(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월06일
(11) 등록번호 10-2019255
(24) 등록일자 2019년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2006.01) *G01R 11/48* (2006.01)
H02J 13/00 (2006.01) *H02J 3/01* (2019.01)
H02J 3/18 (2019.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/381 (2013.01)
G01R 11/48 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7003169
(22) 출원일자(국제) 2015년07월06일
심사청구일자 2017년02월03일
(85) 번역문제출일자 2017년02월03일
(65) 공개번호 10-2017-0027829
(43) 공개일자 2017년03월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/039230
(87) 국제공개번호 WO 2016/004432
국제공개일자 2016년01월07일
(30) 우선권주장
62/021,085 2014년07월04일 미국(US)
14/791,429 2015년07월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US08406019 B2*
US20120029720 A1*
US20140012427 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엑슬런트 에너지 테크놀로지스, 엘엘씨
미국 94949 캘리포니아주 노바토 피멘텔 코트 23
(72) 발명자
마탄, 스테판
미국 94945 캘리포니아주 노바토 레아 코트 487
호톤, 프레드
미국 94945 캘리포니아주 노바토 레드우드 블러바드 넘버 102 7428
마로네, 프랭크
미국 94945 캘리포니아주 노바토 레드우드 블러바드 넘버 102 7428
(74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 30 항 심사관 : 박성민

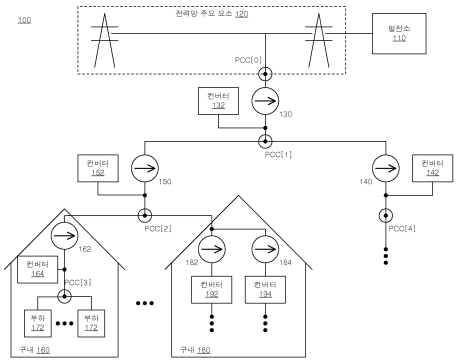
(54) 발명의 명칭 **계층형 및 분산형 전력망 제어**

(57) 요 약

제어 노드는 분산형 전력망 제어를 구현한다. 제어 노드는 전력 회사 전력망과 PCC 하류의 모든 장치 사이에 있는 공통 연결점(PCC)에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링한다. 제어 노드는 하나 또는 여러 개의 소비자 노드를 가질 수 있고, 이것은 소비자 노드 및 하류에 연결된 하나 또는 여러 개의 에너지 발생원이거나 이를 포함할

(뒷면에 계속)

대 표 도



수 있다. 제어 노드는 PCC의 전력 생산과 전력 수요 동측에서 PCC를 통해 접속부를 모니터링하고 제어한다. 제어는 PCC에서 전력망 규정 적합성을 유지할 수 있도록 PCC를 통해 제어 노드와 중앙 전력망 관리 사이에서 접속부를 조절하는 것을 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류
H02J 13/0079 (2013.01)
H02J 3/01 (2019.02)
H02J 3/1892 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전력망을 제어하기 위한 방법으로서,

공통 연결점(PCC)의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 보이는 전력 회사 전력망에 대한 PCC에서 국지적 전력 생산 장치의 전력 생산과 국지적 부하들의 전력 수요를 모니터링하는 단계 - 모니터링은 중앙 전력망 관리로부터 전기적으로 PCC 건너편에 있는 PCC의 소비자측에서 제어 노드에 의해 수행되고, 소비자측은 전력 생산 및 전력 수요와는 PCC의 동측임 -; 및

전력망측으로부터 PCC에서 보았을 때 전력망 규정 준수를 유지하기 위해, 소비자측에 국지적인 에너지로부터 무효 전력을 생산하는 것을 포함하여, PCC의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 전력의 흐름의 유효 및 무효 전력의 비율을 변경하도록, 제어 노드에 의한 모니터링 및 제어 노드로부터의 제어 신호에 응답하여 PCC와 국지적 전력 생산 장치와 국지적 부하들 사이의 전력의 흐름을 제어하는 소비자측에서의 전력 컨버터의 동작을 조절하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, PCC는 전력망 계량기로부터 전기적으로 하류에 있는 전력망에 대한 고객 구내의 연결을 포함하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, PCC는 여러 개의 고객 구내를 포함하는 인근 구역의 전력망에 대한 연결을 포함하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, PCC는 전력망의 변압기를 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, PCC는 중앙 전력망 관리의 하류에 있는 최소한 하나의 추가적인 PCC를 포함하는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 전력 생산 모니터링은 고객 구내에서 신재생 에너지 발생원에 의해 생산되는 전력의 모니터링을 포함하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 전력 컨버터의 동작을 조절하는 단계는 전력 컨버터로 PCC에서 무효 전력의 위상 편차를 조절하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 무효 전력의 위상 편차를 조절하는 단계는 PCC의 소비자측에서 전력 생산 자원부터 전력망까지 PCC를 통하여 전력 컨버터에 의해 무효 전력 출력량을 변경하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 전력 컨버터의 동작을 조절하는 단계는 PCC의 소비자측에서 전력 생산 자원부터 전력망까지 PCC를 통하여 전력 컨버터에 의해 유효 전력 출력량을 조절하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 전력 컨버터의 동작을 조절하는 단계는 전력망 관리로부터 수신되는 급전 정보에 반응하여 동작을 조절하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

전력망을 제어하기 위한 기기로서,

소비자 노드에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터;

소비자 노드와는 PCC의 동측에 있고 전력망의 중앙 전력망 관리로부터 전기적으로 PCC 건너편에 있는 PCC의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 국지적 전력 생산 장치의 전력 생산과 국지적 부하들의 전력 수요를 모니터링하기 위한 컨트롤러 - 소비자측은 전력 생산 및 전력 수요와는 PCC의 동측에 있음 -; 및

전력망측으로부터 PCC에서 보았을 때 전력망 규정 준수를 유지하기 위해, 소비자측에 국지적인 에너지로부터 무효 전력을 생산하는 것을 포함하여, PCC의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 전력의 흐름의 유효 및 무효 전력의 비율을 변경하고 PCC의 전력망측으로부터 PCC에서 보았을 때 전기적 특성을 변경하는 것을 포함하여, PCC와 국지적 전력 생산 장치와 국지적 부하들 사이의 전력의 흐름을 제어하기 위한 소비자측에서의 전력 컨버터

를 포함하는 기기.

청구항 12

청구항 11에 있어서, PCC는 전력망에 대한 고객 구내를 전력망으로 연결, 여러 개의 고객 구내를 포함하는 하위 계층의 전력망을 전력망으로 연결, 인근 구역을 전력망 또는 전력망의 하드웨어 기반 시설의 변압기로 연결하는 것을 포함하는 연결점을 포함하는 기기.

청구항 13

청구항 11에 있어서, 컨트롤러는 소비자 노드의 신재생 에너지 발생원에 의해 생산되는 전력의 모니터링을 포함한 전력 생산을 모니터링하는 기기.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 전력 컨버터는 PCC에서 전력망에서 보았을 때 무효 전력 성분의 조절을 포함해 접속부를 조절하는 기기.

청구항 15

청구항 11에 있어서, 전력 컨버터는 PCC에서 전력망에서 보았을 때 유효 전력 성분의 조절을 포함해 접속부를 조절하는 기기.

청구항 16

전력 계량 장치로서,

소비자 노드에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터;

소비자 노드와는 PCC의 동측에 있고 전력망의 중앙 전력망 관리로부터 전기적으로 PCC 건너편에 있는 PCC의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 국지적 전력 생산 장치의 전력 생산과 국지적 부하들의 전력 수요를 모니터링하기 위한 컨트롤러 - 소비자측은 전력 생산 및 전력 수요와는 PCC의 동측에 있음 -; 및

컨트롤러를 전력 컨버터에 연결하기 위한 I/O(입력/출력) - 컨트롤러는, 전력망측으로부터 PCC에서 보았을 때 전력망 규정 준수를 유지하기 위해, 소비자측에 국지적인 에너지로부터 무효 전력을 생산하는 것을 포함하여, PCC의 소비자측으로부터 보았을 때 PCC에서 전력의 흐름의 유효 및 무효 전력의 비율을 변경하고 PCC의 전력망측으로부터 PCC에서 보았을 때 전기적 특성을 변경하는 것을 포함하여, PCC와 국지적 전력 생산 장치와 국지적 부하들 사이의 전력의 흐름을 소비자측에서의 전력 컨버터가 제어하도록 하기 위해 I/O를 통해 전력 컨버터로 하나 이상의 신호를 전송하기 위한 것임 -

를 포함하는 전력 계량 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서, PCC는 전력망에 대한 고객 구내를 전력망으로 연결, 여러 개의 고객 구내를 포함하는 하위 계층의 전력망을 전력망으로 연결, 인근 구역을 전력망 또는 전력망의 하드웨어 기반 시설의 변압기로 연결하는 것을 포함한 연결점을 포함하는 전력 계량 장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서, 컨트롤러는 소비자 노드의 신재생 에너지 발생원에 의해 생산되는 전력의 모니터링을 포함한 전력 생산을 모니터링하는 전력 계량 장치.

청구항 19

청구항 16에 있어서, 컨트롤러는 전력 컨버터가 PCC에서 전력망에서 보았을 때 무효 전력 성분의 조절을 포함해 접속부를 조절하도록 I/O를 통해 신호를 전송하는 전력 계량 장치.

청구항 20

청구항 16에 있어서, 컨트롤러는 전력 컨버터가 PCC에서 전력망에서 보았을 때 유효 전력 성분의 조절을 포함해 접속부를 조절하도록 I/O를 통해 신호를 전송하는 전력 계량 장치.

청구항 21

전력망을 제어하기 위한 방법으로서,

부하가 연결된 공통 연결점(PCC)에서 전력망 네트워크에 의해 공급되는 에너지를 계량 장치로 측정하는 단계 - 계량 장치는 PCC의 소비자측에 있고, 소비자측은 부하와는 PCC의 동측임 -;

부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당긴다고 결정하기 위한 단계;

부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당긴다고 결정하는 것에 반응하여 PCC의 소비자측에서 에너지 변환 장치를 사용해 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기는 단계; 및

전력망 네트워크로부터의 유효 전력으로부터 부하로 무효 전력을 제공하기 위해 PCC의 소비자측에서 에너지 변환 장치를 사용해 전력망 네트워크로부터의 유효 전력을 무효 전력으로 변환하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 22

전력망 시스템으로서,

공통 연결점(PCC)의 소비자측에 전기적으로 연결된 여러 개의 부하; 및

PCC의 소비자측에 있는 PCC에서 여러 개의 부하에 연결된 제어 노드를 포함하고, 제어 노드는

소비자측에서 보았을 때 PCC에서 전력망 네트워크에 의해 공급된 에너지를 측정하고, 부하들 중 최소 하나가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정하기 위한 계량 장치; 및

계량 장치의 지시에 반응해 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기고, 최소한 하나의 부하에 공급하기 위해 PCC의 소비자측에서 전력망 네트워크로부터의 유효 전력을 무효 전력으로 변환하기 위한 에너지 변환 장치

를 포함하는 전력망 시스템.

청구항 23

전력망 네트워크와 접속하기 위한 방법으로서,

전력망 네트워크에 무효 전력을 제공해서 조절할 수 있는 전력망 네트워크의 상태를 확인하는 단계;

전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에서, PCC의 소비자측에 있는 에너지 변환 장치를 사용해, PCC의 소비자측에 연결된 에너지 발생원으로부터의 소비자 생산 에너지로부터 무효 전력을 생산하는 단계; 및

PCC를 통해 무효 전력을 전력망 네트워크로 공급하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 24

전력망 시스템으로서,

전력망 시스템의 전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 연결된 국지적 에너지 발생원 - 국지적 에너지 발생원은 유효 전력을 생산함 -; 및

PCC에서 국지적 에너지 발생원에 연결된 제어 노드를 포함하고, 제어 노드는

무효 전력을 전력망 네트워크로 제공해서 조절될 수 있는 전력망 네트워크의 상태를 확인하기 위한 계량 장치;

국지적 에너지 발생원으로부터의 유효 전력으로부터 무효 전력을 생산하고, PCC를 통해 무효 전력을 전력망 네트워크로 공급하기 위한 에너지 변환 장치 - 에너지 변환 장치는 전력망 커넥터를 전력망 네트워크에 임피던스 매칭시키고 전력망 네트워크의 전압에 대해 위상이 벗어나도록 에너지 변환 장치를 사용해 생성된 전류를 출력하기 위한 것임 -

를 포함하는 전력망 시스템.

청구항 25

전력망을 제어하기 위한 방법으로서,

전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 있는 소비자 구내에 위치한 계량 장치를 사용해 전류의 고조파를 포함해 부하에 의해 끌어당겨지는 전류를 측정하는 단계 - 소비자측은 부하와는 PCC의 동측이고, 중앙 전력망 관리와 전력망측과는 PCC의 반대측이고, 부하는 PCC의 소비자측에서 전기적으로 연결된 여러 개의 서로 다른 장치 중 하나를 포함함 -;

부하의 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 벡터의 각도 변위를 포함하는 벡터를 확인하기 위해 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터의 기록을 포함해 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 생성하는 단계; 및

부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해 전력망측으로부터의 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하도록 PCC의 소비자측에서 보았을 때 무효 전력의 양을 변경하기 위해 소비자측에서 전력 컨버터의 동작을 조절하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 26

전력망 시스템으로서,

전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 전기적으로 연결된 소비자 구내에 있는 여러 개의 부하 - 소비자측은 중앙 전력망 관리와 PCC의 전력망측과는 반대임 -; 및

PCC의 소비자측에서 여러 개의 부하에 연결된 제어 노드를 포함하고, 제어 노드는

PCC의 소비자측에 있는 소비자 구내에 위치한 계량 장치 - 계량 장치는 최소한 하나의 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정하고, 최소한 하나의 부하의 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 벡터의 각도 변위를 포함하는 벡터를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터의 기록을 포함해 최소한 하나의 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 생성하기 위한 것임 -; 및

부하에서 전력망으로 유입되는 잡음을 줄이기 위해 전력망측으로부터의 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 최소 하나의 부하의 잡음 기여도를 제어하도록 PCC의 소비자측에서 보았을 때 무효 전력의 양을 변경하기 위한 PCC의 소비자측에 있는 전력 컨버터

를 포함하는 전력망 시스템.

청구항 27

전력망 노드에서 전력을 모니터링하기 위한 방법으로서,

전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 있는 소비자 구내에 위치한 국지적 전력망 제어 장치에서 급전 정보를 획득하는 단계 - 소비자측은 부하와는 PCC의 동측이고, 급전 정보는 전력망 네트워크에서 보았을 때 PCC에서 전력망 네트워크의 전기적 상태를 나타냄 -;

부하에 고유한 에너지 시그니처를 확인하는 단계 - 시그너처는 부하의 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 벡터의 각도 변위를 포함하는 벡터를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함함 -; 및

부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 28

전력망 시스템으로서,

소비자 구내에서 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 전기적으로 연결된 부하; 및

소비자측에서 PCC에 있는 부하에 연결된 제어 노드를 포함하고, 제어 노드는

전력망측에서 보았을 때 PCC에서 전력망 네트워크의 전기적 상태를 나타내는 급전 정보를 획득하고; 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 확인하기 위한 컨트롤러 - 에너지 시그너처는 부하의 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 벡터의 각도 변위를 포함하는 벡터를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함함 -; 및

부하에서 전력망으로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위한 전력 컨버터

를 포함하는 전력망 시스템.

청구항 29

전력망을 제어하는 방법으로서,

전력망의 전력망 계층이 공통 연결점(PCC)의 소비자측과 연결된 분산형 에너지 자원에 대한 포화 임계값을 초과한다고 결정하는 단계 - PCC의 소비자측에서 전력망 계층에 연결된 여러 개의 소비자 노드에 있는 분산형 에너지 자원의 유효 전력 생산 능력이 전력망 계층에 대한 최고 유효 전력 수요의 임계 비율을 초과함 -; 및

분산형 에너지 자원의 유효 전력 생산을 지원하기 위해 PCC에서 중앙 전력망 관리에 의해 공급되도록 요구되는 무효 전력을 감소시키도록, 중앙 전력망 관리로부터의 PCC에서 보았을 때 전력망 계층에 대한 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 동적으로 조절하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 30

전력 계량 장치로서,

전력망의 전력망 계층에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터 - 전력망 계층은 여러 개의 소비자 노드를 포함하고 소비자 노드에서 여러 개의 분산형 에너지 자원을 포함함 -;

전력망 계층이 PCC의 소비자측과 연결된 분산형 에너지 자원에 대한 포화 임계값을 초과한다고 결정하기 위한 컨트롤러 - PCC의 소비자측에서 전력망 계층에 대한 분산형 에너지 자원의 유효 전력 생산 능력이 해당 전력망 계층에 대한 최고 유효 전력 수요의 임계 비율을 초과함 -; 및

컨트롤러를 전력 컨버터에 연결하기 위한 I/O(입력/출력) - 컨트롤러는 분산형 에너지 자원의 유효 전력 생산을 지원하기 위해 PCC에서 중앙 전력망 관리에 의해 공급되도록 요구되는 무효 전력을 감소시키도록, 전력 컨버터

가 중앙 전력망 관리로부터의 PCC에서 보았을 때 전력망 계층에 대한 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 동적으로 조절하도록 만들기 위해 I/O를 통해 하나 또는 여러 개의 신호를 전송하기 위한 것임 -

를 포함하는 전력 계량 장치.

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] **우선권**

[0002] 본 출원은 2014년 7월 4일에 제출된 미국 예비 출원 번호 62/021,085에 의거한 정규 출원이며 해당 예비 출원의 우선권 이익을 청구한다. 예비 출원은 참조로서 본 출원에 포함된다.

[0003] 본 출원은 제목이 "계층형 및 분산형 전력망 제어"인 미국 특허 출원 번호 14/791,429의 우선권 이익을 청구하는 국제 출원이다. 본 출원은 제목이 "전력망 네트워크 게이트웨이 취합"인 미국 특허 출원 번호 14/791,438과 관련이 있다.

[0004] **분야**

[0005] 본 발명은 일반적으로 전력망에 관한 것으로, 특히 전력망 내의 분산형 및 계층형 제어에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0006] **저작권 공지/허가**

[0007] 본 특허 문서의 기재된 일부에는 저작권 보호 대상의 자료가 포함될 수 있다. 저작권자는 특허 문서 또는 특허 기재 사항이 미국 특허 상표청 특허 파일 또는 기록에 나와 있으므로 어느 누구든 그것을 재생산하는 것에 반대하지 않지만 무엇이든지 모든 저작권을 보유한다. 이 저작권 공지는 아래에 나온 모든 데이터, 본 문서에 첨부된 도면 그리고 아래에 나온 모든 소프트웨어에 적용된다. 저작권 ⓒ 2015, Apparent Inc., 모든 권리 보유.

[0008] **배경**

[0009] 전통적인 전력 회사 전력망은 중앙 집중형 전력 발생원(예를 들어 석탄 발전기, 원자력 발전기, 수력 댐 발전기, 풍력 발전 단지, 기타)과 중앙 집중형 관리를 포함한다. 이러한 전력망은 다른 전력 발생원과 연결될 수도 있고 거시적 차원에서 다른 전력 발생원의 전력망 기반 시설과 전력이 공유될 수도 있다. 하지만 전통적으로 전력망은 전봇대, 송전탑을 포함한 전력 회사 송전로, 배전을 위한 변전소 같은 상당한 규모의 기반 시설을 포함한다. 전력망은 전통적으로 연결된 소비자의 최고 수요를 만족시키기에 충분한 전력을 제공할 수 있는 대형 발전기를 바탕으로 한다. 소비자에는 거주 시설, 사업체, 휴대폰 타워나 기타 유틸리티 박스 또는 기타의 전력 사용자가 포함될 수 있다. 최소한의 에너지 사용자부터 대형 상업용 장비를 위한 높은 전력 수요에 이르기까지 최고 수요가 소비자마다 다를 수 있다.

발명의 내용

[0010] 전통적인 전력망 기반 시설은 짓고 유지하는 데 많은 비용이 들어간다. 또한 중앙 전력 발생원에서 소비자로 에너지를 전달해야 하며 이 거리는 수백 마일에 달할 수 있다. 변전소와 인근 변압기 같은 기타 기반 시설은 전압을 전력망에서 공급되는 전류와 동위상으로 유지하고 전압 수준을 조정된 수준으로 유지하기 위해 중앙 집중형 관리를 통해 제어된다. 일반적으로 전력망에서 전력을 끌어당기는 전동 장비는 전력망의 역률 저하를 유발한다. 거시적 차원에서 전력망 관리를 통해 그러한 전동 장비로 인한 전력망의 역률 교란을 제어하려는 시도가 있었다. 현대의 전자 장비에 적용된 더 새로운 스위칭 전력 공급기 설계에서는 무효 전력이 필요하고 전력망에서 잡음이 유도되어 전력망의 역률과 전압 조정이 더 복잡하다.

[0011] 전력망에 의해 공급되는 전력은 일반적으로 유효 전력 성분과 무효 전력 성분으로 구성된다. 유효 전력은 전압 파형과 전류 파형이 완벽하게 동위상으로 배열되는 전력이다. 무효 전력은 전압 파형과 전류 파형이 동위상으로 배열되지 않는 전력이다. 무효 전력은 전류 파형과 전압 파형간 위상차를 바탕으로 선도하거나 지연할 수 있다.

[0012] 소비자가 보았을 때 전력은 전력 계산을 위해 제공되는 에너지 자체와는 다르게 이해할 수 있다. 전력은 일반적으로 와트-시간(Wh)으로 나타낸다. 와트-시간을 전력 회사에 의해 부과된 요금과 곱하면 소비자가 전력 회사에게 지불해야 하는 요금이 나온다. 하지만 에너지는 다르게 표현되고 여러 가지 다른 방법으로 측정할 수 있다. 예로는 VA, VI(전압 벡터 x 전력 벡터 = 볼트-암페어), VI-PF(전압 벡터 x 전류 벡터 x 역률 = W), W^2의 제곱근(와트 제곱의 제곱근 = 무효 전력에 대한 VA)이 있다. 소비자는 일반적으로 전력을 와트-시간 단위로 살펴보며 이것에서 구내에 공급되는 에너지의 비용이 계산된다. 전력 회사는 또한 사용자 구내의 무효 전력 소비량을 측정하고 이에 대해 과금하기 시작했다.

[0013] 소비자의 구내 장소에 신재생 에너지 발생원을 추가해 전력을 생산하는 전력망 소비자들이 크게 증가했다. 신재생 에너지 발생원은 주로 태양광 및/또는 풍력 전력이고 태양광 시스템이 크게 증가하고 있다. 고객 전력 발생원의 한 가지 한계는 전력을 동시에 생산하는 경향이 있고 전력망에서 사용될 수 있는 것보다 더 많은 전력이 생산될 수 있다는 점이다. 전력망 기반 시설은 전통적으로 일방향 시스템이며, 고객 구내에서 중앙 관리 및 중앙 전력 발생원으로 반송되는 유효 전력이 전력망에서 전압 제어와 무효 전력 불안정 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 문제 때문에 전력망 운영 회사들은 전력망에 연결될 수 있는 신재생 에너지량을 제한해왔다. 어떤 경우에는 전력이 전력망으로 반송되는 흐름을 제어하기 위해 소비자 구내에서 또는 근처에서 추가적인 하드웨어 또는 전력망 기반 시설이 필요하다.

[0014] 신재생 에너지 발생원으로 인한 문제 이외에도 에어컨 장치의 사용 증가와 기타 무효 전력을 많이 끌어당기는 부하 때문에 전압을 필요한 수준으로 유지하기 위해 전력망 관리에 대한 추가적인 부담이 발생된다. 최근의 고온 기후는 반복적인 절전과 정전 사태로 이어졌다. 또는 사람들이 퇴근한 후에 집에서 전력 소비량이 증가할 때 발생하는 부하량 변화를 처리하기 위해 장비 접속부 초기화로 인한 일시적인 전력망 가동 중단이 발생했다. 전통적으로 중앙 관리는 전력망 규정(예를 들어 전압 수준) 적합성을 유지해야 한다. 전력망에 연결된 어떤 것이 과전압 상태에 들어갈 때마다 전력망에서 차단되어야 하고, 이러한 상태는 주변 구역에서 추가적인 부하를 일으켜서 중앙 관리가 전력망 안정성을 복원하기 전에 전력망의 더 많은 구역에서 정전을 일으킨다.

도면의 간단한 설명

[0015] 다음 설명에는 본 발명의 실시 예를 나타낸 도면에 대한 설명이 포함된다. 이러한 도면은 예로서만 이해해야 하며, 이에 국한되지는 않는다. 본 문서에서 하나 또는 여러 개의 "실시 예"에 대한 참조는 본 발명의 최소 하나의 실시 예에 포함된 특정한 기능, 구조 및/또는 특성에 대한 설명으로 이해해야 한다. 따라서, 본 문서에 나오는 "실시 예에서" 또는 "대안적인 실시 예에서" 같은 문구는 본 발명의 여러 가지 실시 예와 구현 예를 설명하며 반드시 동일한 실시 예를 나타내는 것은 아니다. 하지만 반드시 상호 배타적인 것은 아니다.

도 1은 계층형 전력망 제어가 적용된 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 2는 인근 구역 내의 공통 연결점에서 모니터링과 제어가 이루어지는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 3은 인근 구역 간의 공통 연결에서 모니터링과 제어가 이루어지는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 4는 분산형 전력망 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 5는 계량기 모니터링을 바탕으로 컨버터에 의해 제어되는 에너지 발생원이 소비자 구내에 있는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 6은 계량기 모니터링을 바탕으로 소비자 구내를 제어하는 컨버터가 있는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이

다.

도 7은 복합 전류 벡터를 설명하는 서로 다른 에너지 시그니처를 모니터링하는 계량기가 있는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 8은 전류의 고조파 성분이 일차 전류 성분에 대해 각도 편차가 있는 시스템의 전류 성분에 대한 실시 예를 나타낸 그림이다.

도 9는 전류 벡터가 일차 전류 성분과 고조파 전류 성분으로 복합된 시스템의 전류 성분에 대한 실시 예를 나타낸 그림이다.

도 10은 공통 연결점(PCC)에서 전력을 모니터링하는 계량기의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 11은 복합 전류 벡터를 설명하는 서로 다른 에너지 시그니처를 모니터링하는 공정의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 12는 공통 연결점에서 모니터링되는 에너지 시그니처를 바탕으로 공통 연결점에서 전력 수요를 공급하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다.

도 13은 공통 연결점에서 유효-무효 전력 소비를 조절하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다.

도 14는 전력망 포화 해결을 포함할 수 있는 동적 전력망 지원을 제공하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다.

도 15는 소프트웨어 피드백 제어 하위 시스템과 하드웨어 파형 제어기가 연결된 고조파 왜곡을 제어하는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 16은 역률을 조정해서 전력을 국지적 발생원에서 전력망 연결 부하로 전송하는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 17은 분산형 전력망을 위한 노드의 실시 예에 대한 블록도이다.

도 18은 분산형 전력망 제어를 제공하는 공정의 실시 예에 대한 블록도이다.

아래에 설명한 실시 예의 일부 또는 전부에 대한 설명, 본 문서에 나온 발명 개념의 다른 가능한 실시 예와 구현 예에 대한 설명을 포함해 특정한 세부 사항과 구현 예에 대한 설명이 아래에 나온다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 문서에 설명된 것처럼, 제어 노드가 분산형 전력망 제어를 구현한다. 전력망 전반에 걸쳐 여러 개의 독립적인 제어 노드를 분산시킬 수 있다. 여러 개의 제어 노드를 다중 제어 노드에 대한 하나의 공통 제어 노드에 연결해서 제어 노드를 계층형으로 구성할 수 있다. 각각의 제어 노드가 전력망에 대한 공통 연결점(PCC)을 관리한다. PCC는 여러 개의 하류 부하 및/또는 국지적 전력 발생원이 전력망에 연결되는 연결점이다. 본 문서에서 각각의 제어 노드는 여러 부하 및/또는 에너지 발생원과 연결되기 때문에 PCC와 연계된다. 각각의 제어 노드는 다른 제어 노드와 독립적으로 전력망에 대한 접속부 또는 연결점을 관리하기 때문에 전력망 제어 정보가 전력망 전반에 걸쳐 분산될 수 있다.

[0017] 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 전력 회사 전력망과 PCC 또는 제어 노드의 하류에 있는 모든 장치 사이에 있는 해당 PCC에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링하고 관리해서 다른 제어 노드와 독립적으로 운용된다. 하류 장치에는 태양광 발전 및/또는 풍력 발전 같은 에너지 발생원, 유효 및/또는 무효 전력 소비자(예를 들어 소비자 노드) 같은 부하, 다른 PCC 또는 다른 제어 노드가 포함될 수 있다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 전력망 규정 적합성을 유지할 수 있도록 접속부 또는 연결점을 관리한다. 실시 예에서, 제어 노드에는 많은 소비자 노드와 많은 하류 연결된 에너지 발생원이 있을 수 있다. 소비자 노드는 고객 구내일 수 있다. 실시 예에서, 고객 구내에 여러 개의 소비자 노드가 포함될 수 있다. 실시 예에서, 소비자 노드에 여러 개의 고객 구내가 포함될 수 있다. 실시 예에서, 하나의 제어 노드가 여러 개의 고객 구내를 관리할 수 있다. 각각의 제어 노드는 하류에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링하고 전력망 내의 수요가 허용 수준 내에 있도록 만들 수 있다. 제어 노드는 PCC에서 전력망 규정 적합성을 유지할 수 있도록 PCC를 통해 제어 노드와 중앙 전력망 관리 사이에서 접속부를 조절해서 전력망 제어를 제공할 수 있다.

[0018] 실시 예에서, 제어 노드가 하류의 유효 전력 소비를 조절한다. 실시 예에서, 제어 노드가 하류의 무효 전력 소비를 조절한다. 실시 예에서, 제어 노드가 하류의 무효 전력 발생을 조절한다. 실시 예에서, 제어 노드가 하류

의 유효 전력 발생을 조절한다. 실시 예에서, 제어 노드는 전력망의 시각으로 PCC에서 보았을 때(즉, 전력망측에서 보았을 때 또는 중앙 전력망 관리에서 또는 PCC를 통해 하류를 보는 전력망 기반 시설에서 보았을 때) 전력의 양과 유형을 관리하기 위해 PCC에서 에너지를 제어한다.

[0019] 도 1은 계층형 전력망 제어가 적용된 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템 100은 계층형 제어 전력망을 나타낸다. 실시 예에서, 시스템(100)은 발전소(110)와 전력망 주요 요소(120)를 포함한다. 그렇더라도, 실시 예에서, 중앙 전력망 관리와 중앙 전력망 발전소에 연결할 필요 없이 계층형 전력망을 적용할 수 있다. 시스템(100)은 전력 소비자가 서로 연결되고 전력 발생원에 연결되는 전력망 시스템을 나타낸다.

[0020] 발전소(110)는 전력망 주요 요소(120)에 전력을 공급하는 대규모 발전소를 나타낸다. 발전소(110)는 전통적으로 수력 댐 발전기, 원자력 발전기, 석탄 발전기 또는 대규모 풍력 발전 단지이다. 최근의 대규모 태양광 발전 단지도 포함되었다. 전력망 주요 요소(120)는 송전탑, 전력 선로, 변압기, 변전소, 그밖에 소비자와 발전소(110)를 연결하는 기반 시설을 포함한다. 전력망 주요 요소(120)는 전력을 수마일에 걸쳐 전송하는 고전압 전력 선로를 갖춘 전력망 기반 시설을 포함한다. 실제로는 여러 개의 전력 발생원 또는 발전소를 같은 전력망 주요 요소(120)에 연결할 수 있지만, 모두 대규모이고 일반적으로 가능한 많은 전력을 만들어내고 많은 고객에게 서비스를 제공하도록 설계된다. 전력망 주요 요소(120)는 전통적으로 발전소(110)에서 소비자로 이루어지는 일방향 배전을 위해 설계되었다. 여기서, "전력망" 또는 "전력 회사 전력망"은 발전소(110)와 전력망 주요 요소(120) 기반 시설을 의미할 수 있다.

[0021] 실시 예에서, 전력망은 여러 개의 서로 다른 전력망 계층으로 계층화해서 나눌 수 있는 네트워크로 생각할 수 있다. 각각의 전력망 계층은 개별 제어 노드로 제어할 수 있다. 실시 예에서, 시스템(100)은 제어 노드 130, 140, 150을 포함한다. 각각의 제어 노드는 전력망의 여러 부하 및/또는 여러 하위 계층이 연결되는 공통 연결점(PCC)을 관리할 수 있다. PCC는 각각의 계층과 하위 계층을 서로 및/또는 전력망에 연결할 수 있다.

[0022] PCC는 전기적 등가 지점 또는 그 대신에 지리적 연결점일 수 있다고 이해된다. 계층 구조의 맨 위에 PCC[0]이 예시되어 있고, 이것은 모든 하류의 계층과 일부분을 직접적으로 서로 연결한다. PCC[0]는 또한 모든 하류 지점을 전력망 주요 요소(120)에 연결할 수 있다. 여기서, "하류"는 배전 경로에서 멀리 떨어져 있는 장치 또는 물품을 말한다. 따라서, 주택 또는 고객 구내가 전력망 배전 경로의 한 지점에 위치할 수 있다. 또한 고객 구매는 배전 경로에서 하류에 속한다. 추가적인 구조가 있는 다른 전력망 계층은 PCC[0]에서 보았을 때 하류일 수 있다고 이해된다. 그 이유는 발전소(110)에서 멀리 떨어져 있고, 따라서 중앙 전력망 관리에서 보았을 때 배전 경로에서 멀리 아래쪽에 있기 때문이다.

[0023] 시스템(100)을 전력망 주요 요소(120)와 발전소(110)가 있거나 없을 수 있는 전력망 네트워크라고 부를 수 있다. 전력망 네트워크는 각각의 PCC가 여러 개의 하위 PCC를 취합하는 계층 구조일 수 있다. 각각의 PCC가 모든 하류 장치에 대한 연결점을 제공한다. PCC[0]은 시스템(100) 계층 구조의 상단에 있다. 실시 예에서, 도시되지 않은 여러 개의 추가 장치가 PCC[0]에 연결될 수 있다. 도시되지 않은 그러한 다른 장치는 노드(130)와 평행하게 PCC[0]에 연결된다. 전력망 네트워크 계층 구조의 가장 낮은 단계는 PCC[3]에서 연결된 고객 구내(160)의 노드(162)와 같은 고객 구내의 제어 노드이라고 이해된다. 실시 예에서, 고객 구내에 하나 또는 여러 개의 제어 노드가 있다. 실시 예에서, 시스템(100)에 제어 노드가 없는 고객 구내가 있다.

[0024] 시스템(100)에서, 두 고객 구내가 예시되어 있다. 하나는 고객 구내(160)이고 다른 하나는 고객 구내(180)이다. 또한 고객 구내를 소비자 또는 소비자 노드라고 부를 수 있다. 실시 예에서, 고객 구매에는 가정집, 사업장, 공원, 부하, 자동 온도 조절기, 펌프, 자동차 충전소 및/또는 기타 전력 소비자가 포함될 수 있다. 각각의 고객 구내는 전력을 사용해 운용되는 하나 또는 여러 개의 부하 또는 장치를 포함한다. 실시 예에서, 고객 구내(160)는 하나의 제어 노드(162)를 포함한다. 실시 예에서, 고객 구내(180)는 여러 개의 제어 노드(182, 184)를 포함한다. 고객 구내에 제어 노드가 없거나 여러 개가 있을 수 있다. 전력망 네트워크 설계 그리고 고객 구내의 부하 및 전력 발생원 개수에 따라 하나의 고객 구내에 많은 제어 노드가 있을 수 있다. 시스템(100)에 기타 고객 구내가 포함될 수 있다. 에너지 생산을 포함하는 고객 구내가 없거나 여러 개가 있을 수 있고, 이에 대한 자세한 설명이 다른 도면과 관련해 아래에 나온다.

