

H02K 21/14 (2006.01)  
H02K 21/22 (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

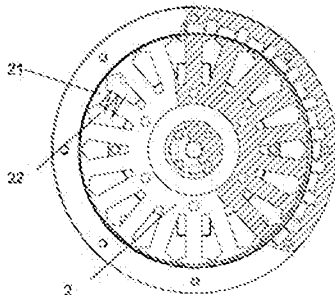
(21) Číslo přihlášky: 2021-320  
(22) Přihlášeno: 30.06.2021  
(40) Zveřejněno: 21.09.2022  
(Věstník č. 38/2022)  
(47) Uděleno: 10.08.2022  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 21.09.2022  
(Věstník č. 38/2022)

(56) Relevantní dokumenty:  
WO 2015193843 A1; WO 2014111844 A1; WO 2016132843 A1; EP 3506463 A1; EP 3506463 A1.

(73) Majitel patentu:  
Ing. Miroslav Blohmann, Vřeskovice, CZ  
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, Jižní  
Předměstí, CZ  
(72) Původce:  
Ing. Miroslav Blohmann, Vřeskovice, CZ  
prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D., Všeruby, CZ  
(74) Zástupce:  
Poláček & kol., Ing. Jiří Poláček, Dominikánská  
287/6, 301 00 Plzeň, Vnitřní Město

(54) Název vynálezu:  
**Elektrický motor**

(57) Anotace:  
Elektrický motor sestává z rotoru (1) uzpůsobeného pro přenos krouticího momentu, kde rotor (1) je otočně uložený vůči rámu (3), se kterým je pevně spojen stator (2) tvořený feromagnetickými póly (21) s vinutími (22). Rotor (1) je opatřen plastovou klecí (12) pro umístění permanentních magnetů (11), které jsou v kleci (12) uspořádány podle Halbachova schématu.



## Elektrický motor

### Oblast techniky

5

Vynálezem je elektrický motor sestávající ze statoru a rotoru uzpůsobeného pro přenos krouticího momentu, kde rotor je otočně uložený vůči rámu stroje, se kterým je pevně spojen stator tvořený feromagnetickými póly s vinutími.

10

### Dosavadní stav techniky

15 Motory s permanentními magnety jsou motory, ve kterých je místo budicího vinutí pro vytvoření magnetického toku stroje využíváno permanentních magnetů. Tyto permanentní magnety jsou zejména na bázi vzácných zemin, kupříkladu se slitinou na bázi Nd-Fe-B. Tyto motory jsou oproti běžným motorům konstrukčně jednodušší, jelikož kupříkladu odpadá kluzný kontakt, budicí vinutí a podobně. Dále vzhledem k absenci budicího vinutí není potřeba zdroj budicího proudu pro vytvoření magnetického pole rotoru.

20 Motory s permanentními magnety díky tomu dosahují vyššího účinku, protože není odebrán magnetizační proud, tak jako je tomu u strojů s budicím vinutím. Zároveň odpadají ztráty vznikající průchodem proudu v budicím vinutí. Díky tomu je možno zkonstruovat motor se stejným výkonem s výrazně menšími rozměry a lepší účinností oproti typům motorů bez permanentních magnetů. Použití těchto strojů je od malých strojů v ručním nářadí až po vysoce výkonné trakční stroje.

25 Taková řešení jsou známa z dokumentů EP 2083503 A3, US 8193672 B2 nebo EP 2216885 A2.

Obecně jsou motory s permanentními magnety vyráběny buď v klasickém uspořádání, kdy je rotor stroje umístěn uvnitř statoru nebo jako stroje s oběžným rotorem, kdy je stator umístěn uvnitř stroje a rotor s permanentními magnety obíhá okolo něj. V uspořádání s oběžným rotorem se magnety pohybují vyšší úhlovou rychlostí a na magnety tak působí větší odstředivá síla.

30

Permanentní magnety se na rotor umísťují buďto uvnitř nebo na jeho povrch. Umístění magnetů na povrch rotoru je jednodušší z pohledu výroby, kdy jsou magnety na povrch rotoru lepeny. Toto řešení je tudíž levnější. Magnety však nejsou chráněny proti znečištění a mechanickému opotřebení. Umístění magnetů do slotů uvnitř rotoru z feromagnetika je konstrukčně náročnější s vyššími náklady na výrobu. Další nevýhodou tohoto řešení je, že část magnetického toku permanentních magnetů se uzavírá uvnitř železa rotoru, kde způsobuje ztráty a užitečný magnetický tok ve vzduchové mezeře je tedy oproti stroji s permanentními magnety na povrchu rotoru nižší. Výhodou této konstrukce je, že jsou magnety chráněny vůči mechanickému opotřebení a magnety lépe odolávají odstředivým silám, působícím na otáčející se rotor. Tyto rotory také obvykle vykazují vyšší pulzační moment, který je nežádoucí.

