

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0060825
H02M 3/28 (2006.01) (43) 공개일자 2006년06월07일

(21) 출원번호 10-2004-0099601
(22) 출원일자 2004년12월01일

(71) 출원인 이성룡
전북 전주시 완산구 서신동 현대아파트 106동 1202호
(72) 발명자 이성룡
전북 전주시 완산구 서신동 현대아파트 106동 1202호

심사청구 : 있음

(54) 병렬 전력전달방식을 적용한 고효율 직류전력 변환기

요약

본 발명은 병렬 전력전달방식으로 구성된 고효율 직류전력변환기에 관한 것으로 입력전원을 두 개의 직렬연결 커패시터로 나누어 배분된 상단 전압은 전력변환기의 입력으로, 하단 전압은 그의 출력으로 구성하여 부하에 전달하는 토폴로지 (Topology), 입력전원에 대한 상단 커패시터 전압 비율만큼의 에너지만 전력변환기를 통해 부하에 전달하고, 나머지 에너지는 직접 부하에 전달하는 병렬 전력전달방식, 전력변환기의 스위치 도통시간을 조절함에 따라 입·출력 전압 및 전류를 제어할 수 있는 구조, 본 발명에서 제안한 방식에 의하여 기존의 직류전력변환기에 비하여 특별한 소자 증가 없이 전력변환 효율을 증가시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

본 발명은 입력전원을 직류전력변환기를 통해서만 부하에 전달하는 기존의 구조와는 근본적으로 다르게, 에너지의 일부분만 부하의 전압 및 전류 제어에 사용하고 나머지는 직접 전달하는 방법을 취함으로써, 전력변환기를 통과하는 에너지가 입력전원에 대한 상단 커패시터 전압 비율만큼 작아지기 때문에 전력변환 시 발생하는 에너지 손실을 감소시켜 효율을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라, 그 전압 비율만큼 소자의 정격을 감소시킬 수 있기 때문에 기존 변환기와 같은 용량의 경우, 보다 콤팩트(compact)하고, 저렴한 비용으로 직류전력변환기의 제작이 가능하다.

대표도

도 6

색인어

직류전력변환기, 병렬전력전달, 고효율(High Efficiency)

명세서

도면의 간단한 설명

[도 1a]는 기존의 벡 변환기(Buck Converter)

[도 1b]는 기존의 부스트 변환기(Boost Converter)

[도 1c]는 기존의 벡-부스트 변환기(Buck-Boost Converter)

[도 1d]는 기존의 축 변환기(Cuk Converter)

[도 2a]는 기존의 플라이 백 변환기(Flyback Converter)

[도 2b]는 기존의 포워드 변환기(Forward Converter)

[도 3]은 기존의 ZCS 벡 변환기(ZCS Buck Converter)

[도 4]는 기존 전력변환기의 전력전달방식

[도 5a]는 병렬 전력전달방식

[도 5b]는 병렬 전력전달방식에 의한 전력변환기의 구현

[도 5c]는 병렬 전력전달방식에 의한 효율 향상

[도 6]은 본 발명에서 고안한 병렬 전력전달방식을 적용한 직류전력변환기

[도 7]은 본 발명에서 고안한 병렬 전력전달방식을 적용한 대용량 직류전력변환기

[도 8]은 기존 축 변환기의 입력 측 인덕터 전류(IL1)와 출력 측 인덕터 전류(IL2), 커패시터 전류(IC)와 변환기의 효율(E), 입력 측 인덕터 양단의 전압(VL1), 부하 출력 전압(Vo)의 파형

[도 9]는 병렬 전력전달방식을 적용한 직류전력변환기의 입력 측 인덕터 전류(IL1)와 출력 측 인덕터 전류(IL2), 커패시터 전류(IC)와 변환기의 효율(E), 입력 측 인덕터 양단의 전압(VL1), 부하 출력 전압(Vo)의 파형

<도면의 주요 부분에 대한 간단한 설명>

10 : 전력변환 셀

IS : 입력 전류

IL1 : 입력 측 인덕터 전류

IL2 : 출력 측 인덕터 전류

IC : 커패시터의 전류

VS : 직류전력변환기의 입력 전압

Vo : 부하 양단의 전압

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 병렬 전력전달방식으로 구성된 고효율 직류전력변환기에 관한 것이다.

일반적으로 직류전력제어에 사용되고 있는 기존의 직류전력변환기는 [도 1a]와 같이 출력전압이 강압 제어되는 벅 변환기(Buck Converter), [도 1b]와 같이 승압 제어되는 부스트 변환기(Boost Converter), 그리고 승·강압이 가능한 구조로 [도 1c]와 같은 벅-부스트 변환기(Buck-boost Converter)와 [도 1d]와 같은 축 변환기(Cuk Converter)로 분류된다. 한편, 이상의 전력변환기는 단일 입력, 단일 출력 구조로 되어 있기 때문에 여러 전원을 동시에 요구하는 다중 출력을 얻기 위해 고주파 변압기를 사용한 구조로 [도 2a]와 같은 플라이백 변환기(Flyback Converter)와 [도 2b]와 같은 포워드 변환기(Forward Converter)가 개발되었는데, 이들의 기본 동작원리는 플라이백은 벅-부스트와 같으며 포워드는 벅 변환기와 같다.

