



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월02일
(11) 등록번호 10-2438870
(24) 등록일자 2022년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2022.01) H02J 5/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/381 (2013.01)
H02J 5/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0026716
(22) 출원일자 2022년03월02일
심사청구일자 2022년03월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140095119 A*
KR1020200079606 A
KR1020200022954 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
㈜한국그리드포밍
전라남도 나주시 그린로 370, 4층 422호 (빛가람동)
파이온일렉트릭 주식회사
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동, 연세대학교 공학원)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
강지성
인천광역시서구 비즈니스로 166, 612동 1903호 (청라동, 청라국제 업무단지 센텀 대광로제비앙)
허견
서울특별시 송파구 잠실로 88, 131동 2601호 (잠실동, 레이크팰리스)
(74) 대리인
특허법인지담

전체 청구항 수 : 총 4 항

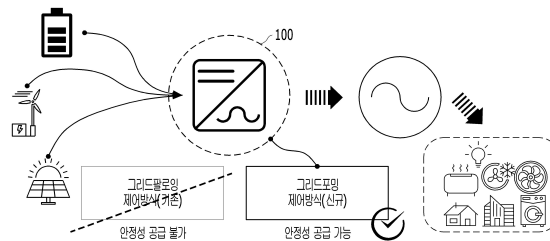
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치 및 전력 변환 제어 방법

(57) 요약

본 기술은 그리드 포밍 전력 변환 제어 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치 및 전력 변환 제어 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 복잡한 전류 컨트롤러 없이 그리드 포밍 전력 변환 장치의 출력 주파수를 제어할 수 있어 구성이 단순하며, 제어 속도가 빠르다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02J 2300/20 (2020.01)

Y04S 10/123 (2020.08)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

그리드 포밍 전력 변환 제어 장치에 있어서,

신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환하는 전력 변환부; 및

상기 전력 변환부에서 출력되는 주파수를 연산하는 주파수 제어부를 포함하되,

상기 주파수 제어부는

정상상태의 주파수 결정 값을 산출하는 정상상태 주파수 결정부;

과도상태의 주파수 결정 값을 산출하는 과도상태 주파수 결정부; 및

상기 정상 상태의 주파수 결정 값과 상기 과도 상태의 주파수 결정 값을 합산하여 출력 주파수를 산출하는 그리드 포밍 주파수 제어부를 포함하는 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 과도상태 주파수 결정부는

제공되는 직류 전압 순시 값을 측정하여 상응하게 생성하는 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치.

청구항 4

그리드 포밍 전력 변환 제어 장치에서 실행되는 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법에 있어서,

신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환하는 단계; 및

출력되는 주파수를 연산하는 단계를 포함하되,

상기 출력되는 주파수를 연산하는 단계는

정상상태의 주파수 결정 값을 산출하는 단계;

과도상태의 주파수 결정 값을 산출하는 단계; 및

상기 정상 상태의 주파수 결정 값과 상기 과도 상태의 주파수 결정 값을 합산하여 출력 주파수를 산출하는 단계를 포함하는 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항의 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법을 실행하는 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 기록된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 기술은 그리드 포밍 전력 변환 제어 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치 및 전력 변환 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 향후 세계 에너지 시스템의 미래는 화석연료의 한계성에 따른 새로운 에너지 기술 개발과 화석연료에서 발생하는 온실가스(GHG) 방출을 어떻게 해결하느냐에 달려 있다. 그리고 미래 에너지의 흐름은 석유 시대에서 천연가스 시대를 거쳐 수소를 기반으로 한 신재생에너지(new & renewable energy) 시대로 전환될 전망이다.
- [0004] 재생에너지는 그 기술과 최종 에너지의 형태에 따라 태양열, 태양광 발전, 풍력 발전, 소수력 발전, 폐기물 소각열 및 발전, 바이오매스 에너지(바이오 가스, 가스화 발전, 바이오 연료), 지열에너지, 해양에너지 등 여러 가지로 나눌 수 있다. 이러한 재생에너지는 1차 에너지원인 태양(빛, 열), 바람, 물, 바다의 자연 에너지원을 이용하여 청정한 에너지를 얻는 것이므로 거의 무한대다.
- [0005] 세계적으로 풍력, 태양광 발전 등의 신재생에너지 확대보급에 대한 투자가 집중되고 있으나, 간헐적인 발전특성을 갖는 풍력 및 태양광과 같은 신재생에너지원에 의한 발전은 출력예측이 어렵고 심한 출력변동 특성으로 연계 계통의 안정적 운영에 큰 영향을 미치게 된다.
- [0006] 따라서, 풍력 및 태양광과 같은 신재생에너지원의 획기적인 보급 확대를 위해서는 출력변동이 심한 발전출력의 안정적 공급 및 전력품질 개선이 절실히 요구되고 있는 실정이다.
- [0007] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허 제2016-0099914 호에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 직류 전류를 제어하지 않고 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치가 출력하는 전압의 주파수를 제어하며, 고속으로 동작할 수 있는 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치가 제공된다.
- [0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치는 신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환하는 전력 변환부 및 전력 변환부에서 출력되는 주파수를 연산하는 주파수 제어부를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법 및 이를 실행하는 컴퓨터 프로그램을 제공한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법 및 이를 실행하는 컴퓨터 프로그램은 신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환하는 단계 및 출력되는 주파수를 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 복잡한 전류 컨트롤러 없이 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치의 출력 주파수를 제어할 수 있어 구성이 단순하며, 제어 속도가 빠르다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치를 설명하기 위한 도면들이다.

