



- (51) 국제특허분류:
H02H 3/087 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/012856
- (22) 국제출원일: 2014년 12월 24일 (24.12.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0163718 2013년 12월 26일 (26.12.2013) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION) [KR/KR]; 121-720 서울시 마포구 마포대로 119 (공덕동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김남경 (KIM, Nam Kyung); 642-844 경상남도 창원시 성산구 용지로 51 201 호(중앙동), Gyeongsangnam-do (KR). 정영환 (CHUNG, Young Hwan); 642-050 경상남도 창원시 성산구 연덕로 184 번길 19, 102-708(내동, 일성그라미아파트), Gyeongsangnam-do (KR). 황휘동 (HWANG, Hui Dong); 642-756 경상남도 창원시 성산구 가양로 99, 401-1402 (남양동, 개나리 4 차아파트), Gyeongsangnam-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 남촌 (NAMCHON PATENT AND LAW FIRM); 110-716 서울시 종로구 새문안로 5길 37, 도림빌딩 406 호 (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, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

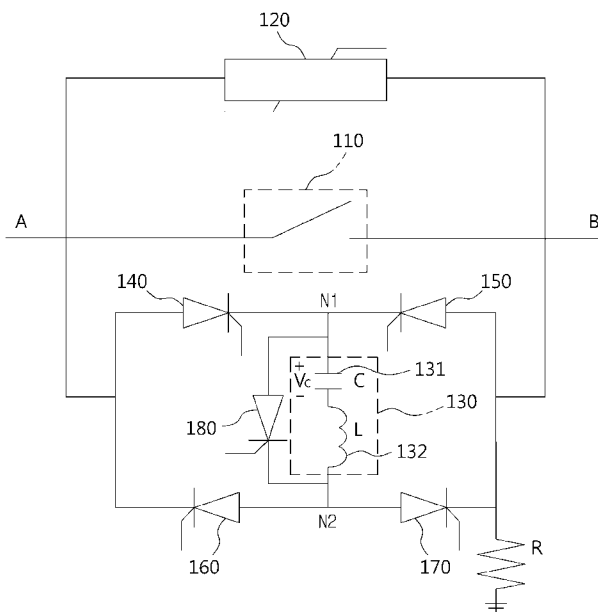
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: DC CIRCUIT BREAKER FOR BREAKING BIDIRECTIONAL FAULT CURRENT USING SINGLE CIRCUIT

(54) 발명의 명칭: 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기



(57) Abstract: The present invention relates to a DC circuit breaker for breaking fault current on a DC line. The present invention comprises: a main switch which is opened when a fault occurs on a DC line so as to break current on the DC line; first and second switching devices which are connected in parallel with the main switch and connected in series with each other in opposite directions; third and fourth switching devices which are connected in parallel with the main switch and connected in series with each other in opposite directions, wherein the third and fourth switching devices are positioned in the opposite direction to the first and second switching devices and connected in series with each other; an L/C circuit which is connected between the middle point of the first and second switching devices and the middle point of the third and fourth switching devices and which includes a capacitor and a reactor connected in series with each other to generate LC resonance; and a fifth switching device which is connected in parallel with the L/C circuit and is switched to reverse the polarity of charge voltage in the capacitor by generating LC resonance in the L/C circuit.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은 DC 선로의 고장전류를 차단하는 DC 차단기에 관한 것이다. 본 발명은, DC 선로에 고장발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 메인스위치; 상기 메인스위치에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결된 제 1 및 제 2 스위칭소자; 상기 메인스위치에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결되며, 상기 제 1 및 제 2 스위칭소자와 반대방향으로 배치되어 서로 직렬연결된 제 3 및 제 4 스위칭소자; 상기 제 1 및 제 2 스위칭소자의 중간점과 상기 제 3 및 제 4 스위칭소자의 중간점 사이에 연결되고 LC 공진을 발생하기 위해 서로 직렬연결된 커패시터 및 리액터를 포함하는 L/C 회로; 및 상기 L/C 회로에 병렬연결되어 상기 L/C 회로에서 LC 공진을 발생시켜 상기 커패시터에서의 충전 전압의 극성을 반전시키도록 스위칭하는 제 5 스위칭소자를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기 기술분야

