

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **238156**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424519**

(51) Int. Cl.
H01H 15/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.02.2018**

(54) **Niskonapięciowy łącznik hybrydowy w obwodach niskoprądowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
12.08.2019 BUP 17/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
12.07.2021 WUP 15/21

(73) Uprawniony z patentu:
ABB SCHWEIZ AG, Baden, CH

(72) Twórca(y) wynalazku:
DARIUSZ SMUGAŁA, Kraków, PL
PIOTR KRYSZTOFIK, Rawa Mazowiecka, PL
PAWEŁ ALOSZKO, Kraków, PL

PL 238156 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest niskonapięciowy łącznik hybrydowy w obwodach niskoprądowych znajdujący zastosowanie w budownictwie dla systemów tzw. inteligentnych budynków.

Od łączników stosowanych w obwodach niskoprądowych specjalnego zastosowania wymaga się wysokiej skuteczności oraz jak najniższego poziomu dźwięku generowanego podczas ich działania.

Łączniki hybrydowe, zawierają zespół styków mechanicznych, najczęściej uruchamianych poprzez napęd elektromagnetyczny, oraz zaopatrzone są w część energoelektroniczną w postaci obwodu bocznikującego mechaniczne styki łącznika. Podczas pracy łączników charakterystyczną ich cechą jest generowanie dźwięku na skutek zderzania się styków. Poziom generowanego hałasu zależy w głównej mierze od wielkości masy części ruchomej urządzenia, od wzajemnego usytuowania styków ruchomych i nieruchomych oraz prędkości poruszania się styków. Dodatkowy dźwięk generowany jest również w trakcie gaszenia łuku elektrycznego podczas przerywania prądu. Poziom akceptacji generowanego dźwięku zależy też od lokalizacji i rodzaju zastosowania urządzenia. W przypadku zastosowań przemysłowych poziom hałasu nie stanowi czynnika istotnego, natomiast w przypadku zastosowań np. domowych lub sterowniczych hałas może stanowić rzeczywiście istotną niedogodność. W przypadku zastosowań domowych znane są łączniki półprzewodnikowe, jednak ze względu na ich cechy charakterystyczne, takie jak brak separacji galwanicznej pomiędzy rozłączanymi obwodami oraz znaczące straty w stanie przewodzenia, wyklucza się ich stosowanie w niektórych szczególnie wrażliwych aplikacjach. Spadek napięcia występujący na zaciskach łącznika, a tym samym straty mocy elementu półprzewodnikowego mające miejsce w stanie przewodzenia, oraz ciepło generowane w trakcie przewodzenia prądu mogą być nieakceptowalne dla określonych zastosowań.

Istotą niskonapięciowego łącznika według wynalazku, zawierającego przesuwany element napędzany układem napędowym oraz zawierającego układ nieruchomych styków elektrycznych tworzących elektryczne zestyki z powierzchnią przesuwającego elementu, które to nieruchome styki połączone są elektrycznie poprzez zaciski elektryczne A i B z siecią zasilającą i obciążeniem, a układ styków wyposażony jest w element półprzewodnikowy S bocznikujący styki pomiędzy zaciskami A i B, jest to, że układ nieruchomych styków elektrycznych zawiera dwie pary styków elektrycznych, pierwszą oraz drugą, przy czym tylko jeden styk z pierwszej pary styków podłączony jest do terminala A i tworzy zestyk z powierzchnią przewodzącą elementu przesuwającego, a pozostałe styki podłączone są do terminala B w taki sposób, że jeden styk pierwszej pary styków tworzy zestyk z powierzchnią przewodzącą elementu przesuwającego, a styki drugiej pary styków tworzą zestyki z powierzchnią przewodzącą elementu przesuwającego, zaś pomiędzy powierzchniami przewodzącymi elementu przesuwającego usytuowana jest część izolacyjna elementu przesuwającego. Element półprzewodnikowy S włączony jest pomiędzy dwa styki drugiej pary styków.

Korzystnie przesuwany element ma postać sztywnego prostoliniowego trzpienia lub pręta o dowolnym przekroju poprzecznym, na którym usytuowane są w systemie szeregowym układy styków elektrycznych i układy napędowe.

Korzystnie układ napędowy stanowi zespół trzech cewek dla których przesuwany element stanowi rdzeń magnetyczny, gdy jedna z cewek podłączona jest do źródła prądu lub układ napędowy napędzający przesuwany element ma postać liniowego silnika.

