



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월18일  
(11) 등록번호 10-1319989  
(24) 등록일자 2013년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05F 1/66 (2006.01) G05F 1/565 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0043393  
(22) 출원일자 2012년04월25일  
심사청구일자 2012년04월25일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP20011103753 A  
JP2003158871 A  
JP2004248389 A  
US20120019073 A1

(73) 특허권자  
한국에너지기술연구원  
대전 유성구 장동 71-2  
(72) 발명자  
채수용  
대전광역시 유성구 하기동 송림마을 302-1806  
송유진  
대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 209동 1208호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
송해모, 김은구

전체 청구항 수 : 총 15 항

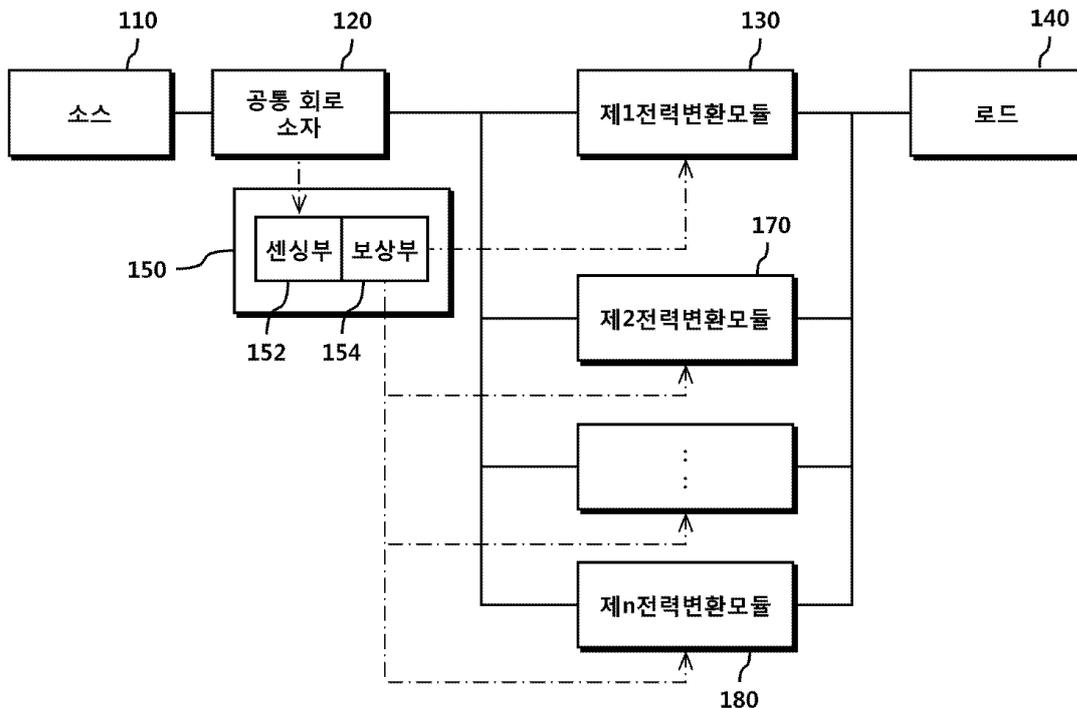
심사관 : 김재호

(54) 발명의 명칭 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치 및 방법과, 전력량 불균형 분석 장치 및 방법

**(57) 요약**

본 발명은 전력변환모듈을 제어하거나 이를 분석하는 장치에 관한 기술이다. 더욱 상세하게는 복수의 전력변환모듈이 처리하는 전력량의 불균형을 개선하는 기술에 관한 것이다. 이에 대해 본 발명에서는 각각의 모듈에 개별적으로 설치되어 있는 전류 혹은 전압 센서들을 통해 획득한 정보가 아닌 다수의 모듈이 공유하고 있는 입력단 혹은 출력단에 설치된 공통 회로 소자를 통해 각각의 모듈에서 처리하고 있는 전력량의 상대적인 양을 파악하고 이렇게 파악된 상대적인 양을 통해 각각의 모듈의 제어값을 보상하거나 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 출력한다.

**대표도**



(72) 발명자

**박석인**

대전광역시 서구 둔산동 한마루아파트 108-103

**정학근**

대전광역시 서구 갈마동 355-4 영풍빌라타운 가동  
203호

**한수빈**

대전광역시 유성구 반석동 반석마을5단지 501-402

**오세승**

서울특별시 서대문구 연희동 105-17 201호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치에 있어서,

상기 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 센싱부; 및

상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하고, 상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 보상부를 포함하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압에 대해 일정 주기 내의 특정 시간 영역에 해당되는 전류 또는 전압을 상기 복수의 전력변환모듈 중 특정 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 값으로 분석하여 상기 불균형 정도를 파악하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 전력변환모듈의 개수가  $n$ ( $n$ 은 2 이상의 자연수)개일 경우, 상기 센싱부에서, 상기 일정 주기 내의 특정 시간 영역에 해당되는 전류 또는 전압을  $n$  주기에 한 번씩 측정하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 복수의 피크(peak) 값을 가지고 있고, 상기 보상부에서, 상기 복수의 피크 값을 분석하여 상기 불균형 정도를 파악하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 센싱부에서 상기 공통 회로 소자는 캐패시터이며, 상기 캐패시터의 입출력 전류 또는 캐패시터 리플 전압을 상기 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압으로서 측정하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 전류 제어 레퍼런스(reference) 값, 전압 제어 레퍼런스 값, 또는 펄스폭변조(PWM) 듀티(duty) 값을 변경함으로써 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 파악된 불균형 정도가 작아지도록 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 측정된 전류 또는 전압을 상기 복수의 전력변환모듈 각각에 대응되는 값으로 구분하여 분석하고, 상기 구분하여 분석된 전류 또는 전압값들의 분산 또는 편차를 상기 불균형 정도로서 파악하고, 상기 파악된 불균형 정도가 작아지도록 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 파악된 불균형 정도가 작아지도록 상기 복수의 전력변환모듈 중 제1전력변환모듈의 제어값을 보상 처리되되, 상기 제1전력변환모듈의 제어값에 대한 보상 처리를 통해 상기 불균형 정도가 작아지지 않거나 미리 설정된 값 이하에서 상기 불균형 정도 값이 변동되는 것으로 판단되는 경우, 상기 복수의 전력변환모듈 중 제2전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 보상부에서, 상기 측정된 전류 또는 전압을 상기 복수의 전력변환모듈 각각에 대응되는 값으로 구분하여 분석하고, 상기 구분하여 분석된 전류 또는 전압값들의 차이를 상기 불균형 정도로서 파악하고, 상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 제1전력변환모듈에 대응되는 전류 또는 전압값이 제2전력변환모듈에 대응되는 전류 또는 전압값과 같거나 소정의 범위 내에 위치하도록 상기 제1전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 복수의 전력변환모듈이 벡(buck) 방식으로 전력을 처리하는 경우, 상기 공통 회로 소자를 입력단에 설치하여 공유하고, 상기 복수의 전력변환모듈이 부스트(boost) 방식으로 전력을 처리하는 경우, 상기 공통 회로 소자를 출력단에 설치하여 공유하는 것을 특징으로 하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치.

**청구항 12**

장치가 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법에 있어서,

상기 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 단계;

상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 단계; 및

상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 단계를 포함하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법.

**청구항 13**

입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 전력량 불균형 분석 장치에 있어서,

상기 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 센싱부;

상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 분석부; 및

상기 파악된 불균형 정도에 대한 정보를 출력하는 출력부를 포함하는 전력량 불균형 분석 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상하는 전기신호를 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈로 송신하여 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 보상부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력량 불균형 분석장치.

**청구항 15**

장치가 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 전력량 불균형 분석 방법에 있어서,

상기 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 단계;

상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 단계; 및

상기 파악된 불균형 정도에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함하는 전력량 불균형 분석방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 전력변환모듈을 제어하거나 이를 분석하는 장치에 관한 기술이다. 더욱 상세하게는 복수의 전력변환모듈이 처리하는 전력량의 불균형을 개선하는 기술에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전력변환장치의 표준화에 대한 요구에 따라 하나의 전력변환장치로 모든 전력을 변환 처리하지 않고, 여러 개의 전력변환모듈을 병렬로 사용하여 원하는 만큼의 전력에 대해 변환 처리를 하는 모듈 복합형 전력변환장치들이 다수 개발되고 있다. 물론, 여러 개의 전력변환모듈을 병렬로 연결하여 필요한 전력에 대해 변환 처리를 하는 것이 단지 표준화에 대한 요구 때문만은 아니다. 전력변환이 필요한 부분에서 최적의 설계를 하기 위해, 혹은 이용 가능한 부품들의 제한으로 이러한 모듈 복합형으로 다수의 전력변환모듈을 사용하게 되는 경우도 많다.

[0003] 이러한 모듈 복합형 전력변환장치의 문제 중에 하나는 이를 구성하고 있는 여러 개의 모듈이 모두 동일한 수명을 보장하기 어렵다는 것이다. 어느 하나의 모듈에 장착된 부품에만 문제가 있어 해당 모듈이 고장날 수도 있으며, 어느 하나의 모듈에 과부하 등의 문제가 발생하여 해당 모듈만 고장날 수도 있다. 이러한 경우, 나머지 모듈만으로 일정 정도의 전력 변환을 처리할 수 있으나, 특수한 경우에 있어서는 필요한 만큼의 전력 변환을 처리하지 못해 전체 모듈이 모두 쓸모가 없게 되는 경우도 발생하게 된다.

