



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0124367
(43) 공개일자 2023년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/335 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/33584 (2013.01)

H02M 3/33561 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0021594

(22) 출원일자 2022년02월18일

심사청구일자 2022년02월18일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

정지훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

윤창우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이준영

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 13 항

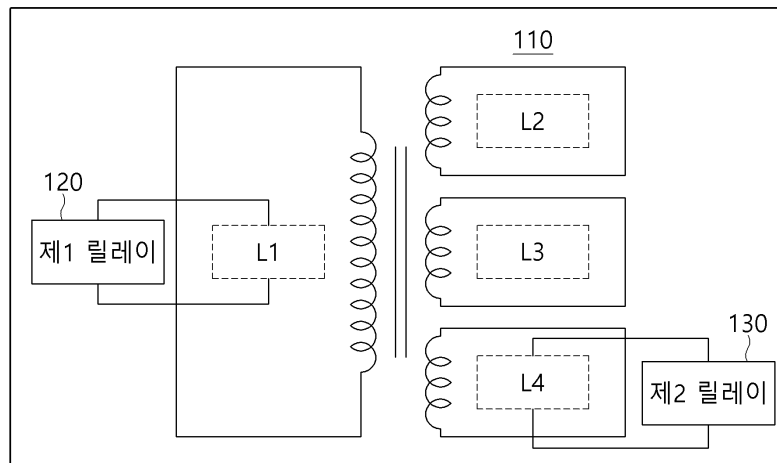
(54) 발명의 명칭 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법

(57) 요약

모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터는, 1차측 인덕터(L_1)와, 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 구비하는 QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터; 및 상기 1차측 인덕터(L_1)와 병렬로 결합되는 제1 릴레이를 포함하고, 상기 제1 릴레이는, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.

대표도 - 도1

<멀티포트 DAB 컨버터 (100)>



(52) CPC특허분류

H02M 3/33573 (2023.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415174580
과제번호	2019381010001A
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	지능형LVDC(저압직류)핵심기술개발(R&D)
연구과제명	(세부1) 수용가용 LVDC 전원공급 및 분산전원 연계용 핵심기기 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인택전기전자(주)
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

1차측 인덕터(L_1)와, 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 구비하는 QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터; 및
상기 1차측 인덕터(L_1)와 병렬로 결합되는 제1 릴레이
를 포함하고,
상기 제1 릴레이는,
입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시키는
모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 중, ESS 포트 인덕터(L_4)와 병렬로 결합되는 제2 릴레이
를 더 포함하고,
상기 제2 릴레이는,
상기 Islanding Mode의 경우, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 Off 시킴으로써, ESS 전력이, 나머지의 2차측 인덕터(L_2 , L_3)를 통해 전달되도록 하는
모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 제1 릴레이는,
상기 입력 포트에 상기 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를
Off 시키는
모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 제2 릴레이는,
상기 Grid Connected Mode의 경우, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 On 시킴으로써, 상기 입력 포트에서 상기 2차측
인덕터(L_2 , L_3 , L_4)로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 막는
모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 제1 릴레이는,

2개의 상단 스위치(S1, S3)와, 2개의 하단 스위치(S2, S4)로 구성되고,

상기 Islanding Mode의 경우, 상기 상단 스위치 및 상기 하단 스위치 중, 어느 하나 만을 활성화하여, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시키는

모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 QAB 컨버터는,

상기 1차측 인덕터(L_1)와 상기 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 각각에 연관되는 포트를 모듈로 구성하여, 부하에 따른 인덕터의 개별 교체를 가능하게 하는,

모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터.

청구항 7

QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터에 구비되는 1차측 인덕터(L_1)에 대해, 제1 릴레이를 병렬로 결합하는 단계; 및

입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우,

상기 제1 릴레이에서, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시키는 단계

를 포함하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 QAB 컨버터에 구비되는 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 중, ESS 포트 인덕터(L_4)에 대해, 제2 릴레이를 병렬로 결합하는 단계; 및

상기 Islanding Mode의 경우,

상기 제2 릴레이에서, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 Off 시킴으로써, ESS 전력이, 나머지의 2차측 인덕터(L_2 , L_3)를 통해 전달되도록 하는 단계

를 더 포함하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 입력 포트에 상기 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우,

상기 제1 릴레이에서, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 Off 시키는 단계

를 더 포함하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 Grid Connected Mode의 경우,

상기 제2 릴레이에서, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 On 시킴으로써, 상기 입력 포트에서 상기 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 막는 단계

를 더 포함하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제1 릴레이는,

2개의 상단 스위치(S1, S3)와, 2개의 하단 스위치(S2, S4)로 구성되고,

상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시키는 단계는,

상기 Islanding Mode의 경우, 상기 상단 스위치 및 상기 하단 스위치 중, 어느 하나 만을 활성화하여, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시키는 단계

를 포함하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 QAB 컨버터는,

상기 1차측 인덕터(L_1)와 상기 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 각각에 연관되는 포트를 모듈로 구성하여, 부하에 따른 인덕터의 개별 교체를 가능하게 하는,

모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력전자(Power Electronics) 기술을 기반으로, 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에는, 고전압 DC(Direct Current) 배전망의 개발 필요성이 부각되고 있다.
- [0003] 고전압 DC 배전망은, AC 전력망에 비해 표피효과 및 리액턴스 성분이 없어 효율이 좋으며, 태양광, 풍력 등 출력이 직류인 신재생 에너지와 함께 활용할 수 있다는 장점이 있다.
- [0004] 고전압 DC 배전망의 기술은, 에너지의 효율적 활용을 위해, 신재생에너지와 스마트 그리드의 고성능 전력 기술로서 최근 활발하게 연구되고 있다.
- [0005] QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터는, 여러 DC 전력기술 토폴로지 중 전기적 절연을 가지며 컨버터 양단의 위상 차이를 이용하여 양방향 전력전달이 가능한 다수의 컨버터를 이용한다.
- [0006] QAB 컨버터는, 구조적으로 하나의 컨버터에 여러 포트가 연결되어 구성 될 수 있다.
- [0007] QAB 컨버터의 인덕터는, 포트 간 에너지 전달을 위해 컨버터 양단에 위치 할 수 있다.
- [0008] QAB 컨버터의 인덕터 회로도는, 하나의 컨버터에 다수의 출력 포트가 연결되어, 모든 출력 포트 간 권선이 연결되어 있는, 권선 간 커플링 현상이 발생 할 수 있다.
- [0009] 권선 간 커플링 현상으로는, 임의의 출력 포트의 부하 변동이 다른 부하 포트에 영향을 미치는 전력 동조화 현상을 발생시킬 수 있다.
- [0010] 전력 동조화 현상은 의도하지 않은 전력 전달 현상으로, 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제

어를 어렵게 만드는 단점이 있다.

[0011] 또한, 하나의 변압기를 사용하기에 부하를 추가할 때마다 컨버터 권선을 추가할 수 없어 모듈화가 불가능하다는 단점이 존재한다.

[0012] 따라서, 모듈화가 가능하고 폴트(Fault) 상황에 대응 가능한 컨버터의 개선된 모델의 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 실시예는, 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 Fault 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터는, 1차측 인덕터(L1)와, 3개의 2차측 인덕터(L2, L3, L4)를 구비하는 QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터; 및 상기 1차측 인덕터(L1)와 병렬로 결합되는 제1 릴레이를 포함하고, 상기 제1 릴레이는, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L1)를 On 시킬 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 Fault 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법은, QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터에 구비되는 1차측 인덕터(L₁)에 대해, 제1 릴레이를 병렬로 결합하는 단계; 및 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 제1 릴레이에서, 상기 1차측 인덕터(L₁)를 On 시키는 단계를 포함하여 구성할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 일실시예에 따르면, 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 QAB 컨버터의 회로도이다.