[0025] 실시 예에서, 각각의 PCC는 제어 노드와 연계된다. PCC와 연계된 제어 노드는 제어 노드의 전기적 운용을 관리하거나 제거한다. 예를 들어, 실시 예에서, 시스템(100)에서는 제어 노드(130)가 PCC[1]과 연계되고, PCC[1]의 전력망측에서 보았을 때 PCC[1]의 하류에 있는 부하 수요와 전력 생산을 관리한다. 전력망측에서 본다는 것은 어떠한 순수 전력 수요(필요한 전력 또는 생산된 전력)가 해당 지점에 존재하는지를 말한다. 전력망측에서 본다는 것은 또한 해당 지점의 하류를 보았을 때 어떠한 위상 편차 또는 순수 무효 전력이 존재하는지를 말한다.

PCC는 생산과 수요에 대한 취합점이다. 순수 전력 수요는 PCC의 동일한 계층 또는 부분 내에서 생산되는 유효 전력 및 무효 전력과 비교하여 부하 수요를 바탕으로 요구되는 유효 전력과 무효 전력의 차이일 수 있다. 동일한 계층은 PCC "내에" 있는 것을 말할 수 있다. 다시 말해서, PCC에 연결된 하류 네트워크 내에 있는 것을 말한다.

[0026] 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 자체의 PCC를 독립적으로 제어할 수 있다. 따라서, 제어 노드(130)는 PCC[1]을 제어하고, 제어 노드(150)는 PCC[2]를 제어하고, 제어 노드(140)는 PCC[4]를 제어하고, 제어 노드(162)는 PCC[3]을 제어한다. 실시 예에서, 독립적인 제어는 PCC를 가능한 전력망 규정 적합성과 가깝게 유지하기 위해서 각각의 제어 노드가 해당 PCC의 운용을 모니터링하고 제어하는 것을 말한다. 각각의 제어 노드가 항상 완전한 적합성을 달성하는 것이 불가능할 수도 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 예를 들어 현재의 제어 노드에서 인접한 제어 노드를 향해 보았을 때 어떤 수요가 보이는지와 같이 인접한 제어 노드의 출력을 바탕으로 운용된다. 하지만, 다른 제어 노드의 운영을 살펴보아서 운용을 제어한다고 해서 각각의 제어 노드의 운용이 서로 의존한다는 것을 의미하지는 않는다. 반대로, 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 다른 것들의 운용과 상관없이 전체(그것 "아래에서" 또는 하류에서 연결된 모든) 노드가 모든 요건을 충족시키도록 만든다. 인접한 제어 노드 또는 인접한 PCC의 성능 또는 운용을 모니터링하는 것은 운용 방법을 결정하고 전력망을 향한 상류에 대한 지원 제공 여부를 결정하기 위한 고려 사항일 수 있다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 중앙 데이터 센터에서 및/또는 중앙 전력망 관리에서 입력을 수신하고 응답할 수 있지만 그러한 입력의 유무와 상관없이 운용될 수 있다. 따라서, 각각의 제어 노드는 그것의 연결점에서 보았을 때 순수 전력 운용을 제어하기 위해 독립적으로 운용된다.

[0027] 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 컨버터 또는 인버터 장치와 계량 장치를 포함한다. 실시 예에서, 컨버터는 전력 변환 장치 또는 간단히 변환 장치를 말한다. 컨버터에는 운용 및/또는 PCC의 접속부를 제어하기 위해 함께 운용될 수 있는 하나 또는 여러 개의 컨버터를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드와 컨버터는 개별 장치이다. 따라서, 컨버터(132)는 제어 노드(130)의 일부일 수도 있고 간단하게 PCC[1]에서 그것에 연결할 수도 있다. 이와 비슷하게, 컨버터(142)는 제어 노드(140)와 연계되고, 컨버터(152)는 제어 노드(150)와 연계되고, 컨버터(164)는 제어 노드(162)와 연계되고, 컨버터(192)는 제어 노드(182)와 연계되고, 컨버터(194)는 제어 노드(184)와 연계된다. 다른 네트워크 구성도 가능하다. 시스템(100)의 전체가 예시된 것은 아니라고 이해된다.

[0028] 앞서 말한 것처럼, 각각의 고객 구내는 부하이거나 부하를 포함할 수 있다. 고객 구내(160)는 하나 또는 여러 개의 부하(172)를 포함한다. 각각의 부하(172)가 전력을 소비한다. 부하(172)는 수요에 대한 유효 전력 성분과 수요에 대한 무효 전력 성분이 있는 전력에 대한 수요를 생성할 수 있다. 전통적으로 무효 전력은 전력망에 의해 제공되었다. 단, 고객 구내의 현장에 있는 대형 장비(예를 들어 캐패시터 뱅크 및/또는 유도 모터)는 예외이다. 부하(172)는 조명, 컴퓨터 장비, 엔터테인먼트 장치, 모터, HVAC(난방, 환기, 냉방) 장비, 가전 제품과 주방 용품, 그밖에 운용을 위해 전기가 필요한 기타 유형의 장치와 같이 어떤 형태의 부하도 될 수 있다. 그러한 장치는 콘센트에 플러그를 꽂아 충전하는 충전식 장치를 포함할 수 있다. 이러한 장치 중 다수가 무효 전력 수요를 생성한다. 이러한 무효 전력 수요는 해당 부하에 대한 PCC에서 볼 수 있고, 그러한 수요가 충족되지 않으면 다른 PCC의 상류에서 볼 수 있다. 실시 예에서, 노드(162)와 컨버터(164)가 부하(172)에 대한 무효 전력을 제공할 수 있다.

[0029] 고객 구내(180)내에 여러 부하(특정적으로 도시되지 않음)가 있는 것으로 이해된다. 실시 예에서, 컨버터(164)가 PCC[3]과 연결되고 이것은 부하(172)와 연결된다. 실시 예에서, 컨버터(192)와 컨버터(194)를 부하와 PCC(PCC[2]) 사이에 연결할 수 있다. 컨버터(164)는 PCC[3]과 연결되고 PCC[3]에서 특정한 성능 매개 변수를 유지할 수 있게 운용되도록 구성할 수 있다. 실시 예에서, 실제로는, 컨버터(164)가 PCC[3]과 제어 노드(162) 계량기 사이에 연결된다. 성능 매개 변수가 PCC의 유효 전력과 무효 전력의 제어와 연계될 수 있다. 실시 예에서, 컨버터가 부하와 PCC 사이에 연결되면 컨버터가 그것과 연결된 특정한 하나 또는 여러 부하를 유지하도록 구성된다.

[0030] 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 제어 노드에 장착되었거나 그것과 연계되었거나 그것의 일부인 계량 장치 또는 에너지 계량기를 포함한다. 계량 장치의 실시 예에 대한 자세한 내용이 아래에 나온다. 계량 장치는 PCC에서 에너지 사용을 측정하고 하류에서 순수 전력 수요 또는 전력 생산을 측정한다. 실시 예에서, 계량 장치는 PCC에서 전력망 네트워크 운용의 모니터링을 구현한다. 실시 예에서, 계량 장치는 에너지 시그니처를 측정할 수 있다. 각각의 컨버터가 PCC에서 전력 사용을 제어할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터가 PCC에서 유효 및/또는 무효 전력의 사용을 제어한다.

[0031] 실시 예에서, 시스템(100)의 전력망 계층 구조는 소비자 구내에서 하나 또는 여러 개의 제어 노드, 인근 구역

내에서 하나 또는 여러 개의 제어 노드, 변전소에서 하나 또는 여러 개의 제어 노드 또는 다른 계층 구조를 포함할 수 있다. 계층 구조에 있는 각각의 제어 노드는 그것 아래의 운용을 독립적으로 제어하고 상류로 보고한다. 따라서, 각각의 제어 노드는 전력망의 적합성을 독립적으로 관리할 수 있다. 전력망 네트워크의 한 계층에서 고장이 발생하면 해당 PCC 아래의 하위 네트워크 밖에서 고장이 관찰되거나 발생하는 것을 막기 위해서 계층 구조 상위에 있는 또는 상류에 있는 노드가 운용을 조절할 수 있다. 따라서, 분산형 전력망이 더 빠르고 효율적으로 고장에서 복구할 수 있고 전력망의 다른 계층에서 고장이 발생할 위험을 줄일 수 있다. 예를 들어, 전력망 네트워크에서 각각의 분산형 제어 노드가 PCC에서 전력망에 대한 연결 요건을 충족시키면서 연결을 유지하기 위해 무효 전력과 유효 전력 소비를 동적으로 조절할 수 있다.

[0032] 실시 예에서, 시스템(100)의 각각의 분산형 제어 노드는 전력망 또는 전력망 네트워크가 연계된 PCC를 통해 전력망 계층을 어떻게 바라보는지를 제어할 수 있다. 따라서, 제어 노드(130)는 전력망이 PCC[1]의 하류에 있는 모든 것을 어떻게 바라보는지를 제어할 수 있고, 제어 노드(150)는 전력망 또는 전력망 네트워크가 PCC[3]의 하류에 있는 모든 것을 어떻게 바라보는지를 제어할 수 있고, 이하도 마찬가지다. 전력망이 PCC를 통해서 전력망의 계층을 어떻게 바라보는지를 제어할 수 있어 전력망 네트워크의 계층 내에서 적응성을 더 높일 수 있다. 예를 들어, 현재의 규정에 따라 특정한 인버터는 특정 조건(과전압, 과전류, 절연 및/또는 기타 조건)의 위반 때문에 오프라인이어야 하지만, PCC와 전력망의 연결을 제어하면 전력망이 PCC를 통해서만 계층을 바라볼 수 있다. 따라서, 각각의 제어 노드는 PCC에서 전력망 네트워크에 대한 연결을 제어할 수 있고 인버터가 복구를 시도하기 위해 더 오래 온라인으로 유지될 수 있다. PCC의 하류에 있는 각각의 인버터는 전체적으로 PCC에 연결된 장치들이 적합하다면 이론적으로 패스쓰루 요건 및/또는 과전압 요건을 일시적으로 위반할 수 있다. 실시 예에서, PCC의 제어 노드와 컨버터가 다른 컨버터의 지원이 제공되도록 유발할 수 있다면 또는 PCC에서 순수 상태를 변경하기 위해 그러한 컨버터에서 행동이 변경되는 경우에, 각각의 인버터가 비슷하게 일시적으로 전력망 상태를 위반할 수 있는 반면에, 제어 노드가 PCC 내의 다른 장치의 운용을 변경해서 PCC를 적합성 내에 유지한다.

[0033] 실시 예에서, 전력망 또는 전력망 네트워크의 분산형 제어는 전력망 차단이 발생했을 때 공통 연결점을 밖으로 밀어내는 것을 포함한다. 일반적으로 PCC[2]에서 전력망 고장을 일으키는 해당 지점의 문제를 고려해 본다. 실시 예에서, 제어 노드(150, 130)가 그러한 상태를 탐지할 수 있다. 제어 노드(150)는 예를 들어 무효 전력 제어를 변경하는 것과 같이 컨버터(152)를 통해 PCC[2]에서 전력망 상태를 변경시키기 위한 시도를 할 수 있다. 또한 제어 노드(150)가 제어 노드(130)에게 상태를 통보할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드(130)는 PCC[1]에서 관찰되는 순수 상태의 균형을 유지하기 위해 운용을 변경하도록 제어 노드(140)에게 신호를 전송해서(예를 들어 컨버터(142)를 통해) 상태에 반응한다. 또한 제어 노드(130)는 상태에 반응해서 컨버터(132)의 운용을 변경할 수 있다. 제어 노드의 운용에 따라 PCC[2]는 표준에 의해 허용될 수 있는 것보다 더 오랫동안 고장 상태가 유지될 수 있지만 PCC[1]의 상태를 표준과 규정에 적합하도록 만들 수 있다. 따라서, PCC[2]와 그 장비가 계속해서 문제 교정을 위한 시도를 할 수 있다.

[0034] 따라서, 제어 노드의 분산과 그러한 노드를 통한 제어 운용의 분산은 접합성 지점을 발전기 및/또는 전력망 주요 요소 방향으로 가능한 멀리 밀어내서 국지적 교란의 영향을 최소화할 수 있다. 따라서, 실시 예에서, 전력망 네트워크(100) 계층 구조의 각 지점은 적합성을 위해 별개의 제어 지점이다. 실시 예에서, 시스템(100)은 계층 구조 위아래에서 분산형 중복 적합성을 제공한다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 접합성 내에서 운용을 시도한다. 그러한 운용은 일반적으로 전력망의 각각의 계층과 하위 계층이 적합성을 향해 운용되도록 보장한다. 하지만 한 레벨에서 고장이 발생하는 경우에 더 높은 레벨에서 그것을 교정할 수 있다면 전력망이 아래로 내려가지 않는다. 예를 들어, 제어 노드(130)가 PCC[2]에서 발생한 고장에 반응해 운용을 조절할 수 있다면 제어 노드(150)와 그 하류에 있는 모든 것이 온라인 상태를 유지해서 오류 상태의 교정을 시도할 수 있다. 그러한 운용에서, 상태를 보정할 수 없는 마지막 제어 지점이 있을 때까지 전력망의 계층이 아래로 내려가지 않는다.

[0035] 도 2는 인근 구역 내의 공통 연결점에서 모니터링과 제어가 이루어지는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(200)은 전력망 네트워크를 포함하며 도 1의 시스템(100)의 실시 예에 따른 전력망 네트워크 및/또는 시스템의 한 예일 수 있다. 전력망(210)은 전력망 기반 시설을 나타내고, 이러한 전력망 기반 시설은 중앙 발전기 또는 발전소와 중앙 전력망 제어(특정적으로 도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0036] 인근 구역(230)은 전력망 네트워크의 계층 또는 하위 계층을 나타낸다. 인근 구역(230)은 PCC(220)를 통해 전력망(210)과 연결된다. PCC(220)는 제어 노드(222)와 연계된다. 제어 노드(222)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드일 수 있으며, PCC(220)에서 전력망의 성능을 제어하기 위한 처리 로직을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드(222)는 PCC의 운용을 제어하기 위한 컨버터를 포함한다. 실시 예에서, 인근 구역은 시스템(200)에 대한 분산형 제어의 계층 구조 내에 있는 한 레벨이다. 계층 구조의 다른 레벨은 특정적으로 도시되지 않았

다. 하지만 PCC(220)를 분산형 제어 노드가 있는 다른 PCC를 통해 전력망(210)에 연결할 수 있다.

[0037] 실시 예에서, 인근 구역(230)은 전력망의 계층 또는 하위 계층일 수 있다. 인근 구역(230)은 일반적으로 전력망의 고객 구내의 집합 또는 집단을 나타낸다. 이러한 집단은 제어 노드에 의해 제어되는 임의의 집단일 수 있다. 실시 예에서, 그러한 집단은 예를 들어 하나의 변압기, 하나의 변전소 또는 다른 집단이 담당하는 모든 고객 구내일 수 있다. 실시 예에서, 인근 구역은 공통 연결점 PCC(220)를 통해 전력망 210에 연결되는 여러 개의 건물 및/또는 부하와 전력 생산을 갖춘 대형 고객 구내일 수 있다. 이러한 시나리오에서, 하나의 고객 구내에 여러 집단이 있을 수 있다. 실시 예에서, 제어 계량기에 연결된 모든 것 또는 동일한 제어 계량기 또는 제어 노드의 하류에 있는 모든 것은 다른 제어 계량기에 연결된 기타 장치(부하)에 의해 별도로 제어될 수 있다. 제어 계량기는 전력망에 연결된 모든 부하의 연결을 제어할 수 있다.

[0038] 고객 구내(240)를 고려해 본다. 실시 예에서, 고객 구내(240)는 계량기(242), 컨버터(244), 부하(246), 에너지 발생원(248)을 포함한다. 부하(246)는 여러 가지 유형과 개수의 부하를 포함할 수 있다. 컨버터(244)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 컨버터일 수 있다. 에너지 발생원(248)은 어떤 유형이든 국지적 에너지 발생원을 포함할 수 있다. 태양광 발전과 풍력 발전이 일반적인 국지적 전력 발생원이다. 그러한 발생원은 국지적으로 사용 및/또는 전력망으로 반환할 수 있는 전력을 생산하기 때문에 일반적으로 "전력" 발생원이라고 부른다. 하지만 전통적인 시스템은 전력 또는 전압과 전류의 곱(P=VI)의 관점에서 발생원의 출력을 조정한다. 그러한 전통적인 운용은 특정한 전류 및/또는 전압으로 고정되지 않으면 에너지를 더 유연하게 사용할 수 있다는 것을 고려하지 못한다. 전력 조정은 반드시 전력 손실로 이어진다.

[0039] 전통적인 접근법과 반대로, 컨버터(244)는 발생원(248)에서 생산되는 에너지를 부하(246)에서 필요로 하는 유효, 무효 또는 혼합 전력 같은 어떤 유형의 전력으로도 변환할 수 있다. 더욱이, 컨버터(244)는 에너지를 유효 및/또는 무효 전력의 형태로 PCC(220)를 통해 전력망(210)으로 반송할 수 있다. 따라서, 발생원(248)은 시스템(200)과 관련해서 "에너지" 발생원으로 부르는 것이 더 적합하다. 왜냐하면 출력을 특정한 전압이나 전류로 조정하지 않고 에너지를 전송하기 때문이다. 그러한 컨버터에 대한 자세한 내용이 아래에 나온다.

[0040] 생산의 의미에서 전력이 제한적인 것처럼, 전력 계량은 고객 구내(240)의 운용을 모니터링하고 계량하는 의미에서 제한적이다. 에너지를 측정한 방법은 여러 가지가 있다. 일반적으로, 에너지 측정 방법에 대해 자세히 살펴보지 않고서는 에너지를 정확히 측정하는 것은 불가능하다고 가정된다. 따라서, 계량기(242)가 에너지 측정을 수행할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(242)는 와트-시간(Wh) 대신에 에너지를 측정하는 제어 계량기이다. 실시 예에서, 계량기(242)의 운용은 시스템(200)에서 에너지 소비와 에너지 전송을 제어하는 데 사용할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(242)는 부하(246)의 에너지 시그니처를 추적해서 공통 연결점을 제어하는 방법을 결정할 수 있다. 특정적으로 도시되지 않았고 이와 같이 표시되지 않았지만, 계량기(242)와 컨버터(244)를 함께 사용하면 고객 구내(240)에서 제어 노드를 제공할 수 있다고 이해된다. 따라서, 부하(246)를 컨버터(244)와 계량기(246)에 연결하는 지점은 PCC가 될 수 있다. 고객 구내(240)의 PCC는 에너지 발생원(248)을 통한 전력 생산과 부하(246)의 전력 소비 또는 전력 수요를 포함한다.

[0041] 실시 예에서, 인근 구역(230)은 비슷하게 계량기(252), 컨버터(254), 부하(256), 에너지 발생원(258)을 포함하는 추가적인 고객 구내(250)를 포함한다. 부하(256) 및/또는 에너지 발생원(258)의 수량과 유형은 부하(246)와 에너지 발생원(248)과 반드시 같아야 하는 것은 아니다. 그보다는, 각각의 고객 구내는 부하 및/또는 전력 생산을 얼마든지 가질 수 있다. 실시 예에서, 인근 구역(230)은 에너지 발생원이 있는 고객 구내를 얼마든지 가질 수 있다. 실시 예에서, 인근 구역(230)은 에너지 발생원이 없는 하나 또는 여러 개의 고객 구내를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 에너지 발생원이 없는 고객 구내에는 계량기, 전력 컨버터 같은 제어 노드를 설치할 수 있다. 자세한 내용이 아래에 나와 있다.

[0042] 인근 구역(230) 내의 계량기(예를 들어 계량기(242), 계량기(252), 기타)는 서로 통신해서 계량 및/또는 제어 정보를 공유할 수 있다. 실시 예에서, 이처럼 계량기간에 또는 제어 노드간에 정보 공유가 이루어지기 때문에 계량기 및/또는 제어 노드가 인근 구역 PCC(220)에 대한 공통 연결점(PCC)을 네트워크에 어떻게 이동해야 하는지 또는 서로 다른 PCC를 통한 제어가 네트워크에서 또는 전체적으로 전력망에서 어떻게 발생하는지를 제어할 수 있다. 계량 노드간의 통신을 위해 매개물을 사용할 수 있다. 서로간에 및/또는 중앙 데이터 센터와 정보를 공유할 수 있기 때문에 네트워크 또는 전력망이 전력망에서 발생하는 것을 바탕으로 적응적으로 운용될 수 있다. 따라서, 실시 예에서, 시스템(200)은 분산형 실시간 데이터 모니터링 및 공유를 구현한다. 데이터를 수신하는 기타 장치는 무효 전력 보상을 제공해서 PCC의 순수 운용을 변경할 수 있는 제어 범위 내에서 전압 지원을 제공 및/또는 유효 전력 운용을 변경할 수 있다.

[0043] 앞서 말한 것처럼, 실시 예에서, PCC에 연결된 하나 또는 여러 개의 고객 구내는 태양광 시스템 같은 에너지 발생원을 포함한다. 예시된 것처럼, 고객 구내(240)와 고객 구내(250)는 각자의 에너지 발생원(248, 258)을 포함한다. 에너지 발생원이 있는 인근 구역(230) 내의 각각의 고객 구내는 발생원에서 공급되는 에너지의 분배를 제어하기 위해 각자의 전력 컨버터(246, 256)를 포함한다. 실시 예에서, 각각의 컨버터 덕분에 고객 구내는 에너지 발생원에서 국지적 부하(예를 들어 246, 256)까지 유효 및/또는 무효 전력을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 컨버터는 에너지 발생원에서 다시 전력망으로(예를 들어 인근 구역(230)이 전력망과 연결되는 PCC(220)를 통해 전력망(210)으로) 유효 및/또는 무효 전력을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 한 고객 구내의 한 컨버터에서 제공되는 전력은 PCC에서 보았을 때 전력 사용에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 국지적 소비를 위해 및/또는 고객 구내(240)의 컨버터(244)에 의해 전력망으로 반송되기 위해 생산된 전력은 계량기(252)와 컨버터(254)가 PCC(220)에서 바라본 순수 전력 사용을 변경할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 컨버터는 인근 구역 내의 인접한 고객 구내의 전력 사용을 지원할 수 있다. 따라서, 각각의 고객 구내(240, 250)는 먼저 자기 충족을 위해 운용되고 인근 구역(230)으로 확장될 수 있고, 그 다음에 전력 계층 구조를 다른 인근 구역으로 및/또는 전체적으로 전력망(210)으로 올릴 수 있다.

[0044] 전력이 시스템(200)의 계층 구조 위로 제공될 수 있기 때문에, 시스템(200)은 또한 전력망 네트워크의 계층 구조 또는 조직의 각각의 다른 레벨에서 분리를 달성할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 계량기(242, 252)는 장치 자체의 하류에 있는 전력망 계층 내에서 그리고 인접 계량기에서 국지적 운용까지 국지적 운용을 모니터링한다. 예를 들어, 인근 구역(230) 내의 또는 전력망의 각각의 계층 구조 내의 계량기는 모니터링 정보를 공유하거나 분산할 수 있다. 여기에는 전력 수요와 전력 생산 정보가 포함될 수 있다. 따라서, 각각의 계량기는 국지적 운용을 경청하고 국지적 구역 밖에서 무슨 일이 일어나고 있는지 알 수 있다. 실시 예에서, 그러한 운용 덕분에 시스템(200)은 전체적으로 전력망에서 무슨 일이 발생하고 있는지에 따라 PCC를 이동시킬 수 있다. 위에 설명한 것과 비슷하게, 인근 구역(230) 내의 어떤 것에서 작동 중지 또는 오류 상태가 발생하면 인근 구역(230)이 전력망의 반응을 전환하기 위해 분리의 경로를 변경한다. 인근 구역(230)은 인근 구역 내에 있는 제어 노드의 개별 운용을 통해 그리고 제어 노드(222)를 통해 분리의 경로를 변경할 수 있다. 그러한 운용은 전력망이 더 오랫동안 작동 상태를 유지하도록 만든다. 실시 예에서, 인근 구역(230)은 전력망의 하위 집단 내의 무효 전력 수요를 효과적으로 제어할 수 있는 반면에, 전체적으로 전력망에서 유효 전력만을 가져올 수 있다. 그러한 운용은 PCC(220)와 전력망 네트워크 계층 구조 내의 다른 PCC에서 정보의 취합을 통해 가능하다. 따라서, 실시 예에서, 인근 구역(230)은 전력망(210)의 중앙 처리 또는 전력망 관리 운용을 요구하거나 기다라지 않고 그 자체가 PCC(220)에서 전력망 사건에 반응한다. 실시 예에서, 시스템(200)은 전력망의 사건에 따라 PCC의 적용 범위를 동적으로 재정의할 수 있다.

[0045] 도 3은 인근 구역 간의 공통 연결에서 모니터링과 제어가 이루어지는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(300)은 전력망 네트워크를 포함하며 도 1의 시스템(100)의 실시 예 및/또는 도 2의 시스템(200)에 따른 전력망 네트워크 및/또는 시스템의 한 예일 수 있다. 전력망(310)은 전력망 기반 시설을 나타내고, 이러한 전력망 기반 시설은 중앙 발전기 또는 발전소(302)와 중앙 전력망 제어(특정적으로 도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 시스템(300)은 두 개의 인근 구역(324, 334)을 예시하지만, 인근 구역은 얼마든지 시스템(300)에 포함될 수 있다고 이해된다. 예시된 것처럼, 인근 구역(324)은 인근 구역(334)의 상류에 있다. 인근 구역(324)이 인근 구역(334)보다 발전소(302)에 더 가깝기 때문이다.

[0046] 각각의 인근 구역(324, 334)은 본 문서에 나온 인근 구역의 실시 예에 따른 전력망의 계층 또는 하위 계층을 나타낸다. 인근 구역(324)은 PCC(320)를 통해 전력망(310)에 연결되고, 이것은 분산형 제어 노드(322)와 연계된다. 인근 구역(334)은 PCC(330)를 통해 전력망(310)에 연결되고, 이것은 연계된 분산형 제어 노드(332)가 있다. 실시 예에서, 인근 구역(324, 334)은 시스템(300) 내에서 동일한 계층 구조 레벨이다. 실시 예에서, 인근 구역(324, 334)은 계층 구조의 레벨이 다르다. 예를 들어, PCC(320) 및/또는 PCC(330)는 다른 PCC를 통해 전력망(310)에 연결할 수 있지만, 반드시 PCC의 개수가 같아야 하는 것은 아니다. 한 인근 구역이 다른 것에게 지원(예를 들어, 전압 지원)을 제공하는 실시 예에서, 이러한 인근 구역은 충분한 지리적 또는 전기적 근접성을 가져서 한 PCC의 제어가 전력망(310)에서 바라보았을 때 다른 PCC의 성능에 영향을 미칠 수 있다.

[0047] 제어 노드(322, 332)는 본 문서에 나온 제어 노드의 실시 예에 따른 제어 노드일 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드(322, 332)는 먼저 각각의 PCC(320, 330)에서 적합성을 달성하려고 시도한다. 그 다음에 전체적으로 전력망(310)의 적합성을 지원하려고 시도한다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 게이트웨이 장치로 생각할 수 있다. 게이트웨이 장치는 연계된 PCC의 성능, 역률, 부하 제어 및/또는 고조파 왜곡을 제어할 수 있다. 각각의 제어 노드에는 상류의 전력 출력과 하류의 전력 소비를 제어하기 위한 연계된 전력 컨버터가 있다.

[0048] 실시 예에서, 제어 노드(322, 332)는 전력망 네트워크 내에서 위치를 인식한다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 그것이 전력망 네트워크의 계층 구조에서 어디에 있는지 알 수 있다. 또한, 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 그것이 발전소를 기준으로 전력망에 대해 상대적으로 어디에 있는지 알 수 있다. 예를 들어, 제어 노드(322)는 시스템(300)의 계층 구조에서 그것이 어디에 있는지 알 수 있고, 제어 노드(332)의 상류에 있다는 것을 알 수 있다. 실시 예에서, 각각의 인근 구역에 대한 각각의 노드는 먼저 국지적 인근 구역의 전력 소비를 관리하려고 시도한다. 또한 전력망의 상태(즉, 다른 인근 구역에서 일어나고 있는 것)에 따라 전력망을 지원할 수 있다. 전력망의 상태는 전압 수준, 역률, 고조파 왜곡 및/또는 기타 전기적 매개 변수와 같은 어떠한 성능 매개 변수도 포함할 수 있다. 위치 인식 덕분에 제어 노드가 전력망의 상류 운용과 관련된 상태를 고려할 수 있다. 따라서 제어 노드가 더 특정한 지원을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 전력망 내에서 발생하고 있는 것 또는 전력망 상태에 따라 더 높은 레벨의 PCC에게 지원을 제공하도록 구현될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 인근 구역(334)은 인접한 인근 구역(324)이 전력망 요건을 충족시키지 않는다면 전력망(310)에게 전력을 제공할 수 있다. 이러한 방법으로, 각각의 제어 노드는 국지적 적합성을 충족시키기 위해 시도할 수 있고, 또한 전반적인 적합성을 달성하기 위한 지원을 제공할 수 있다.

[0049] 인근 구역(324)은 여러 개의 전력 소비자(342, 344, 350)와 예시되지 않은 기타의 것들을 포함한다. 소비자(342, 344, 350)는 아무 유형이든 본 문서에 나온 전력 소비자일 수 있다. 실시 예에서, 하나의 소비자는 여러 개의 고객 구내를 포함한다. 실시 예에서, 하나의 고객 구내는 여러 소비자를 포함한다. 실시 예에서, 소비자와 고객 구내 사이에 일대일 관계가 있다. 소비자(342, 344)에는 국지적 에너지 발생원 또는 국지적 전력 생산이 없다는 것을 관찰할 수 있다. 소비자(350)는 국지적 전력 생산인 에너지 발생원(354)를 포함한다. 실시 예에서, 소비자(350)는 국지적으로 생산된 에너지의 국지적 사용을 관리하고 인근 구역(324) 그리고 궁극적으로 전력망(310)을 행한 에너지 반송 출력을 관리하기 위한 제어 노드(352)를 포함한다.

[0050] 또한 인근 구역(334)은 여러 소비자(348, 360, 370, 기타)를 포함하도록 예사되어 있다. 인근 구역은 도시된 것보다 적거나 또는 도시된 것만큼 많거나 얼마든지 소비자를 포함할 수 있는 것으로 이해된다. 실시 예에서, 한 인근 구역은 전력 소비와 전력망을 향한 전력 반송을 독립적으로 제어하는 전력망에 연결된 전력 소비자의 한 계층을 나타낼 수 있다. 인근 구역(334)에서 예시된 것처럼, 소비자(348)는 국지적 전력 생산을 포함하지 않는다. 소비자(360)는 국지적 에너지 발생원(364)을 포함하고 소비자(370)은 국지적 에너지 발생원(374)을 포함한다. 또한 소비자(360, 370)는 각각의 제어 노드(362, 372)를 포함한다.

[0051] 인근 구역(324, 334)은 국지적 전력 생산을 포함하지 않는 소비자와 국지적 전력 생산을 포함하는 소비자를 얼마든지 포함할 수 있다. 따라서, 인근 구역은 국지적 전력 생산을 포함하는 소비자와 포함하지 않는 소비자를 혼합적으로 포함할 수 있다. 실시 예에서, 소비자는 제어 노드(346)를 포함한 소비자(344)와 같이 국지적 전력 생산 없이 제어 노드를 포함할 수 있다. 그러한 구성에서, 국지적 제어 노드(346)는 국지적 에너지 발생원이 없더라도 소비자(344)의 무효 전력 소비를 제어할 수 있다. 자세한 내용이 아래에 나온다.

[0052] 실시 예에서, 제어 노드는 PCC와 연계되지 않았고/않았거나 단전 관리를 포함하지 않는다면 게이트웨이 장치가 아니다. 예를 들어, 실시 예에서, 인근 구역(324)은 PCC(320)와 연계된 노드(322)만 있고, 인근 구역(324) 내에는 하위 PCC가 없다. 이러한 구현 예에서, 노드(322)를 게이트웨이 장치로 간주할 수 있다. 실시 예에서, 단전 관리는 게이트웨이 장치에서만 실행된다. 게이트웨이 장치는 전력망에 대한 모든 하류 장치를 나타낸다. 실시 예에서, 인근 구역(324)은 하위 PCC가 없고, 인근 구역(334)은 하위 PCC가 있을 수 있다(또는 반대의 경우도 마찬가지). 하위 PCC가 있더라도, 노드(332)는 인근 구역(334)에 대한 게이트웨이 장치로 운용될 수 있고, 기타 하위 PCC는 어떤 것이든 시스템(300)의 계층형 네트워크 구조에 따라 인근 구역 내의 하위 게이트웨이 장치에 의해 관리된다.

[0053] 전력망 내의 위치 인식은 일련 위치 인식이라고 할 수 있고, 이것은 장치가 전력망에서 일련의 장치에서 그것의 위치를 알고 있는 상황을 말한다. 위치 인식은 마이크로인버터 또는 기타 전력 컨버터가 자체 구역 밖에서 지원을 제공할 수 있도록 해주어서 유용성을 강화할 수 있다. 예를 들어, 노드(322, 332)와 연계된 마이크로인버터 또는 기타 전력 컨버터는 위치 인식을 활용해 전력망 지원을 더 잘 제공할 수 있다. 실시 예에서, 벌크 인버터는 위치 인식을 사용해 운용을 조절해 전반적으로 원하는 출력을 달성할 수 있다. 벌크 인버터는 별이나 폭포 형태의 배열 또는 기타 네트워크 구성으로 함께 연결된 인버터를 말한다. 벌크 인버터는 서로 연결되어 소비자 및/또는 전력 생산에 대해 제어를 제공하는 여러 인버터의 집단을 말한다. 따라서, 제어 노드의 실례는 하나 또는 여러 개의 전력 컨버터를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 일련의 장치의 최상위 장치가 게이트웨이 장치이고 전체 일련의 장치에 대한 연결을 제어한다. 예를 들어, 노드(322)는 인근 구역(324)에서 일련의 장치의 최상위 장치이고 노드(332)는 인근 구역(334)에서 일련의 장치의 최상위 장치이다. 그러한 일련의 장치의 최상위 장치

는 전력망에 대해 전체 일련의 장치를 대표한다.

[0054] 도 4는 분산형 전력망 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(400)은 전력망 네트워크를 포함하며 도 1의 시스템(100)의 실시 예 및/또는 도 2의 시스템(200) 및/또는 도 3의 시스템(300)에 따른 전력망 네트워크 및/또는 시스템의 한 예일 수 있다. 시스템(400)은 단지 이전에 설명한 시스템 중 하나의 계층 또는 일부분일 수 있다. 실시 예에서, 시스템(400)은 이전에 설명한 시스템 중 하나에 대한 대안이다. 실시 예에서, 시스템(400)은 중앙 전력망 관리 없이 운용되는 전력망 네트워크이다. 실시 예에서, 시스템(400)은 전체 전력망에 전력을 공급하는 중앙 발전소 또는 다른 대규모 전력 발생원 없이 운용되는 전력망 네트워크이다. 실시 예에서, 시스템(400)은 가상의 전력망 및/또는 모듈형 전력망이다. 실시 예에서, 시스템(400)은 독립적인 계층으로서 전통적인 전력망에 연결할 수 있는 가상의 전력망이다. 실시 예에서, 시스템(400)은 다른 가상의 전력망 및/또는 모듈형 전력망 계층에 연결할 수 있다.