- [1] 본 발명은 직류(DC) 차단기에 관한 것으로서, 특히 송전 또는 배전용 직류(DC) 선로의 일측 또는 타측에 고장발생시 그 DC 선로에 흐르는 양방향 고장전류를 차단하도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 통상 고전압 DC 차단기(circuit breaker)는 고전압 직류(HVDC: High Voltage Direct Current) 송전시스템 등과 같은 약 50kV 이상의 고전압 송전선로를 통해 흐르는 전류를 차단할 수 있는 스위칭 장치이다. 즉, 고전압 DC 차단기는 DC 선로 상에 설치되어 일측 또는 타측에 고장발생시 고장전류가 고장이 발생한 측으로 제공되지 않도록 차단하는 역할을 한다. 물론, 약 1~50kV의 DC 전압레벨의 중간전압 DC 배전 시스템에도 적용이 가능하다.
- [3] 이러한 고전압 DC 차단기의 경우 시스템에 고장전류가 발생하면 DC 선로에 설치된 메인스위치를 개방시켜 고장이 발생한 회로를 분리하여 그 고장전류를 차단하도록 한다. 하지만, DC 선로에는 전류 0(zero)점이 존재하지 않기 때문에 메인스위치의 개방시 메인스위치의 단자간에 발생한 아크(arc)가 소호되지 않고 고장전류가 이러한 아크를 통해 지속적으로 흐르게 되어 고장전류를 차단하지 못하는 문제점이 있다.
- [4] 도 1에 도시된 일본공개특허 제1984-068128호에는 고전압 DC 차단기에서 메인스위치(CB)의 스위칭 동작시 발생된 아크(arc)를 소호하여 고장전류(I_{dc})를 차단하기 위해 메인스위치(CB)에 흐르는 DC 전류(I_{dc})에 L/C 회로에 의한 공진전류(I_p)를 중첩시켜($I_{dc}=I_{dc}+I_p$), 메인스위치(CB)에서 0(zero) 전류를 만들어 아크를 소호시키는 기술을 제공한다. 즉, 고장발생시 메인스위치(CB)가 개방되고 아크를 통해 고장전류(I_{dc})가 계속 흐르는 중에 공진전류(I_p)가 DC 전류(I_{dc})에 중첩되어 메인스위치(CB)로 주입되고, 이후 LC 공진에 의해 공진전류(I_p)는 진동하는 전류가 되고 메인스위치(CB)를 따라 진동하면서 점점 크기가 커지게 된다. 이로써, 음(-)의 공진전류 $-I_p$ 가 I_{dc} 보다 커지게 되어 고장전류(I_{dc})가 zero 전류가 되는 시점에서 메인스위치(CB)의 아크가 소호된다.
- [5] 하지만, 이러한 종래기술에서는 DC 전류(I_{dc})보다 더 큰 공진전류(I_p)가 겹쳐져야 하기 때문에 회로정격이 정격전류의 2배 이상이어야 하며, 이처럼 큰 공진전류(I_p)를 발생시키기 위해 여러 번의 공진이 이루어져야 하기 때문에 차단속도가 느려지는 문제점이 있다. 또한, 이러한 종래의 DC 차단기는 양방향 고장전류의 차단이 불가능하다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 DC 차단기에서 메인스위치에 여러 번의 공진전류를 인가하지 않더라도 메인스위치에서 고장전류를 완전히 차단할 수 있도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기를 제공하는데 목적이 있다.
- [7] 또한, 본 발명은 DC 차단기에서 메인스위치의 차단시 메인스위치에 발생한 아크를 제거하기 위한 인위적으로 전류영점을 만들어 아크를 통한 고장전류를 차단하도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기를 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [8] 또한, 본 발명은 고전압 DC 선로에서 양방향의 고장전류를 차단할 수 있도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기는,
- [10] 직류(DC) 선로에 흐르는 전류를 차단하기 위한 DC 차단기에 있어서,
- [11] 상기 DC 선로에 설치되고 상기 DC 선로의 일측 또는 타측에 고장발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 메인스위치; 상기 메인스위치(110)에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결된 제1 및 제2 스위칭소자; 상기 메인스위치에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결되되, 상기 제1 및 제2 스위칭소자와 반대방향으로 배치되어 서로 직렬연결된 제3 및 제4 스위칭소자; 상기 제1 및 제2 스위칭소자의 중간점과 상기 제3 및 제4 스위칭소자의 중간점 사이에 연결되고 LC 공진을 발생하기 위해 서로 직렬연결된 커패시터 및 리액터를 포함하는 L/C 회로; 및 상기 L/C 회로에 병렬연결되어 상기 L/C 회로에서 LC 공진을 발생시켜 상기 커패시터에서의 충전전압의 극성을 반전시키도록 스위칭하는 제5 스위칭소자를 포함한다.
- [12] 본 발명에서, 정상상태에서 상기 커패시터의 전압충전을 위하여 상기 LC 회로와 접지 사이에 설치되는 충전저항을 더 포함한다.
- [13] 본 발명에서, 상기 제1 내지 제5 스위칭소자는, 각각 턴온 또는 턴온/턴오프 제어가능한 전력 반도체 스위치를 포함한다.
- [14] 본 발명에서, 상기 제1 및 제4 스위칭소자는, 상기 L/C 회로 및 메인스위치의 각 양단에 하나씩 연결되어 상기 L/C 회로 및 메인스위치 간에 형성되는 제1 폐회로를 따라 제1 방향의 전류를 도통시키도록 한다.
- [15] 본 발명에서, 상기 제2 및 제3 스위칭소자는, 상기 L/C 회로 및 메인스위치의 각 양단에 하나씩 연결되어 상기 L/C 회로 및 메인스위치 간에 형성되는 제2 폐회로를 따라 제2 방향의 전류를 도통시키도록 한다.
- [16] 본 발명에서, 상기 제5 스위칭소자는 정상상태에서는 오프(OFF)상태를 유지하고 상기 메인스위치의 개방시에 온(ON)상태로 전환되어 상기 커패시터에

충전된 전압의 극성을 반전시키도록 한다.

- [17] 본 발명에서, 상기 메인스위치의 개방시, 상기 커패시터에서의 극성반전된 전압에 의해 상기 제1 및 제4 스위칭소자 또는 제2 및 제3 스위칭소자를 통해 전류를 상기 메인스위치로 공급하여 상기 메인스위치에 발생한 아크를 소호한다.
- [18] 본 발명에서, 상기 메인스위치의 개방시에 아크(arc)가 발생하면, 상기 제2 및 제3 스위칭소자는 오프(OFF)된 상태에서 상기 제1 및 제4 스위칭소자가 온(ON)되어 상기 커패시터에서 극성반전된 전압에 의해 전류가 상기 제1 및 제4 스위칭소자를 통해 상기 메인스위치로 공급되고 상기 공급된 전류에 의해 상기 메인스위치에서 0(zero) 전류가 되어 상기 메인스위치에 발생된 아크가 소호되도록 한다.
- [19] 본 발명에서, 상기 메인스위치로 공급되는 전류는 상기 메인스위치에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은 반대이고 크기는 더 크다.
- [20] 본 발명에서, 상기 메인스위치의 개방시에 아크(arc)가 발생하면, 상기 제1 및 제4 스위칭소자는 오프(OFF)된 상태에서 상기 제2 및 제3 스위칭소자가 온(ON)되어 상기 커패시터에서 극성반전된 전압에 의해 전류가 상기 제2 및 제3 스위칭소자를 통해 상기 메인스위치로 공급되고 상기 공급된 전류에 의해 상기 메인스위치에서 0(zero) 전류가 되어 상기 메인스위치에 발생된 아크가 소호되도록 한다.
- [21] 본 발명에서, 상기 메인스위치로 공급되는 전류는 상기 메인스위치에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은 반대이고 크기는 더 크다.

발명의 효과

- [22] 본 발명은 DC 차단기에서 메인스위치의 스위칭 동작시 아크가 발생하는 경우 빠르게 아크를 소호시킬 수 있도록 하여 고장전류를 완전히 차단할 수 있다.
- [23] 또한, 본 발명에 의한 DC 차단기에서는 다수의 반도체 스위칭소자를 이용하여 브릿지 회로로 구성함으로써 고전압 DC 선로에서 양방향의 고장전류를 차단할 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명에 의하면 DC 차단기에서는 정상상태에서 DC 선로를 통해 흐르는 전류를 이용하여 커패시터에 충전하므로 별도의 충전회로가 필요 없게 되어 회로를 구성하는 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [25] 도 1은 종래의 DC 차단기의 구성도.
- [26] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기의 구성도.
- [27] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 정상상태에서 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기에서의 전류흐름을 보이는 개요도.
- [28] 도 4는 본 발명에 따른 DC 선로의 일측에 고장발생시 단일회로로 양방향

[29] 고장전류를 차단하는 DC 차단기에서의 고장전류 차단과정을 보이는 개요도.
도 5는 본 발명에 따른 고전압 DC 선로의 타측에 고장발생시 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기에서의 고장전류 차단과정을 보이는 개요도.

[30]

발명의 실시를 위한 형태

[31] 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.

[32] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기의 구성도이다.