도 3은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.

도 4는 전력 동조화 현상에 대한 시뮬레이션 파형을 예시한 도이다.

도 5는 QAB 컨버터에서 Grid Connected/Islanding Mode를 설명하기 위한 도이다.

도 6은 Multiport DAB 컨버터에 Relay를 장착할 때의 구성을 설명하기 위한 도이다.

도 7은 도 2의 Port 1을 확대한 도이다.

도 8은 Port 1에서, 2개의 스위치가 ON이고, 2개의 스위치가 OFF인 Full Bridge를 설명하기 위한 도이다.

도 9는 Fault 상황시의 회로도이다.

도 10은 QAB 컨버터의 회로도이다.

도 11은 릴레이를 이용한 Modular type Multiport DAB 컨버터의 Grid Connected Mode를 설명하기 위한 도이다.

도 12는 릴레이를 이용한 Modular type Multiport DAB 컨버터의 Islanding Mode를 설명하기 위한 도이다.

도 13은 PSIM을 이용한 QAB 컨버터의 시뮬레이션 파형을 설명하기 위한 도이다.

도 14는 Transition mode 시 동작 알고리즘을 설명하는 도이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0021] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터(이하, '멀티포트 DAB 컨버터(100)'라 약칭함)는, QAB 컨버터(110), 제1 릴레이(120), 및 제2 릴레이(130)를 포함하여 구성 할 수 있다.
- [0024] QAB 컨버터(110)는 1차측 인덕터(L_1)와, 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 구비한다. 여기서, 1차측은 입력 포트를 의미하고, 2차측은 출력 포트를 의미할 수 있다.
- [0025] 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 중, QAB 컨버터(110)의 하단에 배치되는 ESS 포트 인덕터(L_4)는, 입력 포트에 폴트가 발생하여, ESS(Energy Storage System)로부터 전력을 공급받는 Islanding Mode에서 전력 전달을 담당하는 인덕터 일 수 있다.
- [0026] 제1 릴레이(120)는, 상기 1차측 인덕터(L_1)와 병렬로 결합된다. 즉, 제1 릴레이(120)는 1차측 인덕터(L_1)를 선택적으로 On/Off 스위칭하는 역할을 할 수 있다.
- [0027] 제1 릴레이(120)는, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.
- [0028] 제2 릴레이(130)는 상기 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 중, ESS 포트 인덕터(L_4)와 병렬로 결합된다. 즉, 제2 릴레이(130)는 ESS 포트 인덕터(L_4)를 선택적으로 On/Off 스위칭하는 역할을 할 수 있다.
- [0029] 상기 제2 릴레이(130)는, 상기 Islanding Mode의 경우, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 Off 시킴으로써, ESS 전력 이, 나머지의 2차측 인덕터(L_2 , L_3)를 통해 전달되도록 할 수 있다.
- [0030] 또한, 제1 릴레이(120)는, 상기 입력 포트에 상기 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 Off 시킬 수 있다.
- [0031] 상기 Grid Connected Mode의 경우, 제2 릴레이(130)는, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 On 시킴으로써, 상기 입력

포트에서 상기 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 막을 수 있다.

- [0032] 또한, 제1 릴레이(120)는, 2개의 상단 스위치(S_1 , S_3)와, 2개의 하단 스위치(S_2 , S_4)로 구성될 수 있다.
- [0033] 상기 Islanding Mode의 경우, 제1 릴레이(120)는, 상기 상단 스위치 및 상기 하단 스위치 중, 어느 하나만을 활성화하여, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.
- [0034] 즉, 제1 릴레이(120)는, Islanding Mode 하에서, 2개의 상단 스위치(S_1 , S_3)를 On시키고, 2개의 하단 스위치(S_2 , S_4)를 Off 시켜, 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다. 또는, 제1 릴레이(120)는, Islanding Mode 하에서, 2개의 상단 스위치(S_1 , S_3)를 Off시키고, 2개의 하단 스위치(S_2 , S_4)를 On 시켜, 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.
- [0035] 또한, QAB 컨버터(110)는, 상기 1차측 인덕터(L_1)와 상기 3개의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4) 각각에 연관되는 포트를 모듈로 구성하여, 부하에 따른 인덕터의 개별 교체를 가능하게 할 수 있다. 즉, QAB 컨버터(110)는 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)와 제2 릴레이(130)를 포함하는 포트를, 모듈 형태로 구성하고, 필요시 모듈 단위로 교체가 가능하도록 할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 실시예는, 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0037] 도 2는 QAB 컨버터의 회로도이다.
- [0038] 도 2(a)는 기존 4인덕터 QAB 컨버터의 회로도이다.
- [0039] 도 2(b)는 본 발명의 멀티포트 DAB 컨버터(3인덕터 QAB 컨버터)의 회로도이다.
- [0040] 도 2(a)에서와 같이, 기존 4인덕터 QAB 컨버터는, 입력 포트 port 1의 1차측 인덕터(L_1)와, 출력 포트 port 2, 3, 4의 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 구비한다. 기존 4인덕터 QAB 컨버터는 Grid Connected Mode(입력 포트로부터 원활히 전력 공급됨)와 Islanding Mode(fault로 인해 입력 포트로부터 전력 공급이 안됨)에 무관하게, 1차측 인덕터(L_1)가 항상 On 상태로 있어, Grid Connected Mode시 전력 동조화 현상이 발생할 수 있다.
- [0041] 도 2(b)에서는, 릴레이가 적용되지 않은 3인덕터 QAB 컨버터를 도시한다. 도 2(b)의 3인덕터 QAB 컨버터는 Grid Connected Mode일 때, 전력동조화 현상이 되지 않지만, Islanding Mode일 때 전력 전달이 되지 않는 컨버터 일 수 있다.
- [0042] 3인덕터 QAB 컨버터는, 릴레이를 통해, Grid Connected Mode에서는 1차측 인덕터(L_1)를 Off하고, Islanding Mode에서는 1차측 인덕터(L_1)를 On 하여, 전력 동조화 현상을 억제하면서 Islanding Mode에서의 ESS 전력 공급을 가능하게 할 수 있다.
- [0043] 도 3은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.
- [0044] 도 3(a)는 기존 4인덕터 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.
- [0045] 도 3(b)는 본 발명의 멀티포트 DAB 컨버터(3인덕터 QAB 컨버터)의 등가 인덕턴스 회로도이다.
- [0046] 도 3(a)에서와 같이, 기존 4인덕터 QAB 컨버터는, DAB 컨버터 사이에 각각의 인덕터를 위치시켜, 포트 간에 전력 교환이 동등하게 이루어지도록 할 수 있다.
- [0047] 반면, 도 3(b)에서의 3인덕터 QAB 컨버터는, 릴레이를 통해, Grid Connected Mode에서 1차측 인덕터(L_1)가 Off됨에 따라, P_{23} , P_{34} , P_{24} 가 분리되면서 전력 동조화 현상을 억제 할 수 있다.
- [0048] 도 4는 전력 동조화 현상에 대한 시뮬레이션 파형을 예시한 도이다.
- [0049] 도 4에서는, 포트3의 전력을 1kW에서 500W로 감소할 시의, 다른 포트에 대한 영향을 보여준다.
- [0050] 도 4에 도시한 바와 같이, Grid Connected Mode에서, 포트 3의 $V(430)$ 와 $I(440)$ 가 변동함에 따라, 포트 1의 $V(410)$ 와 포트 4의 $V(420)$ 는 그에 대한 영향으로 변동되어 전력 동조화 현상이 발생될 수 있다.