[0055] 시스템(400)은 인근 구역(440)과 인근 구역(460)을 예시하고, 이것은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 인근 구역일 수 있다. 특히, 인근 구역(440, 460)은 국지적 에너지 발생원이 있는 소비자와 없는 소비자를 얼마든지 포함할 수 있고, 국지적 제어 노드가 있는 소비자와 없는 소비자를 얼마든지 포함할 수 있다. 인근 구역(440)은 제어 노드(432)와 연결된다. 이와 비슷하게, 인근 구역은 제어 노드(434)와 연결된다. 제어 노드(432, 434)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드일 수 있다. 제어 노드(432, 434)는 일부 기반 시설에서 서로 연결되고, 이러한 기반 시설은 전력망 기반 시설과 같은 것이거나 단순히 제어 노드가 서로 연결되고 서로에게 전기적 지원을 제공하기에 충분한 용량을 갖는 전력 선로일 수 있다.

[0056] 실시 예에서, 제어 노드는 PCC이다. 따라서, 제어 노드(432)는 PCC(422)일 수 있고, 제어 노드(434)는 PCC(424)일 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드(432, 434)는 중앙 데이터 센터(410)와 연결된다. 데이터 센터(410)는 시스템(400)의 전력망 네트워크 내에 있는 여러 개의 분산된 노드의 운용에 대한 정보를 취합할 수 있다. 데이터 센터(410)는 제어 노드(432, 434)가 데이터 센터로 데이터를 제공하고 데이터 센터에서 정보를 받는 중앙 데이터 센터이다. 실시 예에서, 데이터 센터(410)는 각각의 노드에서 전력망 상태에 반응해 어떤 운용이 실시되어야 하는지 결정할 수 있는 처리 및 분석 엔진을 포함한다. 실시 예에서, 데이터 센터(410)는 중앙 전력망 관리와 비슷하지만, 더 단순할 수 있다. 중앙 전력망 관리는 일반적으로 중앙 발전소의 연결점 또는 접속부를 제어하고 잠재적으로 변전소의 운용을 제어할 수도 있지만, 데이터 센터는 분산된 노드에 정보를 제공할 수 있다. 분산된 노드는 전력망 상태에 반응하기 위해 전력망 네트워크의 해당 계층 내에서 독립적으로 운용될 수 있다. 실시 예에서, 데이터 센터(410)는 분산형 제어 노드에 급전 정보를 제공한다.

[0057] 실시 예에서, 인근 구역(440)은 국지적 에너지 발생원이 없는 하나 또는 여러 개의 고객 구내(442)를 포함한다. 실시 예에서, 인근 구역(440)은 국지적 에너지 발생원(452)과 국지적 제어 노드(454)를 포함하는 하나 또는 여러 개의 소비자(450)를 포함한다. 에너지 발생원과 국지적 제어 노드는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 일반적으로, 인근 구역(440)은 인근 구역 내의 전력 수요를 나타내는 전체 부하와 인근 구역 내의 전력 생산을 나타내는 전체 용량이 있다. 부하에서 용량을 뺀 값은 순수 전력 수요를 나타낼 수 있고, 이 값은 양의 값이거나 음의 값일 수 있다. 음의 전력 수요는 인근 구역(440)이 국지적 소비자가 소비하는 것보다 더 많은 에너지를 생산한다는 것을 나타낼 수 있다. 전력 수요는 소비자가 다른 양의 전력을 사용하고 생산하기 때문에 하루 내내 그리고 일년 내내 변동된다고 이해된다. 제어 노드(432)는 연계된 인근 구역(440)에 대한 순수 전력 수요를 연속적으로 모니터링할 수 있다.

[0058] 실시 예에서, 인근 구역(460)은 국지적 에너지 발생원이 없는 하나 또는 여러 개의 소비자(462)를 포함하거나, 국지적 에너지 발생원(472)과 국지적 제어 노드(474)를 포함한 하나 또는 여러 개의 소비자(470)를 포함한다. 인근 구역(440)에 대한 설명은 인근 구역(460)에도 똑같이 적용될 수 있다. 인근 구역(460)도 인근 구역 내의 전력 수요를 나타내는 전체 부하와 인근 구역 내의 전력 생산을 나타내는 전체 용량이 있을 수 있고, 이러한 것들은 인근 구역(440)과 완전히 다를 수 있다.

[0059] 실시 예에서, 인근 구역 중 하나 또는 둘 모두 국지적 에너지 저장소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 인근 구역(440)은 에너지 저장소(444)가 예시되어 있고, 인근 구역(460)은 에너지 저장소(464)가 예시되어 있다. 실시 예에서, 최소 하나의 인근 구역이 에너지 저장소를 포함하지 않는다. 실시 예에서, 모든 인근 구역이 에너지 저장소를 포함한다. 에너지 저장소(444, 464)는 인근 구역 내의 존재할 수 있는 어떤 유형이든 에너지 저장소를 나타낸다. 에너지 저장소(444, 464)는 인근 구역 내의 개별 소비자의 모든 국지적 에너지 저장소 자원의 총합을 나타낼 수 있다. 실시 예에서, 하나 또는 여러 개의 인근 구역은 인근 구역 에너지 저장소를 포함한다. 인근 구역 에너지 저장소는 개별 소비자의 국지적 에너지 저장소에 대해 부가적으로 또는 대안으로 존재할 수 있다.

[0060] 실시 예에서, 에너지 저장소(444, 464)는 배터리 자원을 포함할 수 있고, 이러한 배터리는 어떤 유형의 배터리도 포함할 수 있다. 배터리는 나중에 사용할 수 있도록 화학적 및/또는 전기적 수단을 통해 에너지를 저장하는 장치이다. 하지만, 에너지 저장소는 배터리로 국한되지 않는다. 예를 들어, 실시 예에서, 에너지 저장소는 한 소비자에서 단독으로 사용되든 여러 소비자 또는 전체 인근 구역에서 공유되든, 유효 에너지를 잠재 에너지로 변환하기 위한 작업을 수행하는 메커니즘을 포함하고, 이러한 잠재 에너지는 나중에 유효 에너지로 다시 변환될 수 있다. 예를 들어, 물 저장 시스템을 에너지 저장소로 생각해 볼 수 있다. 소비자 내에서 및/또는 인근 구역 내에서 과잉 용량이 존재하면, 시스템이 펌프를 가동해서 물을 "위로", 특히 펌프가 중력을 거스르는 방법으로 퍼올릴 수 있다. 에너지 복구는 물이 중력에 따라 다시 아래로 흐르도록 해서 발전기 또는 미니 발전기를 돌려 에너지를 생산하는 과정을 포함할 수 있다. 또 다른 방법은 에너지를 사용해 공기를 압축한 후 감압하면서 공기로 발전기를 돌리는 것일 수 있다. 에너지 저장소가 전통적인 배터리 자원에 국한되지 않는 다른 예도 사용할 수 있다고 이해된다.

[0061] 실시 예에서, 시스템(400)은 분산형 제어를 포함하는 전력망의 계층이다. 이러한 시나리오에서, 전력망 네트워크 계층 구조 내에 있는 각각의 노드는 기준 또는 성능 기대를 충족시키면서 PCC에서 자체의 상태를 관리할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 노드는 또한 전력망 네트워크측에서(계층의 상류에서) 성능 저하 상태를 보았을 때 인접한 계층 또는 PCC에게 전기적 지원을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 노드는 데이터 센터(410) 및/또는 다른 노드에서 수신한 정보 및/또는 중앙 관리에서 수신한 급전 또는 제어 정보에 반응해 인접한 계층 또는 PCC에게 전기적 지원을 제공할 수 있다.

[0062] 실시 예에서, 시스템(400)은 전력망 네트워크에 전력을 제공하기 위해 연결된 하나 또는 여러 개의 전력 발생원(412)을 포함한다. 하나 또는 여러 개의 전력 발생원(412)을 소비자의 국지적 에너지 발생원에 추가할 수 있다. 실시 예에서, 하나의 전력 발생원(412)이 소비자 전력 수요를 충족시키기에 충분한 용량을 갖고 있다. 예를 들어, 산업용 또는 전력 회사 규모의 발전소보다는, 하나 또는 여러 개의 전력 발생원(412)이 전력망 계층에 대해 국지적으로 포함될 수 있다. 이 계층은 인근 구역 내에 있거나 여러 인근 구역에서 공유될 수 있다. 전력 발생원(412)은 전체적인 전력 회사 시설보다는 더 작지만 소비자 또는 고객 구내에서 보통 사용되는 것보다는 큰 소규모의 발전기를 포함할 수 있다. 인근 구역 기반의 전력 발생원(412)은 제어 노드와 직접적으로 연계될 수 있다(예를 들어, 전력 발생원(412)가 제어 노드(432)에 연결되고 그것에 의해 제어됨). 제어 노드는 전력 발생원의 출력을 관리할 수 있다.

[0063] 대규모 발전소를 사용하지 않고 그 대신에 더 작은 규모의 에너지 생산(예를 들어 인근 구역 발전기, 인근 구역 태양광 설비, 소규모 수력 발전기 또는 기타 전력 발생원)을 사용한다면, 전력망 네트워크를 오늘날의 전력방에 비해 최소한의 기반 시설로 설치할 수 있다. 그러한 모듈형 전력망 네트워크는 현재의 수요를 바탕으로 전력망 밖에서 구축할 수 있고, 나중에 다른 독립적인 전력망 네트워크 계층과 연결할 수 있다. 각각의 계층이 계속해서 독립적으로 운용될 수 있지만, 나중에 인접한 계층에 대한 가용성을 바탕으로 전력 생산과 전력 수요를 더 잘 배분함으로써 이익이 될 수 있다. 각각의 접속부 또는 연결점은 전력 사용과 상향 전력 공급을 제어하기 위해 하나 또는 여러 개의 제어 노드를 포함할 수 있고, 이것은 각각 하나 또는 여러 개의 컨버터를 포함할 수 있다. 따라서, 국지적 전력망 네트워크를 구착할 수 있고, 나중에 두 개의 독립적인 계층을 접속하기 위해 전력망 네트워크 계층 구조의 또 다른 계층을 추가할 때, 다른 국지적 전력망 네트워크와 연결할 수 있다.

[0064] 실시 예에서, 인근 구역(440)에 국지적 에너지 발생원(452)가 있는 여러 개의 고객 구내(450)가 있다는 점을 고려해 본다. 전통적으로 전력망은 하나의 대규모 발전소에서 소비자에게 전력을 공급하도록 설계되었기 때문에 일방향으로 설계되고 구축된다. 고객 구내(450)에 전력 생산이 있는 경우에, 인근 구역(440)부터 연결된 전력망까지 효과적으로 양방향 시스템이 될 수 있다.여기서, 전력이 중앙 전력 발생원에서 소비자로 제공될 수 있지만, 그 다음에 소비자가 전력망으로 반송하는 과잉 용량을 생산할 수 있다. 인근 구역과 인접한 인근 구역에 대한 전력 생산이 즉각적인 전력 수요를 초과한다면, 생산된 전력이 발전소를 향해 전력망으로 밀려들어간다. 그러한 상태는 전력망 기반 시설을 위험하게 만들 수 있다.

[0065] 전력망 운용자(예를 들어, 전력 회사)는 일반적으로 상당한 양의 에너지가 발전소를 향해 전력망으로 밀려들어가는 시나리오의 위험을 줄이기 위해서, 얼마나 많은 국지적 전력 생산이 전력망에 연결될 수 있는지에 대한 한도를 정해놓는다. 그러한 한도를 종종 포화라고 부른며, 전력망에 연결할 수 있게 허용되는 용량의 임계값을 말한다. 포화 임계값에 도달하면 소비자는 일반적으로 전력 회사가 선택적으로 소비자의 전력 생산을 전력망에서 분리할 수 있게 해주는 추가적인 전력망 기반 시설(추가 장비)에 대한 비용을 지불해야 한다. 또한 이러한 시나리오에서는 소비자와 전력 회사가 서로 사이가 나빠진다. 전력 생산이 전력망에서 사용될 수 없고 전력망 운용

자가 소비자에게 그것에 대해 지불하지 않기 때문에 소비자는 같은 수준의 비용 절감을 얻지 못한다.

[0066] 실시 예에서, 시스템(400)은 전력망 포화를 다루기 위한 다른 메커니즘을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 시스템(400)의 분산형 제어는 PCC에서 보았을 때 및/또는 고객 구내에서 또는 어디든지 제어 노드의 하류에서 보았을 때 전력 수요와 전력 생산에 대해 동적인 제어를 제공할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 유효 전력과 무효 전력의 수요와 유효 전력과 무효 전력의 생산을 제어하기 위한 전력 컨버터를 포함한다. 특히, 제어 노드는 PCC의 하류에서 보았을 때 전력의 유효 전력 성분과 PCC의 상류에서 보았을 때 유효 전력 성분에 영향을 미치도록 운용을 조절할 수 있다. 제어 노드는 PCC의 하류에서 보았을 때 전력의 무효 전력 성분과 PCC의 상류에서 보았을 때 무효 전력 성분에 영향을 미치도록 운용을 조절할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 수요와 생산에 대해 제어를 적용하기 위한 전력 컨버터로서 하나 또는 여러 개의 인버터 또는 하나 또는 여러 개의 마이크로인버터를 포함할 수 있다.

[0067] 실시 예에서, 노드(432)는 전력망 네트워크의 상류에 연결하기 위한 전력망 커넥터를 포함한다. 전력망 커넥터는 알려진 커넥터와 고전압 및 저전압 신호선을 포함할 수 있다. 노드(432)는 인근 구역(440)의 전력망 네트워크를 위한 PCC(422)이거나 이것에 연결된다. 노드(432)는 운용 방법을 결정하기 위해서 컨트롤러나 마이크로프로세서 같은 제어 로직 또는 기타 로직을 포함한다. 실시 예에서, 노드(432)는 인근 구역(440) 내에서 포화 임계값에 도달했는지 측정한다. 그러한 측정은 전력 생산이 전력 수요를 초과하는지 측정하기 위한 동적인 모니터링의 결과일 수 있다. 그러한 측정은 데이터 센터 또는 중앙 전력망 관리의 통지에 대한 반응일 수 있다. 그러한 측정은 기타 분산형 제어 노드의 데이터에 대한 반응일 수 있다. 실시 예에서, 인근 구역(440)의 각각의 에너지 발생원(452)은 인근 구역 내의 제어 노드(454)와 연계된다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드(454)는 연계된 에너지 발생원(452)의 용량에 대한 정보로 구성된다. 실시 예에서, 각각의 국지적 제어 노드(454)는 제어 노드(432)에 등록하며, 이렇게 하면 노드(432)가 인근 구역(440)에 대한 전체 용량을 알 수 있다.

[0068] 실시 예에서, 노드(432)는 예를 들어 계량기 또는 소비자에게 분포된 기타 장비와의 통신을 통한 구성 및/또는 동적 확인에 의해서 인근 구역(440)에 대한 전체 최고 유효 전력 수요를 확인한다. 실시 예에서, 유효 전력의 값을 확인하는 전체 최고 유효 전력 수요의 임계 비율이 있다. 유효 전력 생산 용량이 이 값을 초과하면 인근 구역이 포화 상태인 것으로 간주된다. 포화 상태에 반응해서, 실시 예에서, 노드(432)가 전력 컨버터의 운용을 동적으로 조절해서 인근 구역(440)과 전력망 사이의 접속부를 조절한다. 실시 예에서, 노드(432)는 PCC(422)의 상류에서 보았을 때(예를 들어, PCC(424)에서 보았을 때 및/또는 중앙 전력망 관리 또는 전력망 네트워크의 다른 부분에서 보았을 때) 인근 구역(440)의 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 조절한다.

[0069] 실시 예에서, 노드(432)는 데이터 센터(410) 또는 중앙 전력망 관리에서 인근 구역(440)에 대한 전력망 포화 레벨을 나타내는 급전 정보를 수신한다. 실시 예에서, 노드(432)는 예를 들어 계량기 및 또는 노드(454)를 통해서 하류에서 PCC(422)의 하류의 전력망 포화 레벨을 나타내는 정보를 수신한다. 실시 예에서, 노드(432)는 예를 들어 유효 전력 출력을 조절하기 위해 하류의 제어 노드(454)와 통신해서 최소한 인근 구역(440) 내의 유효 전력 생산량을 조절한다. 실시 예에서, 노드(432)는 하류와 통신해서 제어 노드(454)가 상류의 무효 전력 대 유효 전력 출력의 비율을 변경시키도록 만들 수 있다. 실시 예에서, 노드(432)는 PCC(422)에서 유효 및/또는 무효 전력 생산 및/또는 수요를 조절해서 PCC(422)의 상류에서 보았을 때 전기적 상태를 조절한다. 실시 예에서, 노드(432) 및/또는 노드(454)는 운용을 조절해서 최소한 유효 및/또는 무효 전력의 일부분을 에너지 저장소(444)로 전환시킨다.

[0070] 실시 예에서, 시스템(400)은 가상의 전력망 또는 가상의 전력망 계층을 나타낸다. 가상의 전력망으로서, 시스템(400)은 전통적인 전력 회사 전력망에서 일반적인 전통적인 기반 시설, 중앙 발전소 또는 중앙 전력망 관리가 필요하지 않다. 시스템(400)은 실시 예에서, 각각의 인근 구역(440, 460)이 다른 부분과 상관없이 국지적 전력을 생산하고 국지적 수요를 충족시킬 수 있는 가상의 전력망일 수 있다. 독립적이긴 하지만, 각각의 인근 구역이 다른 인근 구역과 지원을 주거나 받을 수 있도록 인근 구역(440, 460)을 서로 연결할 수 있다. 인근 구역(440, 460)간 연결점은 전통적인 전력망에서 상당한 기반 시설이 요구되는 것과 비교해 최소이다.

[0071] 실시 예에서, 노드(432, 434)가 PCC를 통해 서로 연결되고/연결되거나 다른 PCC를 통해 서로 연결된 것으로 간주할 수 있다. 실시 예에서, PCC(422, 424)는 PCC(426)을 통해 서로 연결되고, 이것은 별도의 제어 노드를 갖는다(명시적으로 도시되지 않음). PCC(426)는 PCC(422, 424)보다 전력망 네트워크 계층 구조에서 더 높은 것으로 간주할 수 있다. PCC(426)는 모든 하류의 연결부의 운용을 제어를 시도하고 상류의 연결부를 관리해서 제어 노드의 시각에서 관리될 수 있다. 실시 예에서, 노드(432, 434)는 PCC(426)를 통하지 않고 서로 연결되었지만, 전력망 네트워크 계층 구조의 최고 레벨에 있고 상호 통신하고 서로에게 전력망 지원을 제공할 수 있다. 실시 예

에서, 인근 구역(440) 내에 어떤 전력 생산이 사용 가능하든지, 심지어 자체의 최고 전력 수요를 충족시키기에 충분하더라도, 인근 구역(440, 460)의 최고 전력 수요를 충족시키기에 충분하지 않다. 인근 구역(460)의 전력 생산에 대해서도 마찬가지일 수 있다.

[0072] 제어 노드(432, 434)는 독립적으로 각자의 국지적 전력 발생원을 관리한다. 각각의 인근 구역의 시각에서, 전체적으로 인근 구역에는 인근 구역 내의 전력 생산 자원이 전력을 생산할 수 있는 "전력 발생원"이 있는 것으로 보인다. 노드(432, 434)는 각자의 인근 구역에서 국지적 생산 전력이 배분되는 것을 제어한다. 인근 구역이라고 부르는 두 개의 개별 소비자에 동일한 원칙을 적용할 수 있다고 이해된다. 각각은 국지적 전력 생산을 갖고 각각은 제어 노드를 갖는다. 두 고객을 연결하면 가상의 전력망을 만들 수 있다. 따라서, 가상의 전력망은 개별 고객의 레벨에서 또는 소비자 및 인근 구역의 대규모 집단의 레벨에서 운용될 수 있다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 자체의 국지적 전력 수요와 국지적 전력 생산을 바탕으로 그리고 연결된 인근 구역 또는 소비자에서 제공되는 전력 수요와 전력 생산에 대한 통신 및/또는 모니터링을 바탕으로 운용된다.

[0073] 실시 예에서, 하나 또는 여러 개의 가상의 전력망 네트워크 계층을 전력 회사 전력망으로 연결할 수 있다. 실시 예에서, 하나 또는 여러 개의 추가 소비자 또는 인근 구역을 서로 연결된 소비자 또는 인근 구역이 있는 가상의 전력망으로서 서로 연결할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 네트워크 구조를 발견하기 위한 통신 및 제어 로직을 포함한다. 실시 예에서, 시스템(400) 내의 한 제어 노드는 노드(432) 같이 마스터 노드로 운용될 수 있다. 마스터 제어 노드는 이것과 연결된 하나 또는 여러 개의 슬레이브 노드가 있을 수 있다. 예를 들어, 노드(434)는 노드(432)에 대해 슬레이브 노드일 수 있다. 마스터-슬레이브 시나리오에서, 제어 노드(432)는 마스터 노드(432)에 의해 생성된 하나 또는 여러 개의 명령이나 요청에 따라 노드(434)가 자체의 국지적 또는 하류 자원을 제어하도록 노드(434)의 운용을 제어할 수 있다. 따라서, 노드(432)는 자체의 국지적 계층과 슬레이브 계층으로서 연결된 하나 또는 여러 개의 하위 계층을 제어할 수 있다. 이러한 시나리오에서, 노드(432)는 각각의 전력망 네트워크 계층의 규정 또는 요건 적합성 보장을 담당할 수 있다. 따라서 노드(432)는 시스템(400) 전반에서 배전과 전력 수요를 제어할 수 있다.

[0074] 실시 예에서, 시스템(400)의 전력망 네트워크는 크기를 모듈식으로 조절할 수 있다. 전력망 네트워크의 각각의 인근 구역(440, 460, ...)이 독립적으로 운용된다는 것을 고려했을 때, 인근 구역, 소비자 및/또는 기타 네트워크의 계층이나 집단을 전력망 네트워크에서 동적으로 추가 및/또는 제거할 수 있다. 예를 들어, 개발 지역에서, 첫 번째 인근 구역(440)은 소비자의 수요를 충족시키기 위해 자체 전력 생산을 갖추도록 지을 수 있습니다. 실시 예에서, 전력 발생원(412)을 연결할 수 있지만, 그것 자체가 인근 구역(440)에 대한 최고 수요를 충족시키기는 부족하다. 전력 발생원(412)는 국지적 에너지 발생원이 수요를 충족시키기에 부족할 경우에 수요에 반응해 에너지를 공급할 수 있다. 실시 예에서, 인근 구역(460)을 더 개발한 후 인근 구역(440)에 연결할 수 있다(예를 들어, 노드(432, 434) 연결). 이와 비슷하게, 더 높은 레벨의 PCC와 제어 노드를 통해 및/또는 인접한 제어 노드를 연결해서 다른 인근 구역을 추가할 수 있다. 그 다음, 실시 예에서, 전력 발생원(412)은 제어 노드를 통한 배전에 의해 두 인근 구역을 충당할 수 있다. 인근 구역은 일반적으로 국지적 전력 생산에 의존하지만, 지원 전력 발생원으로서 전력 발생원(412)에서 전력을 받을 수 있다. 실시 예에서, 에너지 저장소에서 전력을 변환하는 것을 포함해 국지적 전력 생산이 수요를 충족시키지 못할 때 전력이 발생원(412)에서 사용된다. 실시 예에서, 한 제어 노드는 무효 전력 출력을 조절해서 인근 구역의 연결점에서 전압과 전력 조류를 변경해서 다른 제어 노드를 지원한다. 인근 구역의 국지적으로 생산 및/또는 소비되는 전력의 위상 편차 또는 무효 전력을 변경하면 다른 인근 구역이 추가적인 전력을 받아야 하는지 또는 내보내야 하는지에 따라 전력이 다른 방향으로 흐르게 되는 전기적 상태가 유발될 수 있다.

[0075] 도 5는 계량기 모니터링을 바탕으로 컨버터에 의해 제어되는 에너지 발생원이 소비자 구내에 있는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(500)은 전력망 네트워크의 구성 요소를 나타낸다. 시스템(500)은 하나 또는 여러 개의 시스템(100), 시스템(200), 시스템(300) 및/또는 시스템(400)에 따라 구현될 수 있는 전력망 네트워크 실시 예의 구성 요소의 한 예를 제공한다. 시스템(500)은 계량기(522)를 포함하고, 이것은 도 10의 실시 예에 따라 구현될 수 있는 전력 계량기를 나타낸다.

[0076] 실시 예에서, 시스템(500)은 노드(520)와 연결된 소비자(530)을 포함한다. 노드(520)는 전력망(510)에 연결하기 위한 하드웨어를 포함하고, 이 전력망은 전력 회사 전력망, 가상 전력망 또는 전력망 네트워크의 실시 예일 수 있다. 노드(520)은 계량기(522)를 포함하고, 이 계량기는 하류의 전력망(예를 들어, 소비자(530)과 잠재적으로 다른 소비자의 순수 전력 수요)을 모니터링하는 전력 계량 장치를 나타낸다. 실시 예에서, 노드(520)은 데이터 센터(540)와 연결하기 위한 외부 I/O(입력/출력)(524)를 포함한다. 데이터 센터(540)는 전력망(510)에 대한 중앙 정보 저장소를 나타낸다. 실시 예에서, 데이터 센터(540)는 계량기(522)/노드(520)에게 급전 정보를 제공한

다. 노드(520)은 제어 노드를 나타내며, 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드의 한 예일 수 있다.

[0077] 계량기(522)는 노드(520)가 전력 수요와 전력 생산을 모니터링할 수 있게 해준다. 에너지 발생원(536)과 같은 하나 또는 여러 개의 에너지 발생원이 전력을 생산할 수 있다. 소비자(530)는 부하(540)[0:(N-1)]를 포함한다. 부하(540)는 아무 유형의 부하일 수 있다. 실시 예에서, 소비자(530)는 컨버터(532)를 포함하고, 이것은 전력 컨버터를 나타내고 예를 들어 마이크로인버터일 수 있다. 실시 예에서, 소비자(530)는 컨버터(532)를 포함하지 않는다. 계량기(522)는 그것의 운용을 제어하기 위한 컨트롤러 또는 프로세서를 포함한다. 실시 예에서, 계량기(522)는 전력 수요를 모니터링하고, 하나 또는 여러 개의 컨버터(526 및/또는 532)를 제어한다.

[0078] 컨버터(526)는 노드(520)의 국지적 전력 컨버터를 나타낸다. 실시 예에서, 각각의 제어 노드는 계량기(522)와 전력 컨버터(526)를 포함한다. 실시 예에서, 각각의 노드는 가상이고 컨버터(532)와 연결된 계량기(522)를 포함한다. 실시 예에서, 노드(520)는 가상이고 계량기(522)와 전력 컨버터에 의해 제공되는 제어의 추상적 개념을 나타낸다. 실시 예에서, 컨버터(532)는 반드시 고객 구내에 있어야 하는 것은 아니지만, 고객 구내에 대한 배전을 제어한다. 컨버터(526)는 PCC(512)에 대한 전력 컨버터일 수 있다. 배전 제어는 소비자를 향해 하류로 배전하는 것과 고객 구내에서 생산된 전력을 상류로 배전하는 것을 말할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(522)는 PCC(512)에서 전력망 규정 적합성을 나타내야 할 책임이 있다. 실시 예에서, 계량기(522)는 전력망(510)의 상태 변화 때문에 PCC(512)에서 적합성을 유지하기 위해 유효 대 무효 전력의 비율을 조절할 필요가 있는지 결정한다. 실시 예에서, 계량기(522)는 운용을 제어하기 위해 컨버터(526) 및/또는 컨버터(532)에게 명령 또는 요청을 제공한다. 컨버터(532)는 소비자(530)와 관련해 운용을 조절할 수 있다. 컨버터(526)은 여러 개의 소비자와 관련해 운용을 조절할 수 있다. 소비자(530)가 그것들 중 하나일 수 있다.

[0079] 실시 예에서, 계량기(522)는 PCC(512)에서 보았을 때 역률을 조절해야 하는지 결정할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(522)는 PCC(512)에서 더 많은 유효 전력이 필요한지 결정할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(522)는 PCC(512)에서 더 많은 무효 전력이 필요한지 결정할 수 있고, 전력이 전력망(510)의 전압 파형을 선도하거나 지연해야 하는지 결정할 수 있다. 계량기(522)는 PCC(512)에서 측정한 에너지를 바탕으로 결정을 내릴 수 있다. 실시 예에서, 계량기(522)는 전력망(510)에 대해 및/또는 PCC(512)의 하류에 연결된 장치에 대해 포화 상태를 나타내는 정보에 대해 반응할 수 있다. 따라서, 계량기(522)는 전력망(510)에서 수신되는 급전 정보 및/또는 데이터 센터(540)에서 수신되는 정보에 반응할 수 있다.

[0080] 도 6은 계량기 모니터링을 바탕으로 소비자 구내를 제어하는 컨버터가 있는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(600)은 전력망 네트워크의 구성 요소를 나타낸다. 시스템(600)은 하나 또는 여러 개의 시스템(100), 시스템(200), 시스템(300) 및/또는 시스템(400)에 따라 구현될 수 있는 전력망 네트워크 구성 요소의 실시 예의 한 예를 제공한다. 시스템(600)은 도 5의 시스템(500)과 비슷하지만, 고객 구내에서 에너지 발생원 자원을 포함하지 않는다. 국지적 에너지 생산이 없더라도, 고객 구내가 본 문서에서 설명한 전력 컨버터와 제어 노드에 의한 동적, 지능형 제어를 통해 상당한 이익을 얻을 수 있다.

[0081] 시스템(600)은 소비자(630)을 포함하고, 이것은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 전력 소비자를 나타낸다. 소비자(630)는 노드(620)과 연결된다. 노드(620)는 PCC(612)를 통해 전력망(610)과 연결하기 위한 하드웨어를 포함한다. 전력망(610)은 전력 회사 전력망, 가상 전력망 또는 전력망 네트워크의 실시 예일 수 있다. 노드(620)은 계량기(622)를 포함하고, 이 계량기는 하류의 전력망(예를 들어, 소비자(630)과 잠재적으로 다른 소비자의 순수 전력 수요)을 모니터링하는 전력 계량 장치를 나타낸다. 실시 예에서, 노드(620)은 데이터 센터(640)와 연결하기 위한 외부 I/O(입력/출력)(624)를 포함한다. 데이터 센터(640)는 전력망(610)에 대한 중앙 정보 저장소를 나타낸다. 실시 예에서, 데이터 센터(640)는 계량기(622)/노드(620)에게 급전 정보를 제공한다. 노드(620)은 제어 노드를 나타내며, 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드의 한 예일 수 있다.

[0082] 계량기(622)는 노드(620)가 소비자(630)와 잠재적으로 다른 소비자의 전력 수요를 모니터링할 수 있게 해준다. 소비자(630)는 부하(634)[0:(N-1)]를 포함한다. 부하(634)는 아무 유형의 부하일 수 있다. 실시 예에서, 소비자(630)는 컨버터(632)를 포함하고, 이것은 전력 컨버터를 나타내고 예를 들어 마이크로인버터일 수 있다. 계량기(622)는 그것의 운용을 제어하기 위한 컨트롤러 또는 프로세서를 포함한다. 실시 예에서, 계량기(622)는 전력 수요를 모니터링하고, 컨버터(632)의 운용을 제어한다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 노드(620)의 일부이다. 실시 예에서, 노드(620)는 가상이고 계량기(622)와 컨버터(632)에 의해 제공되는 제어의 추상적 개념을 나타낸다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 반드시 고객 구내에 있어야 하는 것은 아니지만, 고객 구내에 대한 배전을 제어한다.

[0083] 컨버터(632)는 소비자(630)에 대한 배전을 제어한다. 소비자(630)는 전력 생산을 포함하지 않기 때문에, 배전

제어는 소비자를 향해 하류로 배전하는 것을 말할 수 있고, 소비자의 전력 수요를 제어하는 것을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(622)는 PCC(612)에서 전력망 규정 적합성을 나타내야 할 책임이 있다. 실시 예에서, 계량기(622)는 전력망(610)의 상태 변화 때문에 PCC(612)에서 적합성을 유지하기 위해 유효 대 무효 전력의 비율을 조절할 필요가 있는지 결정한다. 실시 예에서, 계량기(622)는 운용을 제어하기 위해 컨버터(632)에게 명령 또는 요청을 제공한다. 컨버터(632)는 소비자(630)와 관련해 운용을 조절할 수 있다.

[0084] 실시 예에서, 계량기(622)는 소비자(630)가 유효 전력 이외에 또는 이를 대신해 무효 전력이 필요한지 결정할 수 있다. 전통적으로, 소비자는 전력망에서 모든 무효 전력을 잡아당겨야 한다. 따라서, 소비자(630)의 모든 무효 전력 수요는 전력망(610)에서 제공된다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 상류 방향 운용 및/또는 하류 방향 운용을 통해 PCC(612)의 접속부를 변경할 수 있다. 상류 방향 운용은 전력망(610)에서 보았을 때 역률, 유효 전력, 무효 전력, 기타의 것들이 제어되는 방법을 포함한다. 컨버터(632)는 전력망(610)에서 보았을 때 전력 수요를 관리해서 운용을 변경할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 소비자(630)의 수요와 전력망(610)의 전력 가용성을 바탕으로 접속부를 변경할 수 있다.

[0085] 소비자(630)는 부하(634)를 운용하기 위해 유효 전력이 필요하다는 시나리오를 고려해 본다. 전통적으로, 소비자에 의한 유효 전력 요건에 따라 소비자가 국지적으로 유효 전력을 생산하고/생산하거나 전력망(610)에서 유효 전력을 잡아당겨야 한다. 실시 예에서, 전력망(610)이 끌어당겨지는(예를 들어, 전력망 전압과 관련해 선도 또는 지연 위상의 전력망에서 전류를 끌어당겨서 전력망 전압을 지원하는) 무효 전력에서 이익을 볼 수 있다면, 컨버터(632)가 전력망에 대한 접속부를 변경하고 전력망(610)에서 무효 전력을 끌어당길 수 있는 한편, 부하(634)와 관련해 접속부를 변경해서 끌어당겨진 무효 전력에서 유효 전력을 제공할 수 있다. 이와 비슷하게, 실시 예에서, 컨버터(632)는 전력망(610)에서 유효 전력을 끌어당기고 부하(634)로 무효 전력을 제공하도록 운용될 수 있다. 그러한 운용을 위해서 컨버터(632)가 부하에 대한 입력 임피던스의 위상 편차 및/또는 전력망에 대한 입력 임피던스의 위상 편차를 변경할 수 있다(예를 들어, 계량기(622)를 통해 또는 이것에 의해 모니터링되는 대로).

