

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 7월 4일 (04.07.2013)



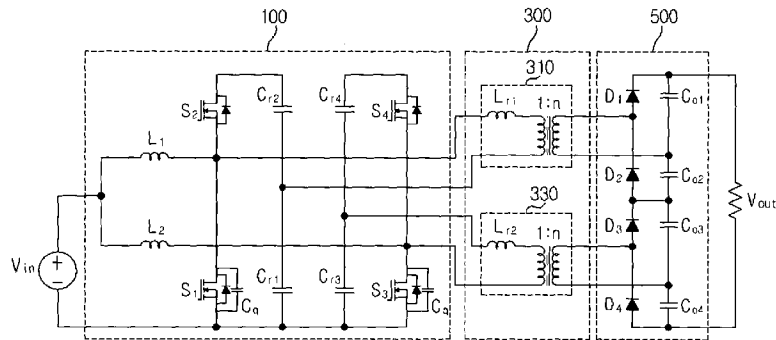
(10) 국제공개번호
WO 2013/100674 A1

- (51) 국제특허분류: H02M 3/28 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/011657
- (22) 국제출원일: 2012년 12월 28일 (28.12.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2011-0146735 2011년 12월 30일 (30.12.2011) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION) [KR/KR]; 121-720 서울시 마포구 공덕동 450 효성빌딩, Seoul (KR). 서울과학기술대학교 산학협력단 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CENTER FOR INDUSTRY COLLABORATION) [KR/KR]; 139-743 서울시 노원구 공릉로 232, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이정민 (LEE, Jeong Min); 151-847 서울시 관악구 쑥고개로 114, 401 호, Seoul (KR). 나재형 (NA, Jae Hyeong); 420-010 경기도 부천시 원미구, Gyeonggi-do (KR). 이진희 (LEE, Jin Hee); 431-743 경기도 안양시 동안구 초원마을 대원아파트 303 동 1504 호, Gyeonggi-do (KR). 최세완 (CHOI, Sae Wan); 150-762 서울시 영등포구 여의도동 광장아파트 10 동 106 호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 정안 (HONESTY & JR PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY LAW GROUP); 135-833 서울시 강남구 선릉로 615 5층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: BOOST DC-DC CONVERTER

(54) 발명의 명칭 : 승압형 DC-DC 컨버터



(57) Abstract: The present invention relates to a boost DC-DC converter, and more particularly, to a boost DC-DC converter comprising: a switching module for taking, as an input, the voltage supplied from a separate external power source, switching a plurality of switches in a complementary manner and outputting a voltage; a transformer module for taking, as an input, an output of the switching module, boosting the output and outputting the boosted output; and a rectifying module for taking, as an input, the output of the transformer module and performing a voltage doubler rectification. The switching module includes a first inductor and a second inductor connected to the separate external power source and connected in parallel with each other; a first switch and a second switch connected in series to the first inductor and connected in parallel with each other; a third switch and a fourth switch connected in series to the second inductor and connected in parallel with each other; two first capacitors connected in series to the first switch and the third switch, respectively; and two second capacitors connected in series to the second switch and the fourth switch, respectively. Thus, according to the present invention, turn-off current and switching loss may be reduced using a resonance generated by a capacitor included within the DC-DC converter, thus improving efficiency, and further solving the problems of imbalance of current of each phase.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2013/100674 A1



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 승압형 DC-DC 컨버터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 별도의 외부전원에서 공급되는 전압을 입력받아 복수개의 스위치를 상보적으로 스위칭하여 전압을 출력하는 스위칭 모듈; 상기 스위칭 모듈의 출력을 입력받아 승압하여 출력하는 변압 모듈; 및 상기 변압 모듈의 출력을 입력받아 전압 더블러(Voltage doubler) 정류를 수행하는 정류 모듈; 을 포함하되, 상기 스위칭 모듈은, 상기 별도의 외부전원과 연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제 1 인덕터 및 제 2 인덕터; 상기 제 1 인덕터와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제 1 스위치 및 제 2 스위치; 상기 제 2 인덕터와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제 3 스위치 및 제 4 스위치; 상기 제 1 스위치 및 상기 제 3 스위치 각각에 직렬로 연결되어 있는 2 개의 제 1 커패시터; 및 상기 제 2 스위치 및 상기 제 4 스위치 각각에 직렬로 연결되어 있는 2 개의 제 2 커패시터; 를 포함한다. 따라서, 본 발명에 따르면, 내부에 포함된 커패시터(Capacitor)에 의해 발생하는 공진 현상을 이용하여 턴오프(Turn-off)전류 및 스위칭 손실을 저감하여 효율을 향상시킬 수 있고, 나아가 각 상 전류의 불균형을 해소할 수 있는 효과가 있다.

명세서

발명의 명칭: 승압형 DC-DC 컨버터

기술분야

- [1] 본 발명은 승압형 DC-DC 컨버터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 내부에 포함된 공진 커패시터(Capacitor)에 의해 발생하는 공진현상을 이용하여 스위칭 손실을 감소시켜 효율을 향상하며, 턴오프전류를 감소시켜 신뢰성이 향상된 승압형 DC-DC 컨버터에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 DC-DC 컨버터의 경우 크게 전압원 컨버터와 전류원 컨버터로 분류되며, 승압형 컨버터의 경우 기본적으로 전압원 컨버터에 비해 승압비가 높으며 전류리플이 작은 전류원 컨버터가 주로 사용되고 있다. 상기 전류원 컨버터의 대표적인 토폴로지(Topology)의 경우 풀브리지(Full-bridge) 컨버터, 푸시풀(Push-pull) 컨버터 및 하프브리지(Half-bridge) 컨버터가 있다.
- [3] 상기 풀브리지(Full-bridge) 컨버터의 경우 다른 토폴로지에 비해 스위치 수가 많다는 단점이 있으며, 상기 푸시풀(Push-pull) 컨버터의 경우 변압 모듈에 탭이 필요하여 제작이 어려운 단점이 있다. 따라서, 인터리빙(Interleaving) 효과에 의해 전류리플이 감소하며 인덕터의 분산배치에 따라 열이 분산되며 승압비가 높다는 장점이 있는 하프브리지(Half-bridge) 컨버터가 많이 채택되고 있다.
- [4] 이러한 승압형 DC-DC 컨버터에 관해 종래기술(한국출원 2008-0084758호) 등이 출원된 바 있으나, 본 발명은 상기 종래기술과 달리 공진현상을 이용하여 스위칭 손실을 감소시켜 효율이 향상된 DC-DC 컨버터에 관해 이하와 같이 개시한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명의 목적은, 내부에 포함된 공진커패시터(Capacitor) 및 변압기의 누설인덕턴스에 의해 발생하는 공진현상을 이용하여 턴오프 전류를 저감함과 더불어 각 상 전류의 불균형 및 자화전류 오프셋을 상기 변압기에 직렬연결된 커패시터를 통해 제거하여 효율이 향상된 DC-DC 컨버터를 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [6] 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터는, 별도의 외부전원에서 공급되는 전압을 입력받아 복수개의 스위치를 상보적으로 스위칭하여 전압을 출력하는 스위칭 모듈; 상기 스위칭 모듈의 출력을 입력받아 승압하여 출력하는 변압 모듈; 및 상기 변압 모듈의 출력을 입력받아 전압 더블러(Voltage doubler) 정류를 수행하는 정류 모듈; 을 포함하되, 상기 스위칭 모듈은, 상기 별도의 외부전원과 연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 인덕터 및 제2 인덕터; 상기 제1 인덕터와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 스위치 및 제2 스위치;

상기 제2 인덕터와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제3 스위치 및 제4 스위치; 상기 제1 스위치 및 상기 제3 스위치 각각에 직렬로 연결되어 있는 2개의 제1 커패시터; 및 상기 제2 스위치 및 상기 제4 스위치 각각에 직렬로 연결되어 있는 2개의 제2 커패시터; 를 포함한다.