[0051] DAB(Dual Active Bridge Converter) 컨버터는, 입력/출력 모두 동일한 Full-Bridge로 구성되며, 양방향 전력전달이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

[0052] DAB 컨버터는, 컨버터 양단의 위상 차이(Φ)를 이용하여 전력을 전달하며, 위상의 크기와 부호에 따라 전달되는 전력의 크기와 방향을 결정 할 수 있다.

[0053] DAB 컨버터의 양단에 구비되는 인덕터는, 에너지를, 1차측에서 2차측으로 전달하거나, 또는 2차측에서 1차측으로 전달하기 위한 에너지 저장장치 일 수 있다. 상기 인덕터의 인덕턴스의 크기는, 전달되는 전력 크기에 영향을 주는 요소로서, 전력을 전달하는데 필요한 구성 소자이다.

[0054] 도 2(a)는 QAB(Quadruple-Active-Bridge) 컨버터의 양단 인덕터가 4개(L_1, L_2, L_3, L_4) 일 때의 회로도이다.

[0055] L_{ij} 는 QAB 컨버터의 포트 간 등가 인덕턴스를 나타내며, 수식 (1)~(3)과 같이 표현할 수 있다.

[0056] [수식 1]

$$L_{ij} = L_i L_j \sum_{N=1}^{N=4} \frac{1}{L_N}, \forall i, j \in [1, 4]$$

[0058] [수식 2]

$$L_{12} = \frac{L_2 L_3 L_4 + L_1 L_3 L_4 + L_1 L_2 L_4 + L_1 L_2 L_3}{L_3 L_4}$$

[0060] [수식 3]

$$L_{23} = \frac{L_2 L_3 L_4 + L_1 L_3 L_4 + L_1 L_2 L_4 + L_1 L_2 L_3}{L_1 L_4}$$

[0062] 도 3(a)와 같이, 기존 4인덕터 QAB 컨버터는, 모든 포트 간 등가 인덕턴스가 존재하기 때문에 전력이 상호 간에 전달될 수 있다.

[0063] 포트에 여러 개의 권선이 연결되어 있어, 기존 4인덕터 QAB 컨버터에서는, 권선간 커플링 현상이 발생할 수 있다. 예를 들어, 기존 4인덕터 QAB 컨버터는, 도 4과 같이, 포트 3의 부하(전력)가 1kW에서 500W로 변동되면, 포트 3(430) 뿐만 아니라 나머지 포트2, 4(410, 420)의 전압도 함께 흔들리는 현상을 발생시킬 수 있다.

[0064] 도 2(b)는 기존 4개의 인덕터에서 L_1 을 제거한 3 인덕터 QAB 컨버터(멀티포트 DAB 컨버터)의 회로도이다.

[0065] 도 2(b)와 같이, 3 인덕터 QAB 컨버터(멀티포트 DAB 컨버터)에는 L_1 이 존재하지 않는다.

[0066] 3 인덕터 QAB 컨버터(멀티포트 DAB 컨버터)는, L_{12}, L_{13}, L_{14} 를 제외한 나머지 등가 인덕턴스의 크기를, 수식 (4)와 같이 무한으로 할 수 있다.

[0067] [수식 4]

$$L_{ij} = \begin{cases} L_j, i = 1, \forall j \in [2, 4] \\ \infty, i \neq 1, \forall j \in [2, 4] \end{cases}$$

[0069] L_{12}, L_{13}, L_{14} 를 제외한 나머지 등가 인덕턴스가 무한이 되기 때문에, 관련된 노드(L_{23}, L_{24}, L_{34})는 회로적으로 오픈이 될 수 있다.

[0070] 도 3(b)에서는 기존 L_{23}, L_{24}, L_{34} 가 오픈된 형태의 등가 인덕턴스 회로도를 도시한다.

[0071] [수식 5]

$$P_{ij} = \frac{V_i V_j}{2\pi^2 f_{sw} L_{ij}} \phi_{ij} (\pi - \phi_{ij})$$

[0072]

- [0073] 수식 5는 DAB 전력 공식으로, 수식 4에서 계산된 등가 인덕턴스를, 적용하여 표현할 수 있다.
- [0074] 수식 5에 따라, P_{23} , P_{24} , P_{34} 는 0이 되고, P_{12} , P_{13} , P_{14} 각각은 계산된 소정 값을 갖는다.
- [0075] 즉, 수식 5로 비추어 볼 때, 3 인덕터 QAB 컨버터(멀티포트 DAB 컨버터)는, 기존 4인덕터 QAB 컨버터에서 1차측 인덕턴스(L_1)를 제거하여, 전력 동조화 현상을 막을 수 있다.
- [0076] 도 5는 QAB 컨버터에서 Grid Connected/Islanding Mode를 설명하기 위한 도이다.
- [0077] 도 5(a)는 Multiport DAB 컨버터의 Grid-connected mode를 예시하고, 도 5(b)는 Multiport DAB 컨버터의 Islanding mode를 예시한다.
- [0078] 도 5에서, 화살표 방향은 전력 흐름 방향을 의미한다.
- [0079] 도 5(a)의 Grid-Connected Mode는 입력 포트에서 전력을 공급받아 여러 개의 출력 포트에 전력을 공급하는 모드일 수 있다.
- [0080] Grid-Connected Mode에서 Multiport DAB 컨버터는, 1차측 인덕터(L_1)가 있으면, 출력 포트에 전력 전달이 가능하나 전력 동조화 현상을 발생시킬 수 있다.
- [0081] 만약, 1차측 인덕터(L_1)가 없으면, Grid-Connected Mode에서 Multiport DAB 컨버터는, 전력 동조화 현상을 막으며 출력 포트에 전력을 공급할 수 있다.
- [0082] 도 5(b)의 Islanding mode는, 입력 포트에 Fault가 발생하여 정상적인 전원공급이 되지 않아 ESS로 연결된 포트(L_4)에서 다른 포트에 출력을 공급하는 모드일 수 있다.
- [0083] Islanding mode에서는 1차측 인덕터(L_1)가 필요할 수 있다. 이는, 1차측 인덕터(L_1)가 없다면, 1차측 도선으로 인해 Multiport DAB 컨버터의 변압기가 포화되어, ESS Port로부터 출력포트로의 정상적인 전력 전달이 불가능하기 때문이다.
- [0084] 정리하면, Multiport DAB 컨버터는, Grid-Connected Mode로 동작시 1차측 인덕터(L_1)가 불필요하고, Islanding Mode로 동작시 1차측 인덕터(L_1)가 필요하다.
- [0085] 도 6은 Multiport DAB 컨버터에 Relay를 장착할 때의 구성을 설명하기 위한 도이다.
- [0086] 도 6(a)는 ESS 포트측 인덕터(L_4)에 Relay를 장착한 구성이고, 도 6(b)는 1차측 인덕터(L_1)에 Relay를 장착한 구성을 예시한다.
- [0087] 도 6(b)에서와 같이, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 기계적인 스위치인 Relay를 이용하여, Grid Connected Mode일 때에 1차측 인덕터(L_1)를 Off 시키고, Islanding mode일 때에 1차측 인덕터(L_1)를 On시킬 수 있다.
- [0088] 또한, ESS Port 측이 Islanding Mode에서 입력포트가 되기 때문에, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, ESS 포트측 인덕터(L_4)에 대해서도 Relay를 장착한 구성을 채용할 수 있다.
- [0089] 즉, 도 6(a)에서와 같이, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 Relay를 이용하여, Grid Connected Mode일 때에 ESS 포트측 인덕터(L_4)를 On 시키고, Islanding mode일 때에 ESS 포트측 인덕터(L_4)를 Off 시킬 수 있다.
- [0090] 정리하면, 1차측 인덕터(L_1)는 Grid-Connected Mode일 때 off 시키고, Islanding Mode일 때 On 시킨다. 이와 반대로, ESS 포트측 인덕터(L_4)는 Grid-Connected Mode일 때 on 시키고, Islanding Mode일 때 Off 시킨다.
- [0091] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 입력/출력 Port에서 인덕터와 릴레이를 병렬로 구성하고, 릴레이의 동작을 통해, Mode에 따라 인덕터를 On/Off 하는 것을 특징으로 한다.
- [0092] 본 발명의 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 컨버터를 개별로 사용하여 모듈화가 가능하며, 릴레이를 추가하여 인덕터를 선택적으로 On/Off 시킬 수 있다.
- [0093] 또한, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 양방향 전력 전달이 가능한 Dual-Active-Bridge(DAB) 컨버터에서 다수의 포트를 가질 수 있는 QAB 컨버터를 포함 함으로써, 연결된 다양한 분산전원, 에너지저장장치(ESS)와 태양광(PV)과

연결하여 전력망을 독립적으로 운용 할 수 있다.