상기에 기술한 직류전력변환기들은 그 자체로 사용되거나 또는 사용 용도에 따라 다양하게 진화되어 푸쉬-풀 변환기(Push-pull Converter), 반 브리지 변환기(Half Bridge Converter), 전 브리지 변환기(Full Bridge Converter) 등으로 확장 개발되어 왔다. 이들 직류전력변환기는 가전제품의 소 용량에서부터 산업응용의 대용량에 이르기까지 직류전원이 필요한 곳에서는 필수 불가결한 존재로 막대한 시장규모를 형성하고 있다. 하지만 지금까지 개발된 전력변환기 제어를 위하여 [도 4]와 같이 에너지의 전부가 변환기의 전력 소자를 통과해야만 하기 때문에 전력변환 손실을 피할 수가 없고, 이 손실 전체가 변환기의 효율을 결정한다.

한편, 이라크 전쟁 등 국제 정세의 불안 및 에너지 사용량의 급격한 증가로 인한 유가 상승, 전기가동차와 같은 이동기기 및 노트북, 휴대폰과 같은 휴대용 기기의 증가 등으로 에너지 사용의 감소와 함께 전력변환기기의 효율 향상이 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 이러한 노력의 일환으로 직류전력변환기 분야에서도 전력변환 손실을 감소하여 효율을 향상시키기 위하여 다양한 연구가 진행되고있다.

실제로 직류전력변환기는 소형화하기 위하여 고속 스위칭(20[KHz]~1[MHz])하기 때문에 스위치에서 발생하는 손실이 전력변환손실의 대부분을 차지하고 있고, 이러한 스위치의 손실은 턴-온(turn-on)되어 있을 때 스위치 내부 저항(on resistance) 때문에 생기는 도통 손실과 턴-온(turn-on) 또는 턴-오프(turn-off) 순간에 스위치의 전압과 전류의 중복(overlap) 때문에 생기는 스위칭 손실이 있다.

상기의 도통 손실은 스위치 특성에 관련된 것이기 때문에 스위치가 결정되면 제어가 불가능하지만, 스위칭 손실은 스위칭 직전에 스위치 양단 전압을 “0”으로 만들어 주는 ZVT(Zero Voltage Transition)와 스위치에 흐르는 전류를 “0”으로 만들어 주는 ZCS(Zero Current Soft-switching)에 의해 감소가 가능하기 때문에 이러한 소프트 스위칭 기법에 관한 연구가 최근 들어 활발하게 진행되고 있다. 그 대표적인 예로서 ZCS 벅 변환기를 [도 3]에 보였는데, 그림에서 보는 것처럼 소프트 스위칭 기법은 스위칭 손실을 저감 시켜주는 장점이 있는 대신 ZVT 또는 ZCS를 위한 스위치와 공진 소자들이 추가로 필요하게 되어 제어회로가 복잡해지고 제작 단가의 상승을 피할 수 없을 뿐 아니라 공진 소자에 의한 또 다른 손실로 기대만큼의 손실저감효과를 얻기 어렵다.

그러므로 소프트 스위칭 기법을 적용한 전력변환기와는 달리, 특별한 소자의 추가 없이 효율을 향상시킬 수 있는 전력변환기의 개발이 절실하게 요구되고 있다. 특히 태양광발전시스템과 같은 대체에너지 시스템의 사용 증가는 자연에너지로부터의 변환효율이 극히 낮기 때문에 저 가격·고효율 전력변환기의 개발에 대한 요구가 급증하고 있으나, 진술한 소프트 스위칭 기법 이외에는 마땅한 대안이 없는 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기의 종래 기술들이 갖는 문제점들을 해결하기 위해 창안된 본 발명은 기존의 스위칭 손실 저감을 통하여 효율 향상을 꾀하는 시도와는 다르게 전력변환기 자체의 변환 손실을 저감하는 방법으로서 [도 5a]와 같은 병렬 전력전달방식을 도입하여 기존의 전력변환기에 특별한 소자의 추가 없이 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있는 효과적인 방법을 제안하는 것이다.

따라서 본 발명의 기술적 과제는 기존의 전력변환기에 특별한 소자의 추가 없이 [도 5a]와 같은 병렬 전력 전달 방식을 적용하는 방법을 고안하는 것이며, 이에 대한 방법으로 [도 5b]에 보인 것과 같은 병렬 전달방식을 제안하고, 이러한 직류전력변환기를 구성하기 위해서는 전력변환 셀(10)의 입·출력이 역 극성(Inverse polarity)의 구조를 갖고 있어야 하므로 이에 적합한 구조를 고안함으로써 기존의 직류전력변환기에 특별한 소자의 추가 없이 고효율의 직류전력변환기를 고안하는 것이다.

