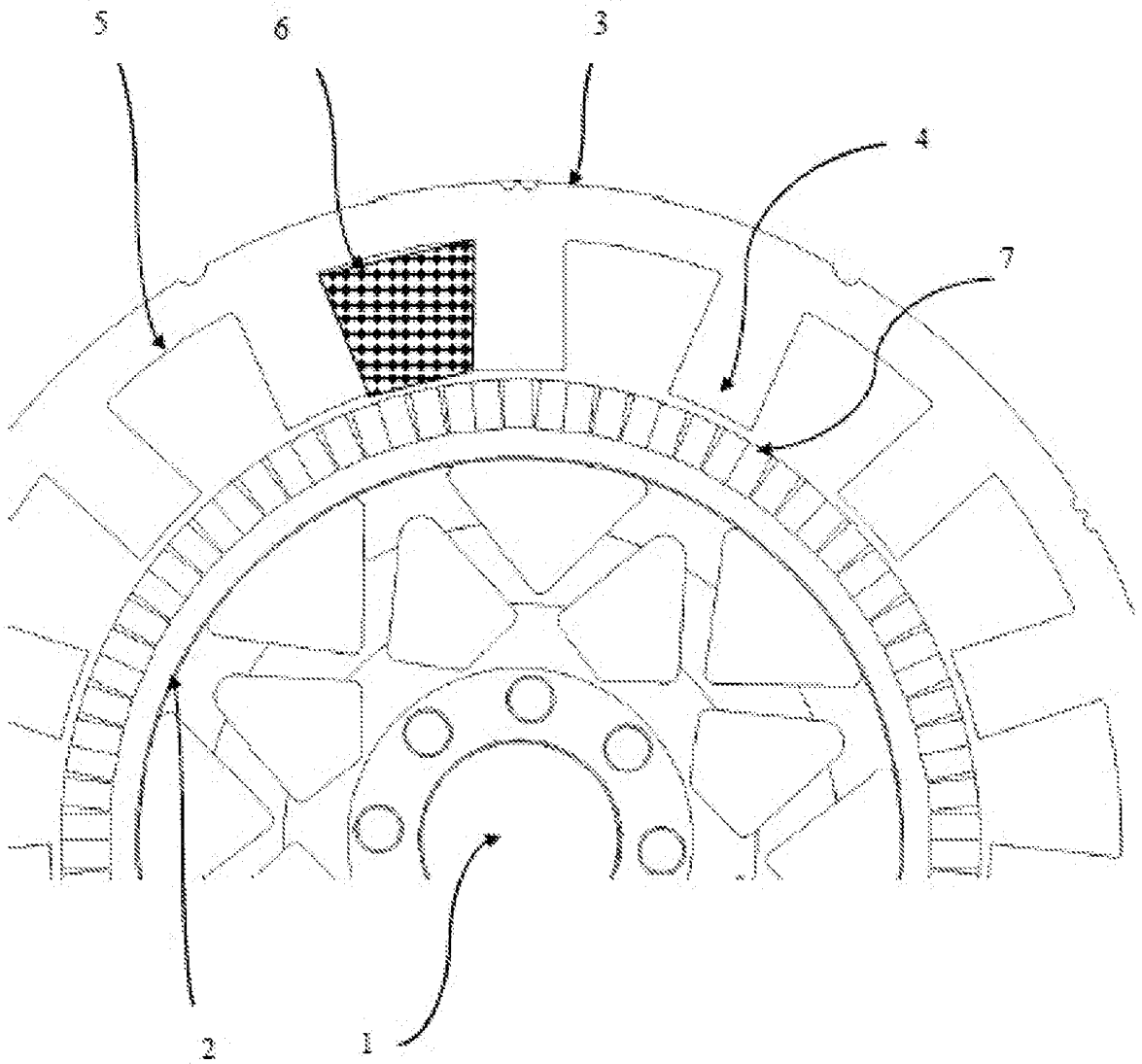
Seznam vztahových značek:

- 1 hřídel
- 2 rotor
- 3 stator
- 4 zub
- 5 drážka
- 6 prostor drážky
- 7 permanentní magnet
- 8 cívka statorového vinutí

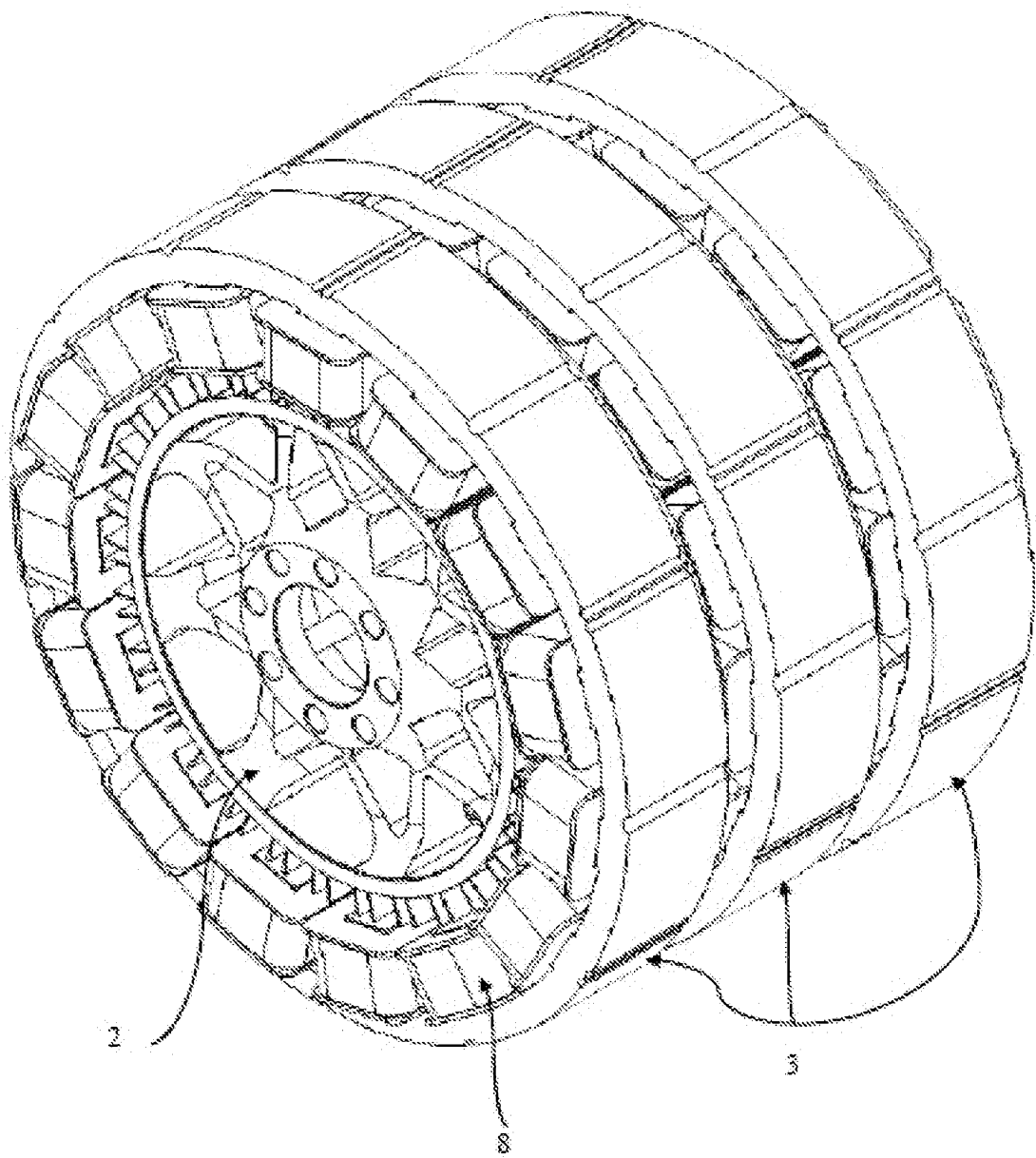


Obr. 1

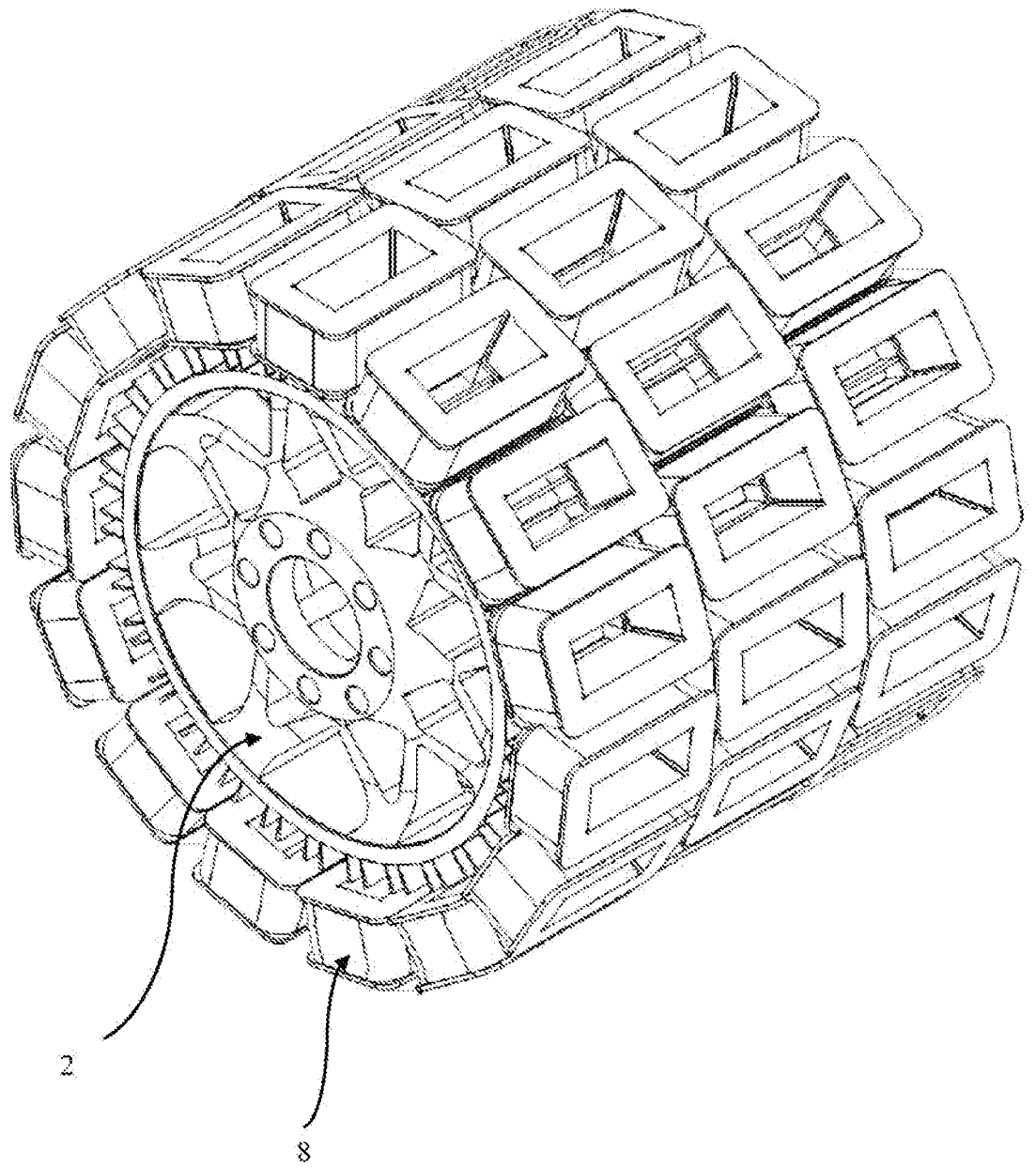




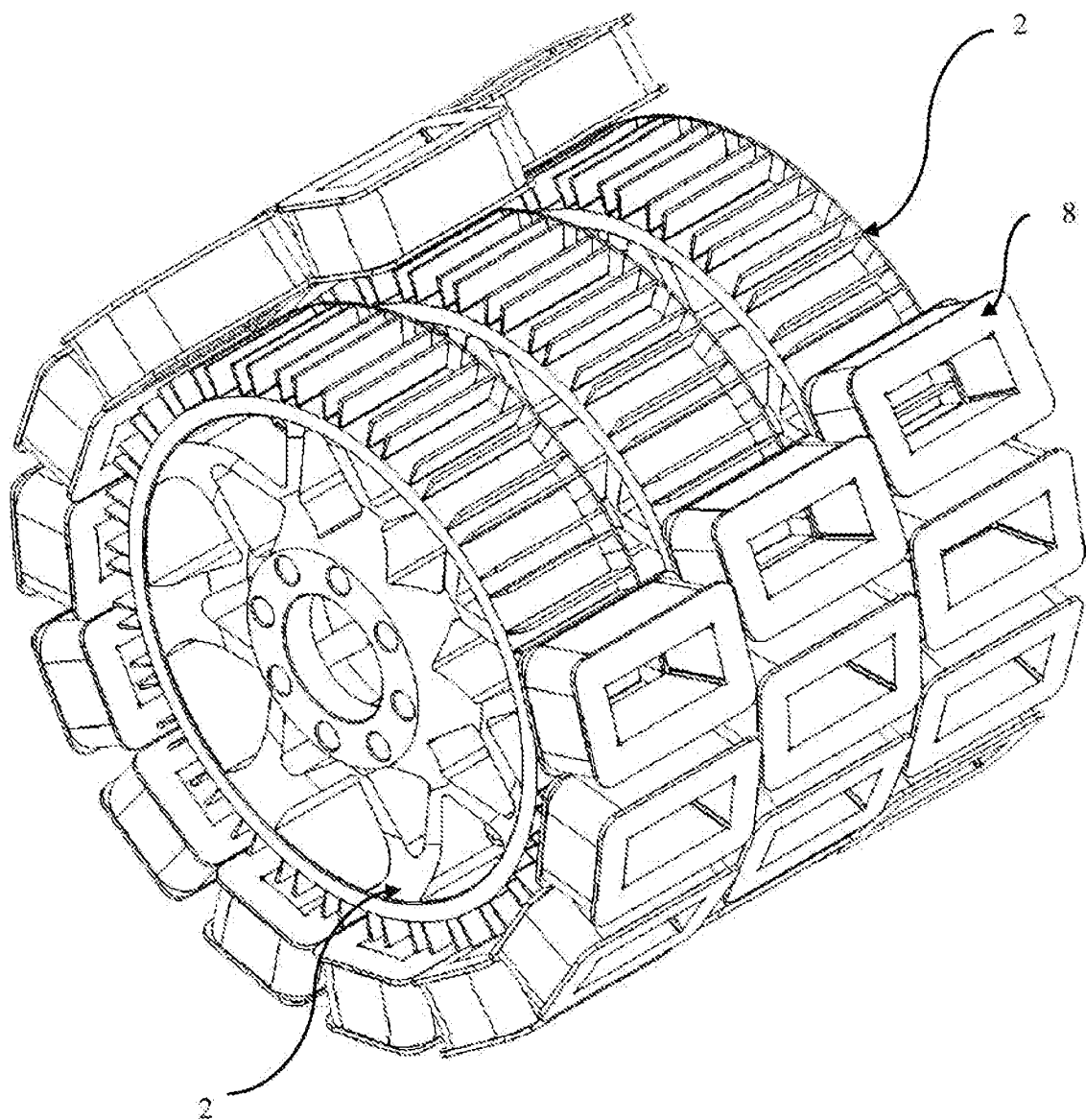
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

|    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 15   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30   | 32   | 34   | 36   | 38   | 40   | 42   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6  | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| 9  | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| 12 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 15 |      | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |
| 18 |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 21 |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 24 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 27 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 30 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 33 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 36 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 39 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 42 |      |      |      | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Obr. 6