

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2013-102

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F16F 6/00

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **14.02.2013**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **27.08.2014**
(Věstník č. 35/2014)

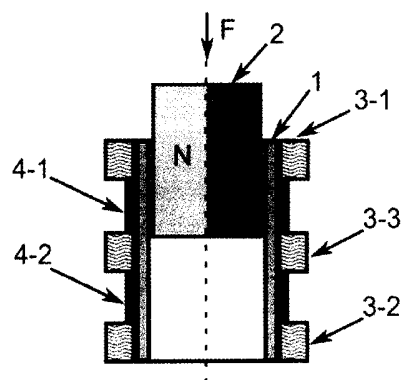
(71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze - Fakulta
strojní, Praha 6, CZ

(72) Původce:
Ing. Martin Novák, Ph.D., Černošice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice

(54) Název přihlášky vynálezu:
Magnetická pružina

(57) Anotace:
Magnetická pružina je tvořená pevnou částí realizovanou trubicí (1), k jejímuž vnitřnímu plášti je případně připevněn dutý permanentní magnet. Uvnitř trubky (1) je pohyblivě ve směru její podélné osy uložen jezdec. Alespoň jedna část je zmagnetovaná a tvoří permanentní magnet (2) s diametrální magnetizací. Trubka (1) je z nemagnetického materiálu a je z vnější strany opatřena alespoň dvěma kroužky (3-1) a (3-2). Tyto kroužky (3-1) a (3-2) jsou v případě, kdy je jezdec tvořen permanentním magnetem (2), z feromagnetického materiálu a v případě, že je jezdec vytvořen z feromagnetického materiálu, jsou kroužky (3-1) a (3-2) z permanentního magnetu.





14.02.13

TV 2013-102

Magnetická pružina

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká magnetické pružiny s více stabilními stavy pro aplikace, kde je vyžadována vysoká životnost bez mechanického opotřebení, rizika únavy materiálu jako jsou např. relé, stykače, tlumiče, lineární motory.

Dosavadní stav techniky

Pružina je jako konstrukční součástka používána ve velkém množství strojů. Mechanicky zajišťuje např. vyvození určité síly v tahu či tlaku, nebo návrat součástí do výchozí polohy. Klasické mechanické pružiny jsou vyráběny ze speciální tzv. pružinové oceli, která zajišťuje vysokou pružnost a houževnatost. Nicméně v aplikacích, kde je vyžadována robustnost a spolehlivost, může docházet k problémům při únavě materiálu pružiny a jejímu zničení.

V těchto aplikacích je možné použít magnetické pružiny. Například magnetická pružina Linmot, firmy NTI AG, Zurich, Švýcarsko – MagSpring - popsaná v patentu EP 1 378 986 A1 - umožňuje náhradu mechanické pružiny a dosažení konstantní síly v pracovním rozsahu.

Ve srovnání s elektromagnetickými tlumiči či aktuátory se jedná o zcela pasivní zařízení, které nevyžaduje žádný zdroj energie. Konstrukce je složená z trubky tvořící pevnou část, uvnitř které je uložena pohyblivá část, jezdec. Alespoň jedna z částí je zmagnetována a je realizována permanentním magnetem, a alespoň jedna z částí je z feromagnetického materiálu. Síla mezi jezdcem a pevnou částí je vytvořena v důsledku přitahování zmagnetovaného a feromagnetického materiálu.

Pro menší síly je jezdec tvořen permanentním magnetem a pevná část trubkou z feromagnetického materiálu.

Pro větší síly může být přidán druhý, dutý, permanentní magnet, vložený uvnitř trubky a pevně s ní spojený. Společně s trubkou tvoří pevnou část. Jezdec je vložený do otvoru v permanentním magnetu pevné části a síla vzniká mezi dutým permanentním magnetem pevné části a posuvným magnetem jezdce. Mezi jezdce a pevnou částí je kluzné ložisko. Nevýhodou této konstrukce je použití dvou permanentních magnetů, z nichž jeden je dutý. Přesná výroba dutého permanentního magnetu je technologicky náročná a drahá.

