(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월27일
(11) 등록번호 10-1237843
(24) 등록일자 2013년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/155 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0117693
(22) 출원일자 2011년11월11일
심사청구일자 2011년11월11일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110072950 A
KR1019990004629 A
KR1019950700632 A

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
강필순
대전광역시 유성구 봉명동 도안신도시 휴먼시아 609동 904호
김선필
충청남도 금산군 추부면 문화마을로 57-5
(74) 대리인
박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 곽인구

(54) 발명의 명칭 **낮은 배터리 전압의 승압을 위한 전기자동차용 ＤＣ－ｔｏ－ＤＣ컨버터 장치**

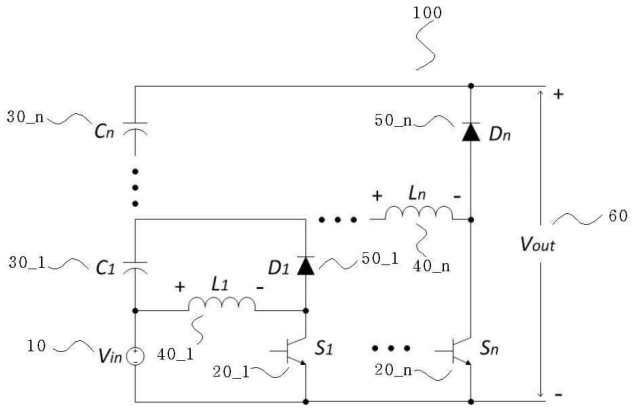
(57) 요 약

본 발명은 DC-to-DC 컨버터 장치에 관한 것으로, 상기 컨버터 장치는 스위치, 커패시터, 인덕터, 다이오드를 포함하는 제1번째 내지 제2번째 회로 모듈로 구성되고,

제1번째 회로 모듈에서 입력 전압원의 + 단자와 직렬로 제1 커패시터가 연결되고, 입력전압원의 +단자에 또한 제1 인덕터의 +단자가 연결되며, 제1 커패시터와 제1 인덕터의 -단자 간에 제1 다이오드가 연결되고, 제1 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제1 스위치(20_1)가 연결되며, 제2번째 회로 모듈에서 제1번째 회로 모듈의 제1 커패시터와 직렬로 제2 커패시터가 연결되고, 제1 커패시터에 또한 제2 인덕터의 +단자가 연결되며, 제2 커패시터와 제2 인덕터의 -단자 간에 제2 다이오드가 연결되고, 제2 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제2 스위치가 연결되며,

상기 제1 내지 제2 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하며, 상기 제2 커패시터와 입력 전압원 간에 형성되는 출력단을 통해 전원이 컨버팅되어 출력되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

DC-to-DC 컨버터 장치에 있어서,

상기 컨버터 장치는 스위치, 커패시터, 인덕터, 다이오드를 포함하는 제1번째 내지 제2번째 회로 모듈로 구성되고,

제1번째 회로 모듈에서 입력 전압원의 + 단자와 직렬로 제1 커패시터가 연결되고, 입력전압원의 +단자에 또한 제1 인덕터의 +단자가 연결되며, 제1 커패시터와 제1 인덕터의 -단자 간에 제1 다이오드가 연결되고, 제1 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제1 스위치가 연결되며,

제2번째 회로 모듈에서 제1번째 회로 모듈의 제1 커패시터와 직렬로 제2 커패시터가 연결되고, 제1 커패시터에 또한 제2 인덕터의 +단자가 연결되며, 제2 커패시터와 제2 인덕터의 -단자 간에 제2 다이오드가 연결되고, 제2 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제2 스위치가 연결되며,

상기 제1 내지 제2 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하며,

상기 제2 커패시터와 입력 전압원 간에 형성되는 출력단을 통해 전원이 컨버팅되어 출력되는 것을 특징으로 하는 DC-to-DC 컨버터 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 DC-to-DC 컨버터 장치에는 출력 전압의 승압을 위해 제3번째 내지 제n번째 회로 모듈이 추가로 구성되며,

