RZECZPOSPOLITA POLSKA

(12) TŁUMACZENIE PATENTU EUROPEJSKIEGO

(19) PL

(11) **PL/EP 3028376**

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(13) T3

(51) Int.Cl.
H02M 1/34 (2007.01)
H02M 3/158 (2006.01)

(96) Data i numer zgłoszenia patentu europejskiego:
29.07.2014 14745127.2

(97) O udzieleniu patentu europejskiego ogłoszono:
11.05.2022 Europejski Biuletyn Patentowy 2022/19
EP 3028376 B1

(54) Tytuł wynalazku:

Przekształtnik podwyższający napięcie, odpowiedni falownik i sposób eksploatacji

(30) Pierwszeństwo:
29.07.2013 DE 102013108079

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

08.06.2016 w Europejskim Biuletynie Patentowym nr 2016/23

(45) O złożeniu tłumaczenia patentu ogłoszono:

31.10.2022 Wiadomości Urzędu Patentowego 2022/44

(73) Uprawniony z patentu:

SMA Solar Technology AG, Niestetal, DE

(72) Twórca(y) wynalazku:

MARIO WILLENBERG, Paderborn, DE
RAPHAEL KNOKE, Altenbeken, DE
ANDREAS FALK, Kassel, DE
ROBERT STALA, Kraków, PL
MAREK RYKLO, Bielsko-Biała, PL
JERZY MASLON, Chrzanów, PL
ANDRZEJ MONDZIK, Skarżysko Koscielne, PL
SLAWOMIR SZOT, Krosno, PL
ADAM PENCZEK, Kraków, PL
MILOSZ SZAREK, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maciej Grabowski
SULIMA-GRABOWSKA-SIERZPUTOWSKA
BIURO PATENTÓW I ZNAKÓW TOWAROWYCH SP.K.
Skr. poczt. 6
00-956 Warszawa 10

PL/EP 3028376 T3

Uwaga:

W ciągu dziewięciu miesięcy od publikacji informacji o udzieleniu patentu europejskiego, każda osoba może wnieść do Europejskiego Urzędu Patentowego sprzeciw dotyczący udzielonego patentu europejskiego. Sprzeciw wnosi się w formie uzasadnionego na piśmie oświadczenia. Uważa się go za wniesiony dopiero z chwilą wniesienia opłaty za sprzeciw (Art. 99 (1) Konwencji o udzielaniu patentów europejskich).

Opis

[0001] Wynalazek dotyczy przekształtnika podwyższającego napięcie o cechach części przedznamiennej niezależnego zastrzeżenia patentowego 1 oraz sposobu eksploatacji przekształtnika podwyższającego napięcie. Ponadto wynalazek dotyczy falownika, w szczególności falownika fotowoltaicznego, z takim przekształtnikiem podwyższającym napięcie.

[0002] Przekształtniki podwyższające napięcie są stosowane w szczególności w układach fotowoltaicznych w celu dostosowania napięcia stałego poszczególnych pasm do napięcia stałego całego obwodu pośredniego. Pożądana jest w tym przypadku eksploatacja przekształtnika podwyższającego napięcie z możliwie najlepszą sprawnością w celu uniknięcia strat energii i zmniejszenia nakładów na chłodzenie komponentów przekształtnika podwyższającego napięcie, w szczególności przełącznika półprzewodnikowego przekształtnika podwyższającego napięcie. Na przykładzie przetworników rezonansowych wiadomo, że przełączanie o niskich stratach przełącznika półprzewodnikowego może być uzyskane przez przełączanie przełącznika w punktach czasu, w których przełącznik jest bezprądowy lub beznapięciowy. Jest to tak zwane łagodne przełączanie.

[0003] Z dokumentu DE 2639589 A1 znany jest przekształtnik podwyższający napięcie z układem indukcyjności, przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie i diody przekształtnika podwyższającego napięcie konwencjonalnym dla przekształtnika podwyższającego napięcie, który ma obwód typu snubber ze ścieżką ładowania oraz ścieżką rozładowania, przy czym ścieżka ładowania przebiega jako połączenie szeregowe kondensatora i diody równolegle do diody przekształtnika podwyższającego napięcie. Poprzez ścieżkę ładowania, która zawiera połączenie szeregowe kolejnej diody i kolejnej indukcyjności i której koniec jest przyłączony do punktu połączeniowego pomiędzy kondensatorem a diodą, kondensator jest ładowany po włączeniu przekształtnika podwyższającego napięcie, a w tym celu na drugim końcu ścieżki ładowania przykładane jest napięcie w wysokości połowy napięcia wyjściowego przekształtnika podwyższającego napięcie. W dokumencie DE2639589A1 ujawniono w tym względzie, że ścieżka ładowania może być przyłączona do punktu środkowego podzielonej pojemności wyjściowej pomiędzy wyjściami napięcia stałego, a dalej przedstawiono obwód kompensacyjny, za pomocą którego można skompensować nierównomierne rozładowanie obu pojemności podzielonej pojemności wyjściowej spowodowane przez obwód ładowania.

[0004] W dokumencie US 2006/0274558 A1 również ujawniono przekształtnik podwyższający napięcie z konwencjonalnym dla przekształtnika podwyższającego napięcie układem indukcyjności, przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie i diody przekształtnika podwyższającego napięcie, który ma obwód typu snubber ze ścieżką ładowania i ścieżką rozładowania, przy czym ścieżka rozładowania przebiega jako połączenie szeregowe kondensatora i diody równolegle do diody przekształtnika

podwyższającego napięcie i przy czym ścieżka rozładowania, której jeden koniec jest podłączony do punktu połączeniowego pomiędzy kondensatorem a diodą, zawiera połączenie szeregowe kolejnej diody i kolejnej indukcyjności. Drugi koniec ścieżki ładowania jest podłączony do przewodu przekształtnika podwyższającego napięcie, który łączy wejścia napięcia stałego z jednym z wyjść napięcia stałego. W celu naładowania kondensatora podczas włączania przekształtnika podwyższającego napięcie dalsza indukcyjność w ścieżce ładowania jest sprzężona magnetycznie z indukcyjnością przekształtnika podwyższającego napięcie. Energia do ładowania kondensatora jest tym samym pobierana ze źródła energii przyłączonego do wejść napięcia stałego.

[0005] Z dokumentu US 2008/0094866 A1 znane jest zastosowanie przekształtnika podwyższającego napięcie z konwencjonalnym dla przekształtnika podwyższającego napięcie układem indukcyjności, przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie i diody przekształtnika podwyższającego napięcie pomiędzy wejściami napięcia stałego a wyjściami napięcia stałego, który ma aktywnie przełączany obwód typu snubber, w połączeniu z generatorem fotowoltaicznym.

[0006] W dokumencie WO9 4/23488 A1 również ujawniono przekształtnik podwyższający napięcie z pierwszą indukcyjnością, przełącznikiem przekształtnika podwyższającego napięcie i pierwszą diodą w obwodzie typowym dla przekształtników podwyższających napięcie. Przełącznik przekształtnika podwyższającego napięcie nie jest w tym przypadku sprzężony bezpośrednio z punktem połączeniowym pomiędzy pierwszą indukcyjnością a pierwszą diodą, ale poprzez kolejną indukcyjność. Ujawniono kilka różnych możliwości wykonania obwodów typu snubber, również z częściowo odmiennym układem kolejnej indukcyjności, w których za każdym razem ładowanie kondensatora typu snubber służącego do rozładowania obwodu odbywa się przez energię zgromadzoną w kolejnej indukcyjności.