여기서, 병렬전력전달 방식에 적합한 전력변환 셀(10)로 [도 1c]의 벅-부스트, [도 1d]의 축 변환기와 고주파 전력변압기를 입·출력이 절연되는 구조를 갖는 [도 2a]의 플라이백(Fly-back)과 [도 2b]의 포워드 변환기 그리고 이들로부터 개발

된 구조인 푸쉬-풀(Push-Pull), 반 브리지 및 전 브리지 등을 적용할 수 있는데, 본 발명은 중·소형 전력변환기 구조로 [도 1d]의 축 변환기를, 대형 전력변환기 구조로 전 브리지 변환기를 가장 적합한 구조로 선택하였으며, 이에 의한 직류전력 변환기를 각각 [도 6], [도 7]에 보였다.

본 발명은 상기에 제시된 직류전력변환기 각각의 기본적인 동작 원리 및 효율 향상 효과는 같기 때문에 축 변환기 구조를 적용한 병렬전력전달방식의 직류 전력 변환기([도 6])를 대표적인 발명의 구성으로 하고 이를 설명한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 병렬 전력전달방식 직류전력변환기의 구성은 [도 6]과 같고 이를 설명하면 다음과 같다. 즉 입력직류전원과,

상기 직류전원과 병렬 연결되어, 입력 전원을 배분하는 두 개의 직렬연결 커패시터와,

전력전달을 병렬로 전달하기 위해 입력 측 상단 커패시터와 전력변환 셀의 입력 측이 서로 연결되며, 상기 커패시터와 입력 측 전류의 리플을 제한하기 위해 직렬로 연결된 입력 측의 인덕터와,

상기 입력 측의 인덕터와 직렬로 연결된 출력 전압 제어를 하기 위한 도통시간 제어용 스위치와,

상기 스위치와 병렬로 연결된 에너지 전달의 주된 역할을 하는 커패시터 및 다이오드와,

상기 다이오드의 애노드와 전체 시스템의 그라운드 사이에 출력 전류 리플 제한용 출력 측 인덕터가 연결된다.

부하에 에너지를 직접 전달하기 위해 입력전압 배분용 직렬연결 커패시터 중의 하단 커패시터와 부하가 병렬로 연결되며, 이 커패시터의 플러스 단과,

상기 스위치의 소스와 다이오드의 캐소드에 연결되는 구조를 가진다.

첨부한 도면들을 참조한 본 발명의 상세 설명은 다음과 같다.

[도 1a]는 기존의 벡 변환기(Buck Converter)로서 출력전압이 입력 보다 작게 제어되는 강압 변환기이고, 입·출력 극성이 같은 구조를 가지며, 기존의 전력변환기 중 가장 변환 효율이 좋은 변환기로 알려져 있다.

[도 1b]는 기존의 부스트 변환기(Boost Converter)로서 출력전압이 입력 보다 크게 제어되는 승압 변환기이고, 입·출력 극성이 같은 구조를 가지며, 기존의 전력변환기 중 비교적 변환 효율이 좋다.

[도 1c]는 기존의 벡-부스트 변환기(Buck-Boost Converter)로서 출력전압이 입력 보다 작게 또는 크게 제어할 수 있는 승·강압 변환기이고, 입·출력 극성이 역 극성이기 때문에, 본 발명의 병렬 전력전달 방식에의 적용이 가능하다.

[도 1d]는 기존의 축 변환기(Cuk Converter)로서 [도 1c]의 벡-부스트 변환기와 같이 출력전압이 입력 보다 작게 또는 크게 제어할 수 있는 승·강압 변환기이고, 입·출력 극성이 역 극성일 뿐 아니라 그 변환 효율 및 입·출력 특성이 벡-부스트 변환기보다 상대적으로 좋으며, 본 발명의 병렬 전력전달 방식에의 적용이 가능하다.

[도 2a]는 기존의 플라이백 변환기(Flyback Converter)로서 그 동작 원리가 [도 1c]의 벡-부스트 변환기와 같고, 부품 수가 적기 때문에 주로 소형 변환기에 많이 사용되며, 고주파 변압기에 의해 입·출력이 절연되어 있기 때문에 다중 출력 구조가 가능할 뿐 아니라 본 발명에서 고안된 병렬 전력전달방식의 적용도 가능하다.

[도 2b]는 기존의 포워드 변환기(Forward Converter)로서 그 동작 원리가 [도 1a]의 벡 변환기와 같지만, 고주파 변압기에 의해 입·출력이 절연되어 있기 때문에 다중 출력 구조가 가능하고, 출력전압을 입력 보다 작게 또는 크게 제어할 수 있는 승·강압 변환기로 구성할 수 있을 뿐 아니라, 본 발명의 병렬 전력전달 방식에의 적용도 가능하다.

[도 3]은 기존의 ZCS 벡 변환기(ZCS Buck Converter)로서 기존의 벡 변환기의 스위칭 손실을 저감시키기 위한 ZCS 회로에 의하여 전력변환 효율 및 EMI 특성 등이 향상되는 장점이 있는 반면에 ZCS를 위한 보조 스위치와 공진 인덕터 및 커패시터가 추가적으로 필요하기 때문에 제어회로가 복잡해지고, 제작 단가가 상승하는 단점이 있다.