35

40

Halbachovo pole je speciální uspořádání permanentních magnetů. Uspořádání magnetů na rotoru do Halbachova pole umožňuje zvýšit indukci ve vzduchové mezeře od permanentních magnetů, a tím zlepšit výkon a účinnost motoru. Halbachovo pole tedy zajišťuje vyšší využitelnost permanentních magnetů při stejné hmotnosti. Uspořádáním permanentních magnetů na rotoru do Halbachova pole je zajištěn sinusový průběh indukovaného napětí a snížen pulzační moment stroje.

45

Hlavní nevýhodou Halbachova pole je jeho obtížná výroba. Z principu funkce Halbachova pole vyplývá, že magnety musí být při montáži do Halbachova pole již namagnetovány. Vzhledem k vzájemně působícím silám je montáž obtížná, musí se dbát zvýšené opatrnosti a je velice obtížně automatizovatelná. Složitá montáž a velká pracnost výroby Halbachova pole vede ke zvýšení nákladů na výrobu motoru. Z tohoto důvodu se Halbachovo pole v komerčně vyráběných motorech téměř nepoužívá.

50

55

### Podstata vynálezu

Podstatou vynálezu je elektrický motor, sestávající ze statoru a rotoru, uzpůsobeným pro přenos krouťacího momentu, kde rotor je otočně uložený na rámu, se kterým je pevně spojen stator tvořený feromagnetickými póly s vinutími. Rotor je opatřen klecí pro umístění permanentních magnetů. Klec je tvořena vnější a vnitřní kruhovou stěnou, na které jsou umístěny konstrukční prvky, umožňující fixaci klece na konstrukční část rotoru. Zpravidla se jedná o spojení klece s rotorem s využitím tvarového spojení, profil klece může být po obvodu ve tvaru drážky, polygonu či

10 několikahranu. Klec může být s rotorem spojena kupříkladu i s využitím šroubového spoje, spoje pery či průmyslovými lepidly. Dále jsou na kleci umístěny prvky pro uchycení čel rotorů. Hlavní částí klece jsou komory pro uložení permanentních magnetů, které jsou vzájemně odděleny tenkou stěnou. Komory umožňují snadné uspořádání permanentních magnetů do Halbachova pole.

15 Výhodné je, pokud je klec zhotovena z plastu, a to z důvodu výrazného snížení nákladů na výrobu a zároveň je díky absenci jha rotoru z feromagnetického materiálu výrazně snížena celková hmotnost rotoru. Z důvodu efektivity výroby je výhodné klec vyrobit metodou 3D tisku.

Výhodné dále je, pokud jsou permanentní magnety v kleci uspořádány podle Halbachova schématu, které umožňuje zvýšení indukce ve vzduchové mezeře od permanentních magnetů, a tím zlepšení výkonu a účinnosti motoru. Halbachovo pole zajišťuje vyšší využitelnost permanentních magnetů při stejné hmotnosti. Uspořádáním permanentních magnetů na rotoru do Halbachova pole je zajištěn sinusový průběh indukovaného napětí a snížen pulzační moment stroje.

25 Výhodné je, pokud je klec z jedné strany otevřena. Fixace magnetů je pak zajištěna pomocí kruhu (obr. 6) a třech sil stěn komor. Tím je zajištěno, že se magnety nemohou pohnout. Toto řešení je výhodné i pro řešení axiálních elektrických motorů, kde je klec přístupná z čela.

Výhodné rovněž je, pokud z klece vystupují vnitřní ramena směřující ke středu otáčení rotoru elektrického motoru.

Výhodné dále je, pokud se vnitřní ramena sbíhají do pouzdra ložiska. Pouzdro je otočně uloženo na hřídeli. Toto řešení je výhodné i pro řešení axiálních elektrických motorů.

### Objasnění výkresů

Na obr. 1 je znázorněn částečný řez elektrickým motorem, na obr. 2 je znázorněn izometrický pohled na elektrický motor, na obr. 3 je znázorněn celkový řez elektrickým motorem, na obr. 4 je znázorněn izometrický pohled na klec, na obr. 5 a na obr. 6 je znázorněn pohled na provedení dílčích součástí elektrického motoru, přírubu a kruhový rám podle příkladného provedení vynálezu. Na obr. 7 a obr. 8 je znázorněn pohled na klec umístěnou v rotoru a uložení magnetů dle Halbachova schématu. Na obr. 9 je znázorněno obecné Halbachovo schéma. Na obr. 10 je znázorněno spojení elektrického motoru s rámem stroje prostřednictvím ramena. Na obr. 11 a obr.