[0004] 모듈 복합형 전력변환장치에서 어느 하나의 모듈이 먼저 고장나게 되는 가장 큰 원인은 각각의 모듈에서 처리하는 전력량에 서로 차이가 나게 되어 어느 한 모듈만 많이 사용되기 때문에 발생한다. A, B 두 개의 모듈이 같은 전력량을 처리하도록 설계되었으나, 어떠한 이유로 A 모듈이 더 많은 전력을 처리하게 되었다면, 상대적으로 A의 부품은 B 보다 더 쉽게 에이징(Aging, 수명 소모) 되고, A가 먼저 고장나게 되는 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 이렇게 전력변환장치를 구성하는 다수의 모듈 간에 서로 처리하는 전력량에 차이가 발생하는 것을 방지하거나 다수의 모듈 간에 서로 처리하는 전력량의 차이를 정확하게 분석하고자 한다. 또한, 각각의 모듈에 개별적으로 설치되어 있는 전류 혹은 전압 센서들의 특성 차이로 인해 이러한 센서들을 통해 전술한 모듈 간 처리 전력량 차이를 근본적으로 해결하지 못했던 문제를 해결하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 발명에서는 각각의 모듈에 개별적으로 설치되어 있는 전류 혹은 전압 센서들을 통해 획득한 정보가 아닌 다수의 모듈이 공유하고 있는 입력단 혹은 출력단에 설치된 공통 회로 소자를 통해 각각의 모듈에서 처리하고 있는 전력량의 상대적인 양을 파악하고 이렇게 파악된 상대적인 양을 통해 각각의 모듈의 제어값을 보상하거나 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 출력한다.
- [0007] 이를 위해 본 발명의 일 측면은, 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치에 있어서, 상기 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 센싱부; 및 상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하고, 상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 보상부를 포함하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치를 제공한다.
- [0008] 다른 측면에서, 본 발명은, 장치가 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법에 있어서, 상기 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 단계; 상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 단계; 및 상기 파악된 불균형 정도에 따라 상기 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 단계를 포함하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법을 제공한다.
- [0009] 또 다른 측면에서, 본 발명은, 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 전력량 불균형 분석 장치에 있어서, 상기 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 센싱부; 상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 분석부; 및 상기 파악된 불균형 정도에 대한 정보를 출력하는 출력부를 포함하는 전력량 불균형 분석 장치를 제공한다.
- [0010] 또 다른 측면에서, 본 발명은, 장치가 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 전력량 불균형 분석 방법에 있어서, 상기 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압-상기 전류 또는 전압은 상기 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동됨-을 측정하는 단계; 상기 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 상기 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 단계; 및 상기 파악된 불균형 정도에 대한 정보를 출력하는 단계를 포함하는 전력량 불균형 분석방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0011] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 각각의 전력변환모듈에서 공유하는 공통 회로 소자를 통해 각각의 모듈에서 처리하고 있는 전력량의 상대적인 양을 비교하고 그 차이를 확인할 수 있게 되어 개별 모듈에 설치된 센서를 통해 획득한 정보들 보다 각각의 모듈에서 처리하는 전력량의 불균형 정도를 정확하게 파악할 수 있고, 이를 이용하여 각각의 모듈에서 발생하는 처리 전력량의 불균형을 보상하거나 이러한 불균형 정도를 관리자가 쉽게 확인할 수 있게 한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 장치를 포함하는 전력변환시스템의 구조도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치를 포함하는 전력변환시스템의 일 예시 회로도이다.
- 도 3은 제1전력변환모듈과 제2전력변환모듈에서 처리하는 전력량이 균형을 이루었을 때의 주요 전류 파형과 스위칭 타이밍도이다.
- 도 4는 제1전력변환모듈과 제2전력변환모듈에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때의 주요 전류 파형에 대한 도면이다.
- 도 5는 공통 회로 소자로서 캐패시터를 이용하는 경우의 캐패시터에 대한 입출력 전류 및 전압을 표현한 회로도이다.

도 6은 제1전력변환모듈과 제2전력변환모듈에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때, 입력 캐패시터의 입출력 전류와 주요 전류 파형에 대한 도면이다.

도 7은 제1전력변환모듈과 제2전력변환모듈에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때, 입력 캐패시터의 리플 전압과 주요 전류 파형에 대한 도면이다.

도 8은 입력 캐패시터의 리플 전압을 이용하여 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 과정에 대한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치가 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법에 대한 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력량 불균형 분석 장치를 포함하는 전력변환시스템의 구조도이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력량 불균형 분석 장치가 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 방법에 대한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0014] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)를 포함하는 전력변환시스템의 구조도이다. 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 대해 설명한다. 또한, 보다 구체적인 예를 설명하기 위해 도 2를 참조한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치를 포함하는 전력변환시스템의 일 예시 회로도이다. 도 2는 도 1의 전력변환시스템에서 전력변환모듈이 두 개로 되어 있고, 개별 전력변환모듈은 동기형 벡(buck) 컨버터 형태를 나타내고 있다. 이외에 도 1에 도시된 다른 구조 블록에 대해서도 도 2에서는 그 구체적인 회로 예를 도시하고 있다. 도 2는 도 1에 대한 일 예시 회로도에 불과하며, 이해를 돕기 위해 간략화된 형태임으로 도 1을 도 2로 제한하여 해석해서는 안 되며, 또한 본 발명을 도 1 또는 도 2에 도시된 실시예로서 제한하여 해석해서는 안 된다.

[0016] 도 1을 참조하면, 전력변환시스템은 소스(110), 공통 회로 소자(120), 제1전력변환모듈(130), 제2전력변환모듈(170), 제n전력변환모듈(180), 로드(140), 장치(150) 등을 포함하고 있다. 또한, 장치(150)는 센싱부(152), 보상부(154) 등을 포함할 수 있다.

[0017] 소스(110)는 에너지를 공급하는 장치로서, 전류 소스일 수 있으며, 또는 전압 소스일 수 있다. 또는 슈퍼 캐패시터처럼 에너지가 사용됨에 따라 전류와 전압이 변경되는 형태의 에너지 소스일 수도 있다. 도 2를 참조하면, 소스(110)는 전압 소스로 도시되고 있다.

[0018] 공통 회로 소자(120)는 제1 내지 제n의 전력변환모듈이 공유하고 있는 회로 소자로서 도 1과 같이 소스(110)와 각각의 전력변환모듈 사이에 위치하여 소스(110)로부터 공급되는 에너지가 각각의 전력변환모듈로 분배되기 전에 공통으로 흘러가는 경로에 위치할 수 있고, 또는 각각의 전력변환모듈과 로드(140) 사이에 위치하여 각각의 전력변환모듈에서 변환 처리된 전력이 합쳐져서 로드(140)로 흘러가는 경로에 위치할 수 있다. 결국, 공통 회로 소자(120)는 각각의 전력변환모듈로 흘러들어가거나 흘러나오는 에너지들이 합쳐져서 흐르는 경로에 위치한 회로 소자를 의미하게 된다.

[0019] 도 2를 참조하면, 공통 회로 소자(120)의 대표적인 예로서 입력 센싱 저항(120a, rs\_in)을 도시하고 있다. 저항은 통상 전력이 통과하는 경로에 배치하지 않으나, 도시된 입력 센싱 저항(120a, rs\_in)과 같이 이 경로로 통과하는 전류의 양을 측정하기 위한 센서로서 배치되는 경우도 있다. 도 2에 도시된 출력 캐패시터(120b, Co) 또한 공통 회로 소자의 한 예이다. 다만, 도시된 출력 캐패시터(120b, Co)는 입력 센싱 저항(120a, rs\_in)과 달리 출력단에 배치된 것이 특징이다. 출력 캐패시터(120b, Co)는 각각의 전력변환모듈에서 변환 처리된 전력이 로드(140)로 전달되기 전에 전달되는 전력의 리플(ripple, 변동폭)을 줄이기 위해 설치되는 것으로 이러한 리플 감

소 기능 뿐만 아니라 본 발명에서는 각각의 전력변환모듈에서 변환 처리된 전력이 전술한 출력 캐패시터(120b, Co)를 통과하면서 형성하는 전류 혹은 전압의 센서로서의 기능도 할 수 있다. 도 2에는 도시되지 않았으나, 출력 센싱 저항, 입력 캐패시터, 또는 입출력 인덕터 등도 입력 센싱 저항(120a, rs\_in)과 출력 캐패시터(120b, Co)와 같이 각각의 전력변환모듈로 흘러들어가거나 흘러나오는 에너지들이 합쳐져서 흐르는 경로에 위치하여 본 발명의 공통 회로 소자(120)와 동일한 기능을 수행할 수 있다. 도 5를 참조하면서, 입력 캐패시터를 공통 회로 소자(120)로서 사용하는 예에 대해 추가적으로 후술한다.

[0020] 제1전력변환모듈(130) 내지 제n전력변환모듈(180)은 각 전력변환모듈로 들어오는 에너지를 로드(140)가 원하는 형태로 변환하는 장치로서 DC-DC 컨버터가 대표적인 예이다. 예를 들어, 소스(110)가 42V 배터리이고, 로드(140)가 6V 전원을 사용하는 오디오 장치일 경우, 소스(110)와 로드(140) 사이에 전압이 맞지 않아 바로 연결할 수 없고, 전력변환모듈을 사용하여 42V를 6V로 낮추어서 공급해야 한다. 이러한 예 이외에도, 소스(110)가 연료 전지에 의한 발전 에너지이고 로드(140)가 배터리일 경우 마찬가지로 연료전지에서 발전되는 전압과 배터리의 전압이 다르기 때문에 에너지의 전압을 변경하는 전력변환모듈이 필요하며, 전류 소스를 전압 소스로 변경하거나 그 역으로 전압 소스를 전류 소스로 변경하거나, 불안정한 소스원에서 안정적인 전압을 공급하기 위해 전력 변환모듈을 사용하게 된다.

