

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241833**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430921**

(22) Data zgłoszenia: **20.08.2019**

(51) Int.Cl.

**H01F 7/06 (2006.01)**

**H02K 1/06 (2006.01)**

**H01H 53/04 (2006.01)**

(54)

**Ferrodynamiczny siłownik z magnesami trwałymi**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**02.11.2020 BUP 23/20**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**12.12.2022 WUP 50/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA OPOLSKA, Opole, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAROSŁAW MAMALA, Nysa, PL**

**BRONISŁAW TOMCZUK, Opole, PL**

**ANDRZEJ WAINDOK, Opole, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Olga Welcer-Hrycaj**

**PL 241833 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest ferrodynamiczny siłownik z magnesami trwałymi przeznaczony do liniowego przemieszczania ruchomych elementów wykonawczych automatyki, a w szczególności do poruszania zaworów w silnikach spalinowych. Siłownik według wynalazku może również sterować układami hydraulicznymi i pneumatycznymi robotów i urządzeń, w tym urządzeń wykonujących oscylacyjny ruch liniowy o dużej częstotliwości. W szczególności siłownik ferrodynamiczny może być wykorzystany do regulacji efektywnego stopnia sprężania w silniku spalinowym.

Znany jest z polskiego opisu patentowego P.425774 siłownik ferrodynamiczny zbudowany z magnetonu składającego się ze stojana, złożonego z cylindra, podstawy górnej i dolnej oraz przekładki ferromagnetycznej, a także biegnika charakteryzujący się tym, że posiada nieruchome cewki uzwojenia bazowego i nieruchome cewki uzwojenia sterującego, a bieguny stojana są fragmentami podstawy górnej i dolnej siłownika.

Znany jest z opisu patentowego US7352268B2 siłownik magnetyczny o dużym natężeniu pola promieniowego zapewniający co najmniej jeden zestaw dwóch magnesów, przy czym co najmniej jeden magnes ma zewnętrzną część magnesu, środkową część magnesu i wewnętrzną część magnesu. Zewnętrzna część magnesu ma magnetyzację skierowaną w co najmniej częściowo osiowym kierunku. Środkowa część magnesu ma magnetyzację zasadniczo prostopadłą do magnetyzacji zewnętrznej części magnesu. Wewnętrzna część magnesu ma magnetyzację skierowaną zasadniczo przeciwnoległą do magnetyzacji zewnętrznej części magnesu. Urządzenie zawiera również co najmniej jedną cewkę przewodzącą prąd elektryczny, umieszczoną co najmniej częściowo między zestawem dwóch magnesów. Co najmniej jeden zasadniczo przepuszczalny magnetycznie przedmiot jest umieszczony częściowo między zestawem dwóch magnesów. Pręt jest integralną częścią magnetycznie przepuszczalnego przedmiotu.

Znany jest również z opisu patentowego US6876284B2 siłownik promieniowy o dużym natężeniu pola magnetycznego posiadający co najmniej jeden zestaw dwóch zagnieżdżonych układów magnetycznych, przy czym każdy zagnieżdżony układ magnetyczny ma magnes zewnętrzny, magnes środkowy i magnes wewnętrzny. Magnes zewnętrzny ma magnetyzację skierowaną co najmniej częściowo w kierunku osiowym. Magnes środkowy ma magnetyzację zasadniczo prostopadłą do magnetyzacji magnesu zewnętrznego. Magnes wewnętrzny ma magnetyzację skierowaną zasadniczo przeciwnoległą do magnetyzacji magnesu zewnętrznego. Urządzenie zawiera również co najmniej jedną cewkę przewodzącą elektrycznie, umieszczoną co najmniej częściowo między dwoma zagnieżdżonymi układami magnetycznymi, a co najmniej jeden zasadniczo przepuszczalny magnetycznie obiekt jest umieszczony co najmniej częściowo między dwoma zagnieżdżonymi układami magnetycznymi, gdzie pręt jest integralną częścią zasadniczo magnetycznie przepuszczalnego przedmiotu.

