

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 7월 7일 (07.07.2016)



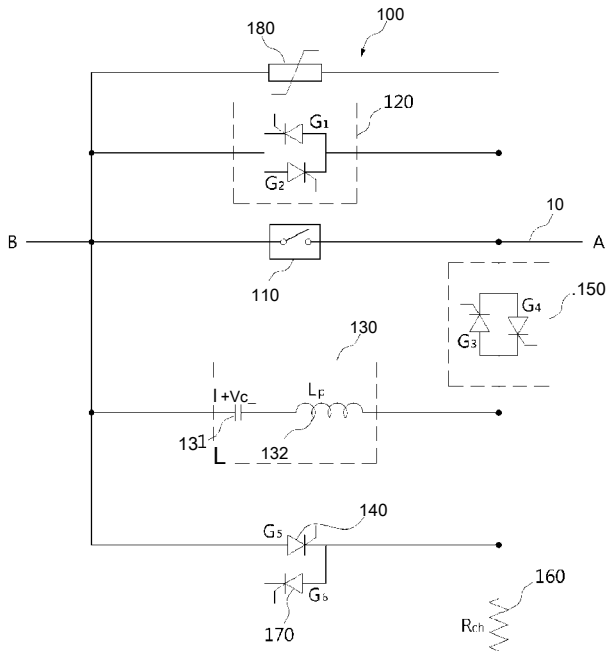
(10) 국제공개번호
WO 2016/108530 A1

- (51) 국제특허분류: **H01H** 33/59 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR20 15/0 14296
- (22) 국제출원일: 2015년 12월 24일 (24. 12.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2014-0192743 2014년 12월 29일 (29. 12.2014) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION) [KR/KR]; 04144 서울시 마포구 마포대로 119 (공덕동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김병철 (KIM, Byung Choul); 21680 인천시 남동구 아암대로 1503 번길 98, 606-2401 (논현동, 에코메트로 6단지아파트), Incheon (KR). 홍정기 (HONG, Jung Ki); 21376 인천시 부평구 원적로 344, 102-1904 (산곡동, 금호이수마운트벨리 아파트), Incheon (KR). 한영성 (HAN, Young Seong); 07554 서울시 강서구 양천로 656, 101-302 (염창동, 삼성관음아파트), Seoul (KR).
- (74) 대리인 : 특허법인 남촌 (NAMCHON PATENT AND LAW FIRM); 03173 서울시 종로구 새문안로 5길 37, 도림빌딩 406호 (도림동), 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 麗, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, CM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, 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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: DC CIRCUIT BREAKER

(54) 발명의 명칭 : DC 차단기



(57) Abstract: The present invention relates to a DC circuit breaker that, when failure occurs on a direct current (DC) line, can interrupt, bidirectionally from a mechanical switch, the fault current flowing on the DC line. The DC circuit breaker, according to the present invention, comprises: a mechanical switch installed on a DC line and opened when failure occurs on one side or the other side of the DC line so as to interrupt a current on the DC line; a first bidirectional switching element connected in parallel to the mechanical switch for switching the bidirectional current flow; an LC circuit connected in parallel to the mechanical switch and comprising a capacitor and reactor connected to each other in series for generating an LC resonance; a first unidirectional switching element connected in parallel to the LC circuit for switching the current flow so as to generate the LC resonance; and a second bidirectional switching element connected in series to the LC circuit for switching the bidirectional current flow.

(57) 요약서: 본 발명은 직류(DC) 선로에 고장 발생시 DC 선로에 흐르는 고장 전류를 기계식 스위치를

[다음 쪽 계속]



WO 2016/108530 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TO)

공개 :

- 국제조사보고서 와 함께 (조약 제 21 조 (3))

기존으로 양방향으로 차단할 수 있는 DC 차단기에 관한 것이다. 본 발명에 따른 DC 차단기는, DC 선로에 설치되고 상기 DC 선로의 일측 또는 타측에 고장발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 기계적 스위치; 상기 기계적 스위치에 병렬연결되어 양방향 전류흐름을 스위칭하는 제 1 양방향 스위칭소자; 상기 기계적 스위치에 병렬연결되고 LC 공진을 발생시키기 위해 서로 직렬연결된 커패시터 및 리액터를 포함하는 LC 회로; 상기 LC 회로에 병렬연결되어 LC 공진이 이루어지도록 전류흐름을 스위칭하는 제 1 단방향 스위칭소자; 및 상기 LC 회로에 직렬연결되어 양방향 전류흐름을 스위칭하는 제 2 양방향 스위칭소자; 를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: D C 차단기

기술분야

- [1] 본 발명은 직류(DC) 차단기에 관한 것으로서, 특히 직류선로에 고장발생시 그 직류선로에 흐르는 고장전류를 기계식 스위치를 기준으로 양방향으로 차단할 수 있는 DC 차단기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] DC 차단기(Direct Current circuit breaker)는 고전압 송전선로로 사용되는 직류선로에 고장발생시 고장전류를 차단하기 위해 사용된다. 고전압에 사용되는 직류선로는 고전압 직류전송(HVDC: High Voltage Direct Current) 시스템의 50kV 이상의 고전압 송전선로나 중간전압 직류 배전시스템의 50kV 이하의 중간전압 배전선로로 사용된다.
- [3] DC 차단기는 직류선로에 고장발생시 고장전류를 차단하기 위해 비교적 저렴한 기계식 스위치가 구비된다. 기계식 스위치는 고전압 직류송전(HVDC) 시스템이나 중간전압 직류 배전시스템에 고장전류가 발생되면 그 고장이 발생된 시스템이 정상적인 시스템에 영향을 미치는 것을 방지하기 위해 개방되어 고장전류를 차단한다.
- [4] 하지만, 이러한 기계식 스위치는 고장전류의 차단을 위해 개방시 고전압으로 인해 단자에 아크(arc)가 발생할 수 있으며, 아크가 발생되면 아크를 통해 고장전류가 지속적으로 흐르게 되어 고장전류를 완전히 차단하지 못하는 문제점이 있다.
- [5] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 한국등록특허 제1183508호와 일본공개특허 제1984-068128호에 공진전류를 이용하여 기계적 스위치에 발생하는 아크(arc)를 소호하는 DC 차단기가 제시된다. 이러한 종래의 DC 차단기에서는 고장발생시 기계적 스위치가 스위칭될 때 발생하는 아크를 소호하여 고장전류를 차단하기 위해 기계적 스위치에서 아크를 통해 흐르는 고장전류에 반대방향의 공진전류를 중첩시켜서 기계적 스위치에서 0(zero) 전류를 만들어 아크를 소호시키는 기술을 제공한다.
- [6] 하지만, 상기한 종래의 DC 차단기들은 공진전류를 발생시키기 위해 여러 번의 공진이 이루어져야 하기 때문에 차단속도가 느려지는 문제점이 있고, 또한 하나의 공진회로가 하나의 기계식 스위치와 연결됨으로써 기계식 스위치를 기준으로 어느 한 방향으로 유입되는 고장전류만을 차단하는 문제점이 있다.
- [7] 또한, 종래의 DC 차단기들은 고장전류를 차단한 직후 차단기의 두 접점 간에 인가되는 과도회복전압(TRV: Transient Recovery Voltage)이 높다는 문제점이 있다. 특히 고전압 DC 차단기에서는 고장전류를 차단한 직후 두 접점 간에 계통의 회로조건에 따라 큰 과도회복전압(TRV)이 걸리게 되는데, 고장전류가

완전히 차단되려면 과도회 복전압 (TRV) 을 견디어 접점 간에 더 이상 전류가 흐르지 않아야 한다. 하지만, 종래의 DC 차단기들은 과도회 복전압 (TRV) 가 높기 때문에 두 접점 간에 절연파괴가 발생할 수 있으며 이를 방지하기 위해 가스를 주입하는 등 별도의 장치가 마련되어야 하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 이에, 본 발명은 DC 차단기 에서 기계적 스위치가 개방될 때 그 기계적 스위치에 공진전 류를 인가하지 않더라도 기계적 스위치에서의 고장 전류를 완전히 차단할 수 있도록 하는 DC 차단기를 제공하는데 목적이 있다.
- [9] 또한, 본 발명은 DC 차단기 의 일측 또는 타측에 고장발생 시 양방향으로 고장 전류를 차단할 수 있도록 하는 DC 차단기를 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [10] 또한, 본 발명은 DC 차단기 에서 고장 전류를 차단한 직후 차단기 의 접점 간에 인가되는 과도회 복전압 (TRV) 을 낮출 수 있도록 하는 DC 차단기를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [11] 본 발명에 따른 DC 차단기는, DC 선로에 설치되고 상기 DC 선로의 일측 또는 타측에 고장발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 기계적 스위치 ;상기 기계적 스위치에 병렬연결되어 양방향 전류흐름을 스위칭하는 제1 양방향 스위칭소자; 상기 기계적 스위치에 병렬연결되고 LC 공진을 발생시키기 위해 서로 직렬연결된 커패시터 및 리액터를 포함하는 LC 회로; 상기 LC 회로에 병렬연결되어 LC 공진이 이루어지도록 전류흐름을 스위칭하는 제1 단방향 스위칭소자; 및 상기 LC 회로에 직렬연결되어 양방향 전류흐름 을 스위칭하는 제2 양방향 스위칭소자; 를 포함한다.
- [12] 본 발명에서, 상기 제1 및 제2 양방향 스위칭소자는 각각 턴온/턴오프 제어가능한 한 쌍의 전력 반도체 스위치를 포함하며 상기 각 쌍의 전력 반도체 스위치는 서로 반대방향으로 병렬연결되며, 상기 제1 단방향 스위칭소자는 턴온/턴오프 제어가능한 하나의 전력 반도체 스위치를 포함한다.
- [13] 본 발명에서, 상기 DC 선로의 상기 일측에 고장발생 시, 상기 기계적 스위치가 개방되고, 상기 제2 양방향 스위칭소자가 오프(OFF) 된 상태에서 상기 제1 단방향 스위칭소자가 온(ON) 되어 상기 커패시터와 리액터에서의 LC 공진에 의해 상기 커패시터에 $-V_c$ 전압이 충전된 후, 상기 제1 단방향 스위칭소자가 오프(OFF) 되고 상기 제1 양방향 스위칭소자 중 제1 전력 반도체 스위치와 상기 제2 양방향 스위칭소자 중 제3 전력 반도체 스위치가 온(ON) 되어 상기 커패시터에 충전된 $-V_c$ 전압에 의해 상기 제1 전력 반도체 스위치 및 상기 제3 전력 반도체 스위치의 폐회로를 통해 전류가 공급되어 상기 기계적 스위치로 전류공급이 차단되도록 한다.
- [14] 본 발명에서, 상기 DC 선로의 일측에 고장발생 시, 상기 기계적 스위치의

