

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 9월 24일 (24.09.2020)



(10) 국제공개번호
WO 2020/189863 A1

(51) 국제특허분류:
H02J 3/18 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/010477

(22) 국제출원일: 2019년 8월 19일 (19.08.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2019-0031720 2019년 3월 20일 (20.03.2019) KR

(71) 출원인: 엘에스일렉트릭주(LS ELECTRIC CO., LTD.)
[KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127,
Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 손금태 (SON, Gumtae); 14119 경기도 안양시
동안구 엘에스로 127, Gyeonggi-do (KR).

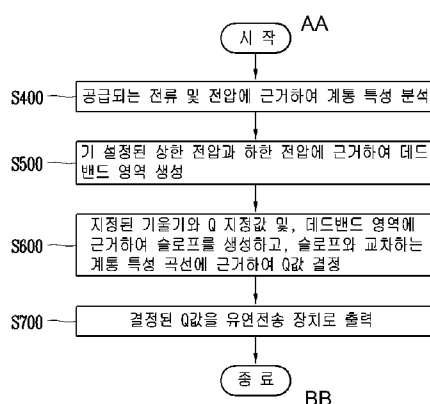
(74) 대리인: 박장원 (PARK, Jang-Won); 06044 서울시 강남
구 강남대로 566, 2층-3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국
내 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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, 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 역
내 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), 유

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING FLEXIBLE AC TRANSMISSION SYSTEM FOR SUPPLYING OR
ABSORBING REACTIVE POWER

(54) 발명의 명칭: 무효 전력을 공급 또는 흡수하는 유연전송 장치를 제어하기 위한 시스템 및 방법



S400 ... Analyze grid characteristics on basis of supplied current and voltage

S500 ... Generate dead band area on basis of preset upper limit voltage and preset lower limit voltage

S600 ... Generate slope on basis of specified inclination, specified Q value, and dead band area, and determine Q value on basis of grid characteristic curve intersecting slope

S700 ... Output determined Q value to flexible AC transmission system

AA ... Start

BB ... End

(57) Abstract: The present invention comprises: a dead band generator for generating a dead band area with respect to a grid voltage applied to a grid, on the basis of a preset upper limit voltage and a preset lower limit voltage, and a range of a Q value which can be provided by a flexible AC transmission system; a slope generator for generating a slope of a reference voltage curve to determine an output value Q of a reactive current corresponding to the grid voltage; and a control unit for generating at least one partial slope which allows a plurality of different output values Q in the dead band area to correspond to one of the upper limit voltage and the lower limit voltage of the dead band area, on the basis of a first slope having a preset inclination, the dead band area, and a preset Q reference value, and controlling the flexible AC transmission system to output a reactive current according to one of the first slope and the at least one

[다음 쪽 계속]

럼 (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 제21조(3))

partial slope, on the basis of whether or not the grid voltage is outside or inside the dead band area.

(57) 요약서: 본 발명은, 계통(grid)으로 인가되는 계통 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및, 유연전송 장치가 제공 가능한 Q 값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부와, 상기 계통 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q 를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부 및, 기 설정된 기울기를 가지는 제1 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내에서 복수의 서로 다른 출력값 Q 가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응되도록 하는 부분 슬로프를 적어도 하나 생성하고, 계통 전압이 상기 데드밴드 영역 외인지 내인지 여부에 근거하여 상기 제1 슬로프 또는 상기 적어도 하나의 부분 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효 전류가 출력되도록 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 무효 전력을 공급 또는 흡수하는 유연전송 장치를 제어하기 위한 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 계통에 무효 전력을 공급 또는 흡수하는 유연전송 장치에 대한 것으로, 상기 유연전송 장치에서 공급 또는 흡수되는 무효 전력의 크기를 제어하는 유연전송 장치의 제어 시스템 및 제어 방법에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 전원에서부터 계통에 공급되는 전력은, 유효 전력(P)과 무효 전력(Q)을 포함할 수 있다. 즉, 유효 전력(P)과 Q값에 따라 결정되는 무효 전력이 계통으로 공급될 수 있다. 여기서 무효 전력은, 전원에서 의도치 않게 계통으로 공급되는 전력으로, 상기 유효 전력으로 인해 부가적으로 더 공급되는 전력을 의미할 수 있다.
- [3] 한편 전원에서부터 계통(grid)으로 공급되는 전류는 일반적으로 일정한 수준의 전압을 유지한다. 그러나 전류 전달 경로 특성과 전력 발전시의 특이사항 등으로 인해 계통으로 공급되는 전력의 양이 변동될 수 있다. 즉 평균적으로는 계통으로부터 공급되는 전류가 일정한 수준의 전압을 유지하지만, 일정 수준의 전압보다 더 높은 전압의 전류가 공급되거나 또는 더 낮은 전압의 전류가 공급될 수 있다. 그리고 이러한 공급 전력의 변동은 계통과 연결된 하부 시스템, 즉 부하에 스트레스 이상 또는 고장을 유발할 우려가 있다.
- [4] 따라서 현재, 계통에 전력을 공급하는 전력 시스템은, 정적 Var 보상기 (Static Var Compensator, SVC) 또는 정적 동기식 보상기 (STATic synchronous COMPensator, STATCOM)와 같은 유연전송 장치(Flexible AC Transmission System, FACTS)를 통해, 계통으로 공급되는 전류에 무효 전류를 더 공급하거나, 계통으로부터 공급되는 전류로부터 무효 전류를 흡수함으로써 상기 계통에 공급되는 전류의 전압 변동을 보상할 수 있도록 한다.
- [5] 이러한 유연전송 장치는 기준으로 설정된 전압에 근거하여, 계통에 공급되는 전력 특성에 따라 특정 Q값을 결정할 수 있다. 이러한 유연전송 장치는, 계통에 공급되는 전력의 특성 곡선 중, 기준 전압에 대응하는 특정 값으로, Q값을 결정할 수 있다. 일 예로 유연전송 장치는 X축을 Q값으로, Y축을 계통 전력의 전압으로 설정한 그래프 상에서, 특정 전압에 대응하는 기준 전압 곡선과 계통에 공급되는 전력의 특성 곡선, 즉 계통특성 곡선에 근거하여 Q값을 결정할 수 있다. 실제로 계통특성 곡선은 상기 그래프 상에서 Q값에 대해 일정한 기울기를 가지는 직선의 형태로 형성될 수 있다. 이에 따라 유연전송 장치는 상기 계통특성 곡선과 기준 전압 곡선의 교차점에 대응하는 Q값에 따라 무효 전류를 공급하거나 흡수 및, 공급하거나 흡수할 무효 전류의 크기를 결정할 수 있다.

- [6] 한편 유연전송 장치는 제공 가능한 Q값의 최대값 및 최소값의 한계를 가진다. 그런데 특정 전압에 대응하는 기준 전압 곡선의 경우, 모든 Q값에 대해 특정 전압을 가지므로, X축에 평행하게 형성될 수 있다. 즉, Q값의 변동폭이 무척 크다는 문제가 있었으며, 이에 결정되는 Q값이 유연전송 장치에서 제공 가능한 Q값의 범위를 초과한다는 문제가 있었다.
- [7] 이러한 문제를 해결하기 위해 현재의 유연전송 장치는 계통특성 곡선에 근거하여 Q값을 결정하는 방식으로 현재 두루프(Droop) 제어 방식과 데드밴드(Deadband) 제어 방식의 2가지의 방식을 사용하고 있다.
- [8] 먼저 두루프 제어 방식은, 도 1a에서 보이고 있는 바와 같이 기준 전압 곡선(110)이 일정한 기울기를 가지는 슬로프를 형성하도록 하는 것이다. 도 1a에서 보이고 있는 바와 같이 기준 전압 곡선(110)이 계통특성 곡선(100)에 대해 더 큰 기울기를 가지도록 함으로써, 계통특성의 변동에 따른 Q값의 변동폭이 줄어들도록 한다. 이에 따라 계통특성의 변동에 따라 결정되는 Q값이, 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값의 범위 내에서 결정될 수 있다. 또한 상기 유연전송 장치가 제공할 수 있는 최대 Q값 및 최소 Q값의 범위 내에서 상기 유연전송 장치가 제어 가능한 Q값의 범위인 마진(margin)을 보다 크게 확보할 수 있다는 이점이 있다.
- [9] 반면 데드밴드 제어 방식은 기 설정된 상한 전압과 하한 전압, 및 최소 Q값과 최대 Q값으로 형성되는 일정 영역(데드밴드 영역, 150)을 형성하고, 상기 데드밴드 영역(150) 내에서는 특정한 Q값을 가지도록 하는 것이다. 따라서 데드밴드 영역(150) 안에서는 계통특성 곡선이 변동하더라도 특정 Q값에 대응하는 무효 전류가 흡수 또는 공급될 수 있다. 따라서 계통특성 곡선이 잦은 빈도로 변경하는 경우에도 일정한 Q값이 결정될 수 있다는 이점이 있다.
- [10] 그런데 상술한 드루프 제어 방식의 경우, 계통특성 곡선에 대해 선형 특성을 가지므로, 계통특성 곡선이 변경될 때마다 Q값이 달라진다는 문제가 있다. 즉, 계통에 공급되어도 문제가 없는 정도의 변동이라고 할지라도 드루프 제어 방식에서는 Q값이 변동되므로, 불필요하게 무효 전류가 계속 변경된다는 문제가 있다. 반면 데드밴드 제어 방식의 경우, 데드밴드 영역 내에서는 일정한 Q값이 결정될 수 있으나, 데드밴드 영역을 벗어나는 경우에는 Q값을 결정할 수 없다는 문제가 있다.
- [11] 이에 상기 드루프 제어 방식과 상기 데드밴드 제어 방식의 장점은 모두 가지면서도, 각 제어 방식의 단점들은 해결할 수 있는 유연전송 장치의 제어 방법이 활발하게 연구되고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 불필요하게 무효 전류가 빈번히 변경되지 않도록 하면서도, 계통특성의 변동에 대해 Q값의 변동폭을 줄여 Q값의 마진을 확보할 수 있도록

하는 유연전송 장치의 제어 시스템 및 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[13] 본 발명의 다른 목적은, 드루프 제어 방식에서 계통으로 공급되는 전력이 변경되는 경우에 공급 또는 흡수되는 무효 전류가 빈번하게 변경되는 문제점을 해결할 수 있는 유연전송 장치의 제어 시스템 및 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[14] 본 발명의 다른 목적은, 계통으로 공급되는 전력의 특성이 데드밴드 제어 방식에서 설정된 데드밴드 영역을 벗어나는 경우에도, 계통 특성의 변동을 보상하기 위해 무효 전력을 공급하거나 흡수할 수 있는 유연전송 장치의 제어 시스템 및 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결 수단

[15] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명의 실시 예에 따른 유연전송 장치 제어 시스템은, 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및, 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부와, 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부 및, 기 설정된 기울기를 가지는 제1 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내에서 복수의 서로 다른 출력값 Q가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응되도록 하는 부분 슬로프를 적어도 하나 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인지 내인지 여부에 근거하여 상기 제1 슬로프 또는 상기 적어도 하나의 부분 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효 전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[16] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 Q 기준값에 대응하는 상기 데드밴드 영역의 상한과 하한으로부터 각각 제1 지점 및 제2 지점을 검출하고, 상기 제1 슬로프와 상기 데드밴드 영역이 교차하는 상기 데드밴드 영역의 상한의 일 지점인 제1 교차점과 상기 데드밴드 영역의 하한의 일 지점인 제2 교차점을 검출하며, 상기 제1 교차점으로부터 상기 제1 지점까지 기울기가 0인 제1 부분 슬로프 및, 상기 제2 교차점으로부터 상기 제2 지점까지 기울기가 0인 제2 부분 슬로프 및, 상기 제1 교차점과 제2 교차점을 잇는 제3 부분 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 부분 슬로프 또는 제2 부분 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제1 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[17] 일 실시 예에 있어서, 상기 제3 슬로프는, 상기 제1교차점과 제2교차점 사이에서 상기 Q기준값에 대응하는 수직의 기울기를 가지는 슬로프임을 특징으로 한다.