[0007] W dokumencie US 2012/0068678 A1 również ujawniono przekształtnik podwyższający napięcie z konwencjonalnym dla przekształtnika podwyższającego napięcie układem indukcyjności, przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie i diody przekształtnika podwyższającego napięcie oraz z obwodem typu snubber, przy czym ujawniono, między innymi, również równoległy obwód dwóch przekształtników podwyższających napięcie.

[0008] Z dokumentu WO 2015/079538 A1 znany jest przekształtnik podwyższający napięcie z konwencjonalnym dla przekształtnika podwyższającego napięcie układem indukcyjności, przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie, diody przekształtnika podwyższającego napięcie i z obwodem typu snubber, w którym połączenie szeregowe kondensatora i drugiej diody jest usytuowane równolegle do diody przekształtnika podwyższającego napięcie i w którym ścieżka ładowania, której jeden koniec jest przyłączony w punkcie połączeniowym pomiędzy kondensatorem a drugą diodą, zawiera połączenie szeregowe kolejnej diody i kolejnej indukcyjności i jest przyłączone do drugiego końca na pierwszym wejściu napięcia stałego.

[0009] Odpowiednio celem niniejszego wynalazku jest zapewnienie przekształtnika podwyższającego napięcie o poprawionej sprawności, który umożliwia w szczególności delikatne przełączanie przełącznika półprzewodnikowego przekształtnika podwyższającego napięcie.

[0010] Cel ten według wynalazku rozwiązano za pośrednictwem przekształtnika podwyższającego napięcie niezależnego zastrzeżenia 1 oraz sposobem eksploatacji przekształtnika podwyższającego napięcie według niezależnego zastrzeżenia dotyczącego sposobu 5 oraz poprzez falownik według niezależnych zastrzeżeń 6 i 7 dotyczących przyrządu. Korzystne postaci wykonania wynalazku są określone w zastrzeżeniach zależnych.

[0011] Przekształtnik podwyższający napięcie według wynalazku ma pierwszą indukcyjność, która łączy elektrycznie pierwsze wejście napięcia stałego przekształtnika podwyższającego napięcie z pierwszym punktem połączeniowym, oraz przełącznik przekształtnika podwyższającego napięcie, który łączy pierwszy punkt połączeniowy z drugim wejściem napięcia stałego oraz z połączonym z nim, drugim wyjściem napięcia stałego przekształtnika podwyższającego napięcie. Ponadto przekształtnik podwyższający napięcie zawiera pierwszą diodę, która łączy pierwszy punkt połączeniowy z pierwszym wyjściem napięcia stałego przekształtnika podwyższającego napięcie. Przekształtnik podwyższający napięcie ma ponadto obwód typu snubber ze ścieżką ładowania i ze ścieżką rozładowania, przy czym ścieżka rozładowania przebiega jako połączenie szeregowe kondensatora i drugiej diody od pierwszego punktu połączeniowego do pierwszego wyjścia napięcia stałego, a ścieżka ładowania, która zawiera połączenie szeregowe drugiej indukcyjności i trzeciej diody, począwszy od punktu połączeniowego pomiędzy kondensatorem a drugą diodą jest ustawiona w taki sposób, że kondensator jest ładowany po włączeniu przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie. To ładowanie przebiega bez zastosowania kolejnych przełączników.

[0012] Za pomocą ścieżki rozładowania, która jest wykonana w postaci połączenia szeregowego kondensatora i drugiej diody, uzyskuje się to, że prąd przez pierwszą indukcyjność w momencie wyłączenia przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie nie jest najpierw komutowany do pierwszej diody, jak miałoby to miejsce w przypadku konwencjonalnego przekształtnika podwyższającego napięcie, lecz do ścieżki rozładowania, dzięki czemu kondensator jest rozładowywany. Dopiero po całkowitym rozładowaniu kondensatora prąd komutuje do pierwszej diody. Przez chwilowe mostkowanie pierwszej diody przez ścieżkę rozładowania uzyskuje się beznapięciowe, a więc delikatne wyłączenie przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie, co znacznie zmniejsza straty przy przełączaniu.

[0013] Ponowne ładowanie kondensatora odbywa się poprzez ścieżkę ładowania na początku fazy włączania przełącznika przekształtnika podwyższającego napięcie. W zależności od okresu trwania fazy włączania może przy tym nastąpić częściowe naładowanie lub korzystnie całkowite naładowanie do wartości napięcia wyjścia napięcia stałego. Ładowanie kondensatora odbywa się więc za pomocą energii pojemności wyjściowej, która znajduje się pomiędzy pierwszym a drugim wyjściem napięcia stałego.

[0014] Ścieżka rozładowania może być usytuowana równolegle do pierwszej diody. Alternatywnie możliwe jest jednak również, że druga dioda jako część ścieżki rozładowania jest usytuowana pomiędzy pierwszym wyjściem napięcia stałego a pierwszą diodą, tak że pierwsza dioda jest połączona z punktem połączeniowym pomiędzy kondensatorem a drugą diodą, a tym samym z pierwszym wyjściem napięcia stałego przez drugą diodę.

[0015] W przypadku przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku pojemność wyjściowa zawiera połączenie szeregowe pierwszego i drugiego kondensatora wyjściowego, które są ze sobą połączone punktem pośrednim. Tutaj ścieżka ładowania łączy punkt połączeniowy pomiędzy kondensatorem a drugą diodą z punktem pośrednim podzielonej pojemności wyjściowej. Druga indukcyjność może być przy tym połączona zarówno z punktem pośrednim podzielonej pojemności wyjściowej, jak też z punktem połączeniowym pomiędzy kondensatorem a drugą diodą. W tym przypadku następuje ładowanie kondensatora za pomocą energii kondensatora wyjściowego, który jest połączony z drugim wyjściem napięcia stałego przekształtnika podwyższającego napięcie. W dalszej części ten kondensator wyjściowy jest określany jako pojemność wyjściowa związana z obwodem typu snubber.

[0016] Ponieważ ten odpływ energii powoduje nierównomierny rozkład napięcia pomiędzy pierwszym a drugim kondensatorem wyjściowym, przekształtnik podwyższający napięcie według wynalazku może być uzupełniony o sterowany obwód kompensacyjny. Taki obwód kompensacyjny może zawierać co najmniej jeden przełącznik kompensacyjny, który łączy w sposób sterujący pierwsze wyjście napięcia stałego poprzez drugą indukcyjność z punktem pośrednim podzielonej pojemności wyjściowej. Ponadto pomiędzy punktem połączeniowym drugiej indukcyjności z przełącznikiem kompensacyjnym, a także drugim wyjściem napięcia stałego może znajdować się dioda ruchu swobodnego lub kolejny przełącznik.

[0017] W celu skompensowania nierównomiernego poboru energii z podzielonej pojemności wyjściowej możliwe jest podłączenie za przekształtnikiem podwyższającym napięcie kolejnego przetwornika, którym steruje się tak, że korzystnie pobiera energię z kondensatora o wyższym napięciu w stosunku do drugiego kondensatora. W jednej z możliwych postaci wykonania wynalazku na wyjściu napięcia stałego przekształtnika podwyższającego napięcie przyłączony jest tak zwany mostek 3-poziomowy, na przykład mostek NPC, którym steruje się tak, że uzyskiwany jest kompensacyjny pobór energii, a tym samym zrównoważenie napięcia pomiędzy dwoma kondensatorami wyjściowymi. Oczywiście możliwe są też inne obwody, które umożliwiają kompensacyjny pobór energii z podzielonego obwodu pośredniego, na przykład obwód zasilania urządzenia sterującego przekształtnika podwyższającego napięcie lub urządzenia elektrycznego, którego elementem składowym jest przekształtnik podwyższający napięcie.