[33] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 DC 차단기(100)는 DC 선로(10)의 일측(A)과 타측(B) 사이에 설치된 메인스위치(110)를 포함한다. 이러한 메인스위치(110)는 기본적으로 일측(A) 또는 타측(B)에 고장발생시 고장이 발생한 회로로 고장전류가 흘러들어가지 않도록 하기 위해 DC 선로(10)를 차단하는 역할을 한다. 이를 위해 메인스위치(110)는 정상상태에서는 닫혀(close) 있다가 고장발생시 개방(open)된다. 이러한 메인스위치(110)는 제어부(미도시)의 제어신호에 의해 그 스위칭 동작이 제어된다.

[34] 이러한 메인스위치(110)에 병렬로 비선형 저항기(120)가 연결되어 메인스위치(110)의 개방시 정격전압 이상의 과도한 전압이 DC 차단기(100)의 양단에 가해지지 못하도록 하기 위한 것으로서 고장에 의한 고전압이 기설정된 기준치 이상으로 DC 차단기(100)의 양단에 걸리면 자동으로 온(ON)되어 고전압을 소모하도록 한다. 일례로 비선형 저항기(120)는 예컨대 바리스터(varistor)로 구현될 수 있다.

[35] 본 실시 예에서 DC 선로(10)에 고전압이 걸리기 때문에 메인스위치(110)에는 대전류가 흐르게 된다. 이 때문에 고장발생시 메인스위치(110)가 개방될 때 메인스위치(110)의 스위치 단자 간에 아크(arc)가 발생하게 되고, 이러한 아크를 통해 DC고장전류가 DC 선로(10)에 계속해서 흐르게 된다. 따라서 본 발명에서는 이러한 아크를 소호하여 고장전류를 완전히 차단하기 위해 추가적인 장치 또는 회로가 필요하게 된다.

[36] 구체적으로, 상호 반대방향으로 직렬연결된 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)가 메인스위치(110)에 병렬로 연결된다. 또한, 서로 반대방향으로 직렬연결된 제3 및 제4 스위칭소자(160,170)가 메인스위치(110)에 병렬로 연결된다. 이로써 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)의 직렬연결 쌍은 제3 및 제4 스위칭소자(160,170)의 직렬연결 쌍에 병렬로 연결되는 것이다. 이때, 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)는 제3 및 제4 스위칭소자(160,170)와 각각 반대방향으로 설치된다.

- [37] 또한, 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)의 중간점(N1)과 제3 및 제4 스위칭소자(160,170)의 중간점(N2) 사이에 LC 공진을 발생하기 위해 서로 직렬연결된 커패시터(131) 및 리액터(132)를 포함하는 L/C 회로(130)가 설치된다. L/C 회로(130)는 커패시터(131)와 리액터(132)가 직렬연결로 구성되며 정상상태에서 L/C 회로(130)에 공급되는 전류에 의해 커패시터(131)에 전압이 충전되고, 고장발생시에 커패시터(131)에 충전된 전압에 의해 전류가 메인스위치(110)로 전달된다. 이러한 L/C 회로(130)에는 제5 스위칭소자(180)가 병렬연결되는데, 이러한 스위칭소자(180)는 L/C 회로(130)에서 LC 공진을 발생시켜 커패시터(131)에서의 충전전압의 극성을 반전시키도록 스위칭한다. 도면에 도시되지 않았으나 이러한 제1 내지 제5 스위칭소자(140~180)는 제어부(미도시)에 의해 그 동작(온/오프)이 제어된다. 본 실시 예에서 이러한 제1 내지 제5 스위칭소자(140~180)는 턴온(turn-on) 제어가능한 소자로서, 예컨대 사이리스터(thyristor) 등으로 구현될 수 있고, 또는 턴온(turn-on)/턴오프(turn-off) 제어가능한 소자로서, 예컨대 GTO, IGCT, IGBT 등으로 구현될 수도 있다.
- [38] 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)는 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110)의 각 양단에 하나씩 연결되어 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110) 간에 제1 폐회로를 형성하도록 한다. 이로써 이러한 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)는 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에 충전된 전압에 의해 제1 폐회로를 따라 제1 방향으로 전류가 흐르도록 스위칭된다. 또한, 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110)의 각 양단에 하나씩 연결되어 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110) 간에 형성한다. 이로써 이러한 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에 충전된 전압에 의해 제2 폐회로를 따라 제2 방향으로 전류가 흐르도록 스위칭된다. 여기서, 제1 폐회로는 제2 폐회로와 다르며 제1 방향과 제2 방향은 전류의 방향을 의미하는 것으로 서로 다른 방향의 전류 흐름을 나타낸다.
- [39] 본 실시 예에서, 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)는 턴온될 때 제1 방향으로 전류가 흐르도록 서로 동일한 방향으로 설치되고, 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는 턴온될 때 제2 방향으로 전류가 흐르도록 서로 동일한 방향으로 설치된다. 이때 제1 방향 또는 제2 방향으로 흐르게 되는 전류는 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에 초기에 충전된 전압(+V_c)이 극성반전용 제5 스위칭소자(180)에 의해 극성반전된 전압(-V_c)에 의한 것이다. 이러한 전류는 제1 또는 제2 방향으로 메인스위치(110)에 제공되어 메인스위치(110)의 개방시 메인스위치(110)에 발생된 아크를 소호하도록 한다.
- [40] 이를 위하여 메인스위치(110)에 발생한 아크를 통해 흐르는 전류의 반대방향으로 전류가 메인스위치(110)로 공급되어야 한다. 따라서, 제1 방향 또는 제2 방향은 메인스위치(110)에서의 아크를 통해 흐르는 전류의 방향에 의해 결정되는 것이다. 즉, 제1 방향으로 전류를 흘리고자 할 때는 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)가 턴온되고, 제2 방향으로 전류를 흘리고자 할 때는 제2 및

제3 스위칭소자(150,160)가 턴온된다. 물론, 제1,4 스위칭소자(140,170)와 제2,3 스위칭소자(150,160)의 턴온/턴오프는 반대로 구현됨은 당연하다.