45 12 je znázorněno provedení klece pro elektrický motor s vnitřním rotorem. Na obr. 13 a obr. 14 je znázorněno provedení klece pro axiální elektrický motor.

### Příklady uskutečnění vynálezu

#### Příklad I

Elektrický motor sestává ze statoru 2 a vnějšího rotoru 1. Rotor 1 je otočně uložený vůči rámu 3 stroje spojeným se základem. S rámem 3 je pevně spojen stator 2. Stator 2 je tvořený feromagnetickými póly 21 s vinutími 22. Rotor 1 je uvnitř opatřen klecí 12 pro umístění

permanentních magnetů 11. Klec 12 je zhotovena z plastického materiálu, konkrétně PE a je s rotorem spojena tvarovým spojem prostřednictvím per. Permanentní magnety 11 jsou v kleci 12 uspořádány podle Halbachova schématu dle obr. 9. Jednotlivé magnety 11 ve tvaru kvádrů či hranolu jsou v kleci 12 od sebe vzájemně odděleny stěnami S o tloušťce 0,2 mm. Stator 2 je pevně uložen na hřídeli H, který je vložitelný do příruby P1. Klec 12 je z jednoho боку uzpůsobena k zaklesnutí do příruby P1 a z druhé strany k zaklesnutí do kruhového rámu P2. Klec 12 je z čela otevřena. Spojení rotoru 1, uvnitř kterého se nachází klec 12, s přírubou P1 a s kruhovým rámem P2 je zajištěno šroubovým spojem srze průchozí otvory O rotoru 1 s klecí 12, příruby P1 a kruhového rámu P2. Stator 2 je opatřen otvory O' pomocí kterých je spojen s přírubou P3, která je rozebíratelně spojena s rámem 3.

## Příklad II

Elektrický motor sestává ze statoru 2 a vnitřního rotoru 1. Rotor 1 je otočně uložený vůči rámu 3, se kterým je pevně spojen stator 2. Stator 2 je tvořený feromagnetickými póly 21 s vinutími 22. Rotor 1 je z vnějšku opatřen klecí 12 pro umístění permanentních magnetů 11. Klec 12 je zhotovena z plastického biologicky odbouratelného materiálu. Klec 12 je s rotorem 1 spojena pery. Jednotlivé magnety 11 uspořádané podle Halbachova schématu jsou od sebe vzájemně odděleny stěnami S o tloušťce 0,2 mm. Stator 2 je pevně uložen na hřídeli H.

## Příklad III

Axiální elektrický motor sestává ze statoru 2 a rotoru 1 uzpůsobeného pro přenos krouticího momentu. Rotor 1 je otočně uložený vůči rámu 3, se kterým je pevně spojen stator 2. Stator 2 je tvořený feromagnetickými póly 21 s vinutími 22. Čelo rotoru 1 je opatřeno klecí 12, do které jsou z čela vloženy permanentní magnety 11. Fixace magnetů 11 je zajištěna víkem. Klec 12 je s rotorem 1 spojena šroubovými spoji. Permanentní magnety 11 ve tvaru kvádrů jsou v kleci 12 uspořádány podle Halbachova schématu dle obr. 13. Jednotlivé magnety 11 jsou vloženy do komor K, které jsou rozměrově totožné a jsou vzájemně odděleny stěnami S o tloušťce 0,15 mm. Klec 12 je vyztužena vnitřními rameny R směřujícími ke středu otáčení. Klec 12 je zhotovena z plastického materiálu na bázi PE. Vnitřní ramena R se sbíhají do pouzdra P, které je otočně uloženo na hřídeli H.

