(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월09일
(11) 등록번호 10-2508019
(24) 등록일자 2023년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H02M 3/158* (2006.01) *H02M 1/00* (2007.01)
(52) CPC특허분류
*H02M 3/1582* (2013.01)
*H02M 1/007* (2021.05)
(21) 출원번호 10-2022-0078740
(22) 출원일자 2022년06월28일
심사청구일자 2022년06월28일
(56) 선행기술조사문헌
US20210155100 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**울산과학기술원**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
**정지훈**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
**윤창우**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
**특허법인 무한**

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 이준건

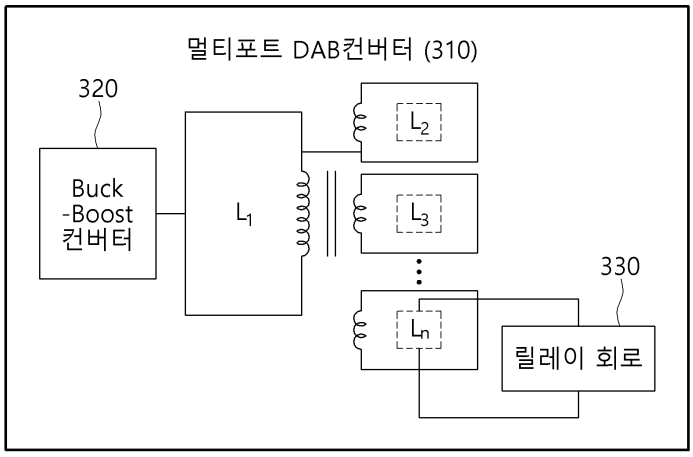
(54) 발명의 명칭 **비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법**

## (57) 요 약

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터는, 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터; 및 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터($L_n$)와 병렬로 결합되는 릴레이 회로를 포함하고, 상기 입력 포트는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합 할 수 있다.

*대 표 도* - 도3

<통합형 멀티포트 DAB 컨버터 (300)>



(52) CPC특허분류
*H02M 3/1584* (2013.01)
*H02M 3/1586* (2021.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1415180800 |
| 과제번호 | 20193810100001A |
| 부처명 | 산업통상자원부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국에너지기술평가원 |
| 연구사업명 | 지능형LVDC(저압직류)핵심기술개발 |
| 연구과제명 | (세부1) 수용가용 LVDC 전원공급 및 분산전원 연계용 핵심기기 개발 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 인텍전기전자(주) |
| 연구기간 | 2022.01.01 ~ 2022.12.31 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

1차측 인덕터 $L_1$를 포함하는 입력 포트와, 2차측 인덕터($L_2$ ~ $L_n$)를 각각 포함하는 n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터; 및

상기 n개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 인덕터($L_n$)와 병렬로 결합되는 릴레이 회로

를 포함하고,

상기 멀티포트 DAB컨버터의 상기 입력 포트는,

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

2개의 상단 스위치(Q1, S1)와, 2개의 하단 스위치(Q2, S2)를 포함하여 구성되는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합하며,

스위치 S1, S2는,

상기 Buck-Boost 컨버터와, 상기 멀티포트 DAB컨버터에서 공동으로 사용되는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1항에 있어서,

Grid Connected Mode 일 때,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

스위치 Q1, S1, S4와 스위치 Q2, S2, S4각각을 On/Off로 동작하고,

상기 릴레이 회로는,

Off 됨으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

스위치 Q2, S4를 On으로 동작하고, 스위치 Q1, S1, S2, S3를 Off로 동작하며,

상기 릴레이 회로는,

On 되어, 상기 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 ESS 부하 포트로 정함으로써, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트로 전달되도록 하는

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 Buck-Boost 컨버터의 듀티비(d1,d2)를 조절하여 전압이득 (n2/n1)*(d1/(1-d2)를 계산하는 -상기 n2/n1는 입력 포트와 부하 포트와의 권선비 임-,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 n이 3일 때 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작하는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터.

**청구항 7**

1차측 인덕터 $L_1$를 포함하는 입력 포트와, 2차측 인덕터($L_2$ ~ $L_n$)를 각각 포함하는 n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 마련하는 단계; 및

상기 n개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 인덕터($L_n$)에 대해, 릴레이 회로를 병렬로 결합하는 단계

를 포함하고,

상기 멀티포트 DAB컨버터의 상기 입력 포트는,

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

2개의 상단 스위치(Q1, S1)와, 2개의 하단 스위치(Q2, S2)를 포함하여 구성되는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합하며,

스위치 S1, S2는,

상기 Buck-Boost 컨버터와, 상기 멀티포트 DAB컨버터에서 공동으로 사용되는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제7항에 있어서,

Grid Connected Mode 일 때,

상기 멀티포트 DAB컨버터에서, 스위치 Q1, S1, S4와 스위치 Q2, S2, S4각각을 On/Off로 동작하는 단계; 및

상기 릴레이 회로를 Off 함으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하는 단계

를 더 포함하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 멀티포트 DAB컨버터에서, 스위치 Q2, S4를 On으로 동작하고, 스위치 Q1, S1, S2, S3를 Off로 동작하는 단계; 및

상기 릴레이 회로를 On 하고, 상기 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 ESS 부하 포트로 정함으로써, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트로 전달되도록 하는 단계

를 더 포함하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 Buck-Boost 컨버터의 듀티비(d1,d2)를 조절하여 전압이득 (n2/n1)*(d1/(1-d2)를 계산하는 -상기 n2/n1는 입력 포트와 부하 포트와의 권선비 임-,

상기 입력 포트와 상기 n개의 부하 포트를 모듈로 구성하여, 부하에 따른 인덕터의 개별 교체를 가능하게 하는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법.

**청구항 12**

제7항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 n이 3일 때 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작하는,

비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법.

**청구항 13**

제7항, 제9항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 전력전자(Power Electronics) 기술을 기반으로 하는 DAB(Dual-Active-Bridge) 컨버터 중, Fault 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하기 위한, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 최근에는 고전압 DC(Direct Current) 배전망의 개발 필요성이 각광받고 있는 실정이다.

[0003] 고전압 DC 배전망은, AC 전력망에 비해 표피효과 및 리액턴스 성분이 없어 효율이 좋으며, 태양광, 풍력 등 출력이 직류인 신재생 에너지와 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

[0004] 고전압 DC 배전망 기술은, 에너지의 효율적 활용을 위해 신재생에너지와 스마트 그리드의 고성능 전력 기술로서, 활발하게 개발 진행되고 있다.

[0005] QAB(Quad-Active-Bridge) 컨버터는 여러 DC 전력기술 토폴로지 중 전기적 절연을 가지며 변압기 양단의 위상 차이를 이용하여 양방향 전력전달이 가능한 다수의 DAB 컨버터를 포함하여 구성 할 수 있다.

[0006] QAB 컨버터는 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되어 있다.

[0007] QAB 컨버터는 포트 간 에너지 전달을 위해 변압기 양단에 인덕터가 모두 배치될 수 있다.

[0008] 도 1은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.

[0009] 도 1(a)는 Four-Port QAB 컨버터의 등가 회로도이다.