- [18] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 결정된 무효전류의 출력값 Q 를 상기 유연전송장치에 출력하여, 상기 유연전송장치가 상기 출력값 Q 에 대응하는 무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송장치를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [19] 일 실시 예에 있어서, 상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은, 상기 제1 전압을 Y 축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공 가능한 Q 값들을 X 축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며, 상기 제1 부분 슬로프 또는 제2 부분 슬로프는, 기울기가 0인 슬로프임을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명의 실시 예에 따른 유연전송 장치 제어 시스템은, 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및, 유연전송 장치가 제공 가능한 Q 값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부와, 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q 를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부 및, 기 설정된 기울기를 가지는 복수의 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내의 상기 제1 전압이 상기 Q 기준값 하나에 대응하도록 하는 제1 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인지 내인지 여부에 근거하여 상기 제1 슬로프 또는 상기 복수의 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효 전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [21] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 Q 기준값에 대응하는 상기 데드밴드 영역의 상한과 하한으로부터 각각 제1 지점 및 제2 지점을 검출하고, 상기 제1 지점과 제2 지점을 잇는 상기 제1 슬로프를 생성하며, 상기 제1 지점 및 제2 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제2 슬로프 및 제3 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프에 따라 상기 출력값 Q 를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제2 슬로프 또는 제3 슬로프에 따라 상기 출력값 Q 를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [22] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제2 슬로프 및 제3 슬로프를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 결정된 무효전류의 출력값 Q 를 상기 유연전송장치에 출력하여, 상기 유연전송장치가 상기 출력값 Q 에 대응하는 무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송장치를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [24] 일 실시 예에 있어서, 상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은, 상기 제1 전압을 Y 축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공 가능한 Q 값들을 X 축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며, 상기 제1 슬로프는, 수직의 기울기를 가지는 슬로프임을 특징으로 한다.

- [25] 본 발명의 실시 예에 따른 유연전송 장치 제어 시스템은, 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및, 유연전송 장치가 제공할 수 있는 Q값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부와, 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부 및, 기 설정된 기울기를 가지는 복수의 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내의 상기 제1 전압이 상기 Q 기준값 하나에 대응하도록 하는 제1 슬로프 및, 상기 데드밴드 영역 내에서 복수의 서로 다른 출력값 Q가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응되도록 하는 제2 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효전류가 출력되도록 하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인 경우 상기 복수의 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [26] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 Q 기준값이 양의 값을 가지는 경우, 상기 Q 기준값에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 제1 지점을 검출 및 동일한 Q값을 가지는 데드밴드 하한선 상의 제2 지점을 검출하며, 상기 제1 지점과 제2 지점을 이어서 상기 제1 슬로프를 생성하고, Q값이 0인 데드밴드 하한선 상의 제3 지점을 검출 및 상기 제2 지점과 상기 제3 지점을 이어서 상기 제2 슬로프를 생성하며, 상기 제1 지점 및 제3 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제3 슬로프 또는 제4 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [27] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 Q 기준값이 음의 값을 가지는 경우, 상기 Q 기준값에 대응하는 데드밴드 하한선 상의 제1 지점을 검출 및 동일한 Q값을 가지는 데드밴드 상한선 상의 제2 지점을 검출하며, 상기 제1 지점과 제2 지점을 이어서 상기 제1 슬로프를 생성하고, Q값이 0인 데드밴드 상한선 상의 제3 지점을 검출 및 상기 제2 지점과 상기 제3 지점을 이어서 상기 제2 슬로프를 생성하며, 상기 제1 지점 및 제3 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하고, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제3 슬로프 또는 제4 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [28] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 결정된 무효전류의 출력값 Q를 상기 유연전송장치에 출력하여, 상기 유연전송장치가 상기 출력값 Q에 대응하는

무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송장치를 제어하는 것을 특징으로 한다.

- [29] 일 실시 예에 있어서, 상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은, 상기 제1 전압을 Y축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공할 수 있는 Q값들을 X축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며, 상기 제1 슬로프는, 수직의 기울기를 가지는 슬로프이며, 상기 제2 슬로프는, 기울기가 0인 슬로프임을 특징으로 한다.
- [30] 일 실시 예에 있어서, 상기 제어부는, 상기 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [31] 일 실시 예에 있어서, 상기 유연전송 장치는, 전원과 계통(grid) 사이에 위치하거나 또는 상기 계통과, 상기 계통에 연결된 부하 사이에 위치하며, 상기 제어부는, 상기 유연전송 장치가 상기 전원과 상기 계통 사이에 위치하는 경우 상기 전원과 상기 계통이 연결되는 지점으로부터 측정되는 전압을 상기 제1 전압으로 인가 받거나, 상기 유연전송 장치가 상기 계통과 상기 부하 사이에 위치하는 경우 상기 계통과 상기 부하가 연결되는 지점으로부터 측정되는 전압을 상기 제1 전압으로 인가 받는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [32] 본 발명에 따른 유연전송 장치의 제어 시스템 및 제어 방법의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [33] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 본 발명은 지정된 Q값과 기울기, 그리고 기 설정된 상한 전압과 하한 전압에 근거하여, 일정한 Q값의 범위 내에서는 특정 Q값을 가지거나 또는 특정 기준 전압을 가지도록 하고, 상기 일정한 Q값의 범위를 벗어나는 영역에 대해서는 기 설정된 기울기를 가지는 슬로프를 생성할 수 있도록 한다. 그리고 생성된 슬로프에 근거하여 유연전송 장치에서 무효 전력을 생성하기 위한 Q값을 결정하도록 한다.
- [34] 이에 따라 본 발명은 일정한 Q값의 범위 내에서는 계통 특성의 변동과 상관없이 특정한 Q값이 결정되도록 하고, 상기 Q값의 범위를 벗어나는 영역에 대해서는 기 설정된 기울기를 가지는 기준 전압 곡선에 따라 Q값이 결정되도록 함으로써, 불필요하게 무효 전력이 변경되지 않도록 하면서도, 계통특성의 변동에 대한 Q값의 마진을 확보할 수 있다는 장점이 있다.
- [35] 또한 본 발명은 일정한 Q값의 범위 내에서는 복수의 Q값이 특정 기준 전압에 대응하도록 함으로써 서로 다른 Q값으로도 유연전송 장치가 동일한 기준 전압에 따라 무효 전력을 생성하도록 할 수 있다. 이에 따라 유연전송 장치에 설정할 수 있는 Q값의 마진을 확보할 수 있다는 설계상의 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [36] 도 1a와 1b는 드루프 제어 방식 및 데드밴드 제어 방식을 설명하기 위한 개념도이다.
- [37] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템을 포함하는 계통 전력 공급

구조를 도시한 블록도이다.

[38] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 유연전송 장치를 제어하는 제어 시스템의 세부 구성을 도시한 블록도이다.

[39] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템에서, 계통에 공급되는 전력의 특성에 따라 Q값을 결정하여 유연전송 장치로 제공하는 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

[40] 도 5는, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 테드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

[41] 도 6은, 도 5의 과정에 따라 생성된 기준 전압 곡선의 슬로프를 도시한 예시도이다.

[42] 도 7은, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 테드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

[43] 도 8은, 도 7의 과정에 따라 생성된 기준 전압 곡선의 슬로프를 도시한 예시도이다.

[44] 도 9는, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 테드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다.

[45] 도 10은, 도 9의 과정에 따라 지정된 Q값이 양수인 경우와 음수인 경우에 각각 생성되는 기준 전압 곡선의 슬로프들을 도시한 예시도들이다.

[46] 도 11은 계통 전압이 상승하는 경우와 하강하는 경우에 본 발명의 제3 실시 예에 따라 형성된 기준 전압 곡선에 따라 유연전송 장치의 동작점이 형성되는 과정의 예를 도시한 예시도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[47] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [48] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템(230)을 포함하는 계통 전력 공급 구조를 도시한 블록도이다.
- [49] 도 2를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템을 포함하는 계통 전력 공급 구조는 전력을 공급하는 전원(200)과, 유연전송 장치(210), 유연전송 장치(210)로부터 전달된 전력을 연결된 다른 기기들에 공급하는 계통(grid)(220), 그리고 상기 유연전송 장치(210)를 제어하는 제어 시스템(230)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [50] 먼저 유연전송 장치(210)는 전원(200)으로부터 공급되는 전력을 계통(220)에 전달할 수 있다. 유연전송 장치(210)는 전력을 계통(220)에 전달하면서, 전원(200)으로부터 공급되는 전력의 변동에 따라 무효 전력을 더 공급하거나 또는 상기 전원(200)으로부터 공급되는 전력으로부터 무효 전력을 흡수할 수 있다.
- [51] 여기서 더 공급되거나 또는 흡수되는 무효 전력은 제어 시스템(230)으로부터 입력되는 Q값에 따라 결정될 수 있다. 일 예로 제어 시스템(230)으로부터 입력되는 Q값이 음수인 경우, 유연전송 장치(210)는 전원(200)으로부터 공급되는 전력에, Q값의 크기에 대응하는 무효 전력을 더 공급하여 계통(220)에 전달할 수 있다. 반대로 제어 시스템(230)으로부터 입력되는 Q값이 양수인 경우, 유연전송 장치(210)는 전원(200)으로부터 공급되는 전력으로부터 Q값의 크기에 대응하는 무효 전력을 흡수하여 계통(220)에 전달할 수 있다.
- [52] 이러한 유연전송 장치(210)는 정적 무효전력 보상기 (Static Var Compensator, SVC) 또는 정적 동기식 보상기 (STATic synchronous COMPensator, STATCOM)일 수 있다.
- [53] 또한 유연전송 장치(210)는 복수개 구비될 수 있으며, 이 경우 각각의 유연전송 장치를 통해 계통(220)으로 공급되는 전력은 서로 다를 수 있다. 즉 계통(220)에서 요구되는 전력이, 복수의 유연전송 장치를 통해 계통(220)으로 전달될 수 있으며, 이 경우 각 유연전송 장치가 부담하는 전력 부담비율에 따라 서로 다른 크기의 전력이 각 유연전송 장치를 통해 계통(220)으로 전달될 수 있다.
- [54] 한편 제어 시스템(230)은 전원(200)으로부터 입력되는 전력을 분석하고 분석한 결과에 따라 현재 계통에 입력되는 전원의 특성, 즉 계통특성에 따른 Q값을 결정할 수 있다. 이를 위해 제어 시스템(230)은 X축을 Q값으로, Y축을 계통 전력의 전압으로 하는 그래프를 생성할 수 있으며, 상기 계통특성에 대응하는 계통특성 그래프로부터 유연전송 장치(210)에 제공할 Q값을 결정하기 위한 기준 전압 곡선을 생성할 수 있다.
- [55] 한편 상기 기준 전압 곡선은, 미리 지정된 Q값(Q 지정값) 및 지정된 기울기, 그리고 기 설정된 상한 전압과 하한 전압에 근거하여 생성되는 슬로프를 따라 생성될 수 있다. 그리고 제어 시스템(230)은 슬로프에 따라 생성된 기준 전압 곡선과, 현재 계통에 입력되는 전원의 특성, 즉 계통특성 곡선에 근거하여

유연전송 장치(210)에 제공할 Q값을 결정할 수 있다.

