



(54) **Przełączalny silnik elektryczny**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
16.12.2002 BUP 26/02

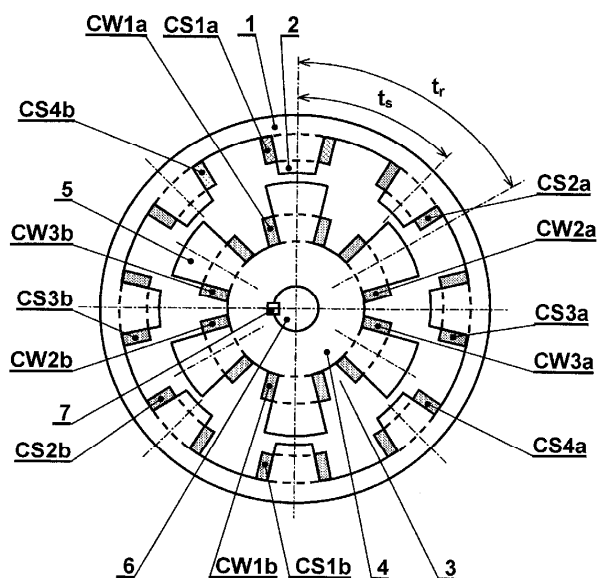
(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.2008 WUP 01/08

(73) Uprawniony z patentu:
**Akademia Górniczo-Hutnicza
im.Stanisława Staszica,Kraków,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**Jacek Zarudzki,Szczyglice,PL
Jerzy Skwarczyński,Kraków,PL
Aleksander Dziadecki,Kraków,PL
Tomasz Drabek,Kraków,PL
Janusz Grzegorski,Kraków,PL
Józef Skotniczny,Kraków,PL**

(74) Pełnomocnik:
**Biernat Janina, Akademia Górniczo-Hutnicza
im.St.Staszica**

(57) Przełączalny silnik elektryczny zawierający stojan z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozmieszczonymi na obwodzie od wewnętrznej strony zębami, na których umieszczone są cewki uzwojeń fazowych zasilanych kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana w takt przełączeń faz, przy czym uzwojenie jednej fazy stojana jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe cewek o rozpiętości nie większej niż podziałka zębowa stojana i oddalonych od siebie o podziałkę biegunową oraz wirnik usytuowany współosiowo wewnątrz stojana, zawierający jarzmo z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozłożonymi zębami, przy czym podziałka zębowa jarzma wirnika jest różna od podziałki zębowej stojana, **znamienny tym**, że na zębach (5) wirnika (3) są umieszczone uzwojenia kolejnych faz wirnika (3), a uzwojenie każdej fazy wirnika (3) jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe dwóch odpowiednich cewek (CW1a, CW1b: CW2a, CW2b:.....) oddalonych względem siebie o podziałkę biegunową, przy czym każda z cewek danej fazy (CW1a, CW1b, CW2a.....) obejmuje pojedynczy ząb (5) wirnika (3),



Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przełączalny silnik elektryczny, zasilany jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi prądami fazowymi, a znajdujący zastosowanie w układach napędowych, wymagających częstych zmian prędkości w szerokim zakresie.

Znany przełączalny silnik elektryczny reluktancyjny zawiera stojan z blach ferromagnetycznych posiadający równomiernie rozłożone na obwodzie wewnętrznym zęby. Na zębach stojana, których liczba wynosi 2 m dla m faz stojana, umieszczone jest uzwojenie w postaci cewek skupionych o rozpiętości nie większej niż podziałka zębowa stojana, a daną fazę stojana tworzą połączone ze sobą szeregowo lub równolegle dwie cewki odległe o podziałkę biegunową. Fazy stojana silnika zasilane są kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi, które wytwarzają pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana w takt przełączeń prądów zasilających pomiędzy następującymi po sobie fazami. Wewnątrz stojana umieszczony jest współosiowo wirnik, którego wykonane z blach ferromagnetycznych jarzmo ma równomiernie rozłożone zęby. Jarzmo osadzone jest na wale zamocowanym w łożyskowanej obudowie silnika.