[0086] 따라서, 노드(620) 및/또는 계량기(622)와 컨버터(632)는 에너지 발생원이 없는 소비자에게 이익을 제공할 수 있다. 도 5의 소비자(530)은 최소한 자체 전력의 일부분을 제공할 수 있고, 계량기(522)와 컨버터(526/532)는 얼마의 전력이 국지적 생산 전력에서 생성되어야 하는지 계산을 통해 결정할 수 있다. 소비자(630)은 에너지 발생원을 포함하지 않지만, 계량기(622)와 컨버터(632)는 전력망(610)의 전력이 소비자(630)에서 어떻게 사용되는지를 제어할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(622)가 여러 부하에 대해 측정한 에너지 시그니처를 바탕으로(에너지 시그니처에 대한 설명은 아래 내용 참조), 계량기(622)는 전력망(610)의 전력이 어떻게 사용될 것인지 계산할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 전력망(610)에서 유효 전력만 잡아당길 수 있지만, 그 다음에 부하(634)에 의해 사용될 무효 전력을 생성한다. 따라서, 컨버터(632)는 전력망에서 잡아당겨진 유효 전력에서만 소비자(630)의 무효 전력 수요를 공급할 수 있다. 따라서, 전력망(610)은 소비자(630)를 무효 전력을 사용하는 것으로 보지 않고, 유효 전력만 사용하는 것으로 보게 된다. 어떤 경우에는, 무효 전력이 유효 전력보다 저렴하다. 하지만, 무효 전력 소비가 더 선호되는 경우에는 일시적이더라도 컨버터(632)가 무효 전력을 끌어당기고 부하(634)의 소비를 위해 무효 전력을 생산할 수 있다. 실시 예에서, 일반적으로, 컨버터(632)는 전력망(610)에서 어떤 것이든 무효 전력과 유효 전력의 혼합 전력을 끌어당기고 어떤 것이든 부하(634)에게 필요한 유효 전력과 무효 전력의 혼합 전력을 제공할 수 있다. 그러한 운용은 데이터 센터(640)에서 수신된 급전 정보에 의해 영향을 받을 수 있고/있거나 데이터 센터(640)로 정보를 제공할 수 있다.

[0087] 실시 예에서, 소비자는 국지적 전력 컨버터(632)를 포함한다. 컨버터(632)는 접속부를 관리하거나 제어하기 위해 하나 또는 여러 개의 운용을 수행할 수 있다. 실시 예에서, 접속부는 장치와 PCC의 연결점을 나타낸다. 실시 예에서, 접속부는 장치와 다른 지점의 전기적 연결점 또는 전기적 결합점을 나타낸다. 예를 들어, 컨버터(632)는 예를 들어 전력망과 부하 사이에 전력 또는 에너지가 어떻게 전송되는지를 변경해서, PCC와 하나 또는 여러 개의 국지적 부하의 접속부를 조절하도록 운용될 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 예를 들어, 전력을 국지적 에너지 발생원에서 부하로 제공하기 위해서, 국지적 에너지 발생원과 국지적 부하 사이의 접속부를 조절하도록 운용될 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 예를 들어, PCC의 소비자측에서 보았을 때 전력을 에너지 발생원에서 전력망으로 공급하기 위해서, 국지적 에너지 발생원과 PCC 사이의 접속부를 조절하도록 운용될 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(632)는 예를 들어, 에너지 저장소를 충전하고/충전하거나 부하 및/또는 전력망에 사용하기 위해 에너지 저장소에서 전력을 제공하기 위해서, 에너지 저장소와 PCC 및/또는 에너지 발생원 사이의 접속부를 조절하도록 운용될 수 있다.

[0088] 도 7은 복합 전류 벡터를 설명하는 서로 다른 에너지 시그니처를 모니터링하는 계량기가 있는 시스템의 실시 예

에 대한 블록도이다. 시스템(700)은 부하와 연결된 제어 노드의 구성 요소를 나타낸다. 노드(700)은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드의 한 예일 수 있다. 특히, 시스템(700)은 계량기(710)와 컨버터(740)를 포함한다. 실시 예에서, 계량기(710)와 컨버터(740)는 제어 노드의 모니터링과 제어를 수행한다. 실시 예에서, 시스템(700)은 에너지 시그니처에 따라 전력 사용을 모니터링하고 제어한다.

[0089] 실시 예에서, 계량기(710)는 고객 구내 또는 기타 하류 연결점에서 전력 사용을 모니터링한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 계량기(710)의 모니터링을 바탕으로 전력 생산 및/또는 전력 사용을 제어한다. 컨버터(740)는 유효 전력만 생산하는 발생원에서라도 생산되는 전력의 유형을 제어해서 전력 생산을 제어할 수 있다. 컨버터(740)는 부하가 제공되는 것과는 다른 무효 전력과 유효 전력의 혼합 전력을 필요로 하더라도, 부하에게 제공되는 전력의 유형을 제어해서 전력 소비를 제어할 수 있다. 컨버터(740)는 부하의 전력 수요를 충족시키기에 적합한 무효 전력과 유효 전력 성분을 생산할 수 있다.

[0090] 실시 예에서, 계량기(710)는 저장과 처리 구성 요소를 포함한다. 예를 들어, 계량기(710)는 데이터 저장을 위한 온보드 메모리를 포함할 수 있다. 계량기(710)는 계산을 수행하고 운용을 제어하기 위한 프로세서 및/또는 임베디드 컴퓨팅 보드를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 시그니처(712)를 저장한다. 시그니처(712)는 하나 또는 여러 개의 부하에 대한 복합 전류 벡터를 나타낸다. 복합 전류 벡터는 부하가 활성 상태일 때 끌어당겨지는 복합 전류이다. 실시 예에서, 계량기(710)는 M개의 시그니처를 저장하며, 이것은 계량기(710)가 모니터링하는 N개의 부하(730)보다 많거나 적을 수 있다. M이 N보다 작으면 계량기(710)가 많지 않은 부하에 대한 시그니처의 저장을 생략하거나 예를 들어 임계값보다 크게 유효 전력에서 벗어나지 않을 수 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 특정 부하 대신에 일수를 바탕으로 시그니처를 저장하며, 이렇게 되면 에너지 시그니처의 개수가 부하 개수와 다를 수 있다.

[0091] 실시 예에서, 부하(730)[0]는 해당되는 전류 또는 전류 시그니처, 전류[0]가 있다. 또한, 부하(730)[1]는 해당되는 전류 또는 전류 시그니처, 전류[1]이 있고, 부하(730)[N-1]가 해당되는 전류 또는 전류 시그니처, 전류[N-1]가 있을 때까지 이어진다. 각각의 시그니처 전류, 전류[0:(N-1)]는 복합 벡터 전류가 있을 수 있고, 이것은 무효 전력 성분과 무효 전력 성분을 갖는다. 도 8과 도 9에 대한 자세한 내용이 아래에 나온다. 복합 전류(720)는 여러 부하의 복합 전류 벡터를 포함하는 복합 전류 벡터이다. 각각의 부하 전류 벡터, 전류[0:(N-1)]는 그 자체가 피상 전력 성분과 부하에서 사용되는 실제 전력을 이동시키는 고조파 성분을 갖는 복합 전류 벡터일 수 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 시그니처를 추적할 수 있고, 온라인 및/또는 오프라인이 되는 특정한 부하의 탐지를 바탕으로 컨버터(740)가 다르게 운용되도록 만들 수 있다.

[0092] 실시 예에서, 계량기(710)는 모니터링되는 전류의 벡터 계산 및/또는 벡터 분석을 수행하기 위한 프로세서를 포함한다. 따라서, 계량기(710)은 여러 가지 에너지 시그니처 또는 전류 시그니처를 확인하고 추적할 수 있다. 여러 부하가 활성 또는 운용 상태일 때 온라인이 되는 부하와 관련된 특정하고 확인 가능한 전류 벡터가 있다는 점을 고려했을 때 시그니처(712)는 전류 시그니처라고 할 수 있다. 복합 벡터 그 자체는 부하가 활성 상태일 때 부하의 복합 에너지 사용을 나타낸다는 점을 고려했을 때 시그니처(712)는 에너지 시그니처라고 할 수 있다.

[0093] 전통적인 시스템은 장치 또는 부하에 의해 에너지가 얼마나 많이 소비되는지를 시간당 평균으로 나타내는 일명 "에너지 프로파일"을 모니터링하는 것으로 알려져 있다. 시그니처(712)는 향상된 또는 변경된 정보를 사용해 전통적인 에너지 프로파일의 개념을 확장할 수 있다. 특히, 시그니처(712)는 부하에 대한 에너지의 측정 가능한 전력 성분을 나타낼 뿐만 아니라, 고조파 또는 고조파 잡음에 대한 정보를 포함한다. 따라서, 실시 예에서, 계량기(710)는 고조파 정보와 측정 가능한 에너지 사용에 대한 정보를 취합할 수 있다. 결과적인 시그니처(712)는 이전에 알려진 전력 벡터가 아니다. 그 대신에, 결과적인 시그니처(712)는 고조파에 대한 정보를 포함한다. 실시 예에서, 고조파에 대해 알고 있으면 전력 공급에 대한 접속부를 조절해서 고조파를 억제하도록 컨버터(740)를 운용시킬 수 있다.

[0094] 시스템(700)은 전력망 네트워크와 연결된 고객 구내에 대한 제어 노드의 예를 제공하며, 고객 구내는 전력망 네트워크로 반송시키는 태양광 전력 발생원 또는 기타 에너지 발생원을 포함한다. 제어 노드는 계량기(710)와 컨버터(740)를 포함하며, 이것은 스마트 인터버일 수 있다. 전력망 네트워크는 데이터 센터를 포함할 수 있으며, 이것은 정보를 제공하고 전력 회사의 전통적인 역할을 채울 수 있다. 데이터 센터가 중앙 집중형 배전을 제어하는 대신에, 배전에 대한 분산형 제어를 위해 분산된 정보를 제공할 수 있다. 실시 예에서, 데이터 센터는 급전 정보를 제공할 수 있고 전력망 네트워크의 발전기를 제어, 분산형 제어 노드의 운용을 제어, 에너지 저장소의 운용을 제어 및/또는 기타 기능을 수행할 수 있다.

[0095] 실시 예에서, 컨버터(740)는 고객 구내의 에너지 발생원에서 생산하는 전력을 제어할 수 있습니다. 계량기(71

0)는 전력 사용이 우려되는 경우에 고객 구내가 무엇을 하고 있는지 모니터링할 수 있는 장치이다. 실시예에서, 계량기(710) 및/또는 컨버터(740)는 데이터 센터에서 급전 정보를 수신할 수 있다. 또한 제어 노드가 데이터 센터로 정보를 제공할 수 있다. 구체적으로 말해서 컨버터(740)가 고객 구내 및/또는 전력망에 대해 요구되는 전력을 생산할 수 있다. 실시 예에서, 전력 회사는 특정 유형의 에너지 생산에 대해 더 선호되는 요금을 제공할 수 있다.

[0096] 예를 들어, 전력망에 연결된 모터를 고려해 본다. 이것은 반응성 잡음이 전력망으로 역류되는 것을 막기 위해 전통적으로 캐패시터 뱅크에 연결된다. 모터가 전력망으로 역류되는 반응성 잡음을 생성할 뿐만 아니라, LED(발광 다이오드) 조명, 평판 TV, 컴퓨터 장치(특히 스위칭 전원 공급기 같은 전자 제품을 위한 전력 공급기), 기타 전자 장비도 전력망에서 잡음을 일으킨다. 이러한 장치는 시스템이 보상해야 하는 임피던스 및/또는 열을 생성하는 공명 또는 자기 특성을 바탕으로 전력망에서 잡음을 생성할 수 있다. 따라서, 부하로 전력을 공급하기 위한 전류 및/또는 고객 구내에서 전력망으로 전력을 제공하기 전류를 자기 공진을 통해 밀어내거나 잡아당겨야 하고, 이와 같이 전류를 이동하려면 더 많은 에너지가 필요하다. 자기 공명을 통해 같은 양의 에너지를 이동하려면 자기 공명이 없는 선로를 통해 전류를 이동하는 것과 비교해 더 많은 에너지가 요구된다.

[0097] 무효 전력의 생산은 고조파 왜곡에 대해 보상하기 위한 위상과 파형 형태 특성을 갖는 전류를 생산하는 것이라고 할 수 있다. 따라서, 계량기(710)는 전력망과 접속되는 방법을 결정할 때 사용하기 위한 시그니처(712)를 계산하고 저장할 수 있다. 계량기(710)는 주어진 시간에 어떤 시그니처가 존재하는지 측정하고 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 계량기(710)는 소비자에 대한 전력 수요를 정기적으로, 연속적으로 모니터링할 수 있다. 연속적인 모니터링은 정기적으로 입력 및/또는 출력 선로의 샘플을 채취하고 어떤 복합 전류(720)가 있는지 결정하는 것이라고 이해된다. 계량기(710)는 컨버터(740)에게 입력 임피던스 및/또는 출력 임피던스를 변경 및/또는 가능한 이상적인 출력 신호와 가까운 신호를 제공하기 위해 출력 전류 파형의 생성을 변경하도록 지시할 수 있다. 도 15와 도 16에 대한 자세한 내용이 아래에 나온다.

[0098] 실시 예에서, 컨버터(740)은 전력망에서 보았을 때 고조파 성분을 줄이도록 운용을 조절한다. 따라서, 컨버터(740) 운용은 PCC에서 전력망으로 제공되는 전력 수요 및/또는 전력 생산에서 고조파를 "제거"할 수 있다. 따라서, 시스템(700)은 훨씬 더 효율적으로 접속할 수 있고, 그에 따라 전력망을 출입하는 에너지를 더 잘 전송할 수 있고 전력망 지원과 전력망 상태 교정을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 전력망 지원 및/또는 전력망 상태는 전력망에서 수신될 때 부하로 출력 및/또는 고객 구내에서 공급될 때 전력망으로 출력 같이 컨버터(740)가 출력 전력을 어떻게 생산할 것인지를 계산할 때 적용되는 한 가지 계수이다.

[0099] 실시 예에서, 시그니처(712) 및/또는 데이터 센터 또는 전력망 운용자(예를 들어, 중앙 전력망 관리)에서 제공된 급전 정보 및/또는 계량기에 의한 에너지 모니터링에 반응해서, 시스템(700)은 PCC에서 및/또는 소비자에서 무효 전력의 제어를 구현한다. 무효 전력은 VAR(볼트-암페어 리액티브)로 나타낼 수 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 전류의 고조파를 포함해 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정한다. 부하는 전력망에 전기적으로 연결된 여러 개의 서로 다른 장치 중 하나를 포함할 수 있고, 이러한 장치는 에너지를 소비한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 측정된 전류에 대한 전류 벡터를 계산해서 에너지 시그니처를 생성할 수 있다. 에너지 시그니처는 부하 또는 부하 상태에 대해 고유하다(부하 전류를 생산하는 여러 개의 개별적인 부하 장치의 취합이라고 가정). 에너지 시그니처는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 일차 전류에 대한 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 부하의 하나 또는 여러 개의 고조파에 대한 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인한다. 실시 예에서, 에너지 시그니처(712)는 일차 전류에 대해 상대적인 고조파의 각도 변위를 포함한다. 계량기(710)는 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위해서 컨버터(740)의 운용을 제어한다(예를 들어, 컨버터에 정보를 제공해서). 컨버터는 부하에서 전력망으로 유입되는 잡음에 대해 보상하고 그에 따라 그러한 잡음을 줄이기 위해서 PCC에 대한 접속부를 조절할 수 있다.

[0100] 다시 말해서, 실시 예에서, 컨버터(740)는 국지적 에너지 발생원에 의한 출력 전력의 무효 전력 성분을 조절한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 부하에 의한 출력 전력의 무효 전력 성분을 조절한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 부하의 운용 전압의 주파수를 조절한다(예를 들어, 감소 또는 증가). 실시 예에서, 컨버터(740)는 PCC의 부하(730) 동측에 위치하고, PCC 내부로 연결되는 접속부를 제어한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 부하(730)에 대해 상대적으로 PCC의 전력망측에 있고, PCC의 전력망측에서 접속부를 제어하고, 소비자에서 PCC를 보았을 때 전력망이 전력 수요 및/또는 전력 생산을 어떻게 보는지를 조절한다.

[0101] 실시 예에서, 계량기(710)는 전력망의 전기적 상태 및/또는 성능 상태를 모니터링한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 급전 정보 또는 기타 전력망의 상태를 나타내는 분산된 정보를 수신한다. 실시 예에서, 계량기는 PCC에

서 전력망 상태를 측정해서 급전 정보를 수신하는 것으로 간주할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 전력망의 국지적 부하(730) 동측에 위치한다. 실시 예에서, 계량기(740)는 전력망의 국지적 부하(730) 동측에 위치한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 시그니처(712)를 계산하고 저장한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 시그니처 정보로 미리 구성되어 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 그것과 연결된 특정한 부하(730)에 대한 시그니처(712)와 관련해 교육이 되어 있다. 실시 예에서, 계량기(710)는 시그니처(712)를 하루 내내 발생하는 서로 다른 부하 상태로 계산하고 저장한다. 실시 예에서, 복합 전류(720)는 벡터가 미리 정의된 시그니처 범위 내에 있을 때 동일한 것으로 간주되거나, 시그니처는 복합 전류(720)가 시그니처(712)의 미리 지정된 범위 내에 있을 때 존재하는 것으로 규정된다. 실시 예에서, 계량기(710)는 특정적으로 확인된 시그니처(712)를 바탕으로 컨버터(740)에게 운용에 대한 특정한 매개 변수를 제공한다.

[0102] 실시 예에서, 계량기(710)는 복합 전류(720)의 측정과 계산을 바탕으로 하나 또는 여러 개의 부하(730) 또는 부하 상태에 대해 고유한 에너지 시그니처(712)를 확인한다. 실시 예에서, 부하(730)는 부하 상태(다양한 부하가 동시에 켜진 시나리오)를 나타내며, 이는 특정한 장치의 확인과 반대이다. 계량기(710)는 부하(730)에 대한 복합 전류 벡터를 확인할 수 있다. 여기에는 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분의 확인 그리고 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위의 확인이 포함된다. 다시 말해서, 계량기(710)는 컨버터(740)가 부하를 바탕으로 전력망에 유입되는 잡음을 줄이거나 최소화하도록 운용되기 만들 수 있다.

[0103] 실시 예에서, 계량기(710)는 계량기(710)가 속한 제어 노드에 의해 관리되는 PCC에서 전력망 네트워크가 전압 수요가 필요하다는 것을 나타내는 급전 정보를 전력망 네트워크에서 수신한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 전압 지원을 제공하기 위해서 전력망 네트워크에 양의 무효 전력을 제공한다. 실시 예에서, 컨버터(740)는 전압 지원을 제공하기 위해서 전력망 네트워크에 음의 무효 전력을 제공한다. 컨버터(740)는 전력망 네트워크의 하류 노드가 전압 지원이 필요한 상황에 반응해 양의 무효 전력을 제공할 수 있다. 컨버터(740)는 전력망 네트워크의 상류 노드가 전압 지원이 필요한 상황에 반응해 음의 무효 전력을 제공할 수 있다. 계량기(710)가 위치 인식을 포함하는 경우, 계량기(710)를 통한 제어 노드는 전압 지원이 필요한 곳이 상류인지 하류인지 결정하고 적합한 조치를 취할 수 있다.

[0104] 실시 예에서, 계량기(710)는 다른 부하가 존재하더라도 서로 다른 부하 시그니처를 계산하거나 처리할 수 있다. 예를 들어, 시스템(700)에 이미 존재하는 복합 전류를 고려해 본다. 온라인이 되는 다른 부하(730)를 추가하면 전체 복합 전류가 변경된다. 실시 예에서, 계량기(710)는 새로운 복합 전류와 이전의 복합 전류의 차이를 계산해서 새 부하의 에너지 시그니처를 결정한다. 이렇게 해서, 계량기(710)는 특정한 부하를 확인하고, 특정한 부하(730)의 전력 수요에 반응해 시스템(700) 내에서 운용을 변경할 것인지 결정할 수 있다. 그러한 계산을 위해서는 특정한 부하를 구분하기 위해 벡터 분석 및/또는 계산이 필요할 수 있다고 이해된다.

[0105] 도 8은 전류의 고조파 성분이 일차 전류 성분에 대해 각도 편차가 있는 시스템의 전류 성분에 대한 실시 예를 나타낸 그림이다. 도식(810)은 전류의 복합 벡터를 나타낸다. 벡터는 크기와 방향으로 이루어진다. 전력을 단순히 전통적인 방식으로 측정하기 보다는, 실시 예에서, 계량기 및/또는 제어 노드가 전력을 복합 전력 벡터의 표현을 포함해 에너지 시그니처로 모니터링할 수 있다. 실시 예에서, 각각의 시그니처는 시그니처를 정의 및/또는 "명명"하기 위한 특성을 확인한다. 각각의 시그니처는 일차 전류에 대한 벡터와 하나 또는 여러 개의 고조파에 대한 벡터를 포함하는 복합 벡터 표현을 포함한다.

[0106] 벡터(820)는 일차 전류에 대한 벡터이다. 일반적인 표현에서, X 좌표는 페이지의 왼쪽에서 오른쪽으로 확장되는 벡터 성분이다. Y 성분은 페이지의 아래쪽에서 위쪽으로 이동한다. 단순화를 위해 이곳에는 표현되지 않았지만, 벡터는 음의 Y성분을 가질 수 있다고 이해된다. XY 좌표는 벡터의 끝을 정의한다. 이제 일차 전류 벡터(820)의 X 좌표와 Y 좌표는 평면을 정의한다고 가정한다. 발명자들이 실시한 연구와 작업에 따르면, 고조파를 상상하는 가장 정확한 방법은 고조파를 3차원 벡터로 표현하는 것이다. 따라서, 벡터(820)의 XY 좌표가 기준면을 정의한다면, 하나 또는 여러 개의 고조파는 일차 전류 벡터의 평면에 대해 각도 편차를 가질 수 있다.

[0107] 예를 들어, 도식(810)의 예를 고려해 본다. 첫 번째 고조파는 X 성분과 Y 성분이 있는 벡터(830)를 갖는 것으로 예시되었다. 여기서, 성분의 크기는 일차 전류 성분과 관련해 어떤 크기도 될 수 있다. X와 Y 좌표와 더불어, 첫 번째 고조파 벡터(830)는 Z 좌표 성분을 포함하고, 이것은 일차 전류 벡터(820)의 기준면에 대해 벡터의 각도 편차(852)를 정의한다. 일차 전류와 고조파의 시작점은 동일하다고 이해된다. 따라서, 고조파 벡터 또는 복합 벡터의 세 번째 차원은 반드시 절대적 Z 좌표 성분일 필요는 없고, 일차 전류에 대한 각도 편차일 수 있다.

[0108] 예시된 것처럼, 세 번째 고조파 벡터(840)는 또한 X 성분과 Y 성분 그리고 각도 편차(854)를 갖고, 이 각도 편

차는 첫 번째 고조파 벡터(830)의 다른(더 크거나 작은) 각도 편차(852)일 수 있다. 각도 편차의 각도 이동은 전류에 대한 자기의 영향을 나타낸다. 시험자들은 40번째 고조파까지 전력 소비에 대한 뚜렷한 영향을 측정했다. 따라서, 고조파 편차의 기여도를 낮게 평가해서는 안 된다. 고조파는 전류를 이동하려고 시도할 때 자속의 서로 다른 공명 효과로 인한 각도 편차와 관련해서 이동한다. 일차 전류 벡터(820)는 소비자가 볼 것으로 예상하는 전류이다. 하지만, 고조파 성분은 상당한(측정 가능한) 전력 소비를 추가할 수 있다. 고조파의 편차는 간단한 예상되는 2차원 전류 벡터를 3차원 전류 벡터(복합 전류 벡터)로 전환시킬 수 있다. 전통적인 전력 삼각형은 소비자의 전력 사용을 완전히 해결하지 못한다. 왜냐하면 고조파 성분의 이동 또는 편차로 인해 나타나는 자기 성분을 극복하기 위해 추가적인 전력이 필요하기 때문이다.

[0109] 도 9는 전류 벡터가 일차 전류 성분과 고조파 전류 성분으로 복합된 시스템의 전류 성분에 대한 실시 예를 나타낸 그림이다. 도식(910, 920, 930, 940)은 도 8의 도식(810)의 실시 예에 따른 복합 전류 벡터의 성분 부분을 예시한다. 예시된 것처럼, 도식(910)은 일차 전류 벡터(912)를 나타낸다. 일차 전류는 X와 Y 성분을 포함하고, 고조파에 대한 기준 좌표계를 정의한다.

[0110] 도식(920)은 첫 번째 고조파 벡터(922)를 나타내고, 이것은 X와 Y 성분 그리고 각도 편차(924)를 포함한다. 도식(930)은 세 번째 고조파 벡터(932)를 나타내고, 이것은 X와 Y 성분 그리고 각도 편차(934)를 포함한다. 도식(940)은 다섯 번째 고조파 벡터(942)를 나타내고, 이것은 X와 Y 성분 그리고 각도 편차(944)를 포함한다. 일차 전류(912)와 여러 고조파(922, 932, 942) 각각이 2차원 "전력 삼각형" 표현으로 나와 있고, 이것은 각각에 대해 전통적으로 예상되는 것이다. 하지만, 이미 말한 것처럼, 고조파는 일차 전류 성분 벡터와 관련해 종종 각도 편차가 있기 때문에, 결과적인 복합 전류 벡터는 일차 전류 벡터(912)와 같은 평면에 있지 않다.

[0111] 차라리, 복합 전류의 전력 삼각형을 3차원 상자에 있는 삼각형으로 고려해 본다. 도식(950)은 이 개념의 간단한 예시를 보여준다. 일차 전류 벡터(912)가 도식(950)의 3차원 상자의 한 면에 있는 것을 볼 수 있다. 고조파는 복합 전류에 대한 삼각형을 같은 방법으로 상자 "안으로" 밀어넣는다. 복합 전류 벡터(952)는 일차 전류 벡터(912)에 대한 각도 편차와 크기가 모두 더 크다. 편차(954)는 각도 편차를 나타낸다. 일차 전류 벡터(912)와 복합 전류 벡터(952)는 상자의 "형상"을 정의하는 것으로 이해된다. 고조파 기여도에 따라, 상자의 상태가 달라진다. 복합 전류 벡터(952)는 계량 장치가 저장한 시그니처일 수 있다. 일차 전류(912)의 기준면은 전력망의 평면(PCC를 통해 전력망에서 보았을 때 전력 상태)으로 정의할 수 있다.

[0112] 발생된 잡음과 고조파와 관련해, 전체적으로 스위칭 전력 공급과 자기 공명에 대한 규정이 있는 것으로 이해된다. 각각의 장치에 대해 적합성 검사(예를 들어, UL 인증)가 이루어진다. 각각의 장치 또는 부하가 설계되고 시험된 대로 개별적으로 작동하면, 각각의 것이 규정에 따라 요구되는 대로 적합성을 충족시킨다. 하지만, 함께 연결된 부하 및/또는 장치가 있다면, 예상치 못한 공명이 발생하는 경향이 있다. 발명자들은 처음 40번째까지 고조파의 에너지 삼각형에 대한 기여도를 측정했다. 따라서, 일반적으로 전력 선로에서 상당량의 고조파 잡음이 발생한다. 고조파 억제는 전통적으로 특정한 소음 성분을 대상으로 하는 필터를 포함한다. 하지만, 소음 성분은 서로 다른 장치가 온라인이 되고 오프라인이 됨에 따라 계속해서 다를 수 있고, 네트워크의 전기적 공명 구조도 계속해서 변화한다. 실시 예에서, 계량기(710)는 각각의 부하 또는 부하 집단의 특성을 탐지한다. 이러한 특성을 고조파의 시그니처라고 할 수 있다.

[0113] 실시 예에서, 전력 계량기 또는 에너지 계량기는 에너지 기여도를 측정해서 고조파 전류 벡터의 각도 편차로서 그러한 이동을 탐지할 수 있다. 전력 컨버터는 부하 및/또는 PCC를 전력망에 매칭시키는 데 필요한 무효 전력을 제공해서 실제 복합 전류에 대해 보상할 수 있다. 따라서, 단순히 역률이 아니라 복합 벡터와 관련해, 복합 전류를 전력망과 정렬 상태로 만들기 위해서 컨버터가 부하의 전류를 조절할 수 있다. 그러한 운용은 전력망에서 부하에 의해 발생하는 고조파 왜곡을 자연히 제거하거나 최소한 줄일 것이다.

[0114] 실시 예에서, 부하와 관련해 설명된 것은 에너지 생산과 관련해서도 실행될 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 PCC에서 에너지 시그니처를 결정할 수 있고 전력망을 원하는 편차로 오프셋시키기 위해서(단일 역률 이외의 역률을 원하는 경우에) 및/또는 단일 역률을 원하는 경우에 전력망에 매칭시키기 위해서 어떤 전류가 필요한지 계산할 수 있다. 컨버터는 무효 전력 수요뿐만 아니라 복합 전류 벡터 이동을 매칭시키기 위해서 그리고 PCC의 하류를 사용해 전력망의 접속부를 더 효율적으로 매칭시키기 위해서 전력 출력을 조절하도록 운용을 조절할 수 있다.

[0115] 도식(950)에 나온 에너지 삼각형은 부하 또는 소비자가 끌어당긴 전력의 전류 성분에서 보았을 때 보이는 영향의 수학적 표현으로 나타낼 수 있다. 이 영향은 버려진 에너지이고, 이것은 일반적으로 열로 나타난다. 전통적으로 문제는 시스템이 잘 매칭되지 않고 상당한 잡음 성분이 있다는 것이다. 실시 예에서, 제어 노드는 임피던

스를 매칭시킬 뿐만 아니라, 잡음 또는 고조파 보정을 매칭시켜서 전력망에 특정한 에너지 시그니처 연결을 제공한다. 따라서, 제어 노드는 전력을 전력망으로 출력하든지 전력망에서 전력을 수신하든지, 전력 접속점과 관련해 전력망 네트워크에 "더 깨끗한" 연결을 제공할 수 있다.

[0116] 도 10은 공통 연결점(PCC)에서 전력을 모니터링하는 계량기의 실시 예에 대한 블록도이다. 계량 장치(1000)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 전력 계량기 또는 에너지 계량기일 수 있다. 실시 예에서, 계량 장치(1000)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드이거나 그 일부이다. 장치(1000)는 전력망 네트워크에 연결, 상류에 연결 및/또는 인접한 전력망 네트워크 노드에 연결하기 위한 하드웨어 성분을 포함한다. 실시 예에서, 장치(1000)는 하나 또는 여러 개의 부하 및/또는 전력 계량기의 하류에서 연결된 기타 장치나 노드와 연결하기 위한 하드웨어 성분을 포함한다. 장치(1000)는 전력망에서 제공되는 전력을 측정하고 요금을 부과하기 위해 전력망에서 사용되는 계량기와 별개의 것일 수 있다. 하나의 전력망 계량기와 연결되는 여러 개의 장치(1000)가 있을 수 있다.

[0117] 장치(1000)는 부하 접속부(1020)을 포함한다. 부하 접속부(1020)은 하류 장치에 연결하기 위한 하드웨어를 제공한다. 장치(1000)는 하류 장치의 에너지 사용을 모니터링한다. 실시 예에서, 장치(1000)는 전압 감지 하드웨어(1024)와 전류 감지 하드웨어(1022)를 포함한다. 전류 감지 하드웨어(1022)는 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정할 수 있고, 전력 수요의 고조파 성분을 측정할 수 있는 하드웨어를 포함할 수 있다. 전류 감지(1022)는 부하 또는 부하 집단에 의해 끌어당겨진 전류의 크기, 편차(예를 들어, 역률), 주파수 및/또는 기타 전기적 특성을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 장치(1000)는 에너지 시그니처를 생성하고 그러한 에너지 시그니처 계산 결과를 저장된 에너지 시그니처와 비교할 수 있다. 장치(1000)는 또한 계산된 새 에너지 시그니처를 저장할 수 있다. 전압 감지 하드웨어(1024)는 전압 파형의 위상, 주파수, 크기 및/또는 기타 전기적 특성을 측정할 수 있다.

[0118] 프로세서(1010)는 장치(1000)에 대한 제어 로직 또는 컨트롤러를 나타낸다. 프로세서(1010)는 에너지 모니터링을 수행하도록 구성하거나 프로그래밍할 수 있다. 프로세서(1010)는 에너지 시그니처를 계산 및/또는 전류와 전압 판독값을 에너지 시그니처와 비교하도록 구성할 수 있다. 실시 예에서, 프로세서(1010)는 PCC 적합성을 충족시키기 위해 고조파, 전력망 상태 또는 기타 상태에 대해 보정하기 위해서 및/또는 다른 제어 노드의 고장에 대해 보장하기 위한 지원을 제공하기 위해서 어떻게 전류를 조절할 수 있는지를 결정한다. 프로세서(1010)는 운용을 수행할 수 있고, 장치(1000) 아래의 전력망 네트워크 계층의 에너지 소비를 추적하기 위한 하드웨어 및/또는 제어 로직을 포함하며, 그것 아래에 있는 국지적 전력망 네트워크 계층의 적합성을 충족시키기 위해 어떻게 보정할 것인지 결정한다. 도시되지 않았지만, 계량 장치(1000)은 전력 컨버터와 함께 운용되어 모니터링에 의해 나타난 필요한 무효 전력을 제공한다.

[0119] 장치(1000)는 장치(1000)가 다른 계량 장치 도는 제어 노드와 연결하거나 데이터 센터 또는 중앙 데이터 장치와 연결할 수 있도록 해주는 외부 I/O(1040)를 포함한다. 실시 예에서, 외부 I/O(1040)는 장치(1000)가 전통적인 전력 회사 전력망의 전력망 관리와 연결할 수 있게 해준다. 실시 예에서, 외부 I/O(1040)는 장치(1000)가 중앙 데이터 센터와 데이터를 송수신할 수 있도록 해준다. 외부 I/O(1040)는 장치(1000)에서 급전 정보를 수신할 수 있다. 외부 I/O(1040)는 알려진 유선 및/또는 무선 통신 장치를 포함해 어떤 유형의 통신 인터페이스도 포함할 수 있다. 실시 예에서, 외부 I/O(1040)는 독점적인 및/또는 고객의 통신 장치를 포함할 수 있고, 이것은 통신을 송수신하기 위한 하드웨어와 소프트웨어 스택 또는 기타 처리 로직을 포함해 유선 및/또는 무선 통신 플랫폼을 포함할 수 있다.

[0120] 전력망 접속부(1050)은 장치(1000)가 전력망 네트워크와 연결될 수 있게 해주는 하드웨어를 나타낸다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1050)은 장치(1000)가 장치(1000)와 관련된 PCC에서 전력망의 상태를 결정할 수 있게 해준다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1050)은 장치(1000)가 국지적 에너지 발생원과 연결될 수 있게 해주는 하드웨어를 나타낸다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1050) 및/또는 장치(1000) 내의 기타 접속부는 장치(1000)가 그것의 하류 장치에서 어떤 유형의(얼마나 많은) 에너지 지원을 제공할 수 있는지 결정할 수 있게 해준다. 예를 들어, 장치(1000)는 국지적 에너지 발생원에 의해 얼마나 많은 에너지가 제공되고 있는지 결정할 수 있다. 전력 컨버터는 PCC에서 나타나는 전류 파형을 포함해, 운용을 조절해서 PCC에서 전력망에 대한 접속부를 조절한다.