- [0094] 도 7은 도 2의 Port 1을 확대한 도이다.
- [0095] 도 7에서와 같이, Port 1에서의 릴레이는 4개의 스위치로 구성되고, 상단 스위치는 S1, S3이고, 하단 스위치는 S2, S4이다.
- [0096] 도 8은 Port 1에서, 2개의 스위치가 ON이고, 2개의 스위치가 OFF인 Full Bridge를 설명하기 위한 도이다.
- [0097] 도 8(a)는 상단 스위치 S1, S3이 OFF이고, 하단 스위치 S2, S4가 ON일 때의 Full Bridge 상태를 나타낸다.
- [0098] 도 8(b)는 도 8(a)의 역으로, 상단 스위치 S1, S3이 ON이고, 하단 스위치 S2, S4가 OFF일 때의 Full Bridge 상태를 나타낸다.
- [0099] 정전, 과전압, 저전압 등 다양한 원인으로 입력 포트에 Fault 상황이 발생하면, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 도 8(a)와 같이 상단 스위치 2개 만을 On하거나, 또는 도 8(b)와 같이 하단 스위치 2개 만을 On 할 수 있다.
- [0100] 도 9는 Fault 상황시의 회로도이다.
- [0101] 도 9에서와 같이, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 2개의 스위치 만을 ON 하여 하나의 Path를 만들고, 나머지 2개의 스위치를 Off(OPEN) 시킴으로써, Fault 측과의 독립적인 회로가 설계되게 할 수 있다. 여기서, 독립적인 회로는, Open Circuit으로 Fault측으로부터 전류 전달이 안되도록 하는 회로이며, 이를 통해 사고로부터 멀티포트 DAB 컨버터(100)를 보호할 수 있다.
- [0102] 도 10는 QAB 컨버터의 회로도이다.
- [0103] 도 10에 도시한 바와 같이, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 1차측 인덕터(L_1)와 ESS 포트측 인덕터(L_4) 각각에 대해 Relay를 병렬로 장착하여 구성 할 수 있다.
- [0104] 도 11은 릴레이를 이용한 Modular type Multiport DAB 컨버터의 Grid Connected Mode를 설명하기 위한 도이다.
- [0105] 도 11(a)는 Grid Connected Mode에서의 Modular type Multiport DAB 컨버터에 대한 회로도이다.
- [0106] 도 11(b)는 Grid Connected Mode에서의 Modular type Multiport DAB 컨버터에 대한 등가 인덕턴스 회로도이다.
- [0107] 도 11에서 화살표 방향은 전력 흐름일 수 있다.
- [0108] 도 11에 도시한 바와 같이, Grid Connected Mode에서의 Modular type Multiport DAB는, 1차측 인덕터(L_1)가 릴레이에 의해 비활성화(Off) 상태에서, 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)로 전력 동조화 현상 없이 전력을 공급할 수 있다. Grid Connected Mode에서, ESS 포트 인덕터(L_4)는 릴레이에 의해 활성화(On) 상태를 유지할 수 있다.
- [0109] 도 12는 릴레이를 이용한 Modular type Multiport DAB 컨버터의 Islanding Mode를 설명하기 위한 도이다.
- [0110] 도 12(a)는 Islanding Mode에서의 Modular type Multiport DAB 컨버터에 대한 회로도이다.
- [0111] 도 12(b)는 Islanding Mode에서의 Modular type Multiport DAB 컨버터에 대한 등가 인덕턴스 회로도이다.
- [0112] 도 12에서 화살표 방향은 전력 흐름일 수 있다.
- [0113] 도 12에 도시한 바와 같이, 입력 포트에서의 fault 발생에 따른 Islanding Mode에서의 Modular type Multiport DAB는, ESS 포트 인덕터(L_4)가 릴레이에 의해 비활성화(Off) 상태에서, 나머지 2차측 인덕터(L_2 , L_3)를 통해 ESS 전력을 공급할 수 있다. Islanding Mode에서, 1차측 인덕터(L_1)는 릴레이에 의해 활성화(On) 상태를 유지할 수 있다.
- [0114] 도 13은 PSIM을 이용한 QAB 컨버터의 시뮬레이션 파형을 설명하기 위한 도이다.
- [0115] 도 13(a)는 Grid Connected Mode에서의 QAB 컨버터에 대한 시뮬레이션 파형이다.
- [0116] 도 13(b)는 Islanding Mode에서의 QAB 컨버터에 대한 시뮬레이션 파형이다.
- [0117] 도 13에서 ESS 전류 양수는 ESS 충전을 의미하고, ESS 전류 음수는 ESS 방전을 의미할 수 있다.
- [0118] Modular type Multiport DAB 컨버터는, Grid Connected Mode(도 11)와 Islanding Mode(도 12)일 때, 입력 포트

모두 전력 동조화 현상을 막을 수 있는 장점을 가지고 있다.

