

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **237047**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426919**

(51) Int.Cl.
H02K 1/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **05.09.2018**

(54) **Rdzeń magnetycznie miękki dziewięciobiegunowy stojana bezszczotkowego
stałoprądowego silnika małej mocy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
09.03.2020 BUP 06/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
08.03.2021 WUP 05/21

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - INSTYTUT
METALI NIEŻELAZNYCH, Gliwice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ROMAN KOLANO, Gliwice, PL
ALEKSANDRA KOLANO-BURIAN, Gliwice, PL
MAREK HRECZKA, Gliwice, PL
PRZEMYSŁAW ZACKIEWICZ, Łany, PL**

PL 237047 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest rdzeń magnetycznie miękki dziewięciobiegunowy stojana bezszczotkowego stałoprądowego silnika małej mocy, do zastosowań w wirowych pompach stosowanych w kardiochirurgii.

Wymagania stawiane takiemu rdzeniowi to zapewnienie w nim możliwie najniższych strat mocy, przy jednoczesnym zapewnieniu jego małych gabarytów i małej masy. W Polsce badania nad napędem do wirowej pompy wspomaganie serca prowadzone były przez Fundację Rozwoju Kardiochirurgii im. Profesora Zbigniewa Religi w Zabrze w ramach Programu Badań Stosowanych, projekt pt.: „Technologia obróbek w niskotemperaturowej plazmie dla modyfikacji powierzchni kontaktujących się z krwią tytanowych elementów wirowych protez serca” (akronim: ROTASURF). W badaniach realizowanych w ramach wspomnianego projektu, w stojanie silnika zastosowano 9-cio biegunowy rdzeń, który wykonany był techniką metalurgii proszków z materiału typu Somaloy. Niedoskonałościami tego rdzenia są: duże straty mocy, wysoka podatność na korozję oraz duże trudności występujące podczas obróbki mechanicznej rdzenia. Znane są prace (R. Kolano et al., IEEE Trans on Magnetics Vol. 52, nr 6, June 2016; N. Ertnyruł et al., IEEE Trans, on Magnetics Vol. 51, nr 7, June 2015; J. M. Silvera et al.: Journal of Electronic Materials, Vol. 45, No. 1, 2016; R. Kolano et al., Patent Nr 224171 – Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej), w których na rdzenie silników PMBLDC zastosowano magnetycznie miękki materiał amorficzny, uzyskując znaczne obniżenie strat mocy w rdzeniu jak i zmniejszenie gabarytów stojanów. Jednak przedmiotem badań cytowanych prac były silniki wysokoobrotowe o mocy około 1 kW oraz silniki o obrotach około 3000 obr/min i mocach kilku kilowatów. Masa zastosowanych rdzeni w tych silnikach wynosi od 400 g do około 2000 g. Podczas gdy masa rdzenia będącego przedmiotem wynalazku wynosi około 5 g, natomiast masa rdzenia 9-cio biegunowego wykonanego z materiału typu Somaloy wynosi około 8 g, a moc silników z zastosowaniem tych rdzeni wynosi około 5 W.

Istotą wynalazku jest rdzeń magnetycznie miękki dziewięciobiegunowy stojana bezszczotkowego stałoprądowego silnika małej mocy, zwłaszcza silnika do wirowej wszczepialnej pompy wspomaganie pracy serca, zawierający pierścień, i charakteryzuje się tym, że pierścień nośny wykonany ze stali elektrotechnicznej FeSi3 oraz bieguny magnetycznie miękkie wykonane z taśm. amorficznych Fe78Si13B9 o grubości nie większej niż 0.025 mm. tworzą połączenie hybrydowe, przy czym pierścień nośny posiada prostokątne wycięcia centrujące i zagłębienia biegunowe. „Bieguny magnetycznie miękkie mają postać prostopadłościanów o podstawie trapezu i o współczynniku wypełnienia co najmniej 90%.

Opisana budowa rdzenia zapewnia wymaganą wytrzymałość mechaniczną rdzenia jak i niskie straty mocy w rdzeniu.