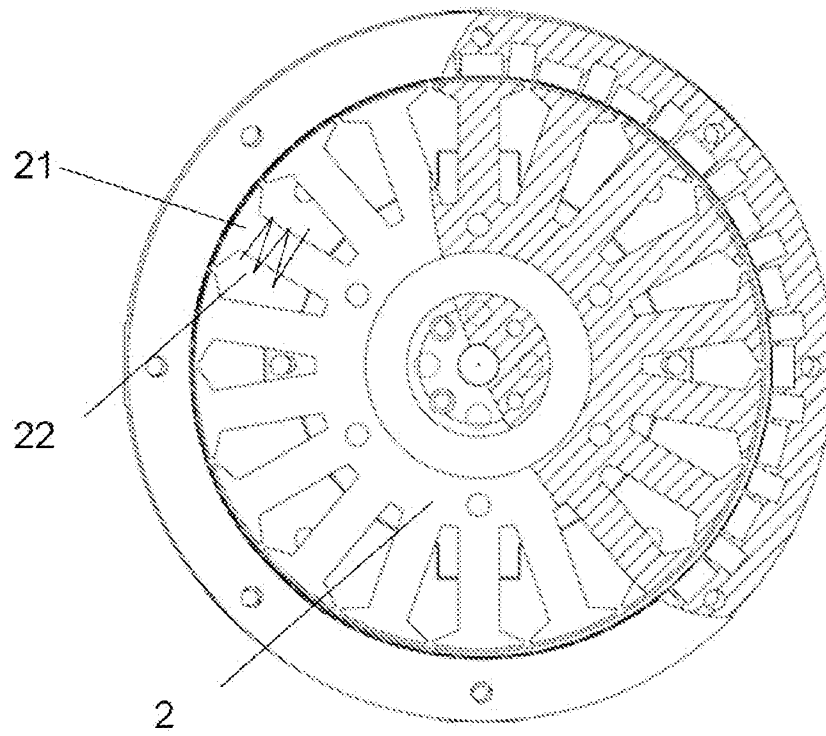
## Průmyslová využitelnost

Nástroj popsáný podle vynálezu nalézá své uplatnění zejména v konstrukci elektrických pohonů, zejména v dopravní technice.

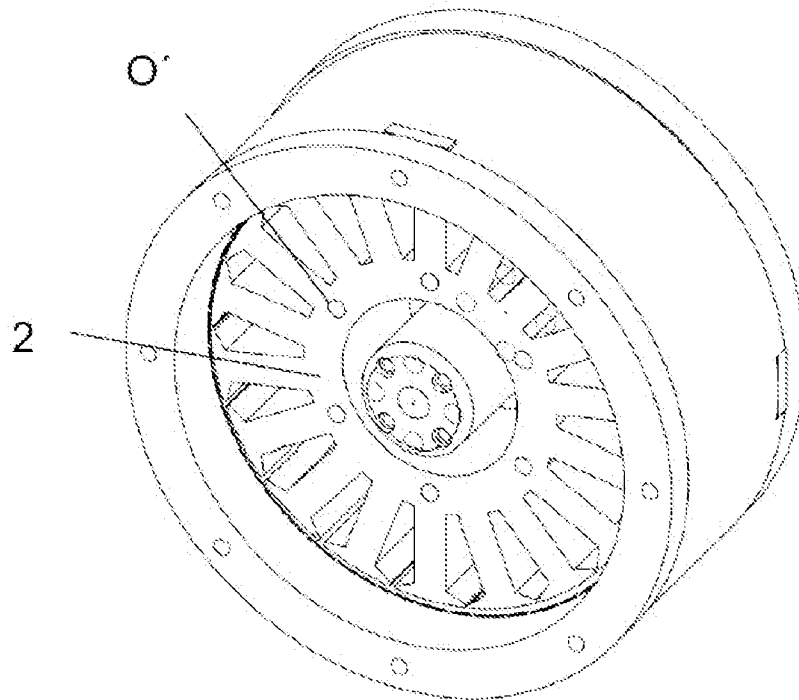
## PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Elektrický motor sestávající ze statoru (2) a rotoru (1) uzpůsobeného pro přenos krouticího momentu, kde rotor (1), ve kterém jsou umístěny permanentní magnety (11), je otočně uložený vůči rámu (3), se kterým je pevně spojen stator (2) tvořený feromagnetickými póly (21) s vinutími (22), **vyznačující se tím**, že rotor (1) je opatřen klecí (12) pro umístění permanentních magnetů (11).
2. Elektrický motor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že klec (12) je zhotovena z plastu.
3. Elektrický motor podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že permanentní magnety (11) jsou v kleci (12) uspořádány podle Halbachova schématu.
- 10 4. Elektrický motor podle nároků 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že klec (12) je z jedné strany otevřena.
5. Elektrický motor podle nároků 1, 2, 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že z klece (12) vystupují vnitřní ramena (R) směřující ke středu otáčení rotoru (1).
- 15 6. Elektrický motor podle nároků 1, 2, 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že vnitřní ramena (R) se sbíhají do pouzdra (P), které je otočně uloženo na hřídeli (H).

