

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2018년 4월 12일 (12.04.2018)



(10) 국제공개번호

WO 2018/066739 A1

(51) 국제특허분류:

H02J 3/18 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2016/011268

(22) 국제출원일:

2016년 10월 7일 (07.10.2016)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(71) 출원인: 한국전력공사 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) [KR/KR]; 58217 전라남도 나주시 전력로 55, Jeollanam-do (KR).

(72) 발명자: 한기선 (HAN, Ki-Seon); 34053 대전시 유성구 전민로 71, 삼성푸른아파트 110-802, Daejeon (KR). 구선근 (GOO, Sun-Geun); 35247 대전시 서구 둔산북로 160 한마루아파트 105-1504, Daejeon (KR). 광주식 (KWAK, Joo-Sik); 34078 대전시 유성구 노은동로 234번길 2, Daejeon (KR). 주형준 (JOO, Hyung-Jun); 34049 대전시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트 308-204, Daejeon (KR). 경문규 (JEONG, Moon-Gyu); 34053 대전시 유성구 전민로 71, 삼성푸른아파트 109-501, Daejeon (KR). 오승열 (OH, Seung-Ryle); 34053 대전시 유성구 전민로 71, 삼성푸른아파트 106-1002, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨엔에스 (C&S PATENT AND LAW

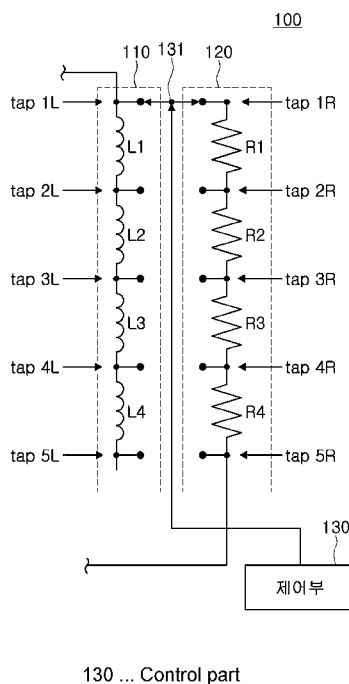
OFFICE); 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13, 대림아 크로텔 7층, Seoul (KR).

(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, DJ, 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, KR, KW, 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 국내 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).

(54) Title: SHUNT REACTOR, LINE SYSTEM COMPRISING SAME, AND SHUNT REACTOR CONTROL METHOD

(54) 발명의 명칭: 분로리액터, 그를 포함하는 선로 시스템 및 분로리액터 제어 방법



(57) Abstract: A shunt reactor according to one embodiment of the present invention comprises: a variable inductance part connected to a circuit breaker through a line and having variable inductance; a variable resistance part connected to the breaker through a line and having variable resistance; and a control part which receives a state change signal of the circuit breaker and controls, on the basis of the state change signal, the variable inductance part and the variable resistance part together so that one of the inductance of the variable inductance part and the resistance of the variable resistance part is increased and the other is decreased, whereby it is possible to prevent overvoltage while compensating the reactive power of the line.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터는, 선로를 통해 차단기에 접속되고 가변하는 인덕턴스를 가지는 가변 인덕턴스부; 선로를 통해 차단기에 접속되고 가변하는 레지스턴스를 가지는 가변 레지스턴스부; 및 차단기의 상태 변경 신호를 인가 받고, 상태 변경 신호에 기초하여 가변 인덕턴스부의 인덕턴스 및 가변 레지스턴스부의 레지스턴스 중 하나가 증가되고 다른 하나가 감소되도록 가변 인덕턴스부 및 가변 레지스턴스부를 함께 제어하는 제어부;를 포함함으로써, 선로의 무효전력을 보상하면서 과전압을 예방할 수 있다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 분로리액터, 그를 포함하는 선로 시스템 및 분로리액터 제어 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 분로리액터, 그를 포함하는 선로 시스템 및 분로리액터 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 분로리액터는 선로의 무효전력을 보상하는 장치이다. 예를 들어, 상기 분로리액터는 장거리 송전선로의 충전전류에 의한 무효전력을 보상하기 위해 구비될 수 있으며, 분로리액터 개폐를 위한 별도의 차단기를 수반할 수 있다.
- [3] 그러나, 상기 차단기는 역률이 지상 90도 정도에 이르는 분로리액터 부하의 특성상 개폐 동작시 계통에 유해한 과전압을 발생시킬 수 있다. 이로 인해 차단기 자체 고장은 물론 계통에 연결된 분로리액터를 포함한 전력기기의 절연손상과 함께 각종 계전기의 오동작이 유발될 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 과전압 발생을 줄이는 분로리액터, 그를 포함하는 선로 시스템 및 분로리액터 제어 방법을 제공한다.

과제 해결 수단

- [5] 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터는, 선로를 통해 차단기에 접속되고 가변하는 인덕턴스를 가지는 가변 인덕턴스부; 선로를 통해 차단기에 접속되고 가변하는 레지스턴스를 가지는 가변 레지스턴스부; 및 차단기의 상태 변경 신호를 인가 받고, 상태 변경 신호에 기초하여 가변 인덕턴스부의 인덕턴스 및 가변 레지스턴스부의 레지스턴스 중 하나가 증가되고 다른 하나가 감소되도록 가변 인덕턴스부 및 가변 레지스턴스부를 함께 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.
- [6] 예를 들어, 상기 가변 인덕턴스부는 서로 직렬로 연결된 복수의 인덕터를 포함하고, 상기 가변 레지스턴스부는 서로 직렬로 연결된 복수의 저항을 포함할 수 있다.
- [7] 예를 들어, 상기 가변 인덕턴스부의 최대 임피던스 크기와 상기 가변 레지스턴스부의 최대 임피던스 크기는 서로 동일하고, 상기 복수의 인덕터의 개수는 상기 복수의 저항의 개수와 동일할 수 있다.
- [8] 예를 들어, 상기 가변 인덕턴스부는 상기 복수의 인덕터의 각 노드에 구비되는 복수의 인덕터 탭을 더 포함하고, 상기 가변 레지스턴스부는 상기 복수의 저항의 각 노드에 구비되는 복수의 저항 탭을 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 복수의 인덕터 탭 중 하나와 상기 복수의 저항 탭 중 하나를 서로 연결시키는

연결라인을 포함할 수 있다.

- [9] 예를 들어, 상기 복수의 인덕터 탭에 대해 상기 차단기에 가까운 인덕터 탭부터 차례대로 순번이 설정되고 상기 복수의 저항 탭에 대해 상기 차단기에 가까운 저항 탭부터 차례대로 순번이 설정될 경우, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 동일할 수 있다.
- [10] 예를 들어, 상기 제어부는 상기 상태 변경 신호에 기초하여 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지거나 순차적으로 작아지도록 상기 연결라인의 연결을 제어할 수 있다.
- [11] 예를 들어, 상기 제어부는, 상기 상태 변경 신호를 인가 받을 경우, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지도록 제어한 후, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 작아지도록 제어할 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시 예에 따른 선로 시스템은, 선로에 구비되고 상태 변경 신호에 기초하여 투입 또는 차단되는 차단기; 상기 차단기에 접속되고, 상기 상태 변경 신호에 따라 레지스턴스와 리액턴스의 비율이 가변하면서 크기가 유지되는 임피던스를 가지는 임피던스부; 및 상기 상태 변경 신호를 생성하여 상기 차단기의 상태 및 상기 임피던스부의 임피던스를 변경시키는 제어부; 를 포함할 수 있다.
- [13] 예를 들어, 상기 임피던스부는 상기 제어부로부터 상태 변경 신호를 인가받을 경우 상기 차단기가 투입 또는 차단되기 전에 리액턴스가 커지고, 상기 차단기의 투입 또는 차단이 완료된 후에 리액턴스가 작아지는 임피던스를 가질 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터 제어 방법은, 선로에 구비된 차단기에 접속된 분로리액터의 리액턴스를 작게하고 상기 분로리액터의 레지스턴스를 크게하는 단계; 상기 차단기를 투입 또는 차단시키는 단계; 및 상기 차단기의 투입 또는 차단이 완료된 후에 상기 분로리액터의 리액턴스를 크게하고 상기 분로리액터의 레지스턴스를 작게하는 단계; 를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 발명에 따르면, 선로의 무효전력을 보상하면서 과전압의 발생을 예방하고 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제한현상 등의 발생을 예방할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터를 나타낸 도면이다.
- [17] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 선로 시스템을 나타낸 도면이다.
- [18] 도 3은 도 2의 선로 시스템에서 분로리액터의 구비 위치를 예시하는 도면이다.
- [19] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터의 정상차단시 전압을 나타낸 그래프이다.