- [0119] Grid Connected Mode일 때는 Port 1이 입력 전압이 되어 나머지 2차측 포트에 전력을 공급하고, Islanding Mode일 때는 Port 4(ESS)가 입력 전압이 되어 나머지 부하 포트에 전력을 공급할 수 있다.
- [0120] 도 11과 도 12에서의 화살표 방향(전력의 흐름)은, 기준 위상에 따라 다르게 결정될 수 있다. 전력은 위상이 먼저 있는 파형으로부터 느린 파형으로 전달(DAB 전력전달)하는 특징으로 가지고 있다.
- [0121] 도 13(a)에서와 같이, Grid Connected Mode일 때는, 빨간색 사각파(Port 1)가 기준 위상이 되어, 나머지 위상(파란색, 초록색, 보라색 사각파)으로 전력을 공급 할 수 있다. 또한, Grid Connected Mode일 때는 ESS 전류가 +2.7A 로 충전 될 수 있다.
- [0122] 하지만 도 13(b)에서와 같이, Fault 사고로 인해, 빨간색 입력 전압이 0V가 되어 입력 포트로부터 공급 받을 수 없는, Islanding Mode일 때는, ESS 포트(보라색)가 기준 위상이 되어, 다른 부하 포트(초록색 파란색 사각파)로 전력을 공급 할 수 있다. 이 때, ESS 전류는 -7A로 방전될 수 있다. 또한, 입력 포트와 관계없이 부하 포트의 출력 전력은, 전력 비동조화를 유지하며 1kW를 유지하는 것을 알 수 있다.
- [0123] 또한, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, Multiwinding Transformer 1개를 이용하는 것이 아닌 포트별 각각의 Transformer(3개)를 사용하여 부하에 따라 모듈화가 가능할 수 있다.
- [0124] Multiwinding Transformer는 1개의 Transformer 만을 사용하여 전력밀도 면에 있어 장점이 있으나, 부하 전압을 변동(Transformer 권선비 바꿈)시키려면, Transformer 전체를 교체해야 하는 단점이 존재한다.
- [0125] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 모듈화 형식으로 구성되어 있어, 수정이 필요한 포트(Transformer)만을 교체할 수 있다.
- [0126] 도 14는 Transition mode 시 동작 알고리즘을 설명하는 도이다.
- [0127] 도 14는 멀티포트 DAB 컨버터(100)의 Grid Connected Mode에서 Islanding Mode와 Recovery Mode로 동작하는 알고리즘이다.
- [0128] 단계 1410에서 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, Input Relay On, ESS Relay Off의 Grid Connected Mode로 동작 할 수 있다.
- [0129] 단계 1420에서 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, Vin이 360V 미만인 Fault 인지를 판단 할 수 있다.
- [0130] Fault가 아닐 경우(단계 1420에서 No 방향), 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 단계 1410로 리턴 할 수 있다.
- [0131] Fault일 경우(단계 1420에서 Yes 방향), 단계 1430에서 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, Input Relay On, ESS Relay Off의 Islanding Mode로 동작 할 수 있다.
- [0132] 단계 1440에서 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, Vin이 360V 미만인 Fault 인지를 다시 판단 할 수 있다.
- [0133] Fault일 경우(단계 1440에서 Yes 방향), 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 단계 1430으로 리턴 할 수 있다.
- [0134] Fault가 아닐 경우(단계 1440에서 No 방향), 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 단계 1410로 리턴하면서 Recovery Mode로 동작 할 수 있다.
- [0135] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 기계적인 스위치인 릴레이의 Operation time(2~30ms)을 고려하여 구간별 C 코드로 Delay time(30ms)을 줄 수 있다.
- [0136] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 입력 포트의 릴레이가 켜진 후 1초 뒤 Grid Connected Mode(1410, Fault Flag = 0)로 작동하며 부하 포트에 전력을 공급하며, Fault 상황 발생시, Input/ESS Relay가 켜진 후 30ms 뒤에 Islanding Mode(1430, Fault Flag =1)로 작동 할 수 있다.
- [0137] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 입력 전압이 Fault 상황으로 차단되고, ESS로부터 전력을 공급받는 Islanding Mode에서 다시 Fault 상황이 해제된다면 Recovery 모드로 동작하여 다시 입력측으로 전력을 공급받는 Grid-Connected Mode로 동작할 수 있다.
- [0138] 본 발명의 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 모듈화가 가능하고 Fault에 대응 가능한 토폴로지를 구현할 수 있다.
- [0139] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 부하별 각 컨버터를 1개씩 연결하여 모듈화 할 수 있다.
- [0140] 또한, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 릴레이를 추가하여 인덕터를 선택적으로 사용하여 Fault에도 전력 전달을

가능하게 할 수 있다.

- [0141] 입력 포트로부터 전력을 공급하는 Grid-Connected Mode일 때, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 포트1의 릴레이를 On하고, 포트 4의 릴레이를 Off 시킬 수 있다.
- [0142] 입력 포트가 Fault 상황으로 차단되어 ESS 부하 포트에 전력을 공급받는 Islanding Mode일 때, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 포트1의 릴레이를 Off하고, 포트 4의 릴레이를 On 시켜 전력을 공급할 수 있다.
- [0143] 또한, 멀티포트 DAB 컨버터(100)는 입력 포트의 스위치 S1, S3는 Off 시키고, S2, S4는 On 시켜 어떠한 Fault 상황으로부터 오는 악영향을 차단하며, ESS가 전력을 부하로 공급하게 할 수 있다.
- [0144] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, QAB 멀티포트 컨버터의 모듈화가 가능하고 다양한 Fault 사고에도 전력 변환장치를 보호하며 추가적인 ESS를 이용하여 전력을 공급할 수 있다.
- [0145] 멀티포트 DAB 컨버터(100)는, 릴레이의 On/Off를 통해 Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성할 수 있다.
- [0146] 이하, 도 15에서는 본 발명의 실시예들에 따른 멀티포트 DAB 컨버터(100)의 운영 흐름을 상세히 설명한다.
- [0147] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0148] 멀티포트 DAB 컨버터(100) 내 QAB 컨버터에 구비되는 1차측 인덕터(L_1)에 대해 제1 릴레이를 병렬로 결합한다(1510)
- [0149] QAB 컨버터는 1차측 인덕터(L_1)와, 3개의 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4)를 구비한다. 여기서, 1차측은 입력 포트를 의미하고, 2차측은 출력 포트를 의미할 수 있다.
- [0150] 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4) 중, QAB 컨버터의 하단에 배치되는 ESS 포트 인덕터(L_4)는, 입력 포트에 폴트가 발생하여, ESS(Energy Storage System)로부터 전력을 공급받는 Islanding Mode에서 전력 전달을 담당하는 인덕터일 수 있다.
- [0151] 제1 릴레이는, 상기 1차측 인덕터(L_1)와 병렬로 결합된다. 즉, 제1 릴레이는 1차측 인덕터(L_1)를 선택적으로 On/Off 스위칭하는 역할을 할 수 있다.
- [0152] 멀티포트 DAB 컨버터(100) 내 제1 릴레이에서, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킨다(1520).
- [0153] 제2 릴레이는 상기 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4) 중, ESS 포트 인덕터(L_4)와 병렬로 결합된다. 즉, 제2 릴레이는 ESS 포트 인덕터(L_4)를 선택적으로 On/Off 스위칭하는 역할을 할 수 있다.
- [0154] 상기 제2 릴레이는, 상기 Islanding Mode의 경우, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 Off 시킴으로써, ESS 전력이, 나머지의 2차측 인덕터(L_2, L_3)를 통해 전달되도록 할 수 있다.
- [0155] 또한, 제1 릴레이는, 상기 입력 포트에 상기 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 Off 시킬 수 있다.
- [0156] 상기 Grid Connected Mode의 경우, 제2 릴레이는, 상기 ESS 포트 인덕터(L_4)를 On 시킴으로써, 상기 입력 포트에서 상기 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4)로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 막을 수 있다.
- [0157] 또한, 제1 릴레이는, 2개의 상단 스위치(S1, S3)와, 2개의 하단 스위치(S2, S4)로 구성될 수 있다.
- [0158] 상기 Islanding Mode의 경우, 제1 릴레이는, 상기 상단 스위치 및 상기 하단 스위치 중, 어느 하나만을 활성화하여, 상기 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.
- [0159] 즉, 제1 릴레이는, Islanding Mode 하에서, 2개의 상단 스위치(S1, S3)를 On시키고, 2개의 하단 스위치(S2, S4)를 Off 시켜, 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다. 또는, 제1 릴레이는, Islanding Mode 하에서, 2개의 상

단 스위치(S1, S3)를 Off시키고, 2개의 하단 스위치(S2, S4)를 On 시켜, 1차측 인덕터(L_1)를 On 시킬 수 있다.

[0160] 또한, QAB 컨버터는, 상기 1차측 인덕터(L_1)와 상기 3개의 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4) 각각에 연관되는 포트를 모듈로 구성하여, 부하에 따른 인덕터의 개별 교체를 가능하게 할 수 있다. 즉, QAB 컨버터는 2차측 인덕터(L_2, L_3, L_4)와 제2 릴레이(130)를 포함하는 포트를, 모듈 형태로 구성하고, 필요시 모듈 단위로 교체가 가능하도록 할 수 있다.