[0121] 실시 예에서, 장치(1000)는 메모리 및/또는 하드 드라이브 또는 솔리드 스테이트 스토리지 같은 저장소 자원을 포함한다. 보관소(1030)는 장치(1000)에 대한 메모리 자원을 나타낸다. 실시 예에서, 장치(1000)는 부하의 모니터링과 제어에 사용되는 여러 개의 시그니처(1032)를 저장한다. 실시 예에서, 각각의 시그니처(1032)는 여러 부하에서 끌어당겨지는 전류 파형의 상태를 나타내는 복합 전류 벡터이다. 실시 예에서, 프로세서(1010)는 시그니

처(1032)를 생성하고 저장한다. 실시 예에서, 시그니처(1032)는 장치(1000)에 미리 로드되어 있다. 실시 예에서, 프로세서(1010)는 시그니처(1032)와 비교하기 위해 복합 전류 파형 정보를 계산한다. 시그니처(712)에 대한 매칭에 따라, 프로세서(1010)는 주어진 부하 시나리오(전력 수요) 및/또는 전력 생산 시나리오에 대해 원하는 전류 파형 위상과 형상을 계산할 수 있다.

[0122] 실시 예에서, 프로세서(1010)는 하나 또는 여러 항목의 적합성 정보(1034)를 입수한다. 실시 예에서, 적합성 정보(1034)는 저장소(1030)에 보관된다. 실시 예에서, 적합성 정보(1034)는 외부 I/O(1040)를 통해 수신된다. 실시 예에서, 프로세서(1010)는 적합성 정보(1034)를 바탕으로 주어진 전력 수요 시나리오 및/또는 전력 생산 시나리오에 대해 원하는 전류 파형 위상과 형상을 계산한다. 따라서 적합성 정보(1034)는 장치(1000)가 어떻게 운용되는지에 영향을 미칠 수 있다. 실시 예에서, 외부 I/O(1040)는 장치(1000)가 하나 또는 여러 개의 연계된 컨버터에 연결될 수 있게 해준다. 프로세서(1010)의 계산을 바탕으로, 장치가 컨버터에게 원하는 전류를 얻기 위해 어떻게 운용되어야 하는지에 대한 신호를 전송할 수 있다. 실시 예에서, 장치(1000)는 단순히 컨버터에 대한 원하는 전류를 나타내고, 이후에 전류를 어떻게 생산할 것인지를 별도로 계산할 수 있다. 실시 예에서, 장치(1000)는 PCC에서 원하는 전류 파형을 얻기 위해 컨버터가 운용을 조절할 수 있도록 컨버터 장치 입력을 위한 특정한 매개 변수를 계산한다.

[0123] 실시 예에서, 계량 장치(1000)는 앞서 말한 위치 인식에 따라, 위치 인식을 할 수 있다. 위치 인식을 사용해, 실시 예에서, 프로세서(1010)는 그것의 위치를 결정할 수 있다. 따라서, 전력망 접속부(1050)에 대해 측정되고 수신된 상태를 바탕으로, 프로세서(1010)는 위치 탐지를 바탕으로 무효 전력을 계산할 수 있다. 그 다음에 외부 I/O(1040)가 전력 생산을 위해 연계된 컨버터에 신호를 전송할 수 있다. 장치(1000)는 PCC의 제어 노드가 음의 또는 지연 위상의 무효 전력 지원을 제공하도록 만들어서 발전기 또는 중앙 전력망 네트워크 관리의 상류로 전압 지원을 제공하기 위해 탐지하고 결정할 수 있다. 장치(1000)는 PCC의 제어 노드가 양의 또는 선도 위상의 무효 전력 지원을 제공하도록 만들어서 발전기 또는 중앙 전력망 네트워크 관리의 하류로 전압 지원을 제공하기 위해 탐지하고 결정할 수 있다. 선도 지원은 전력망의 AC 전압 위상을 선도하는 전류 파형을 말하는 것으로 이해된다. 이와 비슷하게, 지연 지원은 전력망의 AC 전압 위상을 지연하는 전류 파형을 말하는 것으로 이해된다.

[0124] 도 11은 복합 전류 벡터를 설명하는 서로 다른 에너지 시그니처를 모니터링하는 공정의 실시 예에 대한 블록도이다. 실시 예에서, 서로 다른 에너지 시그니처를 모니터링하기 위한 공정(1100)은 계량 장치 및/또는 전력 컨버터의 실시 예가 수행하는 운용을 포함한다. 실시 예에서, 계량기는 일차 전류의 고조파를 결정하는 것을 포함해, 하나 또는 여러 개의 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정한다(1102). 실시 예에서, 계량기는 전력(W-hr) 대신에 에너지를 측정한다. 앞서 말한 것처럼, 고조파는 일차 전류에 대해 각도 편차가 있을 수 있기 때문에, 복합 전류 벡터를 생성할 수 있다.

[0125] 실시 예에서, 계량기는 하나 또는 여러 개의 부하 또는 부하에 대해 고유한 부하 상태에 대해 에너지 시그니처를 생성한다(1104). 실시 예에서, 계량기는 시스템의 에너지 사용을 나중에 분석할 수 있도록 에너지 시그니처를 저장한다. 실시 예에서, 계량기는 시스템에 어떤 부하가 있는지 결정하기 위해 저장된 에너지 시그니처와 비교하기 위한 에너지 시그니처를 생성한다. 실시 예에서, 에너지 시그니처는 일시적으로 저장되고 보상 전류를 동적으로 생성하는 데 사용된다. 보상 전류는 동적으로 생성 또는 계산에 의해 중지 없이 생성 및/또는 저장된 정보를 바탕으로 생성될 수 있다.

[0126] 실시 예에서, 계량기는 일차 전류와 고조파를 확인한다(1106). 실시 예에서, 실제적인 측면에서, 시스템은 그것이 결합된 전력망 네트워크의 전압을 사용할 수 있고, 단순하게 기준면에 대해 각도 편차가 있는 복합 전류를 측정할 수 있으며, 개개의 고조파와 일차 전류를 특정적으로, 개별적으로 확인할 필요가 없다. 실시 예에서, 계량기는 일차 전류와 고조파를 나타낼 수 있는 복합 전류를 측정한다. 계량기는 컨버터에게 측정된 복합 전류 및/또는 개별적으로 측정된다면 일차 전류와 고조파에 대해 조절하기 위해 전력망 네트워크에 대한 접속부를 구성하도록 명령을 내린다(1108). 실시 예에서, 컨버터는 전력이 부하로 공급되는 방법을 변경하기 위해 부하와 관련된 접속부를 변경한다. 실시 예에서, 컨버터는 전력이 어떻게 제공 및/또는 전력망 네트워크에서 끌어당겨지는지를 변경하기 위해 전력망 네트워크에 대한 접속부를 변경한다.

[0127] 실시 예에서, 계량기는 급전 정보를 획득할 수 있다(1110). 실시 예에서, 급전 정보는 국지적 제어 노드에 대한 데이터 센터 감지 정보 또는 중앙 관리 같이, 전력망 네트워크에 의해 획득될 수 있다. 실시 예에서, 계량기에 의한 전력망 네트워크 상태의 측정에 의해 급전 정보가 획득될 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 국지적 부하에 대한 무효 전력 성분을 확인한다(1112). 무효 전력 성분은 운용을 위해 국지적 부하에서 필요로 하는 무효 전력의 양일 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 전력망 네트워크 및/또는 부하에 대한 접속부를 변경해서 운용을 변경

하도록 컨버터를 제어하거나 명령할 수 있다. 접속부 변경은 PCC를 통해 주파수, 무효 전력 성분, 유효 전력 성분 및/또는 전력망에 대한 전기적 접속부의 기타 측면을 변경하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 컨버터는 부하의 무효 전력 성분에 의해 생성되는 고조파 왜곡을 오프셋하도록 운용을 조절해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어할 수 있다(1114).

[0128] 도 12는 공통 연결점에서 모니터링되는 에너지 시그니처를 바탕으로 공통 연결점에서 전력 수요를 공급하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다. 실시 예에서, 에너지 시그니처 모니터링을 바탕으로 PCC의 전력 수요를 제공하기 위한 공정(1200)은 계량 장치 및/또는 전력 컨버터의 실시 예가 수행하는 운용을 포함한다. 공정(1200)은 에너지 시그니처를 모니터링하는 것을 말하는 한편, 에너지 시그니처는 PCC에서 전력망의 운용을 모니터링하고 PCC의 하류에 있는 부하와 장치의 전력 수요와 생산을 모니터링하는 것을 말할 수 있는 것으로 이해된다. PCC는 게이트웨이 PCC일 수 있다. PCC는 전력망 네트워크 내에서 계층 구조의 어떤 레벨에도 해당될 수 있다. 모니터링은 PCC의 특정한 전력 수요를 제공하기 위해서 PCC의 접속부를 변경하는 PCC의 제어 노드를 발생시키는 결정을 포함한다. 실시 예에서, 공정(1200)은 하류 장치가 전력 생산 능력을 포함하는 구현 예를 구체화한다. 실시 예에서, 공정(1200)은 컨버터가 무효 전력 소비를 변경 및/또는 부하의 소비를 위해 유효 전력을 무효 전력으로 전환할 수 있는 구현 예를 구체화한다. 부하는 운용이 발생하는 PCC의 하류에 있는 전력망 네트워크 계층 구조의 다른 노드 또는 레벨을 포함할 수 있다.

[0129] 실시 예에서, 계량기 또는 제어 노드는 급전 정보를 획득할 수 있다(1202). 실시 예에서, 급전 정보는 국지적 제어 노드에 대한 데이터 센터 감지 정보 또는 중앙 관리 같이, 전력망 네트워크 자체에서 획득될 수 있다. 실시 예에서, 계량기에 의한 전력망 네트워크 상태의 측정에 의해 급전 정보가 획득될 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 국지적 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 확인한다(1204). 에너지 시그니처는 본 문서에 나온 에너지 시그니처의 실시 예일 수 있다. 에너지 시그니처의 확인은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 PCC의 하류에 연결된 하나 또는 여러 개의 장치 또는 요소에 대한 에너지 시그니처를 확인한다. 계량기가 소비자와 직접 연결된 계층 구조의 한 레벨에서 에너지 시그니처에 대한 개별 부하를 모니터링할 수 있는 것처럼, 다른 PCC로 연결된 계층 구조의 한 레벨은 하류에 연결된 여러 제어 노드에 대한 에너지 시그니처를 확인할 수 있다.

[0130] 실시 예에서, 계량기는 에너지 시그니처를 바탕으로 부하에 대한 일차 전류와 고조파를 확인한다(1206). 실시 예에서, 확인은 일차 전류와 하나 또는 여러 개의 고조파를 개별적으로 확인하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 확인은 복합 전류를 확인하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 계량기는 전력망 네트워크 및/또는 부하에 대한 접속부를 변경해서 운용을 변경하도록 컨버터를 제어하거나 명령할 수 있다. 접속부 변경은 PCC를 통해 주파수, 무효 전력 성분, 유효 전력 성분 및/또는 전력망에 대한 전기적 접속부의 기타 측면을 변경하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 컨버터는 예를 들어 에너지 시그니처를 바탕으로, 부하(1208)의 무효 전력 성분에 의해 생성되는 고조파 왜곡을 오프셋하도록 운용을 조절해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어할 수 있다(1208).

[0131] 실시 예에서, 급전 정보 획득은 전력 회사 전력망의 노드에서 전압 지원이 필요하다는 것을 나타내는 정보를 수신하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 계량 장치와 컨버터를 포함한 제어 노드는 전력망 네트워크에 지원을 제공해야 할 필요성을 나타내는 급전 정보를 획득할 수 있고, 계량기는 지원이 필요한 전력망 네트워크의 노드와 관련해 제어 노드의 위치를 결정할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 PCC가 전압 지원이 필요한 전력 회사 전력망의 노드에 대해 전력 회사 전력망에서 하류에 있는지 결정할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 PCC가 전압 지원이 필요한 전력 회사 전력망의 노드에 대해 전력 회사 전력망에서 상류에 있는지 결정할 수 있다. 컨버터는 전력망에 지원을 제공하기 위해 양의 또는 음의 무효 전력을 제공할 수 있다.

[0132] 도 13은 공통 연결점에서 유효-무효 전력 소비를 조절하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다. 실시 예에서, PCC에서 전력망에 지원을 제공하기 위한 공정(1300)은 계량 장치 및/또는 전력 컨버터의 실시 예가 수행하는 운용을 포함한다. 실시 예에서, 공정(1300)은 국지적 부하에 의해 끌어당겨진 전력에 적용할 수 있다. 실시 예에서, 공정(1300)은 PCC의 하류에 있는 어떤 것에서 끌어당겨진 전력에 적용할 수 있고, 이것은 여러 개의 부하 및/또는 여러 개의 노드 또는 기타 장치를 포함할 수 있다.

[0133] 실시 예에서, 계량기는 PCC의 전력망 네트워크에 의해 공급되는 에너지를 측정한다(1302). 전력망 네트워크는 전력 회사 전력망 또는 본 문서에서 설명한 기타 전력망 네트워크일 수 있다. 실시 예에서, 계량기는 계량 장치가 전력망 네트워크의 컨트롤러에서 수신한 제어 정보에 반응해 부하의 무효 전력 성분을 측정한다. 컨트롤러는 전력 회사 전력망의 중앙 전력망 관리를 포함 및/또는 전력망 네트워크의 데이터 센터를 포함할 수 있다. 실시

예에서, 계량기는 측정값을 바탕으로 부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정할 수 있다(1304). 실시 예에서, 부하가 무효 전력을 끌어당기는지 결정하는 것은 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 확인하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 부하가 무효 전력을 끌어당기는지 결정하는 것과 더불어, 계량기는 선도 또는 지연 무효 전력과 같이, 부하가 어떤 유형의 무효 전력을 사용하는지 결정할 수 있다.

[0134] 실시 예에서, 계량기는 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기기 위해 접속부를 변경하도록 컨버터를 제어한다(1306). 컨버터는 부하에서 소비되도록 전력망 네트워크에서 끌어당겨지는 유효 전력을 무효 전력으로 국지적으로 변경할 수 있다(1308). 컨버터는 유효 전력을 부하에서 필요로 하는 유형의 무효 전력(예를 들어, 선도 또는 지연)으로 변환할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터는 전력망 네트워크에서 일부 유효 전력과 일부 무효 전력을 끌어당긴다. 실시 예에서, 컨버터는 전력망 네트워크에서 유효 전력만 끌어당기고, 유효 전력을 무효 전력으로 변환해서 부하의 모든 무효 전력 수요를 공급한다.

[0135] 공정(1300)에서 설명한 예는 특정적으로 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기고 무효 전력을 공급하는 것을 말하는 한편, 전력망에서 무효 전력을 끌어오는 것이 선호되는 상태가 존재하면, 하나 또는 여러 개의 부하에 대한 무효 및/또는 유효 전력으로 변환하기 위해서 컨버터가 전력망에서 무효 전력을 끌어올 수 있다고 이해된다. 일반적으로, 계량기는 하나 또는 여러 개의 부하의 무효 전력과 유효 전력 수요를 측정한다. 컨버터는 측정값에 반응해 PCC에서 사용 가능한 전력을 끌어당기고 어떤 것이든 PCC의 하류에서 필요한 전력을 제공하도록 운용될 수 있다.

[0136] 도 14는 전력망 포화 해결을 포함할 수 있는 동적 전력망 지원을 제공하는 공정의 실시 예에 대한 흐름도이다. 실시 예에서, 전력망 네트워크의 동적 제어를 제공하기 위한 공정(1400)은 계량 장치 및/또는 전력 컨버터의 실시 예가 수행하는 운용을 포함한다. 실시 예에서, 전력망의 한 계층이 전력 출력을 생산한다(1402). 실시 예에서, 전력 출력이 고객 구내의 국지적 에너지 발생원에서 발생한다. 실시 예에서, 전력 출력이 전력을 제공하는 국지적 전력 발생원에서 나오지만, 인근 구역의 소비자의 최고 수요를 충족시키기 위한 충분한 능력은 없다.

[0137] 실시 예에서, 제어 노드는 포화 상태가 존재하는지 결정한다(1404). 실시 예에서, 전력망의 한 계층 또는 인근 구역에서 인근 구역에 대한 최고 유효 전력 생산의 임계 비율을 초과하는 국지적 에너지 발생원의 유효 전력 생산 능력이 있다면 포화 상태가 존재한다. 실시 예에서, 제어 노드는 포화 상태를 나타내기 위해 중앙 전력망 관리 또는 데이터 센터에서 급전 정보를 수신한다. 실시 예에서, 제어 노드는 전력망 네트워크에서 분산된 다른 제어 노드가 공유한 정보를 수신한다. 전력망 네트워크가 전력 회사 전력망 연결을 포함하고 있다면, 포화 임계값은 전력 회사에서 결정한 대로 특정한 비율로 설정할 수 있다. 이 비율은 예를 들어 10, 15, 20 또는 25퍼센트 또는 다른 퍼센트로 설정할 수 있다. 일부 전력망은 50% 이상의 비율을 지원할 수도 있다.

[0138] 실시 예에서, 제어 노드는 전력망 및/또는 부하의 무효 전력 요구를 충족시켜야 하는 상태, 전력망 네트워크의 노드에서 발생한 고장 상태, 전력망 계층과 다른 전력망 계층의 연결, 전력망 지원을 요청하는 급전 정보, 기타 이유와 같이 전력망에 동적 제어를 제공해야 하는 또 다른 이유를 결정한다. 컨버터는 국지적 발생원의 유효 전력을 줄이기 위해 인근 구역에서 보았을 때 전력 출력을 조절할 수 있다(1406). 일반적으로 국지적 에너지 발생원은 전력망 전압과 근사 단일 역률을 매칭시켜서 유효 전력을 생산하도록 설계되었다. 항상 단위 역률로 전력망에 연결하기 보다는, 컨버터가 무효 전력을 생산하기 위한 위상 편차를 결정할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터는 무효 전력을 공급할 뿐만 아니라 PCC에서 고조파 왜곡에 대해 보상하기 위해 각도 편차를 갖는 전력도 공급하기 위해 복합 전류 벡터를 바탕으로 전력을 출력한다.

[0139] 실시 예에서, 고객 구내 또는 인근 구역은 에너지 저장소를 포함할 수 있고, 이것은 본 문서에서 설명한 에너지 저장소일 수 있다. 국지적 저장소가 있다면(1408 "예" 조건), 실시 예에서, 컨버터가 국지적 에너지 저장소에 적용하기 위해 일부 또는 모든 전력을 전환시킨다(1410). 에너지 저장소로 전력을 전환하면 국지적 전력 발생원에서 생성되는 전반적인 유효 전력을 줄일 수 있고, 이러한 전력은 다른 경우라면 전력망 네트워크 밖으로 흘러나갔을 것이다. 국지적 저장소가 있다면, 실시 예에서, (1408) "아니요" 조건에서는 컨버터가 VAR 또는 무효 전력에 대한 조절이 포화 상태 또는 전력망에서 탐지되는 기타 전기적 상태를 개선할 것인지 결정할 수 있다(1412).

[0140] 실시 예에서, 계량기 및/또는 컨버터는 무효 전력 출력을 조절하면 전력망 상태가 개선될 것인지 결정한다(1414 "아니요" 조건). 실시 예에서, 국지적 저장소가 없고 VAR 제어가 전력망 상태를 개선하지 않을 것이고 유효 전력이 전력망으로 흘러나가지 않아야 한다면, 제어 노드가 전력망 네트워크에서 전력 생산을 분리할 수 있고(1418), 따라서 전력이 전력망 네트워크로 흘러들어오는 것을 막을 수 있다. 실시 예에서, 계량기 및/또는 컨버터는 무효 전력 출력을 조절하면 전력망 상태가 개선될 것인지 결정하고(1414 "예" 조건), 컨버터는 전력망 네

트워크에 대한 접속부를 조절하기 위해 행동을 변경할 수 있고, 여기에는 무효 전력 출력을 전력망 네트워크로 변경하는 것이 포함된다(1416). 실시 예에서, 행동의 변경은 PCC의 하류에서 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 조절하는 것이 포함된다.

[0141] 도 15는 소프트웨어 피드백 제어 하위 시스템과 하드웨어 파형 제어기가 연결된 고조파 왜곡을 제어하는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(1500)은 발생원과 부하 사이에서 접속부의 제어와 출력을 생성하기 위한 전력 발생원(1504), 부하(1506), 컨버터(1502)를 포함한다. 실시 예에서, 컨버터(1502)는 제목이 "전력망 연결 부하의 국지적 전력 발생원에 대한 송전 관리"이고 2010년 2월 18일에 제출된 미국 특허 출원 번호 12/708,514에 따른 것이다. 실시 예에서, 전력 변환은 제목이 "전력 추출 장치가 있는 다중 발생원, 다중 부하 시스템"이고 2007년 8월 31일에 제출된 미국 특허 출원 번호 11/849,242에 따른 것일 수 있다. 노드(1500)은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드를 위한 컨버터를 포함하는 시스템의 한 예일 수 있다.

[0142] 전력 경로(1510)는 발생원(1504)에서 부하(1506)까지, 컨버터(1502)에 의해 제어되는 전력 경로이다. 컨버터(1520)는 발생원(1504)에서 입력 전력을 수신하고 그것을 다른 형태로(예를 들어, DC에서 AC로) 변환하기 위한 입력 전력 컨버터(1502)를 포함한다. 입력 전력 컨버터(1520)는 변환할 전력 신호를 수신하기 위한 하드웨어 성분을 포함하며, 적합한 전력 성분을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 입력 전력 컨버터(1520)는 동적 임피던스 매칭을 구현하고, 이것은 입력 전자 장치가 발생원(1504)에서 최대의 전력을 전송할 수 있게 해준다. 동적 임피던스 매칭은 최대 전력점을 지속적으로 추적하고, 전력 기울기를 가능한 수평으로(예를 들어, 기울기 0) 유지하기 위해 입력 전력 결합기(예를 들어, 변압기)를 구동하는 것이 포함된다. 입력 전력 컨버터(1520)는 컨트롤러(1530)에서 제어 신호 또는 정보를 수신할 수 있고, 컨버터 운용을 나타내기 위해 입력을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 동적 임피던스 매칭은 컨버터(1502) 내의 내부 노드를 변경하기 위해서 변압기 또는 인덕터를 통한 입력 전력의 고주파 스위칭을 포함한다. 그러고 나면 내부 노드는 부하가 어떤 것이든 필요한 전력을 끌어당길 수 있도록 다른 변압기 또는 인덕터를 통한 출력의 고주파 스위칭을 위한 에너지 저장소 역할을 할 수 있다. 따라서, 입력 전력 컨버터(1520)는 입력에서 출력까지 조절되지 않은 에너지 전송을 제공할 수 있다.

[0143] 입력 피드포워드(1512)는 컨트롤러(1530)로 공급되는 발생원 전력에 대한 정보(예를 들어, 최대 전력 수치, 적합하다면 주파수 또는 입력 전력 컨버터 하드웨어 제어를 위한 기타 정보)를 제공한다. 컨트롤러(1530)는 입력 전력에 대한 입력 정보를 바탕으로 입력 전력 컨버터(1520)을 제어한다. 컨트롤러(1530)는 컨버터(1502)에 내장되어 있을 수 있는 모든 유형의 프로세서 컨트롤러를 나타낸다. 컨트롤러(1530)는 모든 유형이든 마이크로컨트롤러, 디지털 신호 처리기(DSP), 로직 어레이 또는 기타 제어 로직이거나 이러한 것을 포함할 수 있다. 추가로, 컨트롤러(1530)는 런타임 작동 중에 생성되거나 획득된 또는 미리 계산된 코드 또는 수치를 저장하기 위한 적합한 메모리 또는 스토리지 성분(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리, 읽기 전용 메모리(ROM), 레지스터 및/또는 플래시)을 포함할 수 있다.

[0144] 컨트롤러(1530)는 원하는 출력 파형을 생성하기 위해 프로그램형 파형 발생기(1540)를 구동한다. 이 발생기(1540)는 또한 전력 경로(1510)에 놓이고 입력 전력 컨버터(1520)에서 출력까지 입력 전력을 수신한다. 전력이 전송될 수 있는 한편, 수신된 것과 반드시 같은 파형으로 출력되는 것은 아니다. 예를 들어 DC 신호는 정현파 신호로 출력될 수 있다. 기타 전력 변환도 이와 비슷하게 이루어질 수 있다. 실시 예에서, 발생기(1540)는 출력 파형을 생성하기 위한 PMW(펄스파 변조기)를 포함할 수 있다. 발생기(1540)는 컨트롤러(1530)에서 제어 신호와 정보를 수신하며, 상태나 운용 정보 또는 피드백을 컨트롤러(1530)에게 제공할 수 있다. 출력 파형은 전류 또는 전압일 수 있다. 실시 예에서, 출력은 고조파가 없는 출력을 구현하기 위해 부하 전압 파형에 대해 위상 편차와 각도 편차를 갖는 전류이다.

[0145] 컨버터(1502)는 특정한 타이밍, 위상 또는 기타 주파수 정보를 취합해서 출력 파형 생성에 적용할 수 있다. 그러한 타이밍, 위상 또는 기타 주파수 정보는 "입력 동기화 데이터"라고 할 수 있다. 실시 예에서, 그러한 입력 동기화 데이터는 실시간 부하 정보에서 도달하고, 이러한 경우에 그것을 "부하 동기화 입력"이라고 부를 수 있다. 부하 동기화 입력 또는 입력 동기화 데이터는 위에서 말한 동기화 신호를 결정하는 데 필요한 정보를 나타낸다. 그러한 정보는 컨버터(1502)에서 출력 동기화(1514)로 표시된다. 출력이 예상되는(예를 들어, 전력망에 연결) 시스템에서는, 특정한 전압, 타이밍 또는 기타 정보를 예상할 수 있고(예를 들어, 120V, 60Hz), 시스템에서 구동 중에 최초 추정값을 프로그래밍 또는 생성할 수 있다. 부하 동기화 데이터를 바탕으로 최초 추정값을 조절할 수 있다.

[0146] 컨트롤러(1530)는 또한 발생기(1540)에 의해 생성되는 실제 출력을 결정하기 위해 출력 피드백(1516) 오프 전력 경로(1510)를 측정할 수 있다. 원하는 출력이 생성되고 있는지 결정하기 위해서 실제 출력을 이상적인 기준과

비교한다. 실시 예에서, 출력 피드백(1516)은 컨트롤러(1530)에 의한 출력 측정값을 나타내기 위한 추상적 개념이며, 그 자체가 개별적인 성분을 포함하지는 않는다. 실시 예에서, 출력 피드백(1516)은 이상적인 기준 신호와 비교하기 위한 샘플링 메커니즘 또는 기타 데이터 선택 메커니즘을 포함한다. 이상적인 기준 신호는 원하는 출력 파형을 관념화한 표현일 수 있다. 출력은 부하 또는 전력망 자체의 목표 파형이 아니라 이러한 이상적인 파형에서 수렴된다. 출력 피드백(1516)이 컨트롤러(1530)와 개별적인 성분을 포함하는 경우, 컨트롤러(1530)에 의해 구동될 수 있고, 컨트롤러(1530)에서 비교 데이터를 수신하고 오류 또는 피드백 정보를 제공한다. 실시 예에서, 출력 피드백(1516)은 최소한 출력 선로와 접속하기 위한 피드백 제어 공정에 필요한 하드웨어 성분을 포함하는 것으로 이해된다. 추가로, 출력 피드백(1516)은 측정, 계산 및/또는 처리를 수행하기 위한 다른 하드웨어를 포함할 수 있다.

[0147] 출력 동기화(1514)와 출력 피드백(1516) 모두 피드백 루프로 간주할 수 있다. 출력 동기화(1514)와 출력 피드백(1516)은 같은 것이 아니고 다른 목적을 수행하는 것으로 이해된다. 출력 동기화(1514)는 기준 파형 테이블(1532)에 저장되는 것처럼, 이상적인 기준 신호가 어떠해야 하는지를 나타낸다. 출력 피드백(1516)은 실제 출력이 기준 신호와 어떻게 다른지를 나타낸다. 업데이트 테이블(1534)은 출력 피드백(1516)에 반응해서 생성되는 데이터를 나타낸다. 실시 예에서, 출력 동기화(1514)는 전력 경로(1510)의 출력에 대한 전압 정보를 바탕으로 하는 한편, 출력 피드백(1516)은 전력 경로(1510)의 출력에서 생성되는 출력 전류를 바탕으로 한다.

[0148] 출력 동기화(1514)를 바탕으로(또는 출력 동기화의 최초 추정값을 바탕으로), 컨버터(1502)는 기준 파형 테이블(1532)을 저장 및/또는 생성하고, 이것은 발생기(1540)에 의해 생성되어야 하는 이상적인 형태의 출력 파형을 나타낸다. 기준 파형 테이블(1532)은 출력 파형이 "어떠해야 하는지" 반영하는 테이블 또는 기타 포인트 세트(또는 세트포인트)로 저장될 수 있다. 기준 파형은 어떤 것이든 정기적인 파형일 수 있다. 실시 예에서, 기준 파형은 진폭과 위치가 있는 일련의 포인트를 나타낸다. 따라서, 기준 파형에 수렴되는 것은 샘플 출력 포인트를 기준 파형을 나타내는 세트포인트에 매칭시키기 위해 출력 파형 발생기를 구동시키는 것을 포함할 수 있다. 기준 파형 테이블(1532)은 다르게 기준 파형 소스라고도 부를 수 있다.

[0149] 출력 피드백(1516)을 바탕으로 컨버터(1502)는 업데이트 테이블(1534)을 생성한다. 업데이트 테이블(1534)은 기준 파형 테이블(1532)의 파형에 더 가깝게 매칭되는 출력을 제공하기 위해 발생기(1540)의 운용을 어떻게 변경하는지를 나타내는 엔트리 또는 포인트를 포함한다. 테이블로 표현되는 업데이트 테이블(1534)은 특정한 간격으로 수정되는(예를 들어, 각각의 엔트리가 측정된 오류 데이터를 반영하기 위해 필요한 대로 업데이트되는) 저장된 테이블일 수도 있고, 각각의 업데이트 간격마다 새로 생성될 수도 있다. 업데이트 테이블(1534)은 다르게 업데이트 데이터 소스라고도 부를 수 있다. "업데이트"는 이전 값을 수정하거나, 값을 대체하거나, 컨트롤러(1530)가 접근하는 메모리 내의 다른 위치에 저장되는 것을 말할 수 있다. 실시 예에서, 업데이트 테이블(1534)의 각각의 값은 각각의 포인트 세트에 대해 "위로", "아래로" 또는 변경 없음을 나타낸다. 그러한 값은 출력 신호가 원하는 이상적인 파형에 수렴되도록 만들기 위해 발생기(1540)의 출력을 제어하는 하드웨어에 적용된다.

[0150] 한 측면에서 보았을 때, 컨버터(1502)는 5개의 특징 또는 성분을 갖는 것으로 볼 수 있다. 이러한 특징은시스템(1500)에서 특정한 블록도를 통해 설명되어 있는 한편, 하나 또는 여러 개의 이러한 특징을 구현하기 위해 다른 구성과 여러 가지 서로 다른 성분을 사용할 수 있는 것으로 이해된다. 설명을 위해서, 이에 국한되지는 않지만, 이러한 특징은 "특징 1", "특징 2" 등과 같은 참조 부호 뒤에 설명되어 있다. 그러한 표기법은 설명하는 특징 또는 성분의 내용을 나타내기 위한 단순한 속기법일 뿐이며, 순서 또는 의미와 관련해 반드시 어떤 것을 나타내는 것은 아니라고 이해된다.

[0151] 특징 1은 특정한 타이밍, 위상 또는 기타 주파수 정보를 구체화하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 이 수단은 위에서 말한 입력 동기화 데이터 또는 부하 동기화 입력을 생성하기 위한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함하며, 이것은 출력 동기화(1514)를 바탕으로 한다. 특징 2는 기준 파형 테이블(1532)을 포함하고, 이것은 이상적인 형태이 출력 파형(1508)을 나타내는 데이터 테이블 또는 소프트웨어 내의 공식을 포함할 수 있다. 특징 3은 컨트롤러(1530)를 포함하고, 이것은 발생기(1540)에서 생성되는 실제 출력 파형과 기준 파형 테이블(1532)에 나온 이상적인 테이블 내용과 비교하는 소프트웨어 알고리즘이거나 이를 포함할 수 있다. 특징 4는 업데이트 테이블(1534)에서 나타내는 업데이트 데이터를 계산하거나 다른 경우라면 선택하고 생성하는 컨트롤러(1530) 내의 알고리즘을 포함한다. 특징 5는 원하는 형태, 비율, 타이밍, 위상의 출력 파형(1508)을 생성하기 위해 업데이트 테이블(1534)의 업데이트 데이터를 사용하는 발생기(1540)를 포함한다.

[0152] 파형 1과 관련해 특정한 타이밍, 위상 또는 기타 주파수 정보는 컨트롤러(1530)의 비교 및 업데이트 알고리즘에 동기화 정보를 제공한다. 이 정보는 실시간 하드웨어 모니터링 신호 또는 기타 소스의 테이블, 공식, 샘플링 형

식으로 제공될 수 있다.

[0153] 특징 2와 관련해, 기준 파형을 나타내는 데이터는 테이블 내에만 있다면 어떠한 길이도 가능하고 정수이든 정수가 아니든 어떠한 형태도 가능하다. 그러한 테이블은 런타임 중에 동적으로 생성되거나 컴파일 시간 중에 하드코드될 수 있다. 표현되는 이상적인 형태의 파형은 정현파이거나 정현파가 아닐 수도 있다. 파형은 시간 영역에서 고르게 분산되었거나 고르지 않게 분산된 데이터 값으로 표현될 수 있고, 시간상 앞쪽으로 또는 뒤쪽으로 또는 이 둘이 혼합된 형태일 수 있다. 또는 파형이 주파수 영역에서 데이터 값으로 표현될 수 있고 어떠한 방식으로도 구성될 수 있다. 데이터는 압축 또는 비압축 형태일 수 있다. 데이터는 계산된 데이터 세트포인트 대신에 공식으로 표현되거나, 일부는 공식으로 그리고 다른 일부는 테이블로 표현될 수 있다. 실시 예에서, 테이블의 저장된 세트포인트는 공식의 계산된 결과이다. 이상적인 파형의 형태를 다른 이상적인 것으로 변경하기 위해 런타임의 처리 기간 중에 데이터를 수정할 수 있다. 런타임 중에 수정된다면 기준 파형 테이블(1532)의 값을 수정하거나 다른 값으로 대체할 수 있다. 위상이 입력 파형과 정확히 일치하도록 데이터를 정렬시킬 수도 있고 위상 변이를 시킬 수도 있다.

[0154] 특징 3과 관련해, 컨트롤러(1530)는 전통적인 또는 표준의 비교 알고리즘을 포함할 수 있다. 컨트롤러 알고리즘은 하드웨어에서 샘플링되었고 표준 또는 비표준 샘플링 기술을 통해 소프트웨어 데이터 수치로 전환된 출력 파형을 나타내는 데이터 수치를 비교할 수 있다. 실시 예에서, 컨트롤러는 테이블 또는 공식 계산의 이상적인 세트포인트를 동기화 정보와 포인트별로 비교하고, 오류 데이터를 포인트별로 생성한다. 실시 예에서, 컨트롤러는 포인트별로 처리하지 않고, 한 번에 여러 개의 포인트를 처리할 수 있다.