[20] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터의 전류재단시 전압을 나타낸 그래프이다.

[21] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[22] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[23] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 실시 예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[24] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터를 나타낸 도면이다.

[25] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터(100)는, 가변 인덕턴스부(110), 가변 레지스턴스부(120) 및 제어부(130)를 포함할 수 있다.

[26] 가변 인덕턴스부(110)는, 선로를 통해 차단기에 접속되고, 가변하는 인덕턴스를 가질 수 있다. 인덕턴스가 가변됨에 따라 분로리액터(100)의 리액턴스는 가변할 수 있다.

[27] 예를 들어, 상기 가변 인덕턴스부(110)는 서로 직렬로 연결된 복수의 인덕터(L1, L2, L3, L4) 및 복수의 인덕터의 각 노드에 구비되는 복수의 인덕터 탭(tap 1L, tap 2L, tap 3L, tap 4L, tap 5L)을 포함할 수 있다. 상기 복수의 인덕터(L1, L2, L3, L4)의 일단은 선로에 접속될 수 있으며, 타단은 오픈 상태일 수 있다.

[28] 여기서, 상기 복수의 인덕터 탭(tap 1L, tap 2L, tap 3L, tap 4L, tap 5L) 중 하나를 통해 저항 등에 연결될 수 있다. 상기 복수의 인덕터(L1, L2, L3, L4)의 일단과 상기 복수의 인덕터 탭(tap 1L, tap 2L, tap 3L, tap 4L, tap 5L) 중 저항 등에 연결되는 인덕터 탭의 사이에 위치하는 인덕터의 총 인덕턴스는 분로리액터(100)의 인덕턴스이다.

[29] 한편, 복수의 인덕터 탭(tap 1L, tap 2L, tap 3L, tap 4L, tap 5L)의 개수는 설계, 제작, 운용의 용이성 등을 고려하여 결정될 수 있다.

- [30] 가변 레지스턴스부(120)는, 선로를 통해 차단기에 접속되고, 가변하는 레지스턴스를 가질 수 있다. 레지스턴스가 가변됨에 따라 분로리액터(100)의 레지스턴스는 가변할 수 있다.
- [31] 예를 들어, 상기 가변 레지스턴스부(120)는 서로 직렬로 연결된 복수의 저항(R_1, R_2, R_3, R_4) 및 복수의 저항의 각 노드에 구비되는 복수의 저항 탭(tap 1R, tap 2R, tap 3R, tap 4R, tap 5R)을 포함할 수 있다. 상기 복수의 저항(R_1, R_2, R_3, R_4)의 일단은 선로에 대해 AC적으로 접지인 제2 선로에 접속될 수 있으며, 타단은 오픈 상태일 수 있다.
- [32] 여기서, 상기 복수의 저항 탭(tap 1R, tap 2R, tap 3R, tap 4R, tap 5R) 중 하나를 통해 인덕터 탭에 연결될 수 있다. 상기 복수의 저항(R_1, R_2, R_3, R_4)의 일단과 상기 복수의 저항 탭(tap 1R, tap 2R, tap 3R, tap 4R, tap 5R) 중 인덕터 탭에 연결되는 저항 탭의 사이에 위치하는 저항의 총 레지스턴스는 분로리액터(100)의 레지스턴스이다.
- [33] 예를 들어, 복수의 저항(R_1, R_2, R_3, R_4)의 개수는 복수의 인덕터(L_1, L_2, L_3, L_4)의 개수와 동일할 수 있다. 이에 따라, 가변 레지스턴스부(120)의 일단에서 가변 인덕턴스부(110)의 일단까지 직렬로 연결되는 저항과 인덕터의 총 개수가 유지되면서 상기 저항과 상기 인덕터의 비율이 가변할 수 있다. 따라서, 분로리액터(100)의 임피던스 크기가 유지되면서 리액턴스와 레지스턴스의 비율은 용이하게 가변될 수 있다.
- [34] 분로리액터(100)의 임피던스의 제곱은 가변 레지스턴스부(120)의 레지스턴스의 제곱과 가변 인덕턴스부(110)의 리액턴스의 제곱의 합일 수 있다. 만약 가변 레지스턴스부(120)의 레지스턴스가 0에 가까울 경우, 분로리액터(100)의 임피던스는 가변 인덕턴스부(110)의 리액턴스에 가까울 수 있다. 만약 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스가 0에 가까울 경우, 분로리액터(100)의 임피던스는 가변 레지스턴스부(120)의 레지스턴스에 가까울 수 있다. 따라서, 상기 가변 레지스턴스부(120)의 최대 레지스턴스 크기와 가변 인덕턴스부(110)의 최대 리액턴스 크기는 서로 동일할 경우, 분로리액터(100)의 임피던스 크기가 유지되면서 리액턴스와 레지스턴스의 비율은 용이하게 가변될 수 있다.
- [35] 예를 들어, 복수의 인덕터(L_1, L_2, L_3, L_4) 중 적어도 하나의 인덕터는 하기의 수학식 1에 의한 인덕턴스를 가지고, 복수의 저항(R_1, R_2, R_3, R_4) 중 적어도 하나의 저 On Load Tap Changer 항은 하기의 수학식 2에 의한 레지스턴스를 가질 수 있다. 여기서, N_{tap} 은 복수의 인덕터의 개수, V_n 은 무효전력, S 는 피상전력을 나타낸다.

[36] [수식1]

$$L_{tap} = \frac{V_n^2}{S^2(2\pi f)(N_{tap} - 1)} [H]$$

[37] [수식2]

$$R_{tap} = 2\pi f L_{tap} [\Omega]$$

[38] 예를 들어 주파수가 60Hz이고 분로리액터(100)의 용량이 200MVar일 경우, 하나의 인덕턴스 값은 400mH, 하나의 레지스턴스 값은 150옴일 수 있다.

[39] 제어부(130)는, 차단기의 상태 변경 신호를 인가 받고, 상태 변경 신호에 기초하여 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스 및 가변 레지스턴스부(120)의 레지스턴스 중 하나가 증가되고 다른 하나가 감소되도록 가변 인덕턴스부(110) 및 가변 레지스턴스부(120)를 함께 제어할 수 있다. 이에 따라, 분로리액터(100)의 리액턴스와 레지스턴스의 비율은 변경될 수 있다.

[40] 예를 들어, 상기 제어부(130)는 탭 절환기(On Load Tap Changer, OLTC)를 통해 복수의 인덕터 탭 중 하나와 복수의 저항 탭 중 하나를 서로 연결시키는 연결라인(131)의 연결위치를 제어할 수 있다.