Další nevýhodou popsaného řešení je pouze jedna stabilní poloha. Přitažná síla mezi pevnou částí a jezdce má pouze jednu rovnovážnou polohu. Jezdec se tak při působení vnější síly může vychylovat na jednu či druhou stranu od rovnovážné polohy. Po skončení působení vnější síly se jezdec vrací do rovnovážné polohy.

V aplikacích, které vyžadují více rovnovážných poloh, není tedy možné současné řešení použít. Jedná se např. o polohování kotev bistabilních relé, přepínače, stykače, lineární pohony.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje magnetická pružina podle předkládaného vynálezu. Tato magnetická pružina je tvořená pevnou částí realizovanou trubkou, k jejímuž vnitřnímu plášti může být připevněn dutý permanentní magnet, a jezdce, který je pohyblivě uložen ve směru podélné osy této trubky. Alespoň jedna část této soustavy je zmagnetovaná a tvoří permanentní magnet s diametrální magnetizací. Podstatou nového řešení je, že trubka je z nemagnetického materiálu a je z vnější strany opatřena alespoň dvěma kroužky. Tyto kroužky jsou v případě, kdy je jezdec tvořen permanentním magnetem, z feromagnetického materiálu a v případě, že je jezdec vytvořen z feromagnetického materiálu, jsou kroužky z permanentního magnetu.

V jednom možném provedení jsou všechny kroužky na trubce pevně přichyceny.

Jinou možností je, že vnější plášť trubky a vnitřní plášť kroužků jsou opatřeny závitem pro plynulé nastavení polohy kroužků.

V dalším provedení jsou krajní kroužky pevně uchycené k trubce a poloha ostatních kroužků je vymezena mezikroužky z nemagnetického materiálu upevněnými na vnější straně trubky.

Ve všech těchto provedeních je výhodné, je-li mezi pevnou částí tvořenou trubkou, případně trubkou s vnitřním dutým permanentním magnetem, a jezdce tvořeným permanentním magnetem umístěna kluzná vrstva s nízkým koeficientem tření, kterou je opatřen vnitřní povrch trubky, v případě použití dutého permanentního magnetu pak jeho vnitřní plášť, a/nebo povrch jezdce. Jako kluzná vrstva může sloužit také valivé ložisko, které je nalisováno uvnitř trubky nebo na vnitřním povrchu dutého permanentního magnetu.

Výhodou nového řešení je více stabilních poloh magnetické pružiny, které jsou vzájemně přepínatelné. Pro zachování stabilní polohy není třeba přívod elektrické energie. Navíc je možné nastavení různé síly v každé stabilní poloze magnetické pružiny volbou materiálu feromagnetického kroužku a jeho rozměrů.

Přehled obrázků na výkresech

Předkládané řešení a jeho účinky budou blíže vysvětleny pomocí přiložených výkresů. Obr. 1 znázorňuje podélný řez zařízením v poloze 1 a Obr. 2 znázorňuje podélný řez zařízením v poloze 2. Na Obr. 3 je uveden podélný řez zařízením ve výhodném provedení se třemi rovnovážnými polohami.

Příklady uskutečnění vynálezu

Podstatou nového řešení, které vychází ze současného stavu ve výše citovaném patentu, je nové konstrukční uspořádání, které umožňuje více stabilních

poloh. Zachována je trubka 1, která tvoří pevnou část, pohyblivá část je jezdec. Alespoň jedna část musí být zmagnetována a tvoří permanentní magnet 2, kterým je v uváděném příkladu jezdec.

Na rozdíl od citovaného patentu nesmí být trubka 1 z feromagnetického materiálu, ale musí být z materiálu nemagnetického, např. titanu, hliníku, mědi nebo plastu. Mezi pevnou částí a jezdcem může být vytvořená kluzná vrstva s nízkým koeficientem tření tvořící kluzné ložisko. Jinou možností je, že mezi pevnou částí tvořenou trubkou 1 nebo trubkou 1 s vnitřním dutým permanentním magnetem a jezdcem tvořeným zde permanentním magnetem 2, je valivé ložisko, které je připevněno k vnitřnímu plášti pevné části a tvoří také kluznou vrstvu.

