



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0112452

(43) 공개일자 2015년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/28 (2006.01) H02M 1/08 (2006.01)

H02M 1/42 (2007.01)

(21) 출원번호 10-2014-0036664

(22) 출원일자 2014년03월28일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

정지훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 유니스트 교수아파트 402동 504호

(74) 대리인

특허법인충정

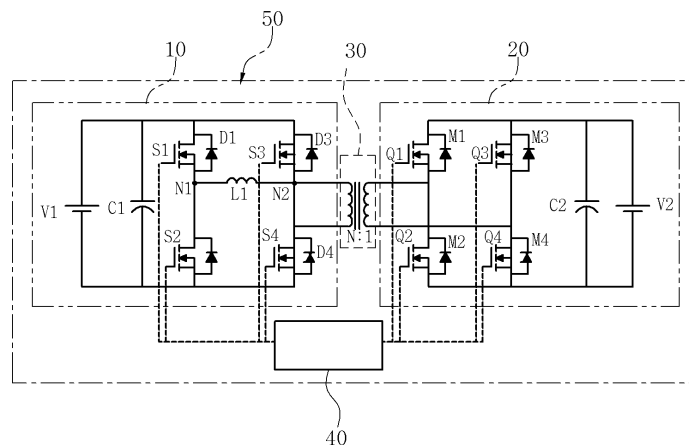
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템

(57) 요약

본 발명은 절연형 양방향 DC-DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지(DAB-Dual Active Bridge) 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로, 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1) 및 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1.130034.01

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 울산과학기술대학교

연구사업명 UMI미래전략과제

연구과제명 계통의 전력품질 향상과 전력보상이 가능한 ESS를 탑재하는 양방향 전력

기 여 율 1/1

주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며,

상기 전체 확장형 위상천이(EPS)는

확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1) 및 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전체 확장형 위상천이(EPS)에서

상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있으며,

상기 EPS 영역(D1)이 0.25보다 큰 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 0.5에서 상기 EPS 영역(D1)을 뺀 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있으며,

상기 EPS 영역(D1)이 -0.25보다 작은 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 -0.5에서 상기 EPS 영역(D1)을 뺀 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전체 확장형 위상천이(EPS)에서

상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있으며,

상기 EPS 영역(D1)이 -0.25 이상이고 0.25 이하의 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 상기 EPS 영역(D1)과 동일한 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전체 확장형 위상천이(EPS)에서

상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있으며,

상기 CPS 영역(D2)은 다음 [수학식 1]로 산출되는 것을 특징으로 하는 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템.

[수학식 1]

$$D_2=0.25\sin(2\pi D_1)$$

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 절연형 양방향 DC-DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지(DAB-Dual Active Bridge) 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로 더 상세하게는 기존의 위상천이 제어방식 대신에 확장형 위상천이 방식의 제어전략을 적용한 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근의 고효율 전기에너지의 사용과 블랙아웃과 같은 전력망의 안정성 문제가 대두됨에 따라 지능형 전력망과 같은 전력망의 고도화 기술이 크게 각광받고 있다. 전력망의 고도화 기술 중 필수적인 기능을 담당하는 기기로 지능형 변압기(Smart Transformer)가 각광받고 있으며, 이를 구현하기 위해서는 절연형 양방향 컨버터 기술이 반드시 필요하다.

[0003]

이러한 절연형 양방향 컨버터 중 듀얼 액티브 브릿지(DAB-Dual Active Bridge) 컨버터는 대한민국 공개특허 공보 제10-2010-0115087호(2010. 10. 27)에 기재된 바와 같이, 전력변환방향 전환의 용이성과 제어의 편의성으로 인하여 지능형 변압기에서 가장 널리 사용되고 있는 Topology 중 하나이다. 그러나 다른 공진형 Topology에 비하여 컨버터 1차측과 2차측의 전류 실효치와 순환전류가 커서 도통손실이 증가하고 저부하 영역에서 파워 스위치가 ZVS 하지 않는 단점이 있다. 이에 기존의 일반적인 위상천이(CPS) 제어가 아닌 확장형 위상천이(EPS) 제어 방식을 사용하면 상기의 단점들을 어느 정도 완화시켜 전력변환효율을 향상시킬 수 있다. 그러나 일반적인 확장형 위상천이는 부하 및 전력변환 방향에 따라 출력전압 이득이나 제어 용이성에 제약사항을 발생시킬 수 있으므로 본 발명에서는 EPS의 동작상태 별 적절한 제어전략을 제시하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004]

(특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 공보 10-2010-0115087A, 2010. 10. 27, 7쪽 내지 8쪽.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템의 목적은, 기존의 위상천이 제어방식 대신에 확장형 위상천이 방식의 제어전략을 적용하여, 컨버터의 동작 환경에서 DAB 컨버터의 전력변환효율을 증대시키는데 기술적 목적이 있다.