[41] 복수의 인덕터 탭에 대해 차단기에 가까운 인덕터 탭부터 차례대로 순번이 설정되고 복수의 저항 탭에 대해 차단기에 가까운 저항 탭부터 차례대로 순번이 설정될 경우, 상기 연결라인(131)에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인(131)에 연결된 저항 탭의 순번은 동일할 수 있다. 이에 따라, 분로리액터(100)의 임피던스 크기가 유지되면서 리액턴스와 레지스턴스의 비율은 용이하게 가변될 수 있다.

[42] 여기서, 상기 제어부(130)는 상태 변경 신호에 기초하여 연결라인(131)에 연결된 인덕터 탭의 순번과 연결라인(131)에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지거나 순차적으로 작아지도록 연결라인(131)의 연결을 제어할 수 있다.

[43] 이하 상기 제어부(130)의 제어 방법의 구체적 예를 설명한다.

[44] 상기 제어부(130)는 상태 변경 신호를 인가 받을 경우, 연결라인(131)에 연결된 인덕터 탭의 순번과 연결라인(131)에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지도록 제어한 후, 연결라인(131)에 연결된 인덕터 탭의 순번과 연결라인(131)에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 작아지도록 제어할 수 있다.

[45] 일반적으로 차단기의 차단 또는 투입 과정에서 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제한현상 등이 발생될 수 있다.

[46] 상기 돌입전류는 주로 무부하 상태의 변압기를 투입하거나 조상용 설비인

콘덴서부하를 투입할 때 주로 발생할 수 있다. 분로리액터에서도 역시 전류-자속 특성에 따라 상기 돌입전류가 발생할 수 있다. 잔류자속이 존재하는 상태에서 차단기의 투입이 이루어질 경우 전류-자속 특성곡선의 포화영역으로 자속이 오프셋될 경우 돌입전류가 발생할 수 있다. 상기 돌입전류는 인덕터 권선에 기계적인 손상을 야기함으로써 제품 수명을 단축시킬 수 있다. 또한, 정상적인 부하 전류의 수 십배에 이르는 돌입전류는 보호계전기 오동작 발생 요인이 될 수 있으며, 전력품질 저하의 원인이 될 수 있다.

[47] 상기 재발호 현상은 차단기가 고장전류보다 상대적으로 작은 소전류를 차단하는 과정에서 빈번하게 나타나는 현상으로, 짧은 아크시간으로 차단기 접점사이 절연내력이 충분하지 않은 상태에서 높은 과도회복전압(Transient Recovery Voltage)에 노출될 경우 전류가 재통전되는 것을 의미한다. 재발호 발생시 재통전되는 아크전류가 차단기 아크접점에서 발생하지 않고 전계가 집중된 노즐(Nozzle) 등의 다른 부위에서 발생할 경우, 상기 재발호 현상은 차단기 성능저하와 함께 심각한 고장요인으로 작용될 수 있다. 또한, 단일 재발호에 그치지 않고 다중 재발호로 이어진다면 계단식 전압 상승에 의해 차단기는 물론 계통에 심각한 전압 스트레스를 유발시켜 인덕터의 권선의 층간 절연파괴 등의 원인이 될 수 있다.

[48] 상기 전류제단현상은 수십kA의 고장전류 차단 성능을 가진 가스차단기가 소전류를 차단하는 과정에서 전원 주파수를 따르는 자연 영점 이전에 강제적으로 전류를 차단하게 되는 현상을 의미한다. 전류제단 발생시 급격한 전류변화로 인해 과전압이 발생할 수 있다. 이러한 과전압은 계통의 전압 스트레스를 가중시키기도 하지만 재발호로 이어질 경우 차단기는 물론 분로리액터에 스트레스를 가중시킬 수 있다.

[49] 상기 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제단현상은 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스 및 가변 레지스터스부(120)의 레지스터스의 변경에 의해 예방될 수 있다.

[50] 예를 들어 차단기가 차단 또는 투입될 때, 상기 제어부(130)는 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스를 작게 하고 가변 레지스터스부(120)의 레지스터스를 크게 함으로써 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제단현상의 발생을 예방할 수 있다. 예를 들어 차단기의 차단 또는 투입이 완료될 때, 상기 제어부(130)는 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스를 크게 하고 가변 레지스터스부(120)의 레지스터스를 작게 함으로써 선로의 무효전력을 보상할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터(100)는 선로의 무효전력을 보상하면서 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제단현상의 발생을 예방할 수 있다.

[51] 또한 이 과정에서, 상기 제어부(130)는 가변 인덕턴스부(110)와 가변 레지스터스부(120)의 전체 임피던스 크기를 유지함으로써, 선로의 전력품질을 향상시키고 제품 수명을 증대시키고 제품 유지보수 비용을 절감할 수 있다.

[52] 또한 이 과정에서, 상기 제어부(130)는 가변 인덕턴스부(110)의 인덕턴스와

가변 레지스턴스부(120)의 레지스턴스를 순차적으로 변경시킴으로써, 선로의 전력품질을 향상시키고 제품 수명을 증대시키고 제품 유지보수 비용을 절감할 수 있다.

- [53] 이하에서는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 선로 시스템을 설명한다. 상기 선로 시스템은 도 1을 참조하여 상술한 분로리액터에 의해 수행될 수 있으므로, 상술한 설명과 동일하거나 그에 상응하는 내용에 대해서는 중복적으로 설명하지 아니한다.
- [54] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 선로 시스템을 나타낸 도면이다.
- [55] 도2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 선로 시스템(200)은, 차단기(210), 임피던스부(220) 및 제어부(230)를 포함할 수 있다.
- [56] 차단기(210)는, 선로에 구비되고 상태 변경 신호에 기초하여 투입 또는 차단될 수 있다. 예를 들어, 상기 차단기(210)는 가스차단기(SF₆)일 수 있으며, 병렬로 연결된 캐패시터(Cp) 및 인덕터(Lp)를 더 포함할 수도 있다.
- [57] 예를 들어, 상기 차단기(210)는 계통운용 여건에 따라 다르지만 하루 1-2회 정도의 잦은 개폐가 수행될 수 있다. 상기 차단기(210)는 부하전류 300A 정도의 크기를 개폐할 수 있으나, 역률이 지상 90도 정도에 이르는 임피던스부(220)의 특성상 개폐 동작시 계통에 유해한 과전압을 발생시킬 수 있다.
- [58] 이로 인해 상기 차단기(210)의 고장 및 계통에 연결된 임피던스부(220)를 포함한 전력기기의 절연손상과 함께 각종 계전기의 오동작이 유발될 수 있다.
- [59] 임피던스부(220)는, 차단기(210)에 접속되고, 상태 변경 신호에 따라 레지스턴스와 리액턴스의 비율이 가변하면서 크기가 유지되는 임피던스를 가질 수 있다. 이에 따라, 임피던스부(220)에 흐르는 전류의 크기가 유지되면서 위상이 가변할 수 있다.
- [60] 예를 들어, 상기 임피던스부(220)는 저항, 인덕터 및 캐패시터(CL)을 포함할 수 있다. 즉, 상기 임피던스부(220)의 리액턴스는 캐패시터(CL)의 영향을 받을 수 있다.
- [61] 예를 들어, 상기 임피던스부(220)는 상태 변경 신호를 인가받을 경우 차단기(210)가 투입 또는 차단되기 전에 리액턴스가 커지고, 차단기(210)의 투입 또는 차단이 완료된 후에 리액턴스가 작아지는 임피던스를 가질 수 있다.
- [62] 이에 따라, 상기 임피던스부(220)는 선로의 무효전력을 보상하면서 돌입전류, 재발호 현상 및 전류제한현상 등의 발생을 예방할 수 있다.
- [63] 제어부(230)는, 상태 변경 신호를 생성하여 차단기(210)의 상태 및 임피던스부(220)의 임피던스를 변경시킬 수 있다.
- [64] 예를 들어, 상기 제어부(230)는 선로에 충전전류가 유입될 때 투입 신호를 차단기(210) 및 임피던스부(220)에 인가하고, 선로에 충전전류가 유입된 이후 기 설정된 시간이 지난 때 차단 신호를 차단기(210) 및 임피던스부(220)에 인가할 수 있다. 이에 따라, 임피던스부(220)는 선로의 무효전력의 증가를 흡수(상쇄)시켜 선로의 전압을 낮출 수 있다.