Trubka 1 se k zařízení, ve kterém má být magnetická pružina použita, uchycuje známým způsobem, například závitem, přivařením, připájením, přilepením apod. Různé způsoby uchycení jsou známy a nejsou předmětem ochrany, ani popisu. Uvnitř trubky 1, Obr. 1 a Obr. 2, je pohyblivě, ve směru její podélné osy, uložený jezdec tvořený permanentním magnetem 2 s diametrální magnetizací. Diametrální magnetizace permanentního magnetu 2 je na výkresech vyznačena severním pólem N a jižním pólem S. Z vnější strany trubky 1 jsou upevněny, například nalisováním, nejméně dva kroužky, které jsou v uvedeném případě feromagnetické a jsou například z oceli. V příkladu podle Obr. 1 a Obr. 2 je uvedeno řešení se dvěma feromagnetickými kroužky, a to s prvním feromagnetickým kroužkem 3-1 a s druhým feromagnetickým kroužkem 3-2, počet kroužků ale může být větší, viz dále Obr. 3. Jako feromagnetický kroužek je možné při realizaci použít ložiskový kroužek.

Umístění prvního feromagnetického kroužku 3-1 a druhého feromagnetického kroužku 3-2 ovlivňuje rovnovážné polohy. Pokud jsou feromagnetické kroužky 3-1, 3-2 upevněny na koncích trubky 1, jsou zde i rovnovážné polohy. V uvedeném příkladu provedení je umístění prvního feromagnetického kroužku 3-1 a druhého feromagnetického kroužku 3-2 uvažováno na koncích trubky 1, možné ale je libovolné jiné umístění podle požadavků aplikace, kde je magnetická pružina použita.

Mezi pevnou částí magnetické pružiny s kroužky a jezdcem vzniká pružné spojení s danou silou, které může nahradit mechanickou pružinu a které má zároveň více stabilních poloh.

Na Obr. 1 a Obr. 2 znázorněné provedení má dvě rovnovážné polohy, jejichž umístění je dáno polohou dvou feromagnetických kroužků 3-1 a 3-2. Pro zjednodušení jsou polohy označeny poloha 1 a poloha 2.

Je uvažován počáteční stav takový, že permanentní magnet 2 je zasunutý do trubky 1 tak, aby byl vycentrován v poloze 1. Tento stav je znázorněný na Obr. 1. Diametrálně magnetovaný permanentní magnet 2 uvnitř trubky 1 je k prvnímu feromagnetickému kroužku 3-1 přitahován. Díky diametrální magnetizaci se permanentní magnet 2 automaticky vycentruje v polovině své délky. Trubka 1 brání permanentnímu magnetu 2 ve vychýlení ve směru mimo podélnou osu trubky 1.

Při působení vnější síly F na permanentní magnet 2 dochází k vychýlení z rovnovážné polohy 1 ve směru podélné osy trubky 1, permanentní magnet 2 se snaží dále přitahovat k prvnímu feromagnetickému kroužku 3-1 a tím je vyvozena síla.

Při působení vnější síly F na permanentní magnet 2 dochází k jeho posunu. Při překročení určité hodnoty posunu dojde k přerušení magnetické vazby mezi permanentním magnetem 2 a prvním feromagnetickým kroužkem 3-1. Permanentní magnet 2 přeskočí do polohy 2. Zde je přitahován k druhému feromagnetickému kroužku 3-2 a je na něj opět možné působit silou F a vychylovat jej z rovnovážné polohy. Pokud síla F bude mít opačný směr, dojde při překročení určité hodnoty posunu k přeskoku zpět do polohy 1.

Velikost síly je možné nastavit volbou materiálu a typu magnetizace permanentního magnetu 2 danou velikostí remanentní magnetické indukce a také volbou materiálu a rozměrů feromagnetických kroužků 3-1 a 3-2.

Ve výhodném provedení je vnější plášť trubky 1 a vnitřní plášť prvního feromagnetického kroužku 3-1 a druhého feromagnetického kroužku 3-2 opatřen

závitem. Otáčením feromagnetických kroužků 3-1 a 3-2 je možné díky závitu nastavovat plynule polohu prvního feromagnetického kroužku 3-1 a druhého feromagnetického kroužku 3-2, a tím nastavovat rovnovážné polohy.