Znany z amerykańskiego opisu patentowego nr 5726516 wirnik przełączalnego silnika reluktancyjnego zawiera jarzmo z blach ferromagnetycznych w kształcie walca z wydatnymi zębami, równomiernie rozmieszczonymi na poboczniczy. Jarzmo wirnika umieszczone jest w obudowie, zawierającej elementy wzdłużne, które są z jednej strony zakończone płytą z czopem walcowym w osi obrotu, a z drugiej strony są wyposażone w otwory usytuowane równolegle do osi obrotu wirnika. Elementy wzdłużne obudowy wypełniają przestrzeń między zębami jarzma wirnika i tworzą z płytą jednolitą całość. Obudowa od strony wolnych końców elementów wzdłużnych połączona jest za pomocą śrub z drugą płytą zamykającą zakończoną również czopem walcowym w osi obrotu. W kolejnej wersji rozwiązania, obudowa jest połączona rozłącznie z drugą identyczną obudową usytuowaną na końcu stosu jarzma. W kolejnej odmianie rozwiązania, obudowy są połączone rozłącznie z dodatkową płytą usytuowaną pomiędzy blachami stosu jarzma i usztywniającą konstrukcję wirnika. Czopy walcowe obudowy i płyty zamykającej wirnika są umieszczone w łożyskowanych płytach czołowych obudowy silnika, utrzymując wirnik w pozycji współosiowej względem cylindrycznego stojana. Obudowa jarzma wirnika, płyta zamykająca jak również płyta dodatkowa są wykonane z materiału o dobrej przewodności elektrycznej lub z materiału izolacyjnego, jednakże przy składaniu wirnika w jedną całość, jego elementy składowe są tak dobierane, aby nie tworzyły pętli przewodzącej prąd wokół biegunów jego jarzma.

Inny, znany z opisu patentowego PL 192 086 przełączalny silnik elektryczny zawiera cylindryczny stojan z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozmieszczonymi na obwodzie od wewnętrznej strony zębami i żłobkami, w których umieszczone są cewki uzwojeń fazowych zasilanych kolejno prądami jednokierunkowymi wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana w takt przełączeń faz. Uzwojenie jednej fazy stojana jest utworzone z połączonych szeregowo cewek o poskoku nie większym niż podziałka żłobkowa stojana, obejmujących pojedyncze zęby stojana i oddalonych od siebie o podziałkę biegunową. Wirnik silnika, usytuowany współosiowo wewnątrz stojana, zawiera jarzmo z blach ferromagnetycznych w kształcie walca lub cylindra ze wzdłużnymi żłobkami, które są wykonane, jako żłobki półzamknięte lub zamknięte, przy czym podziałka żłobkowa jarzma wirnika jest różna, korzystnie większa od podziałki żłobkowej stojana. W żłobkach wirnika umieszczone są pręty, które na obu końcach są połączone z pierścieniami, przy czym zarówno pręty jak i pierścienie wykonane są z materiału o dobrej przewodności elektrycznej i tworzą zwoje zwarte.

Przełączalny silnik elektryczny, według wynalazku, zawierający stojan z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozmieszczonymi na obwodzie od wewnętrznej strony zębami, na których umieszczone są cewki uzwojeń fazowych zasilanych kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana w takt przełączeń faz, przy czym uzwojenie jednej fazy stojana jest utworzone z połączonych szeregowo lub równolegle cewek o rozpiętości nie większej niż podziałka zębowa stojana i oddalonych od siebie o podziałkę biegunową oraz wirnik usytuowany współosiowo wewnątrz stojana, zawierający jarzmo z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozłożonymi zębami, przy czym podziałka zębowa jarzma wirnika jest różna od podziałki zębowej stojana charakteryzuje się tym, że na zębach wirnika są umieszczone uzwojenia kolejnych faz wirnika, a uzwojenie każdej fazy wirnika jest utworzone z połączonych szeregowo lub równolegle dwóch odpowiednich cewek oddalonych względem siebie o podziałkę biegunową. Każda z cewek danej fazy obejmuje pojedynczy ząb wirnika, a jej rozpiętość

jest nie większa od podziałki zębowej wirnika. Poszczególne fazy wirnika są zasilane przełączanymi kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi, wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie wirnika w takt przełączeń kolejnych faz wirnika, przy czym przełączanie kolejnych faz wirnika jest zsynchronizowane z przełączaniem poszczególnych faz stojana tak, że pola magnetyczne wytwarzane przez uzwojenia stojana i uzwojenia wirnika mają jednako- we zwroty.