- [7] 이때, 상기 변압 모듈은, 상기 스위칭 모듈과 연결된 제1 변압기 및 제2 변압기를 포함하되, 상기 제1 변압기의 1차측 선이 상기 제1 인덕터와 직렬연결되고, 상기 제1 변압기의 중성선은 상기 제1 스위치에 직렬연결된 상기 제1 커패시터 및 상기 제2 스위치에 직렬연결된 상기 제2 커패시터 간에 연결되며, 상기 제2 변압기의 1차측 선이 상기 제2 인덕터와 직렬연결되고, 상기 제2 변압기의 중성선은 상기 제3 스위치에 직렬연결된 제1 커패시터 및 상기 제4 스위치에 직렬연결된 제2 커패시터 간에 연결되며, 상기 제1 변압기 및 상기 제2 변압기의 2차측은 상기 정류 모듈과 연결되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [8] 이때, 상기 정류 모듈은, 상기 제1 변압기의 2차측과 직렬연결되어 있는 제1 다이오드; 상기 제1 변압기의 2차측과 직렬연결되며 상기 제1 다이오드와 병렬연결되는 제2 다이오드; 상기 제2 변압기의 2차측과 직렬연결되어 있는 제3 다이오드; 상기 제2 변압기의 2차측과 직렬연결되며 상기 제3 다이오드와 병렬연결되는 제4 다이오드; 및 상기 제1 다이오드, 상기 제2 다이오드, 상기 제3 다이오드 및 상기 제4 다이오드 각각에 직렬연결되는 제3 커패시터; 를 포함하는 것이 바람직하다.
- [9] 이때, 상기 스위칭 모듈은, 상기 제1 스위치, 제2 스위치, 제3 스위치 및 제4 스위치 중 적어도 어느 하나 이상에 병렬로 연결된 제4 커패시터; 를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [10] 이때, 상기 제1 스위치, 제2 스위치, 제3 스위치 및 제4 스위치는 소정의 데드 타임(Dead-time)을 가지며, 외부에서 입력되는 스위치 구동신호에 의해 상보적(Complementary)으로 구동되는 것이 바람직하다.
- [11] 이때, 상기 스위칭 모듈은, 상기 제1 스위치, 상기 제2 스위치, 상기 제3 스위치 및 상기 제4 스위치 중 어느 하나 이상이 스위칭되는 경우, 소정의 데드 타임(Dead-time)을 통해 0~1의 듀티 범위에서 동작하는 것이 바람직하다.
- [12] 이때, 상기 제1 스위치, 제2 스위치, 제3 스위치 및 제4 스위치는 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) 인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [13] 본 발명에 따르면, 내부에 포함된 커패시터(Capacitor)에 의해 발생하는 부분적 공진현상을 이용하여 스위칭 손실을 저감할 수 있고, 턴온(Turn-on) 시 영전압스위칭(Zero Voltage Switching, 이하, 'ZVS')이 가능하고 턴오프(Turn-off) 시 전류를 저감하여 스위칭 소자의 수명저감을 방지할 수 있으며, 나아가 각 상 전류의 불균형을 해소할 수 있는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 전체구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- [15] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 회로를 예시한 도면이다.
- [16] 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 4a 및 도 4b는 기존의 승압형 DC-DC 컨버터에 의한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [18] 도 5는 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [19] 도 6은 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 다른 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [20] 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 설명하기에 앞서, 본 발명의 기술적 요지와 직접적 관련이 없는 구성에 대해서는 본 발명의 기술적 요지를 흐뜨리지 않는 범위 내에서 생략하였음에 유의하여야 할 것이다. 또한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 발명자가 자신의 발명을 최선의 방법으로 설명하기 위해 적절한 용어의 개념을 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 할 것이다.
- [21]
- [22] 이하, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 구성을 첨부한 예시도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 전체구성을 설명하기 위한 블록도이며, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 회로를 예시한 도면이다.
- [23] 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 경우, 도 1에 도시된 바와 같이 별도의 외부전원에서 공급되는 전압을 입력받아 복수개의 스위치를 상보적으로 스위칭하여 전압을 출력하는 스위칭 모듈(100); 상기 스위칭 모듈(100)의 출력을 입력받아 승압하여 출력하는 변압 모듈(300); 및 상기 변압 모듈(300)의 출력을 입력받아 전압 더블러(Voltage doubler) 정류를 수행하는 정류 모듈(500); 을 포함한다.
- [24] 도 2를 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 상기 스위칭 모듈(100)은, 상기 별도의 외부전원과 연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 인덕터(L_1) 및 제2 인덕터(L_2); 상기 제1 인덕터(L_1)와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 스위치(S_1) 및 제2 스위치(S_2); 상기 제2 인덕터(L_2)와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제3 스위치(S_3) 및 제4 스위치(S_4); 상기 제1 스위치(S_1)에 직렬로 연결되어 있는 커패시터(C_{r1}) 및 상기 제3 스위치(S_3)에 직렬로 연결되어 있는

커패시터(C_{r3})를 의미하는 2개의 제1 커패시터(C_{r1},C_{r3}) ; 및 상기 제2 스위치(S₂)에 직렬로 연결되어 있는 커패시터(C_{r2}) 및 상기 제4 스위치(S₄)에 직렬로 연결되어 있는 커패시터(C_{r4})를 의미하는 2개의 제2 커패시터(C_{r2},C_{r4}); 를 포함한다.

[25] 이때, 상기 스위칭 모듈(100) 내 상기 제1 스위치(S₁), 제2 스위치(S₂), 제3 스위치(S₃) 및 제4 스위치(S₄)는 소정의 데드 타임(Dead-time)을 가지며, 외부에서 입력되는 스위치 구동신호에 의해 상보적(Complementary)으로 구동되는 것이 바람직하다.

[26] 그리고, 상기 스위칭 모듈(100) 내 상기 제1 스위치(S₁), 상기 제2 스위치(S₂), 상기 제3 스위치(S₃) 및 상기 제4 스위치(S₄) 중 어느 하나 이상이 스위칭되는 경우, 소정의 데드 타임(Dead-time)을 통해 0~1의 듀티 범위에서 동작하는 것이 바람직하다.

[27] 이때, 상기 제1 스위치(S₁), 제2 스위치(S₂), 제3 스위치(S₃) 및 제4 스위치(S₄)는 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) 인 것이 바람직하다.

[28] 이때, 상기 제1 커패시터, 즉, 상기 제1 스위치(S₁)에 직렬연결되어 있는 커패시터(C_{r1}) 및 상기 제3 스위치(S₃)에 직렬연결되어 있는 커패시터(C_{r3})의 소자값은 동일한 것이 바람직하며, 상기 제1 커패시터의 소자값은 다음과 같은 수식에 의해 결정되는 것이 바람직하다.

[29] 수학식 1

$$C_1 \leq \frac{1}{L_{r1}} \left(\frac{D_{nom} \cdot T_s}{\pi} \right)^2$$

[30] 상기 수학식 1에 있어서, C₁은 상기 제1 커패시터의 소자값이며, L_{r1}은 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스 값이며, T_s는 스위칭 구동신호의 주기값이며, D_{nom}는 상기 컨버터가 최적으로 동작하기 위해 설정되는 듀티값을 의미한다.

[31] 이때, 상기 제2 커패시터, 즉, 상기 제2 스위치(S₂)에 직렬로 연결되어 있는 커패시터(C_{r2}) 및 상기 제4 스위치(S₄)에 직렬로 연결되어 있는 커패시터(C_{r4})의 소자값은 동일한 것이 바람직하며, 상기 제2 커패시터의 소자값은 다음과 같은 수식에 의해 결정되는 것이 바람직하다.

[32] 수학식 2

$$C_2 \leq \frac{1}{L_{r1}} \left(\frac{2(1 - D_{nom}) \cdot T_s}{3\pi} \right)^2$$

[33] 상기 수학식 2에 있어서, C₂은 상기 제2 커패시터의 소자값이며, L_{r1}은 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스값이며, T_s는 스위칭 구동신호의 주기값이며, D_{nom}는 상기 컨버터가 최적으로 동작하기 위해 설정되는 듀티값을 의미한다.