[도 4]는 기존 전력변환기의 전력전달방식의 블록선도이다. 이는 부하의 요구 에너지를 입력전원으로부터 전력변환기를 통하여 받는 구조로서, 그림과 같이 에너지의 전부가 변환기의 전력 소자를 통과해야만 하기 때문에 전력변환 손실을 피할 수가 없고, 이 손실 전체가 변환기의 효율을 결정한다. 그러므로 이러한 전력전달방식에서는 효율 향상을 위해 변환기 손실의 대부분을 차지하는 스위칭 손실의 저감이 필수이고, 이러한 노력의 일환으로 [도 3]과 같은 소프트 스위칭에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 [도 3]에서 보는 것처럼 소프트 스위칭 기법은 스위칭 손실을 저감시켜주는 장점이 있는 대신 ZVT 또는 ZCS를 위한 스위치와 공진 소자들이 추가로 필요하게 되어 제어회로가 복잡해지고 제작 단가의 상승을 피할 수 없을 뿐 아니라 공진 소자에 의한 또 다른 손실로 기대만큼의 손실저감효과를 얻기 어렵다.

[도 5a]는 병렬 전력전달방식의 블록선도이다. 이는 부하의 요구 에너지를 입력전원으로부터 일부(PM)는 전력변환기를 통하여 받고 나머지(PD)는 직접 전달하는 구조로서, 그림과 같이 에너지의 일부만이 변환기의 전력 소자를 통과하기 때문에 같은 효율의 변환기로도 전력변환 손실을 에너지 분담 비율만큼 감소시킬 수 있다. 따라서 병렬 전력전달방식에 의한 시스템 효율은 다음과 같다.

$$\eta = \frac{(\eta_m \times P_M + P_D)}{(P_M + P_D)}$$

여기서, η_m 은 직류전력변환기의 효율

그러므로 출력변환제어를 위한 변환기의 변환 에너지가 작고, 직접 전달하는 에너지가 클수록 전체 효율은 상승함을 알 수 있다. 문제는 어떻게 기존의 전력변환기에 특별한 소자의 부가 없이 이러한 병렬전달전력 방식을 구현하느냐가 관건이다.

[도 5b]는 본 발명에서 병렬 전력전달방식에 의한 전력변환기의 구현 방법을 설명하기 위하여 이를 구체화한 것이다. 이는 기존의 전력변환기에 특별한 소자의 부가 없이 [도 5a]의 병렬전력전달 방식을 구현하기 위하여 고안된 것이다. 이는 입력 에너지의 (V_I/V_S)배 만큼의 전력만으로 입·출력 전압 또는 전류를 제어하기 위한 변환제어를 수행하고, 그 출력은 부하에 전달하게 되며, (V_O/V_S)배 만큼의 전력은 변환기를 거치지 않고 직접 부하로 전달하게 된다. 따라서 이의 변환 효율은 [도 5a]와 같고, 이를 입력 전압의 비로 정리하면 다음과 같다.

$$\eta = \frac{1 + \eta_m \times (V_I/V_O)}{1 + (V_I/V_O)}$$

[도 5c]는 [도 5b]에서 구현한 병렬 전력전달방식에 의한 전력변환기의 입·출력 전압의 비(V_I/V_O)에 따른 시스템의 효율을 상기 식에 의하여 시뮬레이션한 결과를 보인 것이다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 전력변환 셀(10)의 입력전압이 작을수록 효율은 향상 효과가 커짐을 알 수 있고, 이의 효과를 구체적으로 설명하면 변환 효율이 80%인 전력변환 셀(10)로 본 발명의 병렬전력전달 방식의 전력변환기를 구성하고, 전력변환 셀(10)의 입·출력 전압 비(V_I/V_O)를 0.25로 제어하면 변환 효율을 96% 이상으로 향상시킬 수 있음을 보여준다.

[도 6]은 본 발명에서 고안한 병렬 전력전달방식을 적용한 고효율 직류전력변환기로서 [도 5a], [도 5b], [도 5c]에서 확인한 병렬 전력전달방식의 효율 향상 효과를 실제 중·소형 전력 변환기에 사용할 수 있는 회로로 고안한 것이다. 본 발명은 소형 전력변환기에 주로 사용되고 있는 기존의 변환기([도 1a], [도 1b], [도 1c], [도 1d], 와 [도 2a][도 2b]) 중에서 특별한 소자의 추가 없이 입출력 특성이 좋고, 효율 향상 효과가 뚜렷한 구조로 [도 1c]의 축 전력변환 셀(10)을 선택하였고, 이를 병렬 전력전달방식으로 적용하여 고안한 회로이다. 이는 [도 5b]의 병렬 전력전달방식과 정확하게 같은 원리로 동작한다. 즉, 입력 에너지의 (V_I/V_S)배 만큼의 전력만으로 입·출력 전압 또는 전류를 제어하기 위한 변환제어를 수행하고, 그 출력은 부하에 전달하게 되며, (V_O/V_S)배 만큼의 전력은 변환기를 거치지 않고 직접 부하로 전달하게 된다. 따라서 본 발명의 효과를 입력 전압(V_S)가 60[V], 출력 전압(V_O)가 48[V], 부하 1,000[W]의 경우를 예를 들어 설명하면, 전력변환 셀(10)이 부하의 1/5배인 단지 200[W]의 용량만으로 전력변환제어가 가능하고, 이의 효율이 80[%]인 경우, [도 5c]에서 볼 수 있는 것처럼 96[%] 이상의 효율을 기대할 수 있다. 이는 특별한 소자의 부가 없이 부하 용량의 1/5배의 전력변환 셀 구성만으로 기존의 변환기와 같은 용량의 변환기를 구성할 수 있을 뿐 아니라, 효율 또한 96[%]이상으로 향상이 가