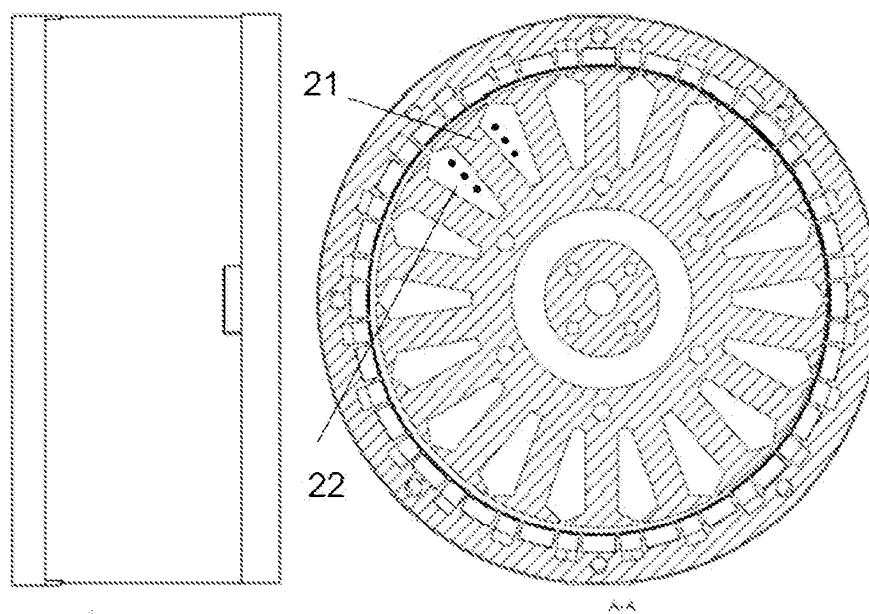
7 výkresů



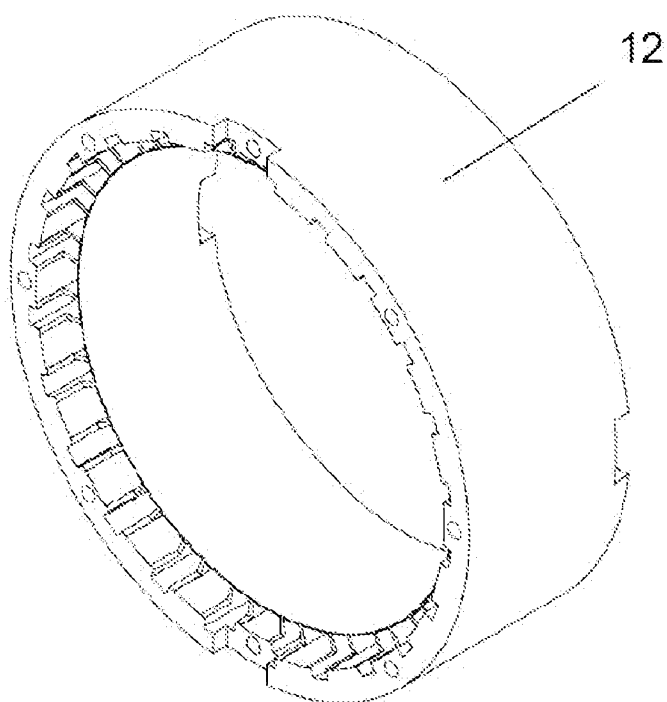
Obr. 1



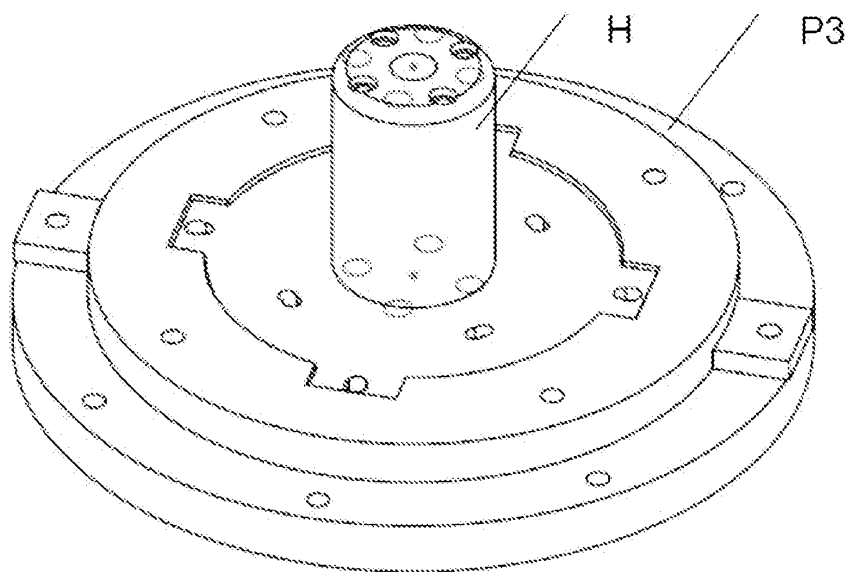
Obr. 2



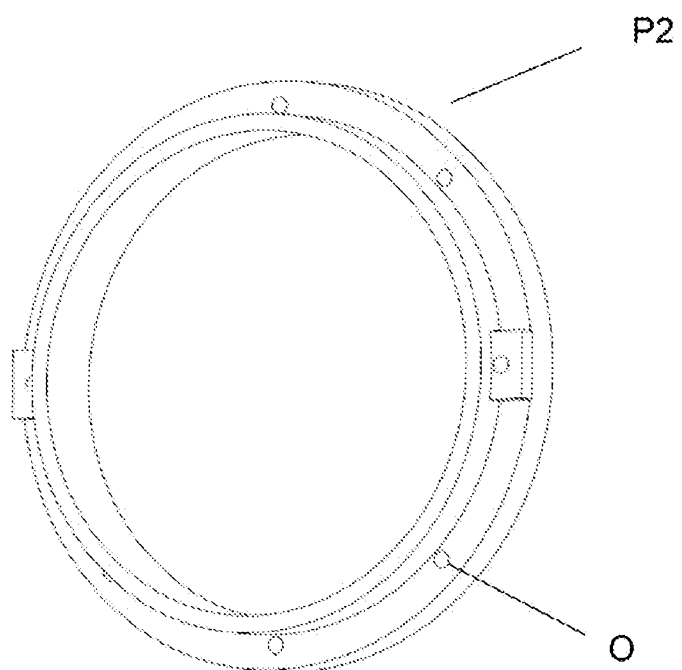