[0018] Według wynalazku przekształtnik podwyższający napięcie jest wykonany jako symetryczny przekształtnik podwyższający napięcie z pierwszą i drugą podjednostką. Każda z obu podjednostek według wynalazku ma obwód typu snubber, przy czym obwody typu snubber podjednostek są na przykład za każdym razem przypisane do jednego lub do obu kondensatorów wyjściowych, tzn. są z nich ładowane. W przypadku symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie pierwsza i druga podjednostka mogą mieć za każdym razem oddzielne pierwsze i drugie wejścia napięcia stałego. Przy takich samych wymiarach kondensatora i drugiej indukcyjności obu podjednostek uzyskiwane jest wówczas zrównoważenie napięcia, nawet w przypadku różnych napięć wejściowych na obu podjednostkach. W przeciwnym przypadku zrównoważenie może być osiągnięte poprzez odpowiednio wybraną różnicę częstotliwości wysterowania obu podjednostek. Przy tym ta podjednostka, która jest przypisana do pojemności wyjściowej o niższym napięciu, jest

eksploatowana ze zmniejszoną częstotliwością w porównaniu z drugą podjednostką. Zasadniczo taki przekształtnik podwyższający napięcie w symetrycznym wykonaniu może być eksploatowany w taki sposób, że częstotliwość wysterowania pierwszej podjednostki względem częstotliwości wysterowania drugiej podjednostki może być określona w zależności od pojemności wyjściowej pomiędzy pierwszą a drugą pojemnością wyjściową. W ten sposób możliwe jest również, aby zamiast zrównoważenia napięcia wyjściowego, ustawić i utrzymać określoną asymetrię napięcia wyjściowego.

[0019] W przypadku symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie obie pierwsze indukcyjności obu podjednostek mogą być również sprzężone magnetycznie. I oczywiście w przypadku symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie dla obu podjednostek dostępny jest również sterowany obwód kompensacyjny, jak opisano powyżej.

[0020] Ponadto aspektem wynalazku jest takie uzupełnienie sposobu eksploatacji przekształtnika podwyższającego napięcie, że nierówny pobór energii powodowany przez obwód typu snubber kompensuje się za pomocą odpowiednich środków, w szczególności opisanych powyżej. W idealnym przypadku w ramach dopasowanego sposobu eksploatacji należy dążyć do równomiernego rozkładu napięcia pomiędzy połączonymi szeregowo kondensatorami wyjściowymi.

[0021] W szczególnie korzystnej postaci wykonania falownik zawiera przekształtnik podwyższający napięcie według wynalazku. Przy tym falownik może być w szczególności falownikiem fotowoltaicznym, który przetwarza moc z jednego lub większej liczby generatorów fotowoltaicznych, która występuje jako napięcie stałe na wejściu lub na wejściach przekształtnika podwyższającego napięcie, na zgodne z siecią napięcie przemienne do zasilania sieci zasilającej. W tym przypadku możliwe jest, aby w wykonaniu przekształtnika podwyższającego napięcie jako symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie z oddzielnymi wejściami napięcia stałego dla pierwszej i drugiej podjednostki, połączyć wejścia napięcia stałego pierwszej podjednostki z pierwszym generatorem i wejścia napięcia stałego drugiej podjednostki z drugim generatorem, który różni się od pierwszego generatora. Dla celów tego zgłoszenia oddzielne wejścia napięcia stałego są również obecne, jeśli obie podjednostki mają dokładnie jedno wspólne wejście napięcia stałego.

[0022] Poniżej wynalazek zostanie objaśniony dokładniej na podstawie Figur. Figury służą przy tym do przedstawienia postaci wykonania wynalazku, ale nie ograniczają wynalazku do pokazanych cech. Przy tym Figury 1 do 3 ukazują pojedyncze cechy przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku w celu zilustrowania uzyskanego sposobu działania i zalet ze względu na te cechy, ale nie ukazują one wszystkich cech przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku, a tym samym nie stanowią kompletnych przekształtników podwyższających napięcie według wynalazku.

Figura 1 ukazuje postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie,

Figura 2 ukazuje kolejną postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie,

Figura 3 ukazuje kolejną postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie z obwodem kompensacyjnym,

Figura 4 ukazuje postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku,

Figura 5 ukazuje kolejną postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku z dzieloną wspólnie indukcyjnością,

Figura 6 ukazuje kolejną postać wykonania przekształtnika podwyższającego napięcie według wynalazku z obwodami kompensacyjnymi.

[0023] Na Figurze 1 przedstawiono układ obwodu przekształtnika 1 podwyższającego napięcie z pierwszym wejściem 2 napięcia stałego i drugim wejściem 3 napięcia stałego, pomiędzy którymi znajduje się pojemność wejściowa 6. Pomiędzy pierwszym wyjściem 4 napięcia stałego a drugim wyjściem 5 napięcia stałego znajduje się pojemność wyjściowa w postaci połączenia szeregowego pierwszego kondensatora wyjściowego 14 i drugiego kondensatora wyjściowego 15. Pierwsze wejście 2 napięcia stałego, tak jak jest to znane z konwencjonalnych przekształtników podwyższających napięcie, jest połączone przez pierwszą indukcyjność 7 i pierwszą diodę 9 z pierwszym wyjściem 4 napięcia stałego. Punkt połączeniowy 22 pomiędzy pierwszą indukcyjnością 7 a pierwszą diodą 9 jest połączony przez przełącznik półprzewodnikowy 8 zarówno z drugim wejściem 3 napięcia stałego, jak też z drugim wyjściem 5 napięcia stałego. Ponadto przekształtnik 1 podwyższający napięcie ma obwód 23 typu snubber, który zawiera ścieżkę ładowania i ścieżkę rozładowania. Ścieżka rozładowania przebiega, począwszy od punktu połączeniowego 22, przez połączenie szeregowe kondensatora 10 i drugiej diody 11, do pierwszego wyjścia 4 napięcia stałego. Ścieżka ładowania łączy punkt połączeniowy pomiędzy kondensatorem 10 a drugą diodą 11 przez połączenie szeregowe trzeciej diody 12 i drugiej indukcyjności 13 z punktem pośrednim pomiędzy pierwszym kondensatorem wyjściowym 14 a drugim kondensatorem wyjściowym 15. Kolejność połączenia szeregowego trzeciej diody 12 i drugiej indukcyjności 13 jest dowolna.

[0024] Podczas eksploatacji przekształtnika 1 podwyższającego napięcie kondensator 10 jest ładowany w czasie, gdy przełącznik półprzewodnikowy 8 jest otwarty, w przybliżeniu do dwukrotnej wartości napięcia kondensatora wyjściowego 15. Następnie prąd jest przekazywany przez pierwszą indukcyjność 7 poprzez kondensator 10 i drugą diodę 11 do wyjścia 4 napięcia stałego i rozładowuje kondensator 10. Gdy kondensator 10 jest rozładowany, prąd komutuje do pierwszej diody 9. Gdy przełącznik półprzewodnikowy 8 jest zamknięty, kondensator 10 jest ładowany za pomocą napięcia drugiego kondensatora wyjściowego 15 poprzez drugą indukcyjność 13, trzecią diodę 12 i przełącznik półprzewodnikowy 8 ponownie do dwukrotnej wartości napięcia kondensatora 15. Przebiega to jako rezonansowa operacja ładowania, przy czym prąd ładowania odpowiada w przybliżeniu półfali sinusoidalnej, a trzecia dioda 12 zapobiega kontynuacji operacji rezonansowej, a tym samym rozładowaniu kondensatora 15. W ten sposób obwód 23 typu snubber osiąga to, że przełącznik półprzewodnikowy 8 może być otwierany beznapięciowo lub co najmniej ze zredukowanym spadkiem napięcia w porównaniu z konwencjonalnym przekształtnikiem podwyższającym napięcie bez obwodu 23 typu snubber na przełączniku półprzewodnikowym 8. Ponadto podczas operacji włączania uzyskiwany jest wolniejszy

przyrost prądu w przełączniku 8. W konsekwencji zmniejszają się straty przy przełączaniu przełącznika półprzewodnikowego 8 i odpowiednio poprawia się sprawność przekształtnika 1 podwyższającego napięcie.

