

UŽITNÝ VZOR

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 24191**
(22) Přihlášeno: **12.04.2011**
(47) Zapsáno: **02.05.2011**

(11) Číslo dokumentu:

22169

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01B 7/14 (2006.01)

G01R 33/07 (2006.01)

(73) Majitel:

VÚTS, a.s., Liberec, CZ
Rieter CZ s.r.o., Ústí nad Orlicí, CZ

(72) Původce:

Pustka Martin Ing. Ph.D., Liberec - Rochlice, CZ
Founě František Ing., Ústí nad Orlicí, CZ
Škop Petr Ing. CSc., Liberec, CZ
Šidlof Pavel Ing. CSc., Liberec, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing. Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení k měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů

CZ 22169 U1

Zařízení k měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení k měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů prostřednictvím Hallova snímače, přičemž je každý z magnetů tvořen soustavou magnetických dipólů uspořádaných do Halbachova pole.

Dosavadní stav techniky

U řady mechanismů, jako jsou vačkové, klikové, kulisové a jiné mechanismy a lineární servomotory, koná jejich akční člen přímočarý nebo rotační vratný periodický pohyb. Akční člen a případně s ním spojené pracovní členy mechanismu se tak musí během jedné periody pohybu 10 zabrzdit a znovu rozběhnout v opačném směru v obou krajních úvratích pohybu. Při velkých pohybujících se hmotách redukováných na akční člen a/nebo velkých zrychleních potřebných k zabrzdění a/nebo k rozběhu je proto výhodné doplnit akční člen a/nebo k němu připojené pracovní členy o mechanismy, které akumulují kinetickou energii mechanismu při brzdění v úvratí a naopak ji uvolňují při následujícím rozběhu. Takovými akumulujícími mechanismy mohou být 15 vhodně deformovatelná pružná tělesa, například kovové, pryžové nebo kompozitové pružiny. Protože brzdění a zpětný rozběh probíhá na krátké vzdálenosti, jsou obvyklé typy pružin s lineární závislostí síly na deformaci pro tento účel nevhodné.

Výhodným řešením je využití odpudivé síly magnetů, elektromagnetů nebo jejich kombinace. Dva magnety obrácené stejnojmennými póly proti sobě se navzájem odpuzují, přičemž jejich 20 předností je nelineární strmě rostoucí odpudivá síla. Použití elektromagnetů jako pohyblivých členů mechanismu je náročné z důvodu pohyblivého přívodu napájení a vhodnější jsou permanentní magnety. Pro dosažení největšího poměru mezi odpudivou silou a hmotností permanentních magnetů je výhodné uspořádat větší množství magnetů do vhodné struktury, například Halbachova pole.

Určité řešení předkládá například CZ 2007-214 v souvislosti se zařízením k rozvádění příze navíjené na cívku uloženou v navíjecím ústrojí pracovního místa textilního stroje, obsahující podélnou rozváděcí tyč společnou pro řadu pracovních míst spřaženou s pohonem udělujícím jí přímočarý vratný pohyb a s ovládacím systémem určujícím polohu úvratí rozváděcí tyče. Na rozváděcí tyči a na rámu stroje jsou ve vzájemném odstupu uloženy dvě dvojice magnetů, z nichž každá 30 obsahuje magnet pohybující se s rozváděcí tyčí a magnet, který je nastavitelně uložen na rámu, přičemž magnety ve dvojici jsou uloženy stejnými póly proti sobě.

CZ 2010-617 navíc řeší nastavování magnetů uložených na rámu prostřednictvím krokového motoru se samosvorným převodem.

Aby byla energie akumulovaná při brzdění a vydaná při novém rozběhu mechanismu co největší, 35 je nutné, aby se magnety vzájemně k sobě přiblížily co nejvíce, obvykle na vzdálenost menší, než je 1 mm. Proto musí být jednoznačně definována poloha úvratí pohybujícího se magnetu, což vyžaduje měřit vzájemnou polohu magnetů v oblasti úvratí. Při přibližování stejných pólů dvou samostatných, například tyčových, dipólů lze použít Hallův snímač umístěný vně magnetů a měřit v radiálním směru magnetické pole „vytlačené“ magnety z prostoru mezi čely přibližujících se 40 magnetů. Jednoduché uspořádání 1 zobrazené na obr. 1a, 1b používá dvou souosých osově magnetovaných plochých kruhových magnetů. Stavitelný magnet 11 a pohyblivý magnet 12 jsou proti sobě otočeny severními magnetickými póly N , přičemž mohou být beze změny odpuzujícího účinku otočeny proti sobě také jižními magnetickými póly S .