능하다.(이상의 효과에 대한 입증은 [도 8], [도 9]에서 자세히 기술한다.) 그러므로 본 발명의 전력변환기는 아주 작은 용량의 변환기 셀 구성만으로 기존의 전력변환기와 같은 용량의 고효율 전력변환기 구성이 가능하기 때문에 매우 경제적이고, 다양한 분야에 응용이 가능한 획기적인 고안이다.

[도 7]은 본 발명에서 고안한 [도 6]의 병렬 전력전달방식을 적용한 고효율 직류전력변환기의 변형된 구조로서 [도 5a], [도 5b], [도 5c]에서 확인한 병렬 전력전달방식의 효율 향상 효과를 실제 대형 전력 변환기에 사용할 수 있는 회로로 고안한 것이다. 본 발명은 중·대형 전력변환기에 주로 사용되고 있는 기존의 변환기([도 2b]의 포워드(Forward) 그리고 푸쉬-풀(Push-pull), 반 브리지, 전 브리지 변환기) 중에서 특별한 소자의 추가 없이 입출력 특성이 좋고, 효율 향상 효과가 뚜렷한 구조로 전 브리지 구조를 전력변환 셀(10)로 선택하였고, 이를 병렬 전력전달방식으로 적용하여 고안한 회로이다. 이는 [도 5b] 및 [도 6]의 병렬 전력전달방식과 정확하게 같은 원리로 동작한다. 즉, 입력 에너지의 (V_I/V_S)배 만큼의 전력만으로 입·출력 전압 또는 전류를 제어하기 위한 변환제어를 수행하고, 그 출력은 부하에 전달하게 되며, (V_O/V_S)배 만큼의 전력은 변환기를 거치지 않고 직접 부하로 전달하게 된다. 따라서 본 발명의 효과를 입력 전압(V_S)가 60[V], 출력 전압(V_O)가 48[V], 부하 1,000[W]의 경우를 예를 들어 설명하면, 전력변환 셀(10)이 부하의 1/5배인 단지 200[W]의 용량만으로 전력변환제어가 가능하고, 이의 효율이 80[%]인 경우, [도 5c]에서 볼 수 있는 것처럼 96[%] 이상의 효율을 기대할 수 있다. 이는 기존의 변환기와 같은 용량으로 특별한 소자의 부가 없이 이의 5배 용량의 변환기를 구성할 수 있을 뿐 아니라, 효율 또한 96[%]이상으로 향상이 가능하다. 그러므로 본 발명의 전력변환기는 기존의 중·소형 변환기 용량으로 고효율의 대형 전력변환기 구성이 가능하기 때문에 매우 경제적이고, 다양한 분야에 응용이 가능하다.

[도 8]은 본 발명의 병렬 전력전달방식 전력변환기와 기존의 전력변환기의 성능을 비교하기 위하여, 입력전압(V_S) 60[V], 출력전압(V_O) 40[V], 부하용량 800[W]의 기존의 축 변환기([도 1d])를 설계(설계조건: 입출력 인덕터의 내부저항(RL1, RL2)을 0.05옴, 스위치 내부저항(Rsw)을 36m옴, 커패시터 내부저항(RC)을 0.05옴)하고, 이를 Psim 소프트웨어를 이용하여 시뮬레이션 한 결과를 보인 것이다. 그림 위에서부터 입력 측 인덕터 전류(IL1)와 출력 측 인덕터 전류(IL2), 커패시터 전류(IC)와 변환기의 효율(E), 입력 측 인덕터 양단의 전압(VL1), 부하 출력 전압(Vout)의 파형을 보여준다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 축 변환기가 벡 모드(60V에서 40V로 강압)로 동작할 경우 [도 1a]의 벡 변환기와 비슷한 효율을 갖는 우수한 특성을 갖고 있는데, 본 시뮬레이션 결과로도 효율이 90%로서 이를 입증해준다. 그러나 축 변환기가 부스트 모드(40V에서 60V로 승압)로 동작할 경우 효율이 약간 떨어지게 된다.