도 4 내지 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 이를 상세한 설명을 통해 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체 물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0022] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 신재생에너지 발전기와 계통 전원 사이에 설치된다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환하여 계통 전원에 전력을 공급한다.
- [0024] 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 전력계통에서 독립적으로 전원을 생성하는 장치로 발전기와 유사한 역할을 수행한다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 신재생발전원이 늘어남에 따라 줄어드는 동기발전기 역할을 대체할 수 있어 확산이 요구되고 있다.
- [0025] 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 종래의 발전 계통과 함께 부하에 전력을 제공하기 위하여 외부 교류 발전 계통 사이의 전력 분담율을 설정하여야 한다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 이를 위하여 변환하여 출력하는 교류 전압의 크기와 주파수가 제어되어야 한다.
- [0026] 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 기존 그리드 포밍 전력 변환 제어방식 중 드롭(Droop) 또는 가상 동기기(Virtual Synchronous Machine, VSM) 제어방식의 경우 20msec 이상의 비교적 장시간 동안 발전계통이 발전한 전력을 검출하고, 필터를 거친 저주파성분을 연산하여 발전계통을 제어하였다.
- [0027] 하지만, 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 반도체 소자를 이용하여 전력을 변환하는 장치로, 기존의 제어방식에 비하여 고속으로 동작할 수 있다.
- [0028] 한편, 기존의 그리드 포밍 전력 변환 제어방식 중 매칭(Matching) 제어 방식은 출력하는 전압의 주파수가 입력되는 직류 전압의 크기에 의하여 제어되며, 안정적인 직류 전압이 제공되어야 그리드 포밍 전력 변환의 출력 주파수가 안정된다. 또한, 매칭 제어 방식은 그리드 포밍 전력 변환에 제공되는 직류 전압을 안정화하기 위하여 별도의 제어부를 이용하여 직류 전류를 제어하여야 한다.
- [0029] 하지만, 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 직류 전류를 제어하지 않고 출력하는 전압의 주파수를 제어할 수 있으며, 기존 방식들에 비하여 고속으로 동작할 수 있다.
- [0031] 도 2를 참조하면, 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 전력 변환부(200) 및 주파수 제어부(300)를 포함한다.
- [0032] 전력 변환부(200)는 신재생에너지 발전기에서 공급된 전력을 계통 전원에 공급하기 적합한 전압으로 변환한다.
- [0033] 주파수 제어부(300)는 전력 변환부(200)에서 출력되는 주파수를 연산한다. 주파수 제어부(300)는 더욱 상세하게 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)에 제공되는 직류 전압에 상응하는 주파수를 연산하고, 연산한 주파수를 출력한다. 주파수 제어부(300)는 제공되는 직류 전류를 제어하지 않고 수행된다.
- [0034] 주파수 제어부(300)는 드롭 제어 방식의 정상 상태에서 연산한 주파수와, 과도 상태에서 연산한 주파수를 이용하여 출력 주파수를 산출한다. 더욱 상세하게, 주파수 제어부(300)는 아래 수학적 1과 같이 정상 상태(steady state)의 주파수 결정 값(f_{steady})과 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 합산하여 출력 주파수($f_{proposed}$)를 산출한다.

수학식 1

$$f_{proposed} = f_{steady} + f_{dyn}$$

[0035]

[0036] 도 3을 참조하면, 주파수 제어부(300)는 정상상태 주파수 결정부(310), 과도상태 주파수 결정부(320) 및 그리드 포밍 주파수 제어부(330)를 포함한다.