[0010] 도 1(b)는 일부 포트의 인덕터를 제거한 형태의 등가 회로도이다.

[0011] 도 1(a)와 같이, Four-Port QAB 컨버터는, 하나의 변압기에 다수의 출력 포트가 연결되어 있고, 모든 출력 포트 간 권선이 연결되어 있어, 권선 간 커플링 현상을 발생시킬 수 있다.

[0012] Four-Port QAB 컨버터는, 권선 간 커플링 현상으로 인해, 임의의 출력 포트의 부하 변동이 다른 부하 포트에 영향을 미치는 전력 동조화 현상을 발생시킬 수 있다.

[0013] 전력 동조화 현상은, 의도하지 않은 전력 전달 현상으로, 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 단점으로 작용할 수 있다.

[0014] 이를 해소하고자, 도 1(b)와 같이, 일부 포트의 인덕터를 제거한 형태의 QAB 컨버터는 변압기 1차 측 인덕터를 제거하여, 출력 포트 간 전력 전달 경로를 없애 전력 동조화 현상을 막을 수 있다.

[0015] 도 2는 기존의 Four-Port QAB 컨버터를 설명하기 위한 도이다.

[0016] 도 2(a)에서는 Grid-connected mode의 전력 흐름 방향(화살표)을 표현하고, 도 2(b)는 Islanding mode의 전력 흐름 방향(화살표)을 보여준다.

[0017] Four-Port QAB 컨버터는 도 2(a)와 같이, 입력단으로 전력을 공급받아 정상적으로 동작하는 Grid-Connected Mode일 때, 1차측 인덕터가 없이도 전력 공급이 가능하다.

[0018] 다만, 도 2(b)와 같이 입력단에 Open/Short처럼 Fault(사고) 상황이 발생하여 입력단이 아닌 출력 포트에 연결된 ESS로부터 전력을 전달하는 Islanding Mode로 전환될 시, Four-Port QAB 컨버터는 전력을 전달하기 위해 1차 측 인덕터를 필요로 할 수 있다.

[0019] Islanding Mode의 필요에 의해, 1차 측 인덕터가 존재함에 따라, Four-Port QAB 컨버터는 해당 토폴로지에 전력 동조화 현상이 발생한다는 단점이 존재한다.

[0020] 따라서, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능한 컨버터의 개선된 모델의 개발이 절실히 요구되고 있다.

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0021] 본 발명의 실시예는, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고 넓은 전압 이득 범위를 가지며 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법을 제공하는 것을 해결과제로 한다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시예는, 릴레이 회로의 On/Off와 Buck-Boost 컨버터의 케스케이드 연결에 의한 조합을 통해, Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여 시스템의 안정도를 향상하는 것을 목적으로 한다.

[0023] 또한, 본 발명의 실시예는, Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로를 통합한 QAB 컨버터를 구현하여, 폴트 사고시에서도 장치 보호 및 부하로 전력을 일정하게 공급하는 것을 목적으로 한다.

[0024] 또한, 본 발명의 실시예는, 입력 포트에 적용되는 Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 조절하여 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성하는 것을 목적으로 한다.

### *과제의 해결 수단*

[0025] 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터는, 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터; 및 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터($L_n$)와 병렬로 결합되는 릴레이 회로를 포함하고, 상기 입

력 포트는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법은, 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 마련하는 단계; 및 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터($L_n$)에 대해, 릴레이 회로를 병렬로 결합하는 단계를 포함하고, 상기 입력 포트는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합 할 수 있다.

## 발명의 효과

[0027] 본 발명의 일실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고 넓은 전압 이득 범위를 가지며 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법을 제공 할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명에 의해서는, 릴레이 회로의 On/Off와 Buck-Boost 컨버터의 케스케이드 연결에 의한 조합을 통해, Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에 의해서는, Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로를 통합한 QAB 컨버터를 구현하여, 폴트 사고시에서도 장치 보호 및 부하로 전력을 일정하게 공급 할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명에 의해서는, 입력 포트에 적용되는 Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 조절하여 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성 할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.

도 2는 기존의 Four-Port QAB 컨버터를 설명하기 위한 도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.

도 5는 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.

도 6은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터를 설명하기 위한 회로도이다.

도 7은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터에 따른 전압이득을 보여주는 도이다.

도 8은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터의 포트 1의 스위칭 Modulation을 설명하기 위한 도이다.

도 9는 본 발명에 따른, 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 동작을 설명하기 위한 도이다.

도 10은 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 실험 사진이다.

도 11은 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 시뮬레이션 파형을 예시한다.

도 12는 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터에 의한 전력 비동조화를 확인하기 위한 도이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법을 도시한 흐름도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 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.

[0033] 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 것

이 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.

[0037] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(이하, '통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)'라 약칭함)는, 멀티포트 DAB컨버터(310), Buck-Boost 컨버터(320), 및 릴레이 회로(330)를 포함하여 구성 할 수 있다.

[0038] 멀티포트 DAB컨버터(310)는 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성한다. 여기서, 입력 포트는 컨버터의 1차측을 의미하고, 부하 포트는 컨버터의 2차측을 의미할 수 있다.

[0039] 멀티포트 DAB컨버터(310)는, 상기 n이 3일 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작할 수 있다.

[0040] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터(310)는 입력 포트에 1차측 인덕터($L_1$)를 포함하여, Grid Connected Mode 동작 시 1차측 인덕터($L_1$)로부터 부하 포트로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

[0041] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터(310)는 3개의 부하 포트를 구비하고, 이들 3개의 부하 포트 각각으로 2차측 인덕터($L_2$, $L_3$, $L_4$)를 포함할 수 있다. 또한, 멀티포트 DAB컨버터(310)는 3개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 2차측 인덕터($L_4$)를 ESS 포트 인덕터로 결정 함으로써, 입력 포트에 폴트가 발생하는 Islanding Mode 동작 시, 상기 결정된 ESS 포트 인덕터를 통해 ESS(Energy Storage System)로부터 전력을 공급받는 나머지 부하 포트로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

[0042] 상기 입력 포트는, Buck-Boost 컨버터(320)를 Cascading 형태로 결합 할 수 있다. 즉, Buck-Boost 컨버터(320)는 멀티포트 DAB컨버터(310)의 입력 포트에서, 1차측 인덕터($L_1$)와 연속적으로 결합되어 배치될 수 있다.

[0043] 여기서, Cascading은 전원과 가장 가까운 개폐기에서 일어날 수 있는 단락전류와 같거나 그보다 큰 전류 차단용량을 가지고 있고, 전원으로부터 멀어짐에 따라 정격 차단 용량이 작은 개폐기를 사용하도록 한 개폐장치의 배치방법일 수 있다.

[0044] Buck-Boost 컨버터(320)는, 2개의 상단 스위치(Q1, S1)와, 2개의 하단 스위치(Q2, S2)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0045] 멀티포트 DAB컨버터(310)의 상기 입력 포트는, 2개의 상단 스위치(S1, S3)와 2개의 하단 스위치(S2, S4)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0046] 스위치 S1, S2는, Buck-Boost 컨버터(320)와, 멀티포트 DAB컨버터(310)에서 공동으로 사용될 수 있다.