Znany jest również z opisu patentowego US6828890B2 siłownik promieniowy o dużym natężeniu pola magnetycznego zawierający co najmniej jeden zagnieżdżony układ magnesów, z zewnętrznym pierścieniowym magnesem z magnesowaniem skierowanym w kierunku osiowym, środkowym pierścieniowym magnesem z promieniowym magnesowaniem i wewnętrznym cylindrycznym magnesem z magnetyzacją skierowaną przeciwnoległą do magnesowania zewnętrznego magnesu pierścieniowego. W jednym przykładzie wykonania siłownik z magnesem trwałym zawiera taki układ i przewodzącą cewkę o prądzie rozłożonym na objętość przewodzącej cewki, przy czym pole magnetyczne układu jest prostopadłe do prądu znajdującego się w cewce. Cewka może być umieszczona powyżej lub poniżej pierwszego układu magnetycznego. W innym przykładzie wykonania cewka przewodząca jest umieszczona między dwoma układami magnetycznymi. Cewka może mieć uzwojenie, które ma kształt toroidu i może zawierać więcej niż jedno uzwojenie. Tablice magnetyczne można przechylać, aby umożliwić rozszerzenie uzwojenia toroidalnego, zapewniając kontrolę nad rozprzestrzenianiem się pola magnetycznego w szczelinie.

W konstrukcjach z patentów US6876284B, US6828890B2 oraz US7352268B2 magnesy umieszczone są na górze i na dole siłownika w układzie Halbacha. Konstrukcja ta jest trudna do wykonania, a jej dodatkową wadą jest pole rozproszenia związane z brakiem ferromagnetycznego ekranu.

Ponadto z polskiego opisu patentowego PL200109B1 znany jest napęd elektromagnetyczny bi-stabilny z magnesem trwałym zawierający: jarzmo magnetyczne, co najmniej jeden magnes trwały, zworę magnetyczną zamocowaną ruchomo pomiędzy dwoma położeniami stabilnymi, element do przestawiania zwory z jednego położenia stabilnego w drugie, przy czym w pierwszym położeniu stabilnym

elementy napędu tworzą pierwszą część obwodu magnetycznego o dużej reluktancji i drugą część obwodu o małej reluktancji, a w drugim położeniu stabilnym elementy napędu tworzą pierwszą część obwodu o małej reluktancji i drugą część obwodu magnetycznego o dużej reluktancji, charakteryzujący się tym, że pomiędzy ruchomą zworą i jarzmem znajduje się podkładka z materiału elastycznego o własnościach materiału magnetycznego i względnej przenikalności magnetycznej większej od 1,1.

Znany jest także z innego opisu patentowego PL200110B1 napęd elektromagnetyczny cylindryczny z magnesami trwałymi zawierający co najmniej jeden magnes trwały, zworę magnetyczną zamocowaną ruchomo pomiędzy dwoma położeniami stabilnymi, element do przestawiania zwory z jednego położenia stabilnego w drugie, charakteryzujący się tym, że posiada na powierzchniach czołowych magnesu trwałego co najmniej jedną nakładkę o profilowanej powierzchni bocznej oraz co najmniej jedną podkładkę o profilowanej powierzchni bocznej.

W wyżej wymienionych patentach PL200109B1 i PL200110B1 opisane jest rozwiązanie, w którym magnesy są magnesowane osiowo, a nie radialnie oraz są położone w zewnętrznej części konstrukcji.

**Celem** wynalazku jest konstrukcja ferrodynamicznego siłownika liniowego z magnesami trwałymi umieszczonymi pomiędzy cewkami.

**Istotą** siłownika ferrodynamicznego z magnesami trwałymi zbudowanego z magnetowodu składającego się ze stojana, złożonego z cylindra podstawy górnej i dolnej, a także magnesu trwałego, biegnika oraz nieruchomych cewek uzwojenia sterującego umieszczonych po obu stronach magnesu trwałego umieszczonego w wewnętrznej części konstrukcji równoległe do podstawy górnej i podstawy dolnej siłownika **jest to**, że magnes trwały jest namagnesowany radialnie, tzn. prostopadle do osi symetrii siłownika.