- [65] 한편, 차단기(210)는 전원(S)으로부터 전송되는 전력을 통과시킬 수 있다. 상기 전원(S)와 차단기(210)의 사이에는 캐패시터(Cs) 및 인덕터(Ls)가 연결될 수 있다. 또한, 상기 차단기(210)와 임피던스부(220)의 사이에는 인덕터(Lb)가 연결될 수 있다.
- [66] 도 3은 도 2의 선로 시스템에서 분로리액터의 구비 위치를 예시하는 도면이다.
- [67] 도 3을 참조하면, 분로리액터(Sh.R)는 345kV 변전소의 주모선(T/L), 인출모선(M/Tr)에 설치되거나 필요시에는 3차측(23kV)에도 설치될 수 있다. 또한, 분로리액터 개폐를 위해 별도의 차단기(Sec.CB)가 설치될 수 있다.
- [68] 경부하 시간대에는 부하 측의 유도성 리액턴스가 감소하나, 선로에선 용량성 리액턴스가 증가하여 계통전압이 상승할 수 있다. 이를 억제하기 위하여 장거리 초고압 송전선로(#1BUS)나 지중선로(#2BUS)가 집중되어 있는 지점에 분로리액터가 설치될 수 있다.
- [69] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터의 정상차단시 전압을 나타낸 그래프이다.
- [70] 도 4(a)는 임피던스가 가변하지 않는 분로리액터에서의 정상차단시 전압을 시간의 흐름에 따라 나타낸 그래프이고, 도 4(b)는 임피던스가 가변하는 분로리액터에서의 정상차단시 전압을 시간의 흐름에 따라 나타낸 그래프이다.
- [71] 도 4(a)에서는 전류-자속 특성곡선의 포화영역으로 자속이 오프셋되어 돌입전류가 발생될 수 있으나, 도 4(b)에서는 이러한 돌입전류가 발생되지 않음을 확인할 수 있다.
- [72] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터의 전류제한시 전압을 나타낸 그래프이다.
- [73] 도 5(a)는 임피던스가 가변하지 않는 분로리액터에서의 전류제한시 전압을 시간의 흐름에 따라 나타낸 그래프이고, 도 5(b)는 임피던스가 가변하는 분로리액터에서의 전류제한시 전압을 시간의 흐름에 따라 나타낸 그래프이다.
- [74] 도 5(a)에서는 전류제한 발생시 급격한 전류변화로 인해 과전압이 발생할 수 있으나, 도 5(b)에서는 이러한 과전압이 발생되지 않음을 확인할 수 있다.
- [75] 이하에서는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터의 제어 방법을 설명한다. 상기 분로리액터의 제어 방법은 도 1 내지 도 5를 참조하여 상술한 분로리액터 및/또는 선로 시스템에 의해 수행될 수 있으므로, 상술한 설명과 동일하거나 그에 상응하는 내용에 대해서는 중복적으로 설명하지 아니한다.
- [76] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 분로리액터 제어 방법을 나타낸 순서도이다.
- [77] 도 6을 참조하면, 제어부는 분로리액터(Sh.R)의 조작을 시작(S10)하고, 탭의 위치를 확인(S20)하고, 탭의 위치가 최하단이 아닐 경우 탭의 위치를 순차적으로 하강(S21)하고, 탭의 위치가 최하단일 경우 차단기에 개폐 신호를 인가(S22)하여 차단기를 투입할 수 있다. 여기서, 탭의 위치의 하강은 탭의 순번의 감소를 의미한다.

- [78] 차단기의 투입 또는 차단이 완료된 후, 제어부는 분로리액터(Sh.R)를 운전시키거나 정지(S30)시키고, 탭의 위치를 확인(S40)하고, 탭의 위치가 최상단이 아닐 경우 탭의 위치를 상승(S41)시키고, 탭의 위치가 최상단일 경우 분로리액터의 조작을 종료시킬 수 있다. 여기서, 탭의 위치의 상승은 탭의 순번의 증가를 의미한다.
- [79] 이에 따라, 분로리액터(Sh.R)는 선로의 무효전력을 보상하면서 돌입전류, 재발호 현상 및 전류재단현상 등의 발생을 예방할 수 있다.
- [80] 이상에서는 본 발명을 실시 예로써 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형이 가능할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 선로를 통해 차단기에 접속되고, 가변하는 인덕턴스를 가지는 가변 인덕턴스부;
 상기 선로를 통해 상기 차단기에 접속되고, 가변하는 레지스턴스를 가지는 가변 레지스턴스부; 및
 상기 차단기의 상태 변경 신호를 인가 받고, 상기 상태 변경 신호에 기초하여 상기 가변 인덕턴스부의 인덕턴스 및 상기 가변 레지스턴스부의 레지스턴스 중 하나가 증가되고 다른 하나가 감소되도록 상기 가변 인덕턴스부 및 상기 가변 레지스턴스부를 함께 제어하는 제어부; 를 포함하는 분로리액터.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 가변 인덕턴스부는 서로 직렬로 연결된 복수의 인덕터를 포함하고,
 상기 가변 레지스턴스부는 서로 직렬로 연결된 복수의 저항을 포함하는 분로리액터.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 가변 인덕턴스부의 최대 임피던스 크기와 상기 가변 레지스턴스부의 최대 임피던스 크기는 서로 동일하고,
 상기 복수의 인덕터의 개수는 상기 복수의 저항의 개수와 동일한 분로리액터.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
 상기 복수의 인덕터 중 적어도 하나의 인덕터는 하기의 수학적식:

$$L_{tap} = \frac{V_n^2}{S^2(2\pi f)(N_{tap} - 1)} [H]$$

에 의한 인덕턴스를 가지고,
 상기 복수의 저항 중 적어도 하나의 저항은 하기의 수학적식:

$$R_{tap} = 2\pi f L_{tap} [\Omega]$$

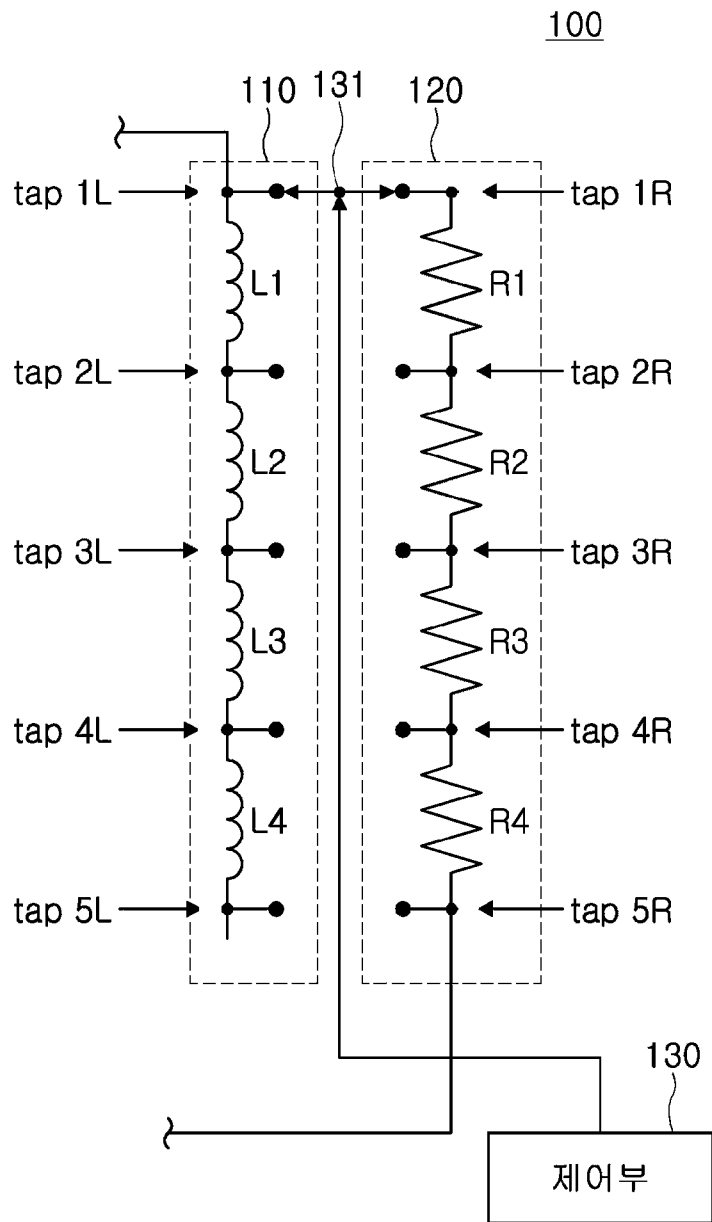
에 의한 레지스턴스를 가지고,
 여기서, N_{tap} 은 복수의 인덕터의 개수, V_n 은 무효전력, S 는 피상전력을 나타내는 분로리액터.

- [청구항 5] 제2항에 있어서,
 상기 가변 인덕턴스부는 상기 복수의 인덕터의 각 노드에 구비되는 복수의 인덕터 탭을 더 포함하고,
 상기 가변 레지스턴스부는 상기 복수의 저항의 각 노드에 구비되는

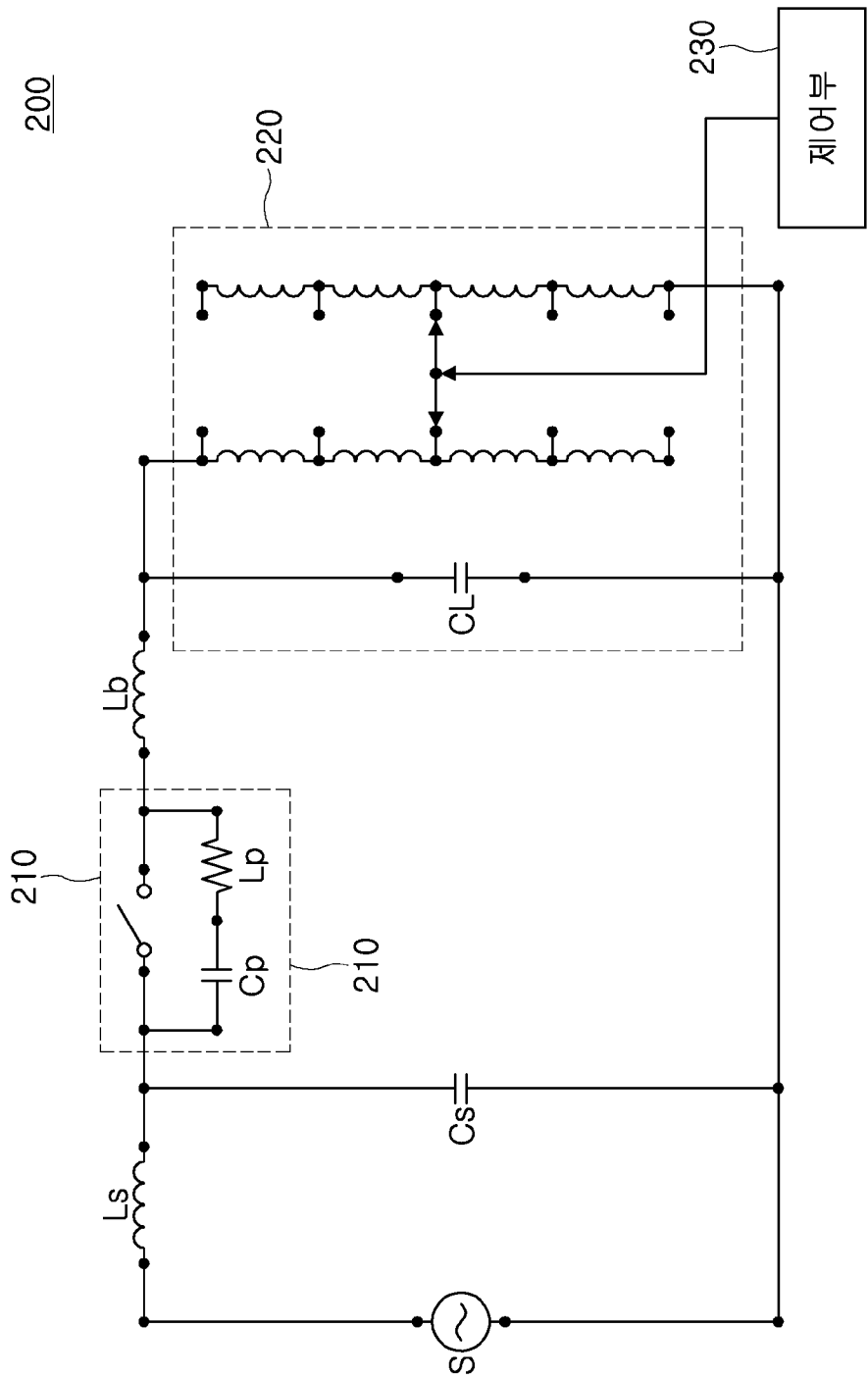
복수의 저항 탭을 더 포함하고,
 상기 제어부는 상기 복수의 인덕터 탭 중 하나와 상기 복수의 저항 탭 중 하나를 서로 연결시키는 연결라인을 포함하는 분로리액터.

- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 복수의 인덕터 탭에 대해 상기 차단기에 가까운 인덕터 탭부터 차례대로 순번이 설정되고 상기 복수의 저항 탭에 대해 상기 차단기에 가까운 저항 탭부터 차례대로 순번이 설정될 경우, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 동일한 분로리액터.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 제어부는 상기 상태 변경 신호에 기초하여 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지거나 순차적으로 작아지도록 상기 연결라인의 연결을 제어하는 분로리액터.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 상태 변경 신호를 인가 받을 경우, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 커지도록 제어한 후, 상기 연결라인에 연결된 인덕터 탭의 순번과 상기 연결라인에 연결된 저항 탭의 순번이 순차적으로 작아지도록 제어하는 분로리액터.
- [청구항 9] 선로에 구비되고 상태 변경 신호에 기초하여 투입 또는 차단되는 차단기; 상기 차단기에 접속되고, 상기 상태 변경 신호에 따라 레지스턴스와 리액턴스의 비율이 가변하면서 크기가 유지되는 임피던스를 가지는 임피던스부; 및
 상기 상태 변경 신호를 생성하여 상기 차단기의 상태 및 상기 임피던스부의 임피던스를 변경시키는 제어부; 를 포함하는 선로 시스템.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 임피던스부는 상기 제어부로부터 상태 변경 신호를 인가받을 경우 상기 차단기가 투입 또는 차단되기 전에 리액턴스가 커지고, 상기 차단기의 투입 또는 차단이 완료된 후에 리액턴스가 작아지는 임피던스를 가지는 선로 시스템.
- [청구항 11] 선로에 구비된 차단기에 접속된 분로리액터의 리액턴스를 작게하고 상기 분로리액터의 레지스턴스를 크게하는 단계;
 상기 차단기를 투입 또는 차단시키는 단계; 및
 상기 차단기의 투입 또는 차단이 완료된 후에 상기 분로리액터의 리액턴스를 크게하고 상기 분로리액터의 레지스턴스를 작게하는 단계;
 를 포함하는 분로리액터 제어 방법.