[0025] Przekształtnik 1 podwyższający napięcie zgodny z postacią wykonania z Figury 2 różni się od przekształtnika podwyższającego napięcie z Figury 1 tym, że zamiast drugiej diody 11 zastosowano drugą diodę 16, która znajduje się pomiędzy pierwszą diodą 9 a pierwszym wyjściem 4 napięcia stałego. Sposób działania tego obwodu jest zasadniczo taki sam jak sposób działania obwodu z Figury 1.

[0026] Przekształtnik 1 podwyższający napięcie według postaci wykonania z Figury 3 zawiera, oprócz przekształtnika podwyższającego napięcie z Figury 1, obwód kompensacyjny 17, który zawiera pierwszy przełącznik kompensacyjny 18 i drugi przełącznik kompensacyjny 19, usytuowane pomiędzy pierwszym wyjściem 4 napięcia stałego a drugim wyjściem 5 napięcia stałego jako połączenie szeregowe, a w swoim punkcie środkowym są połączone w punkcie połączeniowym trzeciej diody 12 i drugiej indukcyjności 13. Przełącznik kompensacyjny 19 może być utworzony opcjonalnie tylko jako dioda. Obwód kompensacyjny służy do ustawiania rozkładu napięcia pomiędzy pierwszym kondensatorem wyjściowym 14 a drugim kondensatorem wyjściowym 15 do pożądanej wartości, w szczególności do skompensowania asymetrii rozkładu napięcia spowodowanej eksploatacją obwodu typu snubber. Obwód kompensacyjny, jak w przykładzie wykonania z Figury 6, zamiast indukcyjności 13 może stosować oddzielną indukcyjność, która jest stosowana dodatkowo i niezależnie od indukcyjności 13 tylko do obwodu kompensacyjnego i można nią sterować za pośrednictwem przełącznika kompensacyjnego 18, 19 z punktem pośrednim kondensatorów wyjściowych 14, 15. Alternatywnie do przedstawionego układu możliwe jest również połączenie przełącznika kompensacyjnego 18 z pierwszym wejściem 2 napięcia stałego i w ten sposób ładowanie kondensatora 15 po stronie wejściowej.

[0027] Kolejny, nieprzedstawiony rodzaj równoważenia rozkładu napięcia pomiędzy kondensatorami wyjściowymi polega na tym, aby na wyjściu przekształtnika 1 podwyższającego napięcie rozmieścić odbiornik, który pobiera energię w nierównomierny sposób z kondensatorów wyjściowych. W jednej z postaci wykonania wynalazku na wyjściu przekształtnika 1 podwyższającego napięcie, wraz z punktem połączeniowym pomiędzy dwoma kondensatorami wyjściowymi 14, 15, przyłączony jest mostek 3-poziomowy, na przykład tak zwany mostek NPC. Można nim sterować w taki sposób, aby pobór energii z obu kondensatorów wyjściowych kompensował nierówny rozkład energii pomiędzy kondensatorami przez eksploatację przekształtnika podwyższającego napięcie.

[0028] Na Figurze 4 przedstawiono postać wykonania przekształtnika 1 podwyższającego napięcie jako symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie z pierwszą podjednostką 24 i drugą podjednostką 25. Pierwsza podjednostka 24 odpowiada przy tym postaci wykonania z Figury 1. Druga podjednostka 25 jest lustrzana w stosunku do pierwszej podjednostki 24 w odniesieniu do pierwszego i drugiego wejścia napięcia stałego. Odpowiednio obwody typu snubber pierwszej podjednostki 24 i drugiej podjednostki 25 są za każdym razem przypisane do jednego z dwóch kondensatorów wyjściowych 14, 15. W związku z tym wybiórczy pobór energii obu podjednostek z odpowiednio powiązanych kondensatorów wyjściowych kompensuje się częściowo lub całkowicie, jak opisano

powyżej. Nawet w przypadku, w którym na wejściach 2, 3 napięcia stałego pierwszej podjednostki 24 względnie na wejściach 2', 3' napięcia stałego drugiej podjednostki 25 przyłożone są różne napięcia wejściowe, występuje ta kompensacja, ponieważ asymetria napięć na obu kondensatorach wyjściowych 14 i 15 nie jest spowodowana innym przetwarzaniem mocy obwodów podrzędnych 24 i 25, ale operacją rezonansową, a tym samym tolerancjami instalacyjnymi komponentów 10, 10', 13 i 13', a także częstotliwością powtarzania operacji rezonansowej. Stopień kompensacji można zatem ustawiać poprzez wybór częstotliwości taktowania, przy których eksploatuje się obie podjednostki 24, 25, przy czym obwód podrzędny, który jest przypisany do kondensatora o wyższej częstotliwości, musi być eksploatowany z wyższą częstotliwością taktowania. Częstotliwość taktowania podjednostki, której obwód typu snubber jest przypisany do kondensatora wyjściowego o niepożądanie wysokim napięciu, może być zwiększona w celu uzyskania pożądanego rozkładu napięcia pomiędzy kondensatorami wyjściowymi. Może być to na przykład konieczne, ponieważ ze względu na tolerancje instalacyjne, w szczególności kondensatorów 10, 10' i drugich indukcyjności 13, 13' może wystąpić nierówny pobór energii z obu kondensatorów wyjściowych 14, 15 podczas eksploatacji.

[0029] Na Figurze 5 przedstawiono wykonanie symetrycznego przekształtnika 1 podwyższającego napięcie, w którym druga indukcyjność 13 może być stosowana wspólnie dla obu podjednostek. Jest to w szczególności możliwe, gdy obie podjednostki są taktowane z przesunięciem względem siebie w taki sposób, że fazy ładowania kondensatorów 10, 10' nie pokrywają się czasowo.

[0030] Na Figurze 6 przedstawiono symetryczny przekształtnik 1 podwyższający napięcie, który ma pierwszą podjednostkę 24 i drugą podjednostkę 25, których konstrukcja za każdym razem odpowiada konstrukcji przekształtnika podwyższającego napięcie z Figury 3. Zasadniczo zrealizowano tu już warianty wspomniane w związku z opisem z Figury 3, w których przełączniki kompensacyjne 19, 19' są utworzone tylko jako diody i w których przewidziano oddzielne indukcyjności 26, 26', które są stosowane dodatkowo i niezależnie od indukcyjności 13, 13' tylko do obwodów kompensacyjnych i które są połączone z możliwością sterowania przez obwody kompensacyjne 18, 19 względnie 18', 19' z punktami pośrednimi kondensatorów wyjściowych 14, 15 względnie 14', 15'. Obwody kompensacyjne tworzą tu rozpoznawalne przekształtniki obniżające napięcie, dzięki czemu można zasadniczo w tym miejscu zastosować również inne dowolne obwody przekształtnika obniżającego napięcie. Ponadto w przykładzie wykonania z Figury 6 pomiędzy wyjściami 4, 5 i 4', 5' napięcia stałego przewidziano kolejne pojemności 27, 27'. Na Figurze 6 pokazano ponadto przykładowo, że w przypadku symetrycznego przekształtnika podwyższającego napięcie wyjścia 4, 5 i 4', 5' napięcia stałego pierwszej i drugiej podjednostki 24, 25 również mogą być połączone szeregowo zamiast być połączone równolegle, na przykład jak w postaciach wykonania z Figur 4 i 5.