- [41] 나아가, 본 실시 예의 DC 차단기(100)는 L/C 회로(130)와 제1 양방향 스위칭소자(140)의 접점과 접지(GND) 사이에 충전저항(R)이 연결된다. 이러한 충전저항(R)를 통해 L/C 회로(130)의 커패시터(131)가 DC 전압(V_c)만큼 초기 충전되도록 한다.
- [42] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 정상상태에서 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기에서의 전류흐름을 보이는 개요도이다.
- [43] 도 3에서 (a)는 일측(A)에서 타측(B)으로 전류를 공급하는 경우이고, (b)는 타측(B)에서 일측(A)으로 전류를 공급하는 경우를 도시한다. 정상상태에서는 메인스위치(110)가 닫혀(close)있고 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)가 온(ON)되어 도통되며 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는 오프(OFF)되어 전류가 흐르지 않는다. 따라서 일측(A)에서 공급되는 전류는 제1 스위칭소자(140), L/C 회로(130), 제4 스위칭소자(170) 및 충전저항(R_c)를 통해 흐르게 되고, 이로써 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에 DC 전압 $+V_c$ 가 충전된다. 이하에서는, 설명의 편의상 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 N1에서 N2로 전원이 공급될 때 커패시터(131)에 충전되는 전압을 $+V_c$ 로 표기하고, 이에 대하여 극성반전된 전압은 $-V_c$ 로 표기하기로 한다.
- [44] 나아가, (b)의 경우에는 정상상태에서 메인스위치(110)가 닫혀(close) 있으므로 타측(B)에서 공급되는 전류가 메인스위치(110)를 거쳐 DC 전로(10)를 따라 일측(A)으로 전달된다. 이때, 제2 및 제4 스위칭소자(150,170)가 온(ON)되어 도통되고, 제1 및 제3 스위칭소자(140,160)는 오프(OFF)되어 전류가 흐르지 않는다. 따라서 타측(B)에서 공급된 전류는 제2 스위칭소자(150), L/C 회로(130), 제4 스위칭소자(170) 및 충전저항(R_c)를 통해 흐르고, 이로써 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에 DC 전압 $+V_c$ 가 충전된다.
- [45] 이와 같이 정상상태에서는 제어부에서 제1,2,4 스위칭소자(140,150,170)를 적절히 온(ON)시켜 일측(A) 또는 타측(B)에서 공급된 전류에 의해 L/C 회로(130)의 커패시터(131)를 $+V_c$ 로 충전된다.
- [46] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기의 타측(B)에 고장발생시 고장전류 차단과정을 보이는 개요도이고, 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기의 일측(A)에 고장발생시 고장전류 차단과정을 보이는 개요도이다.
- [47] 우선, 상기의 도 3에서와 같은 정상상태에서 커패시터(131)에 $+V_c$ 의 DC 전압이 충전되어 있다. 이 상태에서 B측에 고장이 발생하면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제어부에서 고장발생을 감지하여 닫혀 있던 메인스위치(110)를 개방시킨다. 이때, 메인스위치(110)의 개방시 메인스위치(110)의 스위치단자 간에 아크(arc)가 발생하여 그 아크를 통해 A측→B측으로 고장전류가 지속적으로 흐르게 된다.

- [48] 또한, 메인스위치(110)의 개방과 함께 제1 내지 제4 스위칭소자(140~170)를 오프(OFF)시키고 제5 스위칭소자(180)는 온(ON)시킨다. 상기 제5 스위칭소자(180)가 온(ON)으로 전환되면 제5 스위칭소자(180)를 통해 L/C 회로(130)에서 LC 공진이 발생하고 커패시터(131)에 초기에 충전된 전압(+Vc)은 극성반전이 일어나 -Vc로 충전된다. 즉, 제5 스위칭소자(180)를 통해 L/C 회로(130) 내에서 LC 공진에 발생하여 커패시터(131)에 초기에 충전된 전압(+Vc)에서 극성반전된 전압(-Vc)이 커패시터(131)에 재충전되는 것이다.
- [49] 이후, 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)가 오프(OFF)된 상태에서 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)가 온(ON)되어 커패시터(131)에 충전된 전압(-Vc)에 의해 전류가 제4 스위칭소자(170), 메인스위치(110), 제1 스위칭소자(140)을 통해 제1 방향으로 흐르게 된다. 이와 같이 공급된 전류에 의해 메인스위치(110)에서의 전류는 0(zero)가 되어 아크가 소호된다. 상기과 같이 제1 방향으로 메인스위치(110)에 공급되는 전류는 메인스위치(110)에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은 반대이고 크기는 더 큰 것이 바람직하다. 이를 위해 커패시터의 충전용량이 결정될 수 있다.
- [50] 이후에, 메인스위치(110)에 발생한 아크(arc)가 완전히 소호되어 고장전류가 메인스위치(110)에 의해 차단되면 상대적으로 B측에 비해 A측 전압이 급격히 상승하게 된다. 이와 같이 상승한 A측 전압은 메인스위치(110)에 병렬연결된 비선형 저항기(120)에서 소모된다. 이와 동시에 제5 스위칭소자(180)는 다시 오프(OFF)되어 제1 스위칭소자(140), L/C 회로(130), 제4 스위칭소자(170) 및 충전저항(Rc)를 통해 전류가 흐르면서 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에는 다시 +Vc의 DC 전압이 재충전된다.
- [51] 여기서, 본 발명의 DC 차단기(100)는 메인스위치(110)의 재폐로 동작이 가능하다는 특징이 있다. 즉, 메인스위치(110)의 개방 이후에 B측의 고장이 제거되면 제어부는 메인스위치(110)을 닫아 DC 선로(10)에서 폐로를 형성할 수 있다. 메인스위치(110)를 닫아 폐로를 형성한 경우에 만약 B측 고장이 제거되지 않은 상태라면 상기한 과정들을 반복하도록 한다. 이러한 재폐로는 메인스위치(110)에서 아크가 소호된 이후에 L/C 회로(130)에서 커패시터(131)가 +Vc로 충전상태를 유지하기 때문에 가능한 것이다.
- [52] 상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기(100)는 L/C 회로(130)에서의 LC 공진에 의해 초기에 커패시터(131)에 충전된 전압(+Vc)에서 극성이 반전된 전압(-Vc)를 이용하여 메인스위치(110)로 전류를 공급함으로써 메인스위치(110)에 0 전류를 이루게 하여 아크를 소호함으로써 그 아크를 통해 흐르는 고장전류를 완전히 차단하도록 한다.
- [53] 한편, A측에 고장이 발생한 경우는 도 5에 도시된 바와 같이, 제어부에서 고장발생을 감지하여 메인스위치(110)를 개방시킨다. 메인스위치(110)가 개방될 때 메인스위치(110)의 스위칭 단자 간에 아크(arc)가 발생하여 B측→A측으로

고장전류가 지속적으로 흐르게 된다.