Hybrydowa budowa rdzenia dziewięciobiegunowego do zastosowań w napędzie w wirowej pompie wspomaganie pracy serca, daje duże możliwości na wykonanie układu napędowego o wymaganej mocy około 10 W jak i o niskich stratach mocy w rdzeniu. W wyniku badań okazało się, że straty właściwe Ps w rdzeniu hybrydowym – Fe78Si13B13 + FeSi3 są około 4 razy mniejsze niż w rdzeniu dziewięciobiegunowym wykonanym z materiału typu Somaloy oraz około 2 razy mniejsze od strat w rdzeniu wykonanym tylko ze stali FeSi3.

Na Fig. 1 pokazano widok przestrzenny rdzenia oraz jego rzut boczny.

Na Fig. 2 pokazano widok z góry pierścienia nośnego (1), na którym zaznaczono średnicę wewnętrzną pierścienia – Dw, średnicę zewnętrzną – Dz oraz trapezowe zagłębienia (7) do precyzyjnego osadzania biegunów (3). Na Fig. 3 porównano, straty mocy w toroidalnych rdzeniach magnetycznie miękkich FeSi3 i Fe78Si13B9 dla różnych częstotliwości od wartości indukcji magnetycznej B. Fig. 4 przedstawia zastosowanie przedmiotu wynalazku, gdzie rdzeń wielobiegunowy wraz z uzwojeniem tworzy stojan silnika, który jest podstawowym członem napędowym w wirowej wszczepialnej pompie wspomagającej pracę serca.

Rdzeń według wynalazku przedstawiono w przykładzie realizacji.

Rdzeń, będący przedmiotem wynalazku posiada budowę hybrydową i składa się z magnetycznie miękkiego pierścienia nośnego 1, wykonanego ze stali elektrotechnicznej FeSi3, z prostokątnymi wycięciami centrującymi 2 oraz z dziewięciu biegunów magnetycznie miękkich 3, wykonanych z taśm amorficznych Fe78Si13B9 o grubości 0,025 mm. Wysokość H rdzenia wynosi około 4 mm. W zagłębieniu biegunowe 7 usadowione są bieguny magnetycznie miękkie 3. Grubość pierścienia nośnego 1 korzystnie wynosi 0,5 mm i wykonany jest on z dwóch pierścieni o grubości 0,25 mm, które są połączone ze sobą warstwą kleju cyjanoakrylanowego o grubości około 0,005 mm. Rdzeń osłania wewnętrzną 5 i zewnętrzną 6 cylindryczną osłoną.

Tak wykonany pierścień nośny zapewnia zarówno wymaganą sztywność jak i niższe straty mocy. Bieguny magnetycznie miękkie 3 rdzenia mają kształt prostopadłościanów o podstawie równoramiennych trapezów. Prostopadłościany te wykonane są z odpowiednio skonsolidowanych taśm amorficznych FeSiB o współczynniku wypełnienia 90%.

Sposób wytwarzania rdzenia magnetycznie miękkiego zgodnie z wynalazkiem składa się z następujących etapów:

1. Wykonania pierścienia nośnego ze stali elektrotechnicznej FeSi3 o grubości taśmy 0,25 mm techniką wycinania elektro-erozyjnego. Proces wycinania sterowany jest za pomocą programu komputerowego.
2. Wykonania trapezowych biegunów magnetycznie miękkich, które wycinano z prostopadłościennych skonsolidowanych i sklejonych żywicą epoksydową pakietów amorficznych Fe78Si13B9.
3. Trwałego połączenie biegunów z pierścieniem nośnym, tzn. takie połączenie, które wytrzyma działanie siły rozrywającej około czterokrotnie większej od tej jaka działa na rdzeń podczas pracy silnika pompy. Połączenie realizowane jest za pomocą płynnego kleju cyjanoakrylanowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Rdzeń magnetycznie miękki dziewięciobiegunowy stojana bezszczotkowego stałoprądowego silnika małej mocy, zwłaszcza silnika do wirowej wszczepialnej pompy wspomaganie pracę serca, zawierający pierścień, **znamienny tym**, że pierścień nośny (1) wykonany ze stali elektrotechnicznej FeSi3B oraz bieguny magnetycznie miękkie (3) wykonane z taśm amorficznych Fe78Si13B9 o grubości nie większej niż 0,025 mm tworzą połączenie hybrydowe, przy czym pierścień nośny (1) posiada prostokątne wycięcia centrujące (2) i zagłębienia biegunowe (7).
2. Rdzeń magnetycznie miękki według zastrz. 1, **znamienny tym**, że bieguny magnetycznie miękkie (3) mają postać prostopadłościanów o podstawie trapezu i o współczynniku wypełnienia co najmniej 90%.