제n번째 회로 모듈에서 제n-1번째 모듈의 제n-1 커패시터와 직렬로 제n 커패시터가 연결되고, 제n-1 커패시터에 또한 제n 인덕터의 +단자가 연결되며, 제n 커패시터와 제n 인덕터의 -단자 간에 제n 다이오드가 연결되고, 제n 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제n 스위치가 연결되며,

제3번째 내지 제n번째 회로 모듈의 제3 내지 제n 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하며,

상기 제n 커패시터와 입력 전압원 간에 형성되는 출력단을 통해 전원이 컨버팅되어 출력되는 것을 특징으로 하는 DC-to-DC 컨버터 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

제1 스위치의 ON 구간 동안 제1 인덕터에 에너지가 저장되며 제1 스위치의 OFF 구간 동안 제1 인덕터에 저장되었던 에너지가 제1 커패시터를 충전시키고, 제1 스위치의 ON/OFF 구간동안 제1 커패시터와 입력 전압원의 - 단자간의 전압은 입력전압과 제1 커패시터 양단전압의 합이 되는 것을 특징으로 하는 DC-to-DC 컨버터 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

제2 스위치의 ON 구간 동안 제2 인덕터에 에너지가 저장되며 제2 스위치의 OFF 구간 동안 제2 인덕터에 저장되었던 에너지가 제2 커패시터를 충전시키고, 제2 스위치의 ON/OFF 구간동안 제2 커패시터와 입력 전압원의 - 단자간의 전압은 항상 입력전압과 제1 및 제2 커패시터 양단전압의 합이 되는 것을 특징으로 하는 DC-to-DC 컨버터 장치.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 DC-to-DC 컨버터 장치가 n개의 회로 모듈로 구성되는 경우,

출력단의 출력전압은 하기의 수학식 1과 같이 구성됨을 특징으로 하는 DC-to-DC 컨버터 장치.

수학식 1

$$V_{out}=\frac{1}{(1-D)^{n}} \cdot V_{in}$$

여기서, Vin은 입력 전압원을 나타내고, Vout은 출력전압을 나타내고, D는 스위치의 도통비(Duty ratio)를 나타낸다.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전기자동차용 DC-to-DC 컨버터 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 낮은 배터리 전압을 효율적으로 승압하여 전기자동차 구동용 모터를 구동하기 위한 DC-link 전압을 확보하기 위한 승압형 DC-to-DC 컨버터 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오늘날 산업의 발달로 전기의 사용량이 증가하고 있으며 이동의 편의성 때문에 내연기관 자동차의 급속한 보급에 따른 환경문제를 조금이나마 해소하기 위해 자동차의 연비 개선 및 전기자동차의 도입이 있으며 근래에는 내연기관 및 전기모터를 모두 사용하는 하이브리드 형태의 자동차 개발이 이루어져 연비개선을 효과적으로 이루고 있다. 향후에는 내연기관의 비중이 점차 줄어들어 종국에는 전기만으로 구동되는 순수 전기자동차나 연료전지를 이용하는 Fuel-Cell 자동차의 개발이 이루어질 것으로 예상된다. 이와 같이 전기모터의 구동비율이 증가함에 따라 손실 및 모터설계의 이점을 고려하여 트렉션모터에 사용되는 전압은 300[V] 이상의 고압위주로 사용되고 있다. 그러나 이와 같은 고압전원 시스템은 인체 감전 등의 문제가 있으므로 NEV (Neighborhood Electric Vehicle) 와 같은 시스템에서는 전원으로 최대 70[V]대의 낮은 배터리를 사용한다. 이와 같은 안전과 효율적인 측면으로 인하여 배터리는 낮은 전압을, 모터는 높은 전압을 사용하고 있으며 이는 최소 4배 이상의 승압형 DC/DC 컨버터의 개발이 필수적이라 할 수 있다. 또한 전기 안전의 문제상 절연형의 변환기 기술개발이 이루어져야 한다.