[0047] 이들 스위치들(S1~S4, Q1, Q2)은 멀티포트 DAB컨버터(310)의 mode 전환에 따라, 규정된 On/Off 동작을 하여, 부하 포트로의 전력 공급을 지원할 수 있다.

[0048] 릴레이 회로(330)는 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터($L_n$)와 병렬로 결합된다. 즉, 릴레이 회로(330)는 ESS 포트 인덕터로 결정되는 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 선택적으로 On/Off 스위칭하는 역할을 할 수 있다.

[0049] 릴레이 회로(330)는, Islanding Mode의 경우, ESS 포트 인덕터($L_n$)를 On 시킴으로써, 상기 ESS 포트 인덕터(L

$_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트의 2차측 인덕터로 전달되도록 할 수 있다.

[0050] 또한, 릴레이 회로(330)는, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)를 Off 시킬 수 있다.

[0051] 보다 구체적으로, Grid Connected Mode 일 때, 멀티포트 DAB컨버터(310)는, 스위치 Q1, S1, S4와 스위치 Q2, S2, S4각각을 On/Off로 동작할 수 있다.

[0052] 릴레이 회로(330)는, Off 됨으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지할 수 있다.

[0053] 전력 동조화 현상은 멀티포트 DAB컨버터(310)가 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되고 있어, 권선간 커플링 현상으로 인해 의도하지 않은 전력을 발생시켜 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 현상을 지칭할 수 있다.

[0054] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 멀티포트 DAB컨버터(310) 내 스위치들의 선택적인 On/Off 동작과, 릴레이 회로(330)의 Off 동작을 통해, Grid Connected Mode 시의 전력 동조화 현상을 억제 할 수 있다.

[0055] 또한, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때, 멀티포트 DAB컨버터(310)는, 스위치 Q2, S4를 On으로 동작하고, 스위치 Q1, S1, S2, S3를 Off로 동작할 수 있다.

[0056] 릴레이 회로(330)는, On 되어, 상기 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 ESS 부하 포트로 정함으로써, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트로 전달되도록 할 수 있다.

[0057] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 멀티포트 DAB컨버터(310) 내 스위치들의 선택적인 On/Off 동작과, 릴레이 회로(330)의 On 동작을 통해, Islanding Mode 시 EES 포트 인덕터로부터, 이전에 생산되어 저장했던 전력을 공급해 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0058] 또한, 멀티포트 DAB컨버터(310)는, Buck-Boost 컨버터(320)의 듀티비(d1,d2)를 조절하여 전압이득 (n2/n1)*(d1/(1-d2)를 계산할 수 있다. 상기 n2/n1는 입력 포트와 부하 포트와의 권선비이다.

[0059] 즉, 멀티포트 DAB컨버터(310)는, 입력 포트에 결합되는 Buck-Boost 컨버터(320)의 듀티비를 전력 공급 상황에 따라 조절 함으로써, 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성할 수 있다.

[0060] 본 발명의 일실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고 넓은 전압 이득 범위를 가지며 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법을 제공 할 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명에 의해서는, 릴레이 회로의 On/Off와 Buck-Boost 컨버터의 케스케이드 연결에 의한 조합을 통해, Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.

[0062] 또한, 본 발명에 의해서는, Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로를 통합한 QAB 컨버터를 구현하여, 폴트 사고시에서도 장치 보호 및 부하로 전력을 일정하게 공급 할 수 있다.

[0063] 또한, 본 발명에 의해서는, 입력 포트에 적용되는 Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 조절하여 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성 할 수 있다.

[0064] 도 4는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.

[0065] 도 4(a)에서는 양방향 전력 전달이 가능한 Dual-Active-Bridge(DAB) 컨버터에서, 다수의 포트를 갖도록 확장된 멀티포트 컨버터인 Quad-Active-Bridge(QAB) 컨버터를 나타낸다.

[0066] 도 4(b)에서는 릴레이 회로를 추가하여 개선시킨 QAB 컨버터를 나타낸다.

[0067] QAB 컨버터는, 연결된 다양한 분산전원, 에너지저장장치(ESS)와 태양광(PV)과 연결하여 전력망을 독립적으로 운용할 수 있게 한다.

[0068] 도 4(a)의 Conventional QAB 컨버터와, 도 4(b)의 개선된 QAB 컨버터와의 차이는, 도 4(b)의 개선된 QAB 컨버터의 포트 1(Port 1)의 인덕터 L1로 Relay Circuit을 병렬 연결하고, 또한 포트 4(Port 4)의 L4로 Relay

Circuit을 병렬 연결하는 구조라는 점에 있다.

[0069] 도 4(b)의 개선된 QAB 컨버터는 이들 Relay Circuit을 이용하여, 인덕터를 선택적으로 On/Off 시킬 수 있어, Grid Connected Mode와 Islanding Mode 모두에서 원활한 전력 공급을 가능하게 한다.

[0070] 도 5는 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.

[0071] 도 5에서는 입력 포트(포트 1)에, Buck-Boost 컨버터를 적용한 QAB 컨버터를 나타낸다.

[0072] 도 5의 QAB 컨버터는, 포트 1에 Cascading common leg four switches인 Buck-Boost 컨버터를 적용하고, 포트 4에는 릴레이 회로(Relay Circuit)를 적용하는 구조일 수 있다.

[0073] 도 5의 QAB 컨버터는, 도 2(b)의 QAB 컨버터의 포트 1의 릴레이 회로를, Buck-Boost 컨버터로 대체하여 부착한 구조일 수 있다.

[0074] 도 5의 QAB 컨버터는, 포트 1에서 도통손실이 크고 기계적인 스위치인 릴레이 회로 대신에, Buck-Boost 컨버터의 Mosfet 스위치 만을 이용하여 Islanding Mode 시 독립적인 전력 전달 path를 만들 수 있다.

[0075] 또한, 도 5의 QAB 컨버터는, Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 조절함으로써, 전압 이득이 기존의 DAB 컨버터를 사용 했을 때 보다 넓게 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

[0076] 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 넓은 전압 이득 범위를 가지며 폴트(Fault)에 대응 가능한 토폴로지를 구현할 수 있다.

[0077] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 포트 4에 릴레이 회로를 추가하여 인덕터를 선택적으로 사용 함으로써, Fault 상황 발생으로 인한 Islanding Mode에서도 전력 비동조화를 달성하며 전력 전달을 가능하게 할 수 있다.

[0078] 도 6은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터를 설명하기 위한 회로도이다.

[0079] 도 6에서는, 양방향 전력 전달이 가능한 DAB 컨버터의 포트 1로 Buck-Boost 컨버터를 적용하는 것을 보여준다.

[0080] DAB 컨버터의 포트 1은 2개 스위치 Q1, Q2를 포함하여 구성될 수 있다.

[0081] Buck-Boost 컨버터는 4개 스위치 S1, S3, S2, S4를 포함하여 구성될 수 있다.

[0082] Buck-Boost 컨버터는 DAB 컨버터의 포트 1에 Cascading 형태로 결합될 수 있다.