V dalším výhodném provedení, které má více rovnovážných polohy než dvě, jsou alespoň dva z kroužků pevně uchycené k trubce 1. Příklad tohoto výhodného provedení se třemi rovnovážnými polohami je znázorněný na obr. 3. Toto provedení používá tři feromagnetické kroužky 3-1, 3-2 a 3-3. První feromagnetický kroužek 3-1 a druhý feromagnetický kroužek 3-2 jsou pevně uchycené k trubce 1. Mohou být např. nalisované, přivařené, přileťované, přilepené nebo opatřené závitem. Poloha třetího kroužku 3-3 vůči kroužkům 3-1 a 3-2 je pevně určena rozměry prvního mezikroužku 4-1 a druhého mezikroužku 4-2, které jsou nasunuté na trubce 1. Mezikroužky musí být z nemagnetického materiálu. Obecně musí mít všechny feromagnetické kroužky svojí pevnou polohu vůči trubce 1, protože síla od permanentního magnetu 2 by s nimi hýbala. U krajních feromagnetických kroužků 3-1, 3-2 je tedy pevná poloha zajištěna například závitem na koncích trubky, u třetího feromagnetického kroužku 3-3 pak vloženými mezikroužky 4-1, 4-2.

Jsou možná dvě řešení, tedy řešení, kdy jsou všechny feromagnetické kroužky na trubce 1 napevno, a je jednou provždy nastavena jejich vzájemná poloha, nebo řešení, kdy jsou pohyblivé, a lze jejich polohu podle potřeby nastavovat.

Změnou rozměrů mezikroužků 4-1 a 4-2 je možné nastavovat prostřední rovnovážnou polohu.

Ve všech uvedených provedeních je výhodné, je-li vnitřní povrch trubky 1 potažen vrstvou materiálu s nízkým koeficientem tření, např. teflonem. V jednom možném provedení je touto kluznou vrstvou opatřen vnitřní povrch trubky 1, v případě použití dutého permanentního magnetu pak jeho vnitřní plášť, a/nebo povrch jezdce. V jiném provedení může jako kluzná vrstva sloužit také valivé ložisko umístěné mezi jezdce a pevnou částí. Toto valivé ložisko je nalisováno uvnitř trubky 1 nebo na vnitřním povrchu dutého permanentního magnetu.

Ve výše popsaném řešení je permanentním magnetem 2 jezdec. Lze si ale představit i řešení, kdy kroužky na trubce 1 budou z permanentního magnetu a jezdec z feromagnetického materiálu. V tomto případě by permanentní magnet přitahoval jezdec a udržoval by ho ve stabilní poloze. Když by na jezdec působila vnější síla, permanentní magnet by se snažil jezdec udržovat ve stabilní poloze a působil by proti externí síle. Pokud by externí síly překročila určitou hranici, jezdec by přeskočil do další stabilní polohy dané polohou druhého magnetického kroužku, takže z vnějšího pohledu by byla funkce stejná.

Průmyslová využitelnost

Popsané zařízení je využitelné jako náhrada mechanické pružiny ve všech aplikacích, kde je vyžadováno více rovnovážných poloh, např. v bistabilních relé, stykačích, tlačítkách, tlumičích, lineárních pohonech. Magnetická vazba nahrazuje vazbu mechanickou a zajišťuje robustnost a odolnost proti únavě materiálu.