[0037] 정상상태 주파수 결정부(310)는 정상상태의 주파수 결정 값을 산출한다. 정상상태 주파수 결정부(310)는 아래 수학식 2와 같이 정상상태의 주파수 결정 값을 산출할 수 있다.

수학식 2

$$f_{steady} = -m_p \left\{ \left(\frac{\omega_{c1}}{s + \omega_{c1}} \right) p_{gfm} - P_{GFM}^* \right\} + f_0$$

[0038]

[0039] 여기서, m_p 는 드롭율, ω_{c1} 는 컷오프(cut-off) 주파수, s 는 로우 패스(low pass) 필터의 주파수 도메인, p_{gfm} 은 그리드 포밍 소스의 측정된 순시 전력 값, P_{GFM}^* 는 그리드 포밍 소스의 전력 설정 기준 값, f_0 는 정격 주파수를 의미한다.

[0040] 정상상태 주파수 결정부(310)는 정상 상태(steady state)의 주파수 결정 값(f_{steady})을 rms(root mean square) 전력(P)을 측정하여 생성할 수 있다. 정상상태 주파수 결정부(310)는 상술한 계산 과정에서의 필터로 인해 통상적으로 50ms(0.05초) 이상의 주파수 제어 동작 시간이 소요될 수 있다. 정상상태 주파수 결정부(310)는 결과적으로, 주파수 제어의 효과는 동작 소요 시간의 약 3~4배가 지난 시점인 150ms~200ms(0.15초~0.2초) 이후에 나타나게 되므로, 기존의 드롭 제어방식과 동일한 정상 상태(steady state)의 주파수 결정 값(f_{steady})만으로는 빠른 주파수 제어 효과를 기대하기 어려울 수 있다.

[0041] 과도상태 주파수 결정부(320)는 과도상태의 주파수 결정 값을 산출한다. 과도상태 주파수 결정부(320)는 아래 수학식 3과 같이 과도상태의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 산출할 수 있다.

수학식 3

$$f_{dyn} := \begin{cases} -a_{dyn} \left\{ e^{b_{dyn}(V_{DC} - c_{dyn})} - 1 \right\} & \text{if } V_{DC} \leq c_{dyn} \\ a_{dyn} \left\{ e^{-b_{dyn}(V_{DC} - c_{dyn})} - 1 \right\} & \text{if } V_{DC} \geq c_{dyn} \end{cases}$$

[0042]

[0043] 여기서, a_{dyn} , b_{dyn} 및 c_{dyn} 는 그리드 포밍 주파수 제어 효과를 나타내는 임의의 실수(real number) 값을 의미한다.

[0044] 이 때, a_{dyn} 를 f_{dmax1} , f_{dmax2} , b_{dyn} 를 k_p , c_{dyn} 를 v_0 로 나타낸 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})에 대해 아래의 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$f_{dyn} = \begin{cases} -f_{dmax1} \left\{ e^{k_p(V_{DC} - v_0)} - 1 \right\} & \text{if } V_{DC} \leq v_0 \\ f_{dmax2} \left\{ e^{-k_p(V_{DC} - v_0)} - 1 \right\} & \text{if } V_{DC} \geq v_0 \end{cases}$$

[0045]

[0046] 여기서, f_{dmax1} 및 f_{dmax2} 는 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})의 최대값과 최소값을 제한하는 파라미터, k_p 는 함수 곡선의 특징, V_{DC} 는 제공되는 DC 전압 순시 값, v_0 는 DC 정격 전압을 의미한다.

[0047] 여기서, f_{dmax1} 은 양수일 수도 있고 음수일 수도 있으며, 양수인 경우 위로 볼록, 음수인 경우 아래로 볼록한 그래프로 표현될 수 있다. 즉 f_{dmax1} 가 양수인 경우 DC전압(V_{DC})이 설정 값(v_0)보다 낮을 때 출력주파수를 높여주어 더 많은 파워가 AC 계통으로 전달되도록 기여 하며, f_{dmax1} 가 음수인 경우 DC전압(V_{DC})이 설정 값(v_0)보다 낮을 때 출력주파수를 낮추어 DC 전압의 안정화에 기여할 수 있다.