Rysunki

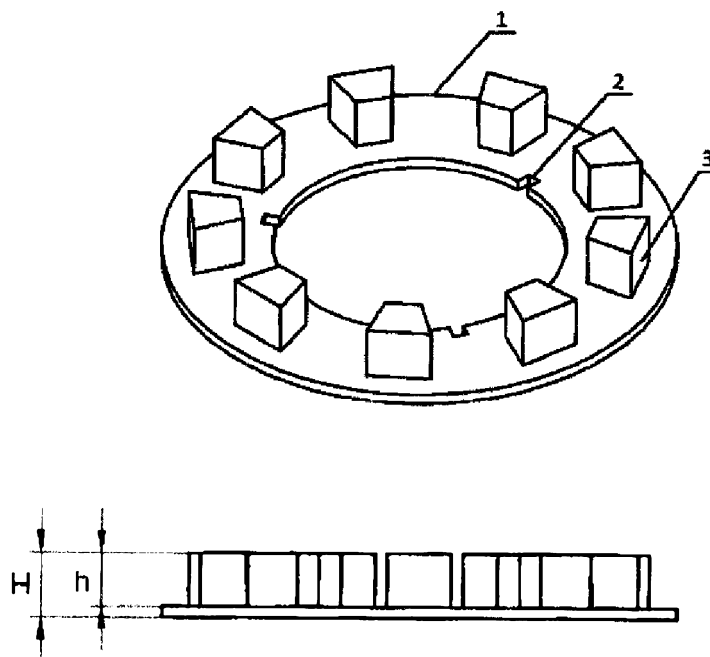


Fig. 1

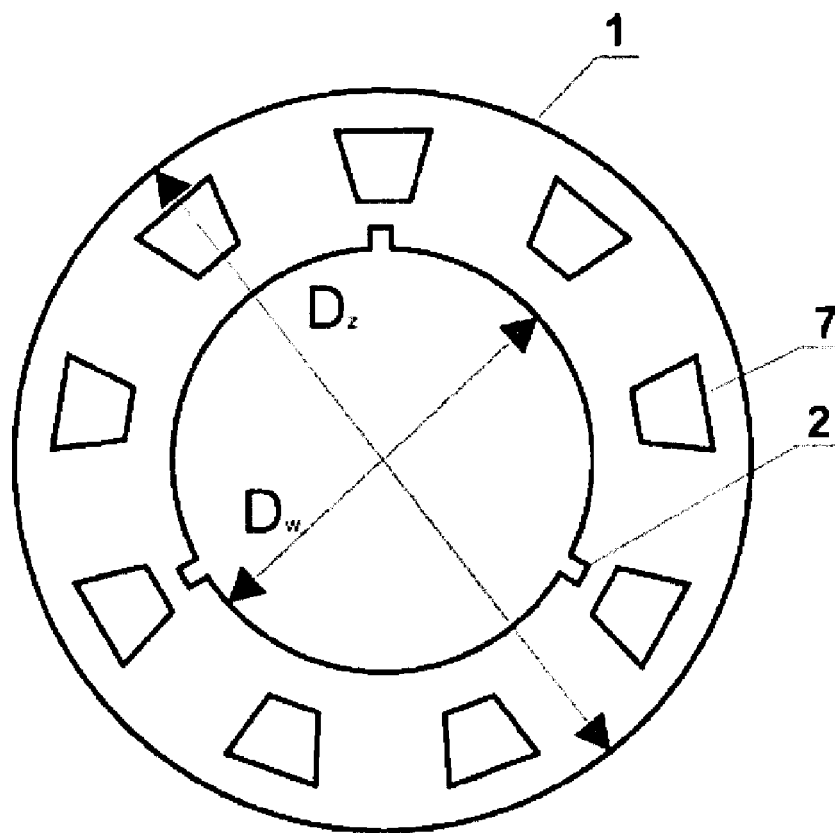