Stavitelný magnet (v celém dalším textu) 11 se pohybuje při nastavování své polohy pomalu o 45 relativně malou vzdálenost, případně je v klidu. Přitom jeho čelo je, vztaženo k ose souřadnic podle obr. 1b, v poloze x_0 . V blízkosti tohoto čela je vně plochy stavitelného magnetu 11 umístěn Hallův snímač 13 pevně spojený se stavitelným magnetem 11. Pohyblivý magnet 12 se svým čelem přilehlým ke stavitelnému magnetu 11 přibližuje z polohy x_1 , přičemž progresivně vzrůstá odpudivá síla reprezentovaná signálem U z Hallova snímače 13, který měří magnetické pole vy-

5 tlačené magnety v radiálním směru. Zásadním nedostatkem tohoto uspořádání je to, že velikost signálu U s přibližováním magnetů roste jen do určitého vzájemného přiblížení magnetů daného polohou x_3 čela pohyblivého magnetu 12. Při dalším přibližování za polohou x_3 velikost signálu U klesá. Před kontaktem obou magnetů 11, 12 má tedy signál Hallova snímače 13 před a za vrcholem křivky v poloze x_2 , x_4 čela pohyblivého magnetu 12 dvě stejné velikosti U_{x_2} , U_{x_4} . Pro odstranění tohoto nedostatku je nutno rozlišit tyto dvě polohy x_2 , x_4 před vrcholem a za vrcholem křivky. K tomu je ovšem nutné použít doplňující druhý Hallův snímač a k tomu potřebné vyhodnocovací obvody. Umístění Hallova snímače mezi magnety je totiž prakticky nemožné, protože jeho rozměry nedovolí požadované přiblížení magnetů a neumožní tak dosáhnout dostatečně vysokou odpudivou sílu.

Stejný nedostatek mají magnety tvořené silově výhodnějšími prstencovými Halbachovými poli. Zde je navíc magnetické pole v mezeře mezi magnety nepřehledné z důvodu interakce magnetických toků uzavírajících se mezi jednotlivými magnetickými póly nejen ve směru obvodu prstence ale i napříč v radiálním směru.

15 Cílem technického řešení je odstranit, nebo alespoň zmírnit, nedostatky dosavadního stavu techniky a navrhnout zařízení vhodné k měření odpudivé síly magnetů uspořádaných do výkonných Halbachových polí až do minimální vzdálenosti jejich vzájemného přiblížení.

Podstata technického řešení

20 Cíle technického řešení je dosaženo zařízením k měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů tvořených vždy soustavou alespoň jedné čtveřice elementárních členů uspořádaných do Halbachova pole, jehož podstatou je to, že alespoň jeden Hallův snímač je umístěn v sousedství pasivní strany Halbachova pole.

Hallův snímač se přitom ve zvláště výhodném uspořádání nachází proti aktivnímu magnetickému pólu, přičemž je svou snímací stranou přivrácen k jeho severnímu nebo jižnímu pólu.

25 V dalším provedení se Hallův snímač nachází mezi dvěma aktivními magnetickými póly, přičemž je svou snímací stranou orientován kolmo ke směru nebo souhlasně se směrem vektoru magnetické indukce v tomto místě. V tomto uspořádání je měřené magnetické pole slabší.

30 Ve výše uvedených případech má Halbachovo pole tvar uzavřeného řetězce, kterým je prstenec nebo mnohoúhelník. Jeho aktivní póly jsou na čelní straně prstenců. Prstence nebo mnohoúhelníky mohou mít také aktivní stranu radiálně vně nebo uvnitř prstence.

Podle prostorových možností zařízení, na kterém se měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů využívá, může být rovněž vhodné Halbachovo pole ve tvaru přímého řetězce.