[0083] DAB 컨버터의 포트 1의 인덕터는 Grid Connected Mode 일 때, Buck-Boost 컨버터를 통해, DAB 컨버터의 포트 2로 전력을 전달할 수 있다.

[0084] 반면, Islanding Mode 일 때, DAB 컨버터의 포트 1의 인덕터는 변압기 포화방지용 인덕터로서 작용할 수 있다.

[0085] 도 7은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터에 따른 전압이득을 보여주는 도이다.

[0086] 도 7(a)는 DAB 컨버터의 전압이득에 따른 ZVS 영역을 표현한다.

[0087] 도 7(b)는 Buck-Boost 컨버터 + DAB 컨버터의 듀티비 조절에 따른 전압 이득 영역(M = 전압 이득)을 표현한다.

[0088] 도 7(a)와 같이 DAB 컨버터의 전압이득은, 변압기의 권선비 (n1/n2)*(V1/V2)로 만 결정된다.

[0089] DAB 컨버터는 ZVS(Zero Voltage Switching) 영역(ZVS-Zone)이 전압이득에 따라 결정되는데, 전압 이득이 너무 낮거나 높으면, ZVS가 되지 않아(Non ZVS-Zone) 스위칭 손실이 많이 발생하는 단점이 있다.

[0090] 하지만 도 7(b)와 같이 앞단에 Buck-Boost 컨버터가 적용됨에 따라, Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터의 전압이득은 (n2/n1)*(d1/(1-d2))로 계산할 수 있고, Buck-Boost 컨버터의 듀티비(d1,d2)를 조절하여 기존의 DAB 컨버터 보다 넓은 전압 범위로 ZVS 영역을 갖는 멀티포트 컨버터를 달성할 수 있다.

[0091] 도 8은 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터의 포트 1의 스위칭 Modulation을 설명하기 위한 도이다.

[0092] 도 8에서는 도 6의 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터의 포트 1에서의 스위칭 Modulation을 보여준다.

[0093] 도 8(a)는 Grid Connected Mode일 때의 스위칭이고, 도 8(b)는 Islanding Mode일 때의 스위칭일 수 있다.

[0094] 도 8(a)의 Grid Connected Mode일 때 Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터는, 스위치 Q1, S1, S4와 스위치 Q2, S2, S3를 각각 On/Off 동작하여 포트 2로 전력을 전달할 수 있다.

[0095] 만약, Fault 상황이 발생하면, Buck-Boost 컨버터가 적용되는 DAB 컨버터는 도 8(b)의 Islanding Mode로 동작하여 Q2와 S4만 On 시키고 나머지 스위치 Q1, S1,S2,S3를 Off 시켜 독립적인 Path를 형성할 수 있다.

[0096] 도 9는 본 발명에 따른, 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 동작을 설명하기 위한 도이다.

[0097] 도 9(a)에서는 Grid Connected Mode 일 때, 포트 1에서 스위치 Q1, S1, S4와, 스위치 Q2, S2, S4 각각을 On/Off 작동하는 것을 설명한다.

[0098] 입력 포트인 포트 1로부터 포트 2, 3, 4로 전력 공급하는 Grid-Connected Mode일 때에는, 포트 4의 L4의 릴레이 회로를 Off 시킬 수 있다.

[0099] 도 9(b)에서는 Islanding Mode 일 때, 포트 1에서 스위치 Q2와 S4 만 On 하고, 나머지 스위치 4개(Q1, S1, S2, S3)를 off 하여 특정 Path를 형성하는 것을 보여준다.

[0100] 입력 포트가 Fault 상황으로 차단되어 ESS 부하 포트로 전력을 공급받는 Islanding Mode일 때에는, 포트 4의 L4의 릴레이 회로를 On 시켜, ESS 부하 포트인 포트 4로부터 포트 2, 3로 전력 공급할 수 있다.

[0101] Islanding Mode에서 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 스위치 Q1, S1, S2, S3는 Off 시키고, Q2, S4는 On 시켜, Fault 상황으로부터 오는 악영향을 차단하며, ESS가 전력을 부하로 공급할 수 있게 한다.

[0102] 도 10은 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 실험 사진이다.

[0103] 도 10은 시뮬레이션의 회로도이다.

[0104] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 총 3개의 Full-Bridge 포트, 1개의 Cascading four switches Buck-Boost 컨버터 포트, 1개의 변압기, 릴레이 회로 1개를 포함하여 회로를 구성할 수 있다.

[0105] [표 1]에서는 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 시뮬레이션 스펙을 정리한다.

*표 1*

[0106]

| 변수 | 권수비 | 입력 전압 (포트 1) | 출력전압 (Load 1,2 +ESS 포트 | 출력전력 | Fault 발생 | Step1 | Step2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 값 | 1:1:1:1 | 380V | 380V | 3kW | 0.7s | 0.5s | 0.9s |

[0107] 도 11은 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터의 시뮬레이션 파형을 예시한다.

[0108] 도 11(a)는 Grid Connected Mode에서의 시뮬레이션 파형이고, 도 11(b)는 Islanding Mode에서의 시뮬레이션 파형이다.

[0109] 도 11에서는 도 10의 시뮬레이션에 관한 결과 파형을 보여준다.

[0110] 도 11(a)의 Grid Connected Mode에서, 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 Input Port 1로부터 3개의 다른 부하 포트로 각 1kW씩 총 3kW 전력을 전달할 수 있다. 이때, ESS 전류는 +3.1로 대략 1kW(380V*3.1A) 전력을 ESS로 충전될 수 있다.

[0111] 도 11(b)의 Islanding Mode에서, 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 사고 상황으로 Input Port가 차단됨에 따라, ESS Port로부터 전력이 전달되어 2개의 부하로 총 2kW 전력을 전달할 수 있다. 이 때 ESS는 -8.5A로 방전될 수 있다.

[0112] 도 12는 본 발명의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터에 의한 전력 비동조화를 확인하기 위한 도이다.

[0113] 도 12(a)에 의해서는 Grid-Connected Mode에서의, Step Load시 전력 비동조화를 확인할 수 있다.

[0114] 도 12(b)에 의해서는 Islanding Mode에서의, Step Load시 전력 비동조화를 확인할 수 있다.

[0115] 도 12에서는 Load1 부하를 1 kW에서 500 W, 및 500W에서 1kW로 변동시 다른 부하로의 영향을 확인한다.

[0116] 도 12는 Step Load 시뮬레이션시 전력 비동조화 확인 파형이다.

[0117] Step Load는 특정 부하가 흐르다 특정 시간이 되면 부하의 크기가 변동하는 시뮬레이션이다.

[0118] 도 12에서 Load1의 부하를 1kW에서 500W와 500W에서 1kW로 변경하는 시뮬레이션을 하였지만 Load2의 출력전압은 변동없이 일정함을 확인할 수 있다.

[0119] 이하, 도 13에서는 본 발명의 실시예들에 따른 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)의 운영 흐름을 상세히 설명한다.

[0120] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법을 도시한 흐름도이다.

[0121] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)에서, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합하는 입력 포트와, n개의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 구비한다(1310).