[0048] 여기서, f_{dmax2} 역시 양수일 수도 있고 음수일 수도 있으며, 양수인 경우 아래로 볼록, 음수인 경우 위로 볼록한 그래프로 표현될 수 있다. 즉 f_{dmax2} 가 양수인 경우 DC전압(V_{DC})이 설정 값(v_0)보다 높을 때 출력주파수를 낮추어 더 작은 파워가 AC 계통으로 전달되도록 기여 하며, f_{dmax2} 가 음수인 경우 DC전압(V_{DC})이 설정 값(v_0)보다 높을 때 출력주파수를 상승시켜 DC 전압의 안정화에 기여할 수 있다.

[0049] f_{dmax1} 및 f_{dmax2} 는 부호와 크기가 조정 가능한 파라미터 이므로 사용자 필요와 선호에 따라 두 가지 방법을 사용할 수 있다. f_{dmax1} 및 f_{dmax2} 는 설정 값 보다 낮을 때와 높을 때 각각 경우의 수가 나오므로 총 4가지 타입의 제어를 사용자가 선택할 수 있다.

표 1

[0050]

		f_{dmax1}	
		+	-
f_{dmax2}	+	Option1	Option2
	-	Option3	Option4

[0051] 과도상태 주파수 결정부(320)는 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 DC 전압 순시 값을 측정하여 생성할 수 있다. 과도상태 주파수 결정부(320)는 짧은 시정수를 가진 필터의 사용을 통해 보다 빠른 주파수 제어를 가능하다. 과도상태 주파수 결정부(320)는 또한, 주파수 결정 값(f_{dyn})을 기준(정격 전압)과 동일한 DC 전압에서는($V_{DC} = v_0$) 0을 출력하여 주파수의 변화를 주지 않고, 기준(정격 전압)보다 낮은 DC 전압일 경우에는($V_{DC} < v_0$) 주파수를 더 높이거나 낮추며, 기준(정격 전압)보다 높은 DC 전압일 경우에는($V_{DC} \geq v_0$) 주파수를 더 높이거나 낮출 수 있다. 즉, 과도상태 주파수 결정부(320)는 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 주파수와 출력이 안정화된 정상 상태에서는 동작하지 않는다. 하지만, 과도상태 주파수 결정부(320)는 f_{dmax1} 및 f_{dmax2} 의 부호에 따라 전압이 낮은 구간에서는 안정 한계를 벗어나지 않는 선에서 주파수를 높이거나 낮출 수 있으며, 또한 전압이 높은 구간에서도 안정 한계를 벗어나지 않는 선에서 주파수를 높이거나 낮출 수 있기 때문에 DC 전압이 정격 전압으로부터 벌어진 사실을 인지하여 계통 여건에 맞춰 출력 주파수의 보정에 반영할 수 있다.

[0052] 그리드 포밍 주파수 제어부(330)는 상술한 수학적 식 1과 같이 정상 상태(steady state)의 주파수 결정 값(f_{steady})과 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 합산하여 출력 주파수($f_{proposed}$)를 산출한다. 그리드 포밍 주파수 제어부(330)는 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 이용하여 정상상태에서 부하 분담을 해치지 않으면서 과도적으로는 주파수 조정에 빠르고 정확한 효과를 나타낼 수 있다.

[0054] 도 4 내지 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0055] 도 4를 참조하면, 단계 S410에서 본 발명에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 정상상태 주파수를 결정한다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 상술한 수학적 식 2와 같이 정상상태의 주파수 결정 값을 산출할 수 있다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 앞서 설명한 바와 같이 정상 상태(steady state)의 주파수 결정 값(f_{steady})을 rms 방식(root mean square) 방식을 통해 계산할 수 있다.

[0056] 단계 S420에서 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 과도상태 주파수를 결정한다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 상술한 수학적 식 3 및 수학적 식 4와 같이 과도상태의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 산출할 수 있다. 그

리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 DC 전압 순시 값의 측정을 통해 계산할 수 있다. 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 짧은 시정수를 가진 필터의 사용을 통해 보다 빠른 주파수 제어를 가능하며, 앞서 설명한 바와 같이 주파수 결정 값(f_{dyn})을 기준(정격 전압)과 동일한 DC 전압에서는($V_{DC} = v_0$) 0을 출력하여 주파수의 변화를 주지 않고, 기준(정격 전압)보다 낮은 DC 전압일 경우에는($V_{DC} < v_0$) 주파수를 더 높이거나 낮추며, 기준(정격 전압)보다 높은 DC 전압일 경우에는($V_{DC} > v_0$) 주파수를 더 높이거나 낮추어 과도 상태(dynamic state)의 주파수 결정 값(f_{dyn})을 주파수와 출력이 안정화된 정상 상태에서 동작하지 않고 계통 여건에 맞춰 출력 주파수의 보정에 반영할 수 있다.