개방과 상기 제1 단방향 스위칭소자의 온(on)에 따른 상기 커패시터의 $-V_c$ 전압의 충전은 동시에 또는 둘 중 어느 하나가 먼저 수행된다.

[15] 본 발명에서, 상기 제1 전력 반도체 스위치로 전류의 공급함에 따라 상기 기계식 스위치의 양단에 걸리는 역전압으로 상기 기계식 스위치에 발생하는 과도회 복전압 (TRV) 를 낮추도록 한다.

[16] 본 발명에서, 상기 DC 선로의 상기 타측에 고장발생 시, 상기 기계적 스위치가 개방되고, 상기 제1 양방향 스위칭소자 중 제2 전력 반도체 스위치와 상기 제2 양방향 스위칭소자 중 제4 전력 반도체 스위치가 온(ON) 되어 상기 커패시터에 충전된 $+V_c$ 전압에 의해 상기 제2 전력 반도체 스위치 및 제4 전력 반도체 스위치의 폐회로를 통해 전류가 공급되어 상기 기계적 스위치로 전류공급이 차단되도록 한다.

[17] 본 발명에서, 상기 DC 선로의 타측에 고장발생 시, 상기 기계적 스위치의 개방과 상기 커패시터에 저장된 $+V_c$ 전압에 의해 상기 제2 전력 반도체 스위치 및 제4 전력 반도체 스위치의 폐회로를 통한 전류의 공급은 동시에 또는 둘 중 어느 하나가 먼저 수행된다.

[18] 본 발명에서, 상기 제2 전력 반도체 스위치로 전류의 공급함에 따라 상기 기계식 스위치의 양단에 걸리는 역전압으로 상기 기계식 스위치에 발생하는 과도회 복전압 (TRV) 를 낮추도록 한다.

[19] 본 발명에서, 상기 제1 단방향 스위칭소자에 병렬연결되어 상기 LC 회로에서 LC 공진이 발생하도록 상기 제1 단방향 스위칭소자와 반대방향의 전류흐름을 스위칭하는 제2 단방향 스위칭소자를 더 포함한다.

[20] 본 발명에서, 상기 기계적 스위치에서 고장 전류가 차단된 후, 상기 제2 단방향 스위칭소자가 온(on) 되어 상기 커패시터와 리액터에서의 LC 공진에 의해 상기 커패시터에 $-V_c$ 전압이 충전되도록 한다.

[21] 본 발명에서, 상기 LC 회로(130) 및 제2 양방향 스위칭소자(150)의 접점과 접지 사이에 설치된 저항(160)을 더 포함한다.

발명의 효과

[22] 본 발명은 DC 차단기에서 기계적 스위치의 스위칭 동작시 아크가 발생하는 경우 쉽고 빠르게 아크를 소호시킬 수 있도록 하여 고장 전류를 완전히 차단할 수 있도록 한다.

[23] 또한, 본 발명에 의한 DC 차단기에서는 단일회로로 양방향의 고장 전류를 차단할 수 있다.

[24] 또한, 본 발명에 의한 DC 차단기에서는 고장 전류를 차단한 직후 차단기의 두 접점 간에 인가되는 과도회 복전압 (TVR) 을 낮출 수 있어 고장전류 차단에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[25] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 DC 차단기의 구성도.

- [26] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 실시 예에 따른 DC 선로의 일측에 고장발생 시 DC 차단기에서의 고장전류 차단과정을 보이는 개요도.
- [27] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 DC 선로의 타측에 고장발생시 DC 차단기에서의 고장전류 차단과정을 보이는 개요도.
발명의 실시를 위한 형태
- [28] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시 예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [29] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 DC 차단기의 구성도이다.
- [30] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 직류(DC) 차단기(100)는 일측(A측)과 타측(B측)을 연결하는 DC 선로(10)에 설치된 기계적 스위치(110)를 포함한다. 기계적 스위치(130)는 기본적으로 일측(A측) 또는 타측(B측)에 고장이 발생하는 경우 그 고장발생한 계통의 회로로 고장전류가 흘러들어가지 않도록 하기 위해 DC 선로(10)를 차단하는 역할을 한다. 이를 위하여 기계적 스위치(110)는 정상상태에서는 닫혀 있다가 고장이 발생하면 전류를 차단하도록 개방된다. 이러한 기계적 스위치(110)의 동작은 제어부(미도시)에 의해 제어된다.
- [31] 또한, 본 실시 예에서 DC 차단기(100)는 기계적 스위치(110)에 병렬연결된 제1 양방향 스위칭소자(120)를 포함한다. 이러한 제1 양방향 스위칭소자(120)는 제어부(미도시)의 제어에 의해 A측 또는 B측의 양방향으로 전류의 흐름을 스위칭한다. 본 실시 예에서 제1 양방향 스위칭소자(120)는 양방향 전류흐름을 스위칭하기 위하여, 예컨대 2개의 전력 반도체 스위치(G1,G2)가 서로 병렬연결된 구조를 이룬다. 이때, 이들 2개의 전력 반도체 스위치(G1,G2)는 서로 반대방향으로 배열된다.
- [32] 본 실시 예에 따른 DC 선로(10)에 고전압이 걸리기 때문에 A측 또는 B측에 고장이 발생하여 기계적 스위치(110)가 개방될 때 기계적 스위치(110)의 두 접점간에 아크(arc)가 발생하게 된다. 이러한 아크를 통해 기계적 스위치(110)가 개방되었음에도 불구하고 고장전류가 아크를 타고 DC 선로(10)에 지속적으로 흐르게 된다. 따라서, 본 발명에서는 이러한 아크를 통한 고장전류를 완전히 차단하기 위해 추가적인 소자가 필요하게 된다.
- [33] 구체적으로, 본 발명의 실시 예에 따른 DC 차단기(100)는 상기한 기계적 스위치(110)에 병렬연결된 LC 회로(130)와, 이러한 LC 회로(130)에 병렬연결되어 LC 공진이 발생하도록 전류의 흐름을 스위칭하는 제1 단방향 스위칭소자(140)와, LC 회로(130)에 직렬연결되어 양방향 전류의 흐름을 스위칭하는 제2 양방향 스위칭소자(150)를 포함한다. 여기서, 본 발명의 다른 실시 예에서 DC 차단기(100)는 제1 단방향 스위칭소자(140)에 병렬연결되어 LC