Přehled obrázků na výkresech

35 Zařízení podle technického řešení a související uspořádání podle dosavadního stavu techniky je schematicky znázorněno na výkresech, kde značí obr. 1a a 1b uspořádání dvou kruhových magnetů a příslušnou závislost signálu Hallova snímače na vzájemné vzdálenosti těchto magnetů, obr. 2 Halbachovo pole, tvořené pravidelně se opakující strukturou čtyř různě orientovaných elementárních členů, obr. 3 boční pohled na dva přibližující se magnety tvořené Halbachovými poli, obr. 4 boční pohled na uspořádání Hallových snímačů na pasivní straně stavitelného magnetu podle technického řešení, obr. 5 půdorys stavitelného magnetu tvořeného axiálním prstencovým Halbachovým polem z obr. 2 až 4, obr. 6 půdorys radiálního prstencového Halbachova pole s aktivní stranou vně prstence a obr. 7 radiálního prstencového Halbachova pole s aktivní stranou uvnitř prstence.

Příklady provedení technického řešení

45 Na obr. 2 je známé přímé Halbachovo pole 2 tvořené řadou opakujících se řetězců čtveřic magnetických dipólů ve tvaru kostky, které jsou v dalším textu týkajícím se Halbachova pole uvádě-

ny jako první až čtvrtý elementární člen 21, 22, 23, 24. Šipkami jsou vyznačeny směry magnetizace jednotlivých elementárních členů, z nichž je Halbachovo pole sestaveno a zakresleny vektory magnetické indukce B. Vzájemnou interakcí elementárních členů Halbachova pole vznikne takové výsledné magnetické pole, které na jedné straně magnetů 25 magnetické pole zesílí a na opačné straně 26 zeslabí, případně téměř úplně potlačí. Strana se zesíleným magnetickým účinkem 25 je aktivní stranou, strana se zeslabeným účinkem 26 je pasivní stranou vzniklého magnetického multipólu tvořícího Halbachovo pole. Při znázorněném uspořádání jednotlivých elementárních členů 21, 22, 23, 24 tak na horní aktivní straně 25 vznikla soustava zesílených severních magnetických pólů N a jižních magnetických pólů S, na spodní pasivní straně 26 jsou póly opačné, ale velmi zeslabené. Analogicky jako přímé Halbachovo pole 2 o n čtveřicích elementárních členů 21, 22, 23, 24 se chová axiální prstencové Halbachovo pole 20 s axiálním silovým účinkem, které je vytvořeno stočením přímého Halbachova pole 2 do kružnice ležící v rovině kolmé k nákresně, přičemž je například stěna 241 n-tého čtvrtého elementárního členu 24 spojena s příslušnou stranou 211 prvního elementárního členu 21. Elementární členy 21, 22, 23, 24 pak mají tvar kruhových segmentů nebo lichoběžníků nebo kostek použitých spolu s klíny z vhodného feromagnetického materiálu.

Na obr. 3 je znázorněn stavitelný magnet 4 tvořený axiálním prstencovým Halbachovým polem 20 a pohyblivý magnet 5 tvořený axiálním prstencovým Halbachovým polem 3. Názvem stavitelný magnet se v dalším textu rozumí magnet, jehož poloha je v určitém, obvykle relativně malém rozsahu přestavitelná, nebo je tento magnet uspořádán na zařízení pevně. Společná osa 31 magnetů 4, 5 leží v nákresně, Halbachova pole 20, 3 jsou k sobě přivrácena svými aktivními stranami 25 a 32. Přibližují-li se tato pole 20, 3, jejich magnetická pole v mezeře 33 mezi nimi se navzájem ovlivňují a s jejich zmenšující se vzdáleností magnetická indukce v mezeře vzrůstá. Velikost odpuzující síly je úměrná velikosti složek vektorů magnetické indukce ve směru osy 31 a tedy ve směru osy vzájemného pohybu stavitelného a pohyblivého magnetu 4, 5.

Existují zařízení, která vyžadují intenzivní brzdění pohybujících se setrvačných hmot při jejich doběhu do úvrati přímočarého nebo kruhového vratného pohybu a mařenou kinetickou energii rekuperovat pro využití při rozběhu těchto setrvačných hmot zpět z úvrati. Příkladem takového zařízení může být rozváděcí systém navíjecích ústrojí dlouhých textilních strojů, které mají množství vedle sebe uspořádaných pracovních míst. Zde je nutno zabrzdit a znovu v opačném smyslu rozběhnout desítky metrů dlouhou rozváděcí tyč s příslušenstvím. Využití odpudivých magnetických sil vyžaduje mimo jiné přiblížení magnetů do minimální vzájemné vzdálenosti. Umístění Hallova snímače mezi magnety není v těchto případech výhodné.