[0155] 특징 4와 관련해, 컨트롤러(1530)는 표준 또는 비표준 기술을 사용해 새로운 데이터를 만들거나 생성하는 선택 알고리즘을 포함한다. 실시 예에서, 선택 알고리즘은 계산을 수행한다. 또는, 선택 알고리즘이 처리 또는 계산을 수행하지 않고 단순히 데이터를 선택할 수도 있다. 선택 알고리즘은 세트포인트 테이블에서 데이터 수치를 교체하거나, 다른 저장 구역을 사용하기 위해서 테이블에 데이터 수치를 남겨둘 수 있다. 선택 알고리즘은 선택 과정의 일부로서 데이터를 시간 영역에서 주파수 영역으로 또는 그 반대로 전환할 수 있다. 알고리즘은 적용되었을 때 출력 파형을 교정하는 데이터 수치를 확인하는 오류 업데이트 메커니즘(예를 들어, 알고리즘)을 제공한다. 따라서, 이상적인 수치를 적용한 이후의 출력 파형은 원하는 이상적인 파형과 더 가깝게 된다.

[0156] 특징 5와 관련해, 출력 파형의 생성을 구동하기 위해서 업데이트 테이블(1534)에 의해 표현되는 새로운 데이터 수치가 표준 공정을 통해 발생기(1540)의 하드웨어로 적용된다. 실시 예에서, 새로운 데이터 수치가 PWM 메커니즘 또는 별개의 데이터 수치를 아날로그 출력 형태로 변환하는 기타 메커니즘을 통해 적용된다.

[0157] 도 16은 역률을 조정해서 전력을 국지적 발생원에서 전력망 연결 부하로 전송하는 시스템의 실시 예에 대한 블록도이다. 시스템(1600)은 에너지 발생원, 부하, 전력망에 연결되는 전력망 연결 컨버터를 예시한다. 시스템(1600)의 컨버터(1620)는 제어 노드에 대한 컨버터를 나타내며, 이것은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 시스템(1600)은 준안정 에너지 발생원(1610), 컨버터(1620), 부하(1602), 전력 회사 전력망(1630)을 포함하는 전력 시스템을 나타낸다. 부하(1602)는 전력망(1630)에 연결되는 소비자를 나타낸다. 전력망(1630)은 본 문서에 나온 전력망 네트워크의 실시 예일 수 있다. 준안정 발생원(1610)(예를 들어, 태양광 발전기, 풍력 광전기 또는 기타 시간 변동성 또는 녹색 전력 발생원)와 컨버터(1620)는 부하(1602)에 대해 국지적이고, PCC의 동측에 위치하고, 부하에 전력을 제공한다. 실시 예에서, 준안정 발생원(1610)은 DC 전력의 변동성/불안정 발생원을 제공한다. 이 발생원은 환경적 조건 때문에 시간 변동성 및/또는 가용 전력 가변성을 가질 수 있다. 컨버터(1620)는 동적 전력 추출 장치와 인버터 장치를 나타낸다.

[0158] 발생원(1610)은 변동성 또는 불안정 전력 발생원이다. 시스템(1600)은 DC/DC 컨버터(1622)를 포함하고 DC/AC 인버터(1624)에 연결된 컨버터(1620)를 포함하고, 이 둘 모두 컨트롤러(CPU)(1640)에 연결되고 이것에 의해 제어된다. 추가로, 스위칭 장치(S1626)(예를 들어, 릴레이)는 인버터를 부하(1602)와 전력망(1630)으로 선택적으로 연결한다. 정상적인 조건에서는, 전력망(1630)에서 AC 전압 신호에 대하여 원하는 위상에서, 상대적으로 고조파 왜곡과 변동성 없이 최대 AC 전류를 동적으로 생산하기 위해, DC 전력이 발생원(1610)에서 끌어당겨지고, 컨버터(1620)에 의해 추출, 인버트, 동적으로 처리된다. 생성된 AC 전류의 위상을 전력망 AC 전압과 같은 위상으로 만들면 부하(1602)에 대한 단위 역률 또는 근사 단위 역률의 AC 전력이 생산된다. 다시 말해서, 부하에 의해 끌어당겨지는 모든 무효 전력이 전력망(1630)에서 온다. 발생원(1610)이 부하(1602)의 유효 전력 요건을 충족시키기에 충분한 에너지를 생산하면, 컨버터는 부하에 의해 전력망(1630)에서 끌어당겨진 AC 전력만 독점적으로 또는 거의 독점적으로 무효 전력이 되도록 만들 수 있다. 발생원(1610)이 부하(1602)의 전력 수요를 완전히 충족시키기에 충분한 DC 전력을 생산할 수 없다면, 유효 전력이 전력망(1630)에서 부하(1602)로 흐를 수 있도록 컨

버터(1620)가 접속부를 조절할 수 있다.

[0159] 실시 예에서, 컨버터(1620)는 전력망의 AC 전압 신호에 대해서 특정한 수준으로 위상이 의도적으로 불일치된 AC 전류를 생성할 수 있다. 따라서, 하나의 컨버터(1620)가 전력망(1630)에서 전력을 상태를 보정하기 위해 어떠한 원하는 역률로도 전력을 공급할 수 있다. 실시 예에서, 여러 개의 컨버터(1620)가 같은 접속부에서 병렬로 운용될 수 있고, 각각의 컨버터가 같은 역률로 전력을 생산하거나, 각각의 컨버터가 유효 전력과 무효 전력의 다른 혼합 구성을 생산하도록 동적으로 구성될 수 있다.

[0160] 에너지 발생원(1610)이 부하(1602)를 충족시키기에 충분한 전력을 생산하면, 인버터 전류와 전력망 전류가 전력망(1630)을 향해 흐른다. 일반적으로, 전력이 전체적으로 전력망으로 역전송될 수 있고, 소비자는 전력망으로 제공된 전력에 대해 적합하게 보상을 받을 수 있다. 실시 예에서, 역전송 시나리오는 본 문서에 나온 실시 예에 따라, 전력을 인근 구역 소비자에게 제공하는 것일 수 있다.

[0161] 실시 예에서, 전력 계량기(1632)는 부하(1602)에 의해 소비되는 유효 전력을 측정하기 위한 계량기를 나타낸다. 실시 예에서, VAR 계량기(1634)는 부하(1602)에 의해 소비되는 무효 전력을 측정하기 위한 계량기를 나타낸다. 실시 예에서, 전력 계량기(1632)와 VAR 계량기(1634)를 물리적으로 및/또는 기능적으로 하나의 계량기로 결합할 수 있다. 계량기는 전력망(1630)측에 위치할 수 있다. 실시 예에서, 계량기(계량기(1632, 1634) 결합형)는 전력망에 연결하기 위한 PCC에 위치하고, 컨버터(1620)가 있는 제어 노드의 일부이다. 이러한 계량기는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 실시 예에서, 통상적으로 계량기(1632)는 전압과 전류를 측정하고 그러한 측정값에서 전력을 계산한다. 전력망(1630)에서 무효 전력만 끌어당겨지는 경우에는 전력 계량기(1632)가 부하(1602)의 전력 사용을 측정하지 않는 것으로 이해된다. VAR 계량기(1634)는 예를 들어 부하에서 전력망 전력의 전류와 전압의 위상을 측정하고 측정된 수치를 바탕으로 계산을 수행해서, 끌어당겨진 무효 전력을 측정하고 계산할 수 있다.

[0162] 설명한 것처럼, 실시 예에서, 컨버터(1620)가 부하(1602)에 공급하는 역률은 전력망(1630)에 대해 1.0 또는 거의 1.0이다. 따라서, 컨버터(1620)는 역률 교정을 실시할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(1620)는 고조파 왜곡 교정을 제공할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(1620)는 테이블 기반의 고조파 왜곡 교정을 제공한다. 이전의 고조파 왜곡 기술은 하드웨어 기반의 방법 또는 고속 푸리에 변환(FFT)을 사용한다. 프로세서 또는 컨트롤러에서 구현되는 테이블 기반의 방법은 인버터당 비용을 낮추고 일반적인 하드웨어 구현보다 더 잘 측정하고, 시스템(1500)에 대해 설명한 것일 수 있다.

[0163] 컨버터(1620)의 인버터(1624)는 원하는 역률(단위 또는 그 외의 것)에 따라 출력을 생성한다. 실시 예에서, 인버터(1634)는 부하(1602)의 연결점에서 운용 상태를 모니터링하고, 에너지 발생원과 전류 부하의 변화에 따라 동적으로 그리고 실시간으로 발생원(1610)에서 최대 전력을 제공한다. 따라서, 발생원(1610)에서 생산되는 에너지의 양이 바뀌면, 컨버터(1620)가 실시간으로 그러한 발생원을 바탕으로 출력을 수정할 수 있다. 추가로, 부하(1602)의 저항 상태가 있으면(예를 들어, 진공 청소기 모터와 같은 유도 모터가 켜진 상태), 컨버터가 부하의 수요를 추적하기 위해 자동으로 전력 출력을 변경할 수 있다. 그러한 변경은 상태 변화에 따라 실시간으로 발생한다. 실시 예에서, 컨버터(1620)는 기준 요건보다 더 효율적으로 고조파 왜곡에 대한 전체적인 고조파 왜곡 제어를 제공하는 출력 조절을 제공할 수 있다. 따라서, 가변적이고 불안정적인 전력 발생원에 대해 그리고 변화하는 부하에 대해 동적으로 조절해서 기준을 준수하고 시스템의 성능을 개선할 수 있다.

[0164] 컨버터(1620)의 출력 전압과 전류가 서로 위상이 일치하고 전력망의 전류와 일치한다면(예를 들어, 위상 잠금 루프를 통해서 또는 전력 생산 샘플링과 피드백 메커니즘을 통해서), 필요한 무효 전력이 전력망에서 흡수될 것이다. 발생원(1610)에 의해 제공되는 유효 전력이 더 클수록, 전력망 전압과 전력망 전류가 부하(1602)에서 국지적으로 위상이 더 크게 벗어난다. 모든 유효 전력이 국지적으로 제공된다면, 전력망의 전류와 전압은 부하(1602)에서 국지적으로 위상이 90도 벗어나며, 이로 인해 전력망 유효 전력 기여도가 0으로 떨어진다(Preal=(Vmax*Imax/2)cos(Vphase-Iphase)이기 때문에).

[0165] 실시 예에서, 전력 컨버터(1620)의 DC-DC 컨버터(1622)는 장치를 두 부분으로 분리하는 점선으로 표시된 것처럼, 입력과 출력 부분을 포함한다. 발생원(1610)에 연결된 부분을 입력 부분이라고 할 수 있고, DC-AC 인버터(1624)에 연결된 부분을 출력 부분이라고 할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(1622)는 발생원(1610)에서 인버터(1624)로 에너지를 전송하기 위해 입력 임피던스와 출력 임피던스를 변경하도록 운용된다. 실시 예에서, 컨버터(1622)를 전력 추출 장치라고 할 수 있다.

[0166] 컨버터(1622)는 전압이나 전류를 측정한 값으로 고정하지 않고 발생원(1610)에서 전송되는 에너지를 최대화하기

위해서 입력의 접속부를 변경시키도록 임피던스를 매칭시킬 수 있다. 그 대신에, 입력에서 전력이 어떤 것이든 발생원(1610)에서 생산되는 전력으로 움직일 수 있고, 어떤 것이든 생산되는 전력에 따라 전류가 매칭된다. 이와 비슷하게, 출력에서는, 부하(이 경우에는 인버터(1624))가 어떤 것이든 인버터가 운용되는 전압에서 어떤 것이든 필요한 전력을 끌어올 수 있도록 출력 접속부를 변경하기 위해 컨버터(1622)가 임피던스를 매칭시킬 수 있다. 따라서, 컨버터(1622)의 출력이 인버터(1624)의 전압을 매칭시키기 위해 움직이고, 전체 전력을 매칭시키기 위해 전류를 생성할 수 있다. 컨버터(1622)는 출력 전류 파형을 생성할 수 있다. 여기서, 크기는 얼마나 많은 에너지가 사용 가능한지에 따라 그리고 어떤 것이든 인버터(1624)의 전압에 따라 결정된다. 따라서, 출력이 부하를 매칭시키기 위해 움직이고, 전류 또는 전압에 고정되지 않는다. 컨버터(1622) 내의 내부 노드는 에너지 저장소 역할을 할 수 있다. 여기서, 입력 임피던스 매칭은 내부 노드의 효율적인 충전을 구현하고, 출력 임피던스는 부하가 내부 노드에서 에너지를 끌어올 수 있게 해준다. 입력과 출력을 서로 그리고 내부 노드에서 분리하기 위해 입력과 출력 모두 인덕터 및/또는 변압기를 통해 내부 노드에 연결된다.

[0167] 컨트롤러(1640)는 DC/AC 인버터(1624)에서 나오는 AC 전류 그리고 부하(1602) 전반에서 나타나는 전력망(1630)의 발생된 전압을 모니터링할 수 있다. 컨트롤러(1640)는 컨버터(1622)의 접속부의 최소한 하나의 전기적 매개변수를 제어해서 그것의 운용을 제어한다. 매개 변수(1642 및/또는 1644)는 컨버터(1620) 내에서 컨버터(1622)의 운용을 제어하기 위한 컨트롤러(1640)의 제어를 나타낸다. 실시 예에서, 매개 변수(1642 및/또는 1624)는 전력 추출의 스위칭 신호의 듀티 사이클일 수 있고, 이것은 입력 및/또는 출력 임피던스 매칭을 변경시키고, 그에 따라 내부 노드에 대한 충전과 인출을 제어한다. 각각의 매개 변수에 대한 수정은 모니터링한 전류와 전압의 상태에 따라 결정될 수 있다. 컨트롤러(1640)는 또한 부하(1602)가 사용할 수 있는 알맞게 조정된 전력이 있을 때, 부하를 생산된(컨버터(1622)와 인버터(1624)에 의해 발생원(1610)에서) 전력과 연결하기 위한 스위칭 장치(S1626)를 제어한다.

[0168] 실시 예에서, 컨버터(1620)는 원하는 대로 무효 전력을 생산하기 위해 컨버터(1620)의 운용을 조절하기 위해서 테이블(1650)을 포함하고, 이것은 역률 제어를 위한 테이블 기반의 방법을 제공한다. 테이블은 원하는 유효 전력과 무효 전력의 혼합 구성을 달성하기 위해서, 시스템에서 측정한 입력 상태를 바탕으로 획득되는 엔트리를 포함할 수 있다. 전력망 연결 노드에서 제공되는 피드백은 전압 제로 크로싱, 전압 진폭, 전류 파형 정보를 포함할 수 있다. 그러한 정보를 사용해, 컨트롤러(1640)는 테이블(1650)을 사용해 컨버터(1622) 및/또는 인버터(1624)의 운용을 조절한다. 이 테이블은 시스템에서 만들려고 하는 이상적인 출력 신호를 제공하는 세트포인트를 포함할 수 있다. 출력을 이상적인 입력 출력과 매칭시키면, 단순히 출력을 전통적인 방법으로 여과하고 조절하려고 시도하는 것보다 더 좋은 시스템 성능을 얻을 수 있다.

[0169] 실시 예에서, 시스템(1600)은 특정한 에너지 발생원(1610) 없이 적용될 수 있다. 예를 들어, 전력망(1630)에서 전력을 수신하고, 어떤 것이든 부하(1602)에게 필요한 유효 전력과 무효 전력의 혼합 구성을 제공하는 부하(1602)에 대한 출력을 생성하기 위해서 컨버터(1620)를 연결할 수 있다. 실시 예에서, AC 입력을 수신하도록 컨버터(1622)를 조절할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터(1622)에 대한 연결은 AC-DC 컨버터와 같이 전력망에서 DC 전력을 생산하기 위한 하드웨어로 구성할 수 있다. 하지만, 그러한 변환은 어느 정도 비효율을 일으키는 것으로 이해된다. 실시 예에서, 컨버터(1622)는 전력망과 내부 노드를 연결하는 입력 변압기를 사용해 구현될 수 있다.

[0170] 도 17은 분산형 전력망을 위한 노드의 실시 예에 대한 블록도이다. 노드(1700)은 제어 노드를 나타내며, 본 문서에 나온 실시 예에 따른 제어 노드의 한 예일 수 있다. 노드(1700)는 그것의 운용을 구현하기 위한 여러 가지 하드웨어 요소를 포함한다. 일반적으로, 하드웨어는 프로세서(1710), 배전 하드웨어(1720), 전력 모니터링 하드웨어(1730)로 설명할 수 있다. 이러한 요소 각각은 특정한 유형과 기능의 하드웨어를 포함할 수 있고, 일부는 도 17의 다른 요소로 표현될 수 있다.

[0171] 프로세서(1710)는 노드(1700) 내에 있는 하나 또는 여러 개의 컨트롤러 또는 프로세서를 나타낸다. 실시 예에서, 노드(1700)는 전력 계량기, 전력 컨버터, 두 요소를 접속시키고 전력망에 연결하기 위한 제어 하드웨어를 포함한다. 실시 예에서, 각각의 개별 항목은 계량 장치 내의 컨트롤러, 전력 컨버터 내의 컨트롤러 같은 컨트롤러를 포함한다. 전력 컨버터는 전력 추출 장치 컨트롤러, 인버터 컨트롤러, 이러한 것들을 관리하기 위한 기타 컨트롤러를 포함할 수 있다. 따라서, 컨트롤러(1710)는 노드(1700)가 전력을 모니터링하고 배전할 수 있게 해주는 제어 로직의 여러 개의 컨트롤러 또는 요소를 나타낼 수 있다.

[0172] 프로세서(1710)는 위에 있는 하드웨어를 포함해, 노드(1700) 내에 있는 하드웨어의 운용을 관리하고 제어한다. 프로세서(1710)는 노드(1700)에 대해 MGI(최신 전력망 지능)을 제공하도록 실행될 수 있다. 실시 예에서, 프로세서(1710)는 노드(1710)에 대해 설명된 기능 중 최소 일부를 제공하도록 로직을 실행할 수 있다. 그러한 기능

이 하드웨어에 의해 제공되는 범위 내에서, 프로세서(1710)는 하드웨어 운용을 제어하기 위한 컨트롤러로 간주할 수 있다. 실시 예에서, 프로세서(1710)는 노드(1700)에 대한 제어 노드 운영 체제를 실행할 수 있다. 실시 예에서, 운영 체제는 MGIOS(최신 전력망 지능 운영 체제)이다. MGIOS는 최소한 다음을 포함한 기능과 이점을 제공할 수 있다.

[0173] MGIOS는 컴퓨팅을 제공하고, 노드(1700)의 운용에 대해 전반적인 제어를 제공할 수 있다. 실시 예에서, MGIOS는 노드가 데이터를 수집하고 노드 밖으로 데이터를 전송할 것인지 결정할 수 있게 해준다. 실시 예에서, MGIOS는 PCC의 동측에 연결된 국지적 요소와 같이, 국지적 시스템을 제어하기 위해 데이터를 사용할 수 있다. 실시 예에서, MGIOS는 또한 전력 회사 관리자 및/또는 전력망 네트워크의 기타 노드와 같이 외부에서 사용하기 위한 데이터를 전송한다.

[0174] 실시 예에서, MGIOS는 노드(1700)에 대한 급전 기능을 제어한다. 이 급전은 송신과 수신 데이터를 포함할 수 있고, 특히 배전 방법을 결정하는 데 사용하는 알림을 포함할 수 있다. 실시 예에서, MGIOS는 자율적인 급전을 구현할 수 있고, 이것은 전력망 네트워크의 노드가 전력망 운용을 제어하는 노드간에 정보를 공유할 수 있게 해준다. 자율적인 급전은 중앙 전력망 운용자가 급전 정보의 생성 또는 배포에 관여할 필요가 없음을 나타낸다.

[0175] 실시 예에서, MGIOS는 제어 기능을 구현한다. 이 제어는 사람, 클라우드 및/또는 자동화된 제어 로직에 의해 수행될 수 있다. 실시 예에서, MGIOS는 노드(1700)가 별개의 노드로 독립적으로 및/또는 전력망 네트워크의 다른 제어 노드와 함께 취합해서 작동할 수 있다. 각각의 독립적인 운용은 중앙 발전소 없이 및/또는 최소한의 중앙 전력망 관리만으로 분산형 네트워크가 기능을 수행할 수 있게 해준다.

[0176] 실시 예에서, MGIOS는 자체 기동 운용을 구현한다. 자체 기동 운용에서는 노드(1700)가 전력망의 해당 계층을 오프라인에서 온라인 상태로 다시 전환시킬 수 있다. 그러한 운용은 예를 들어 전력망 네트워크의 상류와 하류의 상태를 독립적으로 모니터링하는 전력망 네트워크의 각각의 노드(1700)에 의해, 중앙 전력망 관리에서 자율적으로 발생할 수 있다. 따라서, 노드(1700)는 전력망 운용자가 노드를 향해 아래쪽으로 배전을 제어할 때까지 기다릴 필요 없이, 조건이 허용되면 온라인으로 전환될 수 있다. 따라서 노드(1700)는 전력망에 대한 전력 흐름을 제어해서 독립적으로 해당 노드 계층을 다시 온라인으로 전환할 수 있고, 결과적으로 시동 문제를 방지할 수 있다.

[0177] 실시 예에서, MGI는 노드(1700)가 여러 개의 선간 전압을 제공할 수 있게 해준다. 실시 예에서, 프로세서(1710)의 제어 로직을 통과할 수 있는 전력망 접속부(1780)은 여러 개의 서로 다른 트립 포인트 전압에 대해 구성될 수 있다. 각각의 트립 포인트 전압은 다른 제어 이벤트를 제공할 수 있다. 각각의 제어 이벤트는 프로세서(1710)가 제어 노드의 접속부를 조절하기 위해서 제어를 수행할 수 있게 해준다. 이 접속부는 부하에 대한 접속부 및/또는 전력망 네트워크에 대한 접속부일 수 있다.

[0178] 실시 예에서, MGI는 전력망 네트워크 내의 연결점을 절약할 수 있다. 실시 예에서, 노드(1700)는 역류를 제한 및/또는 전력망에 공급되는 전력의 유형을 변경하기 위해 출력을 조절해서 전력망 네트워크에 대한 역류를 제어한다. 실시 예에서, 노드(1700)는 중앙 발전소에서 공급되는 전력 흐름을 제어하는 전력 회사 전력망 관리에 의해 전통적으로 수행되는 전력 회사 제어 기능을 제공한다. 노드(1700)는 분산형 전력망을 구현하기 위한 전력망 제어 기능을 제공할 수 있다.

[0179] 배전 하드웨어(1720)는 전력 선로, 커넥터, 위상 잠금 루프, 오류 교정 루프, 변압기 같은 접속부 보호 또는 절연 장비 및/또는 제어 노드가 한 곳에서 다른 곳으로 에너지를 전송하거나 전력망 전체에서 전력이 어떻게 흐르는지 또는 기타 운용을 제어할 수 있도록 해주는 기타 하드웨어를 포함한다. 실시 예에서, 전력 컨버터는 배전 하드웨어 내에 포함될 수 있다. 전력 컨버터는 스마트 인터버 또는 마이크로인버터일 수 있고, 시스템(1500, 1600)에 대해 설명한 것일 수 있다.

[0180] 전력 모니터링 하드웨어(1730)는 커넥터, 신호 선로, 샘플링 하드웨어, 피드백 루프, 계산 하드웨어 및/또는 제어 노드가 하나 또는 여러 개의 전력망 상태 및/또는 부하 상태를 모니터링할 수 있게 해주는 기타 하드웨어를 포함한다. 전력망 상태는 전압 레벨, 위상, 주파수, 기타 전력망 운용 매개 변수이거나 이를 포함할 수 있다. 부하 상태는 전압, 전류, 위상, 주파수, 부하의 전력 수요에 대한 기타 매개 변수이거나 이를 포함할 수 있다.

[0181] 실시 예에서, 노드(1700)는 전력망 제어(1740)를 포함한다. 전력망 제어는 전력망 네트워크에 대한 접속부를 제어하기 위한 하드웨어와 로직(예를 들어, 소프트웨어/펌웨어 로직, 구성)을 나타낸다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1780)은 전력망 네트워크 접속부를 나타낸다. 전력망 제어(1740)는 유효 전력 제어(1742)와 무효 전력 제

어(1744)를 포함할 수 있다. 유효 전력과 무효 전력 제어는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 실시 예에서, 유효 전력 제어(1742)는 전력망에 유효 전력을 제공하기 위한 로직(하드웨어 및/또는 소프트웨어)을 포함한다. 실시 예에서, 무효 전력 제어(1744)는 전력망에 무효 전력을 제공하기 위한 로직을 포함한다. 전력망에 전력을 제공하는 것은 원하는 유형과 혼합 구성의 전력이 전력망으로 흘러가도록 만들기 위해 접속부를 변경하는 것을 포함할 수 있다.

[0182] 실시 예에서, 노드(1700)는 국지적 제어(1750)를 포함한다. 국지적 제어는 부하에 대한 접속부 또는 전력망 네트워크와 연결된 PCC의 하류에 있는 물품에 대한 접속부를 제어하기 위해서 하드웨어와 로직(예를 들어, 소프트웨어/펌웨어 로직, 구성)을 나타낸다. 국지적 제어(1750)는 유효 전력 제어(1752)와 무효 전력 제어(1754)를 포함할 수 있다. 유효 전력과 무효 전력 제어는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 실시 예에서, 유효 전력 제어(1752)는 부하에 유효 전력을 제공하기 위한 로직(하드웨어 및/또는 소프트웨어)을 포함한다. 실시 예에서, 무효 전력 제어(1754)는 부하에 무효 전력을 제공하기 위한 로직을 포함한다. 부하에 전력을 제공하는 것은 원하는 유형과 혼합 구성의 전력이 국지적 에너지 발생원에서 및/또는 전력망에서 부하로 흘러가도록 만들기 위해 접속부를 변경하는 것을 포함할 수 있다.

[0183] 전력 회사 전력망은 사용량뿐만 아니라 사용 시간을 바탕으로 한 요금 구조를 갖는 것으로 이해된다. 예를 들어, 전력 회사 전력망은 계층화된 요금이 있을 수 있다. 실시 예에서, 프로세서(1710)는 전력망 제어(1740) 및/또는 국지적 제어(1750)로 접속부를 어떻게 변경할 것인지에 대해 계산할 때 요금 구조 정보를 인수화할 수 있게 해주는 요금 구조 정보를 포함한다. 요금 구조 정보를 인수화하는 것은 어떤 유형의 전력(유효 또는 무효)이 주어진 환경에서 가치가 더 높은지 결정하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 프로세서(1710)는 에너지 생산의 가치를 최대화 및/또는 에너지 소비의 비용을 최소화할 수 있다. 계층화된 요금 구조가 있는 구현 예에서, 프로세서(1710)는 어떻게 소비를 가능한 가장 낮은 계층으로 유지하는지 그리고 어떻게 전력을 가능한 가장 높은 요금으로 제공할 수 있는지에 따라 전력망 제어(1740) 및/또는 국지적 제어(1750)에게 지시할 수 있다. 실시 예에서, 프로세서(1710)는 전력망 제어(1740) 및/또는 국지적 제어(1750)의 운용을 제어할 때 전력망 네트워크 요건을 고려한다. 예를 들어, 전력망은 감속 또는 전력이 어떻게 제공 및/또는 소비되어야 하는지에 영향을 미치는 기타 조건이 있을 수 있다. 실시 예에서, 노드(1700)는 부하가 동적으로 온라인과 오프라인으로 연결됨에 따라 전력 출력을 조절할 수 있다. 예를 들어, 국지적 제어(1750)는 부하가 오프라인이 될 때 출력을 줄일 수 있고, 부하가 온라인이 될 때 출력을 높일 수 있다.

[0184] 계량(1760)은 노드(1700)의 계량 기능을 나타내며, 본 문서에 나온 실시 예에 따른 계량기를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 계량(1760)은 부하 제어(1762) 계량을 포함할 수 있다. 부하 제어(1762)는 부하 전력 수요를 모니터링하기 위한 로직을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 계량(1760)은 시그니처 관리자(1764)를 포함할 수 있다. 시그니처 관리자(1764)는 부하에 대해 발생하는 것을 모니터링할 때 에너지 시그니처를 생성, 저장, 사용하기 위한 로직을 포함한다. 특히, 시그니처 관리자(1764)는 본 문서에 나온 실시 예에 따른 복합 전류 벡터를 포함한 에너지 시그니처를 관리할 수 있다.

[0185] 전통적으로, 전력망에 연결하기 위해 순수 에너지 계량기가 필요하다. 하지만, 더 새로운 규정에 따라 특정한 능력이 충족되지 않으면 전력망에 전혀 연결하지 못할 수도 있다. 계량(1760)은 노드(1700)가 특정한 부하 및/또는 선로에서 확인된 특정한 에너지 시그니처에 반응하기 위해 인버터 또는 컨버터를 제어할 수 있게 만들 수 있다. 계량(1760)에서 탐지되는 것을 바탕으로, 노드(1700)는 에너지 생산과 부하 소비에 대해 실시간 제어를 제공할 수 있다.

[0186] 실시 예에서, 노드(1700)는 데이터 접속부(1770)를 포함한다. 실시 예에서, 데이터 접속부(1770)는 데이터 센터 또는 데이터 관리로 전송될 데이터를 제어하고 데이터 센터 또는 데이터 관리에서 수신되는 데이터를 제어하기 위한 데이터 관리자(1772)를 포함한다. 데이터 관리자(1772)는 데이터 센터 또는 비슷한 데이터 발생원에게 요청해서 데이터를 수집할 수 있다. 실시 예에서, 데이터 접속부(1770)는 외부 관리자(1774)를 포함하며, 이것은 데이터 센터, 중앙 데이터 관리, 중앙 전력망 관리의 기타 노드 및/또는 기타 데이터 발생원에 대한 접속부를 관리할 수 있다. 실시 예에서, 데이터 관리자(1772)는 데이터 발생원에서 전송된 데이터에 반응해 데이터를 수신한다. 실시 예에서, 외부 관리자(1774)는 데이터 발생원에서 데이터를 요청한다. 이 요청은 표준 통신 프로토콜 및/또는 독점적인 프로토콜에 따른 것일 수 있다. 통신 매체는 노드(1700)와 데이터 발생원을 통신상 연결하는 어떤 매체도 가능하다. 실시 예에서, 외부 관리자(1774)는 정기적으로 데이터 발생원과 통신한다. 실시 예에서, 외부 관리자(1774)는 외부 데이터가 사용 가능하게 되었음을 나타내는 알림을 수신하든지 또는 데이터 관리자(1772)가 국지적 데이터의 전송 준비가 되었음을 나타내든지, 더 많은 데이터가 사용 가능하게 되는 것과 같은 이벤트에 반응해 데이터 발생원과 통신한다. 데이터 접속부(1770)는 시장 사용을 위한 실시간 데이터를 구현

할 수 있다. 실시 예에서, 데이터 접속부(1770)는 데이터 집합을 제공하고, 이것은 에너지 시그니처에 대한 전류를 확인하기 위한 실시 예에서 사용할 수 있다.

[0187] 실시 예에서, 노드(1700)는 접속부(1780)를 포함한다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1780)는 전력 회사 전력망과 접속하기 위한 유틸리티 접속부(1782)를 포함한다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1780)는 분산형 전력망 네트워크와 접속하기 위한 가상 접속부(1784)를 포함한다. 전력망 접속부의 운용은 프로세서(1710)에 의한 MGIOS의 실행을 참고했을 때, MGI(최신 전력망 지능)라고 할 수 있다. 전력망 접속부(1780)는 노드(1700)를 전통적인 전력 회사 전력망 기반 시설이든 및/또는 분산형 전력망 네트워크이든, 전력망 기반 시설에 연결하는 어떠한 유형의 접속부도 포함할 수 있다. 실시 예에서, 전력망 접속부(1780)는 노드(1700)가 전력 방향을 알 수 있게 해준다. 실시 예에서, 전력망 네트워크는 전력 방향을 나타내기 위해 선로에서 신호를 제공하는 것과 같이, 급전 정보를 제공한다. 노드(1700)는 전력망 네트워크의 전력 조류 방향을 바탕으로 그것의 운용을 관리할 수 있다. 전력망 접속부(1780)는 또한 전력 조류의 방향 변화를 동적으로 모니터링할 수 있다.

[0188] 실시 예에서, MGIOS는 노드(1700)가 전력망의 운용을 축소하기 위해 PCC의 하류에 연결된 하나 또는 여러 개의 요소의 운용을 조절할 수 있게 해준다. PCC의 하류에 연결된 에어컨의 예를 고려해 본다. 실시 예에서, MGIOS는 전력망 네트워크가 커다란 부하를 경험하고 있음을 탐지할 수 있고, 5-10분 동안 전력망을 부담을 줄이기 위해서 모든 에어컨의 가동을 줄이기로 결정할 수 있다. 따라서, 장치를 중지할 필요가 없고, 전력망이 어떤 계층에 대해서도 전력을 차단할 필요가 없다. 그 대신에, 전력망이 자체적으로 복구하도록 선택된 부하에 대해 일정한 시간 동안 전력을 줄일 수 있다. 따라서, MGIOS는 부하 및/또는 발생원을 제어할 수 있다. 그러한 운용은 예를 들어 전력 공급을 완전히 차단하기 보다는 전력 수요를 축소해서, 절전과 반복적인 정전 사태를 줄이거나 방지할 수 있다.

[0189] 노드(1700)은 운용을 위해 특정한 양의 전력이 요구된다고 이해된다. 노드(1700)에 의해 소비된 전력을 타르 손실이라고 부를 수 있고, 이것은 노드가 전력을 생산하고 있지 않을 때 제어 장치가 얼마나 많은 전력을 소비하는지를 나타낸다. 실시 예에서, 노드(1700)는 타르 손실을 줄이기 위한 수면 기능을 포함한다. 예를 들어, 태양광 발전기 같은 준안정 에너지 발생원을 제어하는 노드는 햇빛이 없을 때 수면에 들어갈 수 있고, 햇빛이 나올 때 깨어날 수 있다. 실시 예에서, 노드는 저전력 상태에 들어갈 수 있고, 태양광 탐지기, 이더넷 전원 장치 또는 그것을 깨우기 위한 기타 외부 신호 발동기 같은 것의 신호에 반응해 깨어날 수 있다. 실시 예에서, 노드는 업그레이드를 수행하거나 기타 보조 서비스를 수행하기 위해서 수면 주기 중에 야간에 깨어날 수 있다.

[0190] 도 18은 분산형 전력망 제어를 제공하는 공정의 실시 예에 대한 블록도이다. 실시 예에서, 분산형 전력망 제어를 제공하기 위한 공정(1800)은 계량 장치 및/또는 전력 컨버터의 실시 예가 수행하는 운용을 포함한다. 실시 예에서, 제어 노드는 계량 기능을 포함하고 PCC의 전력망 네트워크에 의해 공급되는 에너지를 측정한다(1802). 전력망 네트워크는 본 문서에 나온 전력망 네트워크일 수 있다. 실시 예에서, 전력망 네트워크는 전력 회사 전력망을 포함하거나 전력 회사 전력망에 대한 연결부를 포함한다. 측정은 본 문서에 나온 실시 예에 따른 것일 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 PCC의 하류에서 전력 수요를 모니터링한다(1804). 실시 예에서, 하류 장치는 국지적 에너지 발생원 또는 기타 전력 발생원을 포함하고, 제어 노드는 PCC의 하류에서 전력 생산을 모니터링한다(1806). 에너지 발생원은 고객 구내의 국지적 에너지 발생원일 수 있고/있거나 인근 구역 내에 있는 인근 구역 전력 발생원을 포함할 수 있다.