[34] 이에 따라, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터는, 변압 모듈의 내부

인덕턴스와 상기 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 의해 발생하는 공진현상을 이용하여 스위치의 턴오프 전류를 저감하며, 아울러 각 상 전류의 불균형 및 자화전류 오프셋을 제거할 수 있다.

[35] 이때, 상기 제1 스위치(S₁), 제2 스위치(S₂), 제3 스위치(S₃) 및 제4 스위치(S₄) 중 적어도 어느 하나 이상에 병렬로 연결된 제4 커패시터(C_q); 를 더 포함하는 것이 바람직하다. 도 2에 도시된 경우와 같이 상기 제1 스위치(S₁) 및 상기 제3 스위치(S₃)에 각각 1개의 제4 커패시터(C_q)가 병렬연결되어 있으나 이에 한정되지 아니한다.

[36] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 상기 제1 스위치(S₁) 및 상기 제2 스위치(S₂) 중 어느 하나에 상기 제4 커패시터(C_q)가 병렬연결되며, 상기 제3 스위치(S₃) 및 제4 스위치(S₄) 중 어느 하나에 상기 제4 커패시터(C_q)가 병렬연결되도록 하여, 총 2개의 제4 커패시터(C_q)를 사용하는 것이 바람직하나, 다만 이에 한정되지 아니한다.

[37] 상기 제4 커패시터(C_q)는 상기 제1 스위치(S₁) 및 상기 제3 스위치(S₃)가 턴온(Turn-on) 또는 턴오프(Turn-off)되는 시점에 상기 제1 스위치(S₁) 및 상기 제3 스위치(S₃)에 인가되는 전압의 시간당 변화(dv/dt)를 완만하게 함으로써, 스위칭 손실을 감소하는 기능을 수행한다.

[38]

[39] 다음으로, 상기 변압 모듈(300)의 경우, 상기 스위칭 모듈(100)과 연결된 제1 변압기(310) 및 제2 변압기(330)를 포함하되, 상기 제1 변압기(310)의 1차측 선은 상기 제1 인덕터(L₁)와 직렬연결되고, 상기 제1 변압기(310)의 중성선은 상기 2개의 제1 커패시터 중 상기 제1 스위치(S₁)에 직렬연결된 커패시터(C_{r1}) 및 상기 2개의 제2 커패시터 중 상기 제2 스위치(S₂)에 직렬연결된 커패시터(C_{r2}) 간에 연결된다.

[40] 그리고, 상기 제2 변압기(330)의 1차측 선은 상기 제2 인덕터(L₂)와 직렬연결되고, 상기 제2 변압기(330)의 중성선은 상기 제1 커패시터 중 상기 제3 스위치(S₃)에 직렬연결되어 있는 커패시터(C_{r3}) 및 상기 제2 커패시터 중 상기 제4 스위치(S₄)에 직렬연결된 커패시터(C_{r4}) 간에 연결되며, 상기 제1 변압기(310) 및 상기 제2 변압기(330)의 2차측은 상기 정류 모듈(500)과 연결되는 것이 바람직하다.

[41] 이때, 상기 변압 모듈(300)의 전압전달비는, 상기 변압 모듈(300)의 누설인덕턴스를 고려하여 하기의 수학적식에 의해 결정되는 것이 바람직하다.

[42] 수학적식 3

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{D^2(1-D)}{\frac{((2D-1)^2 + 1) \cdot L_k f_s n}{R_o} + \frac{D^2(1-D)^2}{2n}}$$

- [43] 상기 수학식 3에 있어서, n 은 변압 모듈(300)의 턴수비, L_k 는 즉, 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1}) 또는 제2 변압기(330)의 공진인덕턴스(L_{r2})와 동일한 값을 가지며, D 는 듀티 비, R_o 는 출력저항, f_s 는 스위칭 주파수를 의미한다.
- [44]
- [45] 마지막으로, 상기 정류 모듈(500)은, 상기 제1 변압기(310)의 2차측과 직렬연결되어 있는 제1 다이오드(D_1); 상기 제1 변압기(310)의 2차측과 직렬연결되며 상기 제1 다이오드(D_1)와 병렬연결되는 제2 다이오드(D_2); 상기 제2 변압기(330)의 2차측과 직렬연결되어 있는 제3 다이오드(D_3); 상기 제2 변압기(330)의 2차측과 직렬연결되며 상기 제3 다이오드(D_3)와 병렬연결되는 제4 다이오드(D_4); 및 상기 제1 다이오드(D_1)에 직렬연결되는 커패시터(C_{o1}), 상기 제2 다이오드(D_2)에 직렬연결되는 커패시터(C_{o2}), 상기 제3 다이오드(D_3)에 직렬연결되는 커패시터(C_{o3}) 및 상기 제4 다이오드(D_4)에 직렬연결되는 커패시터(C_{o4})를 포함하는 제3 커패시터($C_{o1}, C_{o2}, C_{o3}, C_{o4}$); 로 구성된다.
- [46]
- [47] 이하, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 동작을 첨부한 예시도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 실시예에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [48] 설명하기에 앞서, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 경우, 도 3a에 도시된 바와 같은 동작파형을 갖는 것이 바람직하며, 상기 도 3b 내지 도 3f에는 전술한 제4 커패시터(C_q)의 도시가 생략되어 있다.
- [49] 상기 동작파형의 경우 크게 M_1 구간($t_1 \sim t_2$), M_2 구간($t_2 \sim t_3$), M_3 구간($t_3 \sim t_4$), M_4 구간($t_4 \sim t_5$) 및 M_5 구간($t_5 \sim t_6$)으로 나뉘게 되며, 상기 구간별로 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 동작을 도 3b 내지 도 3f를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [50] 먼저, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 상기 M_1 구간($t_1 \sim t_2$) 내 동작에 대해 도 3b를 참조하여 설명하면, 외부에서 입력되는 스위칭 구동신호에 의해 상기 제2 스위치(S_2)가 오프(Off)되는 시점(t_1)에서 시작되며, 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1})에 흐르는 전류(I_{r1})가 급격히 감소함과 동시에 제1 다이오드(D_1)에 흐르는 전류(I_{D1})가 동일한 기울기로 감소한다. 이에 따라서, 내부 다이오드가 도통되게 됨에 따라 상기 제1 스위치(S_1)가 영전압스위칭(ZVS)에 의해 턴온되게 되며, 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1})에 흐르는 전류(I_{r1})가 0이 될 때 상기 제1 다이오드(D_1)가 영전류스위칭(Zero Current Switching; 이하, 'ZCS')에 의해 턴오프되며 구간이 종료된다.
- [51] 다음으로, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 상기 M_2 구간($t_2 \sim t_3$) 내 동작에 대해 도 3c를 참조하여 설명하면, 상기 M_1 구간의 동작이 종료된 이후 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1})와 상기 제1 스위치(S_1)에 직렬연결된 제1 커패시터(C_{r1})에 의해 공진이 발생하게 되고, 상기 제1 변압기(310)의

공진인덕턴스에 흐르는 전류(I_{r1})와 상기 제1 인덕터(L_1)에 흐르는 전류(I_{L1})의 합이 상기 제1 스위치(S_1)로 흐르게 된다. 이후, 상기 제1 스위치(S_1)에 흐르는 전류(I_{S1})와 상기 제1 인덕터(L_1)에 흐르는 전류(I_{L1})가 같은 값을 가질 때, 상기 제2 다이오드(D_2)가 영전류스위칭(ZCS)에 의해 턴오프되며 구간이 종료된다.