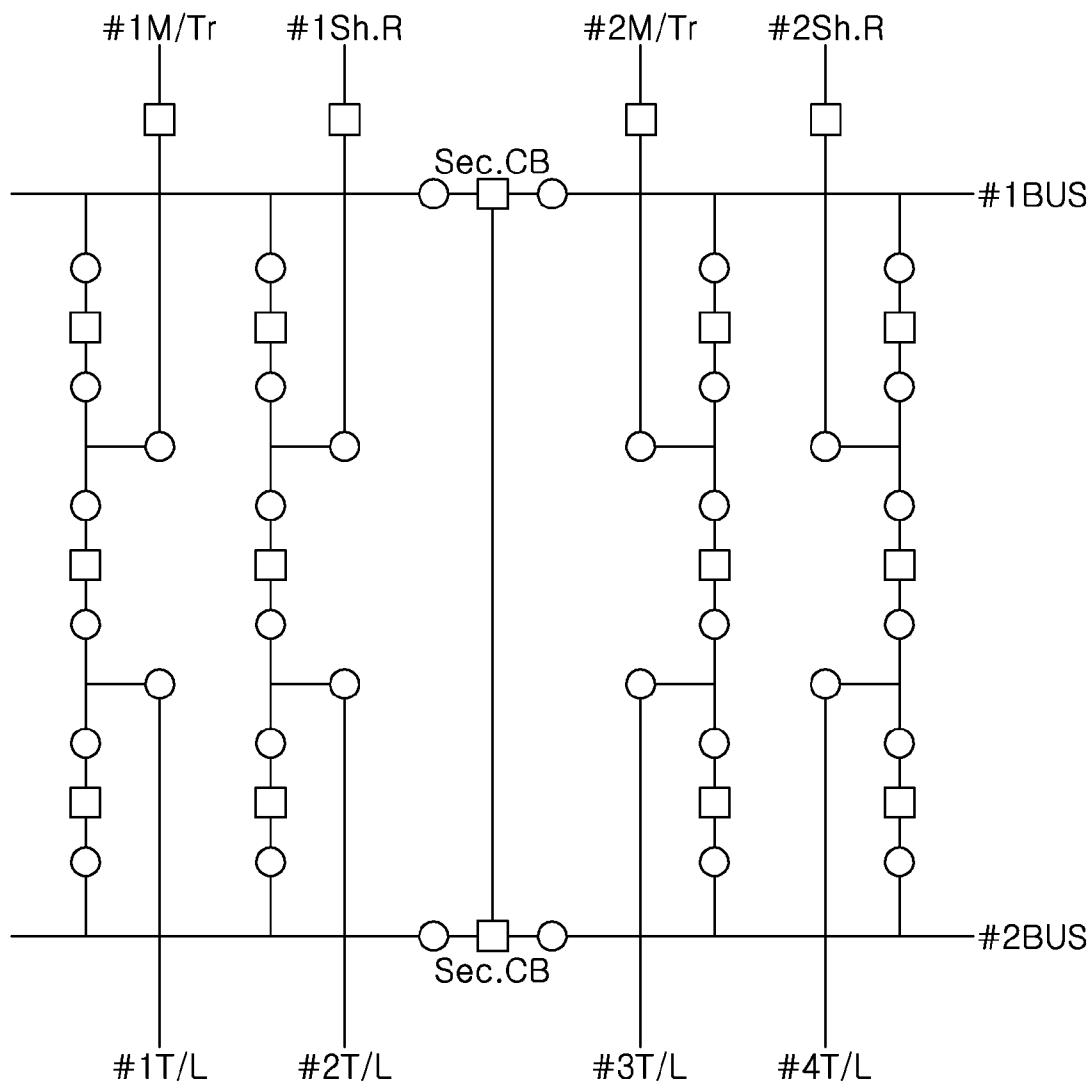
[도1]



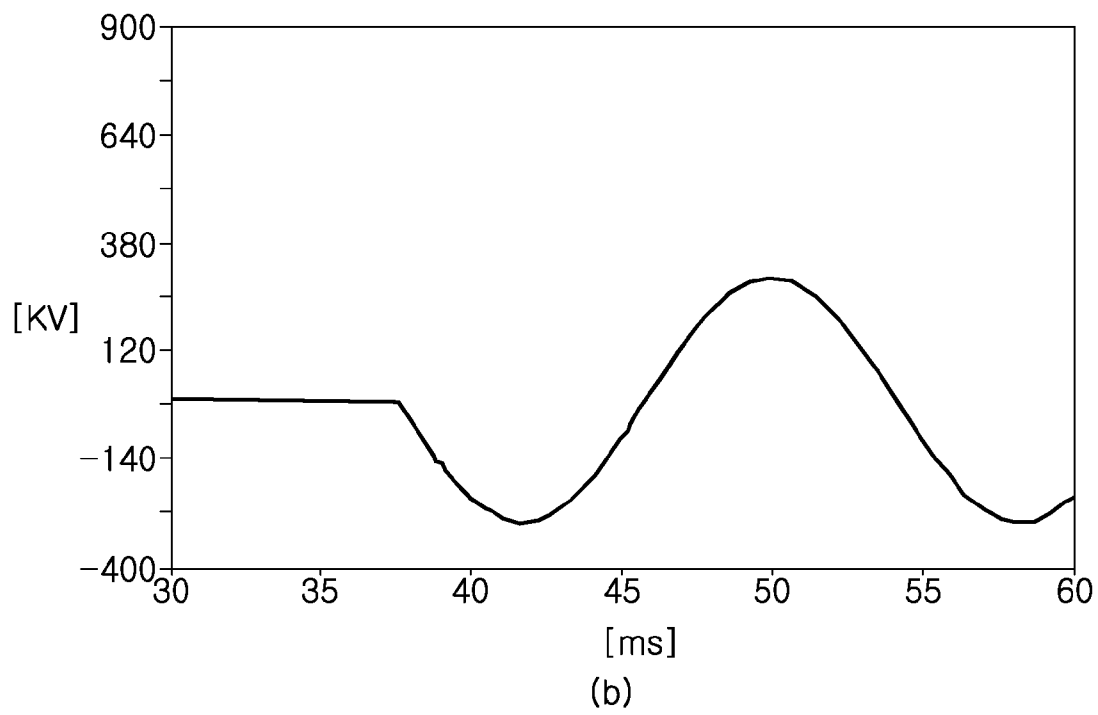
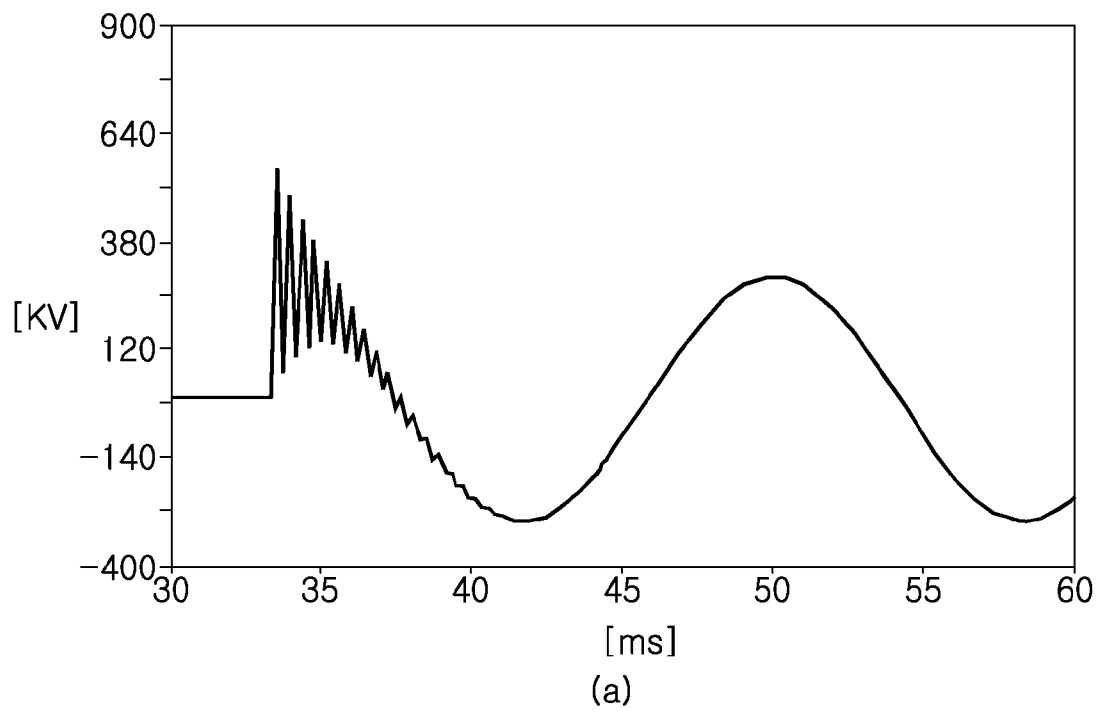
[도2]



