

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 680

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

D01H 4/12 (2006.01)
D01H 4/10 (2006.01)
F16C 39/06 (2006.01)
H02K 7/09 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-209**
 (22) Přihlášeno: **22.03.2013**
 (40) Zveřejněno: **27.08.2014**
(Věstník č. 35/2014)
 (47) Uděleno: **17.07.2014**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **27.08.2014**
(Věstník č. 35/2014)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 297426 B6; CZ 298507 B6; CZ 300226 B6; CZ 300225 B6; WO 2008000335 A; DE 102004029020 A.

- (73) Majitel patentu:
Rieter CZ s.r.o., Ústí nad Orlicí, CZ
- (72) Původce:
Ing. Milan Moravec, Ústí nad Orlicí, CZ
Ing. Miroslav Štusák, Choceň, CZ
Ing. Jiří Sloupenský, CSc., Ústí nad Orlicí, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, 602 00 Brno

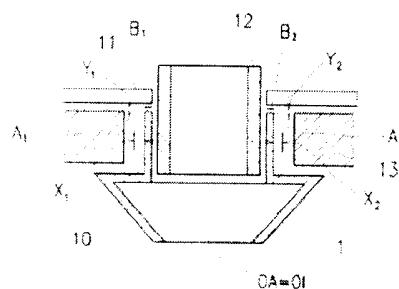
ložiska. Snímače polohy sprádacího rotoru (1) jsou seskupeny do dvojic, přičemž dvě dvojice snímačů (A, A1, A2) pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru (1) jsou uspořádány na protilehlých stranách sprádacího rotoru (1) proti válcové stěně (10) sprádacího rotoru (1) a současně jsou dvě dvojice snímačů (B, B1, B2) pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru (1) uspořádány na protilehlých stranách sprádacího rotoru (1) proti stěně (11) sprádacího rotoru (1), která je kolmá na osu otáčení (OA) sprádacího rotoru (1).

(54) Název vynálezu:

**Způsob zjišťování změn polohy
bezhrádelového sprádacího rotoru
rotorového doprřadacího stroje v dutině
aktivního magnetického ložiska a sprádací
jednotka rotorového doprřadacího stroje s
aktivním magnetickým ložiskem pro uložení
bezhrádelového sprádacího rotoru**

(57) Anotace:

Při způsobu zjišťování změn se poloha sprádacího rotoru (1) sleduje soustavou snímačů (A, B) a na základě zjištěných změn polohy sprádacího rotoru (1) se upravuje řízení aktivního magnetického ložiska k eliminaci nežádoucích změn polohy sprádacího rotoru (1) v dutině aktivního magnetického ložiska. Průběžně se zjišťuje radiální posunutí sprádacího rotoru (1) a současně se průběžně zjišťuje naklonění sprádacího rotoru (1). Podle zjištěných změn polohy sprádacího rotoru (1) se určí posunutí a/nebo naklonění sprádacího rotoru (1) pro následnou úpravu řízení polohy sprádacího rotoru (1) v aktivním magnetickém ložisku. Sprádací jednotka s aktivním magnetickým ložiskem obsahuje prostředky pro tvorbu a řízení magnetického pole, ve kterém je uspořádán sprádací rotor (1). Ložisko dále obsahuje snímače (A, B) polohy sprádacího rotoru (1), které jsou spřaženy s detektory (D) jejich výstupních signálů a s vyhodnocovacími obvody. Vyhodnocovací obvody jsou napojeny na řídicí systém aktivního magnetického



CZ 304680 B6

Způsob zjišťování změn polohy bezhrádelového sprádacího rotoru rotorového doprřadacího stroje v dutině aktivního magnetického ložiska a sprádací jednotka rotorového doprřadacího stroje s aktivním magnetickým ložiskem pro uložení bezhrádelového sprádacího rotoru

5

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu zjišťování změn polohy bezhrádelového sprádacího rotoru rotorového doprřadacího stroje v dutině aktivního magnetického ložiska, při kterém se poloha sprádacího ro-
 10 toru sleduje soustavou snímačů a na základě zjištěných změn polohy sprádacího rotoru se upra-
 vuje řízení aktivního magnetického ložiska k eliminaci nežádoucích změn polohy sprádacího ro-
 toru v dutině aktivního magnetického ložiska.