Obr. 3



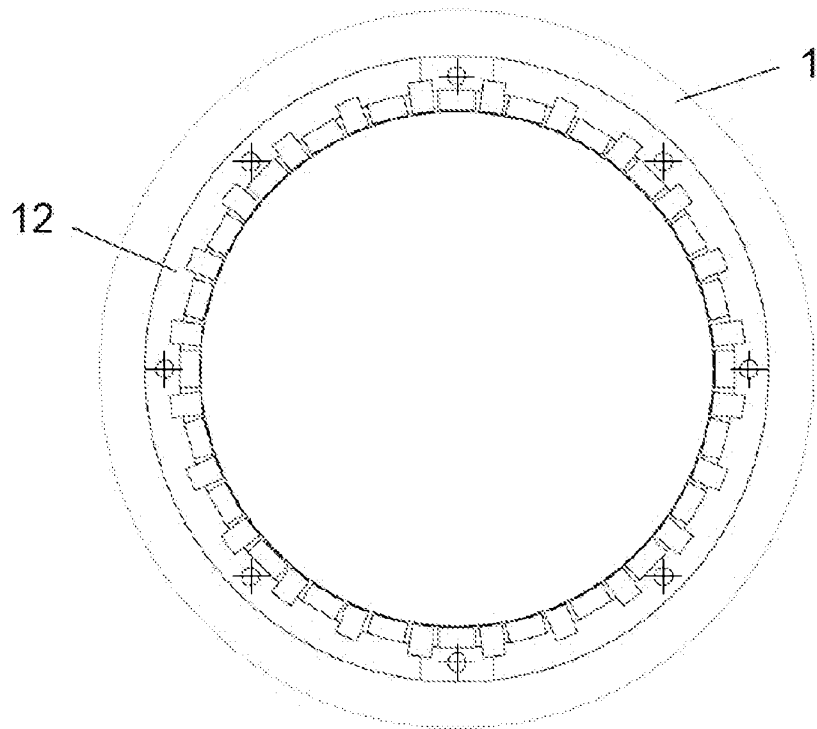
Obr. 4



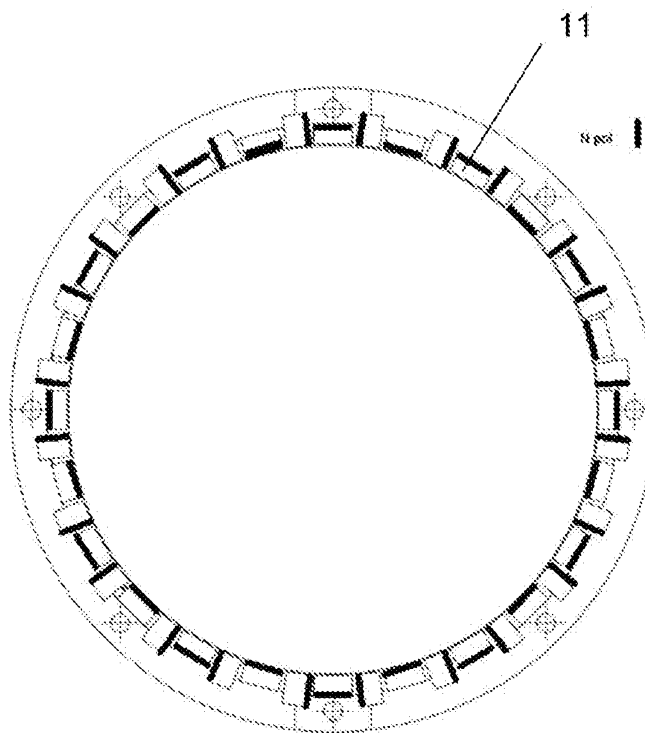
Obr. 5



Obr. 6

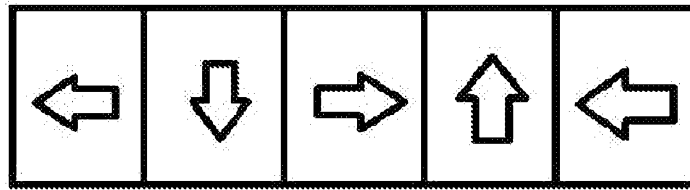


Obr. 7

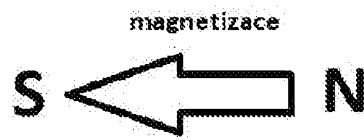