[0122] 멀티포트 DAB컨버터는 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성한다. 여기서, 입력 포트는 컨버터의 1차측을 의미하고, 부하 포트는 컨버터의 2차측을 의미할 수 있다.

[0123] 멀티포트 DAB컨버터는, 상기 n이 3일 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작할 수 있다.

[0124] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터는 입력 포트에 1차측 인덕터($L_1$)를 포함하여, Grid Connected Mode 동작시 1차측 인덕터($L_1$)로부터 부하 포트로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

[0125] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터는 3개의 부하 포트를 구비하고, 이들 3개의 부하 포트 각각으로 2차측 인덕터($L_2$, $L_3$, $L_4$)를 포함할 수 있다. 또한, 멀티포트 DAB컨버터는 3개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 2차측 인덕터($L_4$)를 ESS 포트 인덕터로 결정 함으로써, 입력 포트에 폴트가 발생하는 Islanding Mode 동작 시, 상기 결정된 ESS 포트 인덕터를 통해 ESS로부터 전력을 공급받는 나머지 부하 포트로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

[0126] 상기 입력 포트는, Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합 할 수 있다. 즉, Buck-Boost 컨버터는 멀티포트 DAB컨버터의 입력 포트에서, 1차측 인덕터($L_1$)와 연속적으로 결합되어 배치될 수 있다.

[0127] 여기서, Cascading은 전원과 가장 가까운 개폐기에서 일어날 수 있는 단락전류와 같거나 그보다 큰 전류 차단용량을 가지고 있고, 전원으로부터 멀어짐에 따라 정격 차단 용량이 작은 개폐기를 사용하도록 한 개폐장치의 배치방법일 수 있다.

[0128] Buck-Boost 컨버터는, 2개의 상단 스위치(Q1, S1)와, 2개의 하단 스위치(Q2, S2)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0129] 멀티포트 DAB컨버터의 상기 입력 포트는, 2개의 상단 스위치(S1, S3)와 2개의 하단 스위치(S2, S4)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0130] 스위치 S1, S2는, Buck-Boost 컨버터와, 멀티포트 DAB컨버터에서 공동으로 사용될 수 있다.

[0131] 이들 스위치들(S1~S4, Q1, Q2)은 멀티포트 DAB컨버터의 mode 전환에 따라, 규정된 On/Off 동작을 하여, 부하 포트로의 전력 공급을 지원할 수 있다.

[0132] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)에서, 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터($L_n$)에 대해 릴레이 회로를 병렬로 결합된다(1320).

[0133] 릴레이 회로는 ESS 포트 인덕터로 결정되는 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 선택적으로 On/Off 스위칭 할 수 있다.

[0134] 릴레이 회로는, Islanding Mode의 경우, ESS 포트 인덕터($L_n$)를 On 시킴으로써, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트의 2차측 인덕터로 전달되도록 할 수 있다.

[0135] 또한, 릴레이 회로는, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하지 않는 Grid Connected Mode의 경우, 상기 ESS 포트

인덕터($L_n$)를 Off 시킬 수 있다.

[0136] Grid Connected Mode 일 때, 멀티포트 DAB컨버터는, 스위치 Q1, S1, S4와 스위치 Q2, S2, S4각각을 On/Off로 동작할 수 있다.

[0137] 릴레이 회로는, Off 됨으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지할 수 있다.

[0138] 전력 동조화 현상은 멀티포트 DAB컨버터가 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되고 있어, 권선 간 커플링 현상으로 인해 의도하지 않은 전력을 발생시켜 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 현상을 지칭할 수 있다.

[0139] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터는 멀티포트 DAB컨버터 내 스위치들의 선택적인 On/Off 동작과, 릴레이 회로의 Off 동작을 통해, Grid Connected Mode 시의 전력 동조화 현상을 억제 할 수 있다.

[0140] 또한, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때, 멀티포트 DAB컨버터는, 스위치 Q2, S4를 On으로 동작하고, 스위치 Q1, S1, S2, S3를 Off로 동작할 수 있다.

[0141] 릴레이 회로는, On 되어, 상기 ESS 포트의 인덕터($L_n$)를 ESS 부하 포트로 정함으로써, 상기 ESS 포트 인덕터($L_n$)에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트로 전달되도록 할 수 있다.

[0142] 통합형 멀티포트 DAB 컨버터(300)는 멀티포트 DAB컨버터 내 스위치들의 선택적인 On/Off 동작과, 릴레이 회로의 On 동작을 통해, Islanding Mode 시 EES 포트 인덕터로부터, 이전에 생산되어 저장했던 전력을 공급해 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0143] 또한, 멀티포트 DAB컨버터는, Buck-Boost 컨버터의 듀티비(d1,d2)를 조절하여 전압이득 (n2/n1)*(d1/(1-d2)를 계산할 수 있다. 상기 n2/n1는 입력 포트와 부하 포트와의 권선비일 수 있다.

[0144] 즉, 멀티포트 DAB컨버터는, 입력 포트에 결합되는 Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 전력 공급 상황에 따라 조절함으로써, 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성할 수 있다.

[0145] 본 발명의 일실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고 넓은 전압 이득 범위를 가지며 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터, 및 DAB 컨버터 운영 방법을 제공 할 수 있다.

[0146] 또한, 본 발명에 의해서는, 릴레이 회로의 On/Off와 Buck-Boost 컨버터의 케스케이드 연결에 의한 조합을 통해, Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.

[0147] 또한, 본 발명에 의해서는, Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로를 통합한 QAB 컨버터를 구현하여, 폴트 사고시에서도 장치 보호 및 부하로 전력을 일정하게 공급 할 수 있다.

[0148] 또한, 본 발명에 의해서는, 입력 포트에 적용되는 Buck-Boost 컨버터의 듀티비를 조절하여 넓은 전압 범위를 갖는 DAB 멀티포트 컨버터를 달성 할 수 있다.

[0149] 실시예에 따른 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 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 코드 뿐만 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.

[0150] 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(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0151] 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 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 비동조화 현상이 적용된 Buck-Boost 컨버터와 릴레이 회로와의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 운영 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0152] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