**Zaletą** rozwiązania według wynalazku jest uzyskanie konstrukcji ferrodynamicznego siłownika liniowego, nieposiadającego magnesów trwałych, gdzie siła magnetyczna siłownika powstaje w wyniku oddziaływania dwóch namagnesowanych elementów ferromagnetycznych, czyli stojana i biegnika. Tego typu konstrukcja jest bardziej odporna na drgania, co predysponuje ją do zastosowań w urządzeniach narażonych na wstrząsy takich jak elementy wykonawcze automatyki, w szczególności do poruszania zaworów w silnikach spalinowych. Siłownik ten może również sterować układami hydraulicznymi i pneumatycznymi robotów i urządzeń, a w tym urządzeń wykonujących oscylacyjny ruch liniowy o dużej częstotliwości.

**Przedmiot rozwiązania pokazany jest na RYS. 1**, gdzie przedstawiono prawą i lewą połowę wzdłużnego przekroju cylindrycznego siłownika. Lewa połowa jest odbiciem zwierciadlanym na RYS. 1 względem osi symetrii.

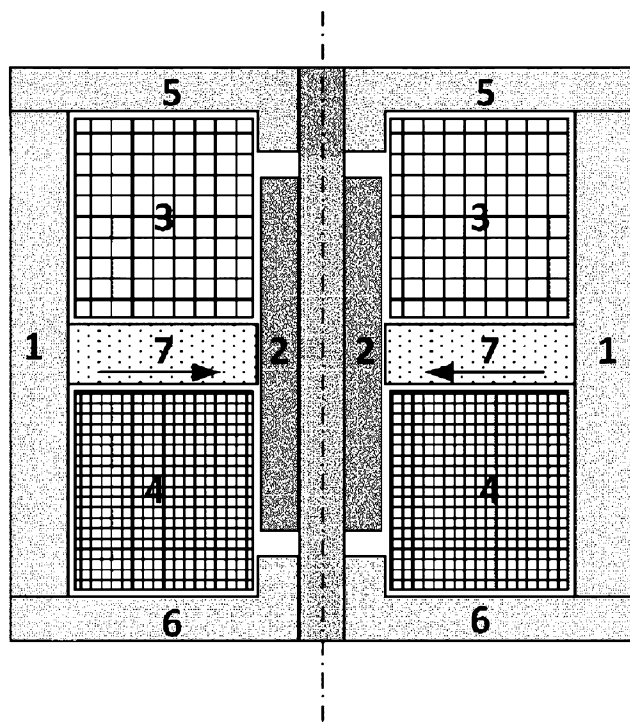
*Przykład wykonania*

Siłownik ferrodynamiczny z magnesami trwałymi zbudowany z magnetowodu składającego się ze stojana, złożonego z cylindra **1**, podstawy górnej **5** i dolnej **6** oraz magnesu trwałego **7**, a także biegnika **2** posiada nieruchome cewki **3**, **4** uzwojenia sterującego po obu stronach magnesu trwałego **7** umieszczonego w wewnętrznej części konstrukcji, pomiędzy cewkami **3** i **4** uzwojenia sterującego. Ponadto magnes trwały **7** jest namagnesowany radialnie, tzn. prostopadle do osi symetrii siłownika.

## Zastrzeżenie patentowe

1. Siłownik ferrodynamiczny z magnesami trwałymi zbudowany z magnetowodu składającego się ze stojana, złożonego z cylindra (1), podstawy górnej (5) i dolnej (6), a także magnesu trwałego (7), biegnika (2) oraz nieruchomych cewek (3) i (4) uzwojenia sterującego umieszczonych po obu stronach magnesu trwałego (7) umieszczonego w wewnętrznej części konstrukcji równoległe do podstawy górnej (5) i podstawy dolnej (6) siłownika, **znamienny tym**, że magnes trwały (7) jest namagnesowany radialnie, tzn. prostopadle do osi symetrii siłownika.

Rysunek



RYS. 1