[0161] 본 발명의 실시예는, 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하는, 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 및 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0162] 실시예에 따른 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0163] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0164] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 모듈화 및 폴트 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터의 운영 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0165] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0166] 100 : 멀티포트 DAB 컨버터

110 : QAB 컨버터

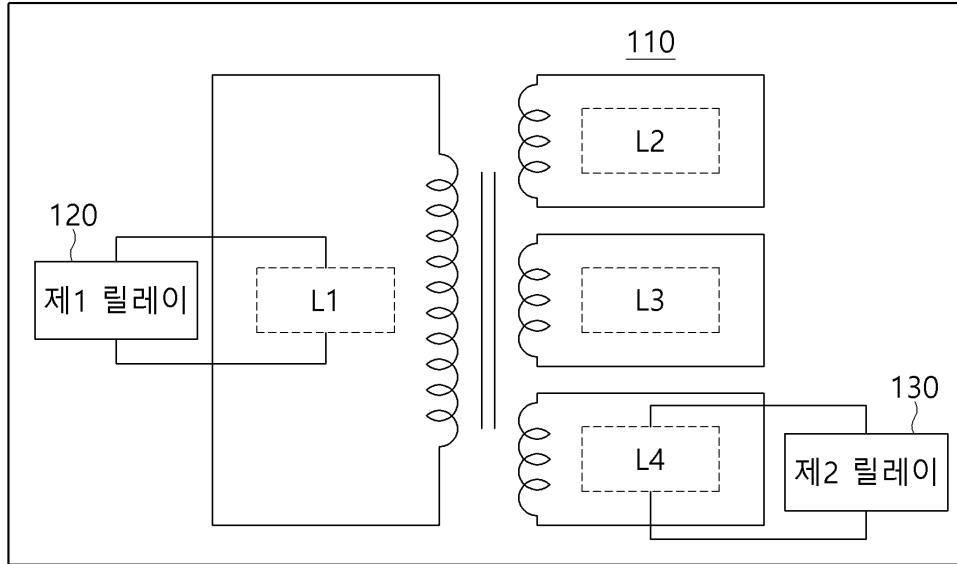
120 : 제1 릴레이

130 : 제2 릴레이

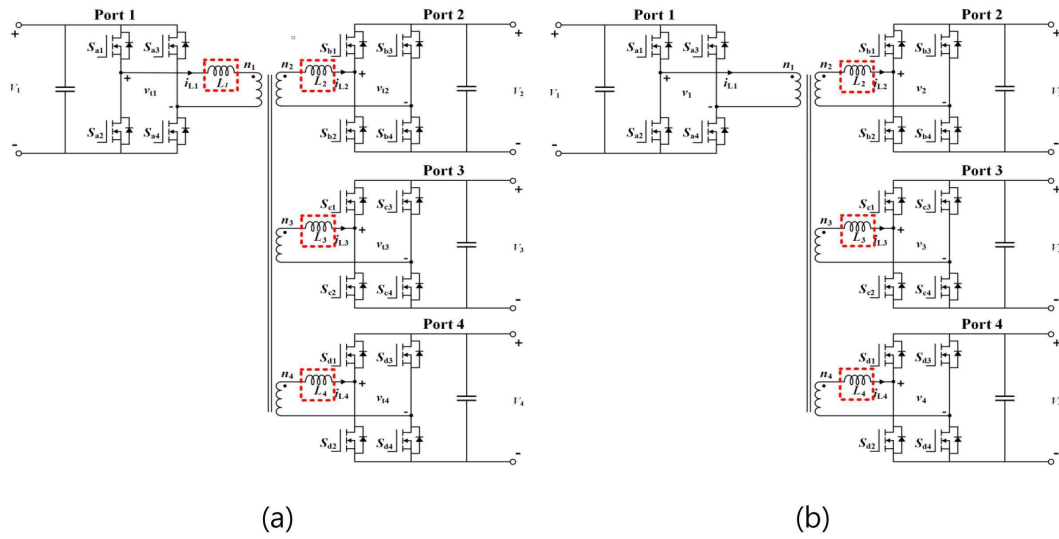
도면

도면1

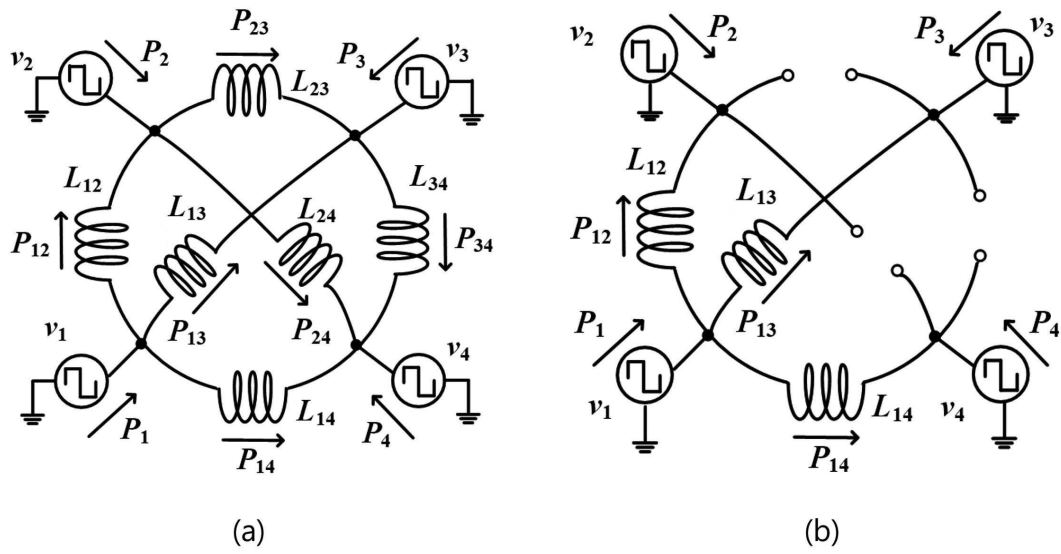
<멀티포트 DAB 컨버터 (100)>



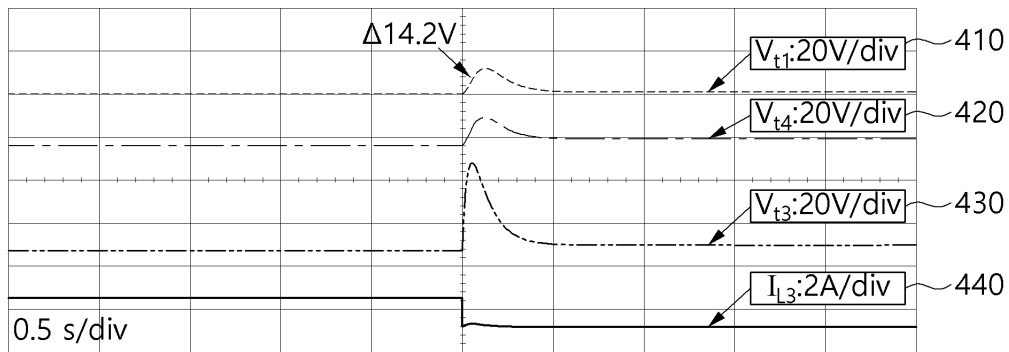
도면2



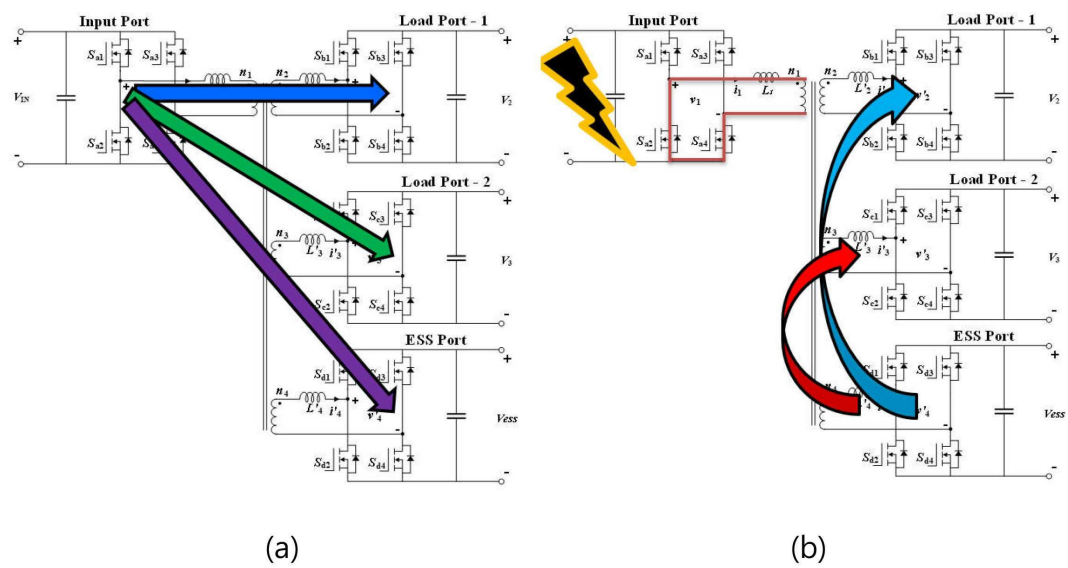
도면3



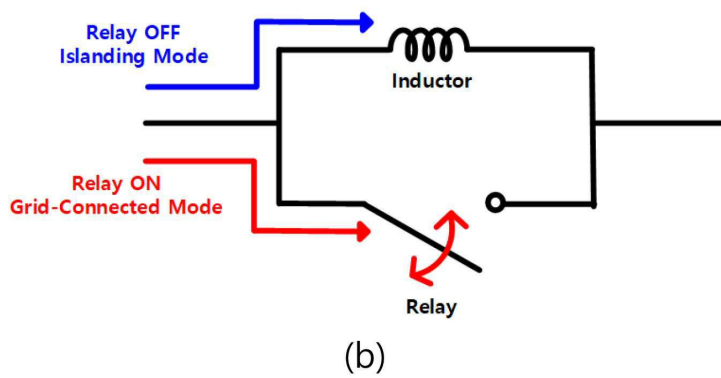
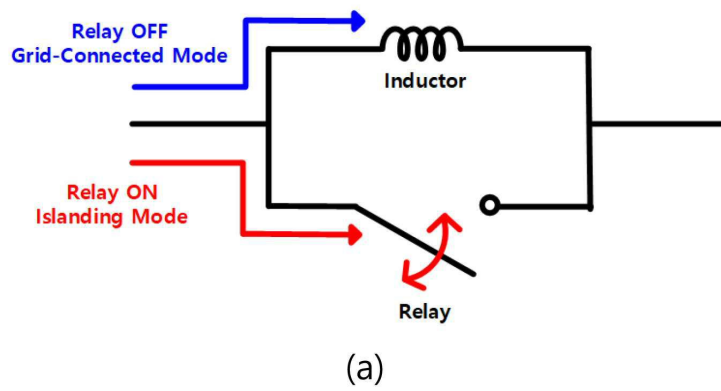
도면4