Vynález se také týká sprádací jednotky rotorového doprřadacího stroje s aktivním magnetickým
 15 ložiskem pro uložení bezhrádelového sprádacího rotoru, která obsahuje prostředky pro tvorbu
 a řízení magnetického pole, ve kterém je uspořádan sprádací rotor, přičemž ložisko dále obsahuje
 snímače sprádacího rotoru, které jsou sprřazeny s detektory jejich výstupních signálů a s vyhod-
 nocovacími obvody, přičemž vyhodnocovací obvody jsou napojeny na řídicí systém aktivního
 magnetického ložiska.

20

Dosavadní stav techniky

Pro potřeby uložení velmi rychle se otáčejících bezhrádelových sprádacích rotorů rotorových do-
 25 prřadacích strojů existují speciální zařízení, která pomocí řízených magnetických sil zajišťují po-
 lohu i pohon sprádacího rotoru. Taková zařízení se souhrnně označují jako aktivní magnetická
 ložiska.

K zajištění řádné funkce aktivního magnetického ložiska je přitom zcela nezbytná znalost oka-
 30 mžitě polohy sprádacího rotoru v magnetickém poli v aktivním magnetickém ložisku a také zna-
 lost případných změn této polohy v čase v trojrozměrném pravoúhlém souřadném systému s osa-
 mi x, y, z. Sprádací rotor musí být regulačním (řidicím) systémem na základě kontinuálně sledo-
 vaných a vyhodnocovaných údajů o jeho poloze udržován v požadované poloze také proto, aby
 35 nedošlo vlivem případného přílišného vychýlení sprádacího rotoru k havárii sprádacího rotoru se
 všemi negativními důsledky plynoucími zejména z vysoké rychlosti otáčení sprádacího rotoru,
 např. havárie kontaktem sprádacího rotoru s ostatními částmi aktivního magnetického ložiska.

U aktivních magnetických ložisek, u kterých se výška sprádacího rotoru blíží průměru sprádacího
 rotoru, vzniká problém správného rozpoznání zejména tzv. kývání sprádacího rotoru během jeho
 40 otáčení, tj. vychylování skutečné osy otáčení sprádacího rotoru vůči ideální ose otáčení sprádací-
 ho rotoru. Sprádací rotor je přitom ve směru své osy otáčení samovolně držen v potřebné poloze
 působením magnetických sil permanentních magnetů aktivního magnetického ložiska, takže pří-
 padný posun sprádacího rotoru ve směru osy otáčení sprádacího rotoru je korigován zcela auto-
 maticky působením těchto permanentních magnetů. U takového jednoduchého uspořádání se
 45 doposud sleduje v podstatě pouze radiální posun osy rotace rotoru, které se provádí vhodně roz-
 místěnými snímači sprádacího rotoru, které v podstatě pracují na principu snímání změn vzdále-
 nosti sledované plochy sprádacího rotoru od snímačů a následně se podle těchto změn provádí
 korekce levitace sprádacího rotoru.

Běžně používané snímače sprádacího rotoru proto obvykle pracují v párovém rozestavení, tj. ve
 50 dvojicích, přičemž všechny dvojice jsou rozmístěny v jedné rovině kolem odvodové plochy sprá-
 dacího rotoru, kde jsou schopny zachytit radiální posun sprádacího rotoru vůči ideální ose otáče-
 ní. V tomto rozestavení však již nejsou schopny spolehlivě identifikovat změny polohy sprádací-
 ho rotoru dané kýváním sprádacího rotoru, přičemž toto případné kývání ani není samovolně

korigováno působením magnetických sil od permanentních magnetů aktivního magnetického ložiska.