[52] 다음으로, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 상기 M_3 구간($t_3 \sim t_4$) 내 동작에 대해 도 3d를 참조하여 설명하면, 상기 M_2 구간의 동작이 종료된 시점(t_3) 이후 상기 제1 인덕터(L_1)에 흐르는 전류(I_{L1})가 모두 상기 제1 스위치(S_1)에 흐르게 되며, 외부에서 입력되는 스위칭 구동신호에 의해 상기 제1 스위치(S_1)가 오프(Off)되는 시점(t_4)에서 구간이 종료된다.

[53] 다음으로, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 상기 M_4 구간($t_4 \sim t_5$) 내 동작에 대해 도 3e를 참조하여 설명하면, 상기 M_3 구간의 동작이 종료되어 상기 제1 스위치(S_1)가 오프(Off)된 이후, 내부 다이오드가 도통되게 됨에 따라 상기 제2 스위치(S_2)가 영전압스위칭(ZVS)에 의해 턴온되며 구간이 종료된다.

[54] 마지막으로, 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 상기 M_5 구간($t_5 \sim t_6$) 내 동작에 대해 도 3f를 참조하여 설명하면, 상기 M_4 구간의 동작이 종료된 이후 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1})와 상기 제2 스위치(S_2)에 직렬연결된 제2 커패시터(C_{r2})에 의해 공진이 발생하게 된다. 그리고, 상기 제1 인덕터(L_1)에 흐르는 전류(I_{L1})와 상기 제1 변압기(310)의 공진인덕턴스(L_{r1})에 흐르는 전류(I_{r1})의 차가 상기 제2 스위치(S_2)로 흐르는 전류(I_{S2})가 되며, 외부에서 입력되는 스위칭 구동신호에 의해 전술한 제2 스위치가 오프(Off)되는 시점(t_6)에 구간이 종료된다.

[55]

[56] 이하, 기존의 승압형 DC-DC 컨버터와 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 턴오프 전류를 시뮬레이션한 결과를 첨부한 예시도면을 토대로 설명한다. 도 4a 및 도 4b는 기존의 승압형 DC-DC 컨버터에 의한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이며, 도 6은 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 다른 도면이다.

[57] 설명하기에 앞서, 도 4a에 도시한 기존의 승압형 DC-DC 컨버터 및 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 경우 동일조건(입력전압(V_{in})= 16V, 출력전압(V_{out})= 360V, 스위칭 주파수(f_s)= 30kHz, 입력전류의 리플율(ΔI_{in})= 3%, 출력전압의 리플율(ΔV_{out})= 2%)에서 시뮬레이션을 수행하였다

[58] 그 결과, 도 5에 도시한 바와 같이 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 구조에 따른 제1 스위치(S_1)의 턴오프 전류값은 37.5[A]로 도 4a에 도시한 기존의 승압형 DC-DC 컨버터의 구조에 따른 제1 스위치(S_1)의 턴오프 전류값이 88.5[A]임에 비해 저감됨을 알 수 있다.

[59] 또한, 도 6에 도시한 바와 같이 본 발명에 따른 승압형 DC-DC 컨버터의 경우, 제1 인덕터(L_1) 및 제2인덕터(L_2)에 흐르는 전류가 상기 변압 모듈(300)에

직렬연결된 제3 커패시터(C_{o1} , C_{o2} , C_{o3} , C_{o4})에 의해 불균형이 없이 잘 제어되고 있는 것을 알 수 있다.

[60]

[61] 이상으로, 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였으나, 본 발명은 상기 설명 및 도시 대로의 구성 및 작용에만 국한되는 것이 아니다. 아울러 본 발명의 기술적 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자는 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 모든 적절한 변경 및 수정이 가해진 발명 및 본 발명의 균등물에 속하는 발명들도 본 발명에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 별도의 외부전원에서 공급되는 전압을 승압시키는 승압형 DC-DC 컨버터에 있어서,
 상기 별도의 외부전원에서 공급되는 전압을 입력받아 복수개의 스위치를 상보적으로 스위칭하여 전압을 출력하는 스위칭 모듈(100); 상기 스위칭 모듈(100)의 출력을 입력받아 승압하여 출력하는 변압 모듈(300); 및 상기 변압 모듈(300)의 출력을 입력받아 전압 더블러(Voltage doubler) 정류를 수행하는 정류 모듈(500); 을 포함하되,
 상기 스위칭 모듈(100)은,
 상기 별도의 외부전원과 연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 인덕터(L_1) 및 제2 인덕터(L_2);
 상기 제1 인덕터(L_1)와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제1 스위치(S_1) 및 제2 스위치(S_2);
 상기 제2 인덕터(L_2)와 직렬연결되어 있으며, 서로 병렬로 연결된 제3 스위치(S_3) 및 제4 스위치(S_4);
 상기 제1 스위치(S_1) 및 상기 제3 스위치(S_3) 각각에 직렬로 연결되어 있는 2개의 제1 커패시터(C_{r1} , C_{r3}); 및
 상기 제2 스위치(S_2) 및 상기 제4 스위치(S_4) 각각에 직렬로 연결되어 있는 2개의 제2 커패시터(C_{r2} , C_{r4}); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 변압 모듈(300)은,
 상기 스위칭 모듈(100)과 연결된 제1 변압기(310) 및 제2 변압기(330)를 포함하되,
 상기 제1 변압기(310)의 1차측 선이 상기 제1 인덕터(L_1)와 직렬연결되고, 상기 제1 변압기(310)의 중성선은 상기 제1 스위치(S_1)에 직렬연결된 상기 제1 커패시터(C_{r1}) 및 상기 제2 스위치(S_2)에 직렬연결된 상기 제2 커패시터(C_{r2}) 간에 연결되며,
 상기 제2 변압기(330)의 1차측 선이 상기 제2 인덕터(L_2)와 직렬연결되고, 상기 제2 변압기(330)의 중성선은 상기 제3 스위치(S_3)에 직렬연결된 제1 커패시터(C_{r3}) 및 상기 제4 스위치(S_4)에 직렬연결된 제2 커패시터(C_{r4}) 간에 연결되며,
 상기 제1 변압기(310) 및 상기 제2 변압기(330)의 2차측은 상기 정류 모듈(500)과 연결되는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,

상기 정류 모듈(500)은,
 상기 제1 변압기(310)의 2차측과 직렬연결되어 있는 제1 다이오드(D₁);
 상기 제1 변압기(310)의 2차측과 직렬연결되며 상기 제1 다이오드(D₁)와 병렬연결되는 제2 다이오드(D₂);
 상기 제2 변압기(330)의 2차측과 직렬연결되어 있는 제3 다이오드(D₃);
 상기 제2 변압기(330)의 2차측과 직렬연결되며 상기 제3 다이오드(D₃)와 병렬연결되는 제4 다이오드(D₄); 및
 상기 제1 다이오드(D₁), 상기 제2 다이오드(D₂), 상기 제3 다이오드(D₃) 및 상기 제4 다이오드(D₄) 각각에 직렬연결되는 제3 커패시터(C_{o1}, C_{o2}, C_{o3}, C_{o4}); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.

[청구항 4]

제 1 항에 있어서,
 상기 스위칭 모듈(100)은,
 상기 제1 스위치(S₁), 상기 제2 스위치(S₂), 상기 제3 스위치(S₃) 및 상기 제4 스위치(S₄) 중 적어도 어느 하나 이상에 병렬로 연결된 제4 커패시터(C_q); 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.

[청구항 5]

제 1 항에 있어서,
 상기 제1 스위치(S₁), 상기 제2 스위치(S₂), 상기 제3 스위치(S₃) 및 상기 제4 스위치(S₄)는 소정의 데드 타임(Dead-time)을 가지며,
 외부에서 입력되는 스위치 구동신호에 의해 상보적(Complementary)으로 구동되는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.