[0021] 전력변환모듈은 선형 레귤레이터와 같이 전력을 스위칭할 수 있는 파워 반도체를 사용하지 않는 경우도 있으나 대용량 전력변환모듈의 경우에는 파워 반도체를 내부에 설치하고 이를 ON/OFF 함으로써 전력을 변환하고 있다. 이렇게 파워 반도체를 이용하여 전력을 차핑(chopping)함으로써 원하는 전력을 만들어 내는 기술을 전력전자기술이라고 하며, 이러한 전력전자기술은 이미 많이 성숙하여 통상의 기술자가 쉽게 그 내용을 파악할 수 있다.

[0022] 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)에 대해 설명하기 전에 장치(150)가 없이 구동되는 전력변환시스템의 작동 방식에 대해 도 2를 참조하여 먼저 설명한다.

[0023] 도 2를 참조하면, 제1전력변환모듈(130)은 제1-1스위치(SW1\_1), 제1-2스위치(SW1\_2), 제1인덕터(L1), 제1센싱저항(rs1), 콘트롤러1 등을 포함하고 있다. 또한, 제2전력변환모듈(170)은 제2-1스위치(SW2\_1), 제2-2스위치(SW2\_2), 제2인덕터(L2), 제2센싱저항(rs2), 콘트롤러2 등을 포함하고 있다. 제1전력변환모듈(130)과 제2전력변환모듈(170)은 입력단과 출력단을 공유하고 있어 사실상 동일한 전력변환기능을 분담해서 수행하게 된다. 하지만, 제1전력변환모듈(130)과 제2전력변환모듈(170)은 서로 독립된 모듈로서 콘트롤러를 각각 보유하고 있다. 이러한 구성으로 되어 있는 전력변환시스템의 작동에 대해 아래에서 좀더 상세하게 살펴본다.

[0024] 각각의 전력변환모듈은 변환 처리되는 전류 혹은 전압을 제어하기 위해 레퍼런스 값을 가지고 있으며, 이를 측정된 실제 값과 비교하여 실제 값이 레퍼런스 보다 작으면 변환 처리되는 전력량을 증가시키고, 측정된 실제 값이 레퍼런스 보다 크면 변환 처리되는 전력량을 감소시키는 방법으로 제어를 수행한다. 또한, 각각의 전력변환모듈은 처리하는 전력량을 동일하게 하기 위해 각각의 모듈에서 가지고 있는 레퍼런스 값을 동일한 것으로 한다. 예를 들어, 제1전력변환모듈(130)과 제2전력변환모듈(170)이 모두 전류 제어를 하는 경우, 전류 제어를 위한 전류 레퍼런스 값을 동일한 것(예, 1A)으로 갖는다. 이러한 전류 레퍼런스는 제1전력변환모듈(130)과 제2전력변환모듈(170)의 상위단에서 각각의 전력변환모듈을 제어하는 상위 제어기가 있고, 이 상위 제어기에 의해 그 값이 정해질 수도 있고, 개별 전력변환모듈 각각에 고정된 값으로 저장되어 있을 수도 있다.

[0025] 이렇게 각각의 전력변환모듈은 동일한 레퍼런스 값을 이용하기 때문에 이론적으로 동일한 전력량을 변환 처리해야 한다. 하지만 실제로는 각각의 전력변환모듈이 처리하는 전력량에 있어서 차이가 나타난다. 그 이유는 여러 가지가 있을 수 있으나, 주로 센싱 저항의 차이에서 발생한다. 레퍼런스 값은 동일한 것으로 할 수 있지만, 센싱 저항의 값까지 동일한 것으로 할 수는 없다. 예를 들어, 제1센싱저항(rs1)과 제2센싱저항(rs2)는 실제 동일한 저항값을 나타낼 수 없다. 이러한 이유로 두 저항을 통해 센싱된 값이 동일하게 1A라고 계산되어도 실제로 각각의 저항에 흐르는 전류의 양이 1A로 동일하다고 단정할 수 없다. 고정밀의 0.1% 저항을 센싱저항으로 사용한다고 하더라도 두 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에는 최대 0.1% 가량의 오차가 발생할 수 있다. 근본적으로 각각의 모듈 내에 존재하는 회로 소자를 통해 센싱된 값을 활용하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 균형을 맞춘다는 것에는 일정 정도 한계가 있다.

[0026] 다시 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)를 포함하는 전력변환시스템에 대해 설명한다. 전술한 문제가 발생하는 이유는 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 균형을 맞추기 위해 각각의 모듈에 설치된 센싱 저항을 사용하기 때문에 발생하게 된다. 이러한 문제를 개선하기 위해서는 각각의 모듈에 설치된 센싱 저항을 사용하는 것이 아닌 각각의 전력변환모듈이 공통으로 사용하는 회로 소자(센싱 저항 등)를 사용하여 각각의 모듈에서 처리되는 전력량의 균형 정도를 파악해야 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)는 이렇게 공통 회로

소자(120)를 사용하여 각각의 모듈에서 처리되는 전력량의 균형/불균형 정도를 파악하기 때문에 전술한 문제를 극복하게 되는 것이다.

[0027] 공통 회로 소자(120)를 이용하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량을 비교하는 방법에 대해 구체적으로 살펴본다. 도 3은 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170)에서 처리하는 전력량이 균형을 이루었을 때의 주요 전류 파형과 스위칭 타이밍도이다. 제1전력변환모듈(140)의 제1인덕터 전류( $iL1$ )은 제1-1스위치와 제1-2스위치의 ON/OFF 형태에 따라 그 파형을 결정짓게 되고, 제2전력변환모듈(170)의 제2인덕터 전류( $iL2$ ) 역시 제2-1스위치 및 제2-2스위치의 ON/OFF 형태에 따라 그 파형을 결정짓게 된다. 이러한 제1인덕터 전류( $iL1$ )와 제2인덕터 전류( $iL2$ )의 일부 합에 따라 입력 전류( $iin$ )의 파형이 또한 결정된다. 여기서 일부 합이라고 하는 것은 입력 전류( $iin$ )의 모양을 결정함에 있어서, 벡(buck) 형태의 컨버팅 방식에서는 상단 스위치(여기서는 제1-1스위치 및 제2-1스위치)가 OFF 되어 있을 때는 인덕터 전류가 입력 전류의 파형에 기여하지 못한다는 것을 의미한다. 도 3을 참조하면, T1과 T3에서 입력 전류( $iin$ )는 제1인덕터 전류( $iL1$ )과 제2인덕터 전류( $iL2$ )가 합쳐진 형태이고, T2에서 입력 전류( $iin$ )는 제1인덕터 전류( $iL1$ )와 동일하며, T4에서 입력 전류( $iin$ )는 제2인덕터 전류( $iL2$ )와 동일하다.

[0028] 이러한 원리에 따르면, 입력 전류( $iin$ )의 파형을 일정 주기 안에서 시간 영역으로 구분하여 관찰하면 각각의 전력변환모듈에서 처리되고 있는 전류량을 확인할 수 있다는 것을 알 수 있다. 출력 전압이 동일할 때, 처리되는 전류량이 전력량을 대표하는 값이므로 결국, 입력 전류( $iin$ )의 파형을 파악하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량과 대응하여 변동되는 값을 구분하여 분석할 수 있게 된다. 입력 전류( $iin$ )의 파형은 다시 공통 회로 소자로 사용되고 있는 입력 센싱 저항(120a,  $rs\_in$ )을 통해 파악할 수 있으므로, 공통 회로 소자에 형성되는 전류를 센싱하고 이를 분석하여 각각의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악할 수 있게 되는 것이다.

[0029] 도 4를 참조하여, 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 불균형이 있을 때의 주요 전류 파형과 공통 회로 소자(120)를 통해 불균형 정도를 파악하는 과정에 대해 좀더 자세하게 살펴 본다.

[0030] 도 4는 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170)에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때의 주요 전류 파형에 대한 도면이다. 도 4를 참조하면, 제1인덕터 전류( $iL1$ )이 전체적으로 제2인덕터 전류( $iL2$ )보다 낮게 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 현상을 입력 전류( $iin$ )의 파형을 통해서도 확인할 수 있는데, T2의 시간 영역에서 제1인덕터 전류( $iL1$ )에 따라 변동되는 입력 전류( $iin$ )를 확인할 수 있으며, T4의 시간 영역에서 제2인덕터 전류( $iL2$ )에 따라 변동되는 입력 전류( $iin$ )를 확인할 수 있다. T2와 T4의 입력 전류( $iin$ ) 파형을 통해 파악할 수 있는 바와 같이 제1인덕터 전류( $iL1$ )가 제2인덕터 전류( $iL2$ )보다 낮게 형성되고 있다. 컨버터를 비롯한 전력변환장치는 일정 주기로 반복되는 시간에 맞추어 전력을 변환 처리하게 되는데, 이렇게 반복되는 일정 주기 내의 특정 시간 영역에 해당되는 값을 이용하여 특정 전력변환모듈의 처리 전력량의 상대적인 값을 파악할 수 있게 되는 것이다.