- [56] 여기서 상기 기준 전압 곡선은 계통특성 곡선이 지향하여야 할 기준 전압들을 의미할 수 있다. 즉, 제어 시스템(230)은 기준 전압 곡선과 계통특성 곡선을 비교하여 계통(220)에 공급되는 전압과 기준 전압이 같아지도록 무효 전류의 양을 조절할 수 있다. 이를 위해 제어 시스템(230)은 기준 전압 곡선과 계통특성 곡선의 교차점에 근거하여 Q값을 결정하고 결정된 Q값을 유연전송 장치(210)에 제공할 수 있다. 그러면 유연전송 장치(210)는 상기 Q값에 대응하는 무효 전력을 흡수 또는 공급할 수 있다.
- [57] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 유연전송 장치(210)를 제어하는 제어 시스템(230)의 세부 구성을 도시한 블록도이다.
- [58] 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템(230)은, 제어부(300)와, 계통 특성 분석부(310), 슬로프 생성부(320), 데드밴드 생성부(330) 및, 제어부(300)를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고 출력부(350)와 메모리(340)를 더 포함할 수 있다.
- [59] 먼저 계통특성 분석부(310)는 계통(220)으로 입력되는 전력의 특성을 분석할 수 있다. 일 예로 계통 특성 분석부(310)는 전원과 계통(grid)가 연결된 지점의 전압을 측정하여 전원으로부터 입력되는 전력을 분석할 수 있다.
- [60] 한편 계통특성 분석부(310)의 분석 결과는 현재 전원(200)으로부터 계통(220)에 입력되는 전력의 특성, 즉 계통특성이 될 수 있다. 상기 계통특성은 전압과 Q값에 따른 2차원 그래프상에 생성되는 곡선(계통특성 곡선)으로 나타날 수 있다. 이 경우 바람직하게, 상기 그래프는 Y축을 전압으로, X축을 Q값으로 하고, Q값과 전압이 0인 지점을 원점으로 하는 그래프일 수 있다. 이 경우 상기 계통특성 곡선은 상기 그래프상에서 일정한 기울기를 가지는 직선의 형태로 나타날 수 있다.
- [61] 그리고 슬로프 생성부(320)는, 상기 그래프 상에, 기준 전압 곡선을 생성하기 위한 슬로프를 생성할 수 있다. 여기서 상기 슬로프는 두루프 제어 방식에 따라 유연전송 장치(210)를 제어하기 위한 슬로프일 수 있다. 슬로프 생성부(320)는 제어부(300)의 제어에 따라 결정되는 일 지점과 다른 지점 사이를 잇는 슬로프를 생성할 수 있으며, 기 설정된 기울기를 가지는 슬로프를 생성할 수 있다. 또한 슬로프 생성부(320)는 상기 기 설정된 기울기를 가지는 슬로프를 생성하는데 있어서, 상기 그래프 상에서 상기 제어부(300)에 의해 지정된 영역에 중첩되지 않도록 슬로프를 생성할 수 있다.
- [62] 한편 데드밴드 생성부(330)는 제어부(300)에 의해 지정되는 상한전압과 하한전압에 따른 데드밴드영역을 생성할 수 있다. 여기서 데드밴드영역은 최대 Q값과 최소 Q값의 제한 없이 상기 상한전압과 상기 하한전압만으로 형성되는 영역일 수 있다. 즉, 모든 Q값에 대응하는 상기 상한전압과 하한전압 사이의 영역이, 본 발명의 실시 예에 따른 데드밴드 생성부(330)에 의해 생성되는 데드밴드 일 수 있다.

- [63] 한편 제어부(300)는 연결된 각 구성요소를 제어할 수 있다. 먼저 계통특성 분석부(310)로부터 계통 특성이 분석되면, 데드밴드 생성부(330)를 제어하여 상기 데드밴드 영역을 생성할 수 있다. 그리고 상기 데드밴드 영역의 상한선 및 하한선으로부터 지정된 Q값에 대응하는 지점들을 각각 검출할 수 있다. 그리고 검출된 지점들에 근거하여 각 지점들을 잇는 슬로프를 생성하도록 슬로프 생성부(320)를 제어하거나, 또는 상기 각 지점들로부터 기 설정된 기울기를 가지는 슬로프를 생성하도록 슬로프 생성부(320)를 제어할 수 있다. 그리고 적어도 하나의 슬로프가 생성되면, 생성된 적어도 하나의 슬로프에 근거하여 기준 전압 곡선을 생성하고, 생성된 기준 전압 곡선과 계통특성 분석부(310)로부터 분석된 계통특성 곡선에 근거하여 Q값을 결정할 수 있다.
- [64] 메모리(340)는 상기 제어부(300)의 전반적인 동작과 관련된 정보들을 저장할 수 있다. 메모리(340)는 상기 데드밴드 영역을 생성하기 위한 전압 상한값과 전압 하한값에 대한 정보를 저장할 수 있다. 또한 슬로프를 생성하기 위한 적어도 하나의 기울기에 대한 정보를 저장할 수 있다. 또한 상기 지정된 Q값에 대한 정보를 저장할 수 있다.
- [65] 여기서 지정된 Q값, 즉 Q지정값은 사용자의 의해 미리 지정된 값일 수 있다. 일 예로 상기 Q지정값은 본 발명과 관련되어 복수회 수행된 최적화 시험의 결과에 따라 결정되는 특정 Q값일 수 있다. 또는 상기 Q지정값은 통상적인 데드밴드 제어 방식에서 결정될 수 있는 특정한 Q값과 같은 방식으로 결정되는 값일 수도 있다.
- [66] 또는 상기 Q 지정값은, 본 발명의 실시 예에 따른 유연전송 장치(210)가 복수인 경우 각 유연전송 장치가 부담하는 전력 부담비율에 따라 각 유연전송 장치 별로 서로 다르게 결정되는 값일 수 있다.
- [67] 한편 출력부(350)는 제어부(300)에 의해 Q값이 결정되면, 결정된 Q값을 유연전송 장치(210)에 입력할 수 있다. 이를 위해 출력부(350)는 상기 유연전송 장치(210)와 연결될 수 있는 인터페이스를 포함할 수 있으며, 상기 인터페이스를 통해 상기 Q값이 유연전송 장치(210)에 전달될 수 있다.
- [68] 한편 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템(230)에서, 계통(220)에 공급되는 전력 특성으로부터 본 발명의 실시 예에 따라 Q값을 결정하여 유연전송 장치(210)에 출력하는 동작 과정을 도시한 것이다.
- [69] 도 4를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시예에 따른 제어시스템(230)의 제어부(300)는 먼저 계통에 공급되는 전류 및 전압에 근거하여 계통특성을 분석할 수 있다(S400). 이 경우 제어부(300)는 전압과 Q값에 따른 2차원 그래프 상에 생성되는 곡선으로 상기 계통특성을 분석할 수 있다. 여기서 상기 그래프는 Y축을 전압으로, X축을 Q값으로 하고, Q값과 전압이 0인 지점을 원점으로 하는 그래프일 수 있다.
- [70] 그리고 제어부(300)는 메모리(340)에 저장된 상한 전압과 하한 전압에 근거하여 본 발명의 실시 예에 따른 데드밴드 영역을 생성할 수 있다(S500).

- [71] 한편 데드밴드 영역이 생성되면, 제어부(300)는 Q 지정값과 기 설정된 기울기, 그리고 상기 S500 단계에서 생성된 데드밴드 영역에 근거하여 슬로프를 생성할 수 있다. 여기서 생성되는 슬로프는, 적어도 하나의 슬로프가 서로 연결되어 생성되는 슬로프일 수 있다. 그리고 제어부(300)는 슬로프를 따라 기준 전압 곡선을 형성하고, 형성된 기준 전압 곡선과 상기 S400 단계에서 분석된 계통특성에 따른 계통특성 곡선이 교차점을 결정할 수 있다. 그리고 교차점에 근거하여 Q값을 결정할 수 있다(S600).
- [72] 그리고 제어부(300)는 상기 S600 단계에서 결정된 Q 값을 유연전송 장치(210)로 출력할 수 있다(S700). 그러면 유연전송 장치(210)는 제어부(300)로부터 입력된 Q값이 양수인지 음수인지 여부에 따라, 상기 Q값에 대응하는 무효 전력을 더 공급하여 계통(220)에 전력을 전달하거나 또는 계통(220)에 전달되는 전력으로부터 상기 Q값에 대응하는 무효 전력을 흡수할 수 있다. 즉, 제어부(300)는 결정된 Q 값에 따라 유연전송 장치(210)가 상기 Q값에 대응하는 무효 전력을 더 공급하도록 하거나 또는 흡수하도록 상기 유연전송 장치(210)를 제어할 수 있다.
- [73] 한편 상기 S600 단계에서 본 발명의 실시 예에 따른 제어부(300)는, 일정한 Q값의 범위 내에서는 복수의 Q값에 대응하는 기준 전압이 동일한 값을 가지는 영역을 포함하는 슬로프를 생성할 수 있다. 이는 Q값이 다르더라도 유연전송 장치(210)가 동일한 기준 전압에 따라 무효 전력을 생성하도록 함으로써, 유연전송 장치(210)에 지정할 수 있는 Q 값의 폭, 즉 마진을 확보할 수 있다는 설계상의 이점이 있기 때문이다.
- [74] 이처럼 일정한 Q값의 범위 내에서는 복수의 Q값에 대응하는 기준 전압이 동일한 값을 가지는 영역을 포함하는 슬로프를 생성하는 본 발명의 실시 예를, 이하에서는 본 발명의 제1 실시 예라고 하기로 한다. 그리고 하기 도 5 내지 도 6을 통해 설명하기로 한다.
- [75] 한편 상기 S600 단계에서 본 발명의 실시 예에 따른 제어부(300)는, 일정한 계통 전압의 범위 내에서는 계통 전압의 변동과 상관없이 특정한 Q값이 결정되도록 하는 영역을 포함하는 슬로프를 생성할 수 있다. 이는 계통특성이 변동하더라도 일정 범위 내에서 변동하는 경우에는 특정 Q값이 결정되도록 함으로써, 불필요하게 무효 전력이 빈번하게 변경되는 경우를 방지할 수 있다는 이점이 있기 때문이다.
- [76] 이처럼 일정한 범위 내에서는 계통 특성의 변동과 상관없이 특정한 Q값이 결정되도록 하는 영역을 포함하는 슬로프를 생성하는 본 발명의 실시 예를, 이하에서는 본 발명의 제2 실시 예라고 하기로 한다. 그리고 하기 도 7 내지 도 8을 통해 설명하기로 한다.
- [77] 이하에서는 이와 같이 구성된 제어 시스템(230)에서, Q 지정값과 기 설정된 기울기, 그리고 상한 전압과 하한 전압에 의해 결정되는 데드밴드 영역에 근거하여, 기준 전압 곡선을 형성하기 위한 슬로프를 생성하는 과정들을 첨부된

도면들을 참조하여 살펴보겠다. 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다.

- [78] 먼저 도 5는, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 데드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다. 그리고 도 6은, 도 5의 과정에 따라 생성된 기준 전압 곡선의 슬로프를 도시한 예시도이다.
- [79] 도 5에서 도시된 과정은, 제어부(300)가 상기 도 4의 S600 단계를 수행하는 경우를 보다 세부적으로 도시한 것일 수 있다. 따라서 상기 도 4의 S500 단계를 통해 데드밴드 영역이 생성된 상태에서 수행되는 과정일 수 있다.
- [80] 도 5를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 제어시스템(230)의 제어부(300)는 먼저 기 설정된 기울기를 가지는 제1슬로프(660)를 생성할 수 있다.
- [81] 그리고 제1 슬로프(660)가 생성되면, 제어부(300)는 제1 슬로프(660)와 현재 생성된 데드밴드 영역의 상한선과 하한선 각각의 교차점들(661, 662)을 검출할 수 있다(S604). 이 경우 상기 데드밴드 영역의 상한선에서 검출된 교차점은 제1 교차점(661), 상기 데드밴드 영역의 하한선에서 검출된 교차점은 제2 교차점(662)이 될 수 있다.
- [82] 그러면 제어부(300)는 제1 및 제2 교차점(661, 662) 각각으로부터 Q 지정값(650)에 대응하는 데드밴드 상한선과 하한선의 일 지점까지, 기울기가 0인 부분 슬로프들을 생성할 수 있다. 그리고 제1 및 제2 교차점(661, 662)을 잇는 부분 슬로프를 생성할 수 있다(S606).
- [83] 즉, 제어부(300)는 제1 교차점(661)으로부터, Q 지정값에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 제1 지점(671)까지 기울기가 0인 제1 부분 슬로프(681)를 생성할 수 있다. 따라서 상기 제1 부분 슬로프(681)에 따른 영역, 즉 제1 교차점(661)으로부터 제1 지점(671)에 대응하는 Q 값들에 대한 기준 전압이 데드밴드 상한 전압으로 설정될 수 있다.
- [84] 제2 교차점(662)으로부터, Q 지정값에 대응하는 데드밴드 하한선 상의 제2 지점(672)까지 기울기가 0인 제2 부분 슬로프(682)를 생성할 수 있다. 따라서 상기 제2 부분 슬로프(682)에 따른 영역, 즉 제2 교차점(662)으로부터 제2 지점(672)에 대응하는 Q 값들에 대한 기준 전압이 데드밴드 하한 전압으로 설정될 수 있다.
- [85] 그리고 제어부(300)는 상기 제1 지점(671)과 제2 지점(672)을 서로 잇는 제3 부분 슬로프(683)를 생성할 수 있다. 여기서 상기 제3 슬로프(683)는 상기 제1 교차점(671)과 제2 교차점(672) 사이에서 상기 Q 지정값(650)에 대응하는 기울기가 무한대인, 수직의 기울기를 가지는 슬로프일 수 있다. 이에 따라 계통 특성 곡선이 상기 제1 교차점(671)과 제2 교차점(672) 사이를 지나는 경우 상기 Q 지정값(650)이 Q값으로 출력될 수 있다.