[0191] 실시 예에서, 제어 노드는 PCC의 네트워크 노드가 전력망 규정에 적합한지 결정한다(1808). 전력망 규정은 과전압 상태(과전압의 크기 및/또는 전압의 타이밍), 파형, 주파수, 역률 및/또는 기타 상태에 대한 제한을 포함할 수 있다. 제어 노드는 컨트롤러에 대해 구성된 및/또는 제어 노드의 컨트롤러가 사용하도록 저장된 규정 제어를 포함할 수 있다. 규정은 전력망 네트워크에 의해 제어 노드로 전송된 매개 변수를 포함할 수 있다.

[0192] 실시 예에서, PCC 노드가 적합한 경우에는, (1810) "예" 조건에서, 제어 노드가 정보를 업데이트하고 계속해서 모니터링할 수 있다(1812). 연속 모니터링은 (1802)에서 다시 시작할 수 있다. 실시 예에서, 정보 업데이트는 국지적으로 저장 및/또는 전력망 네트워크로 전송하기 위해 기록 또는 보고서 정보를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 실시 예에서, 정보 업데이트는 데이터를 전력망 네트워크에 대한 중앙 데이터 센터로 전송하는 것을 포함할 수 있고, 이것은 다른 노드에 의해 공유되는 정보를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 제어 노드는 전력망 네트워크의 다른 노드의 상태를 결정하기 위해 데이터 센터의 데이터를 입수한다. PCC 노드의 규정 적합성은 전력망 네트워크의 다른 노드와 무관할 수 있는 한편, 실시 예에서, 제어 노드는 전력망 네트워크의 다른 노드에 의한 접합성 미충족을 바탕으로 그것의 운용을 조절하도록 결정을 내릴 수 있다.

[0193] 따라서, 해당 노드가 전력망 규정 적합성을 충족시키지 못하는 다른 노드가 전력망 규정 적합성을 충족시키지

못하든, 실시 예에서, 제어 노드는 PCC에서 이루어지는 운용 제어에 의해 영향을 받을 수 있는 전력망 네트워크에서 적합성 미충족이 있는지 결정한다(1810 "아니요" 조건). 실시 예에서, 제어 노드는 PCC의 전력망에서 보았을 때 전력망에 대한 접속부를 조절할 것인지 결정한다(1814). 접속부 제어는 PCC의 전력망 네트워크에서 보았을 때(예를 들어, PCC를 향해 뒤돌아보았을 때) 전기적 상태의 변경을 포함할 수 있다. 접속부의 전력망측에서 보았을 때 전기적 상태는 PCC 내에서 보았을 때와 반드시 같지는 않다. 왜냐하면 네트워크에 어떻게 연결하는지가 전력이 어떻게 PCC를 통과해 흐르는지에 영향을 미치기 때문이다. 접속부 제어는 전력이 어떻게 PCC를 통과해 흐르는지를 제어하는 것을 말한다. 제어는 제어 노드를 사용해 PCC 자체에서 이루어지는 운용을 변경하는 것 및/또는 PCC 전체에 걸쳐 전력 조류를 변경하기 위해 하나 또는 여러 개의 제어 노드의 운용을 변경하는 것을 포함할 수 있고, 이것은 네트워크 계층과 전력망 네트워크 사이에서 PCC를 통과하는 전력 조류의 총효과를 변화시킨다.

[0194] 실시 예에서, 제어 노드는 적합성을 위해 어떻게 전력망에 대한 접속부를 조절할 것인지를 결정한다. 다시 말해서, 실시 예에서, 다른 PCC 노드의 지원을 위한 국지적 PCC 노드에서 동적 제어를 통해 전력망 네트워크의 다른 노드에서 적합성이 충족될 수 있다. 따라서, 제어 노드는 목표 PCC에서 적합성을 위해 국지적 접속부에 대해 적용할 조절을 계산할 수 있다(1816). 실시 예에서, 목표 PCC는 국지적 PCC 노드이다. 실시 예에서, 목표 PCC는 상류(계층 구조에서 상류에 있는) PCC 노드이다. 실시 예에서, 목표 PCC는 전력 회사 전력망의 발전소와 더 가까운 노드이고, 따라서 전력 회사 전력망의 상류에 있는 것으로 간주할 수 있다. 실시 예에서, 목표 PCC는 전력 회사 전력망의 발전소에서 더 먼 노드이고, 따라서 국지적 PCC 노드 내에서 하류에 있지 않더라도 전력 회사 전력망의 하류에 있는 것으로 간주할 수 있다. 따라서, 하류와 상류는 두 가지 의미를 가질 수 있다. 여기서, 전력망에서 상류는 전력 회사 발전소와 더 가까운 또는 더 멀리 떨어진 노드를 말한다. PCC에 대해 하류 또는 상류는 분산형 전력망 계층 구조에서 더 아래쪽의 PCC에 연결된 것(하류) 또는 분산형 전력망 계층 구조에서 더 위쪽에 있는 노드(상류)를 말할 수 있다. 따라서, 전통적인 전력망 의미에서 상류는 발전소와 더 가까운 것을 말하고, 분산형 전력망에서 상류는 계층형, 분산형 제어의 더 높은 레벨을 말한다. 마찬가지로, 전통적인 전력망 의미에서 하류는 발전소에서 더 멀리 떨어진 것을 말하고, 분산형 전력망에서 하류는 계층형, 분산형 제어의 더 낮은 레벨을 말한다.

[0195] 제어 노드가 국지적 무효 전력을 조절해야 한다면, (1818) "무효" 조건에서, 제어 노드가 국지적 PCC(1820)에 영향을 미치기 위해 무효 전력 출력 및/또는 수요를 조절하도록 전력 컨버터를 가동할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터는 국지적 에너지 발생원의 무효 전력 생산을 조절할 수 있다. 실시 예에서, 컨버터는 부하에 대해 무효 전력 소비를 조절할 수 있다. 실시 예에서, 무효 전력 조절은 복합 전류 벡터와 관련해 전류 파형을 조절하는 것을 말할 수 있다. 제어 노드가 국지적 유효 전력을 조절해야 한다면, (1818) "유효" 조건에서, 제어 노드가 국지적 PCC(1822)를 조절하기 위해 유효 전력 출력 또는 수요를 조절하도록 전력 컨버터를 가동할 수 있다. 실시 예에서, 전력 컨버터는 PCC에서 유효 전력과 무효 전력을 모두 조절한다. 조절 후에 제어 노드가 (1802)의 운용에 대한 모니터링을 다시 시작할 수 있다.

[0196] 한 측면에서, 전력 그리드를 제어하는 방법은 PCC의 전력 생산과 전력 수요 동측에서 그리고 PCC의 중앙 전력망 관리 반대측에서 제어 노드가 있는 전력 회사 전력망에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링; PCC에서 전력망 규정 준수를 유지하기 위해서 PCC를 통해 제어 노드와 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 조절하는 것을 포함한다.

[0197] 한 측면에서, 전력망을 제어하기 위한 기기는 소비자 노드에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터; 소비자 노드의 PCC측에 있는 PCC에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링하기 위한 컨트롤러; 소비자 노드의 PCC측에 있는 PCC에서 전력망 규정 준수를 유지하기 위해 PCC를 통해 기기와 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 조절하기 위한 전력 컨버터를 포함한다.

[0198] 한 측면에서, 전력 계량 장치는 소비자 노드에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터; 소비자 노드의 PCC측에 있는 PCC에서 전력 생산과 전력 수요를 모니터링하기 위한 컨트롤러; 컨트롤러를 전력 컨버터에 연결하기 위한 I/O(입력/출력)(즉, 전력 계량 장치의 모니터링에 반응해 전력 컨버터가 소비자 노드의 PCC측에 있는 PCC에서 전력망 규정 준수를 유지하기 위해 PCC를 통해 기기와 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 조절하도록 I/O를 통해 전력 컨버터로 하나 또는 여러 개의 신호를 전송하기 위한 컨트롤러)를 포함한다.

[0199] 위의 세 단락에 나온 방법, 기기 및/또는 전력 계량 장치와 관련해, 다음의 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, PCC는 전력망에 대한 고객 구내의

연결로 구성된다. 실시 예에서, PCC는 여러 개의 고객 구내를 포함하는 인근 구역의 전력망에 대한 연결로 구성된다. 실시 예에서, PCC는 전력망의 변압기로 구성된다. 실시 예에서, PCC는 전력망의 하류에 있는 최소한 하나의 추가적인 PCC를 포함한다. 실시 예에서, 전력 생산 모니터링은 고객 구내에서 신재생 에너지 발생원에 의해 생산되는 전력의 모니터링로 구성된다. 실시 예에서, 접속부 조절은 PCC에서 무효 전력의 위상 편차 조절로 구성된다. 실시 예에서, 무효 전력의 위상 편차 조절은 PCC의 동측에서 전력 생산 자원부터 전력망까지 PCC를 통한 무효 전력 출력량 변경으로 구성된다. 실시 예에서, 접속부 조절은 PCC의 동측에서 전력 생산 자원부터 전력망까지 PCC를 통한 유효 전력 출력량 조절으로 구성된다. 실시 예에서, 모니터링은 전력망 관리에서 급전 정보의 수신으로 구성된다.

[0200] 한 측면에서, 전력망 제어 방법은 부하가 연결된 공통 연결점(PCC)의 전력망 네트워크에 의해 공급되는 에너지를 계량 장치로 측정(여기서, 계량 장치는 PCC의 부하 동측에 위치); 부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정; PCC의 부하 동측에 있는 에너지 변환 장치와 계량 장치로 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당김; 부하로 제공하기 위해서 PCC의 동측에서 전력망 네트워크에서 무효 전력으로 유효 에너지를 에너지 변환 장치로 변환하는 것을 포함한다.

[0201] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 분산형 제어 노드는 부하를 전력망 네트워크에 연결하기 위한 전력망 커넥터; 전력망 네트워크 공통 연결점(PCC)의 부하 동측에 있는 계량 장치; PCC에서 전력망 네트워크에 의해 공급되는 에너지를 측정하고, 부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정하기 위한 계량 장치; PCC의 부하 동측에 있는 에너지 변환 장치; 계량 장치의 지시에 반응해 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기고 부하로 제공하기 위해서 PCC의 동측에서 전력망 네트워크에서 무효 전력으로 유효 에너지를 변환하기 위한 계량 장치를 포함한다.

[0202] 한 측면에서, 전력망 시스템은 공통 연결점(PCC)의 동측에 전기적으로 연결된 여러 개의 부하; PCC에서 여러 개의 부하와 연결된 제어 노드(즉, PCC에서 전력망 네트워크에 의해 제공되는 에너지를 측정하고, 부하 중 최소한 하나가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정하기 위한 계량 장치를 포함한 제어 노드); 계량 장치의 지시에 반응해 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기고, 최소한 하나의 부하로 제공하기 위해서 PCC의 동측에서 전력망 네트워크에서 무효 전력으로 유효 전력을 변환하기 위한 에너지 변환 장치를 포함한다.

[0203] 위의 세 단락에 나온 방법, 분산형 제어 노드 및/또는 전력망 시스템과 관련해, 다음과 같은 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 전력망 네트워크는 전력 회사 전력망으로 구성된다. 실시 예에서, 부하는 PCC에 연결된 여러 개의 부하 중 하나이다. 실시 예에서, 더 나아가 부하가 무효 전력을 끌어당기는지에 대한 결정은 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처(즉, 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 상대적인 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함한 에너지 시그니처)를 확인하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 부하가 무효 전력을 끌어당기는지를 결정하는 것은 부하가 선도 또는 지연 무효 전력을 요구하는지 결정하는 것으로 구성된다. 여기서, 유효 전력을 무효 전력으로 변환하는 것은 그러한 결정을 바탕으로 선도 또는 지연 전력을 생성하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기는 것은 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당기고, 유효 전력을 무효 전력으로 변환해서 부하의 모든 무효 전력 수요를 공급하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, PCC에서 공급된 전력을 측정하고 부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당기는지 결정하는 것은 계량 장치가 전력망 네트워크의 데이터 센터에서 수신한 제어 정보에 반응해 측정하고 결정하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 데이터 센터에서 수신한 제어 정보에 반응해 측정하고 결정하는 것은 전력 회사 전력망의 중앙 관리의 컨트롤러에서 정보를 수신하는 것으로 구성된다.

[0204] 한 측면에서, 전력망 네트워크와 접속하는 방법은 전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 연결된 국지적 에너지 발생원으로 국지적 유효 전력을 생산; 전력망 네트워크에 무효 전력을 제공해서 조절할 수 있는 전력망 네트워크의 상태를 확인; PCC의 소비자측에 있는 에너지 변환 장치를 사용해 PCC의 소비자측에서 유효 전력을 무효 전력으로 변환; PCC를 통해 무효 전력을 전력망 네트워크로 공급하는 것을 포함한다.

[0205] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 소비자 노드는 소비자 노드를 공통 연결점(PCC)의 소비자측에서 전력망 네트워크에 연결하기 위한 전력망 커넥터; 유효 전력을 생산하기 위해서 PCC의 소비자측에 연결된 국지적 에너지 발생원; PCC의 소비자측에서 국지적 에너지 발생원의 유효 전력을 무효 전력으로 변환하고, PCC를 통해 무효 전력을 전력망 네트워크로 공급하기 위한 PCC의 소비자측에 있는 에너지 변환 장치를 포함한다.

[0206] 한 측면에서, 전력망 시스템은 전력망 시스템의 전력망 네트워크에 대한 공통 연결점(PCC)의 소비자측에 연결된

국지적 에너지 발생원(즉, 유효 전력을 생산하기 위한 국지적 에너지 발생원); PCC에 있는 국지적 에너지 발생원에 연결된 제어 노드(즉, 전력망 네트워크에 무효 전력을 제공해서 조절할 수 있는 전력망 네트워크의 상태를 확인하기 위한 계량 장치를 포함한 제어 노드); PCC의 소비자측에서 국지적 에너지 발생원의 유효 전력을 무효 전력으로 변환하고, PCC를 통해 무효 전력을 전력망 발생원으로 공급하기 위한 에너지 변환 장치를 포함한다.

[0207] 위의 세 단락에 나온 방법, 소비자 노드 및/또는 전력망 시스템과 관련해, 다음과 같은 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 전력망 네트워크는 전력 회사 전력망으로 구성된다. 실시 예에서, 국지적 에너지 발생원으로 국지적 유효 전력을 생산하는 것은 태양광 전력 시스템에서 유효 전력 출력을 생산하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 국지적 에너지 발생원으로 국지적 유효 전력을 생산하는 것은 고객 구내의 에너지 발생원으로 유효 전력 출력을 생산하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 상태 확인은 더 나아가 PCC의 소비자측에서 계량 장치로 PCC의 전력망 상태를 측정하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 상태 확인은 더 나아가 PCC의 전력망측에서 급전 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 급전 정보 수신은 전력망 네트워크의 분산형 제어 노드에서 급전 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 급전 정보 수신은 데이터 센터에서 급전 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 급전 정보 수신은 전력 회사 전력망의 컨트롤러에서 급전 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, PCC의 동측에서 유효 전력을 무효 전력으로 변환하는 것은 유효 전력을 선도 무효 전력으로 변환하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, PCC의 소비자측에서 유효 전력을 무효 전력으로 변환하는 것은 유효 전력을 지연 무효 전력으로 변환하는 것으로 구성된다.

[0208] 한 측면에서, 전력망 제어 방법은 전력망 네트워크 공통 연결점(PCC)의 부하 동측에 위치한 계량 장치를 사용해 전류의 고조파를 포함해 부하에 의해 끌어당겨지는 전류를 측정(여기서, 부하는 PCC의 동측에서 전기적으로 연결된 여러 개의 서로 다른 장치 중 하나를 포함); 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터의 기록을 포함해 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 생성; 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하는 것을 포함한다.

[0209] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 분산형 제어 노드는 부하를 전력망 시스템에 연결하기 위한 전력망 커넥터(여기서, 부하는 공통 연결점(PCC)의 동측에 전기적으로 연결된 여러 개의 서로 다른 장치 중 하나를 포함); 전력망 네트워크 PCC의 부하 동측에 위치한 계량 장치(즉, 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정하기 위한 계량 장치); 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터의 기록을 포함해 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 생성하기 위한 컨트롤러(즉, 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위한 컨트롤러)를 포함한다.

[0210] 한 측면에서, 전력망 시스템은 공통 연결점(PCC)의 동측에 전기적으로 연결된 여러 개의 부하; PCC에 있는 여러 개의 부하에 연결된 제어 노드(즉, 전력망 네트워크 PCC의 부하 동측에 위치한 계량 장치를 포함한 제어 노드를 말함, 계량 장치는 부하 중 최소 하나에 의해 끌어당겨진 전류를 측정하고, 최소한 하나의 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 생성하기 위한 계량 장치를 말함, 여기에는 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터의 기록이 포함됨); 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 최소 하나의 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위한 전력 컨버터를 포함한다.

[0211] 위의 세 단락에 나온 방법, 분산형 제어 노드 및/또는 전력망 시스템과 관련해, 다음과 같은 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 더 나아가 부하의 고조파로 인한 잡음 기여도의 제어는 PCC의 부하 동측에 연결된 국지적 에너지 발생원의 무효 전력 성분을 조절하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 더 나아가 부하의 고조파로 인한 잡음 기여도의 제어는 부하에 대한 에너지 시그니처를 오프셋시키는 무효 전류를 생성하기 위해, 부하로 공급되는 무효 전류 성분을 조절하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 부하의 고조파로 인한 잡음 기여도의 제어는 부하의 운용 전압의 주파수를 낮추는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 그 방법은 부하에 대한 전류 인출 정보를 PCC의 부하 동측에 있지 않은 전력망 네트워크의 제어 장치로 전송하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 부하에 대한 전류 인출 정보를 제어 장치로 전송하는 것은 전류 인출 정보를 전력망 컨트롤러로 전송하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 부하

에 대한 전류 인출 정보를 제어 장치로 전송하는 것은 전류 인출 정보를 전력망 네트워크의 서로 다른 제어 노드로 전송하는 것으로 구성된다.

[0212] 한 측면에서, 전력망 노드에서 전력을 모니터링하는 방법은 전력망 네트워크 공통 연결점(PCC)의 부하 동측에 위치한 국지적 전력망 제어 장치에서 급전 정보(즉, PCC에서 전력망 네트워크의 전기적 상태를 나타내는 급전 정보)를 획득; 국지적 부하에 고유한 에너지 시그니처(즉, 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함한 에너지 시그니처)를 확인; 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하는 것을 포함한다.

[0213] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 분산형 제어 노드는 부하를 전력망 시스템의 전력망 네트워크에 연결하기 위한 전력망 커넥터(여기서, 공통 연결점(PCC)의 부하 동측에 전기적으로 연결된 여러 개의 서로 다른 장치 중 하나를 포함); PCC에서 전력망 네트워크의 전기적 상태를 나타내는 급전 정보를 획득하고; 국지적 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처(즉, 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함한 에너지 시그니처)를 확인하고; 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위한 컨트롤러를 포함한다.

[0214] 한 측면에서, 전력망 시스템은 공통 연결점(PCC)에 전기적으로 연결된 부하; PCC의 부하 동측에 있는 부하와 연결된 제어 노드(즉, PCC에서 전력망 네트워크의 전기적 상태를 나타내는 급전 정보를 획득하고, 국지적 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처(즉, 일차 전류의 경우에 유효 전력 성분과 무효 전력 성분을 확인하고, 고조파의 경우에 일차 전류에 대한 유효 전력 성분, 무효 전력 성분, 각도 변위를 확인하는 운용 중인 부하에 대한 복합 전류 벡터를 포함한 에너지 시그니처)를 확인하기 위한 컨트롤러를 포함한 제어 노드); 부하에서 전력망 네트워크로 유입되는 잡음을 줄이기 위해서 PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어하기 위한 전력 컨버터를 포함한다.

[0215] 위의 세 단락에 나온 방법, 분산형 제어 노드 및/또는 전력망 시스템과 관련해, 다음과 같은 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 급전 정보 획득은 PCC의 반대측에 있는 전력망 네트워크에 위치한 다른 국지적 전력망 제어 장치에서 부하 정보를 획득하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 급전 정보 획득은 전력 회사 컨트롤러에서 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 급전 정보 획득은 전력망 네트워크의 노드에 전압 지원이 필요함을 나타내는 정보를 수신하는 것으로 구성되며, 더 나아가 PCC가 전압 지원이 필요한 전력망 네트워크의 노드에 대해 상대적으로 전력망 네트워크의 하류에 있는지 결정하고, 전력망 네트워크에 양의 무효 전력을 제공하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 급전 정보 획득은 전력망 네트워크의 노드에 전압 지원이 필요함을 나타내는 정보를 수신하는 것으로 구성되며, 더 나아가 PCC가 전압 지원이 필요한 전력망 네트워크의 노드에 대해 상대적으로 전력망 네트워크의 상류에 있는지 결정하고, 전력망 네트워크에 음의 무효 전력을 제공하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 부하의 고조파로 인한 잡음 기여도의 제어는 PCC의 부하 동측에 연결된 국지적 에너지 발생원의 무효 전력 성분을 조절하는 것을 포함한다. 실시 예에서, 더 나아가 부하의 고조파로 인한 잡음 기여도의 제어는 부하에 대한 에너지 시그니처를 오프셋시키는 무효 전류를 생성하기 위해, 부하로 공급되는 무효 전류 성분을 조절하는 것으로 구성된다.

[0216] 한 측면에서, 전력망을 제어하는 방법은 전력망 계층이 포화 임계값을 초과(즉, 전력망 계층에 연결된 소비자 노드의 국지적 에너지 발생원의 유효 전력 생산 능력이 해당 전력망 계층에 대한 최고 유효 전력 수요의 임계 비율을 초과)하는지 결정; 중앙 전력망 관리에서 보았을 때 전력망 계층에 대한 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 조절하기 위해서 전력망 계층과 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 동적으로 조절하는 것을 포함한다.

[0217] 한 측면에서, 전력망을 제어하기 위한 기기는 전력망의 계층에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터(여기서, 전력망의 계층은 여러 개의 소비자 노드를 포함하고 소비자 노드에서 여러 개의 국지적 에너지 발생원을 포함); 전력망 계층이 포화 임계값을 초과(즉, 전력망 계층에 대한 국지적 에너지 발생원의 유효 전력 생산 능력이 해당 전력망 계층에 대한 최고 유효 전력 수요의 임계 비율을 초과)하는지 결정하기 위한 컨트롤러; 중앙 전력망 관리에서 보았을 때 전력망 계층에 대한 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 조절하기 위해서 전력망 계층과 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 동적으로 조절하기 위한 전력 컨버터를 포함한다.

[0218] 한 측면에서, 전력 계량 장치는 전력망의 계층에 대한 공통 연결점(PCC)에서 전력망에 연결하기 위한 전력망 커넥터(여기서, 전력망의 계층은 여러 개의 소비자 노드를 포함하고 소비자 노드에서 여러 개의 국지적 에너지 발

생원을 포함); 전력망 계층이 포화 임계값을 초과(즉, 전력망 계층에 대한 국지적 에너지 발생원의 유효 전력 생산 능력이 해당 전력망 계층에 대한 최고 유효 전력 수요의 임계 비율을 초과)하는지 결정하기 위한 컨트롤러; 컨트롤러를 전력 컨버터에 연결하기 위한 I/O(입력/출력)(즉, 중앙 전력망 관리에서 보았을 때 전력망 계층에 대한 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 조절하기 위해서 전력망 계층과 중앙 전력망 관리 사이의 접속부를 동적으로 조절하도록 전력 컨버터를 작동시키기 위해 전력 컨버터에 대한 I/O를 통해 하나 또는 여러 개의 신호를 전송하기 위한 컨트롤러)를 포함한다.

[0219] 위의 세 단락에 나온 방법, 기기 및/또는 계량 장치와 관련해, 다음의 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 전력망 계층이 포화 임계값을 초과하는지 평가하는 것은 중앙 전력망 관리에서 전력망 계층에 대한 제어 노드의 급전 정보를 수신하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 전력망 계층이 포화 임계값을 초과하는지 평가하는 것은 분산형 제어 노드 사이에 정보를 공유하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 전력망 계층이 포화 임계값을 초과하는지 평가하는 것은 전력망 계층의 유효 전력 생산 능력이 최대 유효 전력 수요의 10%를 초과하는지 결정하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 유효 전력 대 무효 전력의 비율 조절은 전력망 계층에 대한 유효 전력 생산의 최소한 일부분을 무효 전력 생산으로 변환하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 유효 전력 생산을 무효 전력 생산으로 변환하는 것은 전력망 계층에 대한 공통 연결점(PCC)에서 유효 전력 생산을 변화하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 유효 전력 생산을 무효 전력 생산으로 변환하는 것은 분산형 제어 노드의 공통 연결점(PCC)에서 유효 전력 대 무효 전력의 비율을 변경하기 위해 전력망 계층 내의 분산형 제어 노드에서 유효 전력을 변화하는 것으로 구성된다. 실시 예에서, 유효 전력 대 무효 전력의 비율 조절은 유효 전력의 최소한 일부분을 전력망 계층에 대해 국지적인 에너지 저장소로 전환하는 것으로 구성된다.

[0220] 한 측면에서, 전력망 시스템은 첫 번째 소비자 노드에 대해 국지적인 첫 번째 국지적 전력 발생원을 갖는 첫 번째 소비자 노드(즉, 공통 연결점(PCC)에 연결된 첫 번째 소비자 노드); 두 번째 소비자 노드에 대해 국지적인 두 번째 국지적 전력 발생원을 갖는 두 번째 소비자 노드(즉, PCC에 연결된 첫 번째 소비자 노드); PCC와 첫 번째 소비자 노드 사이에 연결된 첫 번째 제어 노드; PCC와 두 번째 소비자 노드 사이에 연결된 두 번째 제어 노드를 포함한다. 여기서, 첫 번째와 두 번째 제어 노드는 각각의 해당 소비자 노드의 국지적 전력 수요를 바탕으로 그리고 또한 다른 각각의 제어 노드에서 이루어지는 배전을 바탕으로 첫 번째와 두 번째 국지적 전력 발생원에서 이루어지는 배전을 제어하기 위한 것이다.

[0221] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 분산형 제어 노드는 공통 연결점(PCC)과 첫 번째 소비자 노드에 대해 국지적인 첫 번째 전력 발생원을 갖는 첫 번째 소비자 노드 사이에 연결하기 위한 전력망 커넥터와, PCC를 통해 두 번째 소비자 노드에 대해 국지적인 두 번째 전력 발생원을 갖는 두 번째 소비자 노드로 연결하기 위한 전력망 커넥터; 첫 번째 소비자 노드의 국지적 전력 수요를 바탕으로 그리고 또한 두 번째 제어 노드에서 이루어지는 배전을 바탕으로 첫 번째 국지적 전력 발생원에서 이루어지는 배전을 제어하기 위한 컨트롤러를 포함한다.

[0222] 한 측면에서, 전력망을 제어하는 방법은 첫 번째 소비자 노드의 첫 번째 국지적 전력 발생원의 전력 생산, 두 번째 소비자 노드의 운용, 첫 번째 소비자 노드의 전력 소비를 제어 노드에서 모니터링(여기서, 첫 번째와 두 번째 소비자 노드와 제어 노드는 공통 연결점(PCC)에서 서로 연결되고, 두 번째 소비자 노드는 두 번째 소비자 노드에 대해 국지적인 두 번째 국지적 전력 발생원을 가짐); 첫 번째 소비자 노드의 국지적 전력 수요를 바탕으로 그리고 또한 두 번째 제어 노드에서 이루어지는 배전을 바탕으로 첫 번째 국지적 전력 발생원에서 이루어지는 배전을 동적으로 제어하는 것을 포함한다.

[0223] 한 측면에서, 전력망 시스템은 공통 연결점(PCC)을 통해 하나의 전력망 계통으로 연결된 여러 개의 소비자 노드; PCC를 통해 서로 그리고 여러 개의 소비자 노드와 연결된 전력망 계층에 대한 첫 번째와 두 번째 전력 발생원(여기서, 첫 번째와 두 번째 전력 발생원 모두 여러 소비자 노드의 최고 수요를 충족시키기에 충분한 생산 능력을 단독으로 갖지 못함); 첫 번째 전력 발생원과 연결된 최소한 하나의 첫 번째 제어 노드와 두 번째 전력 발생원에 연결된 최소한 하나의 두 번째 제어 노드(여기서, 첫 번째와 두 번째 제어 노드는 여러 소비자 노드의 전력 수요를 바탕으로 그리고 각각의 다른 전력 발생원의 운용을 바탕으로 첫 번째와 두 번째 전력 발생원에서 여러 소비자 노드로 이루어지는 배전을 제어함)를 포함한다.

[0224] 한 측면에서, 전력망 시스템 내의 분산형 제어 노드는 여러 소비자 노드와 첫 번째와 두 번째 전력 발생원을 공통 연결점(PCC)에서 연결하기 위한 전력망 커넥터(여기서, 첫 번째와 두 번째 전력 발생원 모두 여러 소비자 노드의 최고 수요를 충족시키기에 충분한 생산 능력을 단독으로 갖지 못함); 여러 소비자 노드의 전력 수요를 바탕으로 그리고 두 번째 전력 발생원의 운용을 바탕으로 첫 번째 전력 발생원에서 여러 소비자 노드로 이루어지

는 배전을 제어하기 위한 컨트롤러를 포함한다.

[0225] 한 측면에서, 전력망을 제어하는 방법은 첫 번째 전력 발생원의 전력 생산, 두 번째 전력 발생원의 운용, 여러 소비자 노드의 전력 소비를 제어 노드에서 모니터링(여기서, 여러 소비자 노드, 첫 번째와 두 번째 전력 발생원, 제어 노드는 공통 연결점(PCC)에서 서로 연결되고, 첫 번째와 두 번째 전력 발생원 모두 여러 소비자 노드의 최고 수요를 충족시키기에 충분한 생산 능력을 단독으로 갖지 못함); 여러 소비자 노드의 전력 수요를 바탕으로 그리고 두 번째 전력 발생원의 운용을 바탕으로 첫 번째 전력 발생원에서 여러 소비자 노드로 이루어지는 배전을 동적으로 제어하는 것을 포함한다.

[0226] 위의 여섯 단락에 나온 전력망 시스템, 분산형 제어 노드 및/또는 방법과 관련해, 다음과 같은 실시 예는 적용할 수 있는 실시 예를 제공하고, 실례를 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 실시 예에서, 각각의 소비자 노드는 고객 구내로 구성된다. 실시 예에서, 소비자 노드는 여러 개의 고객 구내로 구성된다. 실시 예에서, 하나의 고객 구내는 여러 개의 소비자 노드로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 PCC는 중앙 관리 시스템과 중앙 전력 발생원이 있는 전력 회사 전력망에 연결하기 위한 것이다. 실시 예에서, 더 나아가 PCC는 세 번째 전력 발생원에 연결하기 위한 것이다. 여기서, 첫 번째와 두 번째 전력 발생원은 서로 PCC의 동측에 위치하고, 세 번째 전력 발생원은 첫 번째와 두 번째 전력 발생원에 대해 PCC의 반대측에 위치한다. 실시 예에서, 첫 번째 제어 노드와 두 번째 제어 노드는 마스터와 슬레이브로 연결된다. 여기서, 제어 노드 중 하나가 PCC 내의 배전을 마스터로서 제어하고, 다른 제어 노드가 마스터의 지시에 따라 슬레이브로서 배전한다. 실시 예에서, 첫 번째와 두 번째 제어 노드는 배전을 제어하며, 여기에는 첫 번째와 두 번째 전력 발생원에서 무효 전력 생산을 국지적으로 제어하는 것이 포함된다. 실시 예에서, 더 나아가 제어 노드는 제어 노드에 대해 국지적인 전력 컨버터로 구성된다. 실시 예에서, 더 나아가 첫 번째와 두 번째 노드에 연결된 중앙 데이터 저장소로 구성되며, 중앙 데이터 저장소는 PCC 내의 전력 생산과 전력 수요에 대한 급전 정보를 저장한다. 실시 예에서, 더 나아가 PCC를 통해 첫 번째와 두 번째 전력 발생원에 연결된 중앙 에너지 저장소로 구성되며, 중앙 에너지 저장소는 첫 번째 및/또는 두 번째 제어 노드에 의한 제어에 반응해 첫 번째 및/또는 두 번째 전력 발생원에 의해 생성되는 에너지를 저장할 수 있다. 실시 예에서, 더 나아가 고객 노드에 있는 최소 하나의 고객 구내 전력 발생원으로 구성되며, 고객 구내 전력 발생원은 고객 구내에서 에너지를 생산한다. 여기서, 첫 번째와 두 번째 제어 노드는 여러 소비자 노드의 전력 수요를 바탕으로 그리고 각각의 다른 전력 발생원의 운용을 바탕으로 그리고 소비자 구내 전력 발생원의 전력 생산을 바탕으로 첫 번째와 두 번째 전력 발생원에서 여러 소비자 노드로 이루어지는 배전을 제어한다.

[0227] 본 문서에서 예시된 흐름도는 여러 가지 공정의 순서에 대한 예를 제공한다. 흐름도는 물리적 운용뿐만 아니라 소프트웨어 또는 펌웨어 루틴에 의해 실행되는 연산을 나타낼 수 있다. 실시 예에서, 흐름도는 유한 상태 기계(FSM)의 상태를 예시할 수 있고, 이것은 하드웨어 및/또는 소프트웨어에서 구현될 수 있다. 특정한 순차 또는 순서로 표시되었더라도, 별도로 명시한 경우를 제외하고, 실행의 순서는 수정될 수 있다. 따라서, 예시된 실시 예는 예로서만 이해해야 하며, 공정은 다른 순서로 수행될 수 있고, 일부 실행은 병행하게 수행될 수 있다. 또한, 여러 실시 예에서 하나 또는 여러 개의 실행이 생략될 수 있다. 따라서, 모든 실시 예에서 모든 실행이 반드시 요구되는 것은 아니다. 다른 공정 흐름도 가능하다.

[0228] 여러 가지 연산 또는 함수가 본 문서에 나온 범위 내에서, 그러한 것들은 소프트웨어 코드, 지시 사항, 구성 및/또는 데이터로 설명되거나 정의될 수 있다. 컨텐츠는 직접적으로 실행할 수 있거나("개체" 또는 "실행 가능" 형태), 소스 코드이거나, 이전 버전과의 차이를 규정하는 "델타" 또는 "패치" 코드일 수 있다. 본 문서에 나온 실시 예의 소프트웨어 컨텐츠는 컨텐츠가 그 위에 저장된 제조 품목을 통해 또는 통신 인터페이스를 통해 데이터를 전송하기 위한 통신 인터페이스 운용 방법을 통해 제공될 수 있다. 기계에서 읽을 수 있는 저장 매체는 기계가 설명된 함수 또는 연산을 수행할 수 있도록 만들 수 있고, 기록 가능/기록 불가 매체(예를 들어 읽기 전용 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 장치 등)와 같이 기계(예를 들어, 컴퓨팅 장치, 전자 시스템 등)가 접근할 수 있는 형태로 정보를 저장하는 메커니즘을 포함한다. 통신 인터페이스는 메모리 버스 인터페이스, 프로세서 버스 인터페이스, 인터넷 연결, 디스크 컨트롤러 등과 같이 다른 장치와 통신하기 위해서 유선, 무선, 광학 등의 매체에 접속하는 메커니즘을 포함한다. 통신 인터페이스는 통신 인터페이스가 소프트웨어 컨텐츠를 담고 있는 데이터 신호를 제공하도록 준비시키기 위해 구성 매개 변수를 제공 및/또는 신호를 전송해서 구성할 수 있다. 통신 인터페이스는 통신 인터페이스로 전송된 하나 또는 여러 개의 명령 또는 신호를 통해 접근할 수 있다.