[0031] 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형을 파악하는 과정은 개별 전력변환모듈 각각에서의 제어 다이나믹 보다 빠를 필요가 없다. 불균형이 존재한다고 하더라도 이에 대한 개선은 장기적인 관점에서 보상되고, 개선되어도 무방한 경우가 많다. 따라서, 한 주기 내에서 각각의 전력변환모듈에 해당되는 시간 영역에 대해 모두 센싱할 필요는 없다. 도 4를 참조하면, 제1전력변환모듈(140)에서 처리되는 전력량을 가늠하기 위해 T2의 시간 영역에서 입력 전류( $iin$ )를 센싱하고, 제2전력변환모듈(170)에서 처리되는 전력량을 가늠하기 위해 T4의 시간 영역에서 입력 전류( $iin$ )를 센싱할 필요는 없다. 물론, 이렇게 한 주기 안에서 모든 전력변환모듈에 대응되는 시간 영역을 모두 센싱하면, 빠른 대응을 할 수 있지만, 이렇게 빠른 대응이 필요없는 경우에는 그렇게 할 필요가 없다. T2의 시간 영역에서 제1전력변환모듈(140)에 대응되는 값을 획득했다면, 다음 주기 내에서의 T8의 시간 영역에서 제2전력변환모듈(170)에 대응되는 값을 획득할 수도 있다. 왜냐하면, 똑같은 파형들이 반복되기 때문에 어느 주기에서 측정하여도 무방한 것이다.  $n$ 개의 전력변환모듈이 사용되는 경우,  $n$ 번의 주기에서 각각 한 번씩 센싱하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응되는 값을 구할 수도 있다. 이렇게 함으로써 센싱을 위한 샘플링 타임을 길게 가지고 갈 수 있으며, 비교적 저렴한 부품을 사용할 수도 있게 되는 것이다. 물론, 이 보다 더 느리게 센싱할 수도 있다. 매 주기가 아닌 두 번, 세 번의 주기 마다 한 번씩 각각의 전력변환모듈에 해당되는 시간 영역을 센싱할 수도 있을 것이다.

[0032] 파워 반도체를 사용하는 컨버터는 주로 파워 반도체의 스위칭 시점에 따라 어떤 피크(peak) 파형을 유지하는 경우가 많다. 도 4를 참조하더라도, T1과 T2 사이에 제2인덕터 전류( $iL2$ )는 상향의 피크(peak)를 나타내고 있으며, T3과 T4 사이에 제1인덕터 전류( $iL1$ )는 상향의 피크(peak)를 나타내고 있다. 공진형 컨버터 같은 경우

에는 스위칭 시점이 아닌 그 중간의 구간에서 피크를 나타내는 경우도 있다. 컨버터는 흐르는 에너지는 끊어 내는 차핑(chopping) 기법을 통해 전력을 변환하기 때문에 이러한 피크가 항상 나타나게 되는 것이다. 복수의 전력변환모듈을 사용하게 되는 경우, 이러한 피크는 한 주기 내에서 일정하게 유지되어야 한다. 도 3을 참조하면, 입력 전류(iin)의 상향 피크와 하향 피크 값이 한 주기에서 모두 일치하는 것을 확인할 수 있다. 하지만 도 4를 참조하면, 입력 전류(iin)의 상향 피크는 일치하고 있으나, 하향 피크 값은 한 주기에서 일치하지 않고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170)에서 처리되는 전력량의 불균형에 의해 발생하는 현상이다. 따라서, 이러한 피크 값을 추종하면 각각의 전력변환모듈에서 불균형이 발생하고 있는지를 파악할 수 있게 된다.

[0033] 공통 회로 소자(120)로서 입력 센싱 저항(rs\_in)을 이용하여, 입력 전류(iin)을 측정하고 이를 분석하여 각각의 전력변환모듈에서의 처리 전력량 불균형 정도를 파악하는 기술에 대해 전술하였다. 이 번에는 공통 회로 소자(120)로서 입력 캐패시터를 이용하여 각각의 전력변환모듈에서의 처리 전력량 불균형 정도를 파악하는 기술에 대해 설명하겠다.

[0034] 도 5는 공통 회로 소자(120)로서 캐패시터를 이용하는 경우의 캐패시터에 대한 입출력 전류 및 전압을 표현한 회로도이다. 입력 캐패시터(Cin)는 전술한 입력 센싱 저항(rs\_in)이 배치되었던 동일한 위치에 배치될 수 있다. 다만, 입력 센싱 저항(rs\_in)이 전류의 흐름과 같은 방향으로 직렬 연결된 것에 반해, 입력 캐패시터(Cin)는 입력 전압과 같은 방향으로 병렬 연결된다는 것에 차이가 있다. 소스(110)가 통상 다수의 노이즈를 포함하고 있기 때문에 입력 캐패시터(Cin)를 사용하는 것은 통상적 케이스라고 할 수 있으며, 이를 이용하여 각각의 전력변환모듈의 처리 전력량의 불균형 정도를 파악하기 때문에 별도의 회로 소자의 추가없이 손쉽게 본 발명을 구현할 수 있다는 장점이 있다.

[0035] 구체적인 작동 방식에 대해 설명하기 위해 도 6을 참조한다. 도 6은 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170)에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때, 입력 캐패시터(Cin)의 입출력 전류(ici)와 주요 전류 파형에 대한 도면이다. 도 6 (a)를 참조하면, 제2인덕터 전류(iL2)가 제1인덕터 전류(iL1)보다 더 높게 형성되고 있다. 공급 전류(idc)는 소스(110)가 공급하는 전류로서 일정하다고 가정하여도 무방하다. 입력 캐패시터(Cin)으로 입출력되는 캐패시터 입출력 전류(ici)는 공급 전류(idc)와 입력 전류(iin)의 차이에 의해 결정된다.  $ici = idc - iin$ . 따라서, 캐패시터 입출력 전류(ici)는 입력 전류(iin)과 반대되는 모양의 파형을 형성하게 된다. 왜냐하면, 전술한 바와 같이 공급 전류(idc)는 일정하기 때문이다. 이렇게 되면, 전술한 입력 전류(iin)를 센싱하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 과정과 같이 캐패시터 입출력 전류(ici)를 센싱하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악할 수 있게 된다. 도 6 (a)를 참조하면, 제2인덕터 전류(iL2)가 제1인덕터 전류(iL1) 보다 높게 형성되어 캐패시터 입출력 전류의 상향 피크 값(ici\_p1과 ici\_p2) 사이에 전류차( $\Delta ici_p$ )가 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 도 6 (b)를 참조하면, 제1인덕터 전류(iL1)가 제2인덕터 전류(iL2) 보다 높게 형성되어 캐패시터 입출력 전류의 상향 피크 값(ici\_p1과 ici\_p2) 사이에 전류차( $\Delta ici_p$ )가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 캐패시터 입출력 전류(ici)를 센싱하기 위해서는 입력 캐패시터(Cin)에 직렬로 센싱 저항을 추가하거나 전류의 흐름에 따라 변화하는 자기장을 읽어 전류를 파악하는 전류 센서를 따로 설치할 필요가 있을 것이다.

[0036] 입력 캐패시터(Cin)에 별도의 추가적인 센서 혹은 저항을 달지 않고도 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 방법이 있는데, 그것은 입력 캐패시터(Cin)의 리플 전압을 파악하는 방법이다. 입력 캐패시터(Cin)의 리플 전압은 이론적으로 입출력 전류(ici)가 적분되는 값에 따라 그 파형이 결정되게 되는데, 이렇게 형성되는 리플 전압의 파형을 이용할 수도 있다. 하지만, 컨버터와 같이 그 한 주기가 굉장히 빠르고 또한 입력 캐패시터로 용량은 크되, 비교적 저렴한 캐패시터를 사용하는 경우에 있어서는 캐패시터 기생 저항(rcin)이 크기 때문에 입출력 전류(ici)와 기생 저항(rcin)의 곱의 형태가 되어, 입출력 전류(ici)와 유사한 모양의 파형을 만드는 경우가 많다.

[0037] 도 7에 도시된 파형이 후자의 경우에 해당되는 것이다. 도 7은 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170)에서 처리하는 전력량에 차이가 있을 때, 입력 캐패시터(Cin)의 리플 전압(Vin\_r)과 주요 전류 파형에 대한 도면이다. 리플 전압(Vin\_r)이 전술한 입출력 전류(ici)와 같은 모양을 나타냄으로 입출력 전류(ici)에 적용하였던 방법을 동일하게 적용하여 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악할 수 있을 것이다. 부연 설명하면, 도 7 (a)를 참조할 때, 제2인덕터 전류(iL2)가 제1인덕터 전류(iL1) 보다 높게 형성되어 캐패시터 리플 전압(Vin\_r)의 상향 피크 값(Vin\_rp1과 Vin\_rp2) 사이에 전압차( $\Delta Vin_{rp}$ )가 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 도 7 (b)를 참조하면, 제1인덕터 전류(iL1)가 제2인덕터 전류(iL2) 보다 높게 형성되어 캐패시터 리플 전압(Vin\_r)의 상향 피크 값(Vin\_rp1과 Vin\_rp2) 사이에 전압차( $\Delta Vin_{rp}$ )가 발생하는 것을 확인할 수 있

다. 입출력 전류(ici)를 측정하는 것과 달리 별도의 부가적인 센싱 회로 소자를 설치할 필요없이 구현 가능하게 된다.

[0038] 전술한 입력 센싱 저항(rs\_in) 및 입력 캐패시터(Cin) 이외에도, 인덕터, 저항, 캐패시터 등 입력단 혹은 출력단에 설치되어 공유되는 회로 소자로서 전술한 입력 센싱 저항(rs\_in) 등과 같이 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 전류 또는 전압 값을 가지게 되는 회로 소자에 대해서는 모두 본 발명의 일 실시예에서 제시하는 방법을 적용할 수 있다.

[0039] 장치(150)의 내부 블록에 대해 설명한다. 장치(150)는 센싱부(152), 보상부(154) 등을 포함할 수 있다. 장치(150)는 입력단 또는 출력단을 공유하는 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치에 대한 것으로, 센싱부(152)는 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자(120)에 형성되는 전류 또는 전압을 측정하게 된다. 여기에서 공통 회로 소자(120)에 형성되는 전류 또는 전압은 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 특징을 가지고 있다. 보상부(154)는 이렇게 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하고, 이렇게 파악된 불균형 정도에 따라 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하게 된다.