- [86] 한편 제1 슬로프와 부분 슬로프들(681, 682, 683)이 생성되면, 제어부(300)는 상기 제1 슬로프(660)와 부분 슬로프들(681, 682, 683)을 따라 기준 전압 곡선을 형성할 수 있다. 따라서 본 발명의 제1 실시 예에 따라 슬로프가 생성되는 경우, 기준 전압 곡선은 Q 지정값(650)을 기준으로, 복수의 Q값에 대응하는 기준 전압이 동일한 값을 가지는 영역들(제1 및 제2 부분 슬로프(681, 682))을 포함할 수 있다. 즉, 상기 제1 및 제2 부분 슬로프(681, 682)들은 복수의 서로 다른 출력값 Q가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응하는 전압으로, 계통 전압이 유도되는 동작점을 형성하는 슬로프일 수 있다.
- [87] 그리고 제어부(300)는 상기 제1 슬로프(660)와 부분 슬로프들(681, 682, 683)을 따라 형성된 기준 전압 곡선과 상기 도 4의 S400 단계에서 분석된 계통특성 곡선의 교차점을 검출할 수 있다(S608). 그러면 검출된 교차점에 근거하여 결정되는 Q값이 도 4의 S600 단계에서 유연전송 장치(210)로 출력될 수 있다.
- [88] 한편 도 7은, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 데드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다. 도 8은, 도 7의 과정에 따라 생성된 기준 전압 곡선의 슬로프를 도시한 예시도이다.
- [89] 도 7에서 도시된 과정은, 제어부(300)가 상기 도 4의 S600 단계를 수행하는 경우를 보다 세부적으로 도시한 것일 수 있다. 따라서 상기 도 4의 S500 단계를 통해 데드밴드 영역이 생성된 상태에서 수행되는 과정일 수 있다.
- [90] 도 7을 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템(230)의 제어부(300)는 먼저 Q 지정값에 대응하는 데드밴드 상한선 및 하한선 상의 제1 지점(801) 및 제2 지점(802)을 검출할 수 있다(S702). 그리고 제어부(300)는 검출된 제1 지점(801)과 제2 지점(802)을 서로 잇는 제1 슬로프(810)를 생성할 수 있다(S704).
- [91] 제1 슬로프(810)가 생성되면, 제어부(300)는 상기 제1 지점(801)과 제2 지점(802) 각각으로부터 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제2 슬로프(820) 및 제3 슬로프(830)를 생성할 수 있다(S706). 이 경우 제어부(300)는 상기 제1 지점(801)과 제2 지점(802) 각각으로부터 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제2 슬로프(820)와 제3 슬로프(830)를 생성할 수 있다. 이에 따라 상기 제2 슬로프(820)와 제3 슬로프(830)는, 도 8에서 보이고 있는 바와 같이 각각 제1 지점(801)과 제2 지점(802)을 기준으로 데드밴드 영역 외부에 대해 형성될 수 있다.
- [92] 한편 슬로프들(810, 820, 830)이 생성되면, 제어부(300)는 상기 제1 슬로프(810)와 제2 및 제3 슬로프(820, 830)를 따라 기준 전압 곡선을 형성할 수 있다. 따라서 본 발명의 제2 실시 예에 따라 슬로프가 생성되는 경우, 기준 전압 곡선은 일정한 범위 내에서는 계통 특성의 변동과 상관없이 특정한 Q값이 결정되도록 하는 영역(제1 슬로프(810))을 포함할 수 있다. 이 경우 상기 제1 슬로프(810)는 무한대의 기울기, 즉 수직의 기울기를 가지는 슬로프일 수 있다.

- [93] 그리고 제어부(300)는 상기 제1 슬로프(810)와 제2 내지 제3 슬로프(820, 830)를 따라 형성된 기준 전압 곡선과 상기 도 4의 S400 단계에서 분석된 계통특성 곡선의 교차점을 검출할 수 있다(S708). 그러면 검출된 교차점에 따라 결정되는 Q값이 도 4의 S600 단계에서 유연전송 장치(210)로 출력될 수 있다.
- [94] 한편 본 발명이 제1 실시 예의 경우, 일부에 불과하나 기준 전압 곡선이 X축과 평행한 제1 부분 슬로프(681) 및 제2 부분 슬로프(682)를 포함한다. 따라서 계통특성 곡선이 상기 제1 부분 슬로프(681) 또는 제2 부분 슬로프(682) 상에 일치점과 교차하는 상태에서 계통특성이 변경되는 경우, 계통특성의 변경에 따라 Q값의 크기가 크게 변동된다는 문제가 발생할 수 있다. 그리고 이러한 Q값의 큰 변동은, 유연전송 장치(210)에 설정할 수 있는 Q 값의 범위, 즉 마진을 감소시킬 수 있다.
- [95] 한편 상술한 바와 같이 Q값이 0보다 큰 경우(Inductive 영역의 경우) 무효 전력을 흡수하고, Q값이 0보다 작은 경우(Capacitive 영역의 경우) 무효 전력을 공급한다. 따라서 도 8에서 보이고 있는 바와 같이 Q 지정값(650)이 양수일 때에는, 테드밴드 하한선과 지정된 Q값의 교차점(제2 지점, 802)으로부터 Q값이 0인 지점 사이의 Q값이 결정되면, 결정된 Q값은 양수로서 유연전송 장치(210)에 출력되는 경우 무효 전력을 흡수하게 된다.
- [96] 그러나 제2 지점(802)으로부터 Q값이 0인 지점까지는 제3 슬로프(830)에 의해 Q값이 결정되는 영역으로서, 해당 영역과 계통특성 곡선이 교차하는 경우 계통 전압이 테드밴드 하한에 대응하는 전압 보다 낮은 전압일 수 있다.
- [97] 이러한 경우 무효 전류를 더 공급함으로써 계통 전압을 상승시켜야 하나, 도 8에서 보이고 있는 바와 같이 무효 전력을 흡수하는 Q값(양의 값을 가지는 Q값)이 유연전송 장치(210)로 출력될 수 있다는 문제가 있다.
- [98] 반대로 만약 지정된 Q값이 음수인 경우라면, 테드밴드 상한선과 지정된 Q값의 교차점(제1 지점, 801)으로부터 Q값이 0인 지점 사이의 Q값이 검출되면, 결정된 Q값은 음수로서 유연전송 장치(210)에 출력되는 경우 무효 전력을 공급하게 된다.
- [99] 그러나 제1 지점(801)으로부터 Q값이 0인 지점까지는 제2 슬로프(820)에 의해 Q값이 결정되는 영역으로서, 해당 영역과 계통특성 곡선이 교차하는 경우 계통 전압이 테드밴드 상한에 대응하는 전압 보다 높은 전압일 수 있다. 이러한 경우 무효 전류를 흡수함으로써 계통 전압을 감소시켜야 하나, 무효 전력을 공급하는 Q값(음의 값을 가지는 Q값)이 유연전송 장치(210)로 출력될 수 있다는 문제가 있다.
- [100] 이러한 상기 제1 실시 예 및 제2 실시 예에서 살펴본 문제점들을 해소하기 위해, 제어부(300)는 상기 본 발명의 제1 및 제2 실시 예에서 도시된 특징들을 모두 가지고 있는 슬로프를 생성할 수 있다. 이하 본 발명의 제1 및 제2 실시 예에 따른 특징들을 모두 가지고 있는 슬로프를 생성하는 본 발명의 실시 예를 본 발명의 제3 실시 예라고 하기로 한다. 그리고 본 발명의 제3 실시 예를 하기 도 9 내지 도

10을 통해 설명하기로 한다.

- [101] 일 예로 본 발명의 제3 실시 예에 따른 슬로프는, 지정된 Q값(650)이 양수인 경우에는, Q 지정값(650)에 대응하는 데드밴드 하한선 상의 일 지점으로부터 Q값이 0인 지점을 잇는 기울기 0인 영역을 포함함으로써 Q값이 0보다 큰 경우에는 기준 전압의 최소값이 데드밴드 하한 전압이 될 수 있도록 한다. 반면 지정된 Q값(650)이 음수인 경우에는 Q 지정값(650)에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 일 지점으로부터 Q값이 0인 지점을 잇는 기울기 0인 영역을 포함함으로써, Q값이 0보다 작은 경우에는 기준 전압의 최대값이 데드밴드 상한 전압이 될 수 있도록 한다.
- [102] 먼저 도 9는, 도 4의 과정에서 지정된 Q값과 기울기 및, 데드밴드 영역에 근거하여 기준 전압 곡선의 슬로프를 생성하는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 동작 과정을 도시한 흐름도이다. 도 10은, 도 9의 과정에 따라 지정된 Q값이 양수인 경우(도 10의 (a))와 음수인 경우(도 10의 (b))에 각각 생성되는 기준 전압 곡선의 슬로프들을 도시한 예시도들이다.
- [103] 도 9에서 도시된 과정은, 제어부(300)가 상기 도 4의 S600 단계를 수행하는 경우를 보다 세부적으로 도시한 것일 수 있다. 따라서 상기 도 4의 S500 단계를 통해 데드밴드 영역이 생성된 상태에서 수행되는 과정일 수 있다.
- [104] 도 9를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 제어 시스템(230)의 제어부(300)는 먼저 Q 지정값(650)이 양수인지 음수인지 여부를 판단할 수 있다(S900).
- [105] S900 단계의 판단 결과 Q 지정값(650)이 양수인 경우, Q 지정값(650)에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 제1 지점(1000)을 검출할 수 있다(S910). 그리고 제어부(300)는 상기 제1 지점(1000)과 동일한 Q값을 가지는 데드밴드 하한선 상의 제2 지점(1002)을 검출할 수 있다(S912).
- [106] 한편 제1 지점(1000)과 제2 지점(1002)이 검출되면, 제어부(300)는 검출된 제1 지점(1000)과 제2 지점(1002)을 잇는 제1 슬로프(1004)를 생성할 수 있다(S914). 이 경우 제1 지점(1000)과 제2 지점(1002)은 동일한 Q 값을 가지므로, 상기 제1 슬로프(1004)는 X축에 대해 수직으로 형성될 수 있다. 즉 계통특성이 변동되는 경우라도 상기 제1 슬로프(1004)에 교차하는 경우, 특정 Q 값, 즉 Q 지정값(650)이 유연전송 장치(210)로 출력될 수 있다. 그리고 제어부(300)는 Q값이 0인 데드밴드 하한선 상의 제3 지점(1006)을 검출할 수 있다(S916).
- [107] 제3 지점(1006)이 검출되면, 제어부(300)는 상기 제2 지점(1002)과 제3 지점(1006)을 잇는 제2 슬로프(1008)를 생성할 수 있다(S930). 여기서 상기 제2 슬로프(1008)는 0의 기울기를 가지는 슬로프일 수 있다. 즉 제2 슬로프(1008)는 X축에 대해 평행하게 형성될 수 있으며, 이에 따라 상기 제2 지점(1002)과 제3 지점(1006) 사이에서는 데드밴드 하한 전압에 대응하는 전압이 기준 전압으로 설정될 수 있다.
- [108] 한편 제3 지점(1006)이 검출되면, 제어부(300)는 제1 지점(1000)과 제(1006)

지점 각각으로부터 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프(1010) 및 제4 슬로프(1012)를 서로 반대 방향으로 생성할 수 있다(S932). 이 경우 제어부(300)는 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제3 슬로프(1010) 및 제4 슬로프(1012)를 생성할 수 있다. 이에 따라 상기 제3 슬로프(1010) 및 제4 슬로프(1012)는 도 10의 (a)에서 보이고 있는 바와 같이 데드밴드 영역 외부에 대해 형성될 수 있다.

[109] 그러면 제어부(300)는 상기 제1 내지 제4 슬로프(1004, 1008, 1010, 1012)를 따라 기준 전압 곡선을 생성할 수 있다. 그리고 상기 도 4의 S400 단계에서 분석된 계통특성 곡선과 상기 생성된 기준 전압 곡선의 교차점을 검출할 수 있다. 그리고 검출된 교차점에 근거하여 Q값을 결정할 수 있다(S934). 그러면 도 4의 S700 단계에서, 상기 S934 단계에서 결정된 Q 값이 출력부(350)를 통해 유연전송 장치(210)에 입력될 수 있으며, 입력된 Q 값에 따라 유연전송 장치(210)가 제어될 수 있다.