[0057] 단계 S430에서 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 결정된 정상상태 주파수와 과도상태 주파수를 이용하여 그리드 포밍 출력 주파수를 산출한다.

[0059] 이하에서는 도 5 내지 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)의 출력 주파수 제어 성능을 설명한다.

[0060] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 과도상태 주파수는 DC 전압에 대하여 상응하여 도시될 수 있다. 도 5의 회색 영역은 DC 전압이 정격 전압을 벗어날 때 상응하여 변화하는 과도상태 주파수를 나타낸 것이다.

수학적식 5

[0061]
$$f_{dmax} = k_{dyn} * m_p$$

[0063] 여기서, m_p 는 f_{steady} 항에서 나오는 droop 율을 의미하고, m_p 는 그리드 포밍 정상 상태 주파수 출력의 최대 변동 폭일 수 있다.

[0064] k_{dyn} 은 f_{dyn} 항이 f_{steady} 항 대비 얼마나 강력하게 영향을 행사하는 지에 대한 계수로, f_{dmax} 의 부호와는 별도로, f_{dmax} 의 크기를 결정하는 파라미터이며, 부호와 무관하게 값이 크면 제어효과가 더 크게 나타나고 0에 가까울수록 f_{dyn} 전체 효과가 줄어들 수 있다.

[0065] 예를 들어 k_{dyn} 을 0.4로 설정하면, f_{steady} 항 대비 f_{dyn} 항은 40%의 강력함을 가진 제어가 들어간다는 의미일 수 있으며, 주파수의 최대 변동 조정 폭이 f_{steady} 항이 100%라면 f_{dyn} 항은 40%가 될 수 있다.

[0067] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 고장 발생으로 인한 발전기의 탈락으로 계통의 에너지가 부족한 과도 상태에서, 주파수가 59.0Hz 이하로 떨어지지 않도록 제어함으로써 기존의 주파수 제어 방법인 매칭(Matching) 제어 방식 및 드롭(Droop) 제어 방식보다 안정적인 주파수 조정 성능 및 관성 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

[0068] 또한, 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 셋포인트(set-point)가 변경된 정상 상태에서, 기존의 매칭(Matching) 방식보다 셋포인트와 유사하게 p_{GFM} 를 출력하며, 드롭(Droop) 제어 방식과 거의 일치하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 그리드 포밍 전력 변환 제어 장치(100)는 병렬 운전으로부터 원하는 부하분담을 이룰 시 기존의 제어 방식에 비해 더 효과적임을 확인할 수 있다.

[0069] 이상에서, 본 발명의 실시 예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시 예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다.

[0070] 도면에서 동작들이 특정한 순서로 도시되어 있지만, 반드시 동작들이 도시된 특정한 순서로 또는 순차적 순서로 실행되어야만 하거나 또는 모든 도시된 동작들이 실행되어야만 원하는 결과를 얻을 수 있는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정 상황에서는, 멀티태스킹 및 병렬 처리가 유리할 수도 있다. 더욱이, 위에 설명한 실시 예 등에서 다양한 구성들의 분리는 그러한 분리가 반드시 필요한 것으로 이해되어서는 안 되고, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들은 일반적으로 단일 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다수의 소프트웨어 제품으로

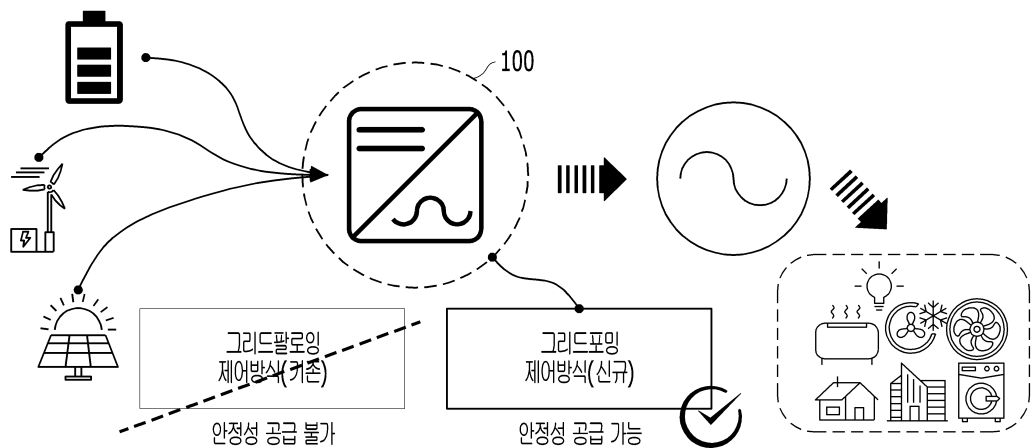
로 패키지 될 수 있음을 이해하여야 한다.