## 부호의 설명

[0153] 100 : 통합형 멀티포트 DAB 컨버터

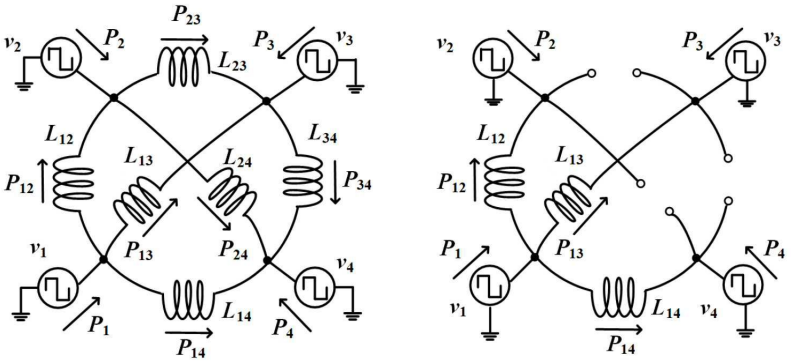
110 : 멀티포트 DAB컨버터

120 : 제1 릴레이 회로

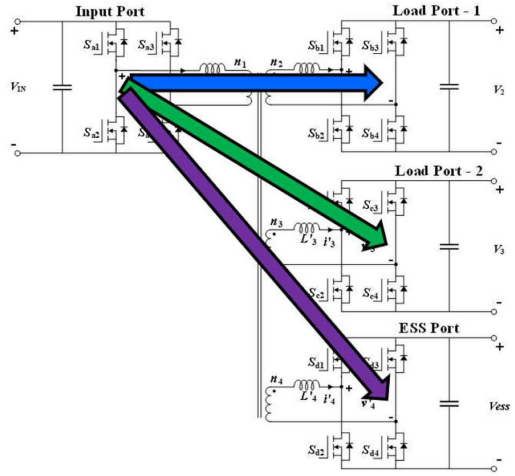
130 : 제2 릴레이 회로

## 도면

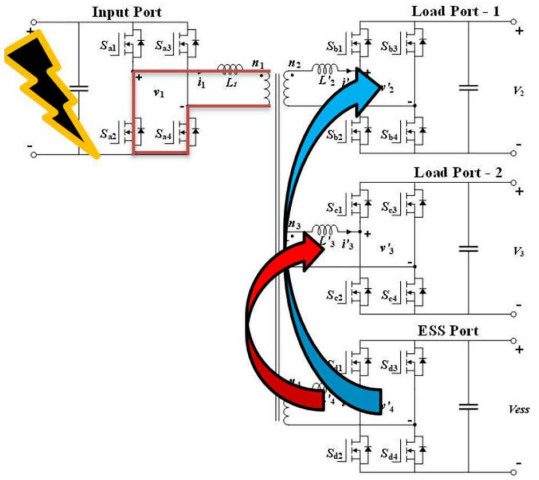
### 도면1



도면2


Input Port
Load Port - 1
Load Port - 2
ESS Port
$V_{IN}$
$V_2$
$V_3$
Vess

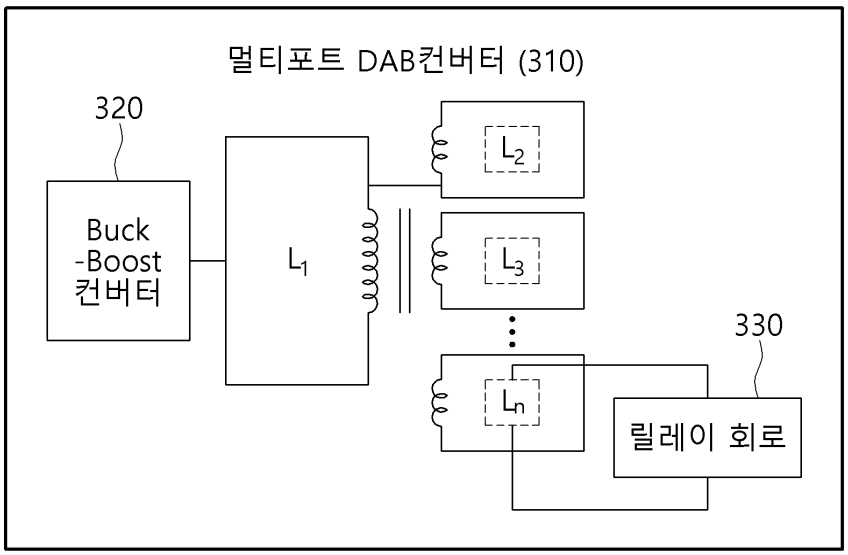
(a)


Input Port
Load Port - 1
Load Port - 2
ESS Port
$V_2$
$V_3$
Vess

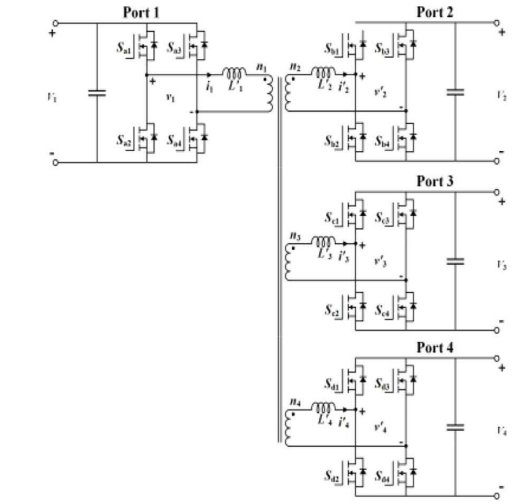
(b)