[0006]

다른 목적은, 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1)의 기준으로 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)의 비율을 산출하여, 전체 확장형 위상천이를 결정하는데 있다.

[0007]

또 다른 목적은, EPS 영역(D1)이 0.25 및 -0.25에서 발생하는 첨점을 제거할 수 있도록 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)의 산출 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008]

본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템은 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측

및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역 및 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템은 기존의 위상천이 제어방식 대신에 확장형 위상천이 방식의 제어전략을 적용함으로써, 1차측 전류의 실효치를 줄이고 순환전류를 억제하여, 컨버터의 도통손실을 줄이고 전력변환효율을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템의 실시예를 나타내는 도면.
 도 2는 기존 위상천이 제어에 의한 컨버터 동작 파형을 나타내는 도면.
 도 3은 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템에 있어서, 확장형 위상천이 제어에 의한 컨버터 동작 파형을 나타내는 도면.
 도 4는 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템에 있어서, 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1)과 기존의 위상천이 영역인 CPS 영역(D2)의 관계를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템을 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템의 회로 구성을 나타내는 실시예로, 제1전원회로(10), 제2전원회로(20), 변압기(30) 및 위상천이 제어부(40)를 포함한다.

[0013] 상기 제1전원회로(10)는 제1전원(V_1), 상기 제1전원(V_1)와 병렬로 연결된 제1커패시터(C_1), 상기 제1커패시터(C_1)와 병렬로 연결된 제1스위치(S_1) 및 제2스위치(S_2), 상기 제1스위치(S_1) 및 제2스위치(S_2)와 병렬로 연결된 제3스위치(S_3) 및 제4스위치(S_4)를 포함하고, 상기 제1스위치(S_1)와 제2스위치(S_2) 사이에 제1접점(N_1)이 결선되어 있고, 상기 제3스위치(S_3)와 제4스위치(S_4) 사이에 제2접점(N_2)가 결선되어 있다. 또한, 상기 제1접점(N_1)과 제2접점(N_2) 사이에 인덕터(L_1)가 위치한다.

[0014] 또한, 제2전원회로는 변압기(30)의 양측과 연결된 제1스위치(Q_1) 및 제2스위치(Q_2), 상기 제1스위치(Q_1) 및 제2스위치(Q_2)와 각각 병렬로 연결된 제3스위치(Q_3)와 제4스위치(Q_4), 상기 제3스위치(Q_3)와 제4스위치(Q_4)와 병렬로 연결된 제2커패시터(C_2), 상기 제2커패시터(C_2)와 병렬로 연결된 제2전원(V_2)을 포함한다.

[0015] 본 발명에 있어서, 1차측과 2차측의 제1스위치(S_1 , Q_1) 내지 제4스위치(S_4 , Q_4)는 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 스위치인 것이 바람직하나, 필요에 따라 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 스위치로 구성될 수 있다. MOSFET 스위치로 구성되는 경우에, 상기 MOSFET의 소오스와 드레인의 사이에 다이오드가 전기적으로 연결될 수 있다.

[0016] 상기 위상천이 제어부(40)는 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치($S_1 \sim S_4$, $Q_1 \sim Q_4$)와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상천이(EPS)의 크기를 제어한다.

[0017] 도 2는 기존 위상천이 (Conventional Phase-shift; CPS) 제어에 의한 컨버터의 동작파형이며, 도 3은 본 발명에 따른 확장형 위상천이 (Extended Phase-shift; EPS) 제어를 적용한 컨버터의 동작파형을 나타내는 도면으로,

'D1Ths'로 표시되는 영역이다.

[0018] 본 발명에 있어서, 전체 확장형 위상천이(EPS)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1) 및 기존의 위상천이 영역인 CPS(D2)를 포함하며, 도 4는 본 발명에 있어서, 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역(D1)과 기존의 위상천이 영역인 CPS 영역(D2)의 관계를 나타내는 그래프로, 다음과 같이 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)를 제어한다.