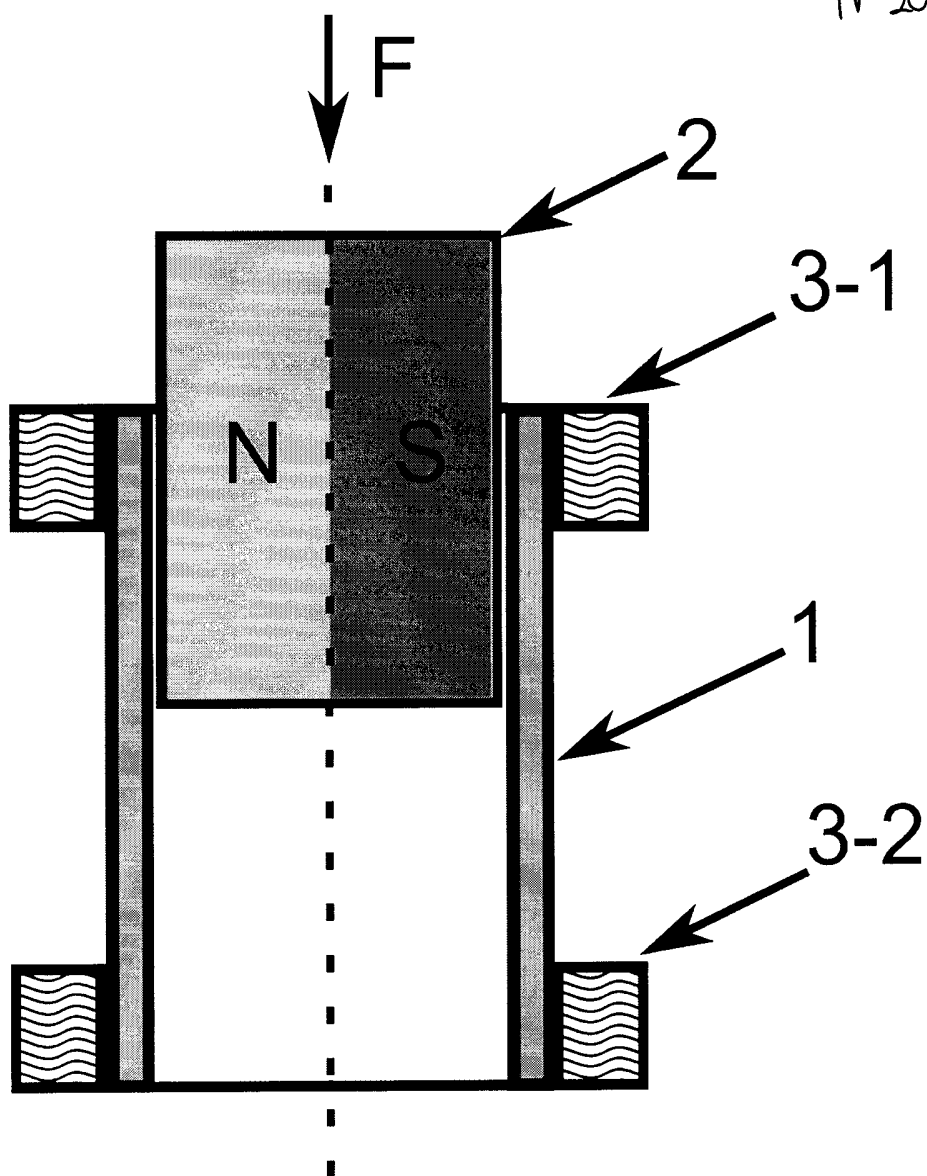
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Magnetická pružina tvořená pevnou částí realizovanou trubkou (1), k jejímuž vnitřnímu plášti je případně připevněn dutý permanentní magnet, uvnitř které je pohyblivě ve směru její podélné osy uložen jezdec, přičemž alespoň jedna část je zmagnetovaná a tvoří permanentní magnet (2) s diametrální magnetizací **vyznačující se tím, že** trubka (1) je z nemagnetického materiálu a je z vnější strany opatřena alespoň dvěma kroužky (3-1) a (3-2), které jsou v případě, kdy je jezdec tvořen permanentním magnetem (2), z feromagnetického materiálu a v případě, že je jezdec vytvořen z feromagnetického materiálu, jsou tyto kroužky (3-1) a (3-2) z permanentního magnetu.
2. Magnetická pružina podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** všechny kroužky (3-1) a (3-2) jsou na trubce (1) pevně přichyceny.
3. Magnetická pružina podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** vnější plášť trubky (1) a vnitřní plášť kroužků (3-1) a (3-2) jsou opatřeny závitem pro plynulé nastavení polohy kroužků (3-1) a (3-2).
4. Magnetická pružina podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** krajní kroužky (3-1), (3-2) jsou pevně uchycené k trubce (1) a poloha ostatních kroužků (3-3) je vymezena mezikroužky (4-1), (4-2) z nemagnetického materiálu upevněnými na vnější straně trubky (1).
5. Magnetická pružina podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4 **vyznačující se tím, že** vnitřní povrch trubky (1) a/nebo vnější povrch jezdce je opatřen kluznou vrstvou s nízkým koeficientem tření.
6. Magnetická pružina podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4 **vyznačující se tím, že** mezi pevnou částí tvořenou trubkou (1) nebo trubkou (1) s vnitřním dutým permanentním magnetem a jezdce tvořeným permanentním magnetem (2) je valivé ložisko, které je připevněno k vnitřnímu plášti pevné části.