도면3

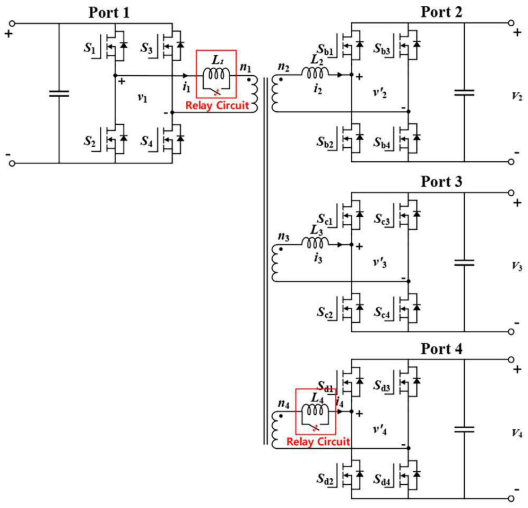
<통합형 멀티포트 DAB 컨버터 (300)>



도면4

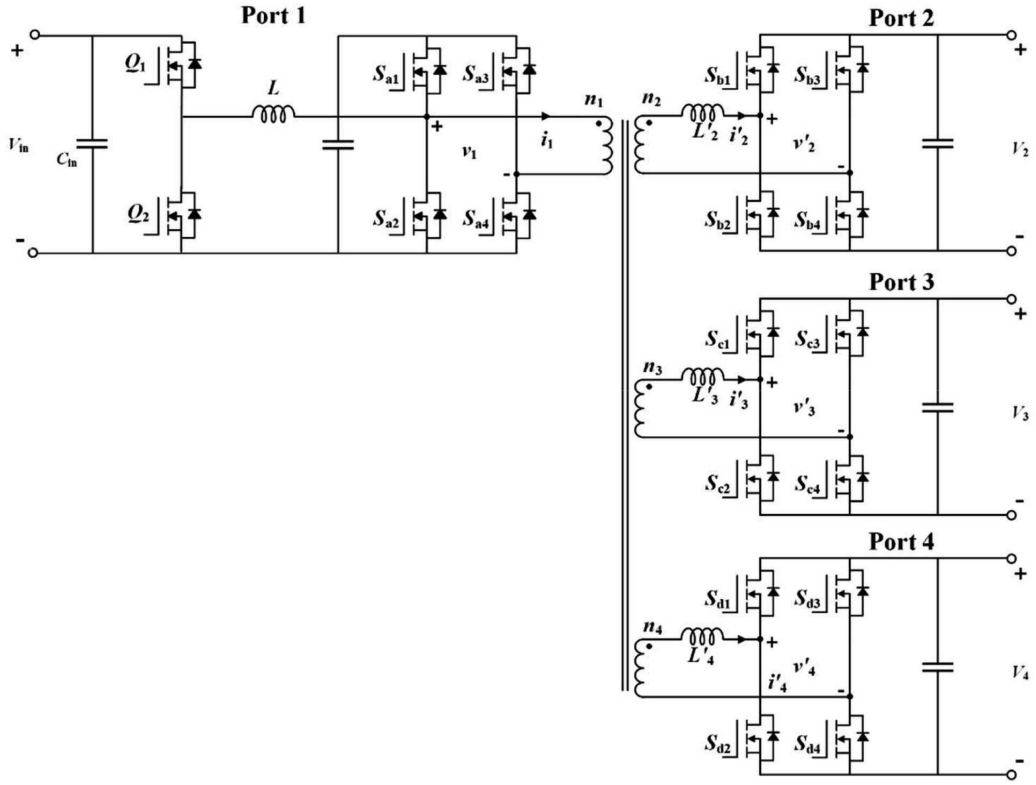

Port 1
Port 2
Port 3
Port 4

(a)

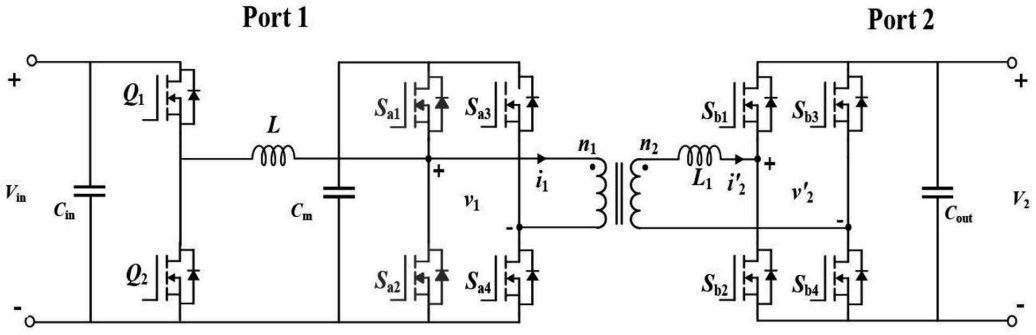

Port 1
Port 2
Port 3
Port 4
Relay Circuit
Relay Circuit

(b)

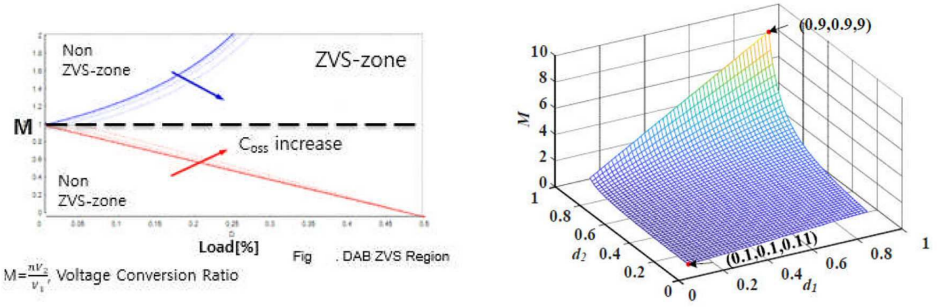
도면5




도면6

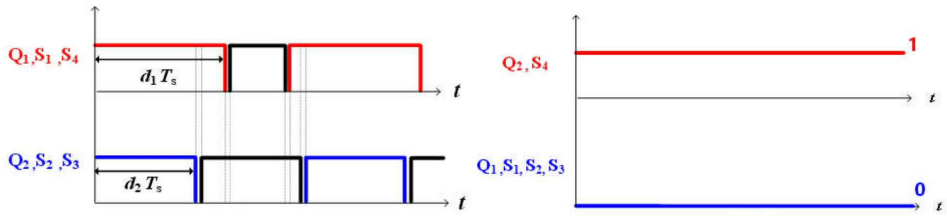



도면7



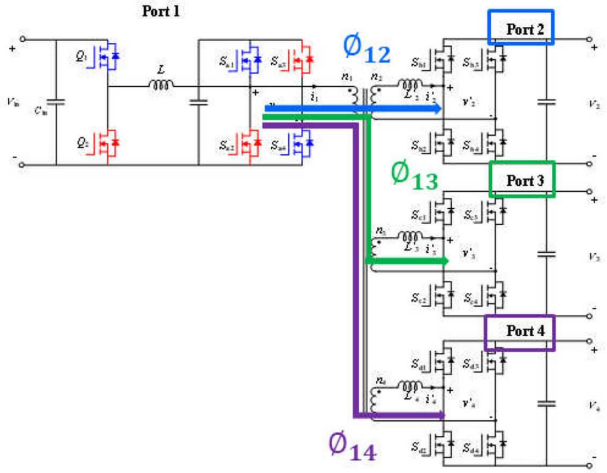

(a) (b)

도면8

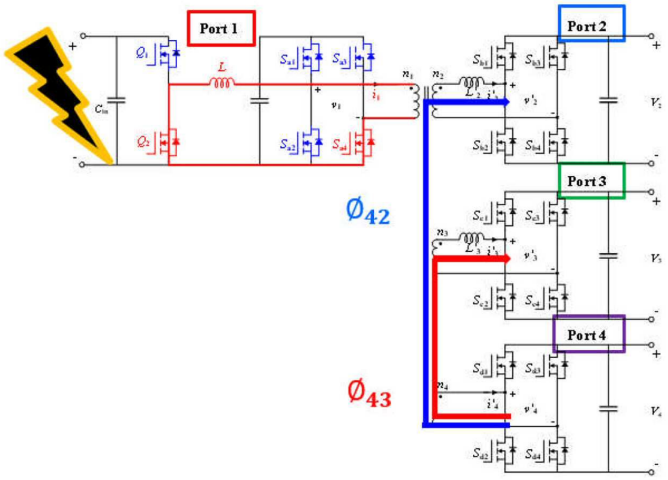

Q1,S1 ,S4
d1 Ts
t
Q2,S2 ,S3
d2 Ts
t
Q2 , S4
1
t
Q1 ,S1, S2, S3
0
t

(a) (b)

