

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **215083**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **389907**

(51) Int.Cl.
H02J 17/00 (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
H02M 3/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.12.2009**

(54)

Zintegrowany moduł reaktacyjny

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

20.06.2011 BUP 13/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.10.2013 WUP 10/13

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**CEZARY WOREK, Kraków, PL
ROBERT MAŚLANKA, Częstochowa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Alina Magońska

PL 215083 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zintegrowany moduł reaktancyjny przeznaczony do rezonansowych konwerterów DC/DC, a zwłaszcza do bezkontaktowych obwodów transferu energii elektrycznej, które umożliwiają bezpieczne i beziskrowe dołączanie urządzeń elektrycznych. Tego typu urządzenia są szczególnie przydatne w tych środowiskach, gdzie istnieje niebezpieczeństwo zapłonu gazów i pyłów, takich jak: kopalnie, stacje benzynowe oraz laboratoria chemiczne; jak również w tych środowiskach, gdzie niemożliwe jest zastosowanie bezpośrednich połączeń galwanicznych, takich jak implanty lub elementy wirujące.

Współczesne rezonansowe konwertery DC/DC zawierają wiele elementów indukcyjnych, które w zależności od zastosowanego obwodu mogą być dodatkowo ze sobą magnetycznie sprzężone, lub magnetycznie odseparowane. Walcowy kształt typowych elementów indukcyjnych nie sprzyja optymalnemu wykorzystaniu powierzchni montażowej. W przypadku stosowania wielu elementów indukcyjnych, aby uniknąć niepożądanych sprzężeń, konieczne jest zwiększenie odległości pomiędzy elementami indukcyjnymi. W takim przypadku korzystne jest zastosowanie zblokowanych elementów indukcyjnych.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US 7,598,839 znany jest moduł indukcyjny zawierający N uzwojeń i N+1 jednakowych elementów magnetycznych. Każdy element magnetyczny posiada wybranie na umiejscowienie uzwojenia. Elementy magnetyczne łączy się ze sobą w taki sposób, że jedna, że ścian poprzedniego elementu zamyka obwód magnetyczny kolejnego elementu magnetycznego.

Znana jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US7,525,406 konstrukcja zawierająca wiele sprzężonych i nie sprzężonych elementów indukcyjnych i co najmniej jeden zamknięty obwód magnetyczny składający się z wzajemnie przystających elementów magnetycznych, które posiadają wykonane wyżłobienia dla przewodników prądu w kierunku osi X i ortogonalnej do niej osi Y. Wzajemną indukcyjność wykazują przewodniki prądu umiejscowione wzdłuż jednej osi, natomiast nie ma sprzężenia pomiędzy przewodnikami prądu umiejscowionymi względem siebie ortogonalnie.

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US 7,242,275 przestrajany element indukcyjny o dużej odporności na wysokie napięcie pomiędzy obwodem sterującym, a kontrolowaną indukcyjnością. Przestrajany induktor zawiera dwie kształtki z materiału magnetycznego w kształcie litery „E”. Główne uzwojenie elementu indukcyjnego zostało nawinięte na centralnej kolumnie pierwszej kształtki magnetycznej, natomiast na obu kolumnach bocznych drugiej kształtki magnetycznej nawinięto uzwojenia sterujące. Przekładka z materiału dielektrycznego separuje obie kształtki. Opcjonalnie możliwe jest zastosowanie dodatkowego separatora magnetycznego. Opisany przestrajany element indukcyjny przewidziany jest do stosowania w obwodach rezonansowych konwerterów napięcia.

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US 4,675,638 rdzeń magnetyczny składający się z dwóch oddalonych od siebie współosiowych elementów magnetycznych. Każdy element zawiera wiele koncentrycznych ścianek magnetycznych separujących umieszczone pomiędzy ściankami elementy indukcyjne. Rdzeń umożliwia bezkontaktowy transfer wielu sygnałów elektrycznych pomiędzy wirującym urządzeniem a odbiornikiem. Silne tłumienie przesłuchu pomiędzy sygnałami uzyskano dzięki bliskiemu usytuowaniu nadajnika względem odbiornika. Aczkolwiek transfer energii elektrycznej jest możliwy za pośrednictwem elementu magnetycznego według US 4,675,638, jednakże przedstawione rozwiązanie, nie zapewnia skutecznego transferu mocy elektrycznej przy większym oddaleniu współpracujących elementów magnetycznych, ponieważ linie sił wzbudzającego pola magnetycznego koncentrują się w otoczeniu wzbudzającego elementu magnetycznego.