Alternatywnie przesuwany element ma postać sztywnej ramy o dowolnym przekroju i o kształcie kwadratu, prostokąta, trapezu lub elipsoidy o równoległych bokach, na której na naprzeciwległych ramionach usytuowane są w systemie równoległym zespoły styków i układy napędowe.

Korzystnie układ napędowy stanowi zespół trzech cewek dla których przesuwany element stanowi rdzeń magnetyczny, gdy jedna z cewek podłączona jest do źródła prądu lub układ napędowy napędzający przesuwany element ma postać liniowego silnika.

Korzystnie skrajne części stykowe łącznika przesuwającego utworzone są z materiału przewodzącego prąd elektryczny i mają wymiary zewnętrzne tak dobrane aby podczas przesuwu elementu stykowego jeden styk pierwszej pary styków układu stykowego był stale w kontakcie z jedną skrajną powierzchnią stykową elementu przesuwającego.

Łącznik według wynalazku ma szereg zalet w stosunku do rozwiązań znanych ze stanu techniki. Emisja dźwięku związanego z przełączaniem została zminimalizowana poprzez zastąpienie tradycyjnej konstrukcji zestyków stykami przemieszczającymi się wzajemnie równolegle podczas przesuwu elementu przesuwającego. W praktyce styki zamiast osiągać kontakt poprzez zderzenie, ślizgają się po po-

wierzchniach elementu przesuwne. W celu zapobieżenia powstawania na materiale izolacyjnym przewodzącej ścieżki, mającej miejsce na skutek erozji styków oraz w celu zwiększenia skuteczności gaśnienia możliwie pojawiającego się łączeniowego łuku elektrycznego, styki w swym skrajnym położeniu w stanie wyłączenia są oddzielone przerwą powietrzną. W obu przypadkach dla pracy łączeniowej i wyłączeniowej prąd jest przejmowany komutacyjnie z gałęzi, w której umieszczono półprzewodnik, do gałęzi ze stykami mechanicznymi. Pozwala to na minimalizację zjawiska łuku elektrycznego powstającego w trakcie wyłączania i załączania prądu oraz zniwelowanie strat na rezystancji półprzewodnika. Zapewnienie przepływu prądu przez nieruchome styki i powierzchnie przewodzące elementu przesuwne umożliwia boczniowanie elementu półprzewodnikowego co zabezpiecza przed jego nadmiernym nagrzewaniem. Przerwa powietrzna pomiędzy stykiem przyłączonym do zacisku A a stykiem przyłączonym do zacisku B zapewnia separację galwaniczną i dodatkowe zabezpieczenie łącznika w przypadku nieprawidłowego działania elementu półprzewodnikowego.

Wynalazek jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

- fig. 1 przedstawia – schemat układu blokowego łącznika hybrydowego w pierwszej odmianie wykonania wynalazku,
- fig. 2 przedstawia – fragment schematu układu blokowego łącznika hybrydowego w drugiej odmianie wykonania wynalazku,
- fig. 3 – fragment z fig. 1 obejmujący zespół cewek napędowych w ujęciu schematycznym, dla pierwszego i drugiego wykonania wynalazku,
- fig. 4 – układ styków w ujęciu schematycznym w konfiguracji styków dla stanu przewodzenia prądu,
- fig. 5 – układ styków w ujęciu schematycznym w konfiguracji styków dla stanu przełączania prądu,
- fig. 6 – układ styków w ujęciu schematycznym w konfiguracji styków dla stanu wyłączenia prądu.

Niskonapięciowy łącznik hybrydowy 1 zawiera przesuwne element 2, na którym usytuowany jest układ styków elektrycznych 3, który połączony jest elektrycznie poprzez zaciski elektryczne A i B z siecią zasilającą i obciążeniem, nie uwidocznionymi na rysunku. Układ styków elektrycznych 3 zaopatrzony jest w element półprzewodnikowy S, boczniujący styki pomiędzy zaciskami A i B. Przesuwne element 2 napędzany jest układem napędowym 4. Układ napędowy 4 połączony jest z układem sterującym 6.

Przesuwne element 2 w pierwszej odmianie wykonania wynalazku ma postać sztywnego prostoliniowego trzpienia lub pręta o dowolnym przekroju poprzecznym, na którym usytuowane są w systemie szeregowym oba zespoły: układ styków elektrycznych 3 i układ napędowy 4. Trzpień przystosowany jest do wykonywania ruchu posuwisto-zwrotnego.