Obr. 8

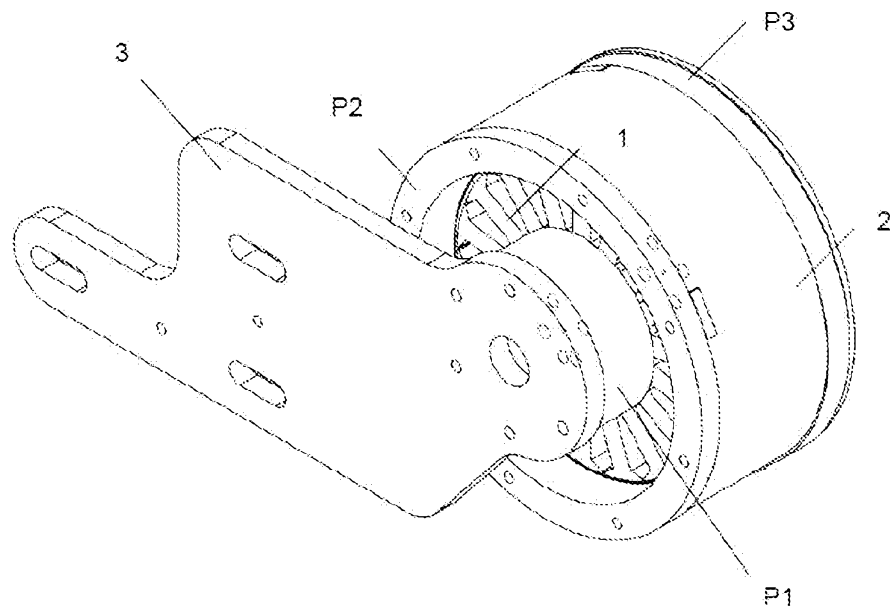
**zesílené mg. pole**



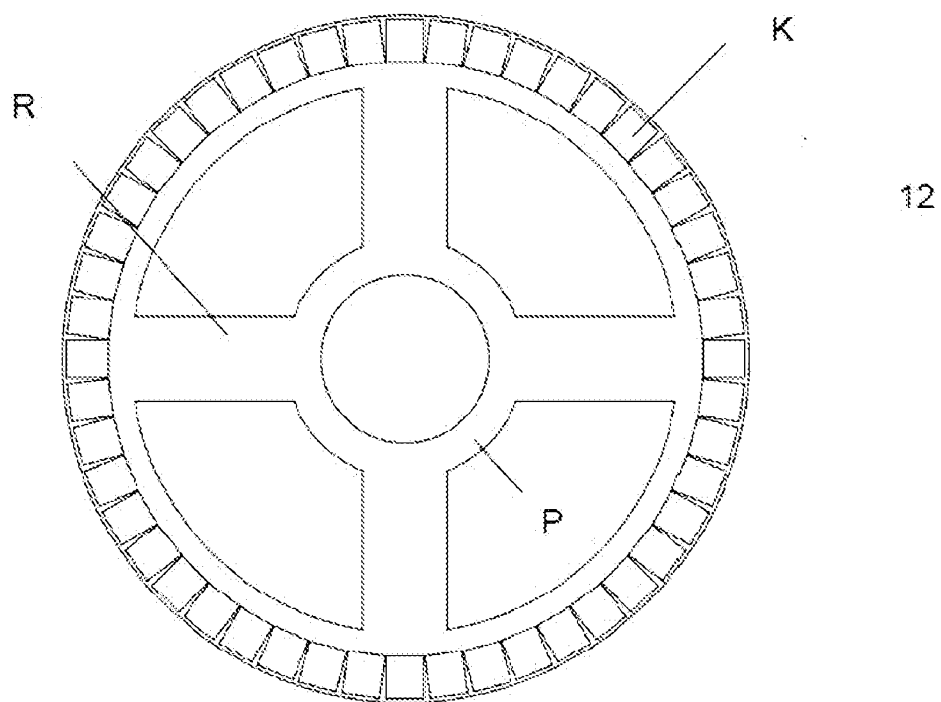
**utlumené mg. pole**



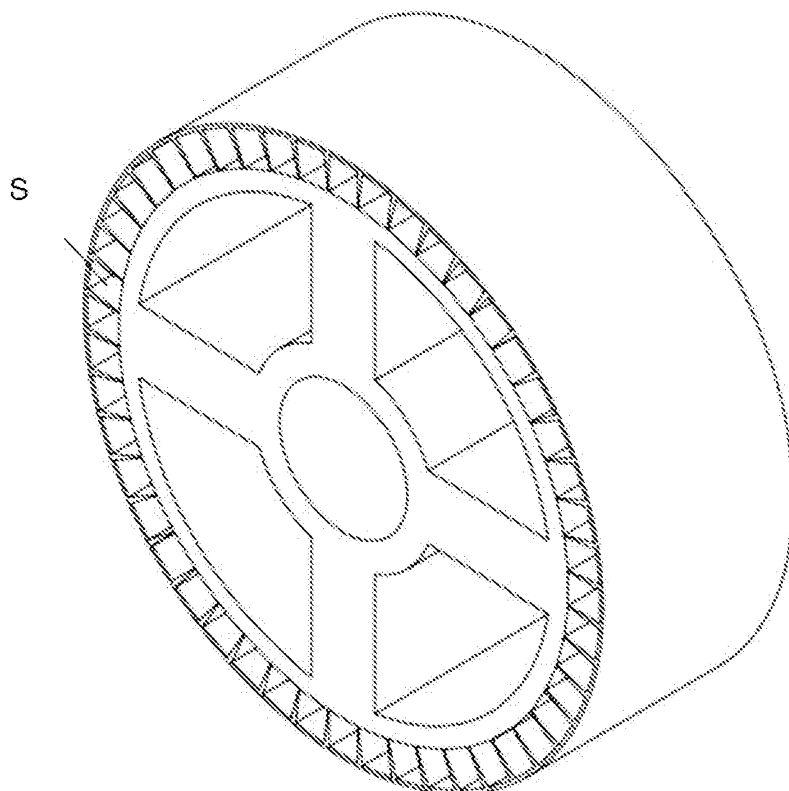
Obr. 9