Jak je uvedeno výše, magnetické pole je na pasivní straně Halbachova pole slabé. Zařízení podle technického řešení je však založeno na využití specifických vlastností právě této části magnetického pole.

Na obr. 4 je znázorněn stavitelný magnet 4 tvořený axiálním prstencovým Halbachovým polem 20 z obr. 3, jehož aktivní strana 25 je přivrácena k aktivní straně zde neznázorněného prstencového Halbachova pole 3 pohyblivého magnetu 5. Na obr. 4 jsou dále znázorněna čtyři vhodná alternativní umístění Hallovy snímače (zde obecně označených vztahovou značkou 6). Ty jsou vždy umístěny co nejbližší k pasivní straně 26 Halbachova pole 20 tvořícího stavitelný magnet 4.

V nejvýhodnějším provedení je Hallův snímač 61 umístěn svou snímací plochou 611 proti aktivnímu jižnímu nebo severnímu magnetickému pólu S, N, tedy jeho snímací plocha 611 je rovnoběžná s čelní plochou elementárního členu 21 nebo 23 Halbachova pole 20, tedy je rovnoběžná s čelní plochou pasivní strany 26 prstencového Halbachova pole 20. Obě tyto alternativy jsou z hlediska funkce rovnocenné.

S ohledem na poněkud slabší magnetické pole jsou polohy Hallova snímače 62 méně výhodné. Ten je umístěn mezi aktivními póly u elementárních členů 22 nebo 24, přičemž jeho snímací plocha je kolmá ke směru vektoru B magnetické indukce. Z hlediska funkce je přitom rovnocenné, je-li snímací plocha 621, Hallova snímače 62 orientována proti směru vektoru B magnetické indukce, jak je znázorněno na obr. 4, nebo obráceně po směru vektoru B magnetické indukce.

- Uspořádání Hallovy snímačů 61, 62 je pro měření magnetického pole u magnetů použitých pro brzdění a rozběh setrvačných hmot pohybujících se střídavým vratným pohybem velmi výhodné. Magnetické pole je sice na pasivní straně Halbachova pole slabé, ale změna magnetického pole a tedy změna signálu $\underline{U}$ z Hallova snímače je zde se zmenšující se vzdáleností magnetů větší a umožňuje tedy snazší a přesnější určení vzdálenosti magnetů. Další výhodou je monotónní růst signálu $\underline{U}$ z Hallova snímače, jeho průběh tedy nevykazuje vrchol $\underline{V}$, který je charakteristický při umístění Hallova snímače mimo obrys magnetu (obr. 1a, 1b). To umožňuje jednodušší vyhodnocení signálu a přesnější měření blízké vzdálenosti magnetů. Další velmi významnou výhodou je, že volný prostor mezi magnety umožňuje přiblížit je až na minimální bezpečnou vzdálenost a tak plně využít jejich maximální odpudivou sílu.
- Analogicky s axiálním prstencovým Halbachovým polem, jehož půdorys je pro názornost znázorněn na obr. 5, lze uspořádat radiální prstencové Halbachovo pole. Varianta radiálního prstencového Halbachova pole 7 s aktivní stranou vně prstence je znázorněna na obr. 6, varianta radiálního prstencového Halbachova pole 8 s aktivní stranou uvnitř prstence je znázorněna na obr. 7.
- U všech výše uvedených polí je možné nahradit směry obvodové magnetizace segmentů šikmými směry magnetizace pro dosažení optimalizovaného účinku Halbachova pole.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení k měření vzájemné vzdálenosti dvou magnetů (4, 5) tvořených vždy soustavou alespoň jedné čtveřice elementárních členů (21, 22, 23), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že alespoň jeden Hallův snímač (61, 62) je umístěn v sousedství pasivní strany (26) Halbachova pole (2, 20) tvořícího stavitelný magnet (4).
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že Hallův snímač (61) se nachází proti aktivnímu magnetickému pólu elementárních členů (21, 23), přičemž je svou snímací stranou (611) přivrácen k severnímu nebo jižnímu pólu (N, S).
3. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že Hallův snímač (62) se nachází mezi dvěma aktivními magnetickými póly elementárních členů (21, 23), přičemž je svou snímací stranou (621) orientován kolmo ke směru vektoru (B) magnetické indukce v tomto místě.
4. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že Halbachovo pole (20, 3) má tvar uzavřeného řetězce.
5. Zařízení podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řetězcem je prstenec.
6. Zařízení podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řetězcem je mnohoúhelník.
7. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že Halbachovo pole (2) má tvar přímého řetězce.