Fig. 2

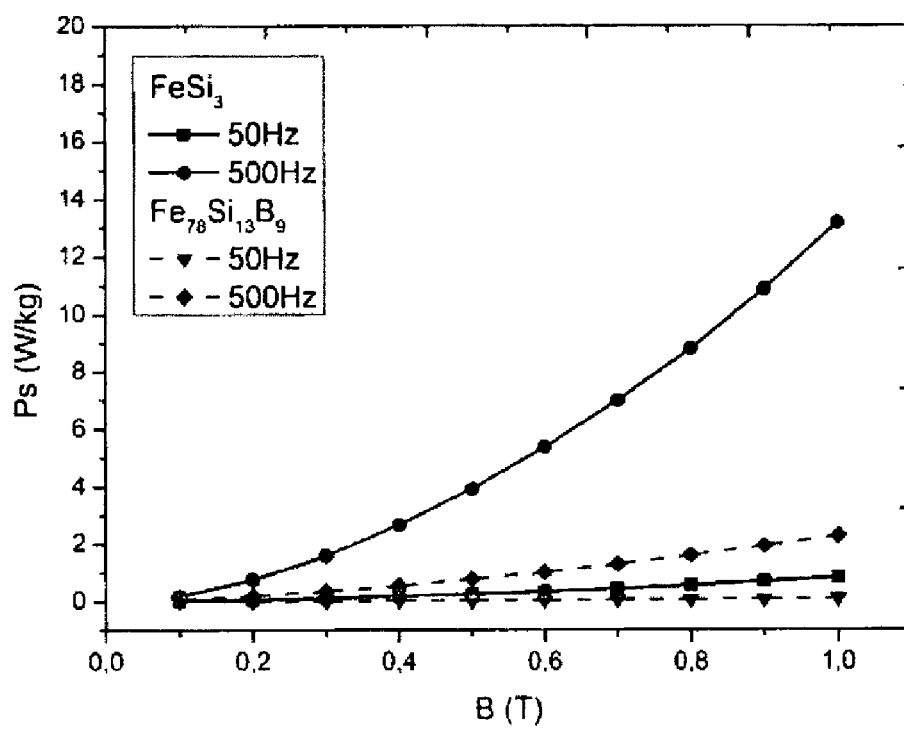


Fig. 3

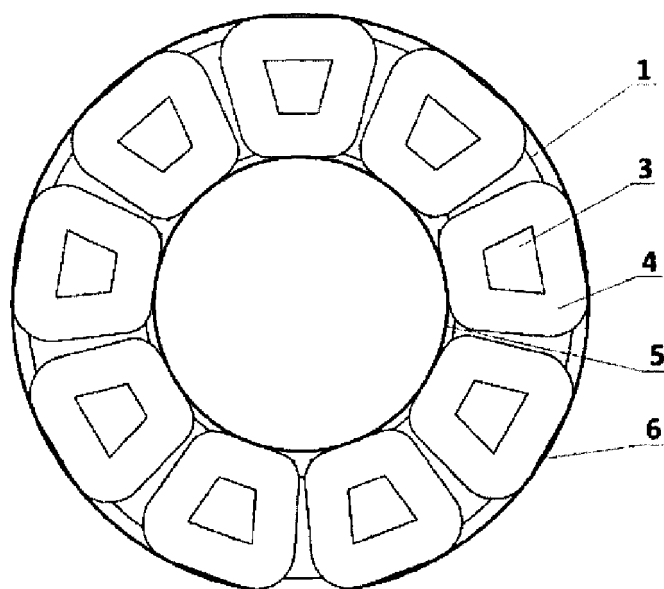


Fig. 4