Pro detekci kývání rotoru se nabízí uspořádání snímačů spřádacího rotoru ve dvou paralelních snímacích rovinách proti vnějšímu obvodu spřádacího rotoru, tj. proti jeho válcové ploše. Toto řešení je však nákladné a vyžaduje dodatečný prostor pro druhou, paralelní, soustavu snímačů, detektorů a vyhodnocovacích obvodů. Tento potřebný dodatečný prostor však vzhledem k malé délce bezhřídelových spřádacích rotorů a vzhledem k celkově poměrně malým spřádacím jednotkám s aktivními magnetickými ložisky u rotorových dopřádacích strojů není k dispozici bez zásadnějšího nárůstu délky bezhřídelových spřádacích rotorů a nárůstu vnějších rozměrů spřádacích jednotek.

Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň zmírnit nedostatky současného stavu techniky, zejména pak zlepšit možnosti sledování polohy bezhřídelového spřádacího rotoru ve spřádací jednotce rotorového dopřádacího stroje.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem zjišťování změn polohy bezhřídelového spřádacího rotoru rotorového dopřádacího stroje v dutině aktivního magnetického ložiska, jehož podstata spočívá v tom, že se průběžně zjišťuje radiální posunutí spřádacího rotoru a současně se průběžně zjišťuje naklonění spřádacího rotoru a podle zjištěných změn polohy spřádacího rotoru se určí posunutí a/nebo naklonění spřádacího rotoru pro následnou úpravu řízení polohy spřádacího rotoru v aktivním magnetickém ložisku.

Cíle vynálezu je také dosaženo spřádací jednotkou rotorového dopřádacího stroje s aktivním magnetickým ložiskem pro uložení bezhřídelového spřádacího rotoru, jejíž podstata spočívá v tom, že snímače spřádacího rotoru jsou seskupeny do dvojic, přičemž dvě dvojice snímačů pro zjišťování radiálního posunutí spřádacího rotoru jsou uspořádány na protilehlých stranách spřádacího rotoru proti válcové stěně spřádacího rotoru a současně jsou dvě dvojice snímačů pro zjišťování naklonění spřádacího rotoru uspořádány na protilehlých stranách spřádacího rotoru proti stěně spřádacího rotoru, která je kolmá na osu otáčení spřádacího rotoru.

Výhodou tohoto řešení oproti známému stavu techniky je lepší zjištění polohy spřádacího rotoru při jeho otáčení v aktivním magnetickém ložisku spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje. To vše je zjišťováno dostatečně rychle a s potřebnou přesností a důvěryhodností výsledků měření.

Objasnění výkresů

Vynález je schematicky znázorněn na výkresech, kde ukazuje obr. 1 příkladné uspořádání snímačů spřádacího rotoru v aktivním magnetickém ložisku, obr. 2 příkladné provedení uspořádání snímačů spřádacího rotoru, obr. 3 uspořádání snímačů pro zjišťování radiálního posunu spřádacího rotoru a jimi měřených vzdáleností od válcové stěny spřádacího rotoru a obr. 4 uspořádání snímačů pro zjišťování naklonění spřádacího rotoru a jimi měřených vzdáleností od stěny spřádacího rotoru, která je kolmá na osu otáčení spřádacího rotoru, vše v pohledu ve směru S z obr. 2.

Příklady uskutečnění vynálezu

5 Vynález bude popsán na příkladu provedení aktivního magnetického ložiska s bezhřídelovým
sprádacím rotorem pro sprádací jednotku rotorového doprácího stroje.

Rotorový doprácí stroj obsahuje alespoň jednu řadu vedle sebe uspořádaných pracovních míst.
Každé pracovní místo obsahuje kromě celé řady dalších uzlů také sprádací jednotku, ve které je
10 uspořádáno aktivní magnetické ložisko, ve kterém je otočně uložen bezhřídelový sprádací rotor
1. Aktivní magnetické ložisko zajišťuje udržování polohy sprádacího rotoru 1 vůči ostatním částem
sprádací jednotky pomocí řízeného magnetického stabilizačního systému 13. Pohon spráda-
cího rotoru 1 je zajišťován pomocí řízeného elektro-magnetického pohonového systému 12.