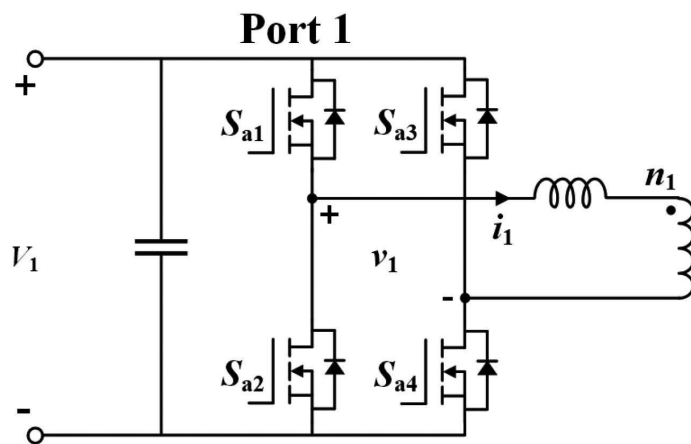
도면5



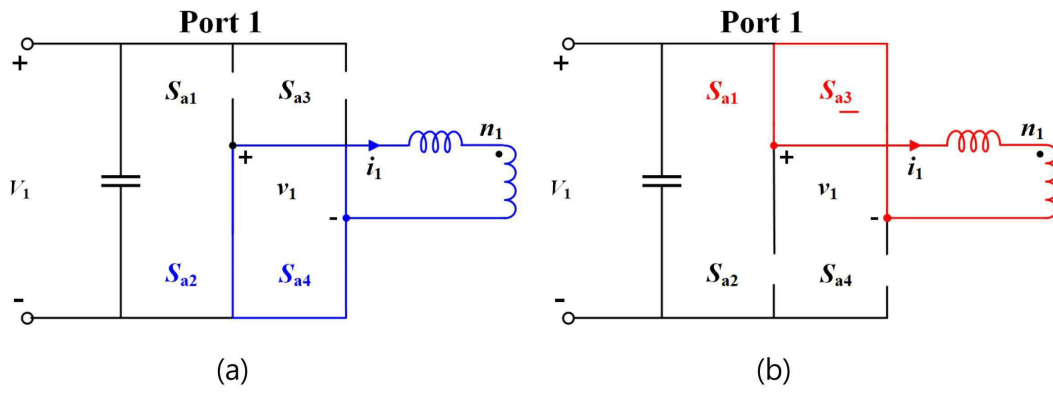
도면6



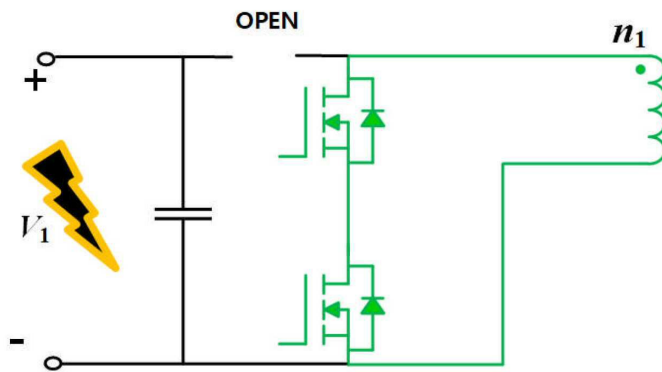
도면7



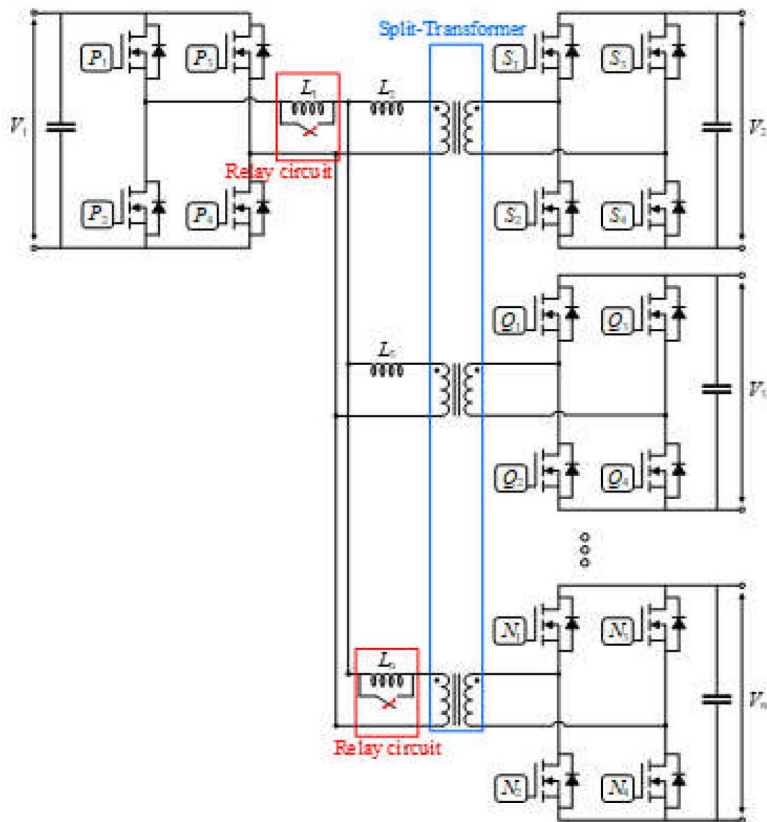
도면8