[110] 상기 S900 단계의 판단 결과 Q 지정값(650)이 음수인 경우, Q 지정값(650)에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 제1 지점(1050)을 검출할 수 있다(S920). 그리고 제어부(300)는 상기 제1 지점(1050)과 동일한 Q값을 가지는 데드밴드 하한선 상의 제2 지점(1052)을 검출할 수 있다(S922).

[111] 한편 제1 지점(1050)과 제2 지점(1052)이 검출되면, 제어부(300)는 검출된 제1 지점(1050)과 제2 지점(1052)을 잇는 제1 슬로프(1054)를 생성할 수 있다(S924). 이 경우 제1 지점(1050)과 제2 지점(1052)은 동일한 Q 값을 가지므로, 상기 제1 슬로프(1054)는 X축에 대해 수직으로 형성될 수 있다. 그리고 제어부(300)는 Q값이 0인 데드밴드 상한선 상의 제3 지점(1056)을 검출할 수 있다(S926).

[112] 제3 지점(1056)이 검출되면, 제어부(300)는 상기 제1 지점(1050)과 제3 지점(1056)을 잇는 제2 슬로프(1058)를 생성할 수 있다(S930). 여기서 상기 제2 슬로프(1058)는 0의 기울기를 가지는 슬로프일 수 있다.

[113] 한편 제3 지점(1056)이 검출되면, 제어부(300)는 제2 지점(1052)과 제3 지점(1056) 각각으로부터 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프(1060) 및 제4 슬로프(1062)를 서로 반대 방향으로 생성할 수 있다(S932). 이 경우 제어부(300)는 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제3 슬로프(1060) 및 제4 슬로프(1062)를 생성할 수 있다. 이에 따라 상기 제3 슬로프(1060) 및 제4 슬로프(1062)는 도 10의 (b)에서 보이고 있는 바와 같이 데드밴드 영역 외부에 대해 형성될 수 있다.

[114] 그러면 제어부(300)는 상기 제1 내지 제4 슬로프(1054, 1058, 1060, 1062)를 따라 기준 전압 곡선을 생성할 수 있다. 그리고 계통특성 곡선과 기준 전압 곡선의 교차점을 검출할 수 있다. 그리고 검출된 교차점에 근거하여 Q값을 결정할 수 있다(S934).

[115] 한편 도 11의 (a) 및 (b)는 계통 전압이 상승하는 경우와 하강하는 경우에 본 발명의 제3 실시 예에 따라 형성된 기준 전압 곡선에 따라 유연전송 장치(210)의

동작점이 형성되는 과정의 예를 도시한 것이다.

- [116] 먼저 도 11의 (a)를 참조하여 살펴보면, 계통 전압이 a일 때, 유연전송 장치(210)의 출력 기준 전압값은 V_{ref_a} 로 결정될 수 있다. 이 때 계통 전압이 b로 변하게 되면, 데드밴드 영역 내에서 빠른 유도성 출력이 발생되었다가 기존의 무효전력으로 돌아가게 된다. 이 때 유연전송 장치(210)의 출력 기준 전압값은 V_{ref_b} 로 바뀌게 된다.
- [117] 한편 계통 전압이 c로 바뀔 때, 데드밴드 영역과 교차하기 때문에 기존의 무효전력 값으로 돌아가지 못하고 데드밴드 영역과의 교차점에 동작점이 형성될 수 있다. 그리고 출력 기준 전압값은 V_{ref_c} 로 바뀔 수 있다. 이러한 상태에서 더욱 전압이 상승하게 되면, 드루프 제어 특성을 가지는 V_{ref_d} 곡선에 동작점이 형성될 수 있다.
- [118] 한편 도 11의 (b)를 참조하여 살펴보면, 계통 전압이 a일 때, 유연전송 장치(210)의 출력 기준 전압값은 V_{ref_a} 로 결정될 수 있다. 이 때 계통 전압이 b로 변하게 되면, 데드밴드 영역 내에서 빠른 유도성 출력이 발생되었다가 기존의 무효전력으로 돌아가게 된다. 이 때 유연전송 장치(210)의 출력 기준 전압값은 V_{ref_b} 로 바뀔 수 있다. 그리고 계통 전압이 c로 바뀔 때, 드루프 제어 특성을 가지는 V_{ref_c} 곡선에 동작점이 형성될 수 있으며, 계통 전압이 d로 변경되도록 계속해서 드루프 제어 특성을 가지는 $V_{ref_c}(=V_{ref_d})$ 곡선에 동작점이 형성될 수 있다.
- [119] 한편 상기 도 4의 설명에서는 S400 단계를 통해 계통에 공급되는 전류 및 전압에 근거하여 계통 특성을 먼저 분석하는 것을 언급하였으나, 상기 계통 특성의 분석은 슬로프의 생성이 완료된 이후에 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [120] 이 경우 제어부(300)는 먼저 도 4의 S500 단계를 수행하여 데드밴드 영역을 생성하고, 지정된 Q값과 기 설정된 기울기, 그리고 데드밴드 영역에 근거하여, 상기 도 5 내지 도 10에서 설명한 제1 내지 제3 실시 예 중 어느 하나에 따른 슬로프를 먼저 생성할 수도 있음은 물론이다. 그리고 슬로프가 생성된 상태에서 도 4의 S400 단계를 통해 계통 특성을 분석하고, 분석된 결과에 따른 계통특성 곡선과 생성된 슬로프에 근거하여 Q값을 검출할 수도 있음은 물론이다.
- [121] 한편 상술한 설명에서는 본 발명의 실시 예에 따른 유연 전송 장치가 전원(200)과 계통(230) 사이에 위치하는 것을 예로 들어 설명하였으나, 상기 계통(230)과 상기 계통(230)에 연결된 부하 사이에 본 발명의 실시 예에 따른 유연 전송 장치가 구비될 수도 있음은 물론이다. 이 경우, 전원(200) - 계통(230) - 유연 전송 장치 - 부하(도시되지 않음)의 순서로 연결될 수도 있다.
- [122] 이처럼 계통과 부하 사이에 유연 전송 장치가 구비되는 경우, 상기 유연 전송 장치는, 계통 특성 분석부(310) 대신, 상기 계통(230)과 부하가 연결된 지점의 전압을 측정하여, 계통(230)으로부터 부하로 공급되는 전력을 분석하기 위한 특성 분석부(이하 부하 특성 분석부)를 구비할 수 있다. 그리고 유연 전송 장치(210)는 상기 부하 특성 분석부의 분석 결과에 근거하여 계통(230)에서

부하로 공급되는 전류에 무효 전류를 더 공급하거나, 계통(230)으로부터 공급되는 전류로부터 무효 전류를 흡수함으로써 상기 부하로 공급되는 전류의 전압 변동을 보상할 수도 있다.

- [123] 한편 본 발명의 실시 예에 따른 유연 전송 장치는 복수 개가 구비될 수도 있음은 물론이다. 일 예로 상술한 바와 같이, 전원과 계통 사이에 제1 유연 전송 장치가 구비되고, 계통과 부하 사이에 제2 유연 전송 장치가 구비될 수도 있다. 이 경우 제1 유연 전송 장치는 계통으로 공급되는 전류의 상황에 따라, 제2 유연 전송 장치는 부하로 공급되는 전류의 상황에 따라 각각 무효 전류를 더 공급하거나 또는 무효 전류를 흡수하도록 제어될 수 있다.
- [124] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다.
- [125] 또한, 상기 컴퓨터는 상기 제어부를 포함할 수도 있다. 따라서 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

청구범위

- [청구항 1] 유연전송 장치를 제어하는 제어 시스템에 있어서,
 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및,
 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부;
 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부; 및,
 기 설정된 기울기를 가지는 제1 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내에서 복수의 서로 다른 출력값 Q가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응되도록 하는 부분 슬로프를 적어도 하나 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인지 내인지 여부에 근거하여 상기 제1 슬로프 또는 상기 적어도 하나의 부분 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효 전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 Q 기준값에 대응하는 상기 데드밴드 영역의 상한과 하한으로부터 각각 제1 지점 및 제2 지점을 검출하고, 상기 제1 슬로프와 상기 데드밴드 영역이 교차하는 상기 데드밴드 영역의 상한의 일 지점인 제1 교차점과 상기 데드밴드 영역의 하한의 일 지점인 제2 교차점을 검출하며,
 상기 제1 교차점으로부터 상기 제1 지점까지 기울기가 0인 제1 부분 슬로프 및, 상기 제2 교차점으로부터 상기 제2 지점까지 기울기가 0인 제2 부분 슬로프 및, 상기 제1 교차점과 제2 교차점을 잇는 제3 슬로프를 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 부분 슬로프 또는 제2 부분 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제1 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제3 슬로프는,
 상기 제1 교차점과 제2 교차점 사이에서 상기 Q 기준값에 대응하는 수직의 기울기를 가지는 슬로프임을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 4] 제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 결정된 무효전류의 출력값 Q를 상기 유연전송 장치에 출력하여,
 상기 유연전송 장치가 상기 출력값 Q에 대응하는 무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 것을 특징으로 하는

- 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
 상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은,
 상기 제1 전압을 Y축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값들을 X축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며,
 상기 제1 부분 슬로프 또는 제2 부분 슬로프는,
 기울기가 0인 슬로프임을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 6] 유연전송 장치를 제어하는 제어 시스템에 있어서,
 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및,
 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부;
 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부; 및,
 기 설정된 기울기를 가지는 복수의 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내의 제1 전압이 상기 Q 기준값 하나에 대응하도록 하는 제1 슬로프를 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인지 내인지 여부에 근거하여 상기 제1 슬로프 또는 상기 복수의 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효 전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 Q 기준값에 대응하는 상기 데드밴드 영역의 상한과 하한으로부터 각각 제1 지점 및 제2 지점을 검출하고, 상기 제1 지점과 제2 지점을 잇는 상기 제1 슬로프를 생성하며,
 상기 제1 지점 및 제2 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제2 슬로프 및 제3 슬로프를 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제2 슬로프 또는 제3 슬로프에 따라 상기 출력값 Q를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제2 슬로프 및 제3 슬로프를 생성하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.
- [청구항 9] 제6항 또는 제7항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 결정된 무효전류의 출력값 Q를 상기 유연전송 장치에 출력하여,
 상기 유연전송 장치가 상기 출력값 Q에 대응하는 무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 것을 특징으로 하는

유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 10] 제6항에 있어서,
 상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은,
 상기 제1 전압을 Y축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값들을 X축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며,
 상기 제1 슬로프는,
 수직의 기울기를 가지는 슬로프임을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 11] 유연전송 장치를 제어하는 제어 시스템에 있어서,
 인가되는 제1 전압에 대하여, 기 설정된 상한 전압과 하한 전압 및,
 유연전송 장치가 제공 가능한 Q값의 범위에 근거하여 데드밴드(dead band) 영역을 생성하는 데드밴드 생성부;
 상기 제1 전압에 대응하는 무효 전류의 출력값 Q를 결정하기 위한 기준 전압 곡선의 슬로프(slope)를 생성하는 슬로프 생성부; 및,
 기 설정된 기울기를 가지는 복수의 슬로프와 상기 데드밴드 영역, 그리고 기 설정된 Q 기준값에 근거하여, 상기 데드밴드 영역 내의 상기 제1 전압이 상기 Q 기준값 하나에 대응하도록 하는 제1 슬로프 및, 상기 데드밴드 영역 내에서 복수의 서로 다른 출력값 Q가 상기 데드밴드 영역의 상한 전압 또는 하한 전압 중 어느 하나에 대응되도록 하는 제2 슬로프를 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효전류가 출력되도록 하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외인 경우 상기 복수의 슬로프 중 어느 하나에 따른 무효전류가 출력되도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 12] 제11항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 Q 기준값이 양의 값을 가지는 경우, 상기 Q 기준값에 대응하는 데드밴드 상한선 상의 제1 지점을 검출 및 동일한 Q값을 가지는 데드밴드 하한선 상의 제2 지점을 검출하며,
 상기 제1 지점과 제2 지점을 이어서 상기 제1 슬로프를 생성하고,
 Q값이 0인 데드밴드 하한선 상의 제3 지점을 검출 및 상기 제2 지점과 상기 제3 지점을 이어서 상기 제2 슬로프를 생성하며,
 상기 제1 지점 및 제3 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하고,
 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따라 상기 출력값 Q를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제3 슬로프 또는