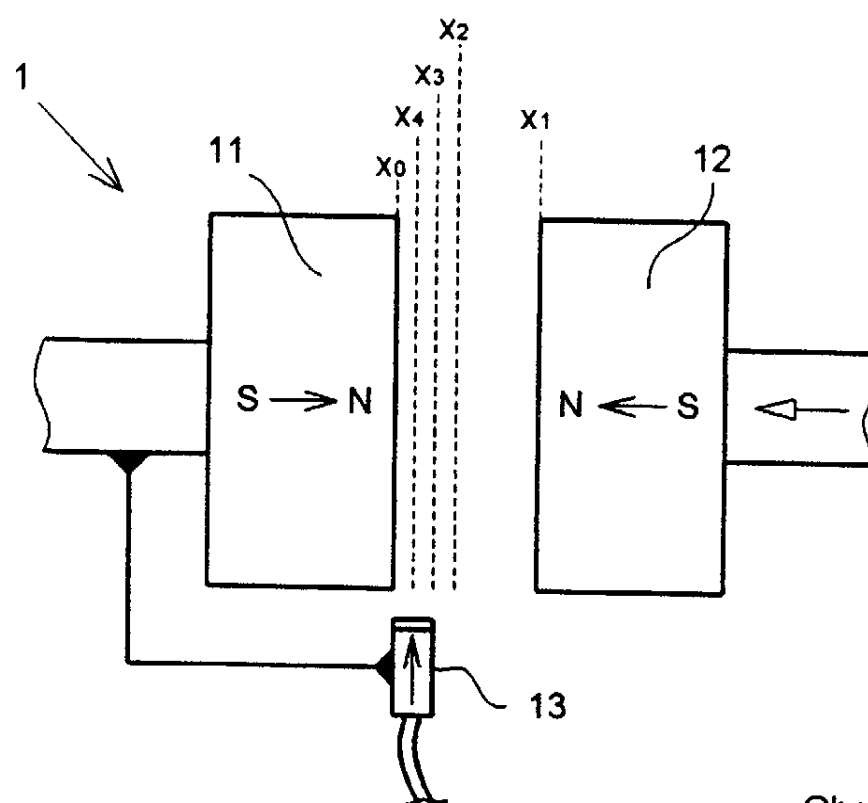
35

4 výkresy

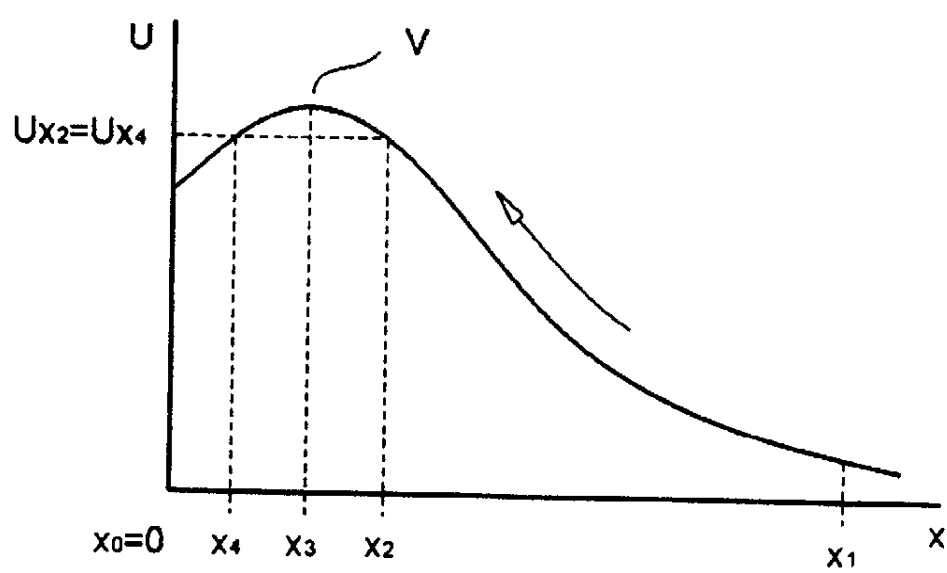
Seznam vztahových značek:

- | | |
|----|---|
| 1 | uspořádání podle dosavadního stavu techniky |
| 11 | stavitelný, případně nepohyblivý magnet |
| 40 | 12 pohyblivý magnet |
| | 13 Hallův snímač |
| | 2 přímé Halbachovo pole |

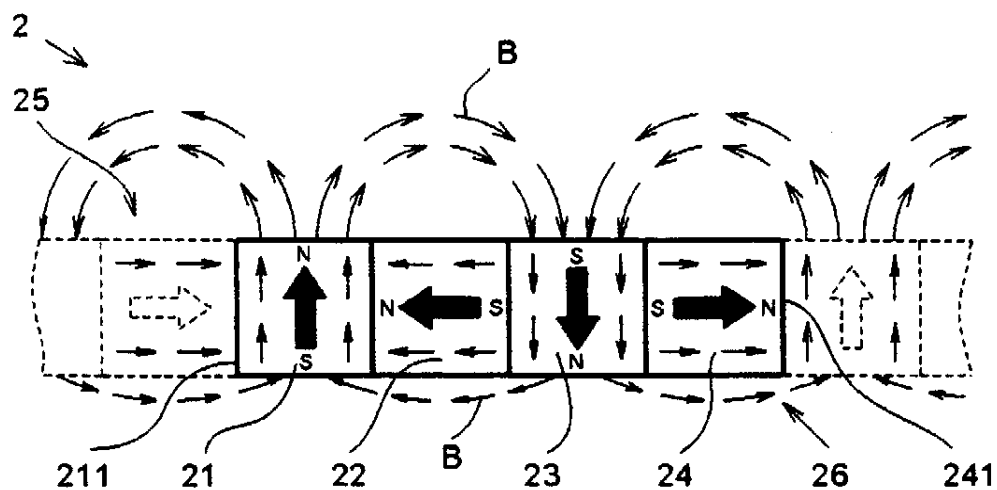
	20	axiální prstencové Halbachovo pole
	21	první elementární člen Halbachova pole
	211	vnější stěna 1. elementu
	22	druhý elementární člen Halbachova pole
5	23	třetí elementární člen Halbachova pole
	24	čtvrtý elementární Halbachova pole
	241	vnější stěna (čtvrtého elementárního členu)
	25	aktivní strana (Halbachova pole)
	26	pasivní strana (Halbachova pole)
10	3	axiální prstencové Halbachovo pole
	31	osa prstencového magnetu
	32	aktivní strana (Halbachova pole)
	33	mezera (mezi magnety)
	4	stavitelný, případně pevný magnet (tvořený Halbachovým polem)
15	5	pohyblivý, magnet (tvořený Halbachovým polem)
	6	Hallův snímač
	61	Hallův snímač
	611	snímací plocha Hallova snímače
	62	Hallův snímač
20	621	snímací plocha Hallova snímače
	7	radiální prstencové Halbachovo pole s aktivní stranou vně prstence
	8	radiální prstencové Halbachovo pole s aktivní stranou uvnitř prstence
	B	vektor magnetické indukce
	N	severní magnetický pól
25	S	jižní magnetický pól
	U	signál Hallova snímače
	U_{x_2}	signál Hallova snímače při poloze magnetu x_2
	U_{x_4}	signál Hallova snímače při poloze magnetu x_4
	V	vrchol závislosti Hallova napětí na vzdálenosti magnetů
30	$x_0 \dots x_4$	vzájemná vzdálenost čel magnetů.