[0003] 한편, 전기 자동차의 낮은 배터리의 입력전압을 효율적으로 승압시키기 위해 양방향DC-to-DC 컨버터를 적용한 도요타의 MCU(Motor Control Unit)는 입력 전압을 낮게 선정함으로써 배터리 셀의 적층 수를 작게 구성할 수 있어 구조적인 신뢰성을 확보할 수 있으며 무엇보다도 HEV(Hybrid Electric Vehicle)나 EV(Electric Vehicle)의 전기시스템 중에서 가장 큰 가격 부분을 차지하는 배터리의 가격을 낮출 수 있다는 장점을 가진다. 또한 전기모터의 전압사양을 높게 설계할 경우 동손에 의한 손실을 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라 권선의 사용 및 방열구조를 최적화하기에 유리하다.

[0004] 따라서 입출력 전압 승압비를 보다 크게 하기 위한 전기자동차용 컨버터의 개발이 시급하다. 전기자동차용 컨버터 중 DC-to-DC 컨버터로는 벅, 부스트, 및 벅-부스트 컨버터 등 여러 종류가 있다. 이것들은 출력 전압이 입력 전압 보다 높은지 또는 낮은지에 따라, 그리고 출력전압이 입력 전압의 전체 범위에 걸쳐지는지에 따라 구분된다. 통상적으로 이러한 컨버터들은 종종 스위칭 방법으로 PWM (pulse-width- modulation)을 사용한다. 만일 배터리 뱅크와 같은 고정 입력 전압을 가지고 출력 전압을 높이고 싶은 경우 통상적으로 부스트 컨버터를 사용하게 된다. 이 경우에 커패시터의 비용이 증가되는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-2002-0097369 A, 2002.12.31, 2쪽, 도2

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) 최미선, 송성근, 박성준, 김대경, 김용구, "전기자동차용 고효율 승압형 DC/DC 컨버터 개발", 전력전자학회 논문지, 제15권, 제2호, pp. 127-133, 2010년 4월.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위해, 낮은 배터리 전압을 효율적으로 승압하여 전기자동차 구동용 모터를 구동하기 위한 승압형 DC-to-DC 컨버터 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

[0009] 전술한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 DC-to-DC 컨버터 장치에 있어서, 상기 컨버터 장치는 스위치, 커패시터, 인덕터, 다이오드를 포함하는 제1번째 내지 제2번째 회로 모듈로 구성되고, 제1번째 회로 모듈에서 입력 전압원의 + 단자와 직렬로 제1 커패시터가 연결되고, 입력전압원의 +단자에 또한 제1 인덕터의 +단자가 연결되며, 제1 커패시터와 제1 인덕터의 -단자 간에 제1 다이오드가 연결되고, 제1 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제1 스위치가 연결되며, 제2번째 회로 모듈에서 제1번째 회로 모듈의 제1 커패시터와 직렬로 제2 커패시터가 연결되고, 제1 커패시터에 또한 제2 인덕터의 +단자가 연결되며, 제2 커패시터와 제2 인덕터의 -단자 간에 제2 다이오드가 연결되고, 제2 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제2 스위치가 연결되며, 상기 제1 내지 제2 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하며, 상기 제2 커패시터와 입력 전압원 간에 형성되는 출력단을 통해 전원이 컨버팅되어 출력되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 바람직하게는, 상기 DC-to-DC 컨버터 장치에는 출력 전압의 승압을 위해 제3번째 내지 제n번째 회로 모듈이 추가로 구성되며, 제n번째 회로 모듈에서 제n-1번째 모듈의 제n-1 커패시터와 직렬로 제n 커패시터가 연결되고, 제n-1 커패시터에 또한 제n 인덕터의 +단자가 연결되며, 제n 커패시터와 제n 인덕터의 -단자 간에 제n 다이오드가 연결되고, 제n 인덕터의 -단자와 입력전압원의 -단자 간에 제n 스위치가 연결되며,