제4 슬로프에 따라 상기 출력값 Q 를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 13] 제11항에 있어서, 상기 제어부는,
상기 Q 기준값이 음의 값을 가지는 경우, 상기 Q 기준값에 대응하는 데드밴드 하한선 상의 제1 지점을 검출 및 동일한 Q 값을 가지는 데드밴드 상한선 상의 제2 지점을 검출하며,
상기 제1 지점과 제2 지점을 이어서 상기 제1 슬로프를 생성하고,
 Q 값이 0인 데드밴드 상한선 상의 제3 지점을 검출 및 상기 제2 지점과 상기 제3 지점을 이어서 상기 제2 슬로프를 생성하며,
상기 제1 지점 및 제3 지점을 기준으로, 각각 서로 반대 방향으로 기 설정된 기울기를 가지는 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하고,
상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 내의 전압인 경우 상기 제1 슬로프 또는 제2 슬로프 중 어느 하나에 따라 상기 출력값 Q 를 결정하며, 상기 제1 전압이 상기 데드밴드 영역 외의 전압인 경우 상기 제3 슬로프 또는 제4 슬로프에 따라 상기 출력값 Q 를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 14] 제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어부는,
상기 결정된 무효전류의 출력값 Q 를 상기 유연전송 장치에 출력하여,
상기 유연전송 장치가 상기 출력값 Q 에 대응하는 무효전류를 흡수 또는 공급하도록 상기 유연전송 장치를 제어하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

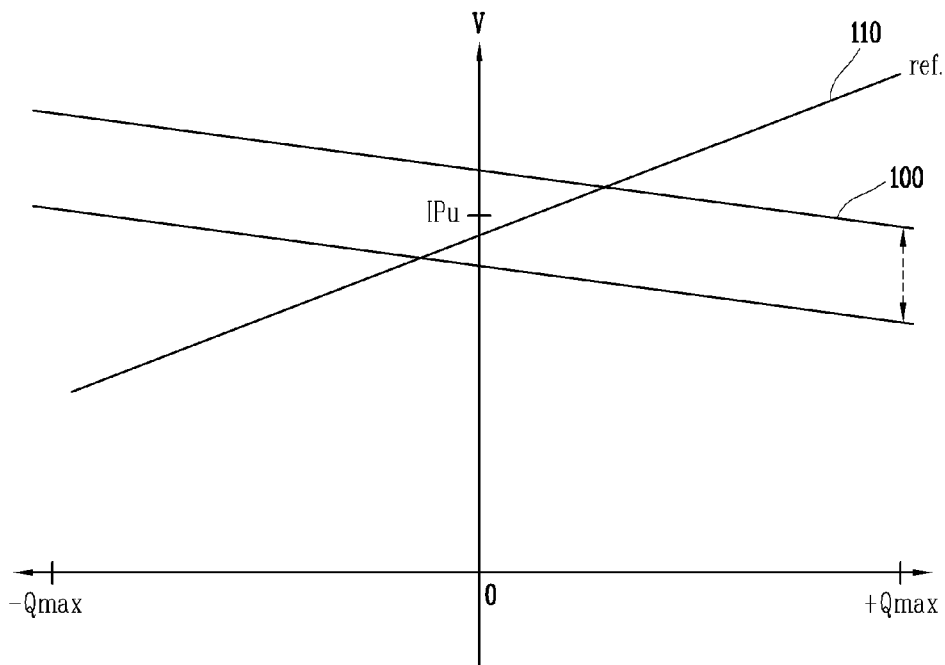
[청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 데드밴드 영역과 상기 기준 전압 곡선은,
상기 제1 전압을 Y 축으로 하고, 상기 유연전송 장치가 제공 가능한 Q 값들을 X 축으로 하는 2차원 그래프 상에 형성되며,
상기 제1 슬로프는,
수직의 기울기를 가지는 슬로프이며,
상기 제2 슬로프는,
기울기가 0인 슬로프임을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

[청구항 16] 제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 제어부는,
상기 데드밴드 영역에 중첩되지 않도록 상기 제3 슬로프 및 제4 슬로프를 생성하는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

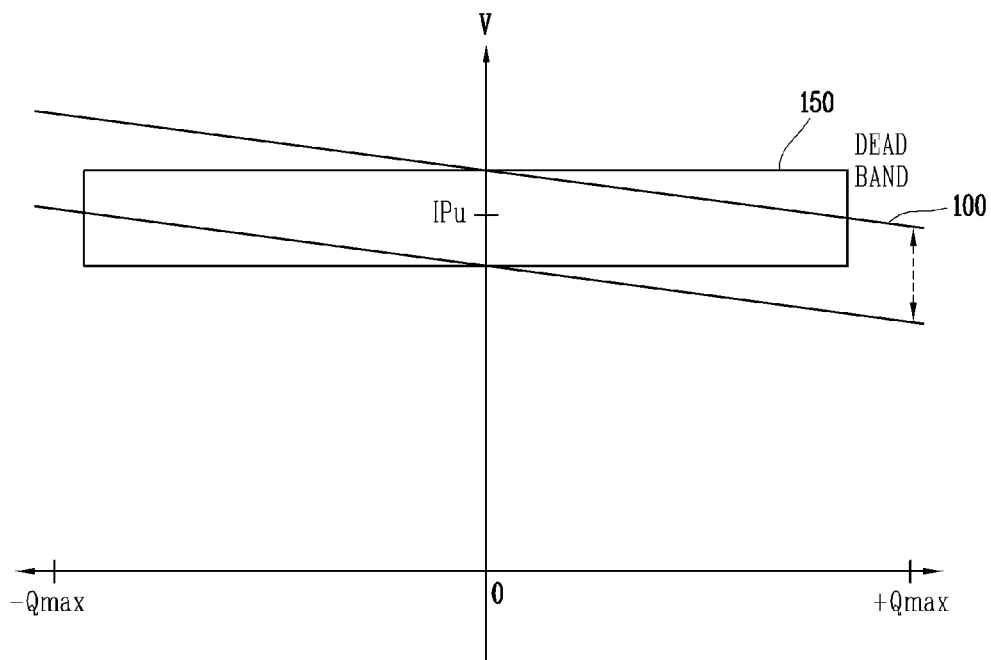
[청구항 17] 제1항, 제6항 및 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 유연전송 장치는,
전원과 계통(grid) 사이에 위치하거나 또는 상기 계통과, 상기 계통에 연결된 부하 사이에 위치하며,
상기 제어부는,
상기 유연전송 장치가 상기 전원과 상기 계통 사이에 위치하는 경우 상기

전원과 상기 계통이 연결되는 지점으로부터 측정되는 전압을 상기 제1 전압으로 인가 받거나, 상기 유연전송 장치가 상기 계통과 상기 부하 사이에 위치하는 경우 상기 계통과 상기 부하가 연결되는 지점으로부터 측정되는 전압을 상기 제1 전압으로 인가 받는 것을 특징으로 하는 유연전송 장치 제어 시스템.

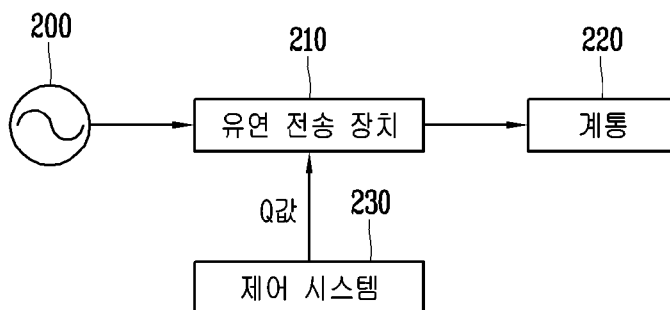
[도 1a]



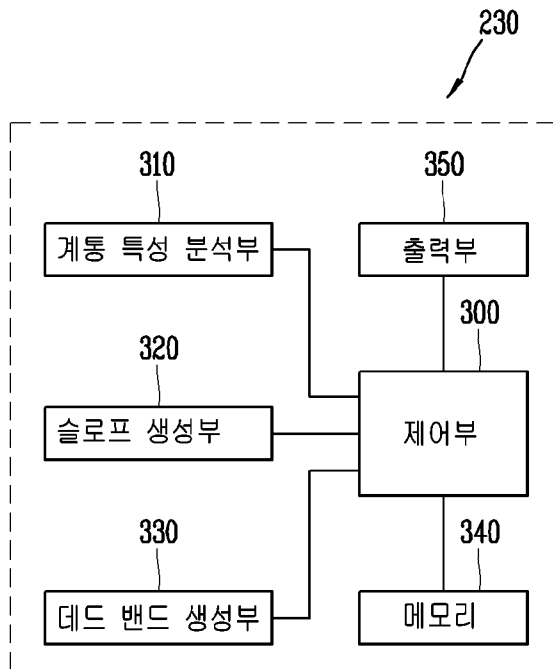
[도 1b]



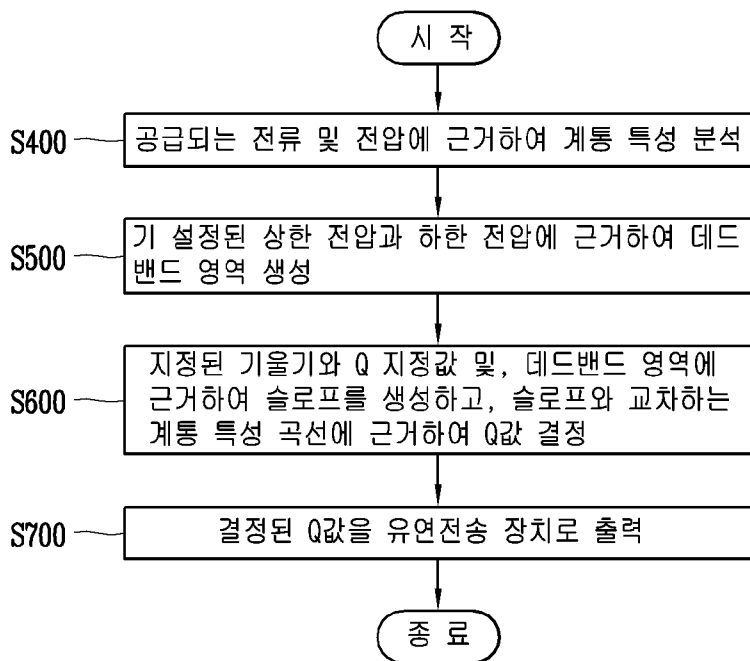
[도 2]



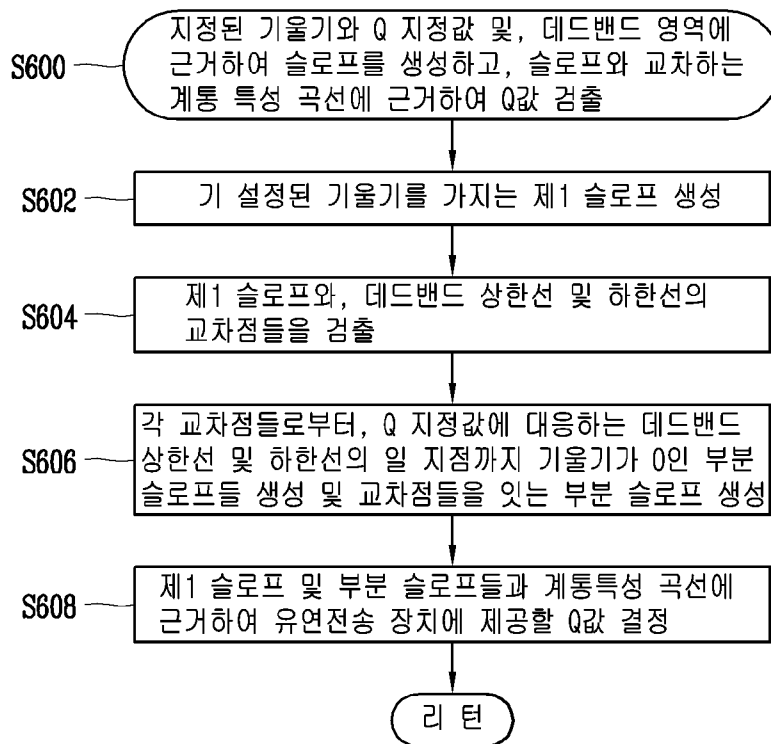
[도3]