[도 9]는 본 발명의 병렬 전력전달방식 전력변환기가 [도 6]과 같이 동작하고, 그 효율 향상 효과를 확인(기존의 전력변환기의 성능과 비교해서)하기 위하여, 입력전압(V_S) 60[V], 출력전압(V_O) 40[V], 부하용량 800[W]의 병렬 전력전달방식 전력변환기([도 6])를 설계(설계조건: 입·출력 인덕터의 내부저항(RL1, RL2)을 0.05옴, 스위치 내부저항(Rsw)을 36m옴, 커패시터 내부저항(RC)을 0.05옴)하고, 이를 Psim 소프트웨어를 이용하여 시뮬레이션 한 결과를 보인 것이다. 그림 위에서부터 입력측 인덕터 전류(IL1)와 출력 측 인덕터 전류(IL2), 커패시터 전류(IC)와 변환기의 효율(E), 입력 측 인덕터 양단의 전압(VL1), 부하 출력 전압(Vout)의 파형을 보여준다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 전력변환 셀(10)의 출력전류 즉, 출력 측 인덕터 전류(IL2)가 [도 8]의 기존 축 변환기의 출력 전류에 비하여 현저히 감소함을 알 수 있는데, 이는 본 발명의 전력변환기가 병렬전력전달방식에 의해서 전력변환 셀(10)은 입력 에너지의 (V_I/V_S)배 만큼의 전력만으로 입·출력 전압 또는 전류를 제어하기 위한 변환제어를 수행하고, 그 출력을 부하에 전달하게 되며, (V_O/V_S)배 만큼의 전력은 변환기를 거치지 않고 직접 부하로 전달하고 있음을 보여 주는 것이다. 이에 의해 실제 전력변환 셀(10)은 부스트 모드(40V에서 60V로 승압)로 동작하기 때문에 효율이 80%대이지만 [도 5c]의 효율 개선 효과에 의해서 실제 변환 효율은 기존 전력 변환기에 비하여 현저하게 개선되는데, 본 시뮬레이션 결과는 그림에서 볼 수 있는 것처럼 97%이다. 이상의 시뮬레이션 결과로 본 발명에서 고안한 병렬 전력전달방식의 전력변환기가 입력 에너지의 (V_I/V_S)배 만큼의 전력만을 변환 제어함에 의해 출력을 제어하면서, 부하에 원하는 에너지를 전달할 수 있음을 확인하였고, 그 유용성을 입증하였다.

발명의 효과

본 발명은 입력전원에 대한 전력변환 셀(10) 입력 전압 비율만큼의 에너지만 변환 셀을 통해 부하에 전달하고, 나머지에너지는 직접 부하에 전달하는 병렬 전력전달방식으로 구성된 고효율 직류전력변환기에 관한 것으로 기존의 직류전력변환기에 비하여 특별한 소자 증가 없이 전력변환 효율을 증가시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

본 발명은 입력전원을 직류전력변환기를 통해서만 부하에 전달하는 기존의 구조와는 근본적으로 다르게, 에너지의 일부분만 부하의 전압 및 전류 제어에 사용하고 나머지는 직접 전달하는 방법을 취함으로써, 전력변환기를 통과하는 에너지가 입

력전원에 대한 상단 커패시터 전압 비율만큼 작아지기 때문에 전력변환 시 발생하는 에너지 손실을 감소시켜 효율을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라, 그 전압 비율만큼 소자의 정격을 감소시킬 수 있기 때문에 기존 변환기와 같은 용량의 경우, 보다 컴팩트(compact)하고, 저렴한 비용으로 직류전력변환기의 제작이 가능하다.

그러므로 본 발명은 기존의 직류전력변환기가 사용되는 모든 분야에 저가격·고효율 전력변환기로 활용할 수 있을 뿐 아니라, 같은 용량의 경우, 기존 변환기 보다 소자의 정격을 감소시킬 수 있기 때문에 배터리 충·방전기기 분야에 유용하게 적용될 수 있을 것으로 생각하며, 특히, 같은 정격으로 대용량화가 가능하기 때문에 태양광시스템을 위해 경제적이고 고효율인 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 변환기 개발에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

입력직류전원과;

상기 직류전원과 병렬 연결되어, 입력 전원을 배분하는 두 개의 직렬연결 커패시터와;

전력전달을 병렬로 전달하기 위해 입력 측 상단 커패시터와 전력변환 셀의 입력 측이 서로 연결되며, 상기 커패시터와 입력 측 전류의 리플을 제한하기 위해 직렬로 연결된 입력 측의 인덕터와;

상기 입력 측의 인덕터와 직렬로 연결된 출력 전압 제어를 하기 위한 도통시간 제어용 스위치와;

상기 스위치와 병렬로 연결된 직렬 연결된 에너지 전달의 주된 역할을 하는 커패시터 및 다이오드와;

상기 다이오드의 에노드와 전체 시스템의 그라운드 사이에 연결되는 출력 전류 리플 제한용 출력 측 인덕터와;

부하에 에너지를 직접 전달하기 위해 입력전압 배분용 직렬연결 커패시터 중의 하단 커패시터와 부하가 병렬로 연결되며, 이 커패시터의 플러스 단과;

상기 스위치의 소스와 다이오드의 캐소드에 연결되는 구조를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는, 병렬전력전달방식의 고효율 직류전력변환기.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 대용량 변환기 구성을 위하여 상기 입력 측 인덕터, 에너지 전달용 커패시터, 출력 측 인덕터, 스위치와 다이오드 대신에;