[0011] 제3번째 내지 제n번째 회로 모듈의 제3 내지 제n 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하며, 상기 제n 커패시터와 입력 전압원 간에 형성되는 출력단을 통해 전원이 컨버팅되어 출력되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 제1 스위치의 ON 구간 동안 제1 인덕터에 에너지가 저장되며 제1 스위치의 OFF 구간 동안 제1 인덕터에 저장되었던 에너지가 제1 커패시터를 충전시키고, 제1 스위치의 ON/OFF 구간동안 제1 커패시터와 입력전압원의 - 단자간의 전압은 입력전압과 제1 커패시터 양단전압의 합이 되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 나아가, 제2 스위치의 ON 구간 동안 제2 인덕터에 에너지가 저장되며 제2 스위치의 OFF 구간 동안 제2 인덕터에 저장되었던 에너지가 제2 커패시터를 충전시키고, 제2 스위치의 ON/OFF 구간동안 제2 커패시터와 입력 전압원의 - 단자간의 전압은 항상 입력전압과 제1 및 제2 커패시터 양단전압의 합이 되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 전기자동차용 DC-to-DC 컨버터 장치는 배터리와 출력 콘덴서가 직렬 결합되어 출력전압을 형성하는 구조로서 배터리 셀의 적층 수를 감소시킬 수 있어 구조적 신뢰성을 증가시킬 수 있고, 출력전압 전력반도체 소자 수를 최소화하여 전기적 신뢰성을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 DC-to-DC 컨버터 장치의 전체 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에서 컨버터의 기본 첫 번째 모듈의 주요 파형을 나타낸 도면이다.

도 3은 도 1에서 컨버터의 두 번째 모듈의 주요 파형을 나타낸 도면이다.

도 4는 도 1에서 첫 번째 모듈의 커패시터의 전압, 두 번째 커패시터 전압, 그리고 최종 컨버터의 출력 전압을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 어느 곳에서든지 동일한 부호로 표시한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 DC-to-DC 컨버터(100) 장치를 나타낸 도면으로서, 상기 컨버터 장치는 스위치(20), 커패시터(30), 인덕터(40), 다이오드(50), 및 출력단(60)을 포함한다.

[0018] DC-to-DC 컨버터(100)는 n개의 모듈로 구성되고, 각 모듈은 스위치(20), 커패시터(30), 인덕터(40), 다이오드(50)를 포함한다. 첫 번째 모듈은 스위치(20_1), 커패시터(30_1), 인덕터(40_1), 다이오드(50_1)를 포함하여 구성되고, n번째 모듈은 위치(20_n), 커패시터(30_n), 인덕터(40_n), 다이오드(50_n)를 포함하여 구성된다.

[0019] 첫 번째 모듈을 예를 들어 설명하면, 입력 전압원(10)의 + 단자와 직렬로 제1 커패시터(30_1)가 연결되고, 입력 전압원의 +단자에 또한 제1 인덕터(40_1)의 +단자가 연결되며, 제1 커패시터(30_1)와 제1 인덕터(40_1)의 -단자 간에 제1 다이오드(50_1)가 연결된다. 제1 인덕터(40_1)의 -단자와 입력전압원(10)의 -단자 간에 제1 스위치(20_1)가 연결된다. 상기 제1 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부(미도시)의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하여 전원을 컨버팅 시킨다.

[0020] 두 번째 모듈의 구성을 설명하면, 첫 번째 모듈의 제1 커패시터(30_1)와 직렬로 제2 커패시터(30_2)가 연결되고, 제1 커패시터(30_1)에 또한 제2 인덕터(40_2)의 +단자가 연결되며, 제2 커패시터(30_2)와 제2 인덕터(40_2)의 -단자 간에 제2 다이오드(50_2)가 연결된다. 제2 인덕터(40_2)의 -단자와 입력전압원(10)의 -단자 간에 제2 스위치(20_2)가 연결된다. 상기 제2 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부(미도시)의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하여 전원을 컨버팅 시킨다.