15 Polohou sprádacího rotoru 1 se rozumí umístění sprádacího rotoru 1 v trojrozměrném souřadném
systému, tj. včetně polohy aktuální osy OA otáčení sprádacího rotoru 1, tj. skutečné osy otáčení
sprádacího rotoru 1, vůči ideální ose OI otáčení sprádacího rotoru 1. Ideální osa OI otáčení sprá-
dacího rotoru 1 je přitom určena geometrií aktivního magnetického ložiska, sprádací jednotky
a sprádacího rotoru 1.

20 Poloha aktuální osy OA otáčení se zjišťuje systémem zjišťování polohy sprádacího rotoru 1
v aktivním magnetickém ložisku. Systém zjišťování polohy sprádacího rotoru obsahuje snímače
A pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru 1 a snímače B pro zjišťování naklonění
sprádacího rotoru 1. Snímače A polohy sprádacího rotoru 1 i snímače B polohy sprádacího roto-
ru 1 jsou spřaženy s detektory D jejich výstupních signálů a dále s vyhodnocovacími obvody a ří-
25 dicím zařízením aktivního magnetického ložiska, jak je znázorněno na obr. 2.

Pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru 1 i pro zjišťování naklonění sprádacího
rotoru 1 je teoreticky zapotřebí minimálně třech snímačů A pro zjišťování radiálního posunutí
sprádacího rotoru 1 a třech snímačů B pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru 1. Ve znázor-
30 něných příkladech provedení jsou snímače A, B polohy sprádacího rotoru 1 uspořádány vždy ve
dvou dvojicích, tj. dvě dvojice snímačů A1, A2 pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího ro-
toru 1 a dvě dvojice snímačů B1, B2 pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru 1, jak je znázor-
něno na obr. 2 až 4 a jak bude blíže popsáno v dalším textu.

35 Dvojice snímačů A1, A2 pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru 1 jsou uspořádány
na protilehlých stranách sprádacího rotoru 1 proti válcové stěně 10 sprádacího rotoru 1. Dvojice
snímačů B1, B2 pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru 1 jsou uspořádány na protilehlých
stranách sprádacího rotoru 1 proti stěně 11 sprádacího rotoru 1, která je kolmá na osu OA otáče-
ní sprádacího rotoru 1. V předchozí větě je výraz na „na protilehlých stranách“ myšlen tak, že
40 snímače B jsou umístěny vůči příslušné stěně 11 sprádacího rotoru 1 symetricky k ose OA otáče-
ní sprádacího rotoru 1, jak je také znázorněno na obrázcích. Stěnou 11 sprádacího rotoru 1, která
je kolmá na osu OA otáčení sprádacího rotoru 1, je např. dno sprádacího rotoru 1 nebo jiná
vhodně orientovaná stěna sprádacího rotoru 1.

45 Dvojicemi snímačů A1, A2 pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru 1 se sledují
změny vzdáleností X1, X2 válcové stěny 10 sprádacího rotoru 1 od snímačů A1, A2, jak je zná-
zorněno na obr. 1 a 3. Dvojicemi snímačů B1, B2 pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru 1 se
sleduje změna vzdáleností Y1, Y2 stěny 11 sprádacího rotoru 1, která je kolmá na osu OA otáče-
ní sprádacího rotoru 1, od snímačů B1, B2, jak je znázorněno na obr. 1 a 4.

50 Ve výhodném provedení jsou dvě dvojice snímačů A1, A2 rozmístěné po obvodu sprádacího
rotoru 1 ve dvou na sebe kolmých směrech, jak je znázorněno na obr. 2.

Ve výhodném provedení jsou dvě dvojice snímačů B1, B2 rozmístěné ve dvou na sebe kolmých směrech, které jsou případně pootočený oproti umístění snímačů A o úhel 45°.

- 5 V provedení na obr. 1 jsou znázorněny jedna dvojice snímačů A pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru 1, tj. snímače A1 a A2, a současně je znázorněna jedna dvojice snímačů B pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru 1, tj. snímače B1 a B2.