입력전압 배분용 직렬연결 커패시터의 상단 커패시터와 병렬 연결되는 전 브리지(full bridge) 스위치와;

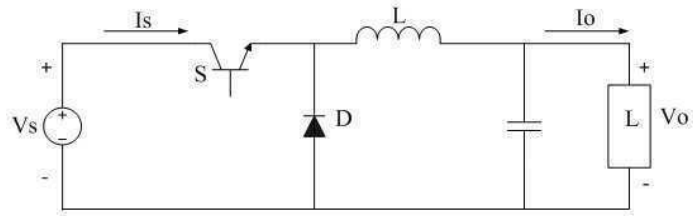
상기 스위치의 출력과 병렬로 연결되는 에너지 전달 및 승·강압 변환을 위한 고주파 변압기와;

상기 변압기와 변압기를 통해 전달된 전력을 직류로 정류하기 위한 전 브리지 다이오드 정류기와;

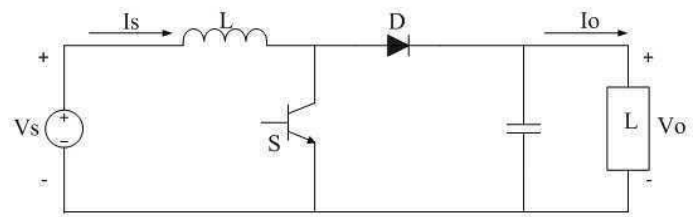
상기 정류기와 부하 그리고 입력전압 배분용 직렬연결 커패시터의 하단 커패시터가 각각 병렬 연결되는 구조를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는, 병렬전력전달방식의 고효율 직류전력변환기.