[0021] n 번째 모듈의 구성을 설명하면, n-1번째 모듈의 제n-1 커패시터(30_n-1)와 직렬로 제n 커패시터(30_n)가 연결되고, 제n-1 커패시터(30_n-1)에 또한 제n 인덕터(40_n)의 +단자가 연결되며, 제n 커패시터(30_n)와 제n 인덕터(40_n)의 -단자 간에 제n 다이오드(50_n)가 연결된다. 제n 인덕터(40_n)의 -단자와 입력전압원(10)의 -단자 간에 제n 스위치(20_n)가 연결된다. 상기 제n 스위치는 제어를 위해 연결되는 제어부(미도시)의 제어신호를 통해 동작되어 전원을 스위칭하여 전원을 컨버팅 시킨다.

[0022] 본 발명의 DC-to-DC 컨버터(100)의 기본 회로 구조는 도 1과 같이 스위치(20_1,...,20_n), 다이오드(50_1,...,50_n), 인덕터(40_1,...,40_n), 커패시터(30_1,...,30_n)의 4 종류의 회로소자를 가지며 입력 전압원 (V_{in})(10)과 출력 커패시터(C_1)(30)가 직렬 결합된 구조를 가진다. 스위치 S_1(20_1)의 ON 구간 동안 인덕터(40_1)에 에너지가 저장되며 스위치 S_1(20_1)의 OFF 구간 동안 인덕터(40_1)에 저장되었던 에너지가 커패시터 C_1(30_1)을 충전한다. 스위치(20_1)의 ON/OFF 구간동안 출력전압(60)은 항상 입력전압 (V_{in})(10)과 커패시터 양단전압 (V_{C1})(30_1)의 합이 된다. 본 발명에 따른 회로에서 승압비를 증가시키기 위해서는 인덕터의 직렬 결합 ($L_1+L_2+\cdots L_n$)(40_1,...,40_n)과 출력 커패시터의 직렬 결합 ($C_1+C_2+\cdots C_n$) (30_1,...,30_n)이 필요하다. 즉 도 1

의 첫 번째 다이오드 D_1(50_1)과 스위치 S_1(20_1)에 걸리는 전압을 하나의 입력 전압원으로 본다면 최종적으로 확장되어진 회로는 도 1의 n개의 다이오드(50_1,...,50_n)와 스위치(20_1,...,20_n), 커패시터(30_1,...,30_n)를 가지게 된다. 인덕터 L_n(40_n)에서 volt-sec 평형조건을 적용하여 L_n에 입력전압을 V_n이라 하였을 때 입력전압과 출력전압, 그리고 스위치 S_n의 도통비의 관계는 수학식 1과 같다.

[0023] 수학식 1

[0024] $$V_n \cdot D \cdot T=(V_{out}-V_n) \cdot (1-D) \cdot T$$

[0025] 이때, Vn은 인덕터 L_n에서 입력전압을 나타내고, Vout은 출력전압을 나타내고, D는 스위치(20)의 도통비(Duty ratio)를 나타내며, T는 스위치(20)의 스위칭 주기를 나타낸다.

[0026] 수학식 1을 정리하면 다음과 같다.

[0027] 수학식 2

[0028] $$V_{out}=\frac{1}{(1-D)} \cdot V_n$$

[0029] 수학식 2로부터 제안하는 DC-to-DC 컨버터의 입출력전압과 도통비와의 관계가 기존의 승압형 컨버터의 입출력 관계와 동일함을 알 수 있다.

[0030] 인덕터 L_n (40_n) 이전의 인덕터 L_{n-1}(40_n-1)에서 volt-sec 평형조건을 적용시키면 다음과 같다.

[0031] 수학식 3

[0032] $$V_n=\frac{1}{(1-D)} \cdot V_{n-1}$$

[0033] 이때, Vn은 인덕터 L_n에서 입력전압을 나타내고, Vn-1은 인덕터 L_{n-1}에서 입력전압을 나타내고, D는 스위치(20)의 도통비(Duty ratio)를 나타낸다.