[0031] Wynalazek nie jest ograniczony do pokazanych wyraźnie postaci wykonania, ale może być modyfikowany na wiele sposobów, w szczególności w połączeniu z innymi pokazanymi lub znanymi znawcy dziedziny postaciami wykonania.

Lista odnośników

[0032]

1	przekształtnik podwyższający napięcie
2 ,3, 2', 3'	wejście napięcia stałego
4,5	wyjście napięcia stałego
6,6'	pojemność wejściowa
7,7'	indukcyjność
8,8'	przełącznik półprzewodnikowy
9,9'	dioda
10, 10'	kondensator
11, 12, 11', 12'	dioda
13, 13'	indukcyjność
14, 15	kondensator wyjściowy
16	dioda
17	obwód kompensacyjny
18, 19	przełącznik kompensacyjny
20	opornik
21	przełącznik
22, 22'	punkt połączeniowy
23	obwód typu snubber
24,25	podjednostka
26, 26'	indukcyjność

Zastrzeżenia patentowe

1. Przekształtnik (1) podwyższający napięcie, zaprojektowany jako symetryczny przekształtnik podwyższający napięcie z pierwszą podjednostką (24) i z drugą podjednostką (25),

znamienny tym, że

każda z podjednostek (24, 25) zawiera pierwszą indukcyjność (7, 7'), która łączy elektrycznie pierwsze wejście (2, 2') napięcia stałego przekształtnika (1) podwyższającego napięcie z pierwszym punktem połączeniowym (22, 22'), przełącznik (8, 8') przekształtnika podwyższającego napięcie, który łączy pierwszy punkt połączeniowy (22, 22') z drugim wejściem (3, 3') napięcia stałego i z drugim wyjściem (5, 5') napięcia stałego przekształtnika (1) podwyższającego napięcie, pierwszą diodę (9, 9'), która łączy pierwszy punkt połączeniowy (22, 22') z pierwszym wyjściem (4, 4') napięcia stałego przekształtnika (1) podwyższającego napięcie, oraz obwód (23) typu snubber ze ścieżką ładowania i ścieżką rozładowania, przy czym ścieżka rozładowania przebiega jako połączenie szeregowe kondensatora (10, 10') i drugiej diody (11, 11') od pierwszego punktu połączeniowego (22, 22') do pierwszego wyjścia (4, 4') napięcia stałego i ścieżka ładowania zawiera połączenie szeregowe drugiej indukcyjności (13, 13') i trzeciej diody (12, 12') i, począwszy od punktu połączeniowego pomiędzy kondensatorem (10, 10') a drugą diodą (11, 11') jest zaprojektowana w taki sposób, że kondensator (10, 10') jest ładowany po włączeniu przełącznika (8, 8') przekształtnika podwyższającego napięcie z pojemności wyjściowej, która znajduje się pomiędzy pierwszym a drugim wyjściem (4, 4', 5, 5') napięcia stałego oraz zawiera połączenie szeregowe pierwszego i drugiego kondensatora wyjściowego (14, 14', 15, 15') z punktem pośrednim i przy czym ścieżka ładowania łączy punkt połączeniowy pomiędzy kondensatorem (10, 10') a drugą diodą (11, 11') z punktem pośrednim pierwszego i drugiego kondensatora wyjściowego (14, 14' 15, 15'), przy czym albo

- każdy z obwodów (23) typu snubber podjednostek (24, 25) jest przypisany do innego z obu kondensatorów wyjściowych (14, 15), a urządzenie sterujące przekształtnika podwyższającego napięcie jest zaprojektowane do tego, aby określać częstotliwość wysterowania pierwszej podjednostki (24) w stosunku do częstotliwości wysterowania drugiej podjednostki (25) w zależności od rozkładu napięcia pomiędzy pierwszym kondensatorem wyjściowym (14) a drugim kondensatorem wyjściowym (15), a obwody (23) typu snubber podjednostek (24, 25) mają opcjonalnie wspólną, drugą indukcyjność (13) lub

- punkt pośredni pomiędzy drugą indukcyjnością (13) a trzecią diodą (12) jest połączony poprzez sterowany obwód kompensacyjny (17) z pierwszym i z drugim wyjściem (4, 4', 5, 5') napięcia stałego, albo

- punkt pośredni pomiędzy pierwszym a drugim kondensatorem wyjściowym (14, 15) jest połączony poprzez sterowany obwód kompensacyjny (17), który ma oddzielną, trzecią indukcyjność (26, 26'), z pierwszym i z drugim wyjściem (4, 4', 5, 5') napięcia stałego.

2. Przekształtnik podwyższający napięcie według zastrzeżenia 1, przy czym pierwsza dioda (9, 9') jest połączona poprzez drugą diodę (11, 11') z pierwszym wyjściem (4, 4') napięcia stałego przekształtnika (1) podwyższającego napięcie.

3. Przekształtnik podwyższający napięcie według zastrzeżenia 1 albo 2, przy czym pierwsza indukcyjność (7) pierwszej podjednostki (24) jest sprzężona magnetycznie z pierwszą indukcyjnością (7') drugiej podjednostki (25).

4. Przekształtnik podwyższający napięcie według któregokolwiek z zastrzeżeń 1 do 3, przy czym pierwsze wejście (2, 2') napięcia stałego lub drugie wejście (3, 3') napięcia stałego pierwszej podjednostki (24) jest oddzielone od odpowiedniego wejścia napięcia stałego drugiej podjednostki (25).

5. Sposób eksploatacji przekształtnika podwyższającego napięcie według któregokolwiek z zastrzeżeń 1 do 4, przy czym obwody (23) typu snubber podjednostek (24, 25) za każdym razem są powiązane z jednym z obu kondensatorów wyjściowych (14, 15) i opcjonalnie mają wspólną, drugą indukcyjność (13), **znamienny tym, że** częstotliwość wysterowania pierwszej podjednostki (24) w stosunku do częstotliwości wysterowania drugiej podjednostki (25) określa się w zależności od rozkładu napięcia pomiędzy pierwszym kondensatorem wyjściowym (14) a drugim kondensatorem wyjściowym (15).

6. Falownik, w szczególności falownik fotowoltaiczny, zawierający przekształtnik (1) podwyższający napięcie według któregokolwiek z zastrzeżeń 1 do 4.

7. Falownik, w szczególności falownik fotowoltaiczny, zawierający przekształtnik (1) podwyższający napięcie według zastrzeżenia 4, przy czym wejścia (2, 3) napięcia stałego pierwszej podjednostki (24) są zaprojektowane do połączenia z pierwszym generatorem, a wejścia (2', 3') napięcia stałego drugiej podjednostki (25) są zaprojektowane do połączenia z drugim generatorem, różniącym się od pierwszego generatora.