10 Snímače A1, A2, B1, B2 sledují vzdálenosti X1, X2, Y1, Y2 sprádacího rotoru 1 od příslušného snímače A1, A2, B1, B2, resp. zjišťují změny těchto vzdáleností X1, X2, Y1, Y2. V tomto uspořádání se uplatněním níže popsané rozhodovací logiky relativně snadno určí o jaký typ změny polohy sprádacího rotoru 1 vůči ideální poloze, resp. a jaký typ změny polohy aktuální osy OA otáčení sprádacího rotoru 1 vůči ideální ose OI otáčení sprádacího rotoru 1, se jedná. Podle zjištěného typu změny polohy otáčejícího se sprádacího rotoru 1 se, v kombinaci se zjištěnou velikostí změny polohy sprádacího rotoru 1, provedou odpovídající opatření v řízení aktivního magnetického ložiska vedoucí k navrácení sprádacího rotoru 1 do jeho ideální polohy, tj. do shody mezi osami OI a OA. Tímto se poloha sprádacího rotoru 1 otáčejícího se v magnetickém poli aktivního magnetického ložiska sleduje a udržuje v osách x, y, z pravouhlého souřadného systému.

- 20 Rozhodovací logika pro určení typu změny polohy sprádacího rotoru 1 vůči jeho ideální poloze je pro provedení znázorněné na obr. 1 taková že, pokud platí:

- a) $x1 = x2 \text{ AND } y1 = y2$ - sprádací rotor 1 je v ideální poloze, ve které jeho aktuální osa OA otáčení je shodná s ideální osou OI otáčení
 25 b) $x1 > x2 \text{ AND } y1 = y2$ - došlo k radiálnímu posunutí sprádacího rotoru 1 vpravo
 c) $x1 < x2 \text{ AND } y1 = y2$ - došlo k radiálnímu posunutí sprádacího rotoru 1 vlevo
 d) $x1 < x2 \text{ AND } y1 > y2$ - došlo k naklonění sprádacího rotoru 1 vpravo
 e) $x1 > x2 \text{ AND } y1 < y2$ - došlo k naklonění sprádacího rotoru 1 vlevo.

30 Výhodně jsou snímače A, B řešeny jako vysokofrekvenční transformátory tvořené dvojicí cívek uspořádaných na protilehlých plochách desky plošného (tištěného) spoje nebo na vnitřních plochách vícevrstvého plošného spoje. Snímače A jsou přitom s výhodou umístěny u okraje průchozího otvoru v desce plošných spojů a sprádací rotor 1 prochází tímto otvorem v desce plošných spojů, takže snímače A jsou situovány proti válcové stěně 10 sprádacího rotoru 1, přičemž průměr průchozího otvoru v desce plošných spojů je jen o něco málo větší, typicky např. o 2 mm, než je vnější průměr sprádacího rotoru 1, jak je vše znázorněno na obr. 1. Snímače B jsou výhodně umístěny na samostatné desce plošných spojů situované cca 1 mm pod nebo nad úrovní spodní nebo horní sledované stěny 11 sprádacího rotoru 1, která je kolmá na osu OA otáčení sprádacího rotoru 1, nebo jsou snímače B umístěny v provedení podle obr. 1 u okraje průchozího otvoru v desce plošných spojů, přičemž tento průchozí otvor má menší průměr než je vnější průměr sprádacího rotoru 1, aby snímače B byly uspořádány přímo proti stěně 11 sprádacího rotoru 1, která je kolmá na osu OA otáčení sprádacího rotoru 1.

45 Výše uvedené uspořádání všech potřebných prvků vždy na deskách, popř. na společné desce, plošného spoje eliminuje, nebo alespoň významně snižuje, vznik indukovaných rušivých signálů a zvyšuje tak citlivost snímačů A, B provedených jako vysokofrekvenční transformátory s dvojicí cívek. Současně toto řešení snímačů A, B také umožňuje jednoduchou montáž přímo do sprádací jednotky rotorového doprřadacího stroje i s možností vysoké integrace, protože na desky plošných spojů se snímači A, B je možno integrovat v podstatě kompletní elektroniku aktivního magnetického ložiska nebo je možno tyto desky jednoduše propojit s elektronikou aktivního magnetického ložiska. Tímto způsobem lze také významně snížit výrobní náklady.