[0034] 수학식 3을 수학식 2에 대입시켜 입출력 전압과 도통비와 관계를 정리하면 수학식 4와 같으며 이는 모든 스위치가 동일한 도통비로 병렬 운전되고 있다는 가정 하에 성립한다.

[0035] 수학식 4

[0036] $$V_{out}=\frac{1}{(1-D)} \cdot \frac{1}{(1-D)} \cdot V_{n-1}=\frac{1}{(1-D)^2} \cdot V_{n-1}$$

[0037] 위의 수학식 2, 3, 4로부터 회로를 구성하는 소자(스위치, 다이오드, 인덕터, 커패시터)의 개수가 n개 일 때의 입출력 전압과 도통비와의 관계는 수학식 5와 같이 정의된다.

[0038] 수학식 5

[0039] $$V_{out}=\frac{1}{(1-D)^{n}}\cdot V_{in}$$

[0040] 이때, Vin은 입력 전압원을 나타내고, Vout은 출력전압을 나타내고, D는 스위치(20)의 도통비(Duty ratio)를 나타낸다.

[0041] 본 발명의 컨버터의 타당성 검증을 위해서 PSpice 기반의 시뮬레이션 결과를 제시한다. 입력전압은 DC 72 V, 스위칭 주파수는 10 kHz, 1 kW급에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 두 모듈을 결합하여 2개의 스위치는 위상차 없이 병렬 제어하며 스위치의 도통비는 50 %로 제어한다.

[0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컨버터의 기본 첫 번째 모듈의 주요 파형을 보여준다. 위에서부터 차례대로 스위치(20_1) 양단전압(V_{S1}), 인덕터(40_1) 양단전압 (V_{L1}), 다이오드(50_1) 전류 (I_{D1}), 출력 커패시터(30_1) 양단전압 (V_{C1})이며, 도 3은 확장된 두 번째 모듈의 주요 파형이다. 두 파형을 비교해 보면 스위치(20_1) S_1과 스위치(20_2) S_2가 동시에 ON 상태가 되면 인덕터(40_1,40_2) L_1과 L_2의 전압과 전류가 증가하게 되고 커패시터(30_1,30_2) C_1과 C_2는 방전을 시작한다. 스위치(20_1) S_1과 스위치(20_2) S_2가 OFF 되면 인덕터(40_1,40_2) L_1과 L_2의 전압과 전류가 감소하고 커패시터(30_1,30_2) C_1과 C_2가 충전된다.

[0043] 도 4는 첫 번째 모듈의 커패시터(30_1) C_1의 전압과 두 번째 커패시터(30_2) C_2의 전압, 그리고 최종 컨버터의 출력 전압(60)을 나타낸다. C_1의 전압(30_1)은 입력 전압원(10)과 전압의 크기가 비슷하게 나타나게 되고, C_2의 전압(30_2)은 C_1 전압(30_1)의 두 배 정도의 크기를 가지게 된다. 따라서 최종 출력전압 V_{out}(60)은 입력전압 V_{in}(10)과 C_1(30_1)의 전압, C_2(30_2)의 전압의 크기의 합으로 나타나며 입력전압(10)의 4배가 됨을 확인할 수 있다. 이론적으로 스위치의 도통비를 증가시킬수록 수학식 5에 따라 출력전압의 승압이 가능하며 스위치의 도통비가 80 %에서는 입력전압의 25배에 해당하는 1800 V 까지 승압이 가능하다.