- 회로 (150) 에서 LC 공진 이 발생하도록 제 1 단방향 스위칭소자 (140) 와 반대방향의 전류흐름을 스위칭하는 제2 단방향 스위칭소자 (170) 를 더 포함할 수도 있다.
- [34] LC 회로 (130) 는 서로 직렬연결된 커패시터 (131) 와 리액터 (132) 를 포함한다. 이러한 커패시터 (131) 과 리액터 (132) 에서는 제 1 단방향 스위칭소자 (140) 또는 제2 단방향 스위칭소자 (170) 의 스위칭에 따라 LC 공진을 발생시킨다. 커패시터 (131) 에 충전하는 방식은 다양하게 설정할 수 있다. 예컨대 DC 선로의 전류를 이용하여 충전할 수도 있고, DC 선로의 전류가 아닌 별도의 충전회로를 구성하여 충전할 수도 있다.
- [35] 제2 양방향 스위칭소자 (150) 는 양방향으로 전류가 흐르도록 스위칭하기 위하여, 예컨대 2개의 전력 반도체 스위치 (G3,G4) 가 서로 병렬로 연결되는 구조를 이룬다. 이들 2개의 전력 반도체 스위치 (G3,G4) 는 서로 반대방향으로 배열된다. 또한, 제 1 및 제2 단방향 스위칭소자 (140,160) 는 단방향 (한 방향) 으로 전류의 흐름을 제어하기 각각 하나의 전력 반도체 스위치 (G5,G6) 를 포함한다. 도면에 도시하지 않았으나 이러한 전력 반도체 스위치 (G3-G6) 도 제어부 (미도시) 에 의해 그 스위칭 동작이 제어된다.
- [36] 본 실시 예에서, 이들 전력 반도체 스위치 (G1-G6) 는 턴온 (tum-on) 제어가능한 소자로서, 예컨대 싸이리스터 (thyristor) 로 구현될 수 있다. 또는 턴온 (tum-on)/ 턴오프 (turn-off) 제어가능한 소자로서, 예컨대 GTO, IGCT, IGBT 등으로 구현될 수도 있다.
- [37] 또한, 본 발명에 따른 DC 차단기 (100) 는 LC 회로 (130) 와 제2 양방향 스위칭소자 (150) 의 접점과 접지 (GND) 사이에 저항 (160) 이 연결된다. 저항 (160) 을 통해 LC 회로 (130) 의 커패시터 (131) 에 초기 DC 전압 (+Vc) 이 충전되도록 한다. 즉, 초기에 정상상태에서는 기계적 스위치 (110) 가 닫힌 상태에서 DC 선로 (10) 에 흐르는 전류에 의해 커패시터 (131) 에 +Vc 전압이 충전되는 것이다. 상기한 저항 (160) 을 통한 커패시터 (131) 의 충전은 일레이며 다른 예에서 커패시터 (131) 에 전압을 충전하는 방식은 다양하게 설정할 수 있다. 예컨대, 외부 전원을 이용하여 커패시터 (131) 를 충전하거나 별도의 충전회로 (미도시) 를 추가하여 충전할 수도 있다.
- [38] 한편, 본 실시 예에서 기계적 스위치 (110) 에 병렬로 소정의 저항기 (180) 가 연결되어 기계적 스위치 (110) 가 개방되어 전류를 차단하는 경우 정격전압 이상의 과도한 전압이 DC 차단기 (100) 의 양단에 가해지지 못하도록 한다. 즉, 고장에 의한 고전압이 기설정된 기준치 이상으로 DC 차단기 (100) 의 양단에 걸리면 그 고전압을 소모하도록 한다. 이러한 저항기 (180) 는 예컨대 바리스터 (varistor), 서지 어레스터 (surge arrester) 등으로 구현될 수 있다.
- [39] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 DC 차단기의 일측 (A 측)에 고장 발생시 고장 전류의 차단과정을 보이는 개요도 이고, 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 DC 차단기의 타측 (B 측)에 고장 발생시 고장 전류의 차단과정을 보이는 개요도 이다.

- [40] 먼저, 도 2a와 같이 정상상태에서는 DC 차단기 (100)의 기계적 스위치(110)가 닫혀 있다. 또한, 제1 단방향 스위칭소자(140)와 제2 양방향 스위칭소자(150)는 오프(OFF)되어 있다. 이에 따라 DC 선로(10)에 전압이 인가되면 정상 전류는 기계적 스위치(110)를 통해 DC 선로(10)를 따라 정상적으로 흐르게 되며, 이와 동시에 LC 회로(130)의 커패시터(131)와 리액터(132), 그리고 저항(160)을 통해 전류가 흐르게 되어 커패시터(131)에 +Vc 전압이 충전된다.
- [41] 이러한 상태에서, 만약 일측(B측)에 고장이 발생하면 제어부(미도시)에서 고장발생을 감지하여 DC 선로(10)상의 고장 전류를 차단하기 위해 도 2b에도 시된 바와 같이 기계적 스위치(110)를 개방시킨다. 기계적 스위치(110)가 개방될 때 기계적 스위치(110)의 접점간에 아크(arc)가 발생하여 A측에서 B측으로 고장 전류가 지속적으로 흐르게 된다.
- [42] 이때, 도 2c에서와 같이 제2 양방향 스위칭소자(150)의 한 쌍의 전력 반도체 스위치(G3,G4)가 오프(OFF)된 상태에서 제1 단방향 스위칭소자(140)의 전력 반도체 스위치(G5)가 온(ON)되면 제1 단방향 스위칭소자(140)의 전력 반도체 스위치(G5)를 통해 리액터(132)와 커패시터(131)간에 LC 공진이 발생하여 커패시터(131)에 -Vc 전압이 충전된다.
- [43] 이후, 도 2d와 같이 제1 단방향 스위칭소자(140)는 오프(OFF)되고, 제2 양방향 스위칭소자(150)의 전력 반도체 스위치(G3)가 온(ON)되어 커패시터(131)에 충전된 -Vc 전압에 의해 제2 양방향 스위칭소자(150)의 전력 반도체 스위치(G3)와 제1 양방향 스위칭소자(120)의 전력 반도체소자(G1)의 폐회로를 통해 전류가 흐르게 됨으로써 기계적 스위치(110)로는 전류공급이 차단되도록 한다. 이러한 전류의 크기는 커패시터(131)의 용량에 의해 결정될 수 있다.
- [44] 이때, 도 2d에서와 같이, 커패시터(131)에 충전된 전압(-Vc)에 의해 전류가 제1 양방향 스위칭소자(120)의 전력 반도체 스위치(G1)로 흐르게 됨으로써 접점이 개방된 기계식 스위치(110)의 양단에는 역전압이 걸리게 된다. 이는 이러한 기계식 스위치(110)에서 고장 전류를 차단한 이후 접점간에 인가되는 과도회복전압(TRV)과 반대방향의 전압이 걸리게 되므로 TRV 전압을 낮추게 하는 효과가 있는 것이다. 이로써 기계식 스위치(110)에서 TRV 전압이 낮아져 고장 전류를 완전히 차단할 수 있도록 하는 것이다. 이는 종래기술의 DC 차단기와 비교할 때 두 접점간에 역전압을 인가하지 못하기 때문에 높은 TRV 전압으로 인해 별도의 소호장치가 필요하다는 문제점을 해결할 수 있는 것이다.
- [45] 한편, 상기와 같이 기계식 스위치(110)에서 전류를 차단하면 B측에 비해 상대적으로 A측 전압이 급격히 상승하게 된다. 이와 같이 상승한 A측 전압은 기계식 스위치(110)에 병렬연결된 저항기(180)에서 소모된다. 또한, 선택적으로 제2 단방향 스위칭소자(170)가 온(ON)되어 LC 회로(130)에서 LC 공진을 발생하여 커패시터(131)는 +Vc로 재충전할 수도 있다.
- [46] 본 실시예에 따른 DC 차단기(100)는 기계식 스위치(110)의 재폐로 동작이 가능하다. 즉, B측 고장이 제거되면 제어부(미도시)는 기계식 스위치(110)을

달아 DC 선로(10)에서 다시 폐로를 형성할 수 있다. 기계식 스위치(110)를 달아 폐로를 형성한 경우, 만약 B측 고장이 제대로 제거되지 않았거나 고장이 다시 발생한 경우 상기한 과정들을 반복하도록 한다. 이러한 재폐로는 기계적 스위치(110)에서 고장 전류를 차단한 이후에 LC 회로(130)에서 커패시터(131)가 +Vc 전압으로 충전상태를 유지하기 때문에 가능한 것이다.

- [47] 다음으로, 본 발명의 다른 실시 예에 따라 타측(A측)에 고장이 발생한 경우도 3a 내지 도 3d를 참조하여 설명한다. 먼저, 도 3a에서와 같이 정상상태에서는 DC 차단기(100)의 기계적 스위치(110)가 닫혀 있다. 또한 제1 단방향 스위칭소자(120)와 제2 양방향 스위칭소자(150)는 오프(OFF)되어 있다. 이에 DC 선로(10)에 전압이 인가되면 정상 전류는 기계적 스위치(110)를 통해 DC 선로(10)를 따라 정상적으로 흐르게 됨과 동시에, LC 회로(130)의 커패시터(131)와 리액터(132), 그리고 저항(160)을 통해 전류가 흐르게 되어 커패시터(131)에 +Vc 전압이 충전된다.
- [48] 이러한 상태에서, 만약 타측(A측)에 고장이 발생하면 제어부(미도시)에서 고장발생을 감지하여 DC 선로(10)상의 고장 전류를 차단하기 위해 도 3b에도 시된 바와 같이 기계적 스위치(110)를 개방시킨다. 기계적 스위치(110)가 개방될 때 기계적 스위치(110)의 접점 간에 아크(arc)가 발생하여 B측에서 A측으로 고장 전류가 지속적으로 흐르게 된다.
- [49] 이때, 도 3c에서와 같이 제1 단방향 스위칭소자(140)는 오프(OFF)되고, 제2 양방향 스위칭소자(150)의 전력 반도체 스위치(G4)가 온(ON)되어 커패시터(131)에 충전된 +Vc 전압에 의해 제2 양방향 스위칭소자(150)의 전력 반도체 스위치(G4) 및 제1 양방향 스위칭소자(120)의 전력 반도체 스위치(G2)의 폐회로를 통해 전류가 흐르게 됨으로써 개방된 기계적 스위치(110)로는 전류공급이 차단되도록 한다.
- [50] 이 경우에도, 도 3c에서와 같이 커패시터(131)에 충전된 +Vc 전압에 의해 전류가 제1 양방향 스위칭소자(120)의 전력 다이오드(G2)로 흐르게 됨으로써 접점이 개방된 기계식 스위치(110)의 양단에는 역전압이 걸리게 된다. 이는 이러한 기계식 스위치(110)에서 고장 전류를 차단한 이후 접점 간에 인가되는 과도회복전압(TRV)과 반대방향의 전압이 걸리게 되므로 TRV 전압을 낮추게 하는 효과가 있는 것이다. 이는 기계식 스위치(110)에서 TRV 전압이 낮아져 고장 전류를 완전히 차단할 수 있도록 하는 것이다.
- [51] 한편, 상기와 같이 기계식 스위치(110)에서 전류를 차단하면 A측에 비해 상대적으로 B측 전압이 급격히 상승하게 된다. 이와 같이 상승한 B측 전압은 기계식 스위치(110)에 병렬연결된 저항기(180)에서 소모된다. 또한 선택적으로 도 3d와 같이 제2 단방향 스위칭소자(170)가 온(ON)되어 LC 회로(130)에서 LC 공진을 발생하여 커패시터(131)는 -Vc로 재충전할 수도 있다.
- [52] 본 실시 예에 따른 DC 차단기(100)는 기계식 스위치(110)의 재폐로 동작이 가능하다. 즉, A측 고장이 제거되면 제어부(미도시)는 기계식 스위치(110)을