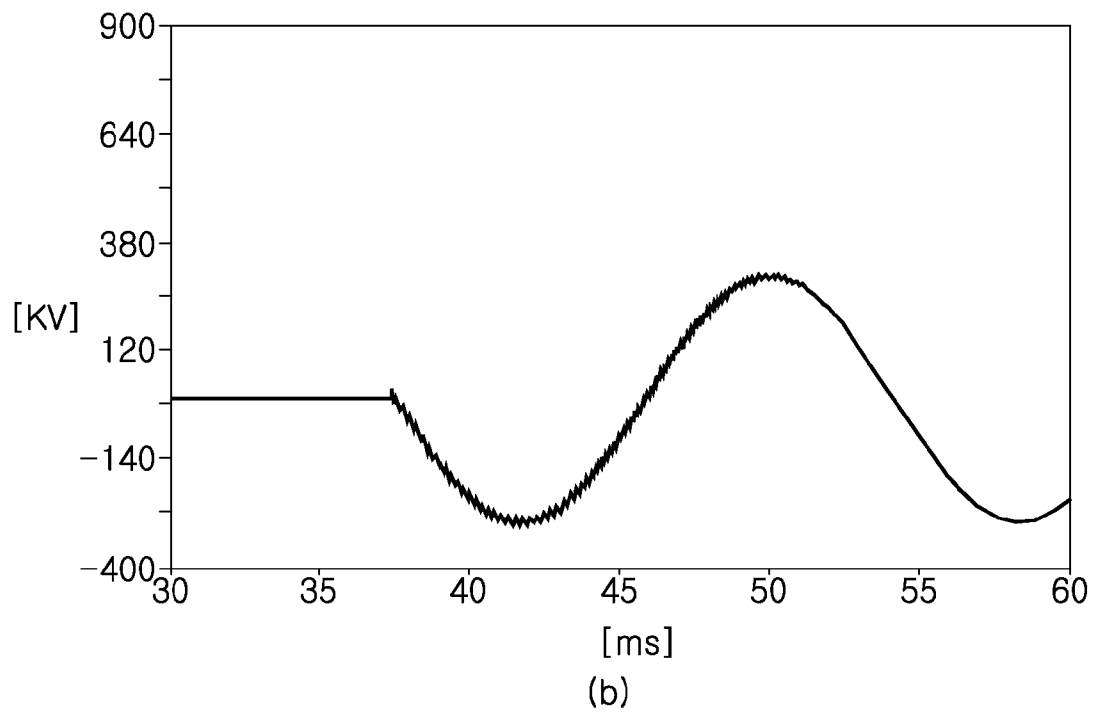
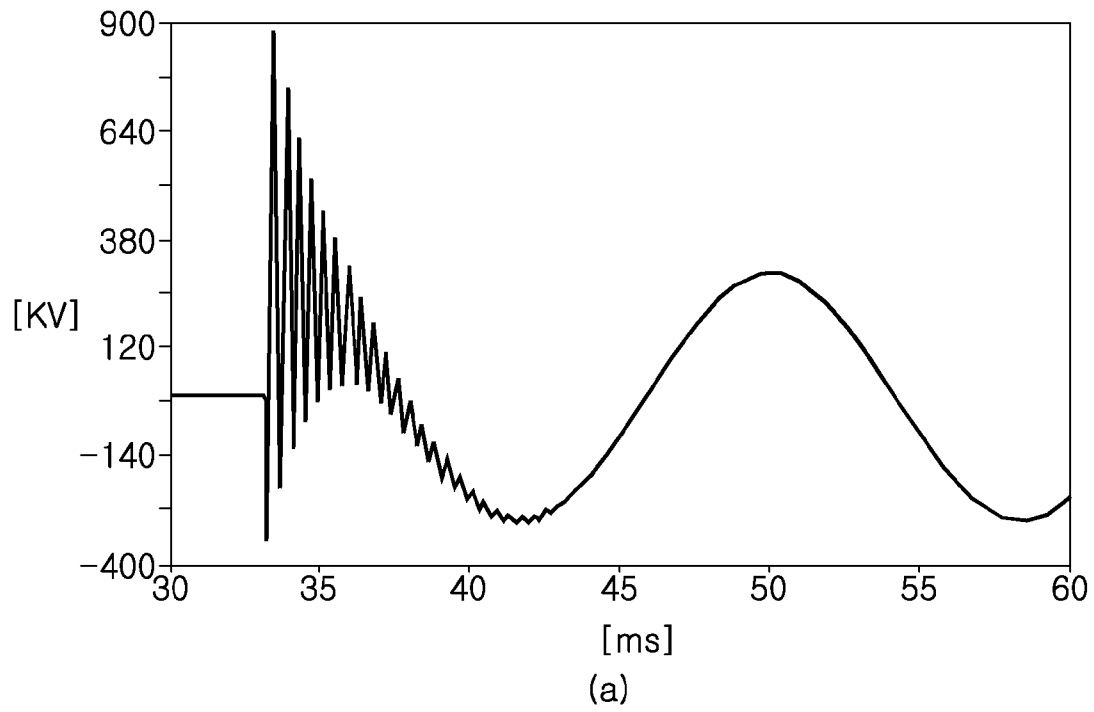
[도3]