Wymienione wyżej przykłady przedstawiają sposoby realizacji zblokowanych elementów reaktancyjnych oraz przykład sterowanego elementu reaktancyjnego. W oparciu o niektóre wymienione komponenty możliwa jest realizacja typowych rezonansowych konwerterów DC/DC. Jednakże wymienione zblokowane elementy reaktancyjne nie są w pełni przystosowane do rezonansowych konwerterów, które dodatkowo umożliwiają bezstykowy transfer energii elektrycznej do osobnego odbiornika. Przykładowo, z polskiego zgłoszenia patentowego nr P-381975 znany jest obwód bezstykowego przekaźnika energii elektrycznej. Obwód ten zawiera wiele elementów reaktancyjnych w części nadawczej i element indukcyjny z elementem magnetycznym w przenośnej części odbiorczej. Dla potrzeb wymienionego rozłączanego i bezstykowego konwertera-przekaźnika energii celowe jest wykonanie specyficznego zblokowanego modułu reaktancyjnego, który zawierałby wszystkie zasadnicze silnoproudowe elementy reaktancyjne, ponadto moduł winien zapewnić niezawodną pracę przy rozwar-

tym obwodzie magnetycznym, optymalny transfer energii do odbiornika przy zamkniętym lub częściowo zamkniętym obwodzie magnetycznym oraz umożliwić korektę częstotliwości rezonansowej obwodu spowodowaną zbliżeniem indukcyjnego elementu odbiorczego.

Zintegrowany moduł reaktancyjny według wynalazku ma uzwojenie elementu reaktancyjnego drugiego umiejscowione na zewnętrznym obwodzie elementu magnetycznego, natomiast uzwojenia pozostałych elementów reaktancyjnych znajdują się wewnątrz elementu magnetycznego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidocznił na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok zablokowanego modułu reaktancyjnego oraz reaktancyjny element odbiorczy, fig. 2 przedstawia przykładowy obwód aplikacyjny, w którym wykorzystano elementy reaktancyjne zablokowanego modułu przedstawione na fig. 1, fig. 3 przedstawia uproszczoną wersję zablokowanego modułu reaktancyjnego, natomiast fig. 4 przedstawia proponowany obwód aplikacyjny uproszczonego modułu według fig. 3.

Zintegrowany moduł reaktancyjny według wynalazku posiada specyficzne właściwości, szczególnie korzystne dla zastosowań, w których wymagany jest bezkontaktowy transfer energii. Zewnętrzny element reaktancyjny L2 powoduje korzystną zmianę rozkładu linii sił pola w otoczeniu elementu magnetycznego EM wytworzonego przez element reaktancyjny L1. Interferencja pól magnetycznych wytworzonych przez elementy reaktancyjne L1 i L2 skutkuje zwiększeniem strefy oddziaływania zintegrowanego modułu reaktancyjnego. Dzięki temu dopuszczalny jest szerszy zakres tolerancji dla odległości pomiędzy elementem magnetycznym nadawczym EM i elementem magnetycznym odbiorczym EMO.

Przykład zastosowania I.