- [54] 또한, 메인스위치(110)의 개방과 함께 제1 내지 제4 스위칭소자(140~170)를 오프(OFF)시키고 제5 스위칭소자(180)는 온(ON)시킨다. 상기 제5 스위칭소자(180)가 온(ON)으로 전환되면 제5 스위칭소자(180)를 통해 L/C 회로(130)에서 LC 공진이 발생하여 커패시터(131)에 초기 충전된 $+V_c$ 전압은 극성반전이 일어나 $-V_c$ 전압으로 충전된다. 즉, L/C 회로(130)에서 제5 스위칭소자(180)를 통해 LC 공진에 발생하여 커패시터(131)에 초기 충전된 전압($+V_c$)에서 극성반전된 전압($-V_c$)으로 되어 커패시터에(131)에 재충전되는 것이다.
- [55] 이후에, 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)가 오프(OFF)된 상태에서 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)가 온(ON)되어 커패시터(131)에 충전된 전압($-V_c$)에 의해 전류가 제3 스위칭소자(160), 메인스위치(110), 제2 스위칭소자(150)을 통해 제2 방향으로 흐르게 된다. 이와 같이 공급된 전류에 의해 메인스위치(110)에서의 전류는 0(zero)가 되어 아크가 소호된다. 상기과 같이 제2 방향으로 메인스위치(110)에 공급되는 전류는 메인스위치(110)에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은 반대이고 크기는 더 큰 것이 바람직하다. 이를 위해 커패시터의 충전용량이 결정될 수 있다.
- [56] 이후에, 메인스위치(110)에 발생한 아크(arc)가 완전히 소호되어 고장전류가 메인스위치(110)에 의해 차단되면 상대적으로 B측에 비해 A측 전압이 급격히 상승하게 된다. 이와 같이 상승한 A측 전압은 메인스위치(110)에 병렬연결된 비선형 저항기(120)에서 소모된다. 이와 동시에 제5 스위칭소자(180)는 다시 오프(OFF)되어 제2 스위칭소자(150), L/C 회로(130), 제4 스위칭소자(170) 및 충전저항(R_c)를 통해 전류가 흐르면서 L/C 회로(130)의 커패시터(131)에는 다시 $+V_c$ 의 DC 전압이 재충전된다.
- [57] 여기서, 도 5에서도 본 발명의 DC 차단기(100)는 메인스위치(110)의 재폐로 동작이 가능하다. 즉, 메인스위치(110)의 개방 이후에 A측 고장이 제거되면 제어부는 메인스위치(110)을 닫아 DC 선로(10)에서 폐로를 형성할 수 있다. 이때, 메인스위치(110)를 닫아 폐로를 형성한 경우에, 만약 A측 고장이 제거되지 않은 상태라면 상기한 과정들을 반복하도록 한다. 이러한 재폐로는 메인스위치(110)에서 아크가 소호된 이후에 L/C 회로(130)에서 커패시터(131)가 $+V_c$ 로 충전상태를 유지하기 때문에 가능한 것이다.
- [58] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기(100)는 LC 공진에 의한 전류가 도 1에 도시된 종래기술과 같이 메인스위치(CB)가 아니라 제5 스위칭소자(180)를 통해 이루어진다는 특징이 있다. 따라서, 종래기술과 같이 LC 공진에 의한 전류 진동이 커지는 것이 아니라, 본 발명에서는 LC 공진에 의해 L/C 회로(130)의 커패시터(131)의 전압의 극성이 반전되도록 LC 공진이 한번만 이루어지면 된다. 이는 종래기술에 비해 차단속도가 증가하는 원인이 된다. 또한, 종래기술에서는 LC 공진을 통해

공진전류의 크기를 계속 증가시켜 고장전류의 크기가 되는 시점에서 아크를 소호하지만, 본 발명에서는 종래기술과는 달리 커패시터(131)의 용량에 따라 결정된 커패시터(131)의 충전전압에 의해 메인스위치(110)에 흐르는 고장전류와 반대방향의 전류를 메인스위치(110)에 주입시켜 zero 전류를 만들어 아크를 소호하도록 한다.

- [59] 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.

청구범위

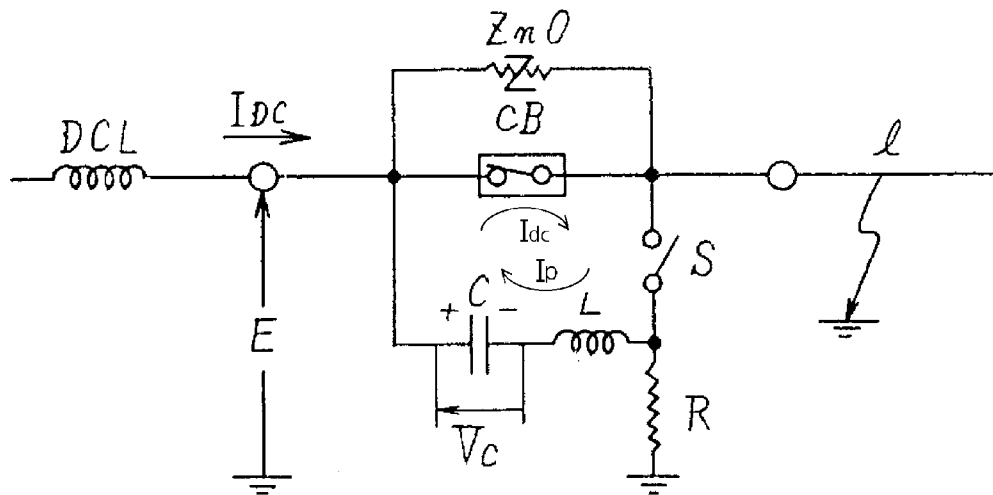
- [청구항 1] 직류(DC) 선로에 흐르는 전류를 차단하기 위한 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기에 있어서, 상기 DC 선로에 설치되고 상기 DC 선로의 일측 또는 타측에 고장발생시 개방되어 상기 DC 선로의 전류를 차단하기 위한 메인스위치(110);
상기 메인스위치(110)에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결된 제1 및 제2 스위칭소자(140,150);
상기 메인스위치(110)에 병렬연결되고 상호 반대방향으로 직렬연결되되, 상기 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)와 반대방향으로 배치되어 서로 직렬연결된 제3 및 제4 스위칭소자(160,170);
상기 제1 및 제2 스위칭소자(140,150)의 중간점(N1)과 상기 제3 및 제4 스위칭소자(160,170)의 중간점(N2) 사이에 연결되고 LC 공진을 발생하기 위해 서로 직렬연결된 커패시터(131) 및 리액터(132)를 포함하는 L/C 회로(130); 및
상기 L/C 회로(130)에 병렬연결되어 상기 L/C 회로(130)에서 LC 공진을 발생시켜 상기 커패시터(131)에서의 충전전압의 극성을 반전시키도록 스위칭하는 제5 스위칭소자(180); 를 포함하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
정상상태에서 상기 커패시터(131)의 전압충전을 위하여 상기 LC 회로(130)와 접지(GND) 사이에 설치되는 충전저항(Rc)를 더 포함하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 내지 제5 스위칭소자(140~180)는,
각각 턴온 또는 턴온/턴오프 제어가능한 전력 반도체 스위치를 포함하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)는,
상기 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110)의 각 양단에 하나씩 연결되어 상기 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110) 간에 형성되는 제1 폐회로를 따라 제1 방향의 전류를 도통시키도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 5] 제3항에 있어서, 상기 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는,
상기 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110)의 각 양단에 하나씩 연결되어 상기 L/C 회로(130) 및 메인스위치(110) 간에 형성되는 제2 폐회로를 따라 제2 방향의 전류를 도통시키도록 하는