[0040] 보상부(154)의 기능에 대해 좀더 부연 설명한다. 파워 스위치의 ON 또는 OFF 듀티(duty)를 조절하여 처리되는 전력량을 조절하는 컨버터의 경우, 보상부(154)는 보상 처리하고자 하는 일부 전력변환모듈의 펄스폭 변조(PWM)에서의 듀티(duty)를 변경함으로써, 일부 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리할 수 있다. 직접적으로 듀티를 변경할 수도 있지만 더 손쉽게는 레퍼런스(reference) 값을 조정하여 보상 처리를 할 수 있다. 예를 들어, 전류 제어를 포함하고 있는 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하고 싶을 때, 전력량을 낮추고 싶다면, 전류 제어 레퍼런스 값을 낮추면 된다. 이렇게 되면, 자연스럽게 듀티도 조절되어 전력량이 낮추어 진다. 전압 제어 레퍼런스를 사용하는 경우, 전력량을 높이고 싶다면 해당 전력변환모듈의 전압 제어 레퍼런스 값을 높여서 해당 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하고 그 결과로 해당 전력변환모듈에서 처리되는 전력량을 높일 수 있다.

[0041] 보상부(154)에서 처리 전력량의 불균형 정도를 파악하고, 이에 따라 전력변환모듈을 보상 처리하는 과정을 도 8을 참조하여, 설명한다. 도 8은 입력 캐패시터(Cin)의 리플 전압(Vin\_r)을 이용하여 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하는 과정에 대한 흐름도이다. 도 8에서 Vin\_rp1은 도 7의 T2 시간 영역에서 획득한 값으로 제1전력변환모듈(140)에서 처리되는 전력량에 대응되는 값이고, Vin\_rp2는 도 7의 T4 시간 영역에서 획득한 값으로 제2전력변환모듈(170)에서 처리되는 전력량에 대응되는 값이다. 디지털 프로세싱에서 [k]은 k번째 값을 의미한다. Vrp\_th는 쓰레스홀드 값으로 비교의 기준이 되는 값이다. Cflag는 부호를 의미하며, 양수인 경우 1, 음수인 경우 -1의 값을 가진다. iadj는 한 번에 보상하는 값의 크기를 의미하며, ir1은 제1전력변환모듈의 전류 레퍼런스 값을 의미하고, ir2는 제2전력변환모듈의 전류 레퍼런스 값을 의미한다. 또한 Δir1은 제1전력변환모듈(140)의 전류 레퍼런스에 대해 한 번에 변경하고자 하는 양이며, Δir2는 제2전력변환모듈(170)의 전류 레퍼런스에 대해 한 번에 변경하고자 하는 양이다.

[0042] 과정을 좀더 자세히 살펴보면, 먼저, 각각의 전력변환모듈에 해당되는 리플 전압의 크기를 획득하고, 이를 평균낸다. 도 8을 참조하면, 최근에 획득한 m(m은 1 이상의 자연수)개의 값을 각각 평균내고 있다. 이렇게 평균된 값들의 차이(ΔVin\_rp)를 구한다(S800). 평균된 값들의 차이(ΔVin\_rp)가 기준 값(Vrp\_th)보다 크지 않는 경우(S802에서 No), 각각의 전력변환모듈이 처리하는 전력량이 어느 정도 균형을 이루고 있다고 판단하여 제어값을 보상 처리하지 않고, 충분히 크다고 판단되는 경우(S802에서 Yes), 다음 단계로 진행한다. 다음 단계에서 먼저 ΔVin\_rp의 부호를 확인하게 되는데, 부호가 양수인 경우 제2인덕터 전류(iL2)가 더 크다는 것을 의미하며, 반대로 부호가 음수인 경우 제1인덕터 전류(iL1)이 더 크다는 것을 의미하게 된다(S804). 부호(Cflag)의 크기를 0과 비교하여 음수인지 아닌지 판단하고(S806), 음수인 경우 제1인덕터 전류의 전류 레퍼런스 크기를 변화시키기 위해 Δir1에 보상하고자 하는 양(iadj)을 입력하고, 제2인덕터 전류에 대한 Δir2은 0으로 유지한다(S808). 부호(Cflag)가 양수인 경우, 제1인덕터 전류에 대한 Δir1은 0으로 유지하고, 제2인덕터 전류에 대한 Δir2에 보상하고자 하는 양(iadj)을 입력한다(S810). 이후 이를 각각의 전력변환모듈의 전류 레퍼런스 값에서 빼줌으로써 각각의 전력변환모듈의 제어값을 보상하게 된다(S812).

[0043] 전술한 과정에서 제1전력변환모듈(140)과 제2전력변환모듈(170) 모두에 대해 제어값을 보상 처리할 수 있도록 설명하였는데, 이 중 어느 일부의 전력변환모듈에 대해서만 제어값을 변경할 수도 있다. 예를 들어, 전술한 예에서 부호(Cflag)가 음수인 경우는 똑같이 하고, 부호(Cflag)가 양수인 경우 제1인덕터 전류에 대한 Δir1에서 보상하고자 하는 양(iadj)을 빼고, 제2인덕터 전류에 대한 Δir2에 대해서는 계속해서 0으로 유지함으로써 전술한 것과 유사한 결과를 얻을 수도 있다.

- [0044] 보상부(154)는 파악된 불균형 정도가 작아지도록 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리할 수 있는데, 이 중에서도 센싱부(152)를 통해 측정된 전류 또는 전압을 복수의 전력변환모듈 각각에 대응되는 값으로 구분하여 분석하고, 이렇게 구분하여 분석된 전류 또는 전압값들의 차이를 불균형 정도로서 파악하고, 다시 이렇게 파악된 불균형 정도에 따라 복수의 전력변환모듈 중 제1전력변환모듈(140)에 대응되는 전류 또는 전압값이 제2전력변환모듈(170)에 대응되는 전류 또는 전압값과 같거나 소정의 범위 내에 위치하도록 제1전력변환모듈(140)의 제어값을 보상 처리할 수 있다.
- [0045] 센싱부(152)에서 측정된 전류 또는 전압값의 차이에 따라 보상하는 것에 대해 설명하였다. 이하에서는 분산 또는 편차 등의 통계치 정보를 이용하는 방법에 대해 살펴 보겠다. 두 개의 전력변환모듈에 대해서 보상 처리할 때는 전력변환모듈에 대응되어 측정된 전류 혹은 전압의 차이를 이용해서 보상 처리하는 것이 손쉬운 방법일 수 있다. 물론, 이 방법이 두 개의 전력변환모듈에 한정되는 것은 아니며, 2개 이상의 전력변환모듈에서도 적용될 수 있는 방법임에는 틀림없다. 3개 이상의 전력변환모듈에 대해서는 다른 방법도 또한 모색될 수 있는데, 그것은 분산 또는 편차 등의 통계치 정보를 이용하는 방법이다. 물론, 이 방법 또한 두 개의 전력변환모듈에 적용될 수 있음은 당연하다.
- [0046] 3개 이상의 전력변환모듈에 대해서도 전술한 2개의 전력변환모듈에 대해 적용했던 방법과 같은 방법으로 각각의 전력변환모듈에 대응되는 전류 혹은 전압값을 획득할 수 있다. 이렇게 획득된 값에 대해 분산, 편차, 표준편차 등의 통계치 정보를 계산하는 과정은 일반적으로 알려진 과정이다. 이렇게 계산된 통계치 정보는 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 하나의 수치로 제시할 수 있는 대표적인 값이 된다. 예를 들어, 분산을 구한 경우, 이 분산값이 클 수록 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도가 크다는 것을 의미하게 된다. 표준편차도 마찬가지이다. 여기서는 실시예에 대한 설명을 위해 분산값을 구한 경우로 한정하여 설명한다. 이렇게 계산된 분산값이 작아지도록 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하면 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형이 작아지도록 제어하게 되는 것이다. 결국, 본 발명의 일 실시예에 따른 보상부(154)는 센싱부(152)에서 측정된 전류 또는 전압을 복수의 전력변환모듈 각각에 대응되는 값으로 구분하여 분석하고, 이렇게 구분하여 분석된 전류 또는 전압값들의 분산 또는 편차 등의 통계치 정보를 전술한 불균형 정도로서 파악하고, 다시 이렇게 파악된 불균형 정도가 작아지도록 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하게 된다.
- [0047] 3개 이상의 전력변환모듈에 대해서 불균형 정도가 작아지도록 제어하는 하나의 예시 방법에 대해 설명한다. 불균형 정도를 분산으로 파악한 경우, 먼저, 여러 전력변환모듈 중 하나의 전력변환모듈을 선택하여 제어값을 보상한다. 이렇게 되면, 해당 전력변환모듈에 대한 제어로 인해 분산값은 작아지게 될 것이다. 구체적인 예로, 3개의 전력변환모듈에 대해 측정된 값이 제1전력변환모듈, 제2전력변환모듈, 제3전력변환모듈에 대해 각각 12, 10, 8이라고 하면, 분산은 8이 된다. 여기에서 제1전력변환모듈의 제어값을 불균형 정도(여기서는 분산값)가 작아지도록 제어하게 되면, 센싱부(152)에서 측정되는 값이 12에서 9가 될 때까지 계속해서 제어되다가 결국 센싱부(152)에서 측정되는 값이 9가 되면 더 이상 분산값도 작아지지 않게 될 것이다(이 경우 분산값은 2까지 작아지게 된다). 9가 아닌 다른 값이 되면 오히려 분산값이 증가하게 될 것이다. 보상부(154)는 계속해서 파악되는 불균형 정도(여기서는 분산)가 작아지도록 제1전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하되, 제1전력변환모듈의 제어값에 대한 보상 처리를 통해 불균형 정도가 작아지지 않거나 미리 설정된 값 이하에서 불균형 정도 값이 변동되는 것으로 판단되는 경우, 제2전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하기 시작한다. 전술한 예에서 제1전력변환모듈에 대해 측정되는 값이 9가 되고, 분산값이 더 이상 줄어들지 않게 되면, 보상부(154)는 제2전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하여 불균형 정도를 줄여간다. 보상부(154)의 제어값 변경에 따라 제2전력변환모듈에 대해 측정되는 값은 8.5가 될 것이다. 그 다음에는 계속해서 제3전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하여 불균형 정도(여기서는 분산)를 줄이게 되고, 이러한 과정을 반복하여 분산값이 미리 정한 소정의 범위 이내에 들게 되면 보상 처리 과정을 마치게 된다. 전력변환모듈에 번호를 나열하고 이러한 번호에 따라 순차적으로 전술한 과정이 진행되는 것으로 설명하였으나, 이로 제한되는 것은 아니며, 하나의 전력변환모듈에 대해 제어값 보상 처리가 마무리되면, 다른 전력변환모듈에 대해 보상 처리하는 것으로 이해하면 된다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에 대해 설명하면서, 도면과 구체적인 동작 방법에 대해 벡(buck) 방식을 기준으로 설명하였다. 하지만, 본 발명은 벡 방식으로 제한되는 것은 아니며, 벡, 부스트(boost), 플라이백(flyback), 쿡(cuck), 공진형, 브리지(bridge) 방식 등 다른 전력변환모듈에 대해서도 적용될 수 있는 것이다. 특히, 부스트(boost) 방식으로 전력을 처리하는 경우, 공통 회로 소자(120)를 출력단에 설치하고 이를 공유하는 것이 보다 바람직한 방법이 될 수 있다. 물론, 본 발명이 이러한 구성 예로 제한되는 것은 아니다.
- [0049] 이상에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치(150)에 대하여 설명하였으며,