Snímače A, B, provedené jako vysokofrekvenční transformátory s dvojicemi cívek na desce plošného (tištěného) spoje jsou na svém vstupu buzeny vysokofrekvenčním budícím signálem o frekvenci v řádech minimálně desítek MHz, typicky o frekvenci od desítek MHz do stovek MHz, zejména o frekvencích od 20 MHz a více. Výstupní signál těchto snímačů A, B se zpracovává
 5 připojenými detektory D, jak je znázorněno na obr. 3 a 4, přičemž výstupní signály detektorů D se dále použijí ve vyhodnocovacích obvodech a řídicím systému aktivního magnetického ložiska. Řídicí systém aktivního magnetického ložiska může být vytvořen buď přímo v aktivním magnetickém ložisku, nebo může být tvořen prostředky sprádací jednotky, nebo může být tvořen prostředky pracovního místa, nebo prostředky sekce stroje, nebo prostředky celého stroje atd. nebo
 10 se může jednat o více či méně distribuovaný řídicí systém.

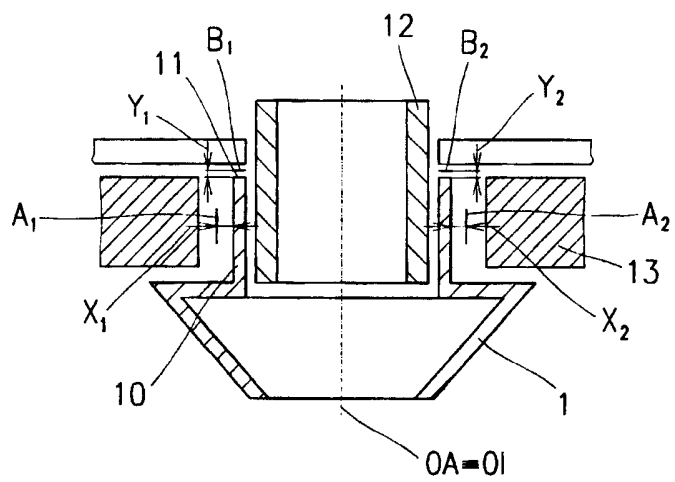
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob zjišťování změn polohy bezhrádelového sprádacího rotoru (1) rotorového doprřadacího stroje v dutině aktivního magnetického ložiska, při kterém se poloha sprádacího rotoru (1) sleduje soustavou snímačů (A, B) a na základě zjištěných změn polohy sprádacího rotoru (1) se upravuje řízení aktivního magnetického ložiska k eliminaci nežádoucích změn polohy sprádacího rotoru (1) v dutině aktivního magnetického ložiska, **vyznačující se tím**, že se průběžně zjišťuje radiální posunutí sprádacího rotoru (1) a současně se průběžně zjišťuje naklonění sprádacího rotoru (1) a podle zjištěných změn polohy sprádacího rotoru (1) se určí posunutí
 25 a/nebo naklonění sprádacího rotoru (1) pro následnou úpravu řízení polohy sprádacího rotoru (1) v aktivním magnetickém ložisku.