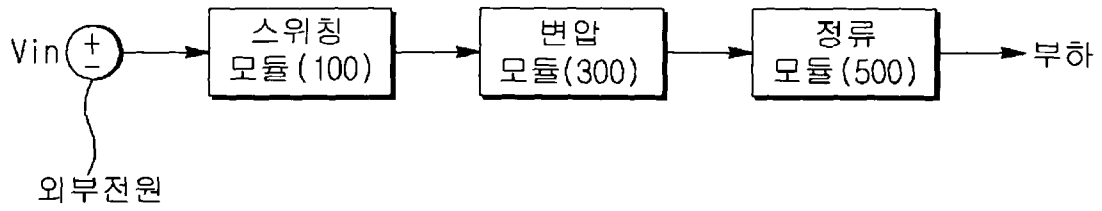
[청구항 6]

제 1 항에 있어서,
 상기 스위칭 모듈(100)은,
 상기 제1 스위치(S₁), 상기 제2 스위치(S₂), 상기 제3 스위치(S₃) 및 상기 제4 스위치(S₄) 중 어느 하나 이상이 스위칭되는 경우, 소정의 데드 타임(Dead-time)을 통해 0~1의 듀티 범위에서 동작하는 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.

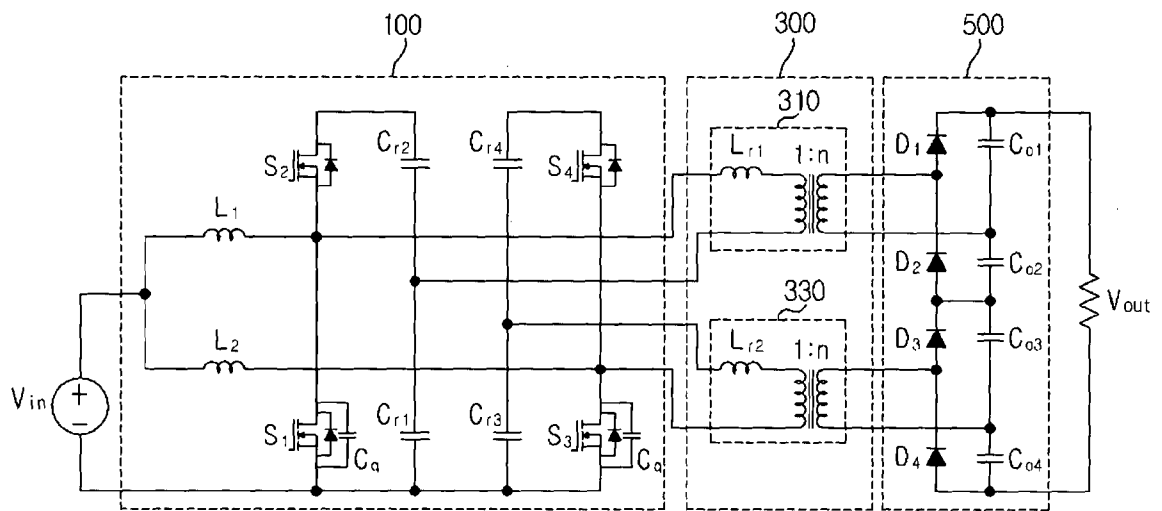
[청구항 7]

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 스위치(S₁), 상기 제2 스위치(S₂), 상기 제3 스위치(S₃) 및 상기 제4 스위치(S₄)는 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) 인 것을 특징으로 하는 승압형 DC-DC 컨버터.

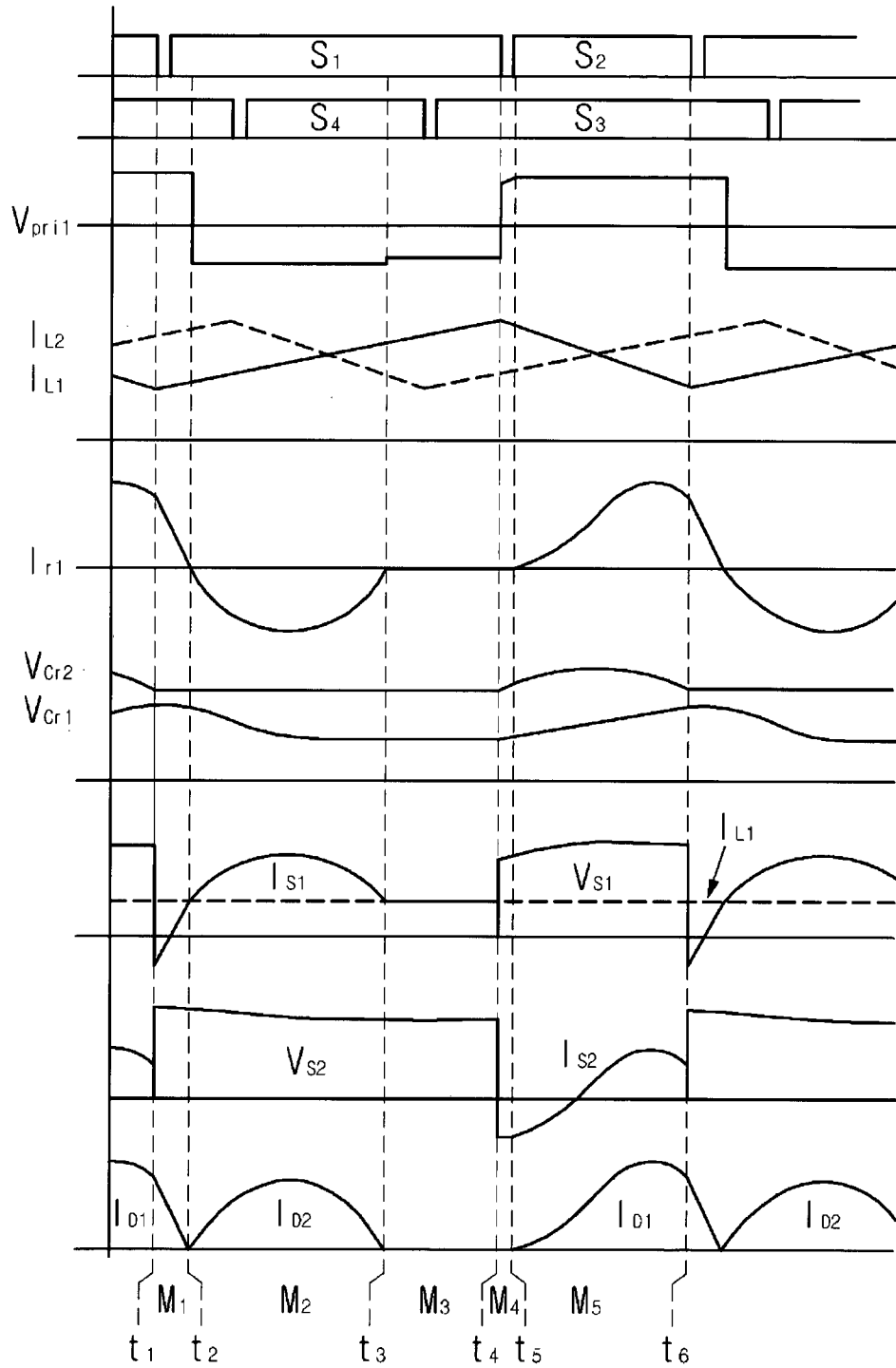
[Fig. 1]