[0044] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 의한 컨버터 장치를 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

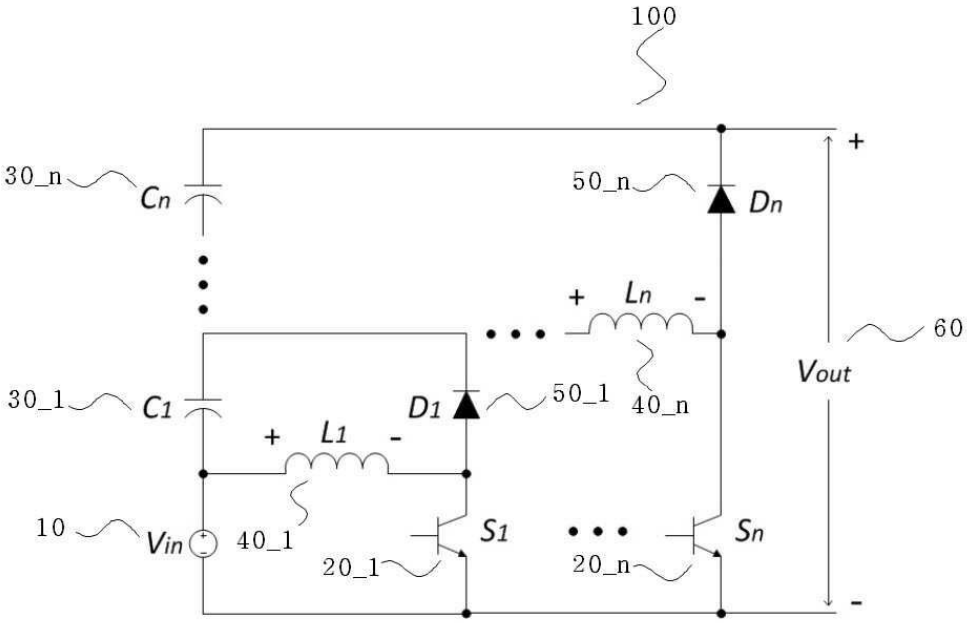
부호의 설명

[0045]

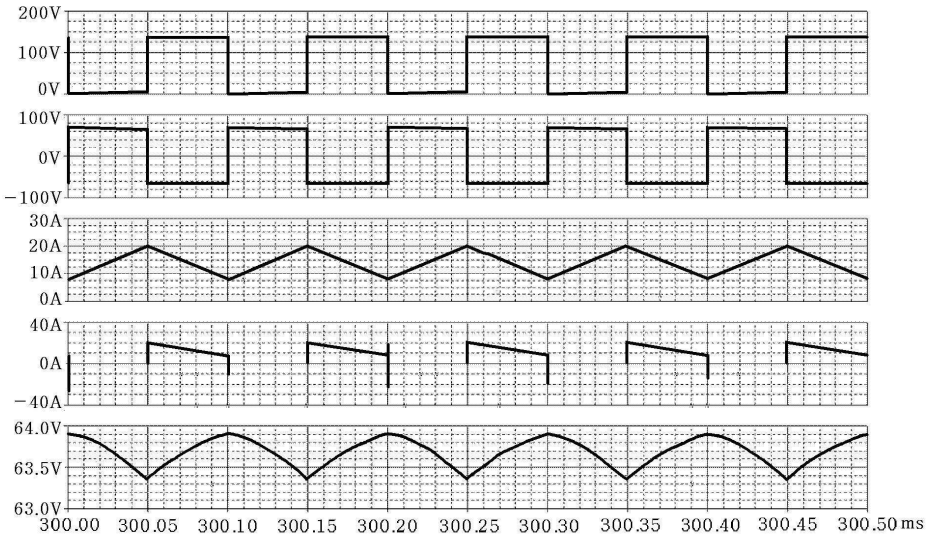
100 : DC-to-DC 컨버터	10 : 입력 전압원
20 : 스위치	30 : 커패시터
40 : 인덕터	50 : 다이오드
20_n : 제n 스위치	30_n : 제n 커패시터
40_n : 제n 인덕터	50_n : 제n 다이오드