Przesuwne element w drugiej odmianie wykonania wynalazku ma postać sztywnej ramy 2' o dowolnym przekroju i o kształcie kwadratu, prostokąta, trapezu lub elipsoidy o równoległych bokach, na której na przeciwległych ramionach usytuowane są w systemie równoległym oba zespoły; zespół styków 3 i układ napędowy 4. Rama 2' przystosowana jest do wykonywania ruchu posuwisto-zwrotnego.

W obu odmianach wynalazku układ styków 3 zawiera dwie pary nieruchomych styków elektrycznych, pierwszą utworzoną ze styków 3a1 i 3a2, oraz drugą parę styków 3b1 i 3b2, przy czym tylko jeden styk z pierwszej pary 3a1 podłączony jest do terminala A, a pozostałe styki 3a2, 3b1, 3b2 podłączone są do terminala B. W układzie styków 3, przesuwne element 2 zawiera dwie skrajne powierzchnie stykowe 2d i 2c2 oddzielone od siebie częścią izolacyjną 2c3. Powierzchnie stykowe 2c1 i 2c2 utworzone są z materiału przewodzącego prąd elektryczny i mają wymiary zewnętrzne tak dobrane aby podczas przesuwu elementu 2 lub 2', skrajne powierzchnie stykowe 2c1 i 2c2 stykały się z stykami tworząc odpowiednie zestyki elektryczne pomiędzy zaciskami A i B. Środkowa część izolacyjna 2c3 ma powierzchnię z materiału izolacyjnego, co zapobiega tworzeniu się zestyków elektrycznych na tej części podczas przesuwu elementu 2 lub 2'. Tor prądowy dla przepływu prądu pomiędzy zaciskami A i B w trakcie całkowitego przewodzenia, zaznaczony linią przerywaną, utworzony jest przez obwód prądowy 3a oraz obwód prądowy 3b, połączone ze sobą powierzchnią stykową 2c1 i pierwszą parą styków 3a1 i 3a2, oraz skrajną powierzchnią stykową 2c2 i drugą parą styków 3b1 i 3b2. Pomiedzy parą styków 3b1 i 3b2 włączony jest szeregowo element półprzewodnikowy S, boczniujący te styki i mający za zadanie przejmowanie komutacyjne prądu w trakcie procesu załączania i wyłączenia łącznika. Element przesuwne 2 z zespołem cewek 4a lub fragment elementu przesuwne 2' z zespołem cewek 4a może być umieszczony w pojemniku hermetycznym lub łożyskowany łożyskami ślizgowymi, korzystnie łożyskami magnetycznymi, co nie jest uwidocznione na rysunku.

Dla obu odmian wykonania wynalazku w pierwszej wersji wykonania układ napędowy 4 zawiera zespół cewek napędowych 4a połączonych elektrycznie z układem sterującym 6 do bezpośredniego sterowania napięciem zasilania cewek i zawiera trzy cewki napędowe, wewnątrz których umieszczony jest współosiowo i przesuwnie element 2. Cewki napędowe połączone są ze źródłem zasilania, nie uwidocznionym na rysunku. W zespole cewek napędowych 4a, przesuwny element 2, zawiera jedną środkową część aktywną magnetycznie 2a, dopasowaną długością do wymiarów wzdłużnych pojedynczych cewek 4a, stanowiącą przesuwny rdzeń magnetyczny dla cewek 4a oraz. Cewki napędowe mogą być nawinięte na karkasach umożliwiającym swobodne przemieszczanie trzpienia 2 lub fragmentu ramy 2' w części obejmującej zespół cewek napędowych 4a. Trzpień lub rama 2' wykonane są zasadniczo z materiału izolacyjnego, przy czym w części usytuowanej w zespole cewek 4a, trzpień zawiera część lub powierzchnię 2a wykonaną z materiału magnetycznego, zaś w części dotyczącej zespołu styków 3 trzpień 2 lub rama 2' zawiera dwie powierzchnie 2c1 i 2c2 wykonane z materiału przewodzącego elektrycznie i część izolacyjną 2c3 wykonaną z materiału izolacyjnego. Zasada działania łącznika polega na wykorzystaniu zjawiska siły elektromagnetycznej będącej skutkiem generowania pola elektromagnetycznego w cewkach 4a, zaopatrzonych w rdzeń, w postaci elementu przesuwne 2 lub 2'. Umieszczenie rdzenia współosiowo z osią wzdłużną cewki pozwala na jego przemieszczanie się wewnątrz uzwojeń cewek 4a. O prędkości poruszania się rdzenia decydują wartości prądu płynącego w cewce, parametry rdzenia oraz siły oporu. W przypadku zasilania prądem jednej z cewek 4a wchodzących w skład zespołu napędowego cewek 4, część rdzenia 2a aktywna magnetycznie jest przyciągana w stronę zasilanej cewki. Zmiana kolejności zasilania cewek 4a skutkuje przesuwaniem się części aktywnej magnetycznie, a tym samym całego elementu przesuwne 2 lub 2'.