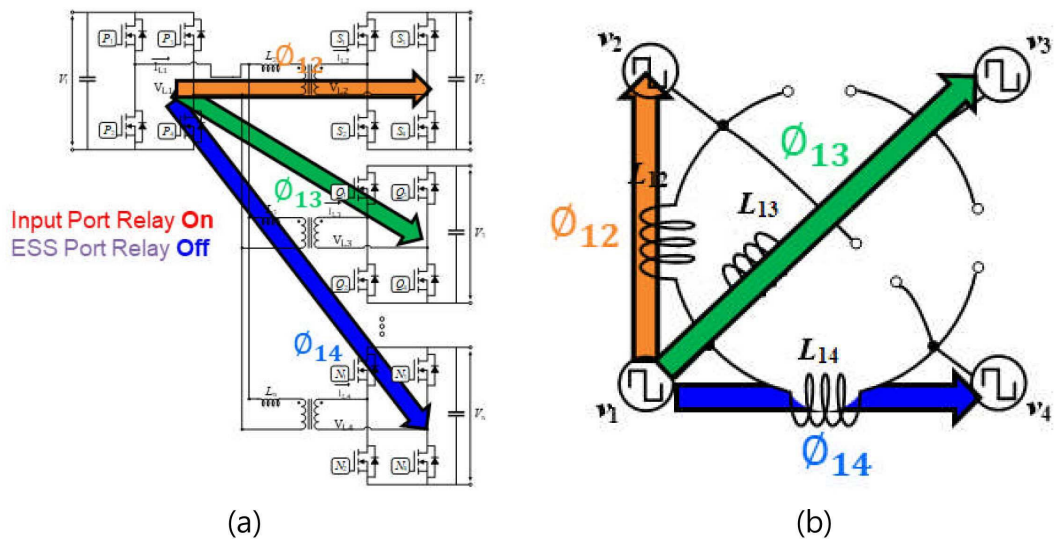
도면9



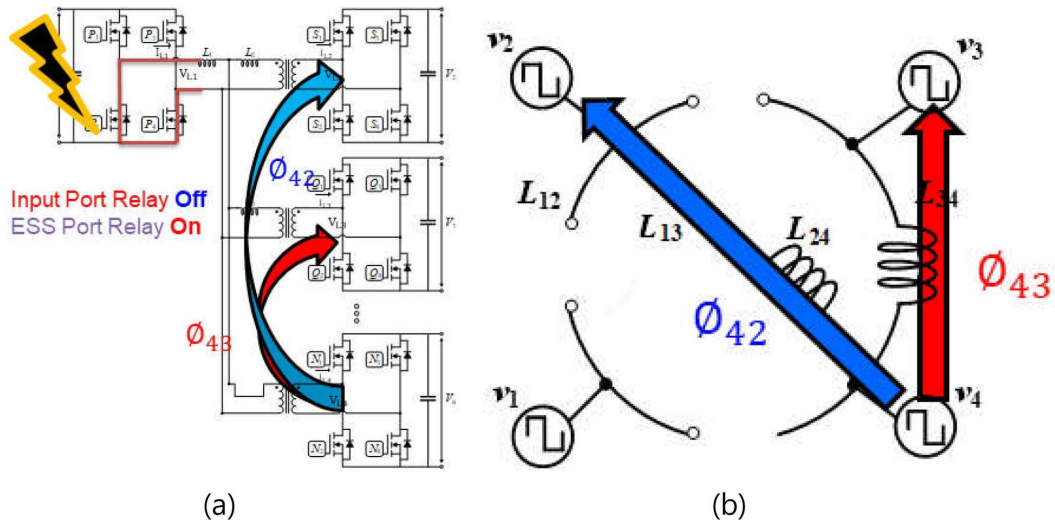
도면10



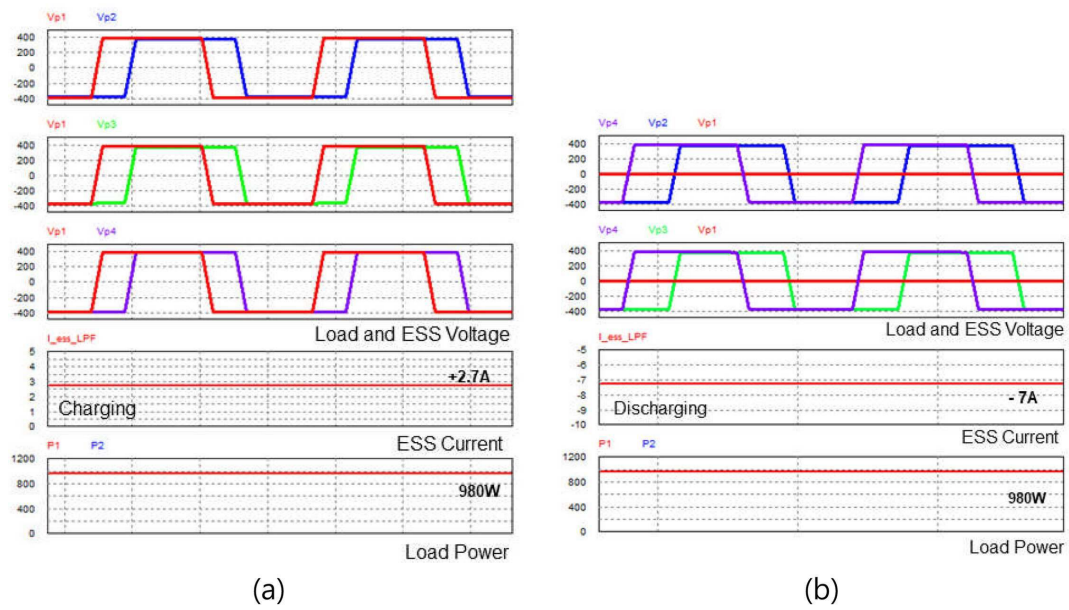
도면11



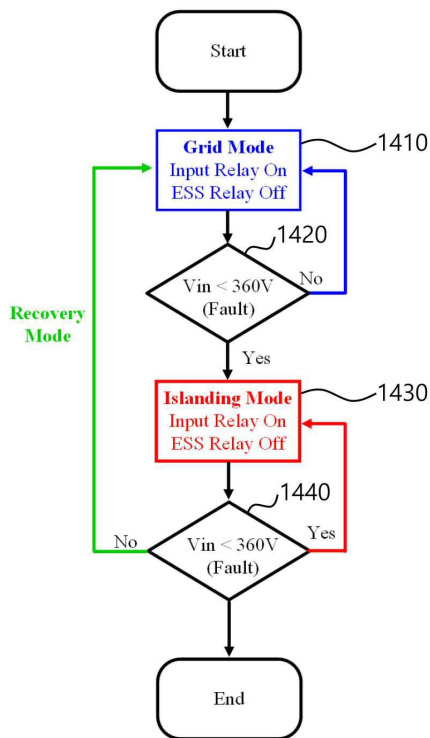
도면12



도면13



도면14



도면15