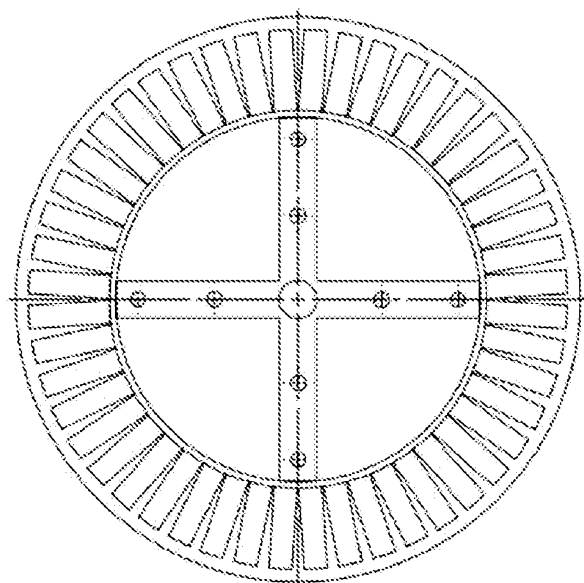
Obr. 10

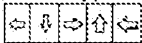


Obr. 11

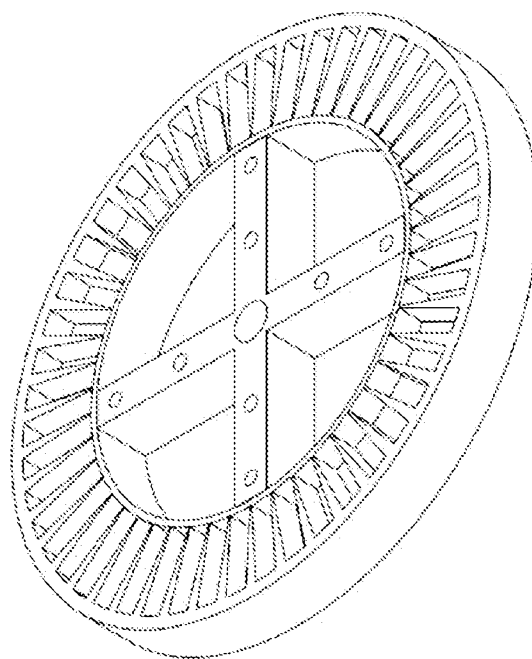


Obr. 12



  
 uspořádání magnetů

Obr. 13



Obr. 14