이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)가 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법에 대하여 설명한다. 후술하게 될 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법은, 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)에 의해 모두 수행될 수 있다.

- [0050] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)가 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법에 대한 흐름도이다.
- [0051] 장치(150)는 먼저, 복수의 전력변환모듈에 의해 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자(120)에 형성되는 전류 또는 전압을 측정한다(S900). 여기서 측정되는 전류 또는 전압은 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 것을 특징으로 한다. 이렇게 측정이 완료되면, 장치(150)는 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악한다(S902). 다음으로, 장치(150)는 파악된 불균형 정도에 따라 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하게 된다.
- [0052] 이상에서는 본 발명의 실시예에 따른 복수의 전력변환모듈을 제어하는 방법이 도 19에서와 같은 절차로 수행되는 것으로 설명되었으나, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 본질적인 개념을 벗어나지 않는 범위 내에서, 구현 방식에 따라 각 단계의 수행 절차가 바뀌거나 둘 이상의 단계가 통합되거나 하나의 단계가 둘 이상의 단계로 분리되어 수행될 수도 있다.
- [0053] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 따라 복수의 전력변환모듈을 제어하는 장치(150)와 그 방법에 대해 설명하였고, 아래에서는 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 전력량 불균형 분석 장치 및 그 방법에 대해 설명한다.
- [0054] 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)는 전력량의 불균형 정도를 파악하여 자동으로 제어값을 보상 처리하여 그 불균형을 개선하는 것에 관한 기술이다. 이는 전력변환시스템에 일 부분으로서 기능하는 특징이 있다. 본 발명의 다른 실시예로서 설명하려고 하는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 장치는 이미 설치되어 있는 전력변환시스템에 대해 그 구성으로 하고 있는 전력변환모듈들에서 처리하는 전력량의 불균형 정도를 분석해주는 기능을 하는 것으로서 관리자로 하여금 설치된 전력변환시스템의 일부 제어값을 변경하게 하거나 혹은 일부 회로 소자를 교체하도록 정보를 제공할 수 있다.
- [0055] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력량 불균형 분석 장치(1000)를 포함하는 전력변환시스템의 구조도이다. 도 10을 참조하면, 전력량 불균형 분석 장치(1000)는 센싱부(1002), 분석부(1004), 출력부(1006) 등을 포함할 수 있다.
- [0056] 센싱부(1002)는 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압을 측정한다. 여기서, 측정되는 전류 또는 전압은 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 것을 특징으로 한다.
- [0057] 분석부(1004)는 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하게 된다.
- [0058] 센싱부(1002)에서 공통 회로 소자에 형성되는 전류 또는 전압을 측정하고, 이를 이용하여 분석부(1004)에서 각각의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하는 부분은 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(150)에서 센싱부(152)와 보상부(154)에서 적용되는 기술을 모두 적용할 수 있는 것으로 이해하면 된다. 따라서, 그 구체적인 예로서 설명한 부분을 본 발명의 다른 실시예로서의 전력량 불균형 분석 장치(1000)에 대해서도 참고할 수 있다. 여기서는 내용의 중복을 피하기 위해 이에 대한 설명을 생략한다.
- [0059] 출력부(1006)는 이렇게 파악된 불균형 정도를 관리자가 쉽게 파악할 수 있도록 화면, 종이 등으로 출력한다.
- [0060] 필요에 따라서는 파악된 불균형 정도에 따라 복수의 전력변환모듈 중 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상하는 전기신호를 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈로 송신하여 상기 일부 또는 모든 전력변환모듈의 제어값을 보상 처리하도록 하는 보상부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 일종의 자동 캘리브레이션(calibration) 기능이 더 포함되었다고 이해할 수 있다.
- [0061] 이상에서는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력량 불균형 분석 장치(1000)에 대하여 설명하였으며, 이하에서는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 장치(1000)가 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 방법에 대하여 설명한다. 후술하게 될 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 방법은, 도 10에 도시된 본 발명의 다른 실시예에 따른 장치(1000)

에 의해 모두 수행될 수 있다.

[0062] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력량 불균형 분석 장치(1000)가 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 방법에 대한 흐름도이다.

[0063] 장치(1000)는 먼저, 복수의 전력변환모듈에서 공유되는 입력단 또는 출력단에 설치된 공통 회로 소자(120)에 형성되는 전류 또는 전압을 측정한다(S1100). 여기서 측정되는 전류 또는 전압은 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량에 대응하여 변동되는 것을 특징으로 한다. 이렇게 측정이 완료되면, 장치(1000)는 측정된 전류 또는 전압을 분석하여 복수의 전력변환모듈 각각에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 파악하게 된다(S1102). 다음으로, 장치(1000)는 파악된 불균형 정도에 대한 정보를 출력하게 되고(S1104), 이를 확인한 관리자가 이후의 작업을 수행하여 전력량 불균형 보고서를 작성하거나 이를 이용하여 전력량 불균형의 개선을 위한 작업을 하게 된다.

[0064] 이상에서는 본 발명의 실시예에 따른 복수의 전력변환모듈에서 처리되는 전력량의 불균형 정도를 분석하는 방법이 도 11에서와 같은 절차로 수행되는 것으로 설명되었으나, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 본질적인 개념을 벗어나지 않는 범위 내에서, 구현 방식에 따라 각 단계의 수행 절차가 바뀌거나 둘 이상의 단계가 통합되거나 하나의 단계가 둘 이상의 단계로 분리되어 수행될 수도 있다.

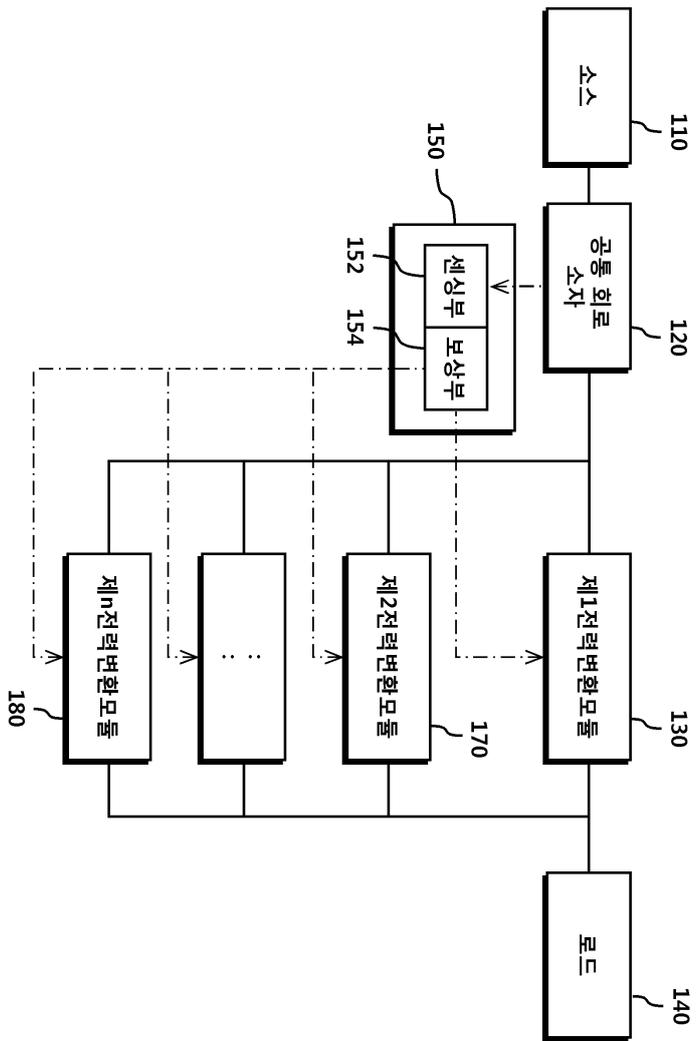
[0065] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체, 등이 포함될 수 있다.