Dla obu odmian wykonania wynalazku w drugiej wersji wykonania układ napędowy 4 zawiera liniowy silnik napędowy 5, połączony z układem sterowania 6', dostosowany do wymogów pracy silnika. Korzystnie silnikiem napędowym jest liniowy silnik piezoelektryczny tzw. „squiggle motor”. Przesuwny element 2 lub 2' wykonuje ruch posuwisto zwrotny w obrębie usytuowania układu styków 3 za pomocą tego silnika. Element przesuwny 2 lub 2' ułożyskowany jest łożyskami ślizgowymi, co nie jest uwidocznione na rysunku.

Dla lepszego zrozumienia wynalazku opisana jest kolejność wyłączenia łącznika.

W stanie przewodzenia prądu przez łącznik, w układzie styków 3 wszystkie styki są w kontakcie z powierzchniami stykowymi elementu przesuwne 2 lub 2', przy czym pierwsza para styków 3a1 i 3a2 styka się z częścią stykową 2c1, a druga para styków 3b1 i 3b2 styka się z drugą częścią stykową 2c2. Prąd płynący pomiędzy terminalem A i B, zaznaczony przerywaną linią omija element półprzewodnikowy S (fig. 4).

W stanie przełączania łącznika, po przesunięciu się elementu przesuwne 2 lub 2' w stronę zaznaczoną strzałką, pierwsza para styków 3a1 i 3a2 styka się nadal z powierzchnią stykową 2c1, lecz w drugiej parze po przesunięciu elementu 2 lub 2', jedynie styk 3b2 jest w kontakcie z powierzchnią stykową 2c2. Styk 3b1 znajduje się poza strefą kontaktu z powierzchnią 2c2. W tej sytuacji prąd płynący między zaciskami A i B, zaznaczony przerywaną linią przechodzi przez element półprzewodnikowy S (fig. 5).

W stanie wyłączenia łącznika, po przesunięciu się elementu przesuwne 2 lub 2' w stronę zaznaczoną strzałką, druga para styków 3b1 i 3b2 znajdują się poza strefą powierzchni stykowej 2c2, zaś w pierwszej parze stykowej jedynie styk 3a2 styka się z powierzchnią stykową 2c1, a styk 3a1 znajduje się poza strefą kontaktu z powierzchnią 2c1. W takim przypadku w łączniku pomiędzy zaciskami A i B występuje brak przewodzenia prądu oraz zapewniona jest separacja galwaniczna pomiędzy stykami 3a1 i 3a2. Separacja galwaniczna stanowi dodatkowe zabezpieczenie prądowe hybrydowego łącznika, przed skutkami niepożądanego wpływu elementu półprzewodnikowego S na przebieg prądu oraz zapobiega wydzielaniu ciepła przez ten element. (fig. 5)

Proces załączania odbywa się podobnie ale podczas przesunięcia elementu przesuwne 2 lub 2' w przeciwną stronę.

Zastrzeżenia patentowe

1. Niskonapięciowy łącznik hybrydowy w obwodach niskoprądowych zawierający przesuwny element (2, 2') napędzany układem napędowym (4) oraz zawierający układ nieruchomych styków elektrycznych (3) tworzących elektryczne zestyki z powierzchnią przesuwne elementu