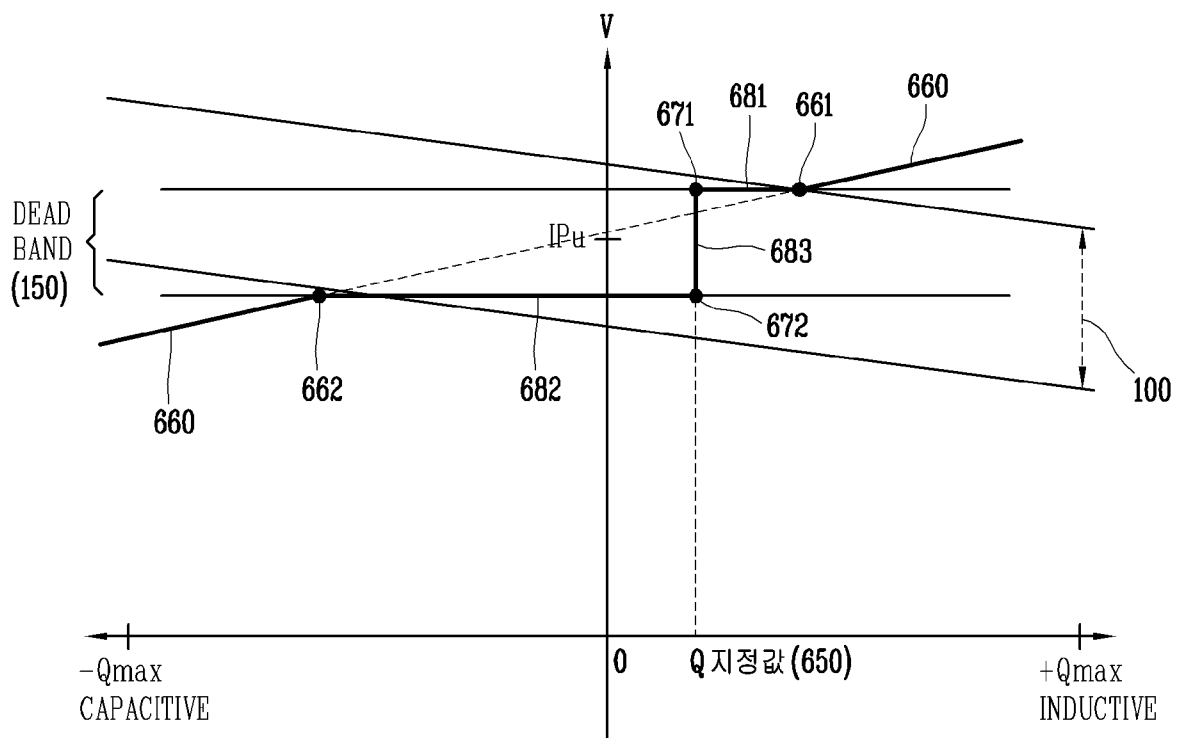
[도4]



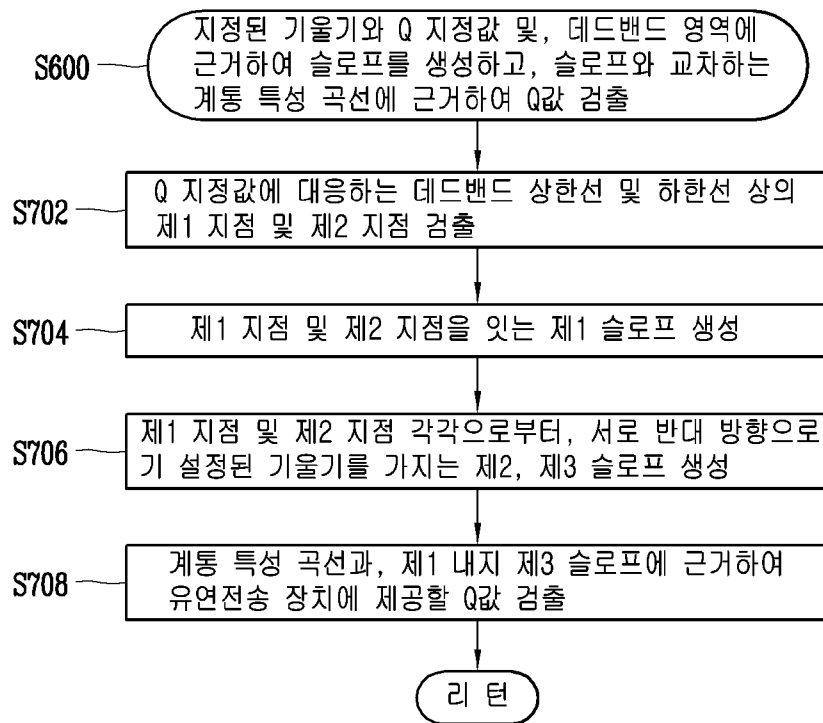
[도5]



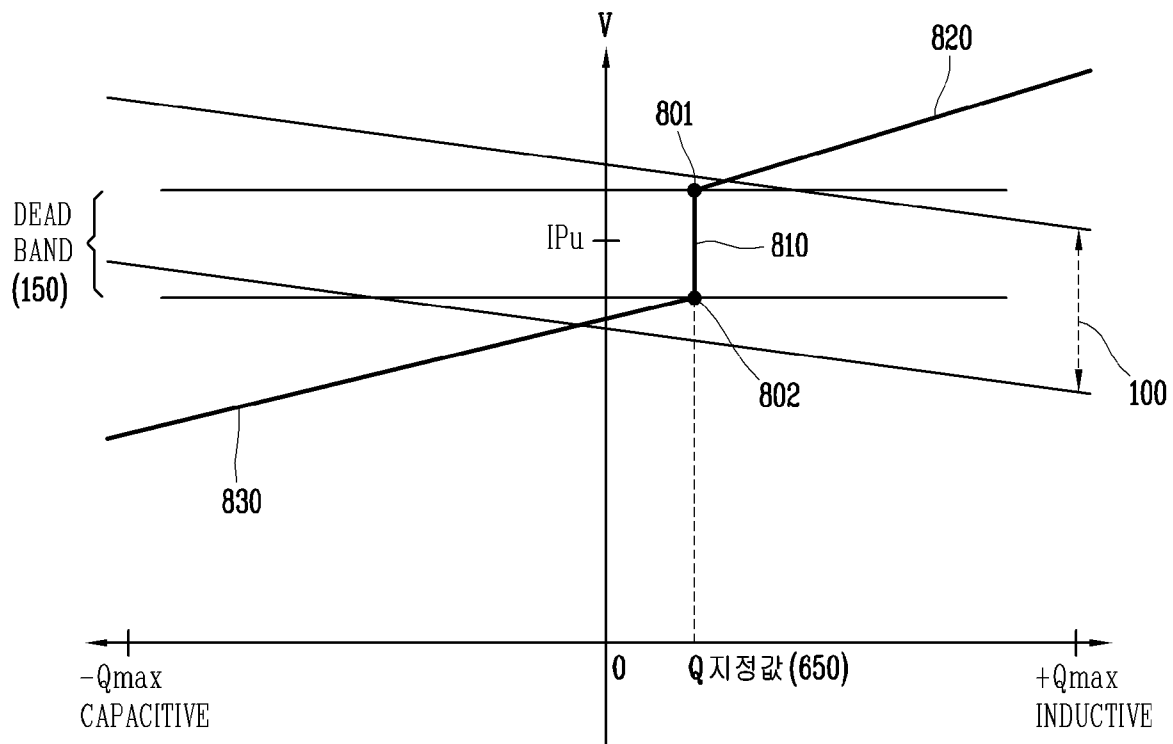
[도6]



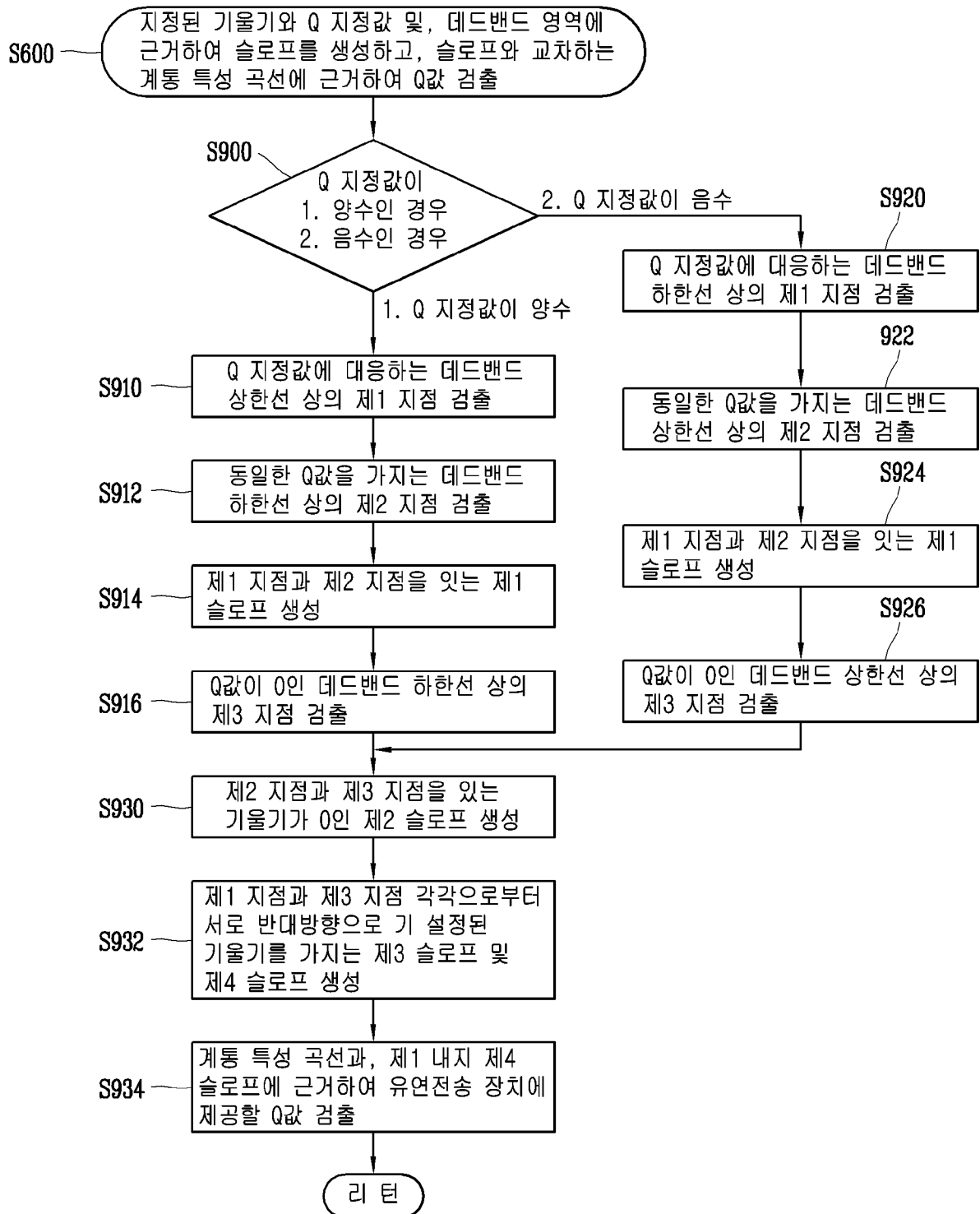
[도7]