[0066] 또한, 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

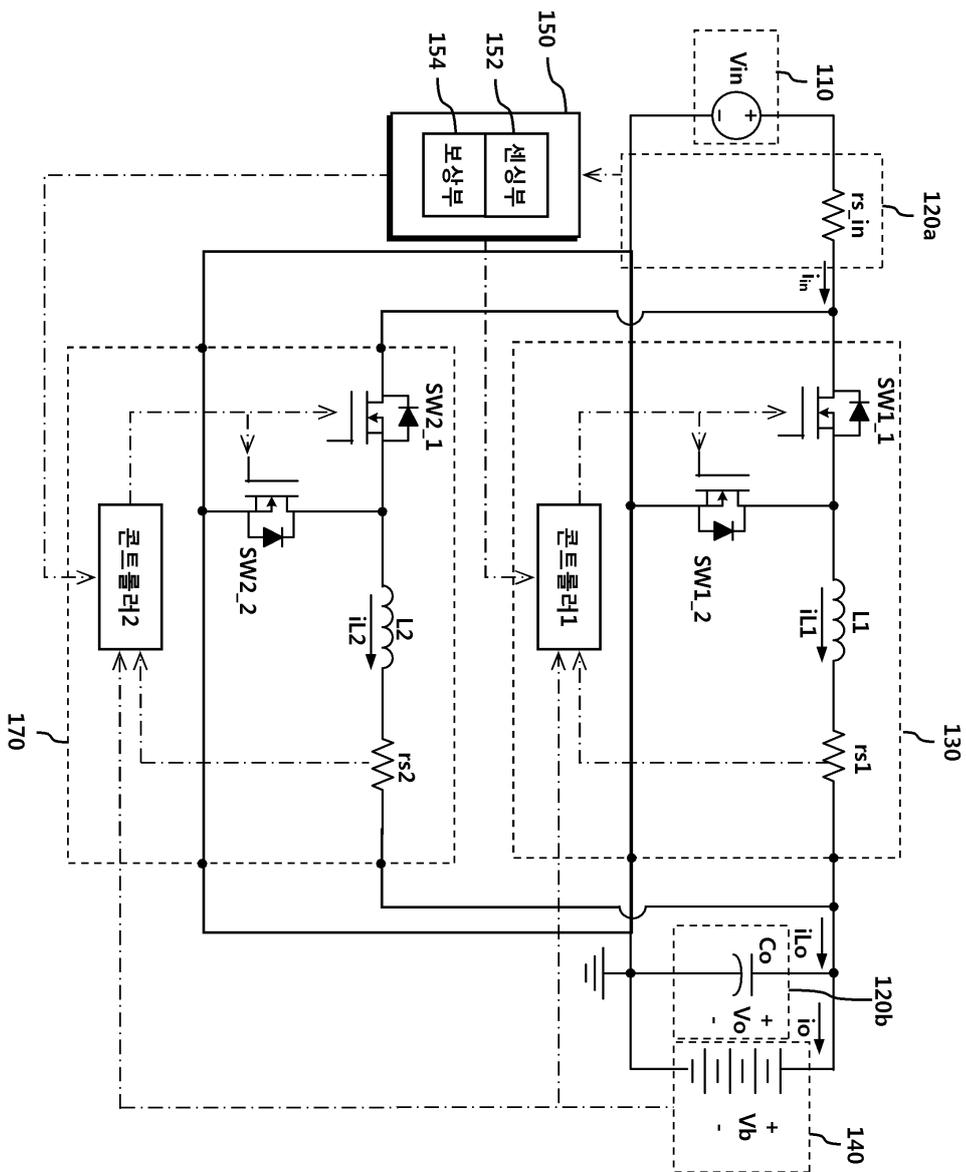
[0067] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