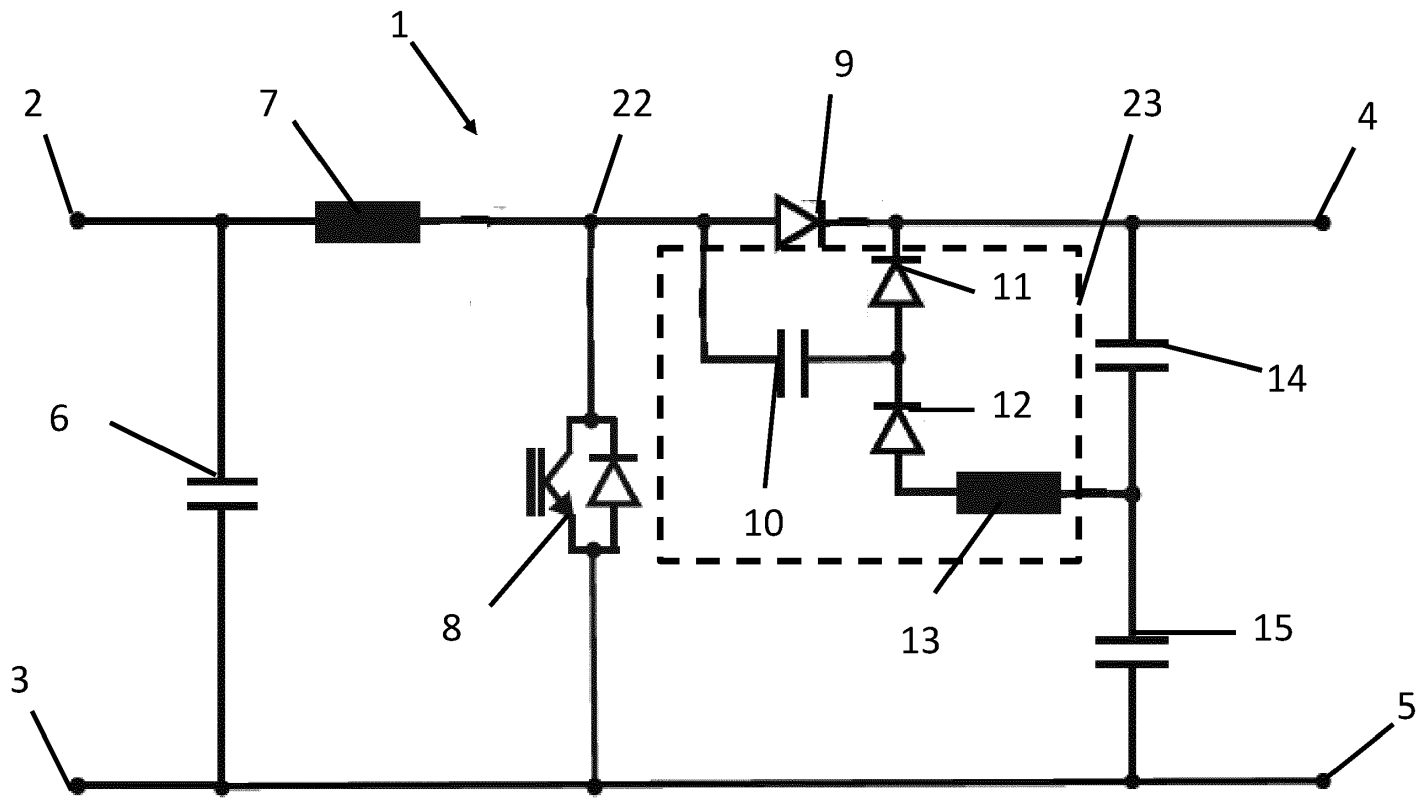

Fig. 1

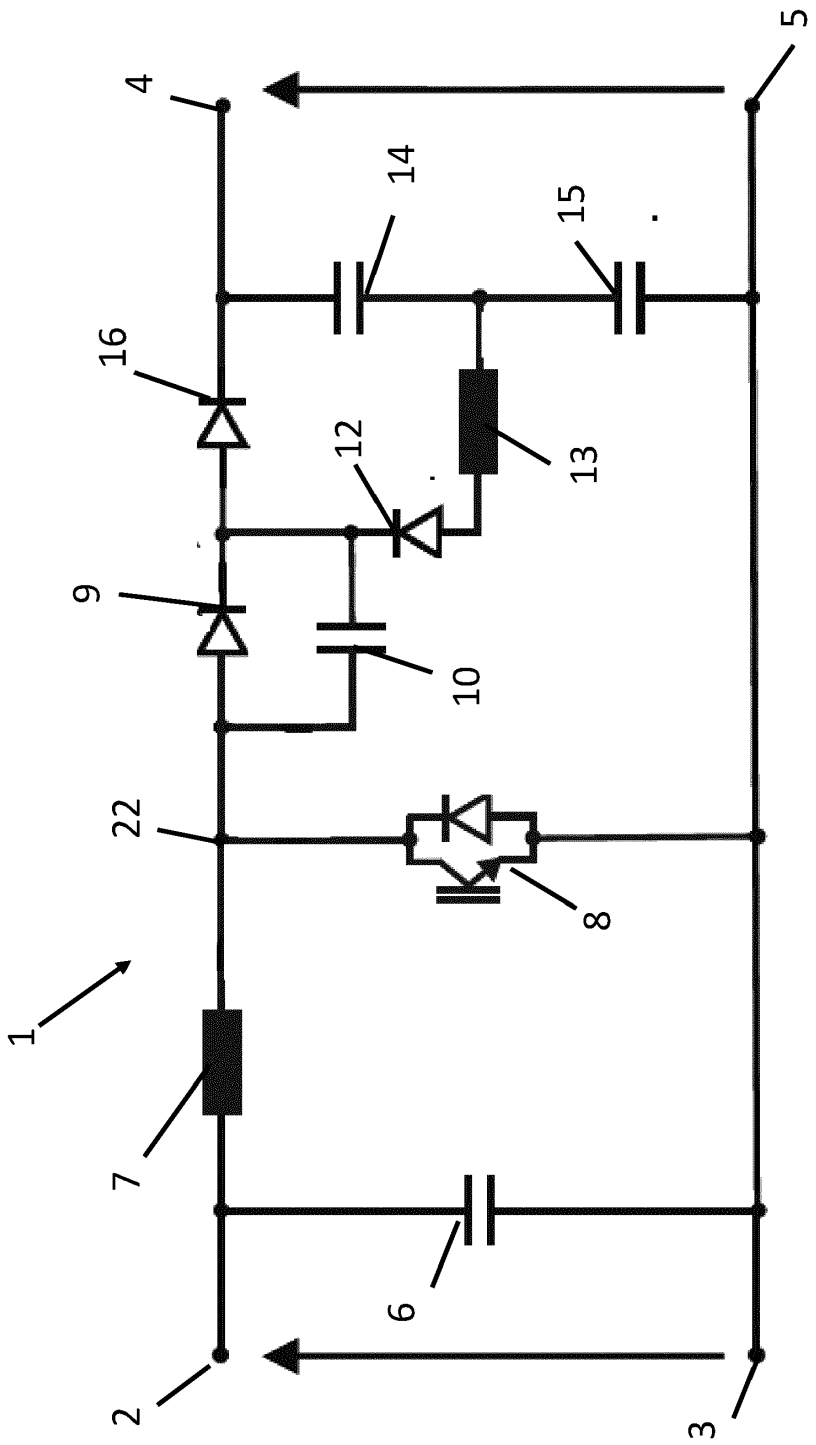

Fig. 2

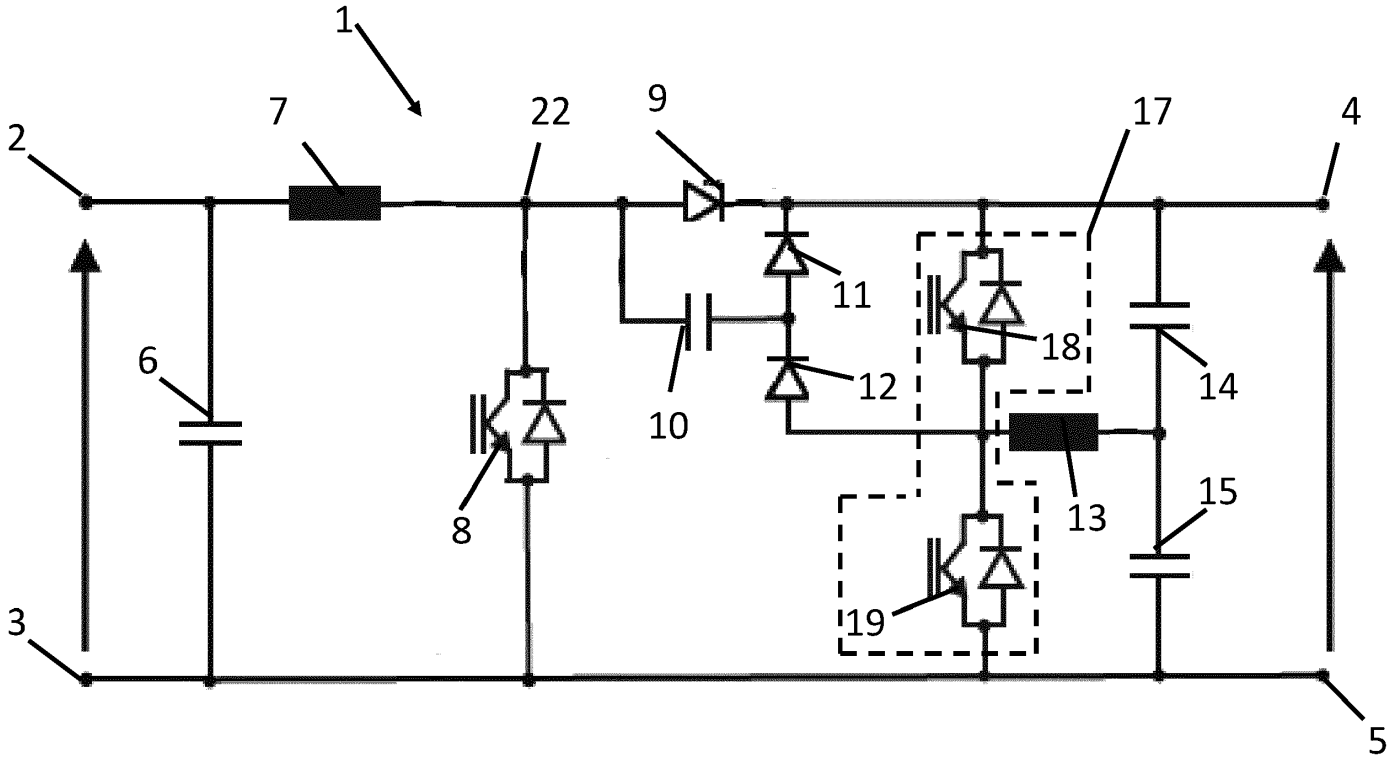