- 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 제5 스위칭소자(180)는 정상상태에서는 오프(OFF)상태를 유지하고 상기 메인스위치(110)의 개방시에 온(ON)상태로 전환되어 상기 커패시터(131)에 충전된 전압의 극성을 반전시키도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 메인스위치(110)의 개방시 상기 커패시터(131)의 극성반전된 전압에 의해 상기 제1 및 제4 스위칭소자(140,170) 또는 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)를 통해 전류를 상기 메인스위치(110)로 공급하여 상기 메인스위치(110)에 발생한 아크를 소호하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 메인스위치(110)의 개방시에 아크(arc)가 발생하면,
상기 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)는 오프(OFF)된 상태에서
상기 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)가 온(ON)되어 상기 커패시터(131)에서 극성반전된 전압에 의해 전류가 상기 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)를 통해 상기 메인스위치(110)로 공급되고 상기 공급된 전류에 의해 상기 메인스위치(110)에서 0(zero) 전류가 되어 상기 메인스위치(110)에 발생된 아크가 소호되도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 메인스위치(110)로 공급되는 전류는 상기 메인스위치(110)에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은 반대이고 크기는 더 큰 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.
- [청구항 10] 제6항에 있어서,
상기 메인스위치(110)의 개방시에 아크(arc)가 발생하면,
상기 제1 및 제4 스위칭소자(140,170)는 오프(OFF)된 상태에서
상기 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)가 온(ON)되어 상기 커패시터(131)에서 극성반전된 전압에 의해 전류가 상기 제2 및 제3 스위칭소자(150,160)를 통해 상기 메인스위치(110)로 공급되고 상기 공급된 전류에 의해 상기 메인스위치(110)에서 0(zero) 전류가 되어 상기 메인스위치(110)에 발생된 아크가 소호되도록 하는 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는 DC 차단기.

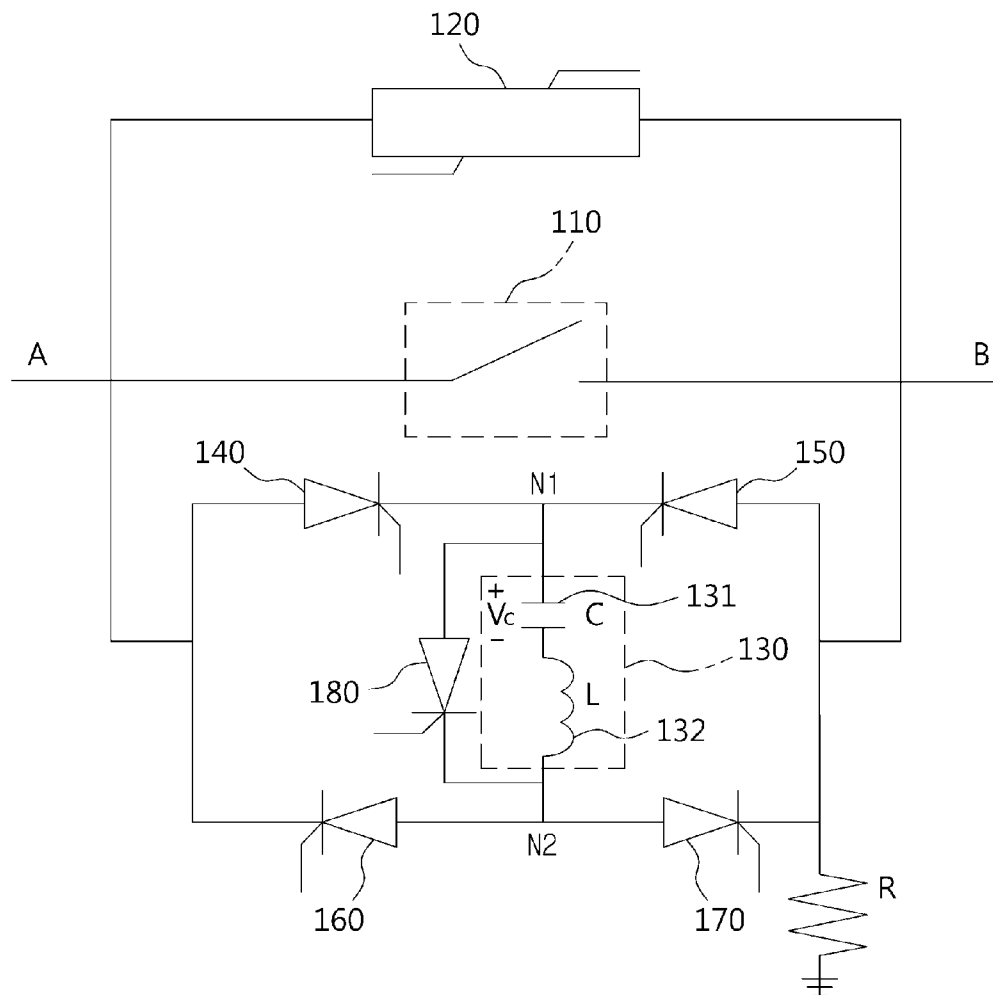
[청구항 11]

제10항에 있어서,
상기 메인스위치(110)로 공급되는 전류는 상기
메인스위치(110)에서 아크를 통해 지속되는 고장전류와 방향은
반대이고 크기는 더 큰 단일회로로 양방향 고장전류를 차단하는
DC 차단기.