$\frac{1}{3}$

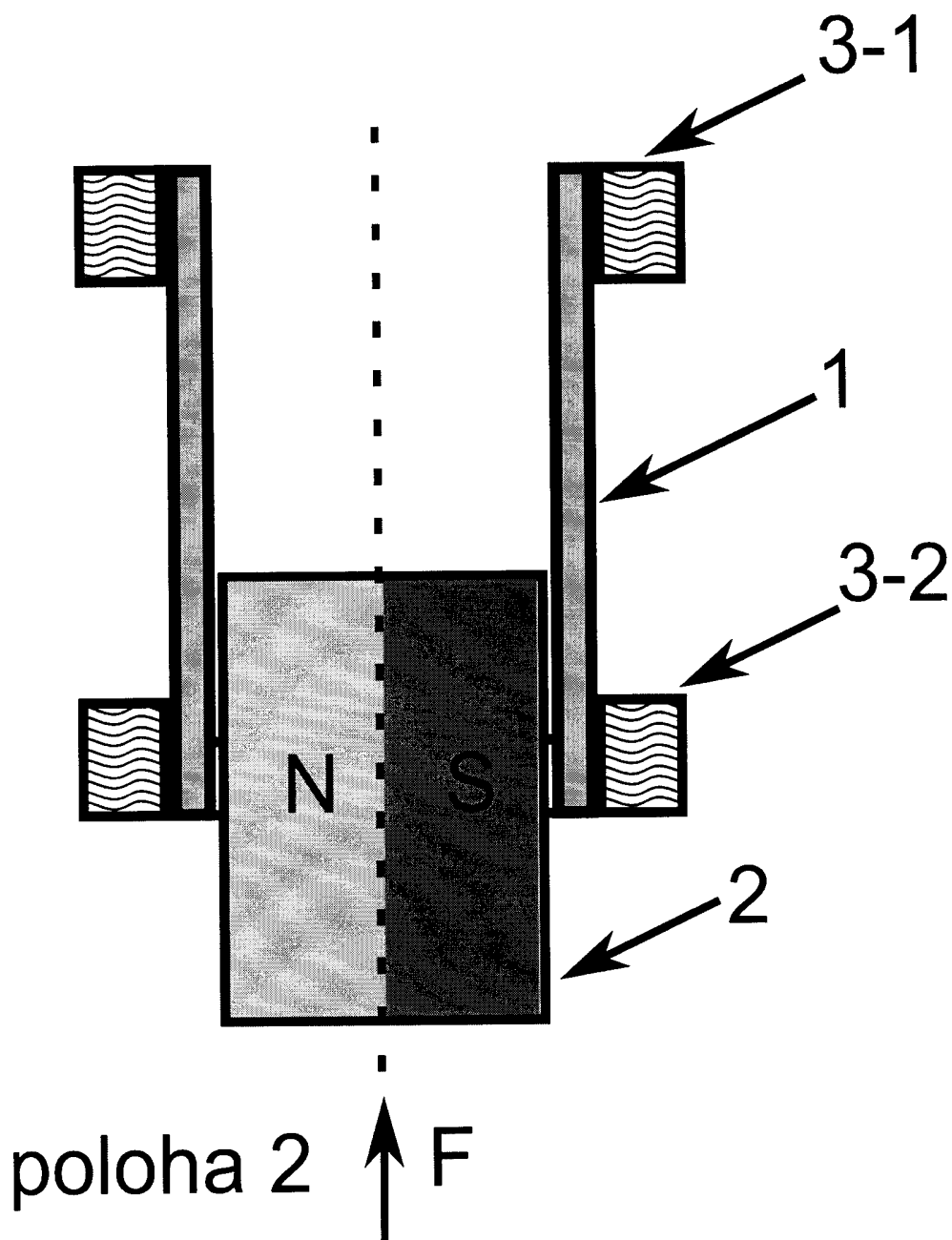
14.02.13

PV 2013-102