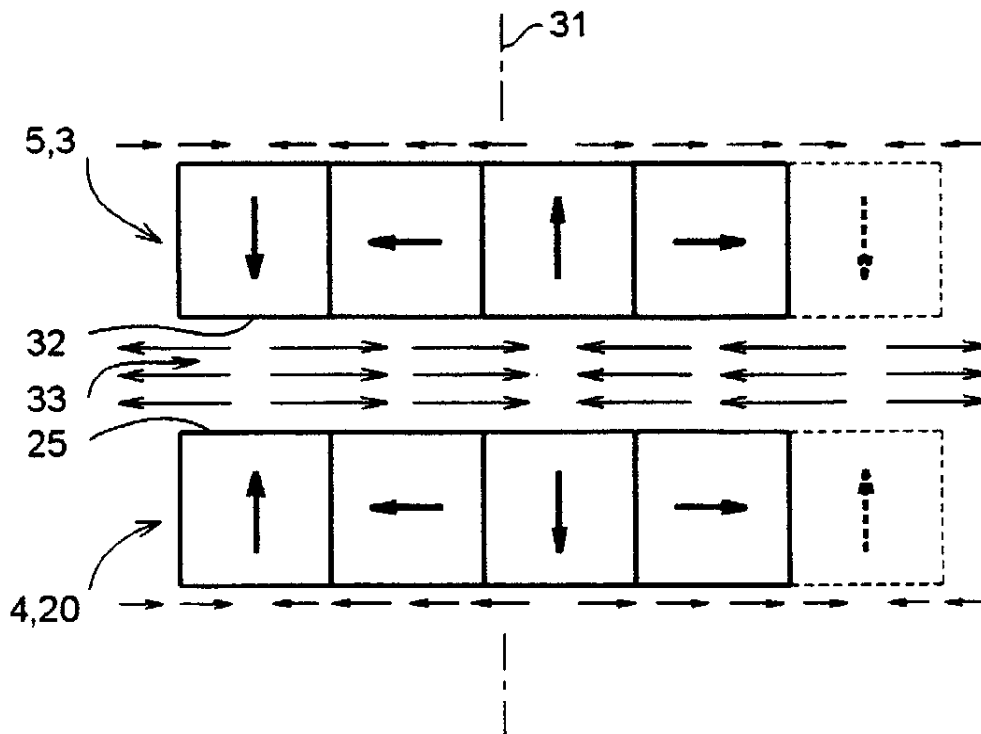
Obr. 1a



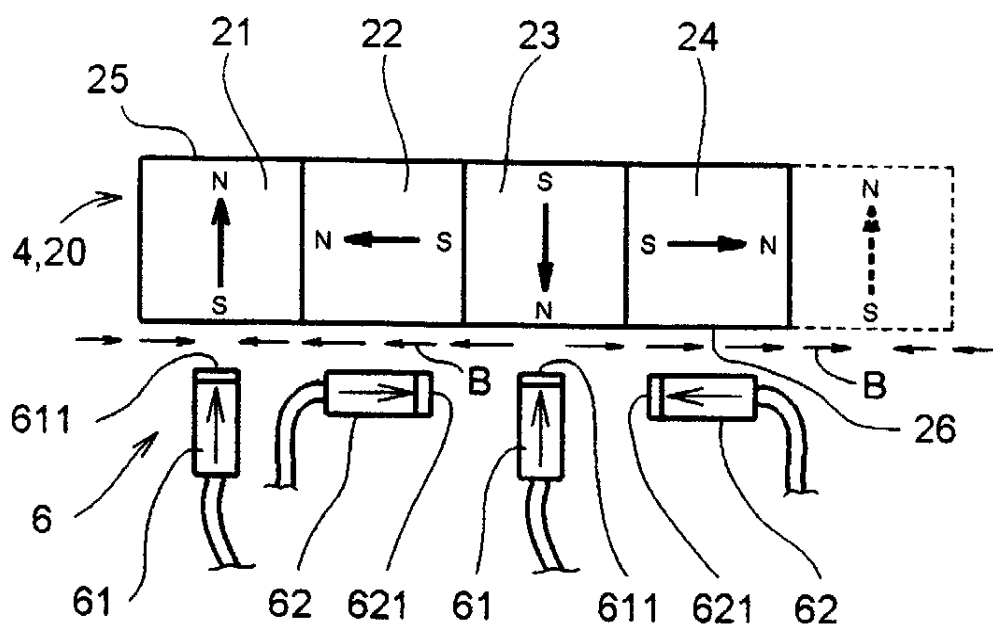
Obr. 1b



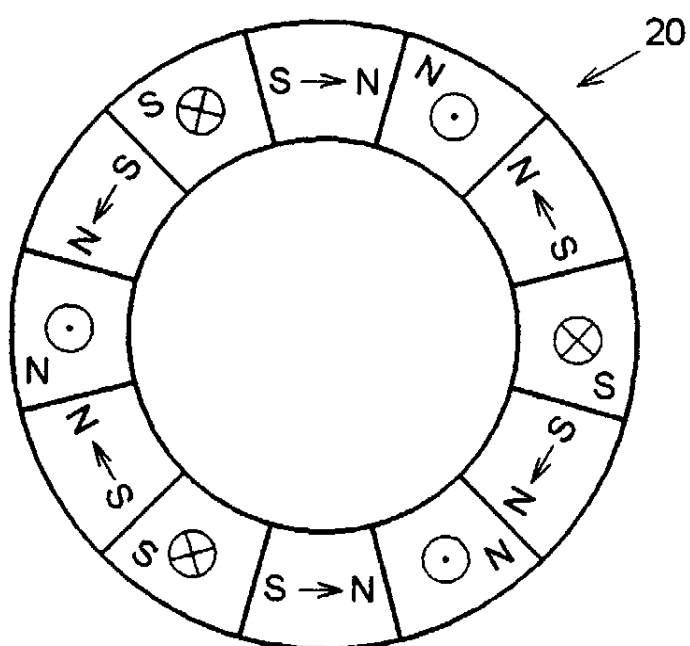
Obr. 2