도면

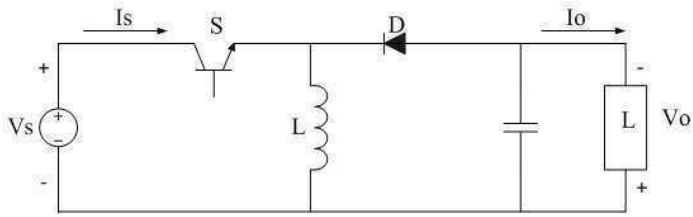
도면1a



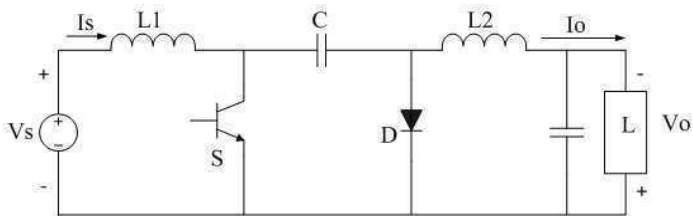
도면1b



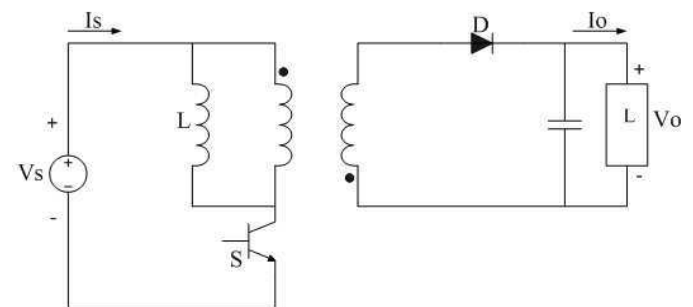
도면1c



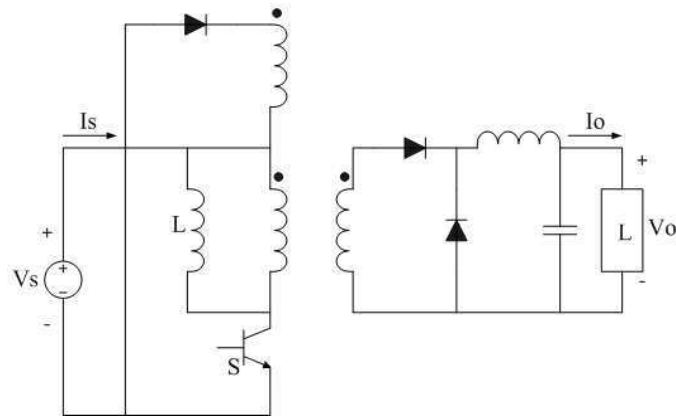
도면1d



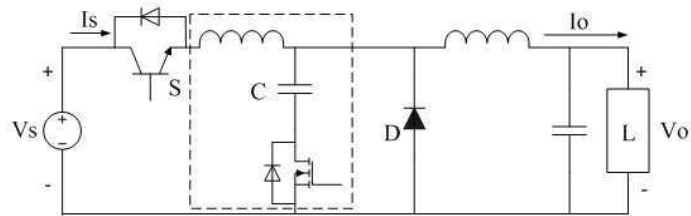
도면2a



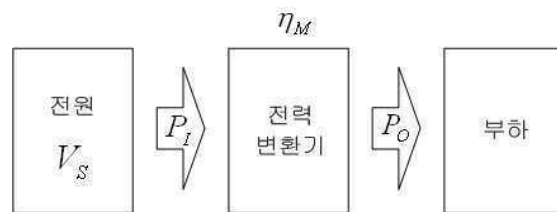
도면2b



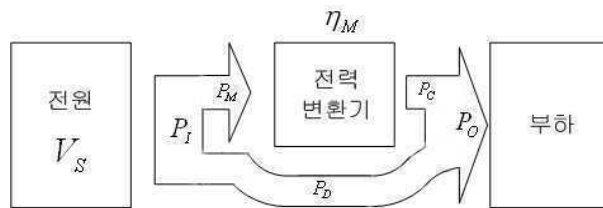
도면3



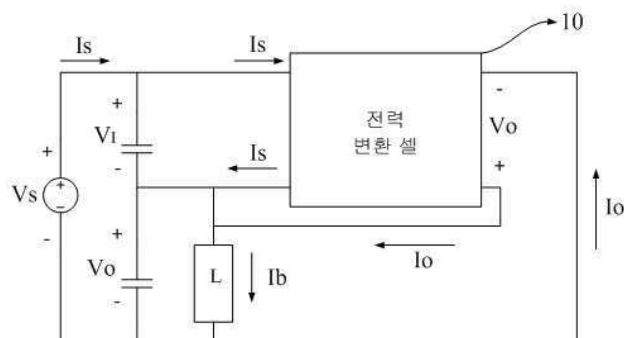
도면4



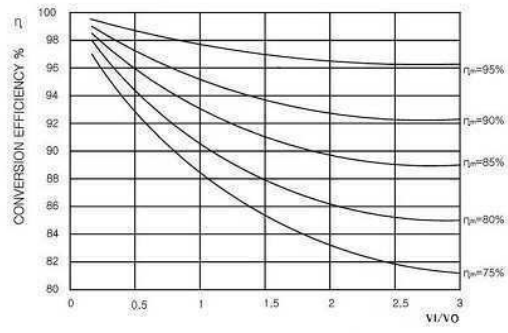
도면5a



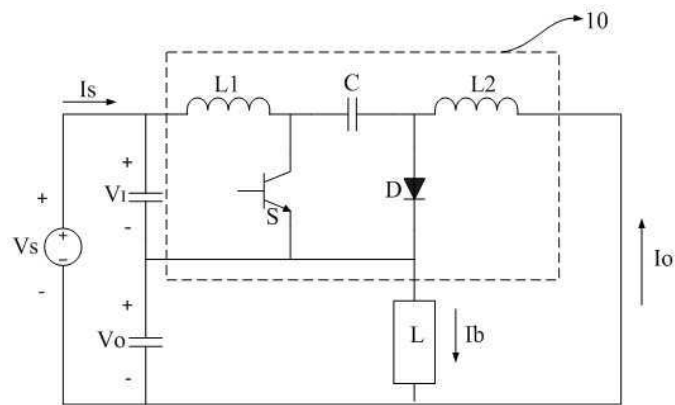
도면5b



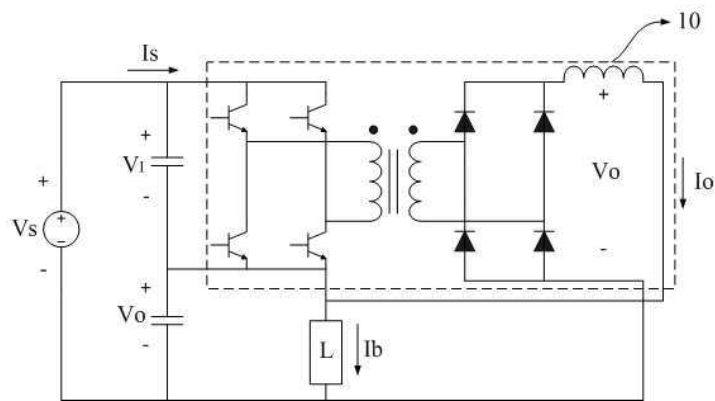
도면5c



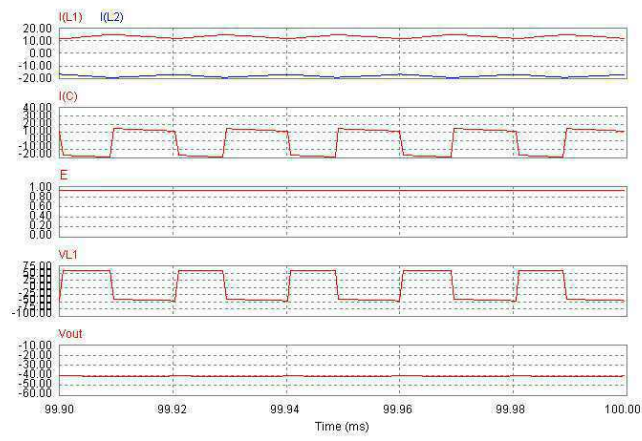
도면6



도면7



도면8



도면9