달아 DC 선로(10)에서 다시 폐로를 형성할 수 있다. 기계식 스위치(110)를 달아 폐로를 형성한 경우, 만약 A측 고장이 제대로 제거되지 않았거나 고장이 다시 발생한 경우 상기한 과정들을 반복하도록 한다.

- [53] 이상에서 설명한 본 발명은 바람직한 실시 예들을 통하여 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 이러한 실시 예들의 내용에 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 비록 실시 예에 제시되지 않았지만 첨부된 청구항의 기재 범위 내에서 다양한 본 발명에 대한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본 발명의 기술적 범위에 속함은 너무나 자명하다 할 것이다. 이에, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

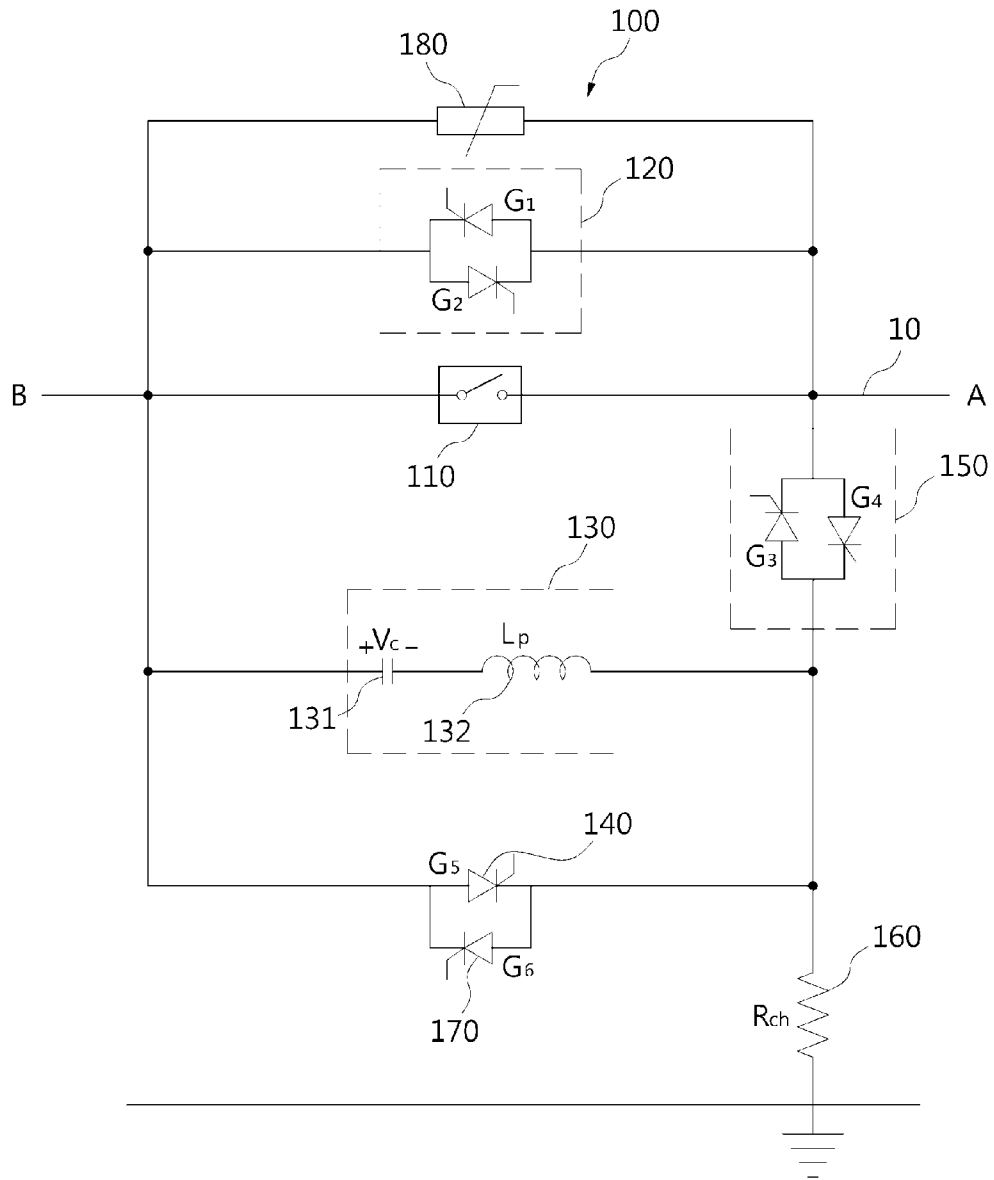
청구 범위

- [청구항 1] DC 선로에 설치되고 상기 DC 선로의 일측 또는 타측에 고장 발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 기계적 스위치(110); 상기 기계적 스위치(110)에 병렬연결되어 양방향 전류흐름을 스위칭하는 제1 양방향 스위칭소자(120); 상기 기계적 스위치(110)에 병렬연결되고 LC 공진을 발생시키기 위해 서로 직렬연결된 커패시터(131) 및 리액터(132)를 포함하는 LC 회로(130); 상기 LC 회로(130)에 병렬연결되어 LC 공진이 이루어지도록 전류흐름을 스위칭하는 제1 단방향 스위칭소자(140); 및 상기 LC 회로(130)에 직렬연결되어 양방향 전류흐름을 스위칭하는 제2 양방향 스위칭소자(150);를 포함하는 DC 차단기 .
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제1 및 제2 양방향 스위칭소자(120,150)는 각각 턴온/턴오프 제어가능한 한 쌍의 전력 반도체 스위치(G1-G2,G3-G4)를 포함하며 상기 각 쌍의 전력 반도체 스위치(G1-G2,G3-G4)는 서로 반대방향으로 병렬연결되며, 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)는 턴온/턴오프 제어가능한 하나의 전력 반도체 스위치(G5)를 포함하는 DC 차단기.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 DC 선로의 상기 일측에 고장발생시,
상기 기계적 스위치(110)가 개방되고, 상기 제2 양방향 스위칭소자(150)가 오프(OFF)된 상태에서 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)가 온(ON)되어 상기 커패시터(131)와 리액터(132)에서의 LC 공진에 의해 상기 커패시터(131)에 -Vc 전압이 충전된 후, 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)가 오프(OFF)되고 상기 제1 양방향 스위칭소자(120) 중 제1 전력 반도체 스위치(G1)와 상기 제2 양방향 스위칭소자(150) 중 제3 전력 반도체 스위치(G3)가 온(ON)되어 상기 커패시터(131)에 충전된 -Vc 전압에 의해 상기 제1 전력 반도체 스위치(G1) 및 상기 제3 전력 반도체 스위치(G3)의 폐회로를 통해 전류가 공급되어 상기 기계적 스위치(110)로 전류공급이 차단되도록 하는 DC 차단기.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 DC 선로의 일측에 고장발생시, 상기 기계적 스위치(110)의 개방과 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)의 온(on)에 따른 상기 커패시터(131)의 -Vc 전압의 충전은 동시에 또는 둘 중 어느 하나가 먼저 수행되는 DC 차단기.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 제1 전력 반도체 스위치(G1)로 전류의 공급함에 따라 상기 기계식 스위치(110)의 양단에 걸리는 역전압으로 상기 기계식 스위치(110)에