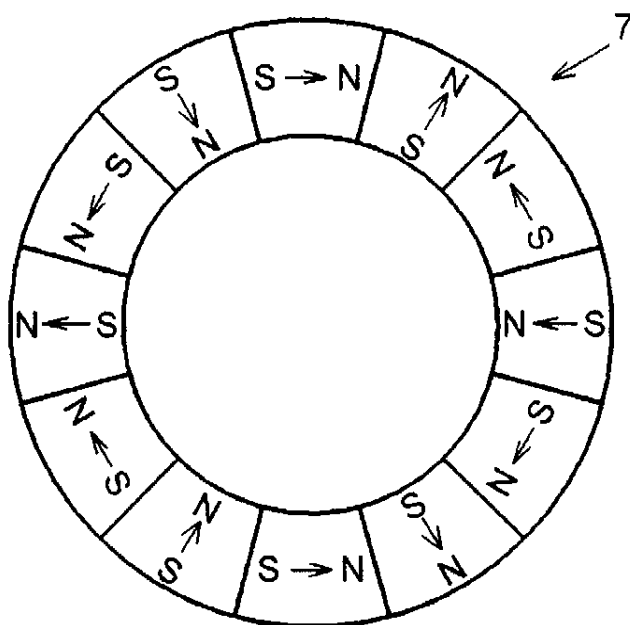
Obr. 3



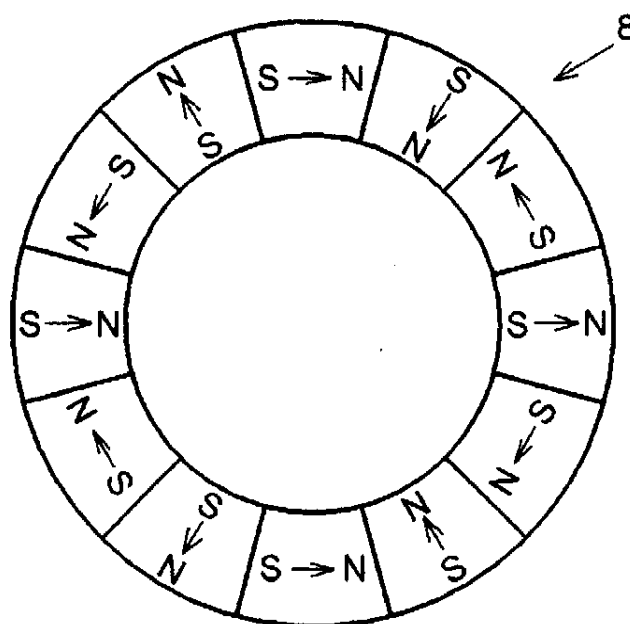
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7

Konec dokumentu