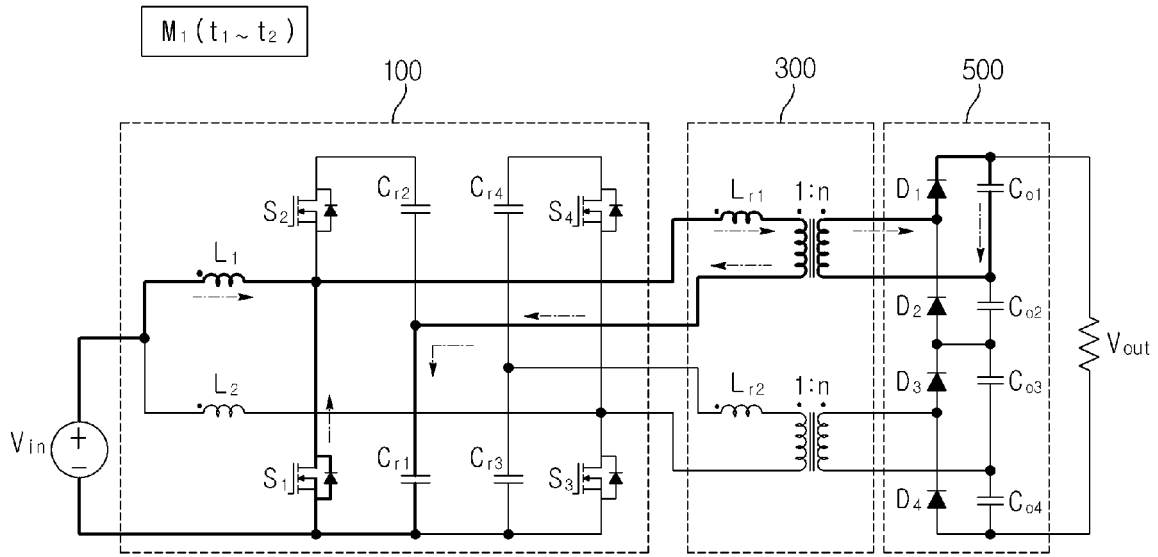
[Fig. 2]



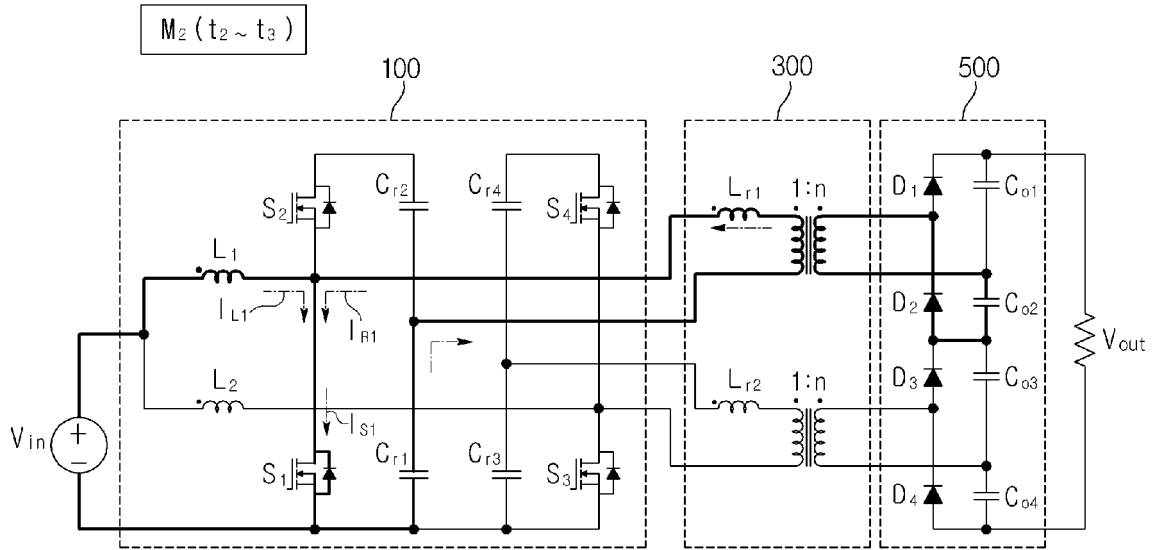
[Fig.3a]



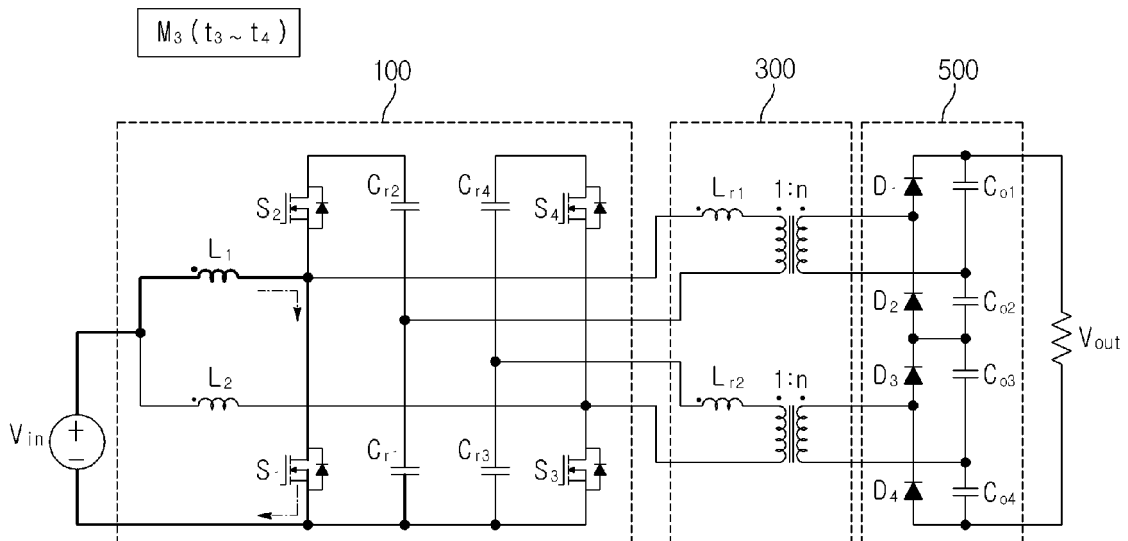
[Fig. 3b]



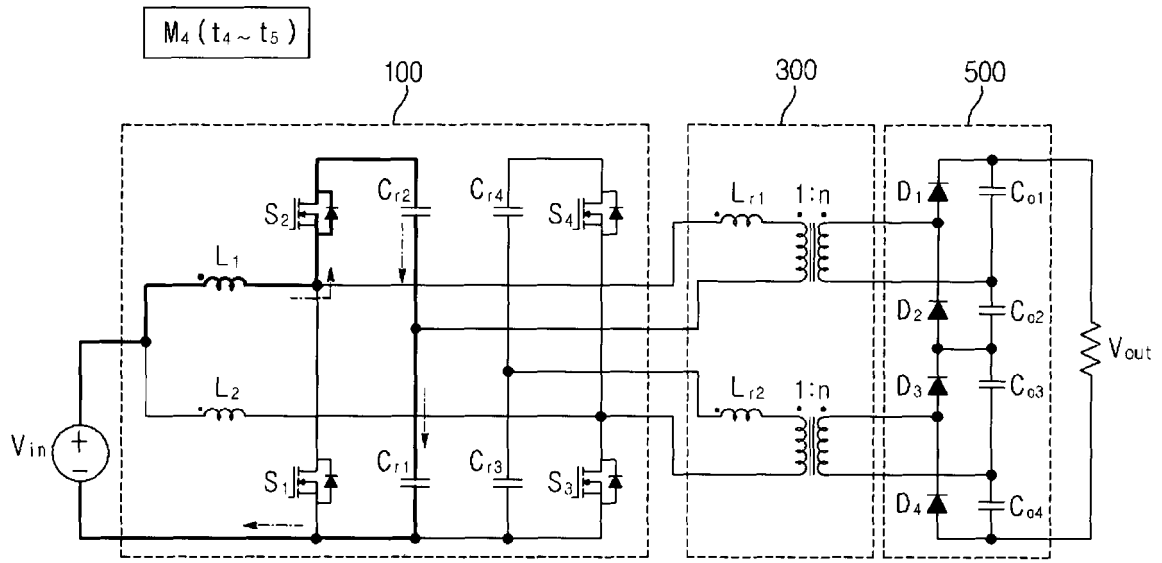
[Fig. 3c]