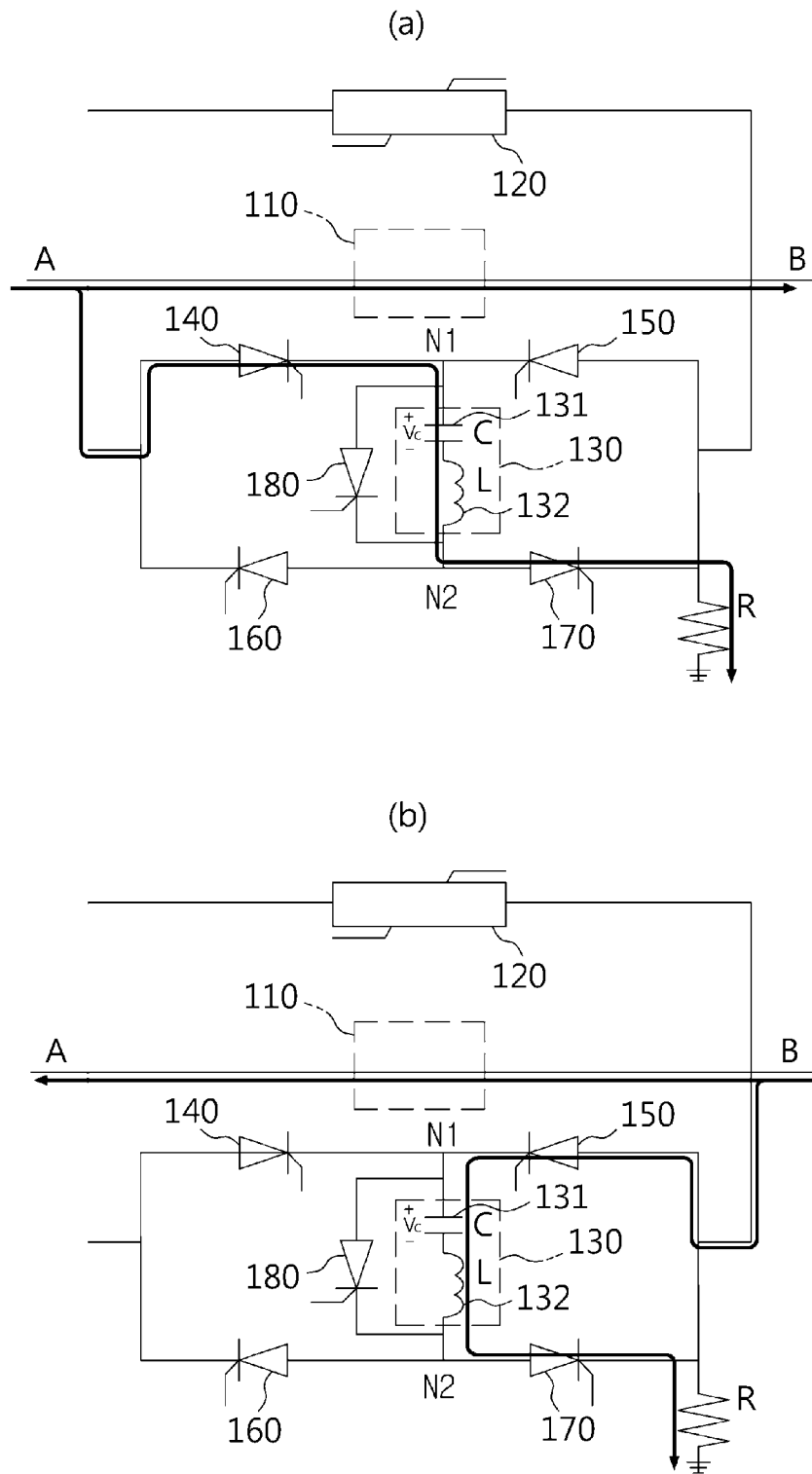
[Fig. 1]



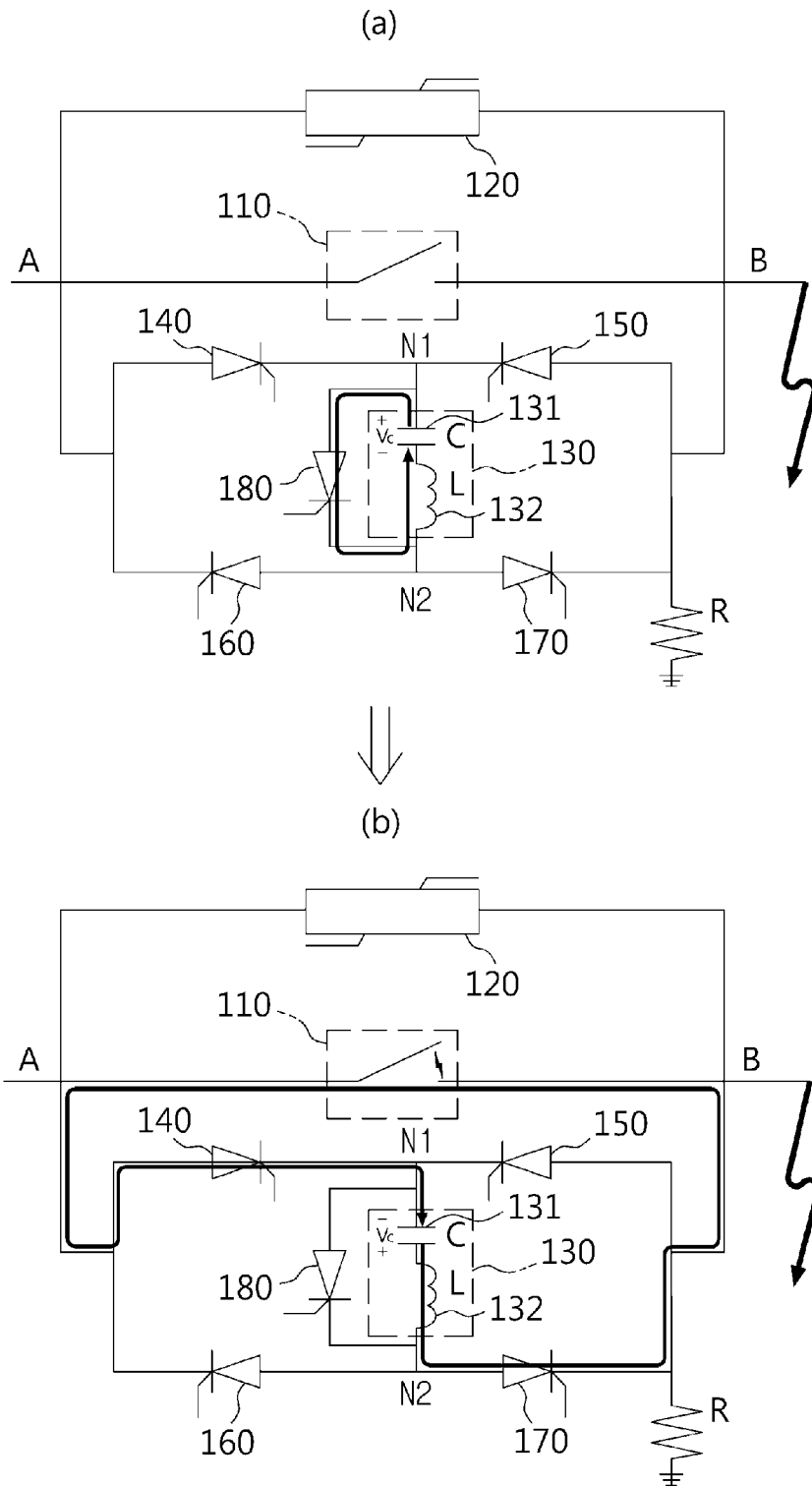
[Fig. 2]