도면

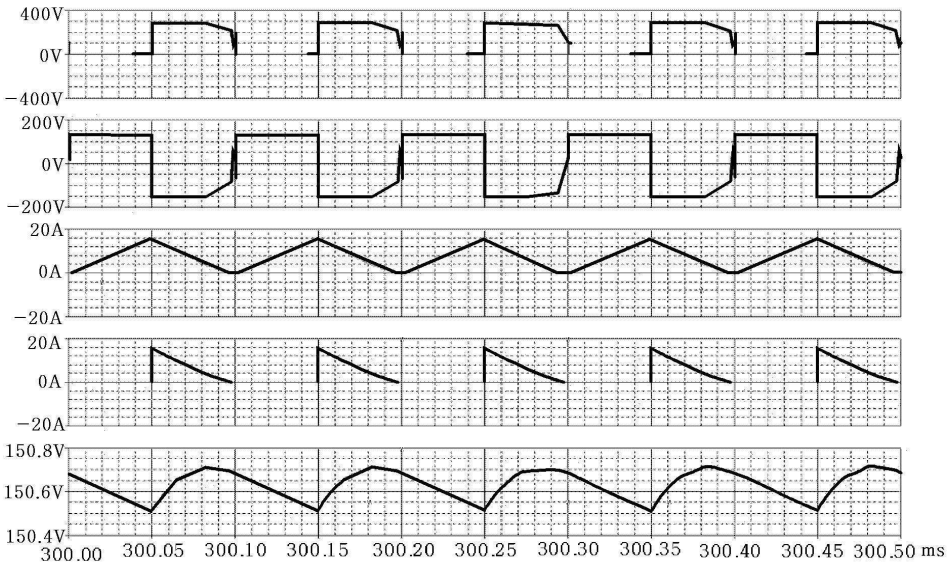
도면1


100
30_n
Cn
50_n
Dn
+
Ln
-
60
Vout
30_1
C1
D1
50_1
40_n
+
L1
-
10
Vin
40_1
S1
Sn
20_1
20_n
-

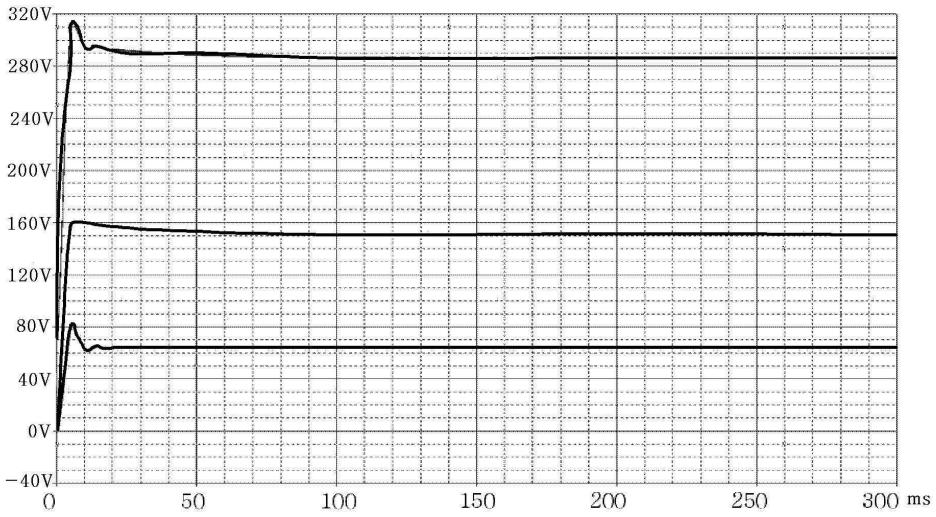
도면2


200V
100V
0V
100V
0V
−100V
30A
20A
10A
0A
40A
0A
−40A
64.0V
63.5V
63.0V
300.00
300.05
300.10
300.15
300.20
300.25
300.30
300.35
300.40
300.45
300.50 ms

도면3


400V
0V
−400V
200V
0V
−200V
20A
0A
−20A
20A
0A
−20A
150.8V
150.6V
150.4V
300.00
300.05
300.10
300.15
300.20
300.25
300.30
300.35
300.40
300.45
300.50 ms

도면4


320V
280V
240V
200V
160V
120V
80V
40V
0V
−40V
0
50
100
150
200
250
300 ms