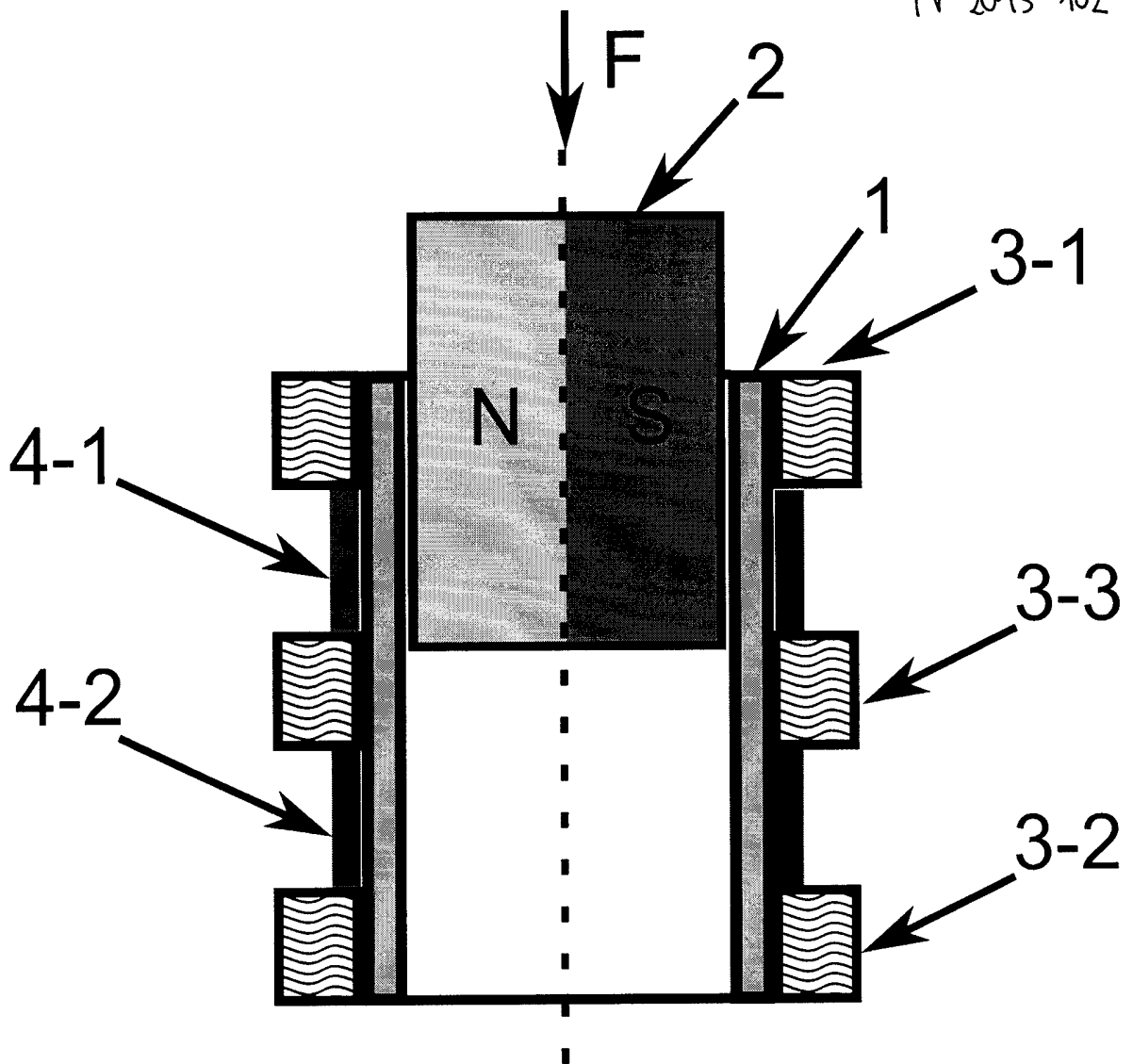


poloha 1

Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3