Zablokowany moduł reaktancyjny ZMR, przedstawiony na fig. 1, zawierający elementy reaktancyjne L1, L2, L3 umiejscowione na elemencie magnetycznym EM i odseparowane od siebie za pomocą separatorów magnetycznych SM zastosowano w urządzeniu przeznaczonym do bezkontaktowego ładowania baterii przenośnych urządzeń górniczych. Urządzenie do bezkontaktowego ładowania przenośnego urządzenia górniczego zawiera zespół kluczy prądowych K1, K2, które połączone są z elementami reaktancyjnymi L1, L2, L3 zablokowanego modułu reaktancyjnego oraz pomocniczymi elementami reaktancyjnymi C1, C2, C3, C4, C5. Element reaktancyjny L1, w połączeniu z elementem reaktancyjnym C1 stanowi główny obwód rezonansowy, w którym zgromadzona jest przeważająca część energii całego obwodu. Koncentrację linii sił pola magnetycznego zapewnia element magnetyczny EM. Energia pola magnetycznego z otoczenia tego elementu może być odebrana za pośrednictwem reaktancyjnego elementu odbiorczego L4 wyposażonego w element magnetyczny odbiorczy EMO. Oba elementy magnetyczne EM i EMO oddziela przekładka z materiału izolacyjnego I. Na skutek zbliżenia odbiorczego elementu reaktancyjnego L4 na jego zaciskach zostanie wyindukowane napięcie zmienne, które po wyprostowaniu doprowadzone jest do baterii przenośnego urządzenia górniczego. Elementy reaktancyjne L2, L3 zapewniają optymalne warunki dla komutacji kluczy prądowych K1, K2, ponadto dzięki zastosowaniu diod D1, D2 ograniczone zostały maksymalne wartości napięć i prądów w głównym obwodzie rezonansowym, co zapewnia niezawodną pracę urządzenia w stanach przejściowych, kiedy następuje nagła zmiana warunków pracy. Dzięki zastosowaniu elementów reaktancyjnych L2 i L3 zablokowanych z elementem reaktancyjnym L1 uzyskano możliwość korekcji częstotliwości rezonansu własnego dla głównego obwodu rezonansowego.

Zablokowany moduł reaktancyjny ZMR według wynalazku umożliwia transfer energii do elementu reaktancyjnego L4 wchodzącego w skład odbiornika energii. Dzięki umieszczeniu trzech silnoprądowych elementów reaktancyjnych L1, L2, L3 wchodzących w skład rezonansowego konwertera na jednym elemencie magnetycznym EM uzyskano zwartą konstrukcję zawierającą obwody rezonansowe, a połączenia pomiędzy elementami reaktancyjnymi zostały zrealizowane wewnątrz modułu. Integralna konstrukcja zablokowanych elementów reaktancyjnych sprawia, że możliwa jest „parametryczna” korekta częstotliwości rezonansowej obwodu przy zbliżeniu reaktancyjnego elementu odbiorczego. Wprowadzenie takiej korekty jest korzystne szczególnie w przypadku, gdy obwód komutacyjny pracuje z ustaloną częstotliwością. Wówczas w przypadku dołączenia obciążenia poprzez zbliżenie reaktancyjnego elementu odbiorczego L4 nastąpi przestrojenie częstotliwości rezonansu własnego głównego obwodu rezonansowego w kierunku niższych częstotliwości. Ponieważ reaktancyjny element odbiorczy L4 wyposażony jest w element magnetyczny EMO, jego zbliżenie do zablokowanego modułu reaktancyjnego ZMR zmieni wartości reluktancji pozostałych elementów reaktancyjnych L2, L3, nastąpi wzrost reaktancji. Ponieważ oba elementy reaktancyjne L2, L3 połączone są z głównym obwodem rezonansowym możliwe jest uzyskanie częściowej korekty częstotliwości rezonansu własnego dla

głównego obwodu rezonansowego. Ta cecha umożliwia budowę prostych konwerterów o dużej niezawodności, bez konieczności stosowania rozbudowanych układów kontroli parametrów wyjściowych.

Przykład zastosowania II

Zblokowany moduł reaktancyjny ZMR w wersji uproszczonej, przedstawiony na fig. 3, zastosowano w urządzeniu przeznaczonym do bezkontaktowego ładowania baterii lamp górniczych. Moduł zawiera elementy reaktancyjne L1, L2 umiejscowione na elemencie magnetycznym EM i odseparowane od siebie za pomocą separatora magnetycznego SM. Urządzenie do bezkontaktowego ładowania lamp górniczych, jak pokazano na fig. 4, zawiera zespół kluczy prądowych K1, K2, które połączone są z elementami reaktancyjnymi L1, L2, zblokowanego modułu reaktancyjnego oraz pomocniczymi elementami reaktancyjnymi C1, C2, C3, C4, C5. Element reaktancyjny L1, w połączeniu z elementem reaktancyjnym C1 stanowi główny obwód rezonansowy, w którym zgromadzona jest przeważająca część energii całego obwodu. Koncentrację linii sił pola magnetycznego zapewnia element magnetyczny EM. Energia pola magnetycznego z otoczenia tego elementu może być odebrana za pośrednictwem reaktancyjnego elementu odbiorczego L4 wyposażonego w element magnetyczny odbiorczy EMO. Oba elementy magnetyczne EM i EMO oddziela przekładka z materiału izolacyjnego I. Na skutek zbliżenia odbiorczego elementu reaktancyjnego L4 na jego zaciskach zostanie wyindukowane napięcie zmienne, które po wyprostowaniu doprowadzone jest do baterii przenośnej lampy górniczej.