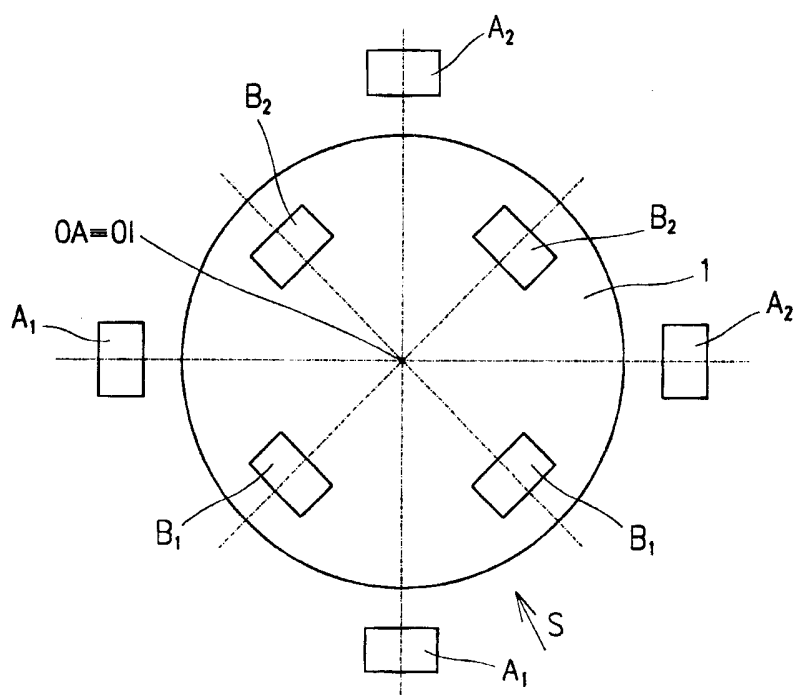
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že radiální posunutí i naklonění sprádacího rotoru (1) se každé zjišťuje alespoň dvěma dvojicemi snímačů (A1, A2, B1, B2) vzdálenosti snímané plochy sprádacího rotoru (1).

3. Sprádací jednotka rotorového doprřadacího stroje s aktivním magnetickým ložiskem pro uložení bezhrádelového sprádacího rotoru (1), která obsahuje prostředky pro tvorbu a řízení magnetického pole, ve kterém je uspořádan sprádací rotor (1), přičemž ložisko dále obsahuje snímače (A, B) polohy sprádacího rotoru (1), které jsou sprřazeny s detektory (D) jejich výstupních signálů a s vyhodnocovacími obvody, přičemž vyhodnocovací obvody jsou napojeny na řídicí systém aktivního magnetického ložiska, **vyznačující se tím**, že snímače polohy sprádacího rotoru (1) jsou seskupeny do dvojic, přičemž dvě dvojice snímačů (A, A1, A2) pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru (1) jsou uspořádané na protilehlých stranách sprádacího rotoru (1) proti válcové stěně (10) sprádacího rotoru (1) a současně jsou dvě dvojice snímačů (B, B1, B2) pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru (1) uspořádané na protilehlých stranách sprádacího rotoru (1) proti stěně (11) sprádacího rotoru (1), která je kolmá na osu otáčení (OA) sprádacího rotoru (1).