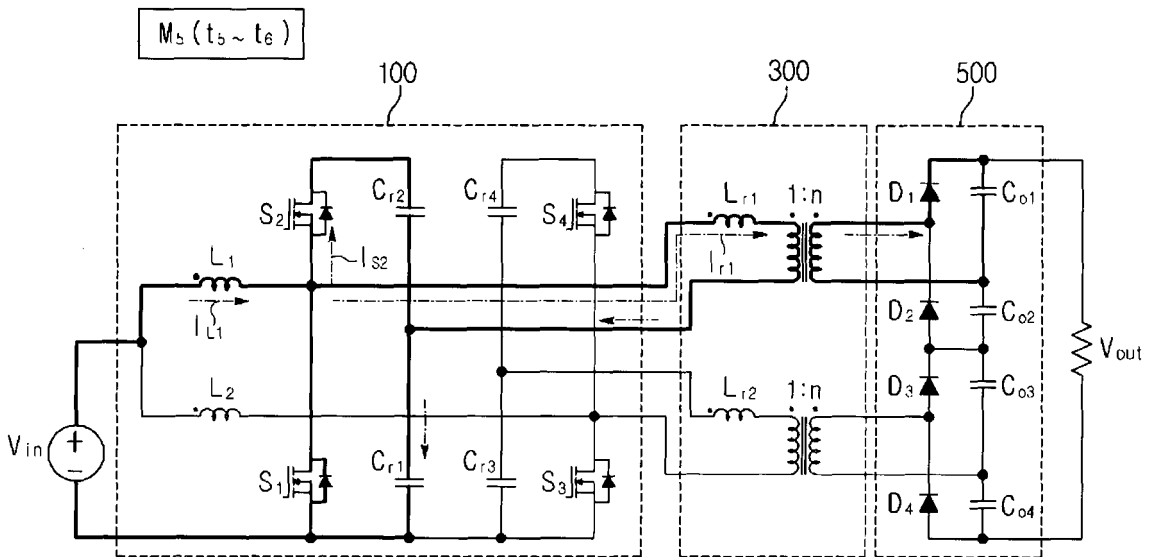
[Fig. 3d]



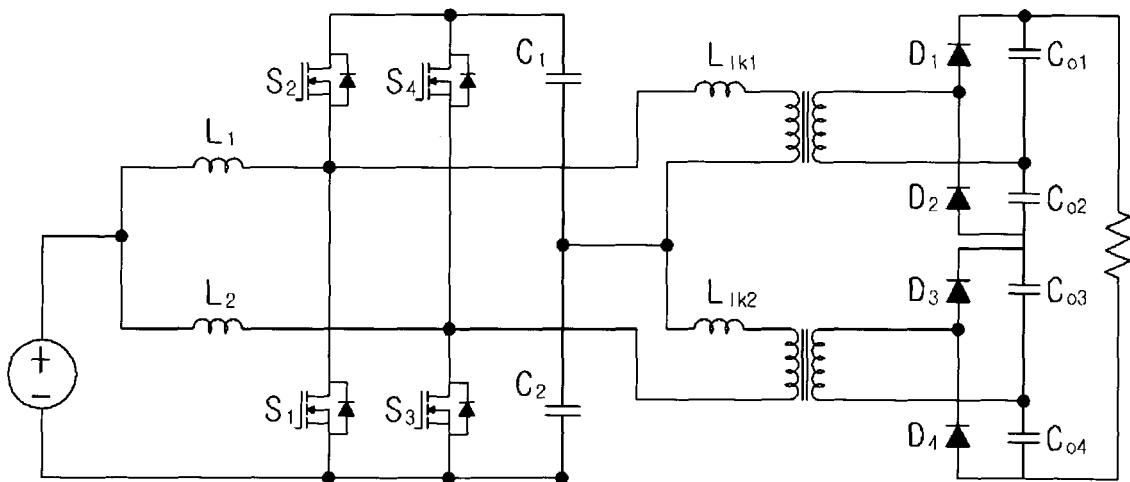
[Fig. 3e]



[Fig. 3f]

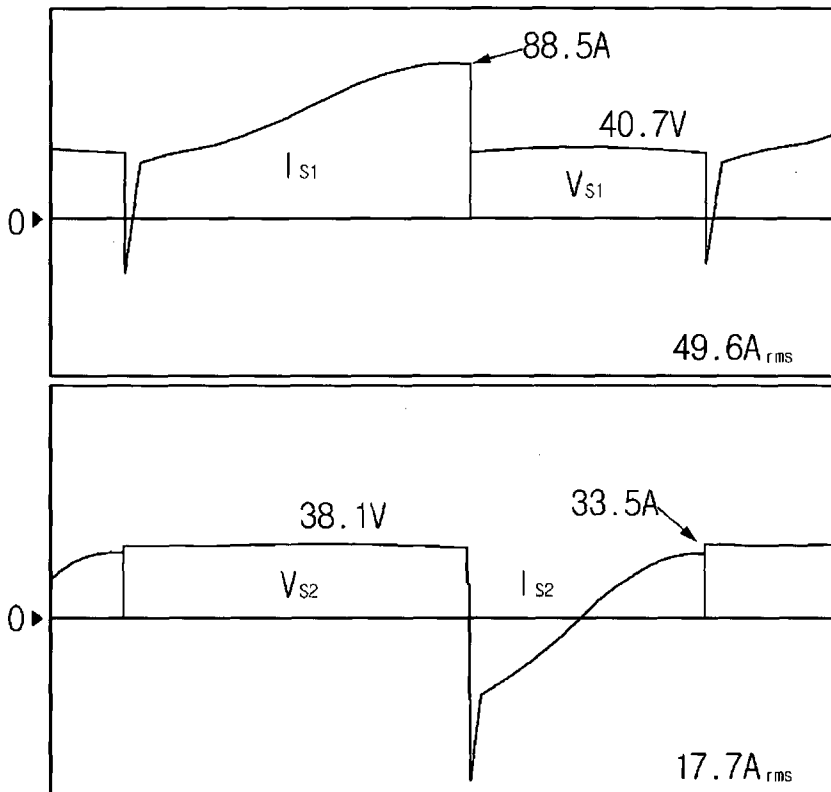


[Fig. 4a]

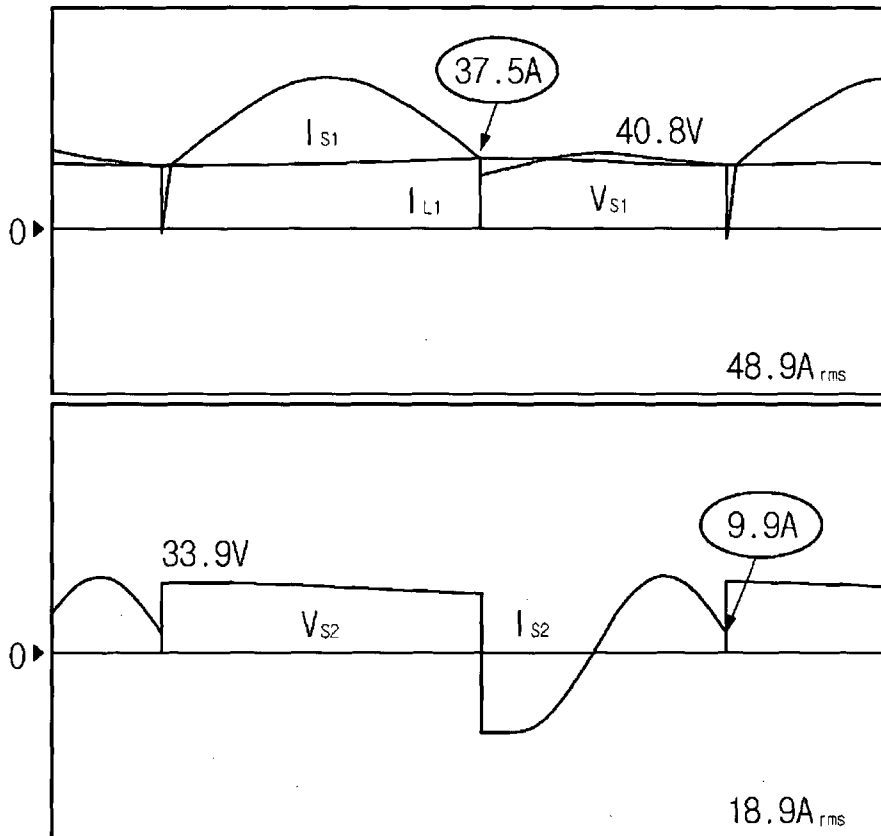


정정용지 (규칙 제91조)