Zastrzeżenie patentowe

Zintegrowany moduł reaktancyjny zawierający uzwojenia elementów reaktancyjnych (L1), (L2)...(LN) umieszczone we wspólnym elemencie magnetycznym (EM) i odseparowane od siebie za pośrednictwem separatorów magnetycznych (SM) stanowiących integralną część elementu magnetycznego (EM), który służy do koncentracji linii sił pola magnetycznego wytwarzanych przez elementy reaktancyjne (L1), (L2)...(LN), **znamienny tym**, że ma uzwojenie elementu reaktancyjnego (L2) umiejscowione na zewnętrznym obwodzie elementu magnetycznego (EM), natomiast uzwojenia pozostałych elementów reaktancyjnych (L1), (L3)...(LN) znajdują się wewnątrz elementu magnetycznego (EM).

Rysunki

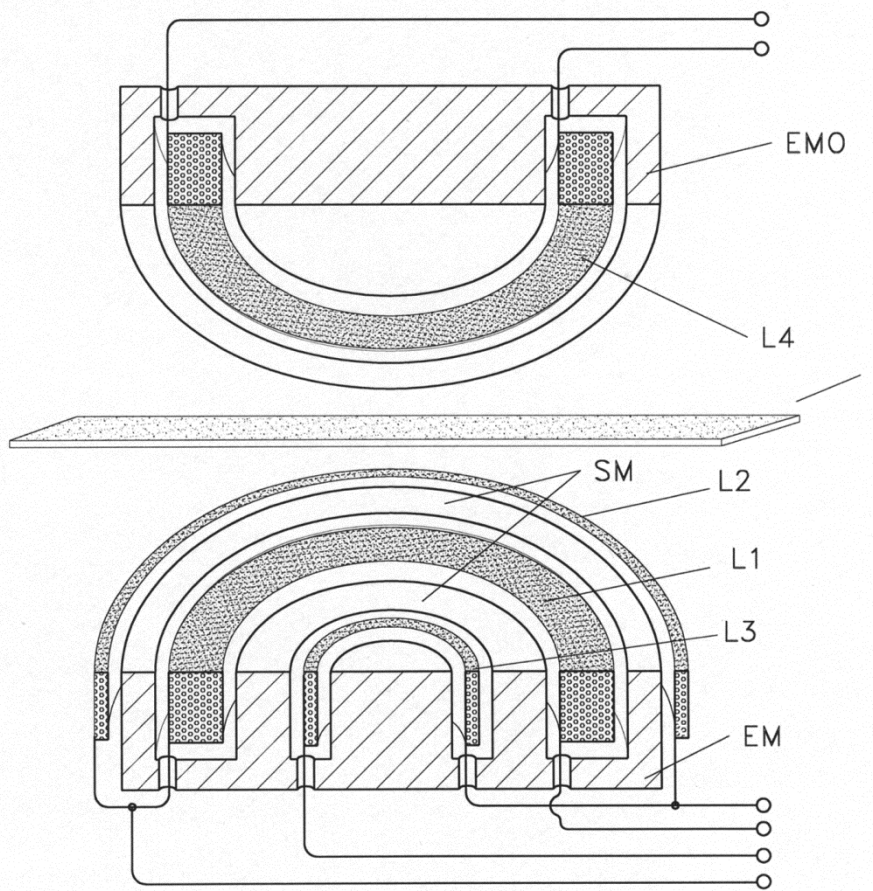


Fig. 1

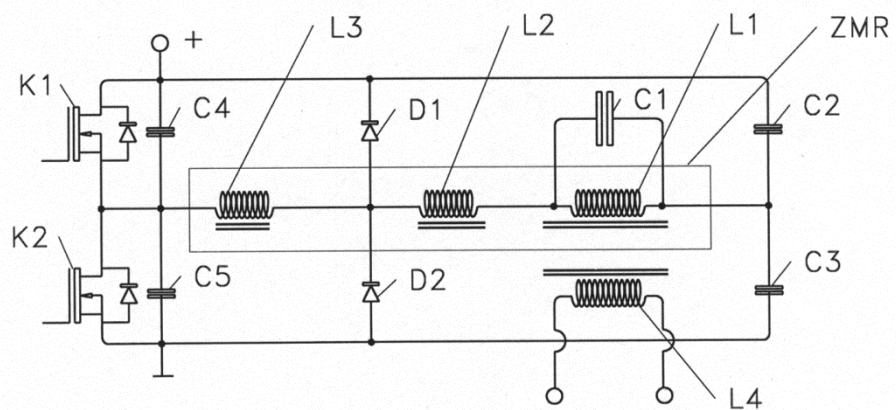


Fig. 2

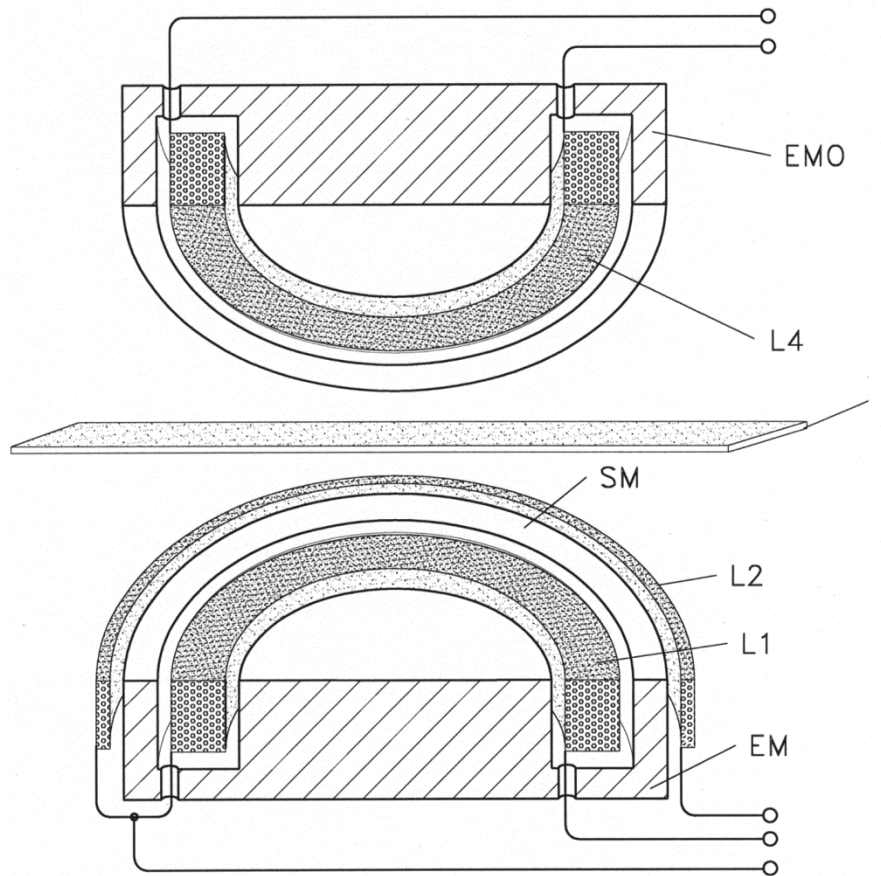


Fig. 3

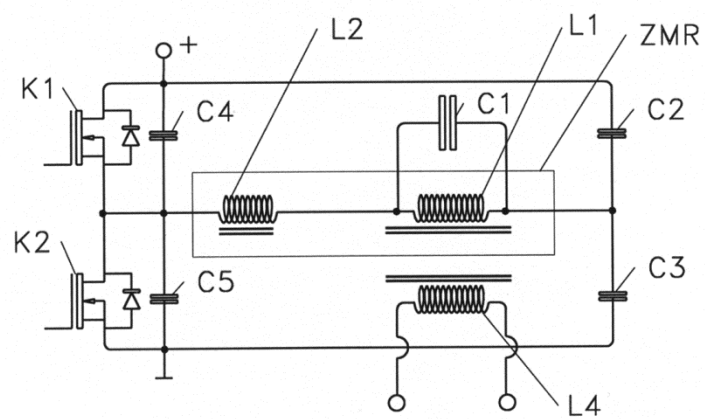


Fig. 4