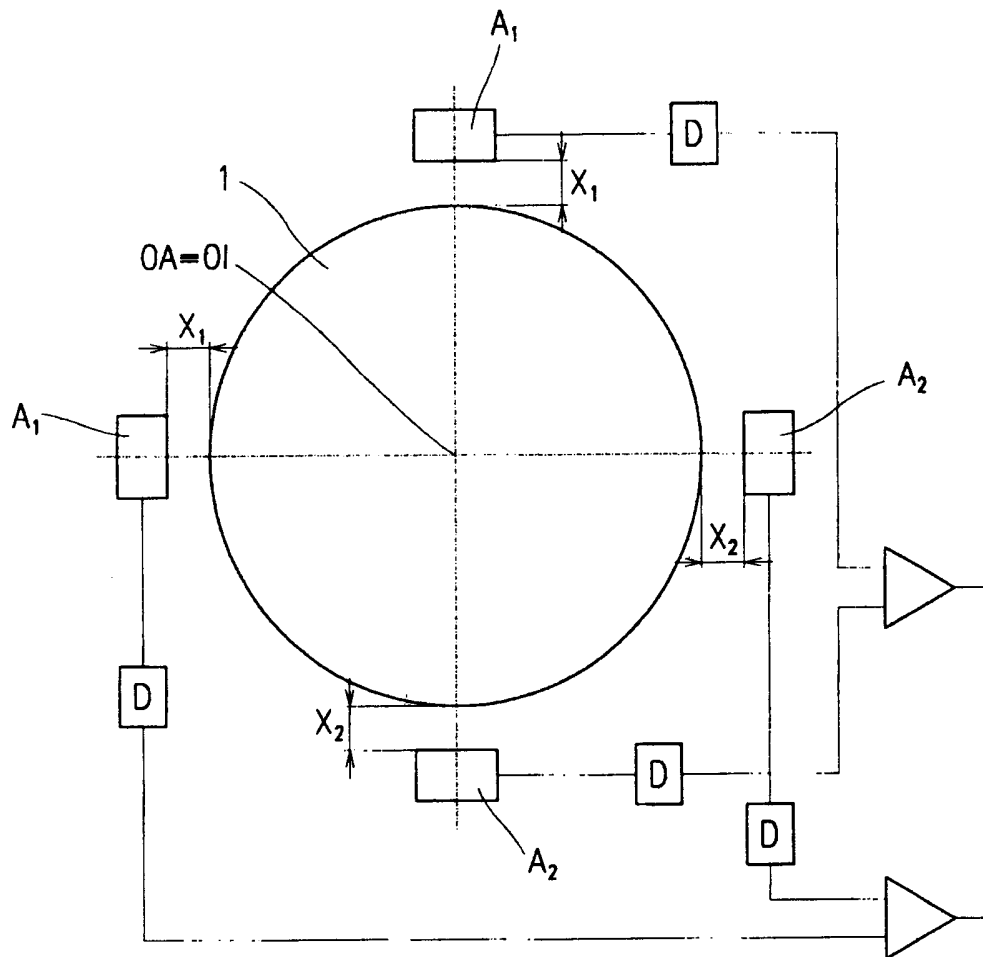
4. Aktivní magnetické ložisko podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že obě dvojice snímačů (A, A1, A2) pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru (1) leží ve dvou na sobě kolmých směrech a obě dvojice snímačů (B, B1, B2) pro zjišťování naklonění sprádacího rotoru (1) leží ve dvou na sobě kolmých směrech, které svírají úhel 45° se směry umístění snímačů (A) pro zjišťování radiálního posunutí sprádacího rotoru (1).



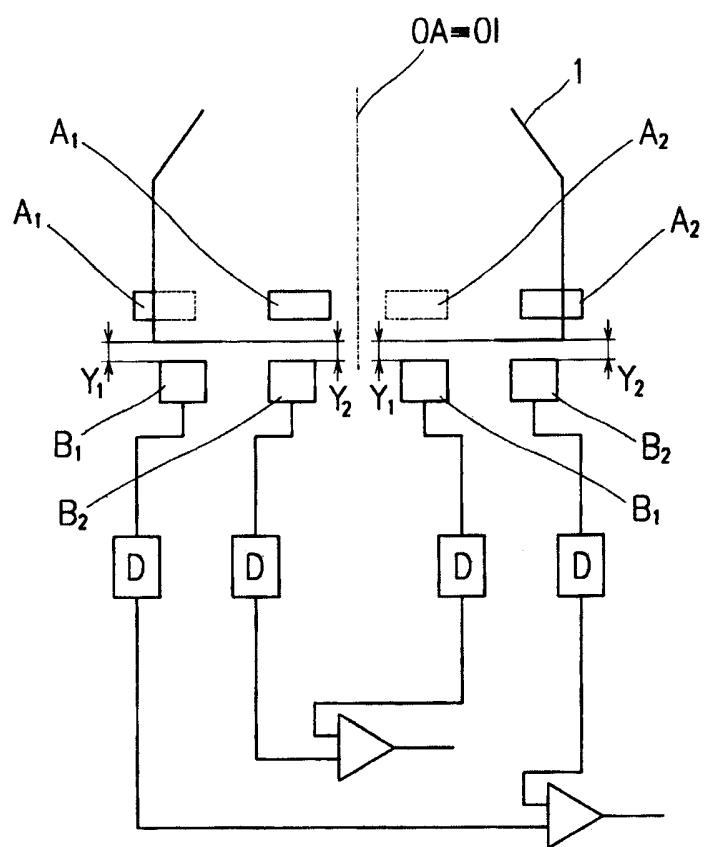
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Konec dokumentu