[0019] 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)에서 상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있으며, 상기 EPS 영역(D1)이 0.25보다 큰 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 0.5에서 상기 EPS 영역(D1)을 뺀 값으로 결정된다.

[0020] 또한, 상기 EPS 영역(D1)이 -0.25보다 작은 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 -0.5에서 상기 EPS 영역(D1)을 뺀 값으로 결정된다.

[0021] 또한, 상기 EPS 영역(D1)이 -0.25 이상이고 0.25 이하의 값으로 제어할 경우, 상기 CPS 영역(D2)은 상기 EPS 영역(D1)과 동일한 값으로 결정되며, 이러한 관계는 아래와 같은 식으로 정리할 수 있다.

[0022] 1) $D1 > 0.25$: $D2 = 0.5 - D1$

[0023] 2) $D1 < -0.25$: $D2 = -0.5 - D1$

[0024] 3) $-0.25 \leq D1 \leq 0.25$: $D2 = D1$

[0025] 이러한 EPS 영역 D1을 CPS 영역인 D2에 대해 도시한 도 4를 살펴보면 붉은 실선과 같이, D1이 0.25와 -0.25에서 첨점이 발생하므로 본 발명에 따른 확장형 위상천이 제어에 있어서, 단점이 될 수 있다.

[0026] 따라서 본 발명에 따른 확장형 위상천이 제어는 상기 EPS 영역(D1)은 -0.5에서 0.5의 범위에 있을 때, 상기 CPS 영역(D2)은 다음 [수학식 1]로 산출되는 것을 특징으로 한다.

수학식 1

[0027]
$$D_2 = 0.25 \sin(2\pi D_1)$$

[0028] 이러한 상기 [수학식 1]을 적용할 경우, 첨점에서의 급격한 변화 없이 보다 매끄러운 확장형 위상천이 제어가 가능한 장점이 있다.

[0029] 즉, 본 발명에 따른 확장형 위상천이 제어를 적용할 경우, 도 3에 도시된 바와 같이, EPS 영역에서 인덕터(L_1)에 걸리는 전압이 nV_2 로 기존 방식인 도 2의 V_1+nV_2 에 비해 낮아지게 된다. 따라서 인가되는 전압의 감소로 인하여 순환하는 전류의 크기도 감소하게 되고, L_1 을 흐르는 1차측 전류의 실효값도 감소하여 전반적인 도통손실을 저감할 수 있게 되는 것이다.

[0030] 따라서 DAB 컨버터의 전력변환효율을 향상시킬 수 있으며, 저부하에서 동작하는 ZVS 영역을 확대시킬 수 있는 것이다.

[0031] 이처럼 본 발명에 따른 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템을 적용 시, DAB 컨버터의 CPS 영역에 대한 최적의 EPS 영역을 제시할 수 있으므로, 1차측 전류의 실효치를 줄이고, 순환전류를 억제하여 컨버터의 도통손실을 줄이고 전력변환효율을 극대화할 수 있는 효과를 누릴 수 있는 것이다.

[0032] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어시스템으로 구현할 수 있다.

부호의 설명

[0033]