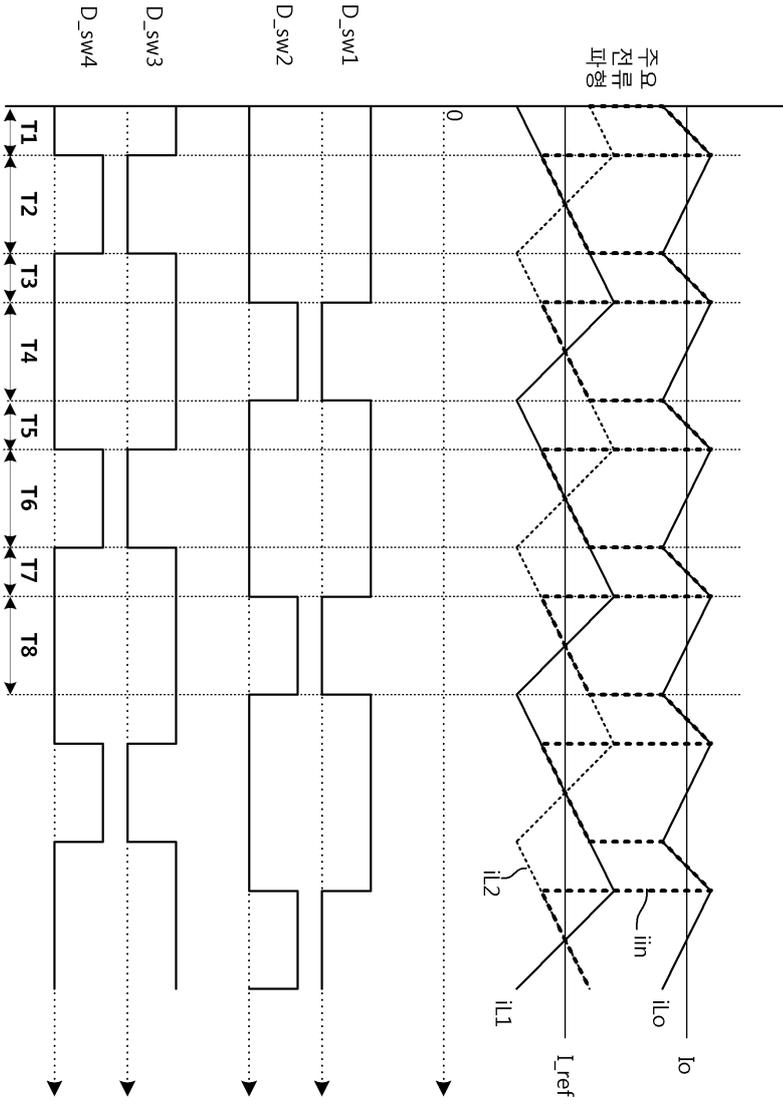
도면1



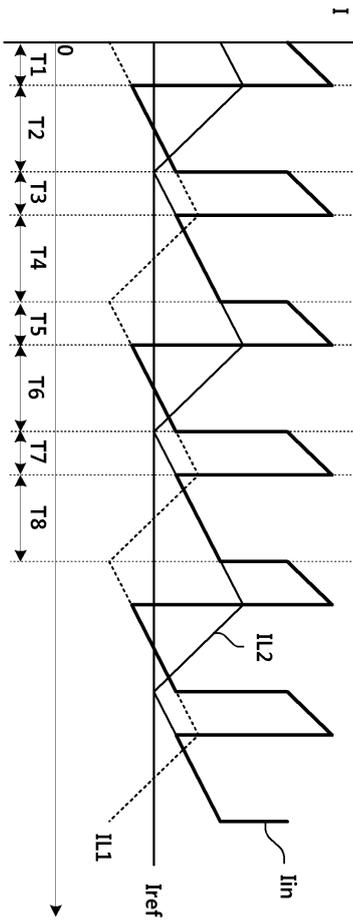
도면2



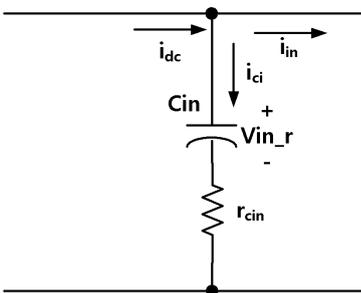
도면3



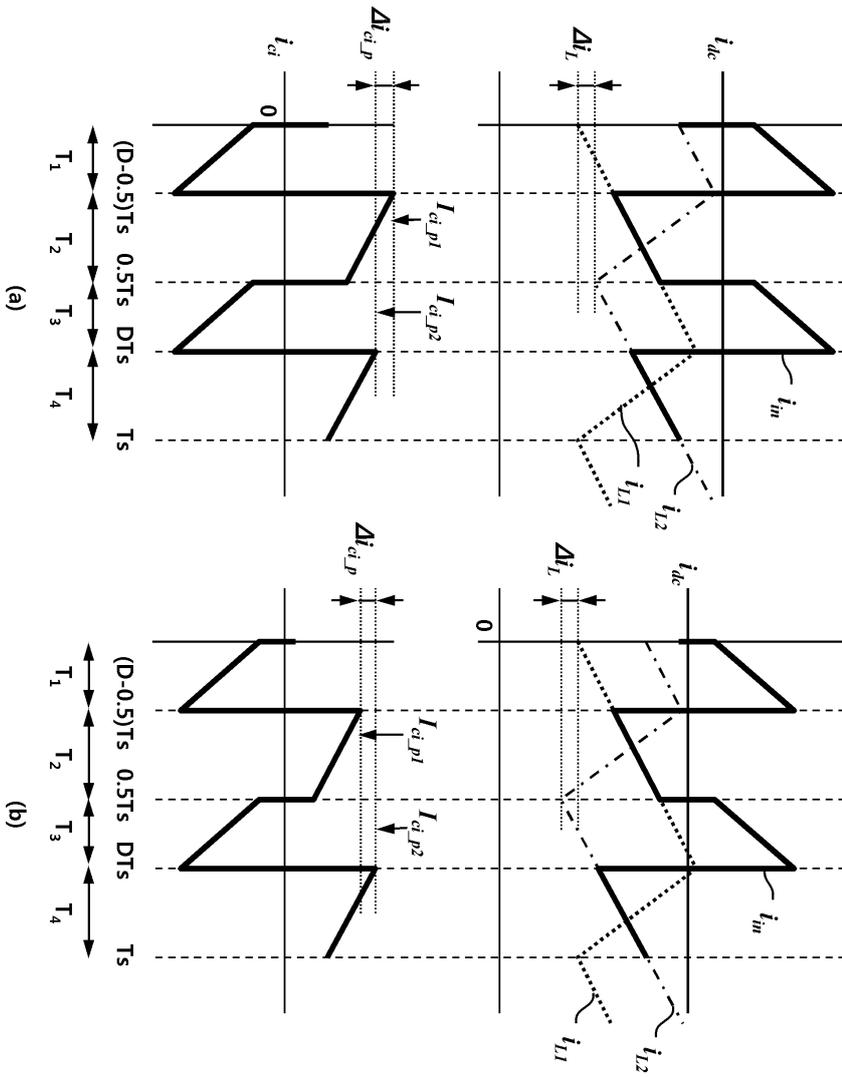
도면4



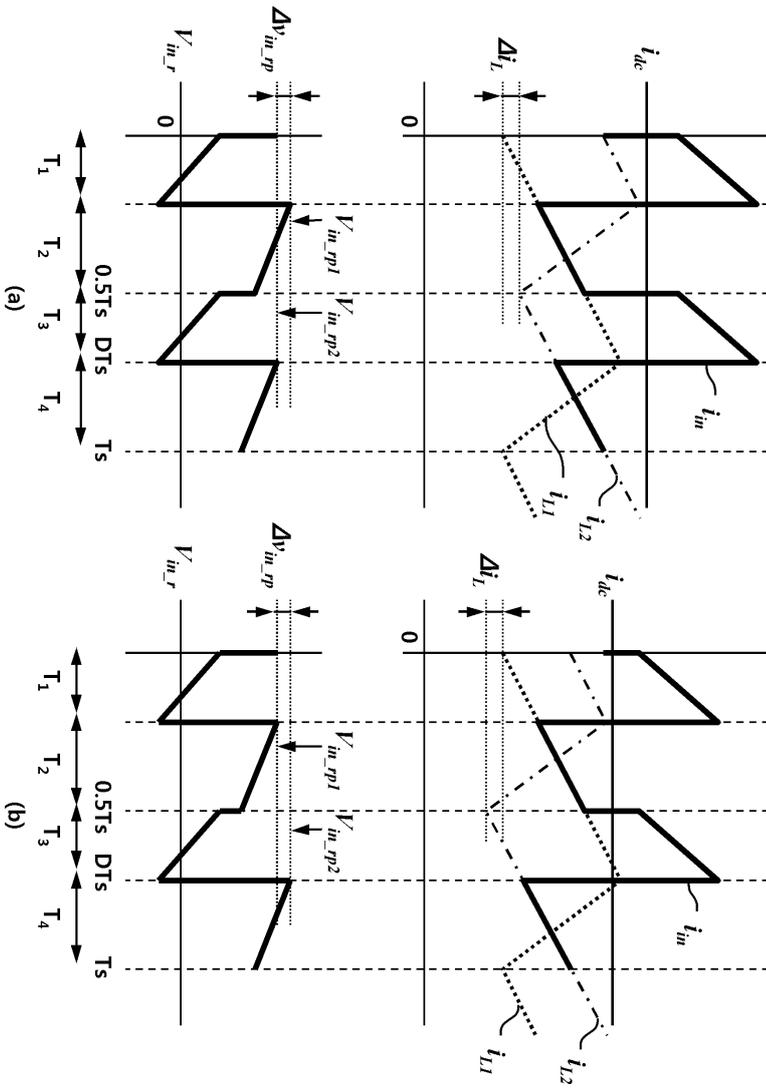
도면5



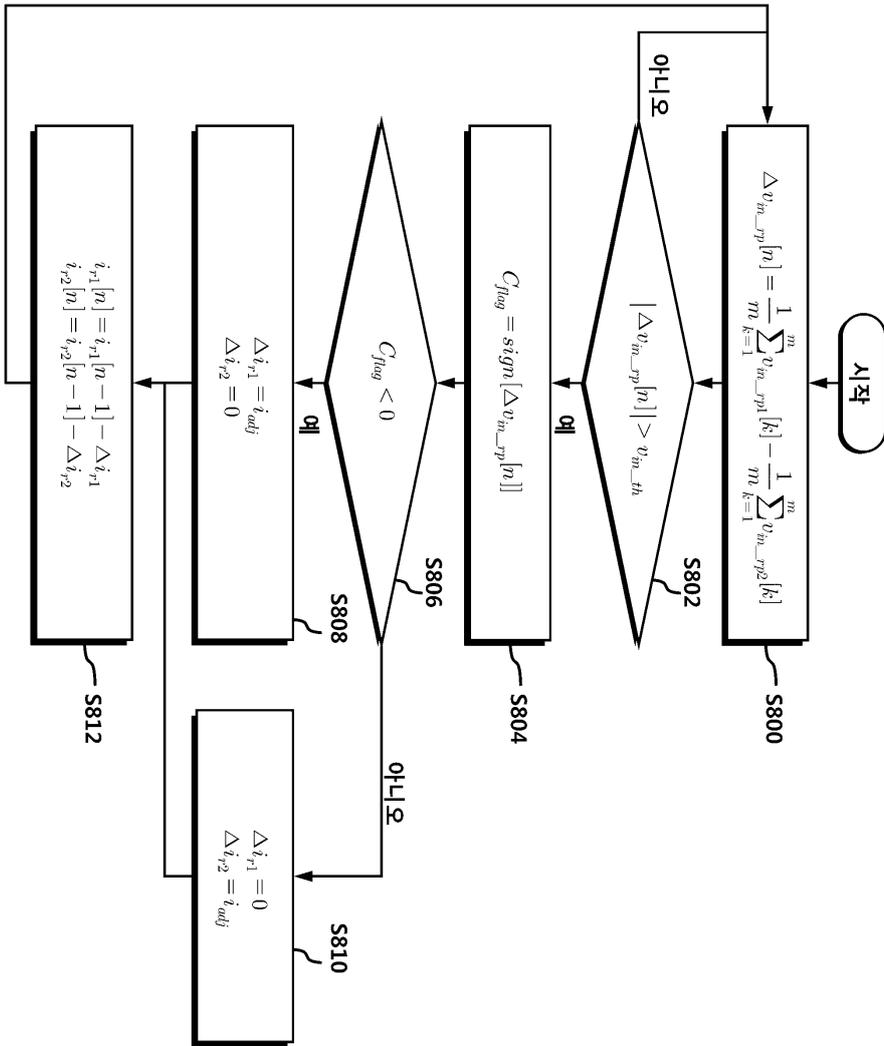
도면6



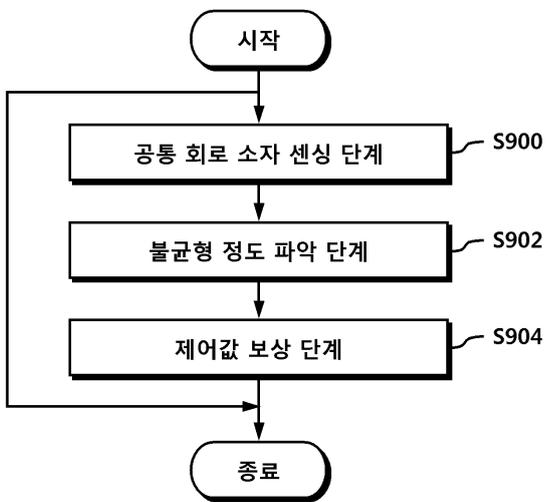
도면7



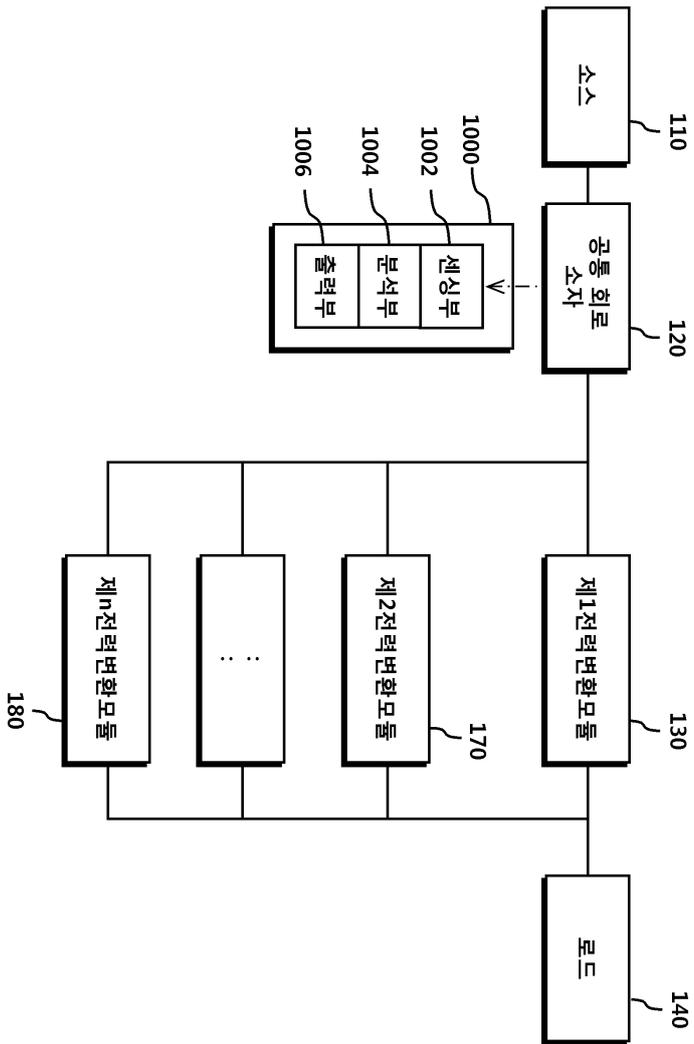
도면8



도면9



도면10



도면11