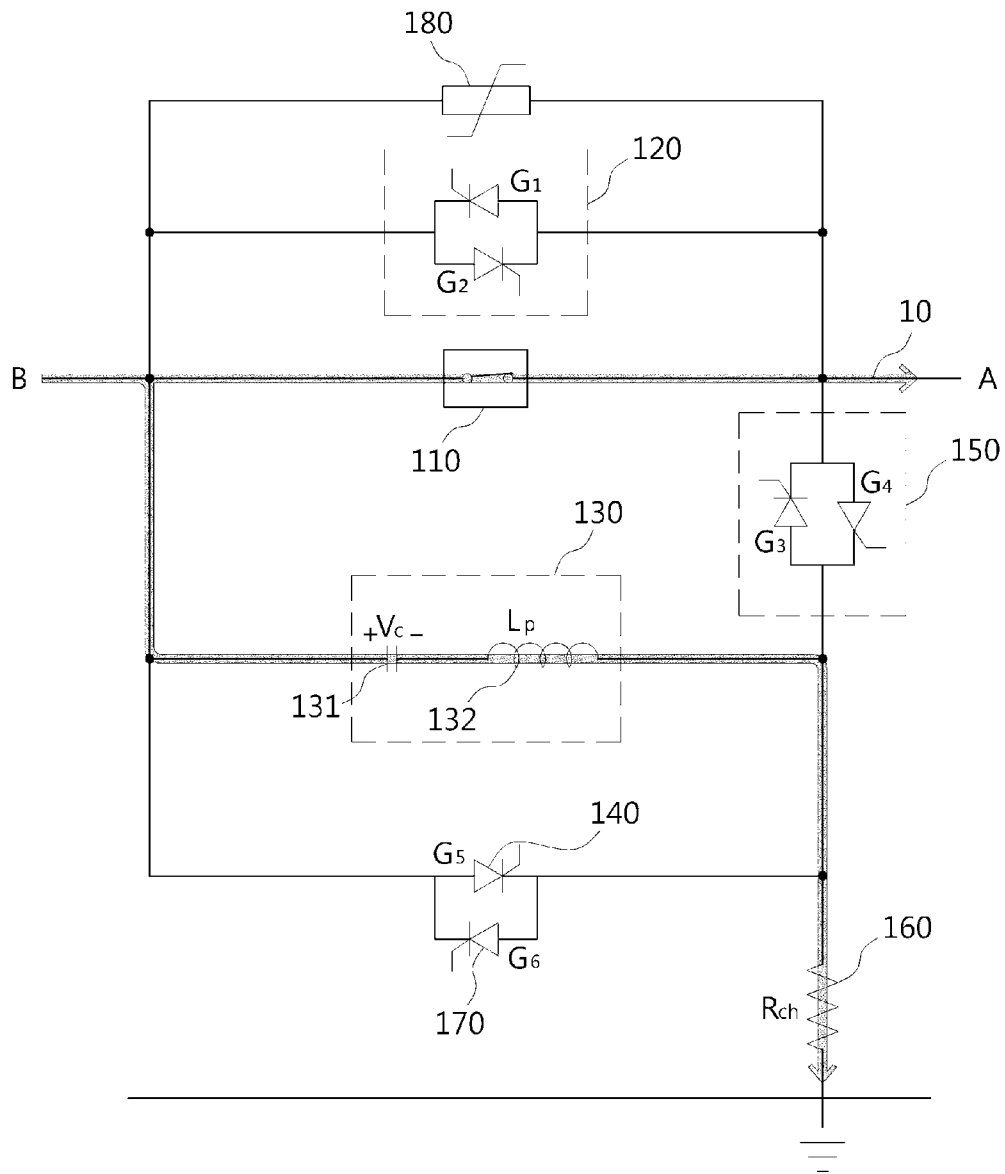
발생하는 과도회 복전압 (TRV) 를 낮추도록 하는 DC 차단기.

- [청구항 6] 제2항에 있어서,
 상기 DC 선로의 상기 타측에 고장발생 시,
 상기 기계적 스위치(110)가 개방되고, 상기 제1 양방향 스위칭소자(120) 중 제2 전력 반도체 스위치(G2)와 상기 제2 양방향 스위칭소자(150) 중 제4 전력 반도체 스위치(G4)가 온(ON)되어 상기 커패시터(131)에 충전된 +Vc 전압에 의해 상기 제2 전력 반도체 스위치(G2) 및 제4 전력 반도체 스위치(G4)의 폐회로를 통해 전류가 공급되어 상기 기계적 스위치(110)로 전류공급이 차단되도록 하는 DC 차단기.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 DC 선로의 타측에 고장발생 시, 상기 기계적 스위치(110)의 개방과 상기 커패시터(131)에 저장된 +Vc 전압에 의해 상기 제2 전력 반도체 스위치(G2) 및 제4 전력 반도체 스위치(G4)의 폐회로를 통한 전류의 공급은 동시에 또는 둘 중 어느 하나가 먼저 수행되는 DC 차단기.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
 상기 제2 전력 반도체 스위치(G2)로 전류의 공급함에 따라 상기 기계식 스위치(110)의 양단에 걸리는 역전압으로 상기 기계식 스위치(110)에 발생하는 과도회 복전압 (TRV)를 낮추도록 하는 DC 차단기.
- [청구항 9] 제6항에 있어서,
 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)에 병렬연결되어 상기 LC 회로(130)에서 LC 공진이 발생하도록 상기 제1 단방향 스위칭소자(140)와 반대방향의 전류흐름을 스위칭하는 제2 단방향 스위칭소자(170)를 더 포함하는 DC 차단기.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 기계적 스위치(110)에서 고장 전류가 차단된 후, 상기 제2 단방향 스위칭소자(170)가 온(on)되어 상기 커패시터(131)와 리액터(132)에서의 LC 공진에 의해 상기 커패시터(131)에 -Vc 전압이 충전되도록 하는 DC 차단기.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
 상기 LC 회로(130) 및 제2 양방향 스위칭소자(150)의 접점과 접지 사이에 설치된 저항(160)을 더 포함하는 DC 차단기.

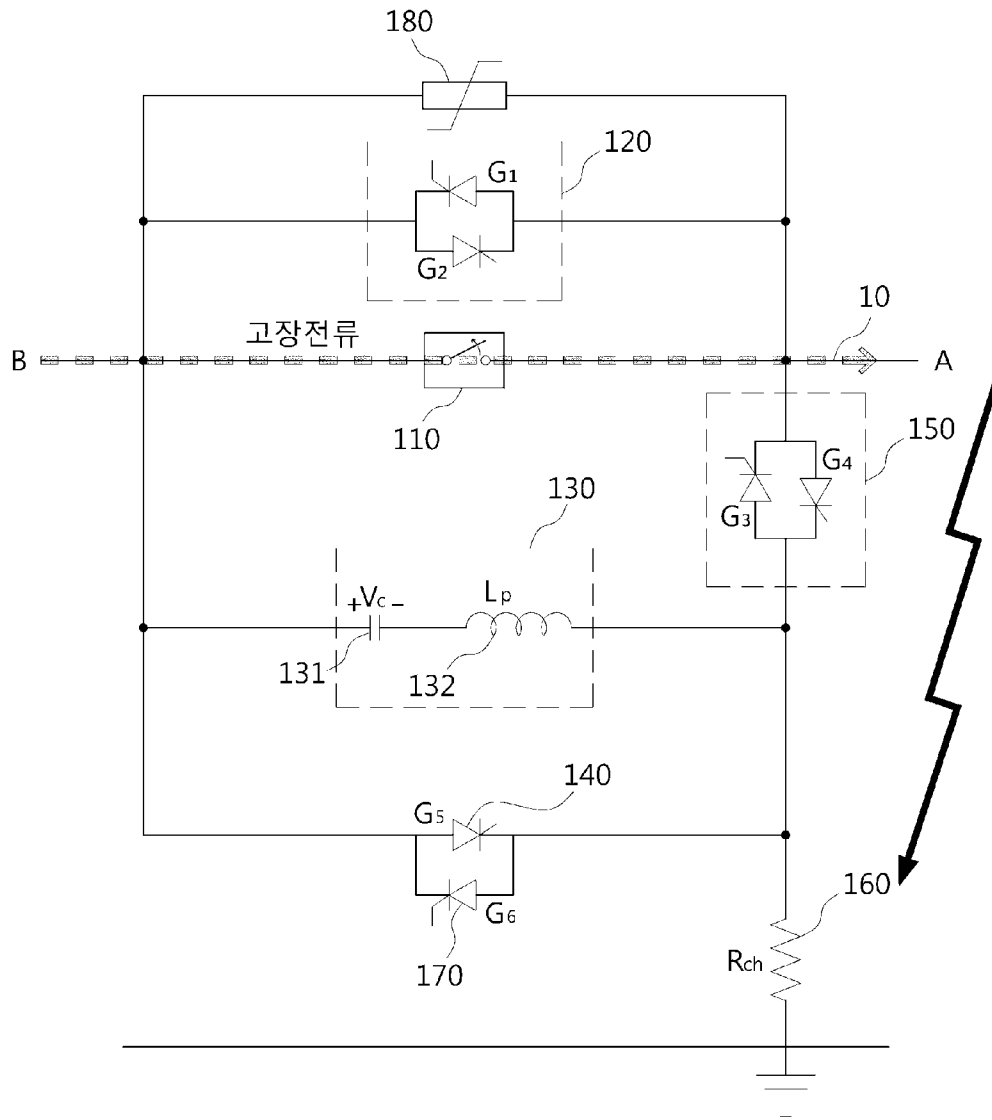
[도 1]