10 : 제1전원회로

20 : 제2전원회로

30 : 변압기

40 : 위상천이 제어부

50 : 확장형 위상천이 제어시스템

V_1 : 제1전원

V_2 : 제2전원

C_1 : 제1커패시터

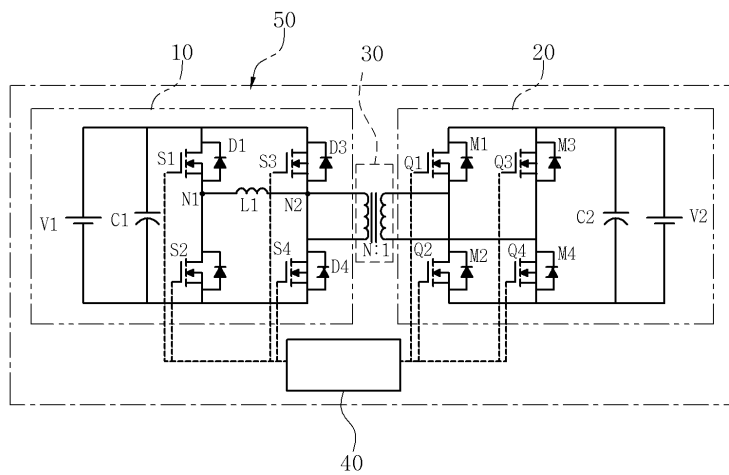
C_2 : 제2커패시터

$S_1 \sim S_4$: 제1전원회로측의 제1스위치 내지 제4스위치

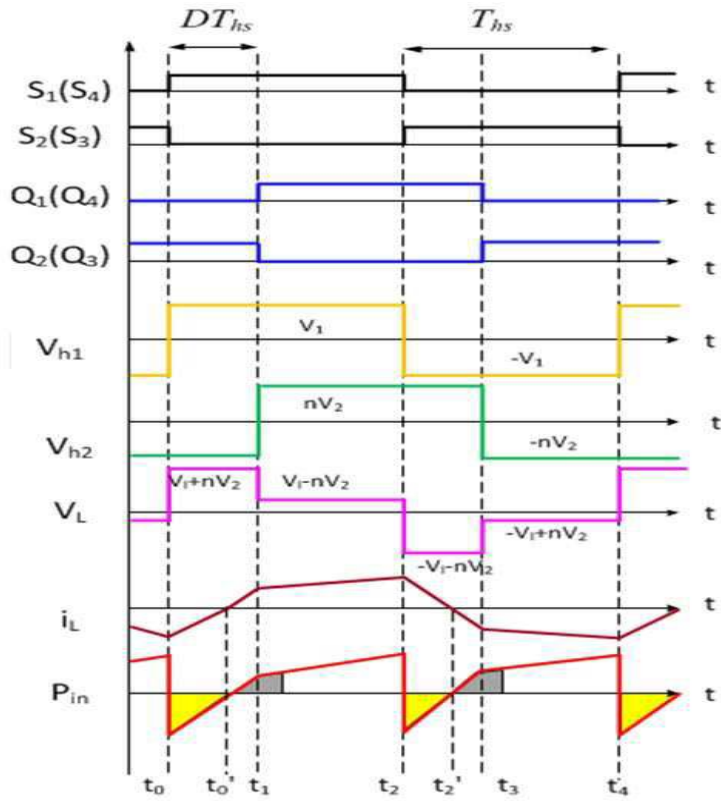
$Q_1 \sim Q_4$: 제2전원회로측의 제1스위치 내지 제4스위치

도면

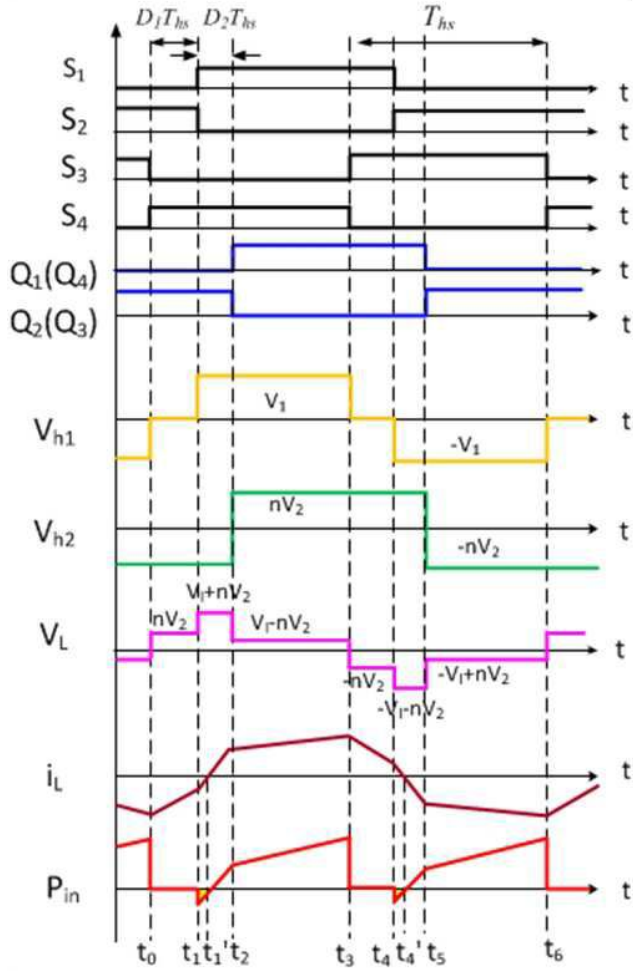
도면1



도면2



도면3



도면4