- (2, 2'), które to nieruchome styki połączone są elektrycznie poprzez zaciski elektryczne A i B z siecią zasilającą i obciążeniem, wyposażony w element półprzewodnikowy S bocznikujący styki pomiędzy zaciskami A i B, **znamienny tym**, że układ nieruchomych styków elektrycznych (3) zawiera dwie pary styków elektrycznych, pierwszą utworzoną ze styków (3a1) i (3a2), oraz drugą parę styków (3b1) i (3b2), przy czym jeden styk (3a1) z pierwszej pary styków podłączony jest do terminala A i tworzy zestyk z powierzchnią przewodzącą (2c1) elementu przesuwne (2, 2'), a pozostałe styki (3a2, 3b1, 3b2) podłączone są do terminala B w taki sposób, że styk (3a2) pierwszej pary styków tworzy zestyk z powierzchnią przewodzącą (2c1) elementu przesuwne (2, 2'), a styki drugiej pary styków tworzą zestyki z powierzchnią przewodzącą (2c2) elementu przesuwne (2, 2'), zaś pomiędzy powierzchniami przewodzącymi (2c1) i (2c2) elementu przesuwne (2, 2') usytuowana jest część izolacyjna (2c3) elementu przesuwne (2, 2'), a ponadto element półprzewodnikowy S włączony jest pomiędzy dwa styki (3b1) i (3b2) drugiej pary styków (3b1) i (3b2).
2. Łącznik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesuwny element (2) ma postać sztywnego prostoliniowego trzpienia lub pręta o dowolnym przekroju poprzecznym, na którym usytuowane są w systemie szeregowym układ styków elektrycznych (3) i układ napędowy (4).
 3. Łącznik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że układ napędowy (4) stanowi zespół trzech cewek (4a) dla których przesuwny element (2) stanowi rdzeń magnetyczny, gdy jedna z cewek (4a) podłączona jest do źródła prądu.
 4. Łącznik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że układ napędowy (4) napędzający przesuwny element (2) ma postać liniowego silnika (5).
 5. Łącznik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesuwny element (2') ma postać sztywnej ramy o dowolnym przekroju i o kształcie kwadratu, prostokąta, trapezu lub elipsoidy o równoległych bokach, na której na naprzeciwległych ramionach usytuowane są w systemie równoległym zespół styków (3) i układ napędowy (4).
 6. Łącznik według zastrz. 5, **znamienny tym**, że układ napędowy (4) stanowi zespół trzech cewek (4a) dla których przesuwny element (2') stanowi rdzeń magnetyczny, gdy jedna z cewek (4a) podłączona jest do źródła prądu.
 7. Łącznik według zastrz. 5, **znamienny tym**, że układ napędowy (4) napędzający przesuwny element (2') ma postać liniowego silnika (5).
 8. Łącznik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że skrajne części stykowe (2c1) i (2c2) elementu stykowego utworzone są z materiału przewodzącego prąd elektryczny i mają wymiary zewnętrzne tak dobrane aby podczas przesuwu elementu stykowego (2, 2') jeden styk (3a2) pierwszej pary styków (3a1, 3a2) układu stykowego (3) był stale w kontakcie z jedną skrajną powierzchnią stykową (2c1).