[0071]

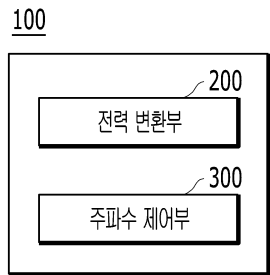
이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본 질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다

도면

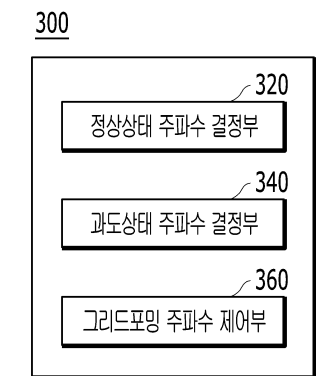
도면1



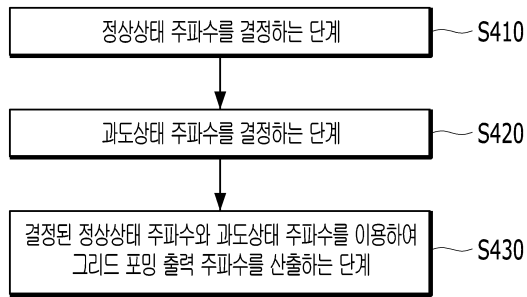
도면2



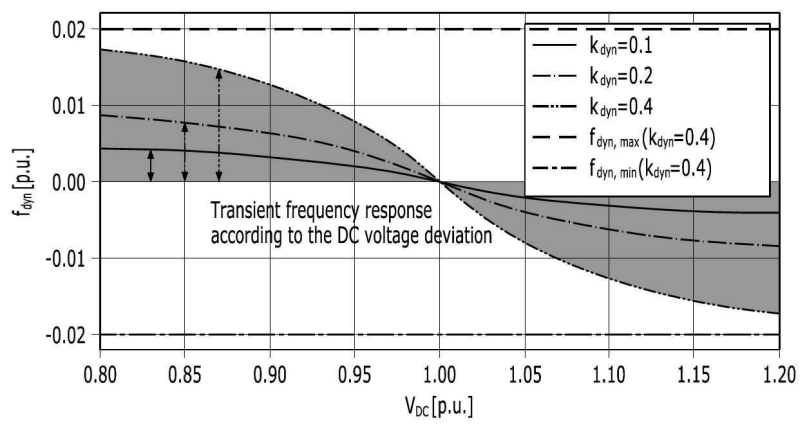
도면3



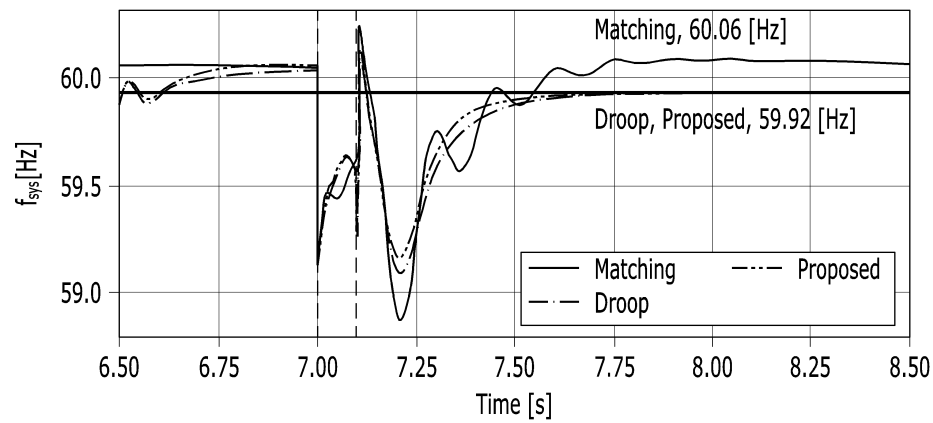
도면4



도면5



도면6



도면7