도면9

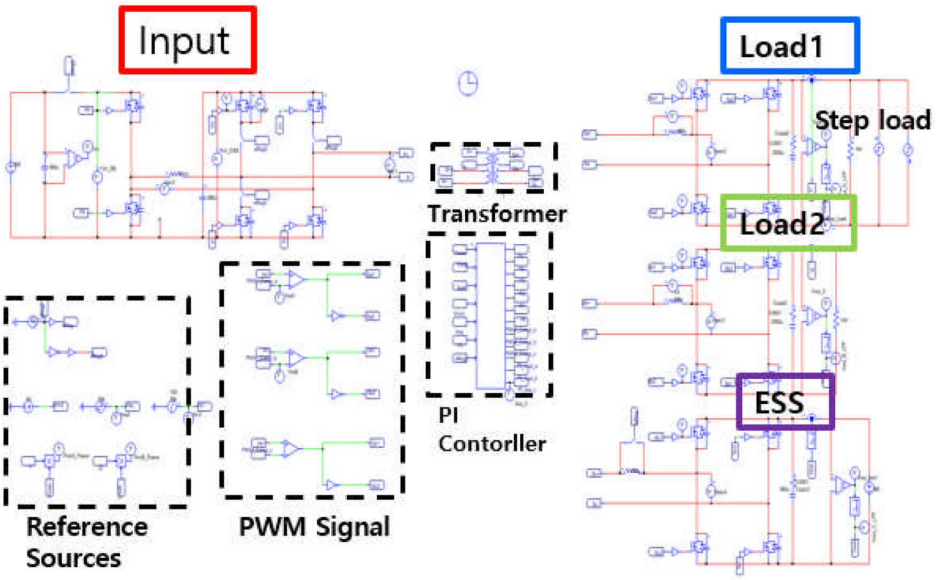

Port 1
Port 2
Port 3
Port 4
Ø12
Ø13
Ø14

(a)

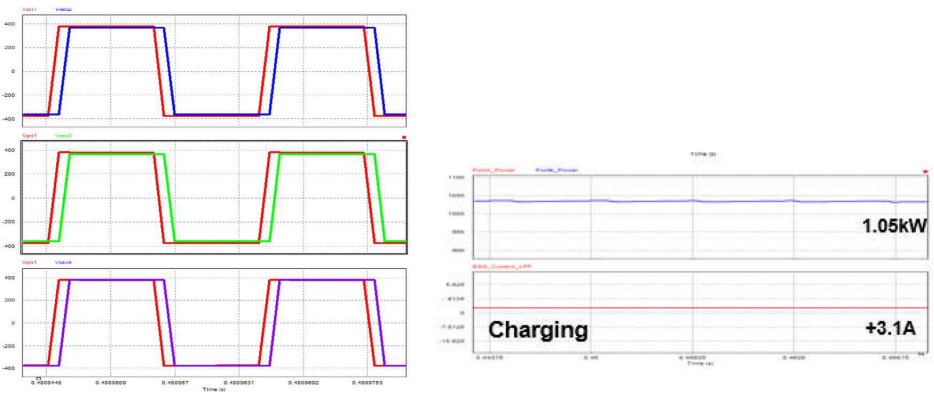

Port 1
Port 2
Port 3
Port 4
Ø42
Ø43

(b)

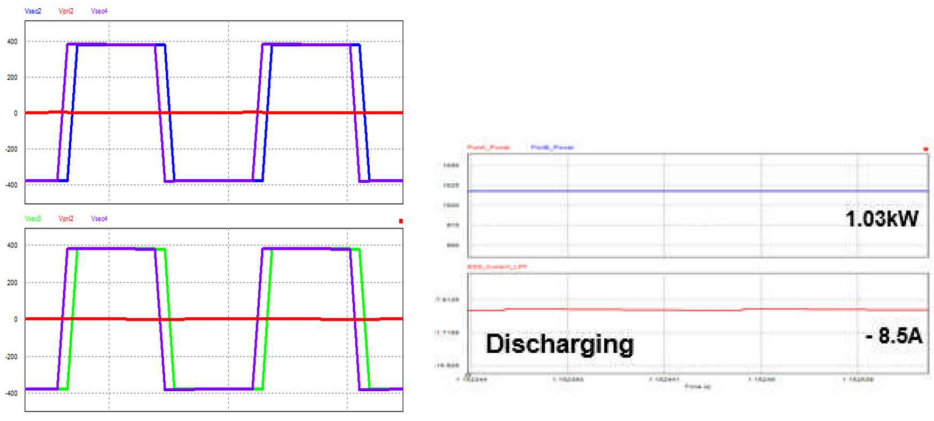
도면10


Input
Load1
Step load
Transformer
Load2
ESS
PI
Contorller
Reference
Sources
PWM Signal

도면11

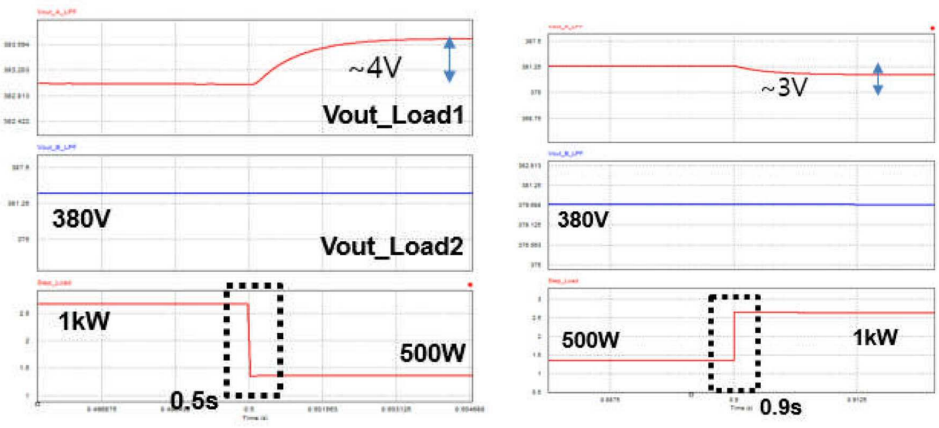

1.05kW
Charging
+3.1A

(a)


1.03kW
Discharging
- 8.5A

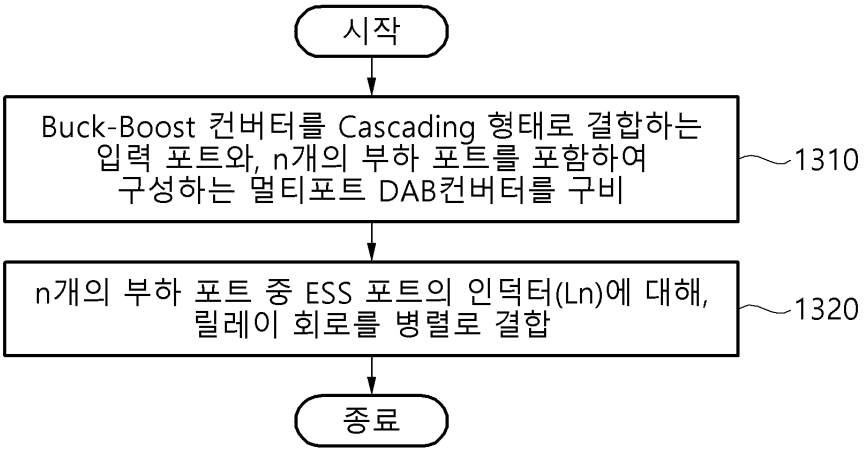
(b)

도면12


~4V
Vout_Load1
380V
Vout_Load2
1kW
500W
0.5s
~3V
380V
500W
1kW
0.9s

(a) (b)

도면13


시작
Buck-Boost 컨버터를 Cascading 형태로 결합하는 입력 포트와, n개의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 구비
1310
n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터(Ln)에 대해, 릴레이 회로를 병렬로 결합
1320
종료