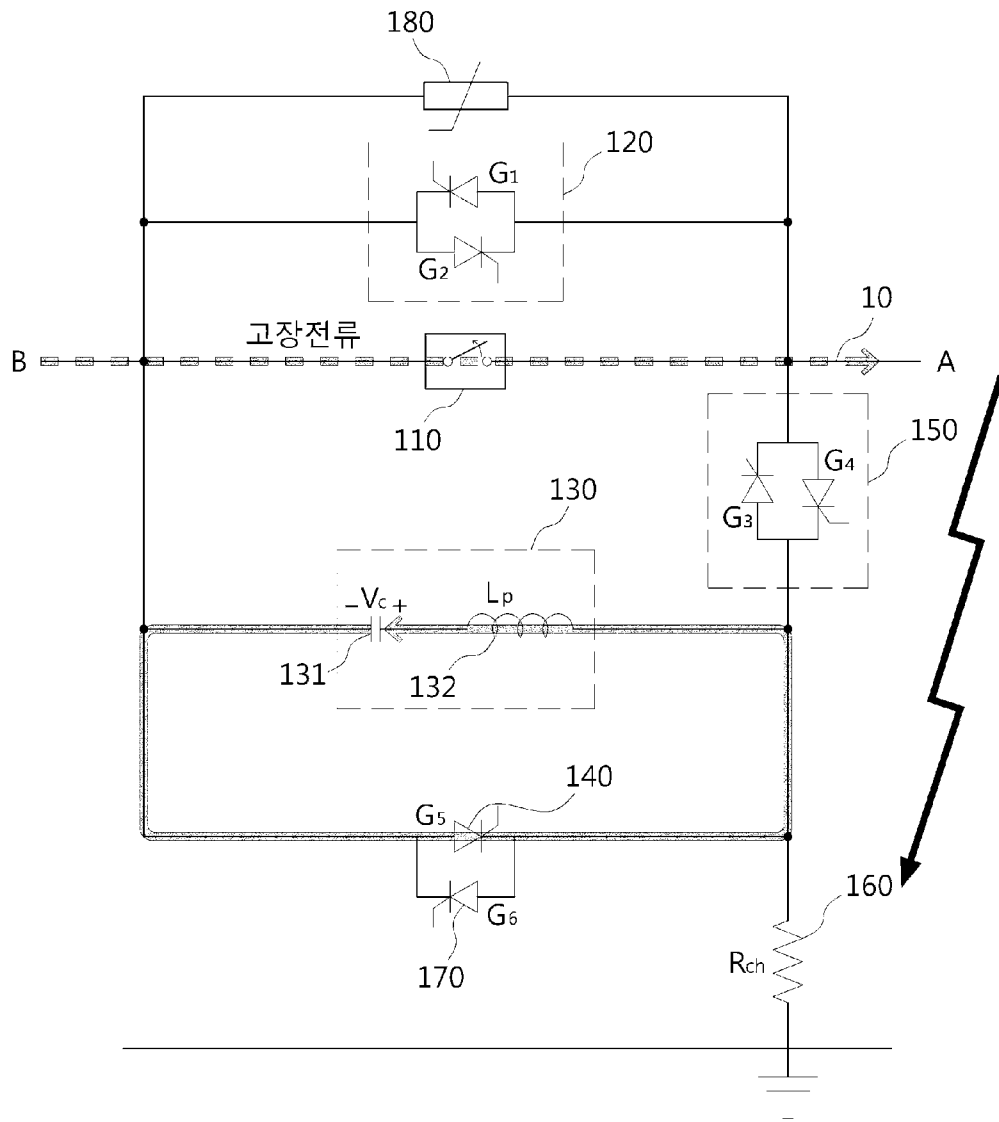
[도2a]



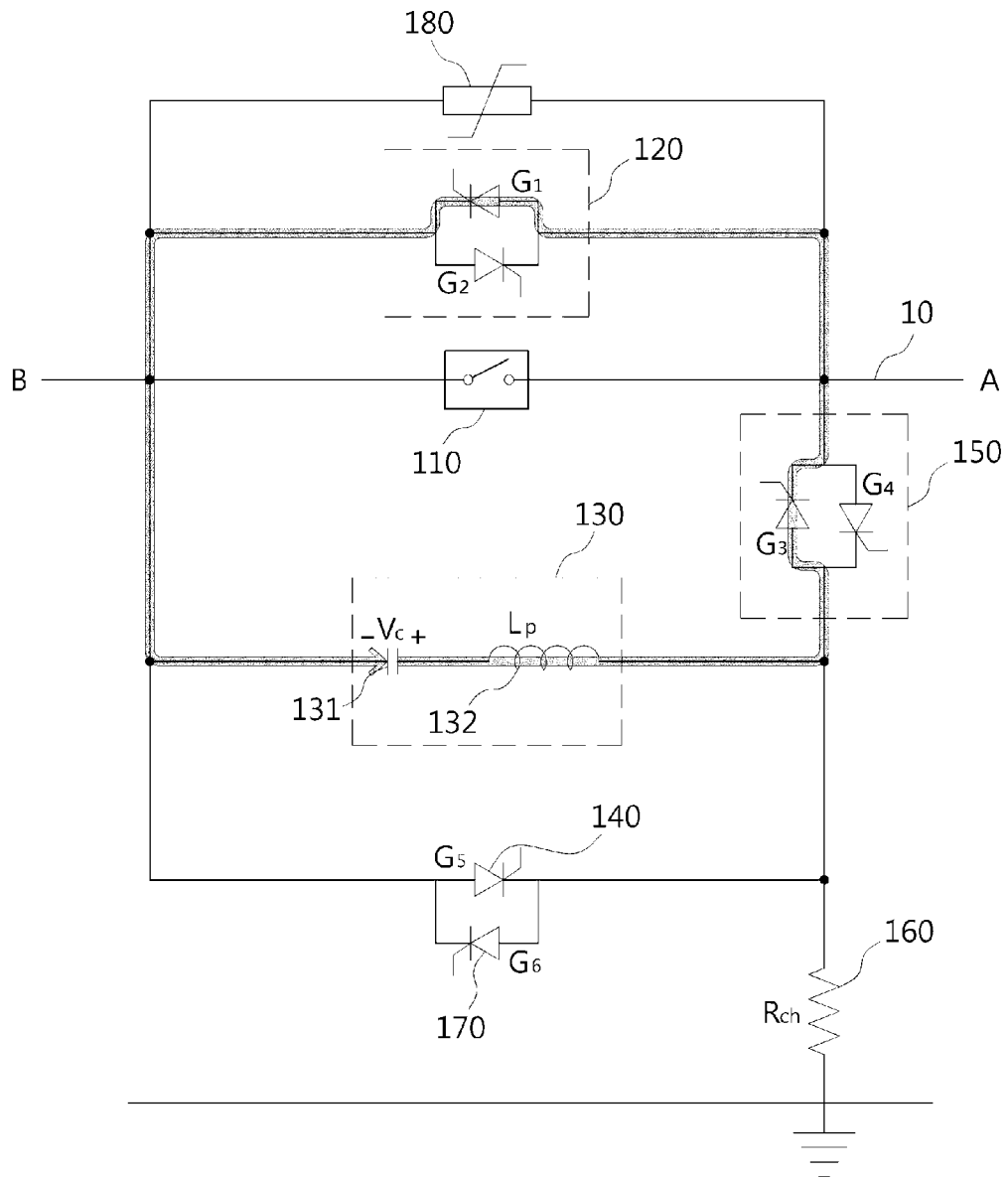
[도2b]



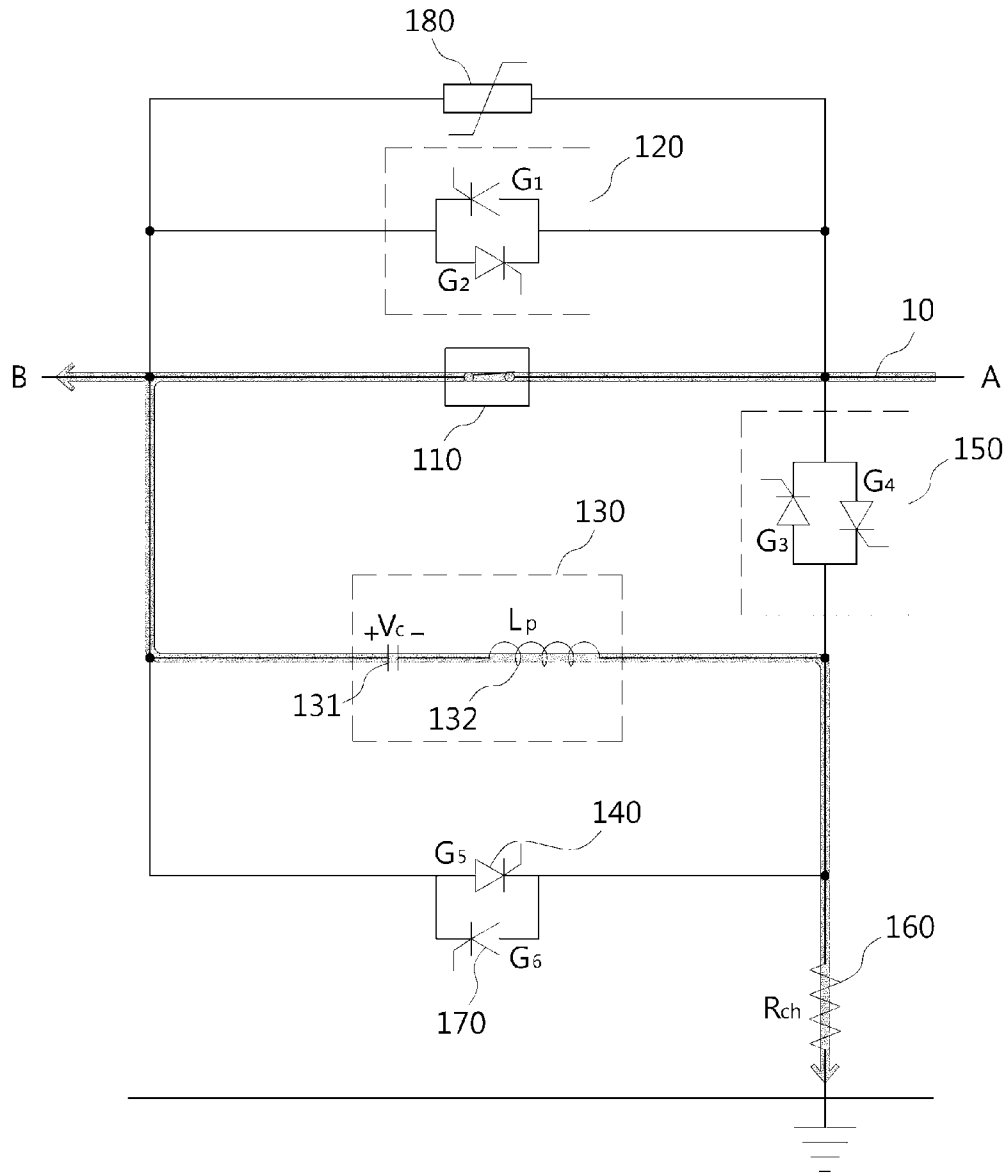
[도2c]