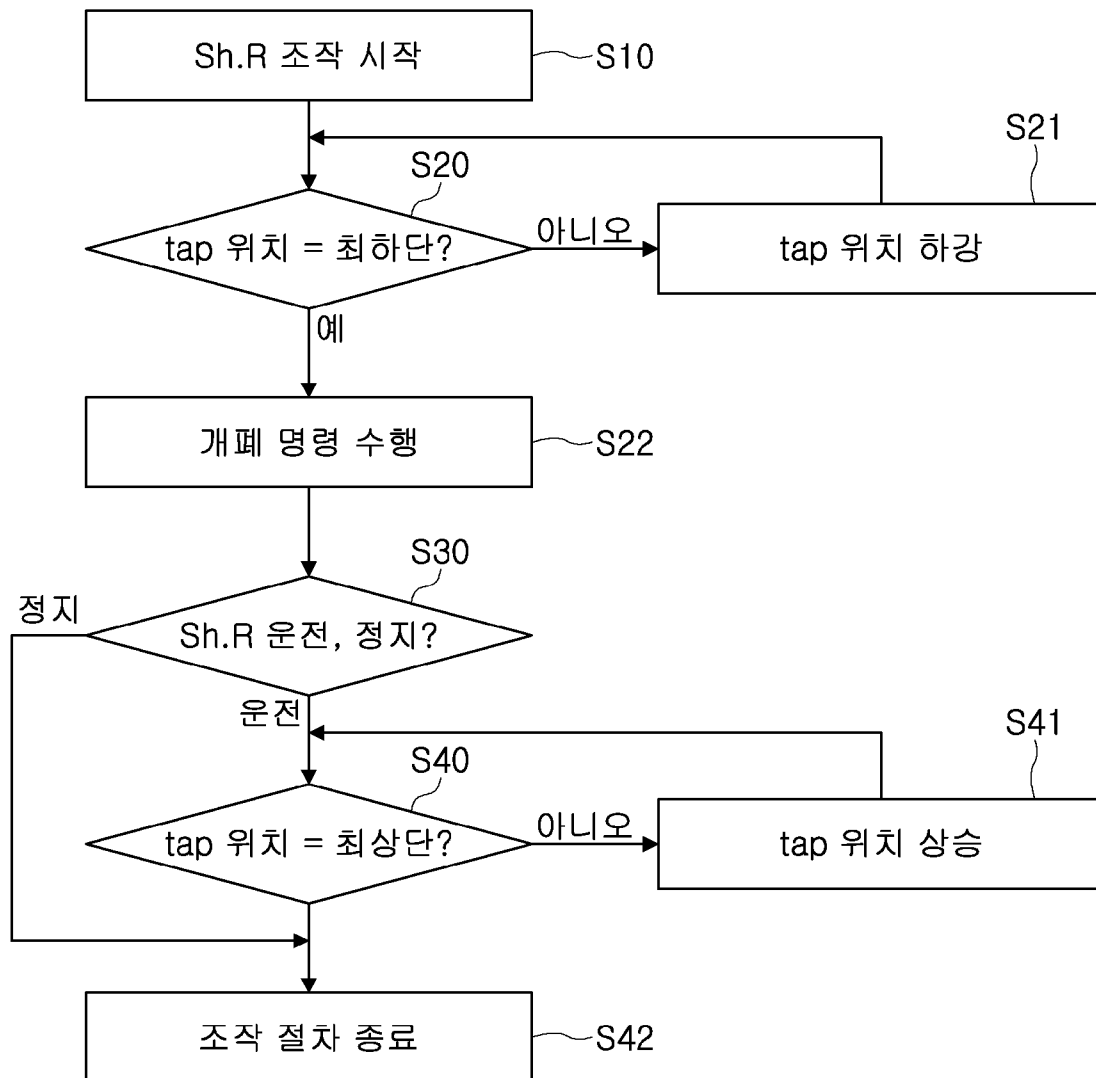
[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/011268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/18(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)

H02J 3/18; H02P 13/00; G05F 1/70; H02M 3/155; G05F 1/20; G01R 27/26; H02H 7/26; G05F 1/10; H02J 3/01; H01F 27/06

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: shunt reactor, resistance, inductance, variable, circuit breaker, impedance, track

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1076327 B1 (KIM, Yang Su) 26 October 2011 See paragraphs [39]-[43], and figure 3.	1-11
Y	KR 10-1036794 B1 (VISHAY-SILICONIX) 25 May 2011 See paragraphs [35]-[40], claim 1, and figure 4.	1-11
A	JP 2004-295420 A (NIPPON ECO SYSTEM K.K.) 21 October 2004 See paragraphs [28]-[40], and figure 1.	1-11
A	KR 10-1143020 B1 (KIM, Young Jin et al.) 09 May 2012 See paragraphs [30]-[40], claim 1, and figure 1.	1-11
A	KR 10-2010-0128066 A (YANG, Yung Chul) 07 December 2010 See paragraphs [65]-[71], claims 1-3, and figures 1-2.	1-11
E	KR 10-2017-0037791 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 05 April 2017 See claims 1-11.	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

30 JUNE 2017 (30.06.2017)

Date of mailing of the international search report

30 JUNE 2017 (30.06.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/011268

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1076327 B1	26/10/2011	KR 10-2010-0089520 A	12/08/2010
KR 10-1036794 B1	25/05/2011	CN 1943099 A	04/04/2007
		CN 1943099 B	16/01/2013
		JP 2008-527972 A	24/07/2008
		JP 2010-166817 A	29/07/2010
		JP 4589969 B2	01/12/2010
		JP 5425701 B2	26/02/2014
		KR 10-2008-0008202 A	23/01/2008
		TW 200635197 A	01/10/2006
		TW 1348262 B	01/09/2011
		US 2006-0176098 A1	10/08/2006
		US 2010-0019751 A1	28/01/2010
		US 7880446 B2	01/02/2011
		US 7960947 B2	14/06/2011
		WO 2006-086674 A2	17/08/2006
		WO 2006-086674 A3	05/10/2006
JP 2004-295420 A	21/10/2004	JP 4216627 B2	28/01/2009
KR 10-1143020 B1	09/05/2012	NONE	
KR 10-2010-0128066 A	07/12/2010	NONE	
KR 10-2017-0037791 A	05/04/2017	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02J 3/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02J 3/18; H02P 13/00; G05F 1/70; H02M 3/155; G05F 1/20; G01R 27/26; H02H 7/26; G05F 1/10; H02J 3/01; H01F 27/06

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: 분포리액터, 레지스터스, 인덕터스, 가변, 차단기, 임피던스, 선로

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1076327 B1 (김양수) 2011.10.26 단락 39-43, 및 도면 3 참조.	1-11
Y	KR 10-1036794 B1 (비쉐이-실리코닉스) 2011.05.25 단락 35-40, 청구항 1, 및 도면 4 참조.	1-11
A	JP 2004-295420 A (NIPPON ECO SYSTEM K.K.) 2004.10.21 단락 28-40, 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-1143020 B1 (김영진 등) 2012.05.09 단락 30-40, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-2010-0128066 A (양영철) 2010.12.07 단락 65-71, 청구항 1-3, 및 도면 1-2 참조.	1-11
E	KR 10-2017-0037791 A (한국전력공사) 2017.04.05 청구항 1-11 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

2017년 06월 30일 (30.06.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 06월 30일 (30.06.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



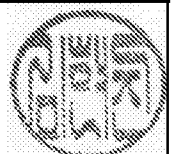
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김현진

전화번호 +010-4310-7635



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1076327 B1	2011/10/26	KR 10-2010-0089520 A	2010/08/12
KR 10-1036794 B1	2011/05/25	CN 1943099 A	2007/04/04
		CN 1943099 B	2013/01/16
		JP 2008-527972 A	2008/07/24
		JP 2010-166817 A	2010/07/29
		JP 4589969 B2	2010/12/01
		JP 5425701 B2	2014/02/26
		KR 10-2008-0008202 A	2008/01/23
		TW 200635197 A	2006/10/01
		TW I348262 B	2011/09/01
		US 2006-0176098 A1	2006/08/10
		US 2010-0019751 A1	2010/01/28
		US 7880446 B2	2011/02/01
		US 7960947 B2	2011/06/14
		WO 2006-086674 A2	2006/08/17
		WO 2006-086674 A3	2006/10/05
JP 2004-295420 A	2004/10/21	JP 4216627 B2	2009/01/28
KR 10-1143020 B1	2012/05/09	없음	
KR 10-2010-0128066 A	2010/12/07	없음	
KR 10-2017-0037791 A	2017/04/05	없음	