Zaletą rozwiązania, według wynalazku, jest możliwość uzyskania większego momentu napędowego oraz lepszych wskaźników stosunku mocy (momentu) do ciężaru czy objętości silnika w porównaniu do przełączalnego silnika reluktancyjnego z wirnikiem bez uzwojeń.

Rozwiązanie, według wynalazku, jest przedstawione w przykładowym wykonaniu na rysunku, który przedstawia przełączalny silnik elektryczny, jako maszynę dwubiegunową czterofazową w przekroju poprzecznym. Przełączalny silnik elektryczny, według wynalazku, zawiera stojan 1 wykonany z blach ferromagnetycznych posiadający od wewnętrznej strony rozmieszczone równomiernie na obwodzie zęby 2, na których umieszczone są odpowiednio cewki CS1a, CS1b, CS2a, CS2b,...CS4a, CS4b kolejnych uzwojeń fazowych stojana 1. Uzwojenie danej fazy stojana 1, przykładowo pierwszej fazy, jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe dwóch cewek CS1a, CS1b, o rozpiętości nie większej od podziałki zębowej t_s stojana 1, obejmujących pojedyncze zęby 2 stojana 1 i oddalonych względem siebie o podziałkę biegunową. Poszczególne fazy stojana 1 silnika są zasilane przełączanymi kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi, wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana 1 w takt przełączeń kolejnych faz stojana 1. Wewnątrz stojana 1 jest usytuowany współosiowo wirnik 3, który zawiera walcowe jarzmo 4 wykonane z blach ferromagnetycznych. Jarzmo 4 wirnika 3 ma równomiernie rozłożone zęby 5, na których są umieszczone odpowiednio cewki CW1a, CW1b, CW2a, CW2b, CW3a, CW3b kolejnych uzwojeń fazowych wirnika 3. Uzwojenie danej fazy wirnika 3, przykładowo pierwszej, jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe dwóch cewek CW1a, CW1b oddalonych względem siebie o podziałkę biegunową a każda z cewek tej fazy CW1a, CW1b obejmuje pojedyncze zęby 5 wirnika 3, przy czym jej rozpiętość jest nie większa od podziałki zębowej t_w wirnika 3. Poszczególne fazy wirnika 3 są zasilane poprzez niewidoczne na rysunku szczotki i pierścienie ślizgowe, przełączanymi kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi, wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie wirnika 3 w takt przełączeń kolejnych faz wirnika 3. Przełączanie kolejnych faz wirnika (3) jest zsynchronizowane z przełączaniem poszczególnych faz stojana (1) tak, że pola magnetyczne wytwarzane przez uzwojenia stojana (1) i uzwojenia wirnika (3) mają jednakowe zwroty. Wirnik 3 silnika osadzony jest na wale 6 za pomocą znanego wpustu 7.