Rysunki

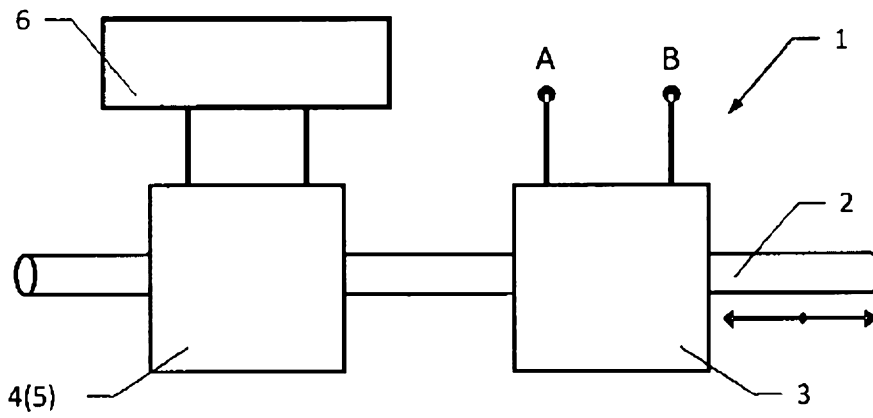


Fig.1

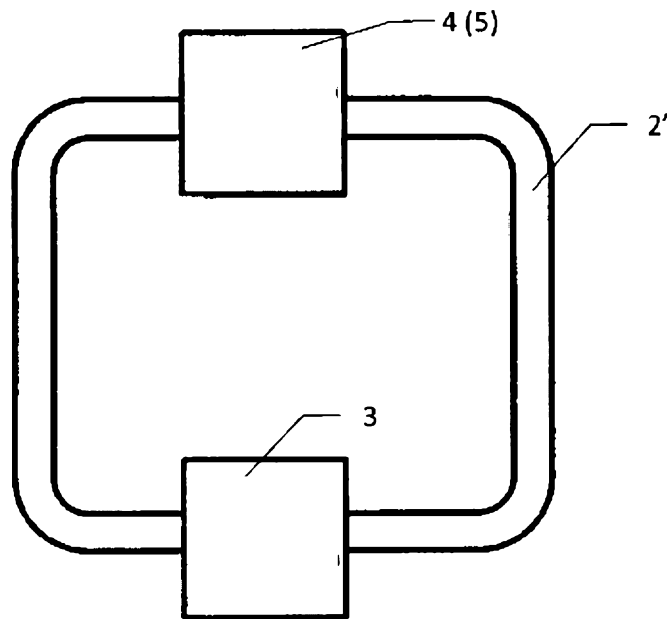


Fig.2

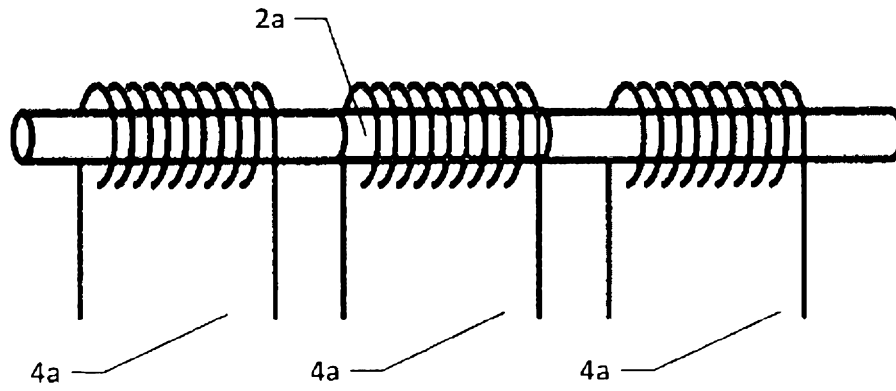


Fig.3

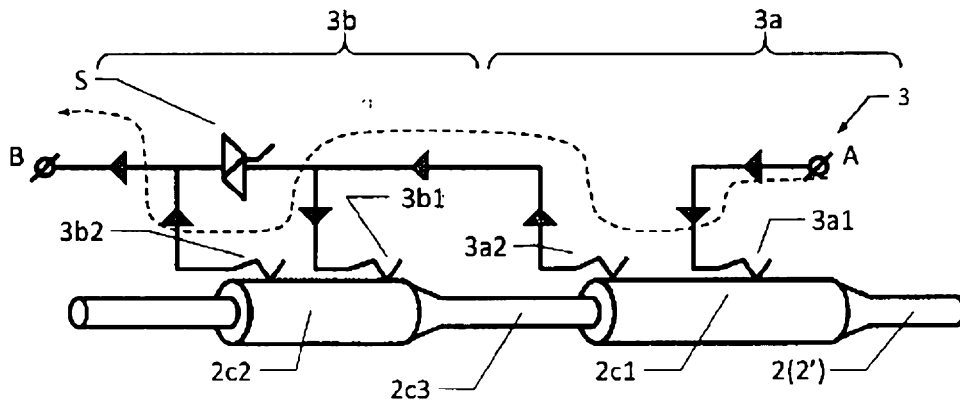


Fig.4

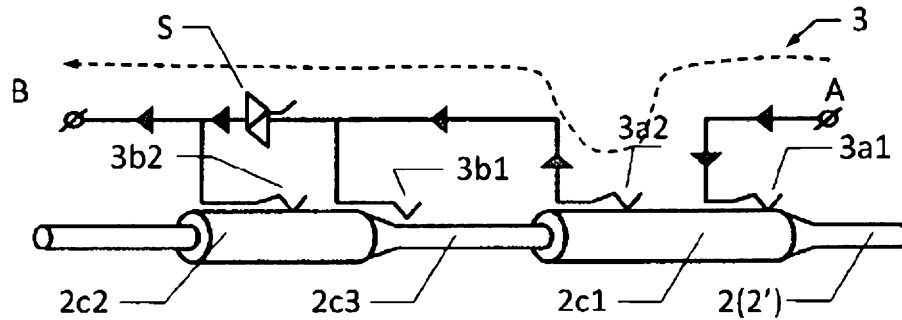


Fig.5