Fig. 3

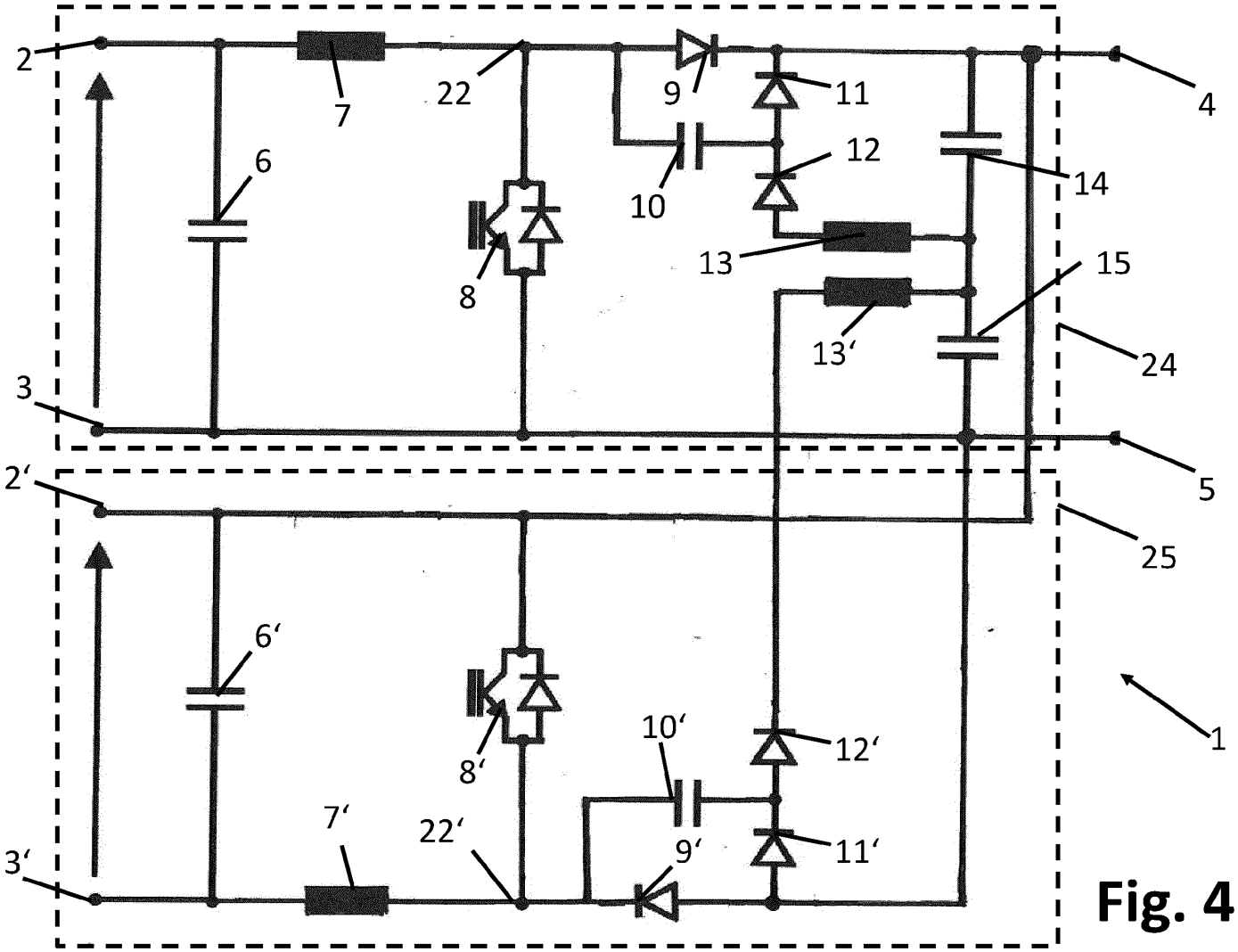

Fig. 4

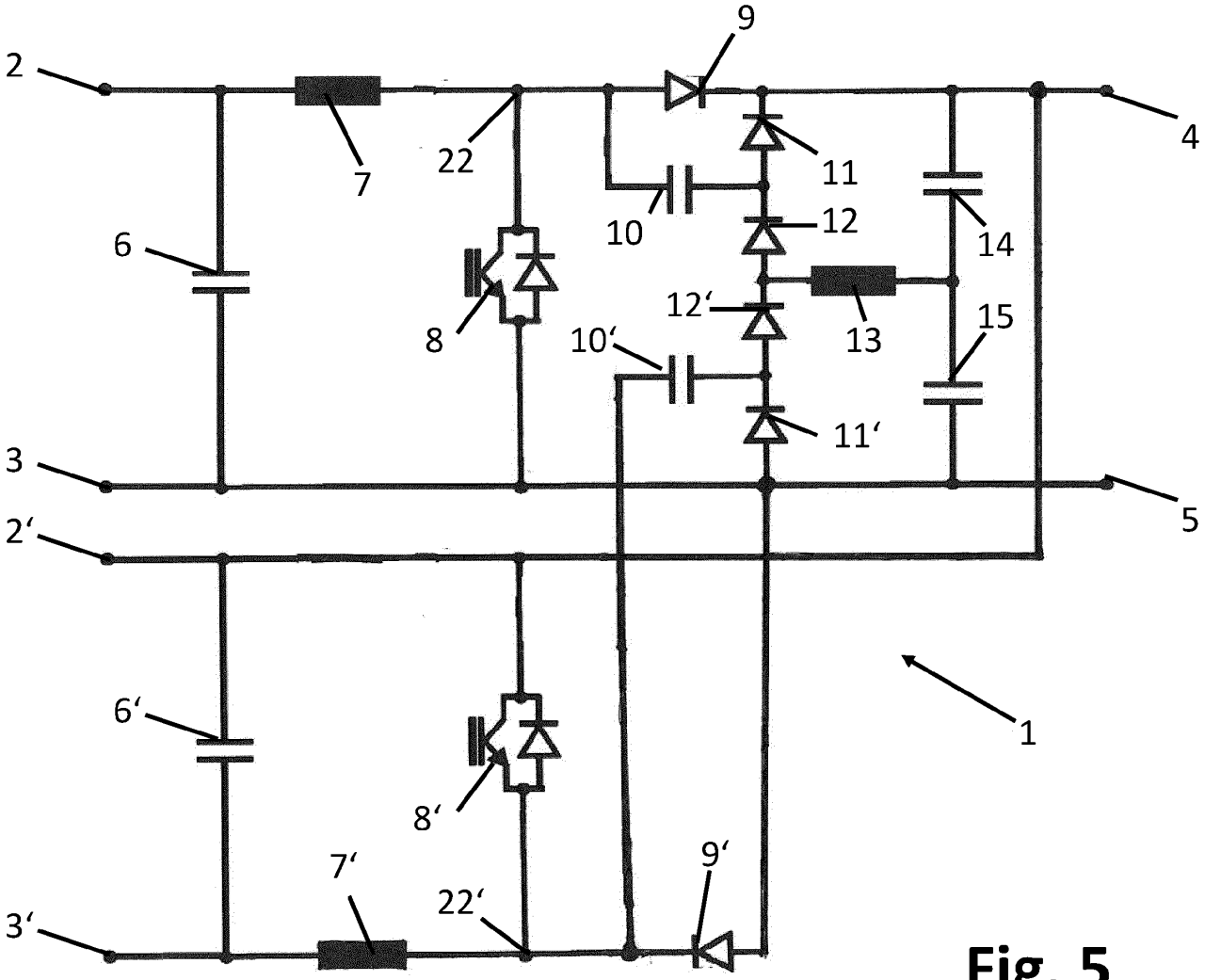

Fig. 5

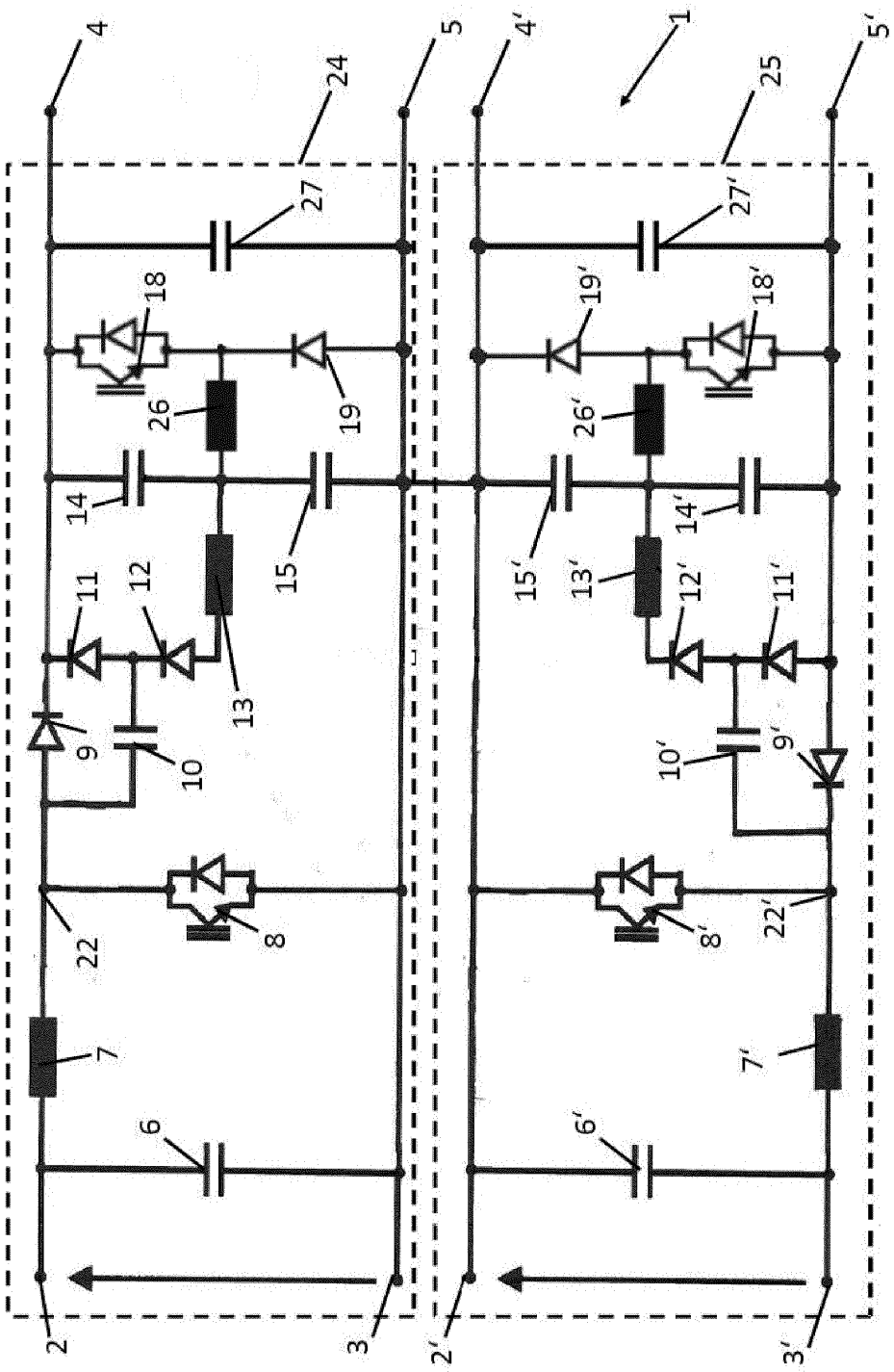
1
2
2'
3
3'
4
4'
5
5'
6
6'
7
7'
8
8'
9
9'
10
10'
11
11'
12
12'
13
13'
14
14'
15
15'
18
18'
19
19'
22
22'
24
25
26
26'
27
27'

Fig. 6