Działanie silnika, według wynalazku, jest następujące. Cewki CS1a, CS1b, i CS2a..... i CS4a, CS4b poszczególnych uzwojeń fazowych stojana 1 silnika są zasilane, w chwilach czasu odpowiadających określonym położeniom wirnika 3, załączanymi kolejno prądami jedno lub dwukierunkowymi, korzystnie o przebiegu prostokątnym, które wytwarzają pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana 1 w takt dokonywanych przełączeń zasilania kolejnych faz stojana 1. Po załączeniu napięcia zasilającego do pary cewek CS1a, CS1b danego uzwojenia fazowego stojana 1 i równocześnie do pary cewek CW1a, CW1b uzwojenia fazowego wirnika 3, przy określonym położeniu wirnika 3, względem stojana 1, następuje w tych uzwojeniach szybkie narastanie prądów do ustalonej wartości. Kierunki prądów w cewkach stojana CS1a, CS1b i cewkach wirnika CW1a, CW1b, ustala się tak, że pola magnetyczne wytwarzane przez każdą z tych cewek zarówno stojana 1 jak i wirnika 3 mają zgodne zwroty. Załączenie prądów do uzwojeń stojana 1 i wirnika 3 następuje w momencie, kiedy powierzchnie objęte cewkami zaczynają nachodzić na siebie i przepływ prądu przez każdą z cewek działa wzmacniająco na pole wytwarzane przez pozostałe cewki. Na skutek przepływu prądu przez uzwojenia stojana 1 powstają siły dążące do wciągnięcia zębów 5 wirnika 3 pod zęby 2 stojana 1 i równocześnie na skutek przepływu prądu przez uzwojenia wirnika 3 powstają siły dążące do wciągnięcia zębów 2 stojana 1 pod zęby 5 wirnika 3. Na skutek zgodnego oddziaływania występujących w silniku sił, następuje obrót wirnika 3 do pozycji, w której osie zębów 2 stojana 1 i zębów 5 wirnika 3 ze wzbudzonymi w danej chwili uzwojeniami pokrywają się.

Przełączenie zasilania na cewki CS2a, CS2b drugiej fazy stojana 1 i cewki CW2a, CW2b drugiej fazy wirnika 3 przy odpowiednim położeniu wirnika 3 względem stojana 1, pozwala uzyskać obrót wirnika 3 w żądanym kierunku. Przy fazach rozłożonych na obwodzie stojana 1 w kolejności narastającej, skierowanej zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara oraz przy fazach rozłożonych na obwodzie wirnika 3 w kolejności narastającej, skierowanej zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek

zegara i przy sekwencyjnym przełączaniu ich zasilania uzyskiwany jest obrót wirnika 3 przeciwny do kierunku ruchu wskazówek zegara.

Zastrzeżenie patentowe

Przełączalny silnik elektryczny zawierający stojan z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozmieszczonymi na obwodzie od wewnętrznej strony zębami, na których umieszczone są cewki uzwojeń fazowych zasilanych kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie stojana w takt przełączeń faz, przy czym uzwojenie jednej fazy stojana jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe cewek o rozpiętości nie większej niż podziałka zębowa stojana i oddalonych od siebie o podziałkę biegunową oraz wirnik usytuowany współosiowo wewnątrz stojana, zawierający jarzmo z blach ferromagnetycznych z równomiernie rozłożonymi zębami, przy czym podziałka zębowa jarzma wirnika jest różna od podziałki zębowej stojana, **znamienny tym**, że na zębach (5) wirnika (3) są umieszczone uzwojenia kolejnych faz wirnika (3), a uzwojenie każdej fazy wirnika (3) jest utworzone z połączonych szeregowo lub równoległe dwóch odpowiednich cewek (CW1a, CW1b; CW2a, CW2b:....) oddalonych względem siebie o podziałkę biegunową, przy czym każda z cewek danej fazy (CW1a, CW1b, CW2a.....) obejmuje pojedynczy ząb (5) wirnika (3), a jej rozpiętość jest nie większa od podziałki zębowej (t_r) wirnika (3), zaś poszczególne fazy wirnika (3) są zasilane przełączanymi kolejno prądami jednokierunkowymi lub dwukierunkowymi, wytwarzającymi pole magnetyczne przemieszczające się skokowo na obwodzie wirnika (3) w takt przełączeń kolejnych faz wirnika (3), przy czym przełączanie kolejnych faz wirnika (3) jest zsynchronizowane z przełączaniem poszczególnych faz stojana tak, że pola magnetyczne wytwarzane przez uzwojenia stojana (1) i uzwojenia wirnika (3) mają jednakowe zwroty.

Rysunek