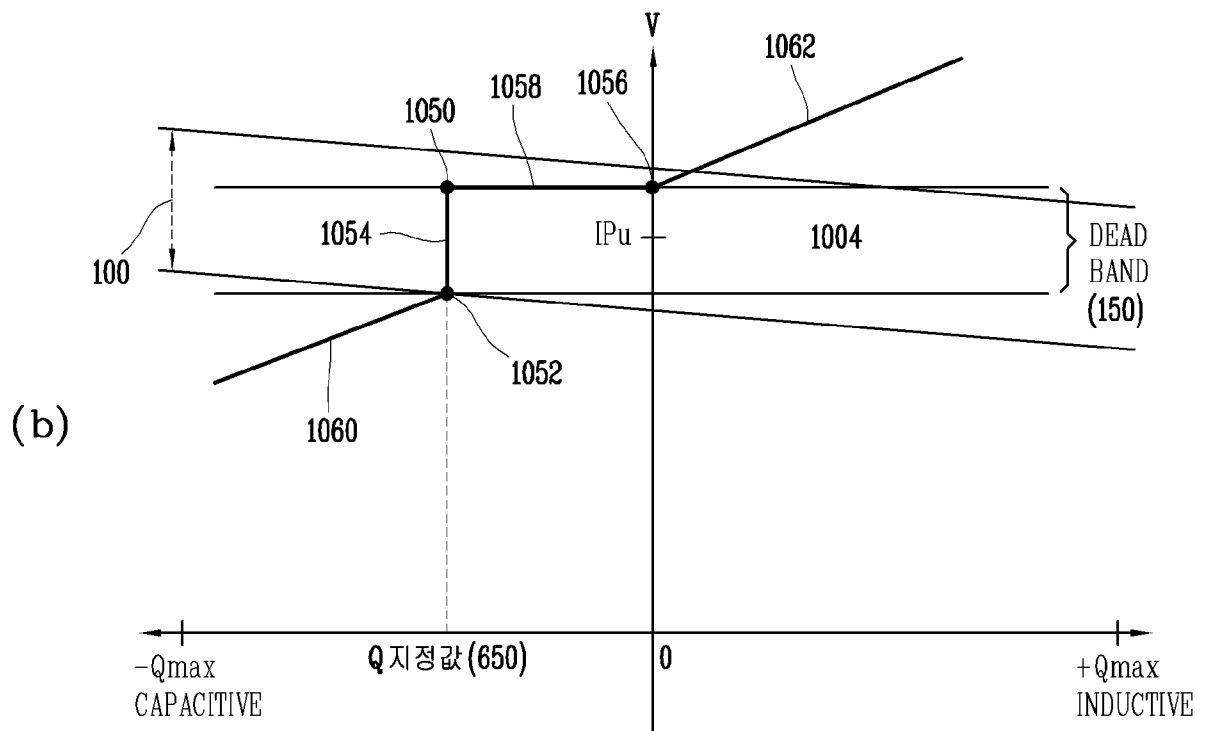
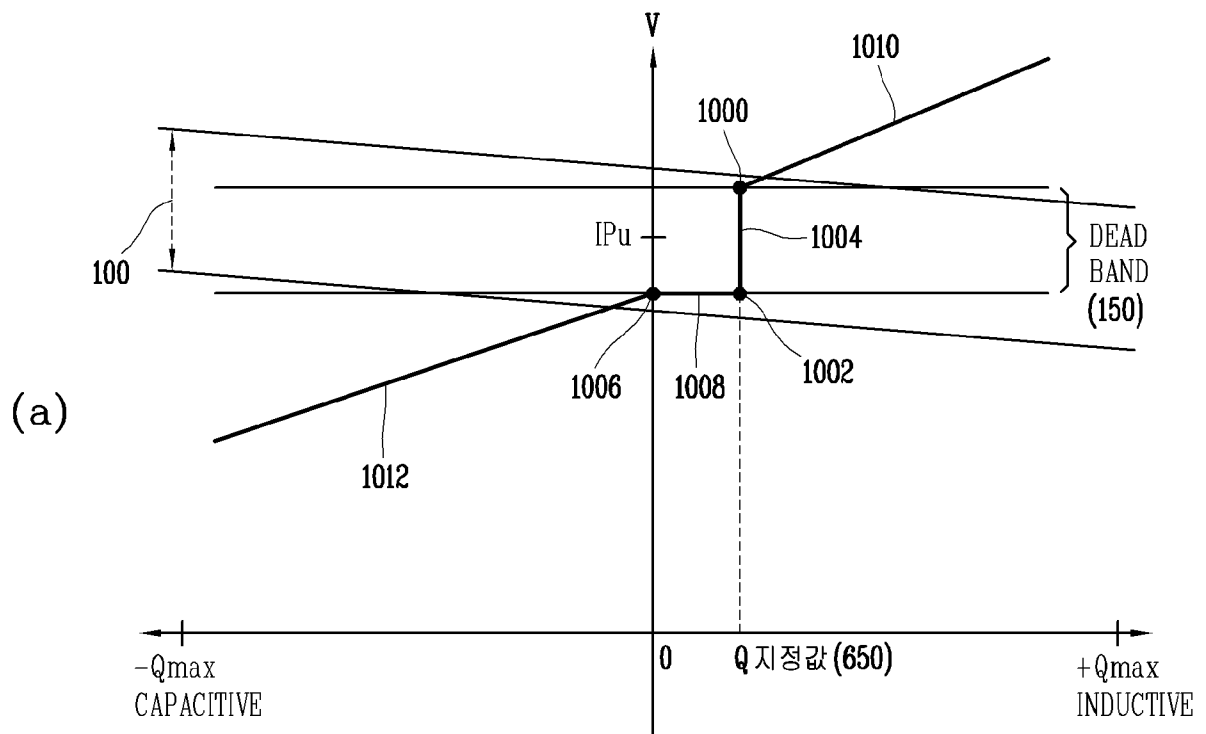
[도8]



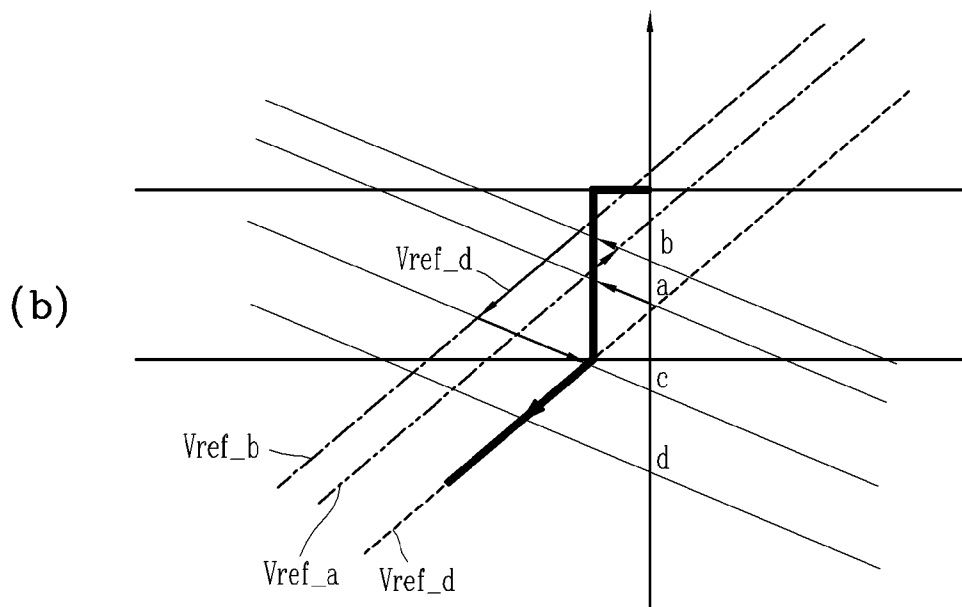
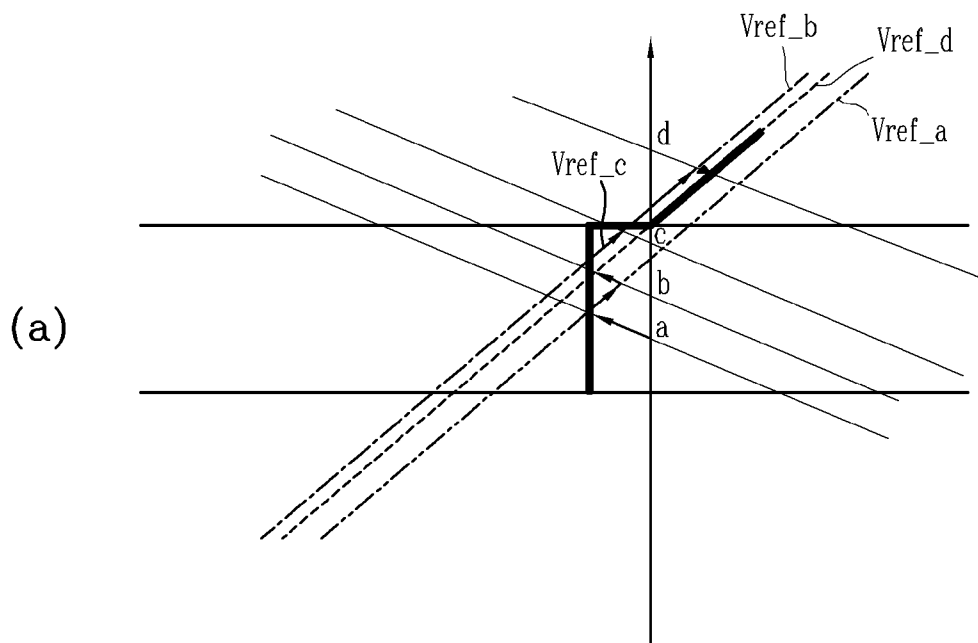
[도9]



[도 10]



[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/010477

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; H02J 3/00; H02J 3/16; H02J 3/38; H02J 3/46; H02J 7/00

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: reactive power, deadband, droop, supply, absorb

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1904102 B1 (HYOSUNG HEAVY INDUSTRIES CORPORATION) 04 October 2018 See paragraphs [0023]-[0036], claims 1-2 and figures 3-5.	1-17
A	KR 10-1375812 B1 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 20 March 2014 See paragraphs [0032]-[0040], claim 1 and figure 2.	1-17
A	KR 10-1034542 B1 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 12 May 2011 See paragraphs [0020]-[0032], claim 1 and figure 10.	1-17
A	US 2016-0149419 A1 (CATERVA GMBH.) 26 May 2016 See paragraphs [0074]-[0081], claim 1 and figures 1-3.	1-17
A	JP 2008-228454 A (HOKURIKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 25 September 2008 See paragraphs [0021]-[0025] and figure 1.	1-17



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

18 DECEMBER 2019 (18.12.2019)

Date of mailing of the international search report

18 DECEMBER 2019 (18.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, 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/KR2019/010477

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1904102 B1	04/10/2018	WO 2019-004606 A1	03/01/2019
KR 10-1375812 B1	20/03/2014	None	
KR 10-1034542 B1	12/05/2011	KR 10-2010-0048708 A	11/05/2010
US 2016-0149419 A1	26/05/2016	EP 3008785 A1	20/04/2016
		EP 3008785 B1	03/05/2017
		US 10404076 B2	03/09/2019
		WO 2014-198292 A1	18/12/2014
JP 2008-228454 A	25/09/2008	JP 5335196 B2	06/11/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02J 3/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02J 3/18; H02J 3/00; H02J 3/16; H02J 3/38; H02J 3/46; H02J 7/00

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: 무효 전력(reactive power), 데드밴드(deadband), 드루프(droop), 공급(supply), 흡수(absorb)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1904102 B1 (효성중공업 주식회사) 2018.10.04 단락 [0023]-[0036], 청구항 1-2 및 도면 3-5 참조.	1-17
A	KR 10-1375812 B1 (한국전력공사) 2014.03.20 단락 [0032]-[0040], 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-17
A	KR 10-1034542 B1 (한국전력공사) 2011.05.12 단락 [0020]-[0032], 청구항 1 및 도면 10 참조.	1-17
A	US 2016-0149419 A1 (CATERVA GMBH) 2016.05.26 단락 [0074]-[0081], 청구항 1 및 도면 1-3 참조.	1-17
A	JP 2008-228454 A (HOKURIKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 2008.09.25 단락 [0021]-[0025] 및 도면 1 참조.	1-17

☐ 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

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

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

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 12월 18일 (18.12.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 12월 18일 (18.12.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

장기정

전화번호 +82-42-481-8364



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1904102 B1	2018/10/04	WO 2019-004606 A1	2019/01/03
KR 10-1375812 B1	2014/03/20	없음	
KR 10-1034542 B1	2011/05/12	KR 10-2010-0048708 A	2010/05/11
US 2016-0149419 A1	2016/05/26	EP 3008785 A1	2016/04/20
		EP 3008785 B1	2017/05/03
		US 10404076 B2	2019/09/03
		WO 2014-198292 A1	2014/12/18
JP 2008-228454 A	2008/09/25	JP 5335196 B2	2013/11/06