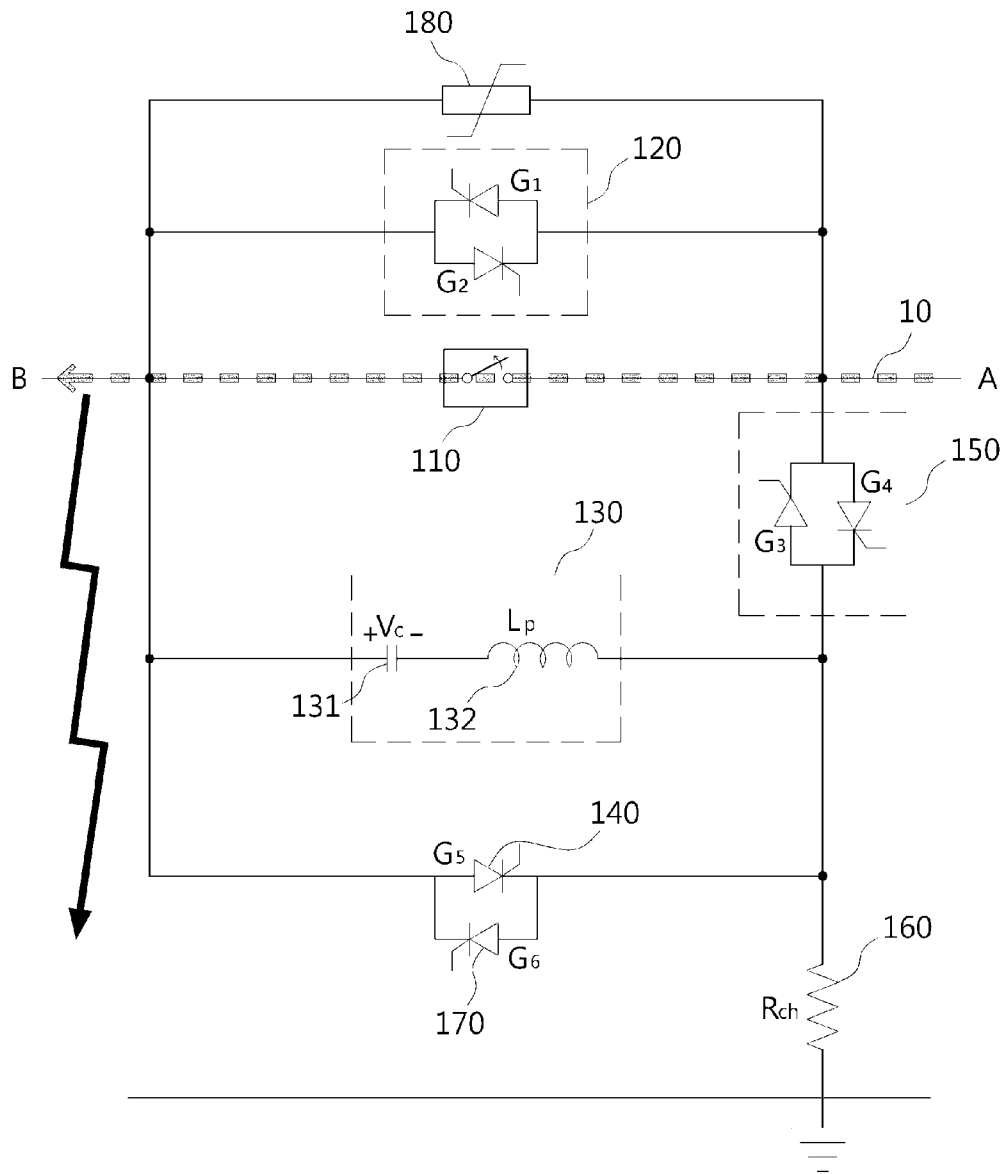
[도2d]



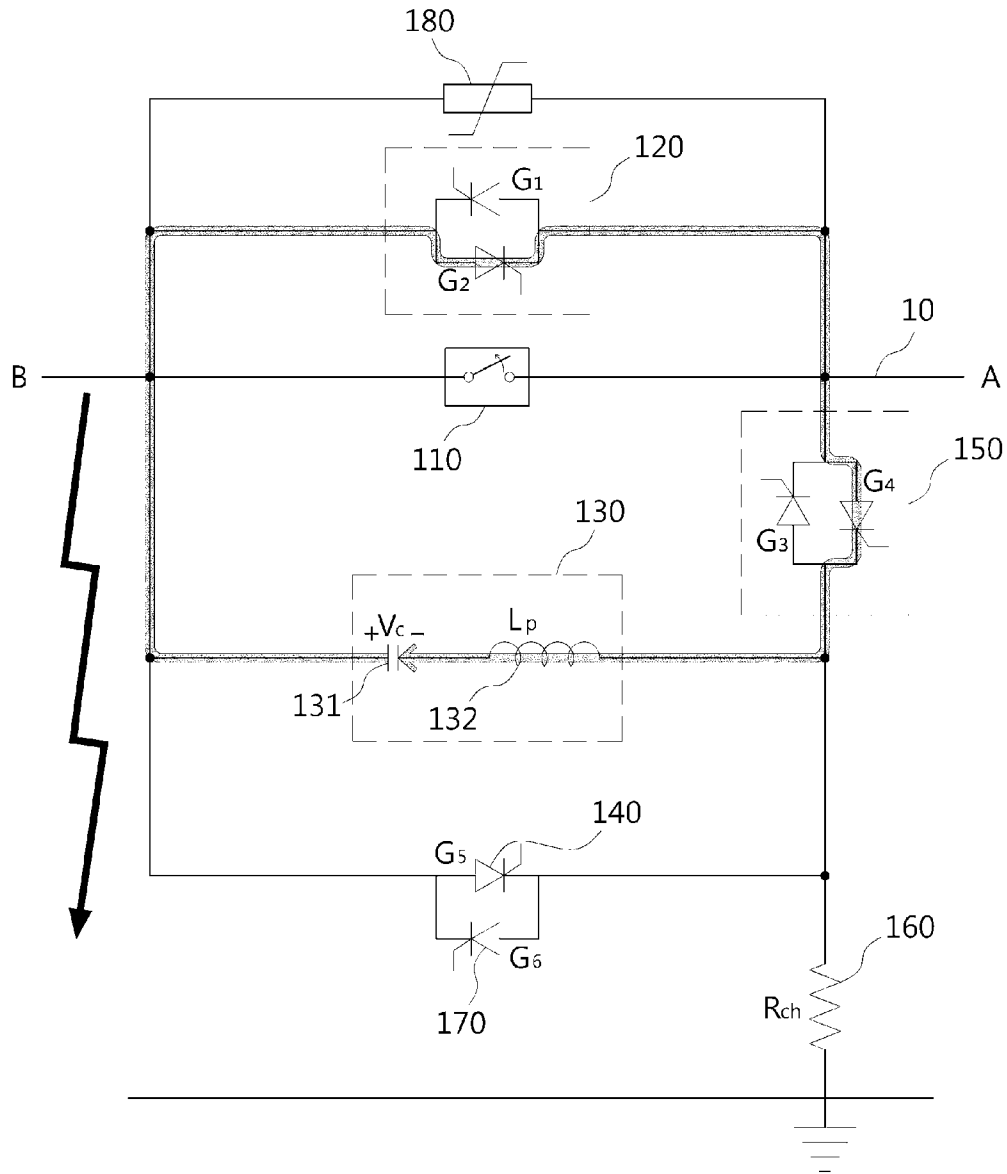
[도3a]