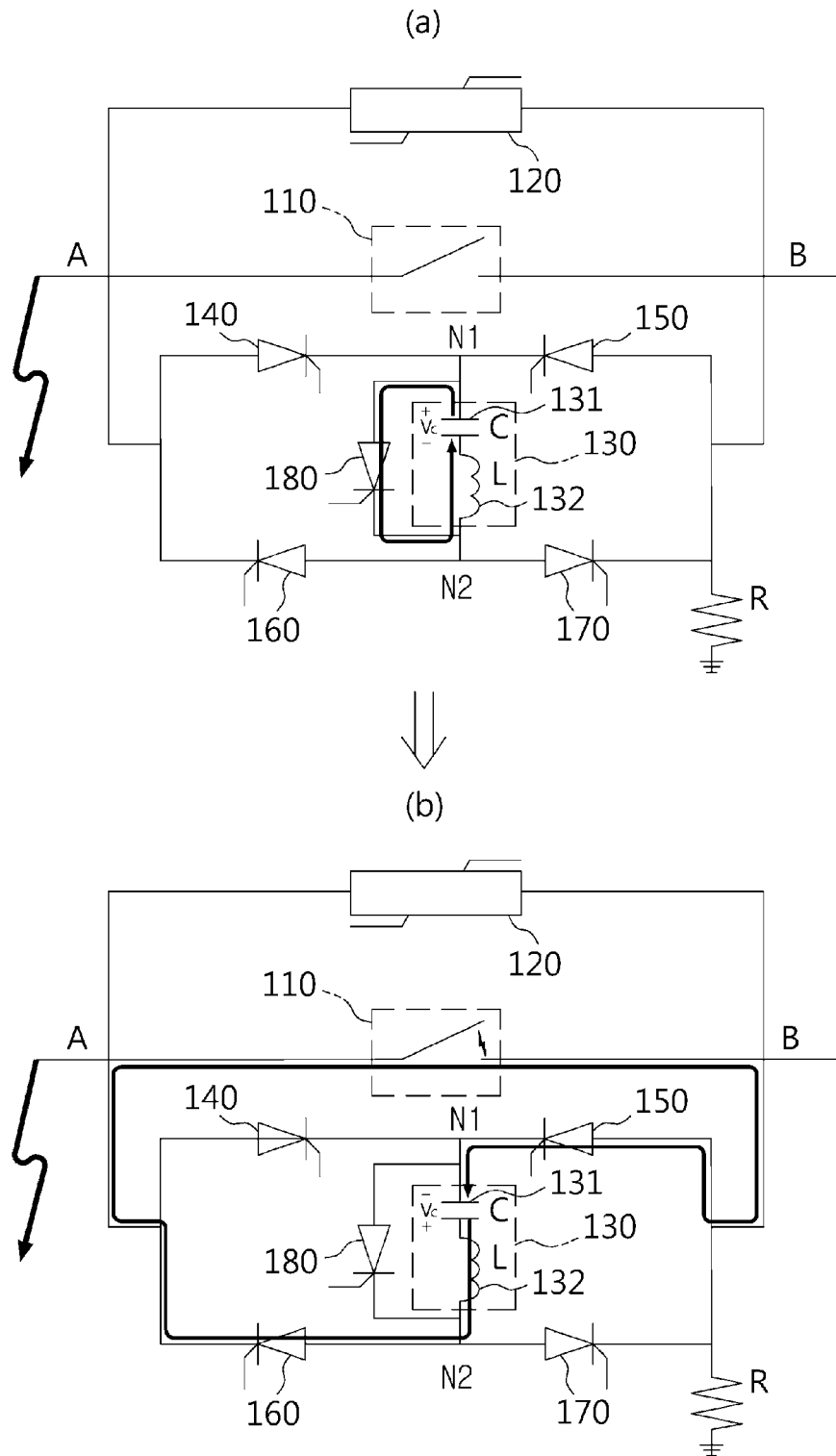
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/012856**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H02H 3/087(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)

H02H 3/087; H02H 3/20; H01H 33/59

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: DC circuit breaker, polarity reversal, LC resonance, arc, charging resistor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO. LTD. et al.) 11 October 2012 See paragraphs [0013]-[0018], [0030], figures 1, 3	1-11
A	KR 10-2000-0060552 A (POSCON CORPORATION) 16 October 2000 See claims 1-2, figures 1, 5	1-11
A	JP 2679997 B2 (HITACHI LTD.) 19 November 1997 See claim 1, figure 1	1-11
A	JP 06-028952A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 February 1994 See abstract, paragraphs [0019]-[0032], figures 1-2	1-11



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

04 FEBRUARY 2015 (04.02.2015)

Date of mailing of the international search report

01 APRIL 2015 (01.04.2015)

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/KR2014/012856

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2012-195121 A	11/10/2012	NONE	
KR 10-2000-0060552 A	16/10/2000	NONE	
JP 2679997 B2	19/11/1997	DE3734989 A1	28/04/1988
		DE3734989 C2	01/02/1990
		JP 63-225447A	20/09/1988
		US 04805062 A	14/02/1989
JP 06-028952A	04/02/1994	JP 2734886 B2	02/04/1998

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02H 3/087(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02H 3/087; H02H 3/20; H01H 33/59

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:DC차단기, 극성반전, LC공진, 아크, 충전저항

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2012-195121 A (FUJI ELECTRIC CO. LTD. 외 1명) 2012.10.11 단락번호 [0013]-[0018], [0030], 도1, 3 참조	1-11
A	KR 10-2000-0060552 A (주식회사 포스콘) 2000.10.16 청구항 1-2, 도1, 5 참조	1-11
A	JP 2679997 B2 (HITACHI LTD.) 1997.11.19 청구항 1, 도1 참조	1-11
A	JP 06-028952A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 1994.02.04 요약, 단락번호 [0019]-[0032], 도1-2 참조	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“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

“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.

“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.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 02월 04일 (04.02.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 04월 01일 (01.04.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 3473

심사관

최창락

전화번호 +82-42-481-5152



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2012-195121 A	2012/10/11	없음	
KR 10-2000-0060552 A	2000/10/16	없음	
JP 2679997 B2	1997/11/19	DE3734989 A1 DE3734989 C2 JP 63-225447A US 04805062 A	1988/04/28 1990/02/01 1988/09/20 1989/02/14
JP 06-028952A	1994/02/04	JP 2734886 B2	1998/04/02