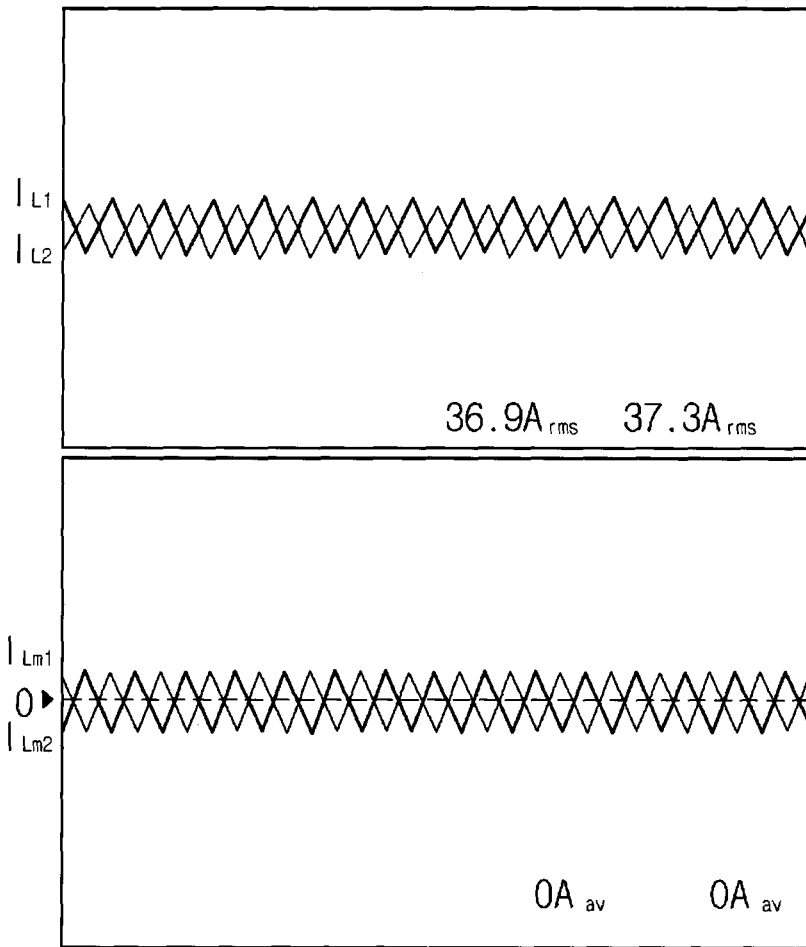
[Fig. 4b]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/011657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/28(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M 3/28; H02M 3/335; H02M 7/521; H02M 1/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: "Converter", "Transformer", "Voltage-Doubler", "Rectifier", "Inductor", "Capacitor", "Boost", "Diode"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2009-0033087 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CENTER FOR INDUSTRY COLLABORATION) 01 April 2009 See abstract, claims 1-10 and figures 1-9	1-7
A	KR 10-2011-0077955 A (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD.) 07 July 2011 See abstract, claims 1-7 and figures 1-9	1-7
A	KR 10-2010-0078122 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CENTER FOR INDUSTRY COLLABORATION) 08 July 2010 See abstract, claims 1-8 and figures 1-17	1-7
A	US 5231563 A (ITT CORP) 27 July 1993 See abstract, claims 1-20 and figures 1-7	1-7
A	US 4618919 A (SPERRY CORP) 21 October 1986 See abstract, claims 1-13 and figures 1-4	1-7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

25 MARCH 2013 (25.03.2013)

Date of mailing of the international search report

25 MARCH 2013 (25.03.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
 Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer



Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/011657

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0033087 A	01.04.2009	NONE	
KR 10-2011-0077955 A	07.07.2011	NONE	
KR 10-2010-0078122 A	08.07.2010	NONE	
US 5231563 A	27.07.1993	EP 0474471 A2 EP 0474471 A3 EP 0474471 B1 US 5126931 A	11.03.1992 27.05.1992 29.05.1996 30.06.1992
US 4618919 A	21.10.1986	NONE	

<p>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</p> <p>H02M 3/28(2006.01)i</p>																				
<p>B. 조사된 분야</p> <p>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H02M 3/28; H02M 3/335; H02M 7/521; H02M 1/42</p> <p>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC</p> <p>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: "Converter", "Transformer", "Voltage-Doubler", "Rectifier", "Inductor", "Capacitor", "Boost", "Diode"</p>																				
<p>C. 관련 문헌</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2009-0033087 A (서울산업대학교 산학협력단) 2009.04.01 요약서, 청구항 1-10 및 도면 1-9 참조</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2011-0077955 A (두산중공업 주식회사) 2011.07.07 요약서, 청구항 1-7 및 도면 1-9 참조</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2010-0078122 A (서울산업대학교 산학협력단) 2010.07.08 요약서, 청구항 1-8 및 도면 1-17 참조</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5231563 A (ITT Corp) 1993.07.27 요약서, 청구항 1-20 및 도면 1-7 참조</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 4618919 A (Sperry Corp) 1986.10.21 요약서, 청구항 1-13 및 도면 1-4 참조</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	KR 10-2009-0033087 A (서울산업대학교 산학협력단) 2009.04.01 요약서, 청구항 1-10 및 도면 1-9 참조	1-7	A	KR 10-2011-0077955 A (두산중공업 주식회사) 2011.07.07 요약서, 청구항 1-7 및 도면 1-9 참조	1-7	A	KR 10-2010-0078122 A (서울산업대학교 산학협력단) 2010.07.08 요약서, 청구항 1-8 및 도면 1-17 참조	1-7	A	US 5231563 A (ITT Corp) 1993.07.27 요약서, 청구항 1-20 및 도면 1-7 참조	1-7	A	US 4618919 A (Sperry Corp) 1986.10.21 요약서, 청구항 1-13 및 도면 1-4 참조	1-7
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
A	KR 10-2009-0033087 A (서울산업대학교 산학협력단) 2009.04.01 요약서, 청구항 1-10 및 도면 1-9 참조	1-7																		
A	KR 10-2011-0077955 A (두산중공업 주식회사) 2011.07.07 요약서, 청구항 1-7 및 도면 1-9 참조	1-7																		
A	KR 10-2010-0078122 A (서울산업대학교 산학협력단) 2010.07.08 요약서, 청구항 1-8 및 도면 1-17 참조	1-7																		
A	US 5231563 A (ITT Corp) 1993.07.27 요약서, 청구항 1-20 및 도면 1-7 참조	1-7																		
A	US 4618919 A (Sperry Corp) 1986.10.21 요약서, 청구항 1-13 및 도면 1-4 참조	1-7																		
<p><input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.</p>																				
<p>* 인용된 문헌의 특별 카테고리:</p> <p>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌</p> <p>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.</p> <p>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.</p> <p>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌</p> <p>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌</p>																				
<p>국제조사의 실제 완료일</p> <p>2013년 03월 25일 (25.03.2013)</p>	<p>국제조사보고서 발송일</p> <p>2013년 03월 25일 (25.03.2013)</p>																			
<p>ISA/KR의 명칭 및 우편주소</p> <p> 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140</p>	<p>심사관</p> <p>배진용</p> <p>전화번호 82-42-481-8503</p> <p></p>																			

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0033087 A	2009.04.01	없음	
KR 10-2011-0077955 A	2011.07.07	없음	
KR 10-2010-0078122 A	2010.07.08	없음	
US 5231563 A	1993.07.27	EP 0474471 A2 EP 0474471 A3 EP 0474471 B1 US 5126931 A	1992.03.11 1992.05.27 1996.05.29 1992.06.30
US 4618919 A	1986.10.21	없음	