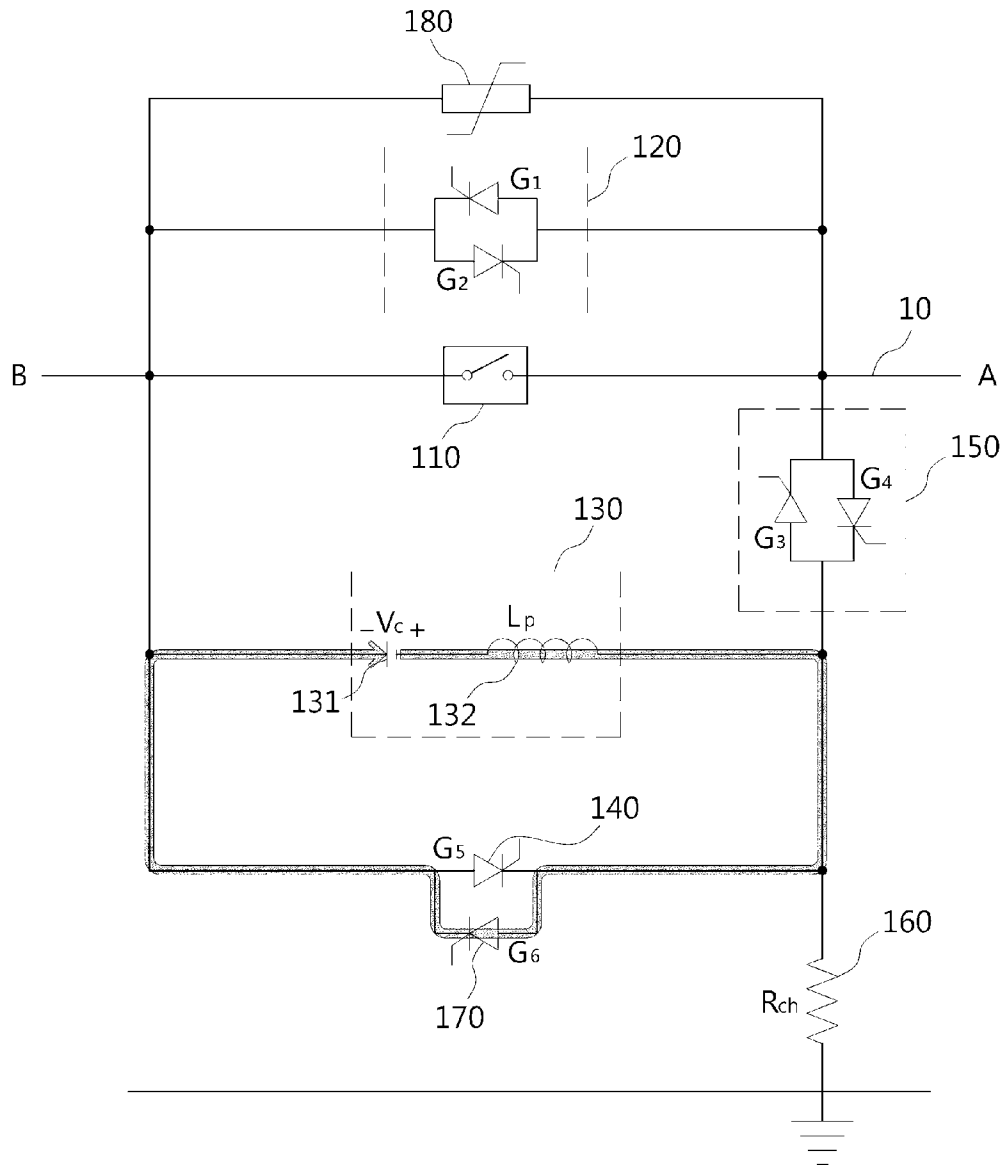
[도3b]



[도3c]




[도3d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
FCT/KR2015/014296

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>H01H 33/59(2006.01)1</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p>H01H 33/59; H02H 3/08; H02H 3/20</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above</p> <p>Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p>eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: DC interrupter, bidirectional switch, parallel connection, mechanical switch, high voltage</p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>K R 10—2000—0060552 A (POSCON CORPORATION) [6 October 2000] See pages 2-3, claims 1,4 and figure 1.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 09-017294 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 January 1997 See paragraphs [0025]-[0041], claims 1-2 and figures 1, 5.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>U S 2014-0218832 A I (XIAN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 August 2014 See paragraphs [0044]-[0058], [X]98-[0099] and figures 1, 17-19.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD. et al) 11 October 2012 See paragraphs [0013]-[0038] claims 3-2 and figure 1.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2734886 B 2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 April 1998 See paragraphs [0033]-[0036], claims 1-2 and figure 1.</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	K R 10—2000—0060552 A (POSCON CORPORATION) [6 October 2000] See pages 2-3, claims 1,4 and figure 1.	1-11	A	JP 09-017294 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 January 1997 See paragraphs [0025]-[0041], claims 1-2 and figures 1, 5.	1-11	A	U S 2014-0218832 A I (XIAN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 August 2014 See paragraphs [0044]-[0058], [X]98-[0099] and figures 1, 17-19.	1-11	A	JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD. et al) 11 October 2012 See paragraphs [0013]-[0038] claims 3-2 and figure 1.	1-11	A	JP 2734886 B 2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 April 1998 See paragraphs [0033]-[0036], claims 1-2 and figure 1.	1-11
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	K R 10—2000—0060552 A (POSCON CORPORATION) [6 October 2000] See pages 2-3, claims 1,4 and figure 1.	1-11																		
A	JP 09-017294 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 January 1997 See paragraphs [0025]-[0041], claims 1-2 and figures 1, 5.	1-11																		
A	U S 2014-0218832 A I (XIAN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 August 2014 See paragraphs [0044]-[0058], [X]98-[0099] and figures 1, 17-19.	1-11																		
A	JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD. et al) 11 October 2012 See paragraphs [0013]-[0038] claims 3-2 and figure 1.	1-11																		
A	JP 2734886 B 2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 April 1998 See paragraphs [0033]-[0036], claims 1-2 and figure 1.	1-11																		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) of which is/are cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"I" 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</p> <p>"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</p> <p>"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 contribution being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>																				
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>31 MARCH 2016 (31.03.2016)</p>		<p>Date of issuance of the international search report;</p> <p>31 MARCH 2016 (31J3.2016)</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/KR</p> <p> Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea</p> <p>Facsimile No— 82-42-472-7140</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/014296

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2000-0060552 A	16/ 10/2000	KR 10—0344056 8 1	22/07/2002
JP 09—0 17294 A	17/0 1/ 1997	JP 3355066 B2	09/ 12/2002
US 20 14-02 18832 A 1	07/08/20 14	CN 10334653 1 A CN 10334653 1 B	09/ 10/20 13 26/ 11/20 14
JP 2Q12-- 195 12 1 A	11/ 10/20 12	JP 5654394 B2	14/0 1/20 15
JP 2734886 B2	02/04/ 1998	JP 6028952 A	04/02/ 1994

A. 발명이 속하는 기술분류 (국제특허분류(IPC))
H01H 33/59(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌 (국제 특허분류를 기재)
H01H 33/59 ; H02H 3/08 ; H02H 3/20

조사된 기술 분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록 실용신안공보 및 한국공개실용신안공보 : 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록 실용신안공보 및 일본공개실용신안공보 : 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스 (데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS (특허청 내부 검색시스템) & 키워드 : DC차 단기, 양방향 스위치, 병렬연결, 기계적 스위치, 고전압

C. 관련 문헌

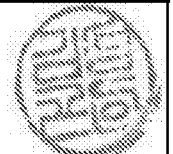
카테고리*	인용 문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2000-0060552 A (주식회사 포스콘) 2000. 10. 16 페이지 2-3, 청구항 1-4 및 도면 1 참조.	1-11
A	JP 09-017294 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 1997. 01. 17 단락 [0025]- [0041], 청구항 1-2 및 도면 1, 5 참조.	1-11
A	US 2014-0218832 A1 (XIAN JIAOTONG UNIVERSITY) 2014. 08. 07 단락 [0044]- [0058], [0098] -[0099] 및 도면 1, 17-19 참조.	1-11
A	JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD. 등) 2012. 10. 11 단락 [0013]- [0018], 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	1-11
A	JP 2734886 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 1998. 04. 02 단락 [0033]- [0036], 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	1-11

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. % 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:	"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌	"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 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.
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌	"&" 동일한 대응특허 문헌에 속하는 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌	
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌	

국제조사의 실제 완료일 2016년 03월 31일 (31.03.2016)	국제조사보고서 발송일 2016년 03월 31일 (31.03.2016)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김성곤 전화번호 +82-42-481-8746
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2000-0060552 A	2000/10/16	KR 10-0344056 BI	2002/07/22
JP 09-017294 A	1997/01/17	JP 3355066 B2	2002/12/09
US 2014-0218832 AI	2014/08/07	CN 103346531 A	2013/10/09
		CN 103346531 B	2014/11/26
JP 2012-195121 A	2012/10/11	JP 5654394 B2	2015/01/14
JP 2734886 B2	1998/04/02	JP 6028952 A	1994/02/04