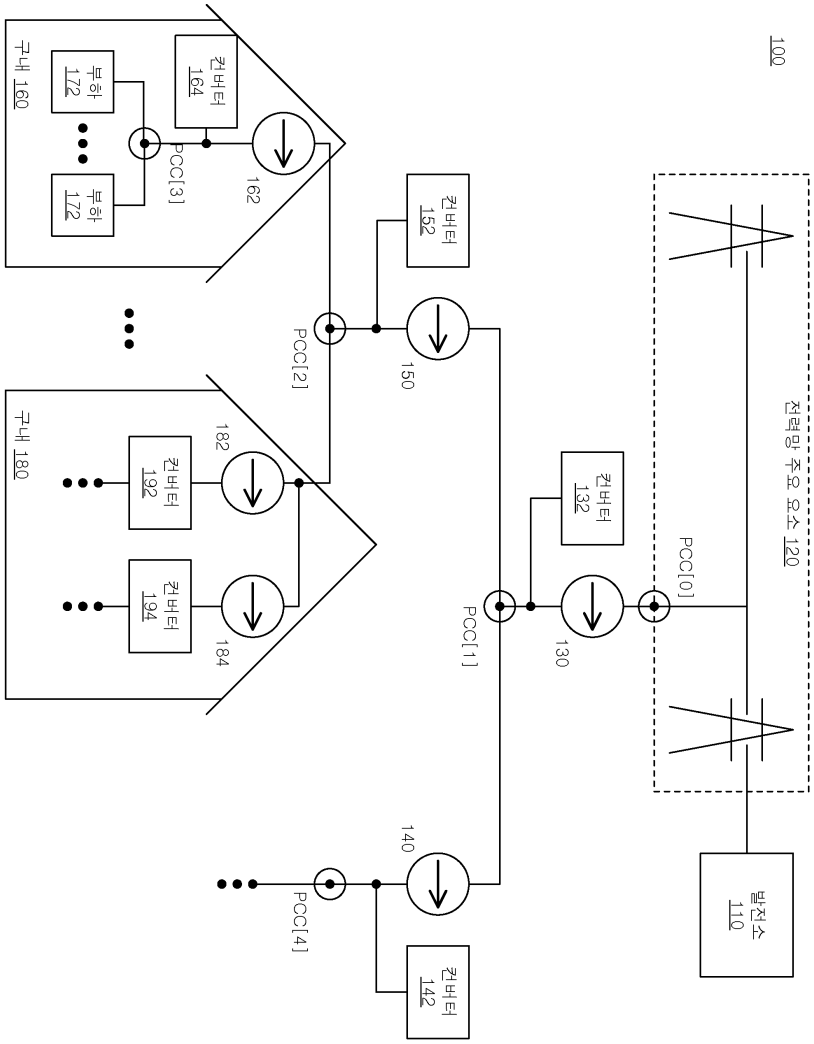
[0229] 본 문서에 나온 여러 가지 구성 요소는 설명된 연산 또는 함수를 수행하기 위한 수단일 수 있다. 본 문서에 나온 각각의 구성 요소는 소프트웨어, 하드웨어 또는 이들의 조합을 포함한다. 구성 요소는 소프트웨어 모듈, 하

드웨어 모듈, 특수용 하드웨어(예를 들어, 특정 용도의 하드웨어, 특정 용도의 집적 회로(ASIC), 디지털 신호 처리기(DSP), 내장형 컨트롤러, 유선 회로 등)로 구현될 수 있다.

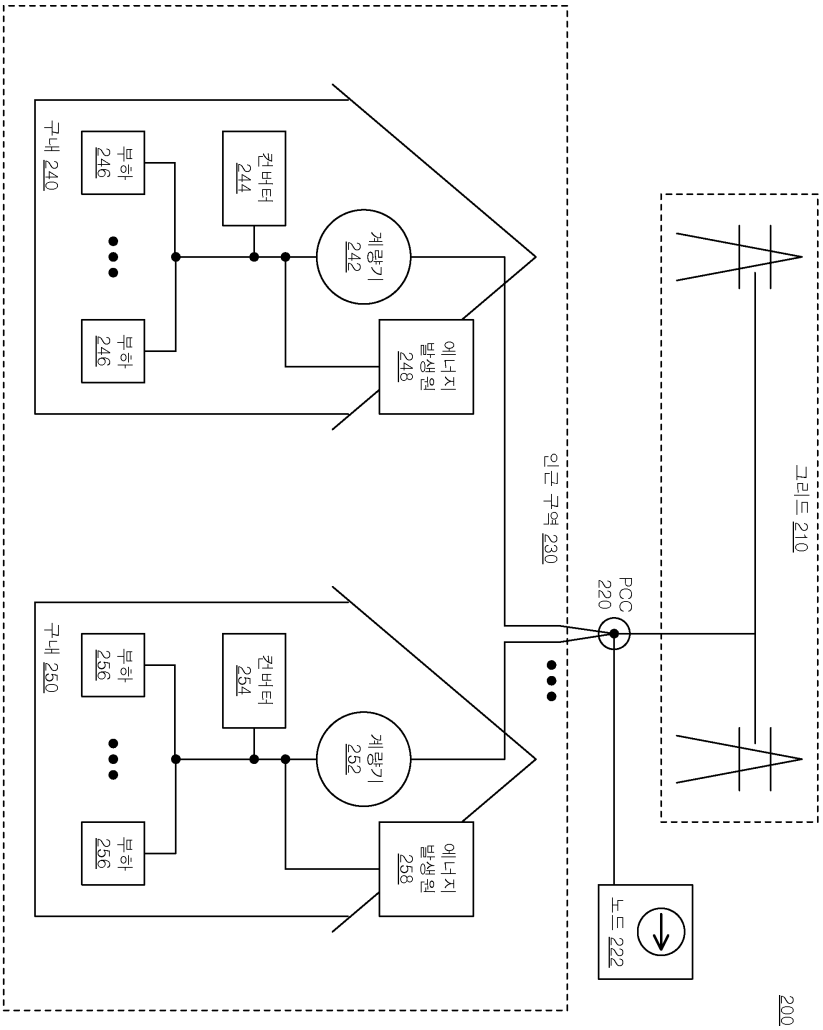
[0230] 본 문서에 나온 것 이외에도, 적용 범위를 벗어나지 않고, 발명의 공개된 실시 예와 구현 예에 대한 다양한 변형물이 만들어질 수 있다. 따라서, 본 문서에 나온 예시와 예는 실례를 설명하고 제한적이지 않은 의미로 해석되어야 한다. 본 발명의 적용 범위는 아래에 나온 청구항에 대한 참조에 의해서만 측정해야 한다.

도면

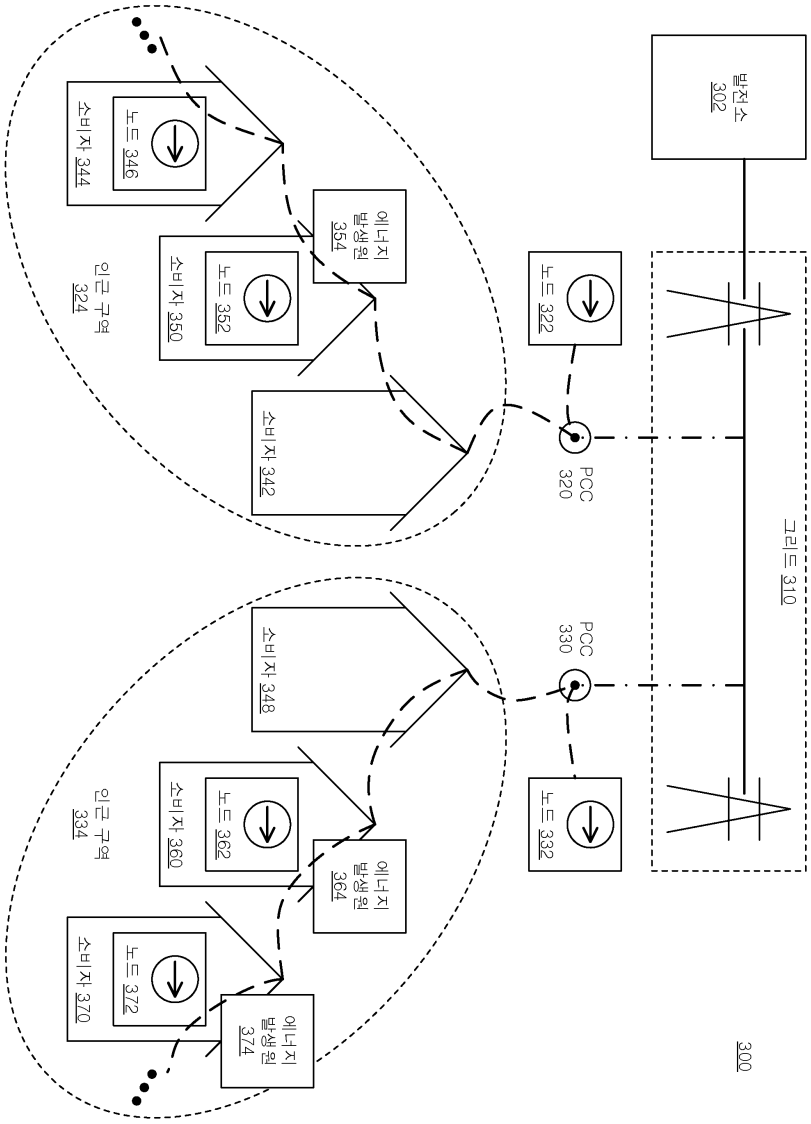
도면1



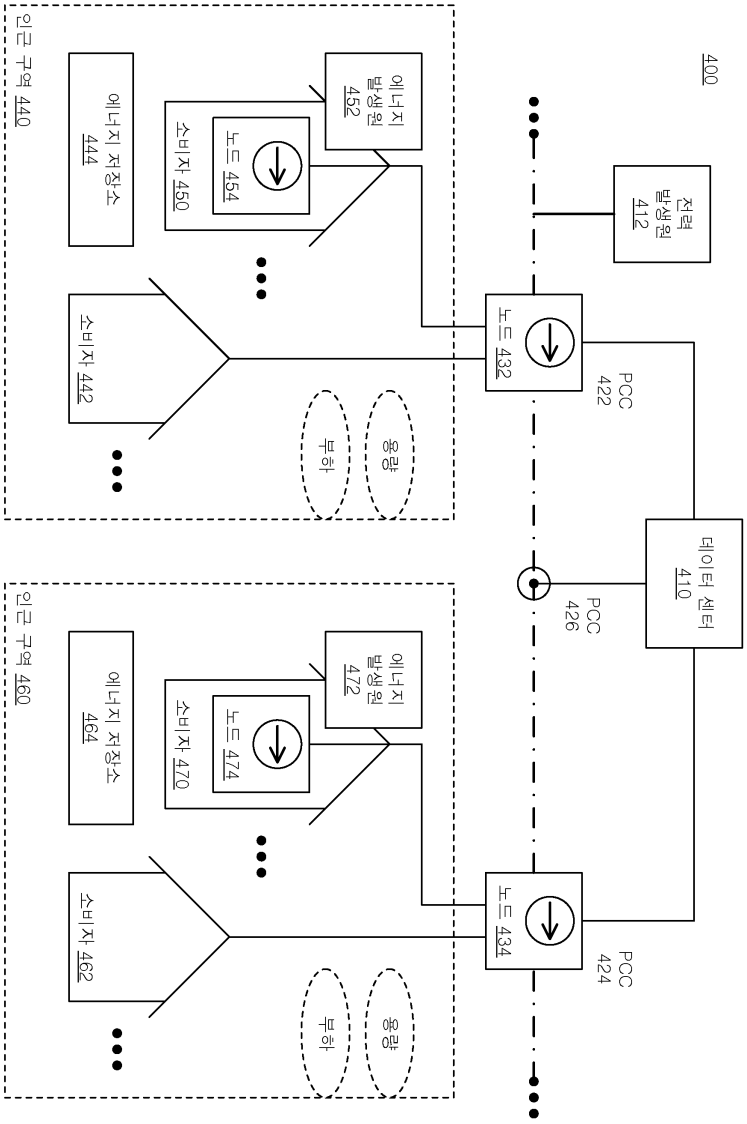
도면2


구내 240
부하 246
부하 246
컨버터 244
계량기 242
에너지 발생원 248
구내 250
부하 256
부하 256
컨버터 254
계량기 252
에너지 발생원 258
인근 구역 230
PCC 220
노드 222
그리드 210
200

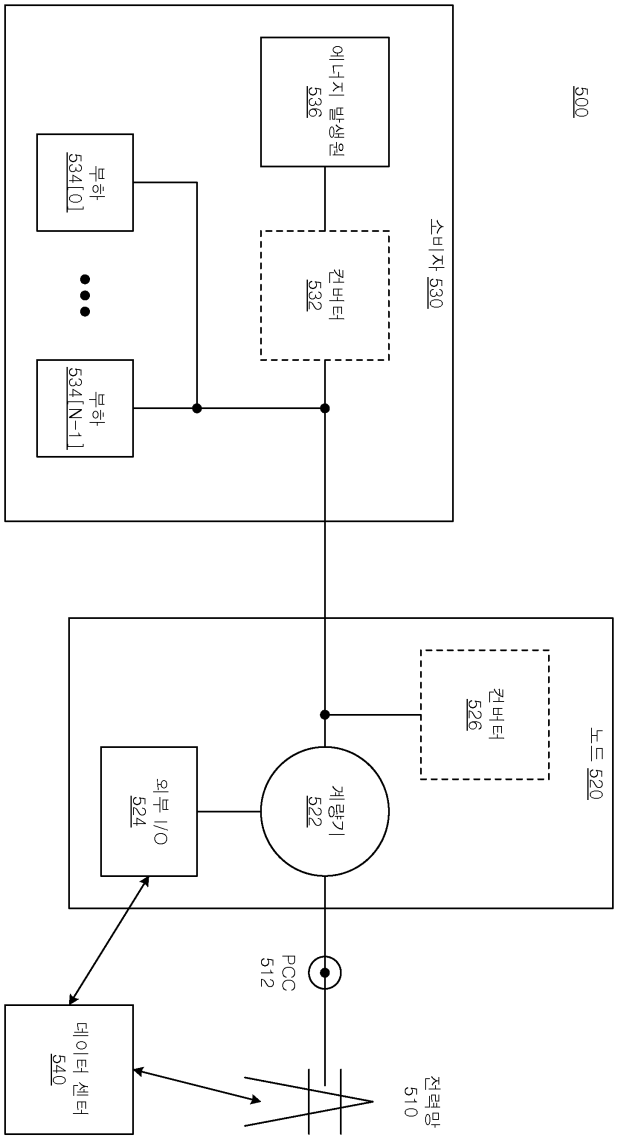
도면3


발전소
302
그리드 310
노드 322
PCC
320
노드 332
PCC
330
인근 구역
324
소비자 344
노드 346
소비자 350
노드 352
에너지
발생원
354
소비자 342
인근 구역
334
소비자 348
소비자 360
노드 362
에너지
발생원
364
소비자 370
노드 372
에너지
발생원
374
300

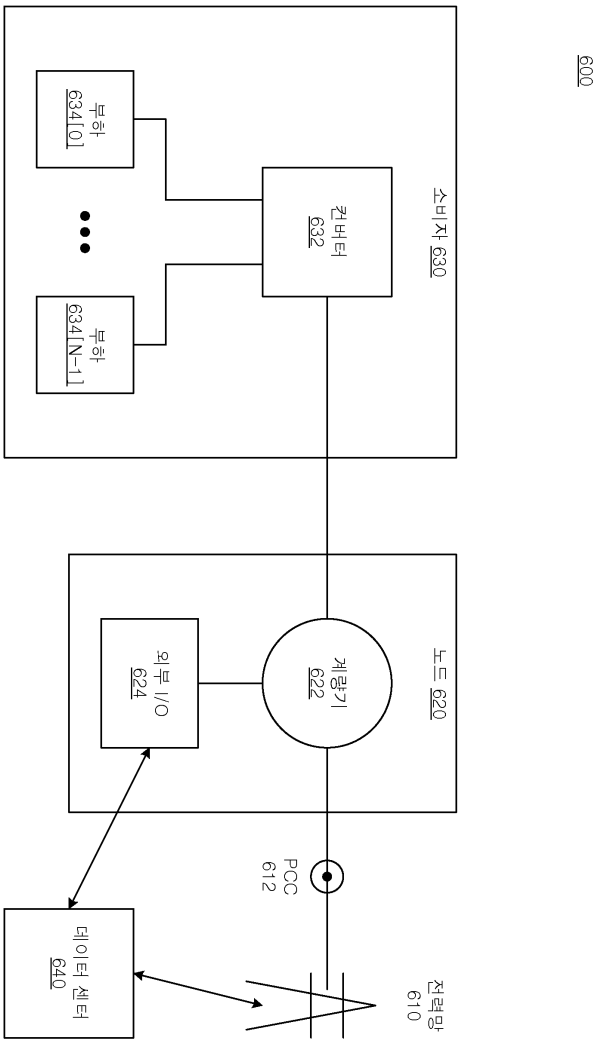
도면4


400
인근 구역 440
에너지 저장소 444
에너지 발생원 452
소비자 450
노드 454
소비자 442
부하
용량
노드 432
PCC 422
전력 발생원 412
데이터 센터 410
PCC 426
인근 구역 460
에너지 저장소 464
에너지 발생원 472
소비자 470
노드 474
소비자 462
부하
용량
노드 434
PCC 424

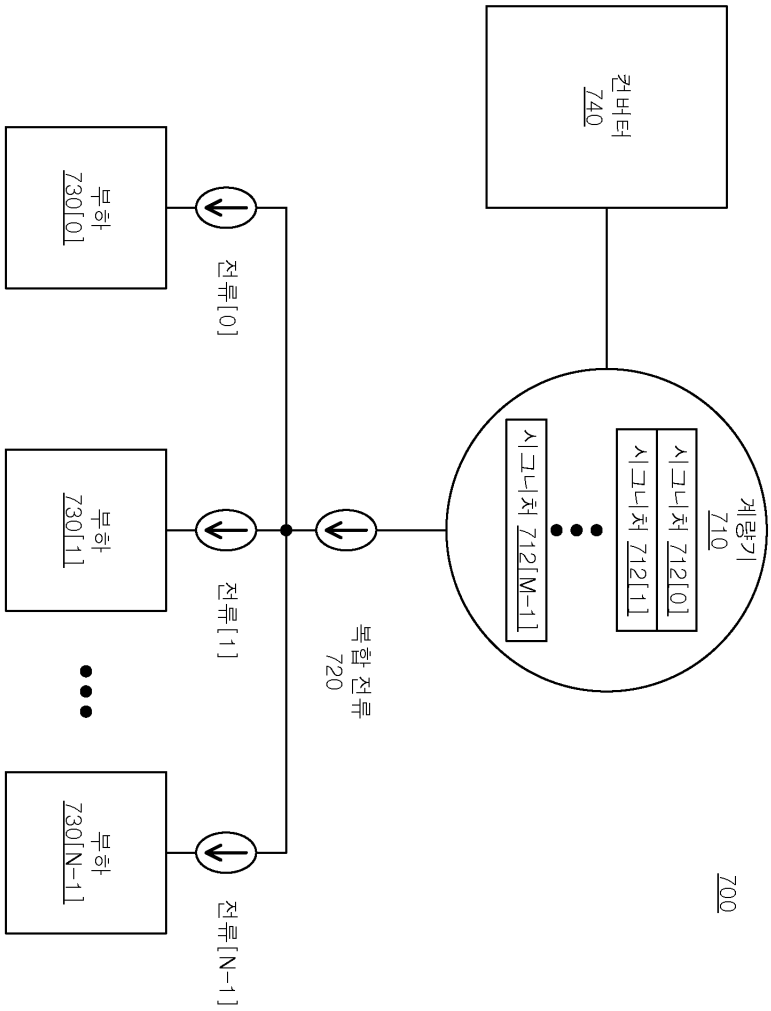
도면5


500
소비자 530
에너지 발생원 536
부하 534[0]
부하 534[N-1]
컨버터 532
노드 520
컨버터 526
계량기 522
외부 I/O 524
PCC 512
전력망 510
데이터 센터 540

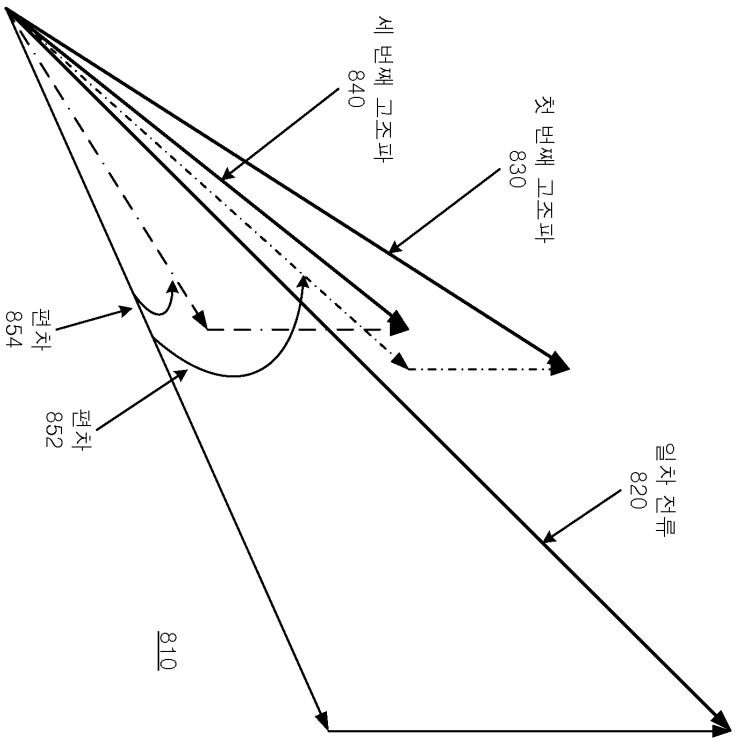
도면6


600
소비자 630
부하 634[0]
부하 634[N-1]
컨버터 632
노드 620
계량기 622
외부 I/O 624
PCC 612
전력망 610
데이터 센터 640

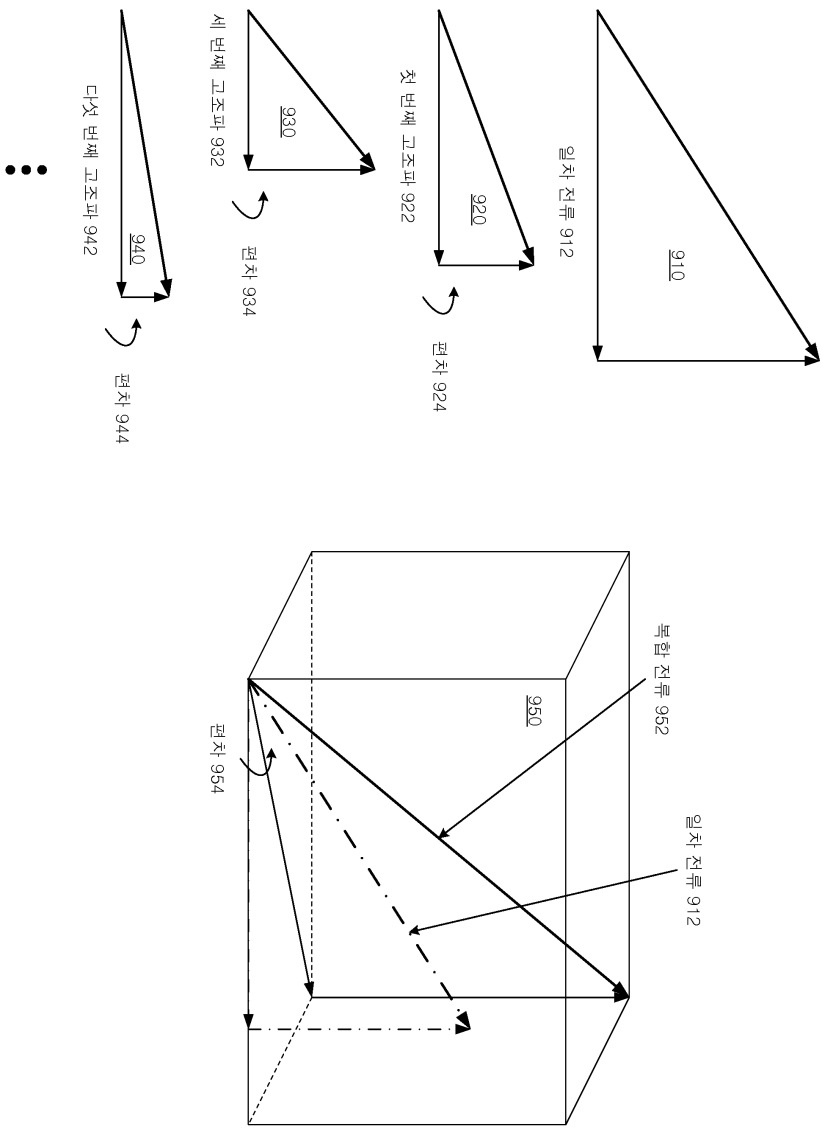
도면7


컨버터
740
계량기
710
시그니처 712[0]
시그니처 712[1]
시그니처 712[M-1]
복합 전류
720
전류[0]
전류[1]
전류[N-1]
부하
730[0]
부하
730[1]
부하
730[N-1]
700

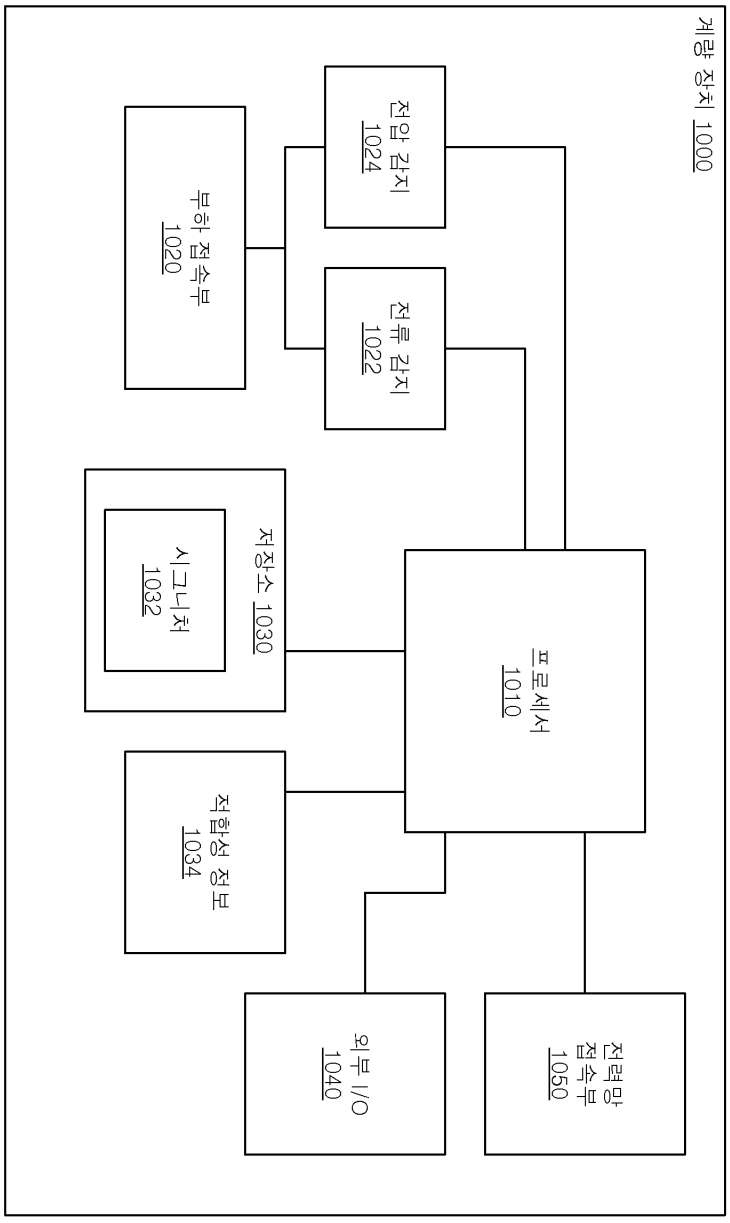
도면8



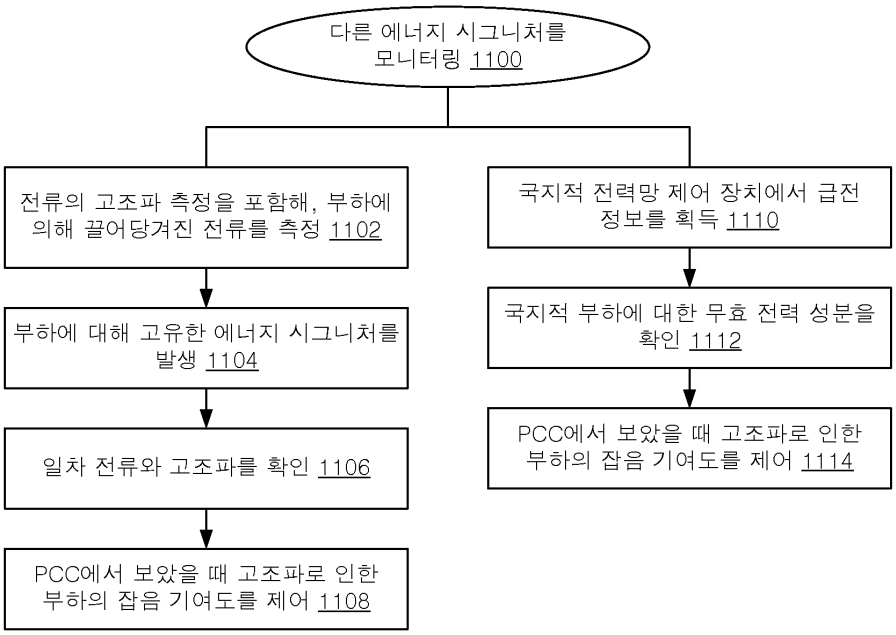
도면9


일차 전류 912
910
첫 번째 고조파 922
920
편차 924
세 번째 고조파 932
930
편차 934
다섯 번째 고조파 942
940
편차 944
•••
복합 전류 952
950
일차 전류 912
편차 954

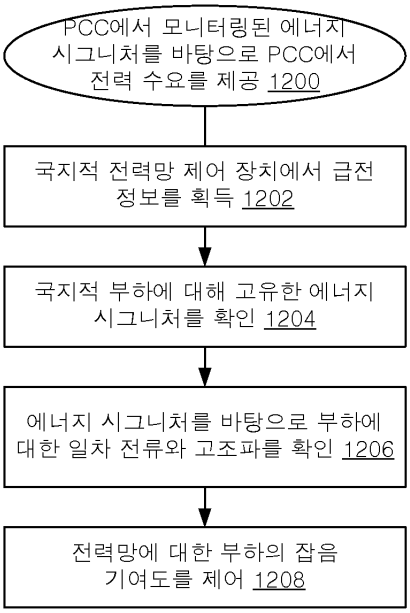
도면10


계량 장치 1000
전압 감지 1024
전류 감지 1022
부하 접속부 1020
저장소 1030
시그니처 1032
적합성 정보 1034
프로세서 1010
외부 I/O 1040
전력망 접속부 1050

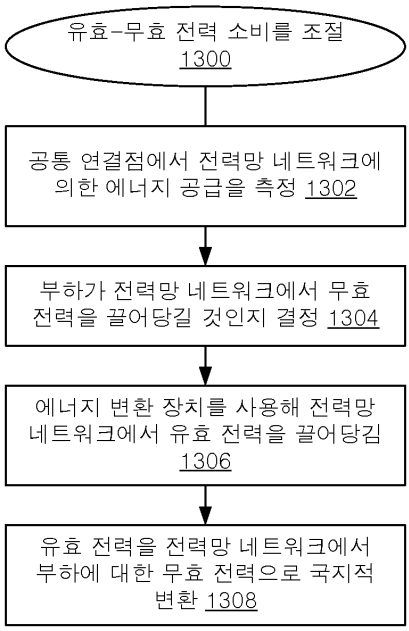
도면11


다른 에너지 시그니처를 모니터링 1100
전류의 고조파 측정을 포함해, 부하에 의해 끌어당겨진 전류를 측정 1102
부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 발생 1104
일차 전류와 고조파를 확인 1106
PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어 1108
국지적 전력망 제어 장치에서 급전 정보를 획득 1110
국지적 부하에 대한 무효 전력 성분을 확인 1112
PCC에서 보았을 때 고조파로 인한 부하의 잡음 기여도를 제어 1114

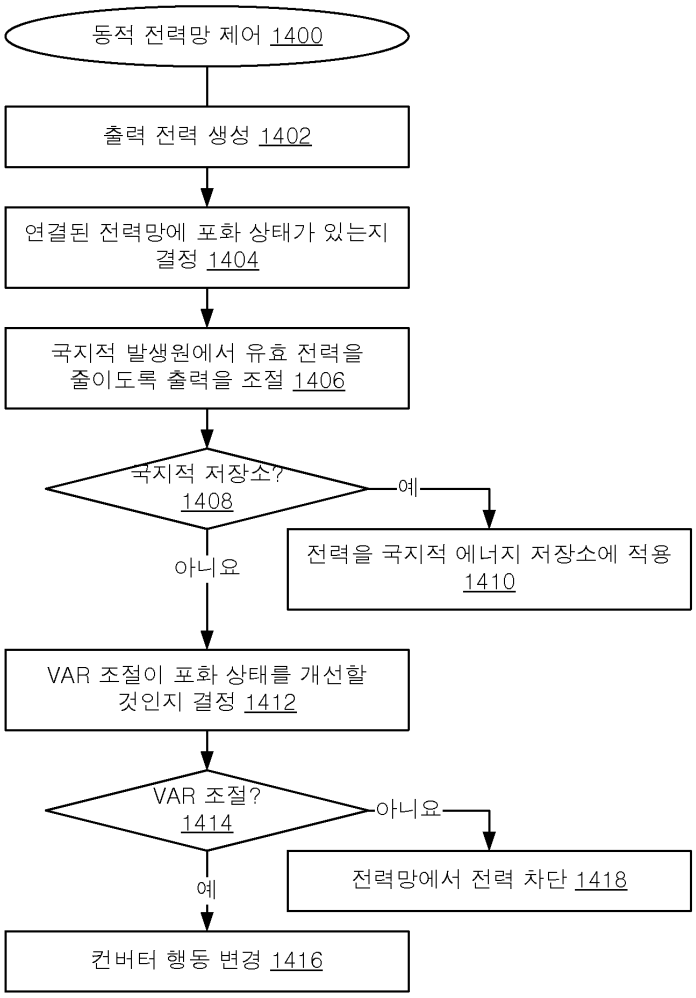
도면12


PCC에서 모니터링된 에너지 시그니처를 바탕으로 PCC에서 전력 수요를 제공 1200
국지적 전력망 제어 장치에서 급전 정보를 획득 1202
국지적 부하에 대해 고유한 에너지 시그니처를 확인 1204
에너지 시그니처를 바탕으로 부하에 대한 일차 전류와 고조파를 확인 1206
전력망에 대한 부하의 잡음 기여도를 제어 1208

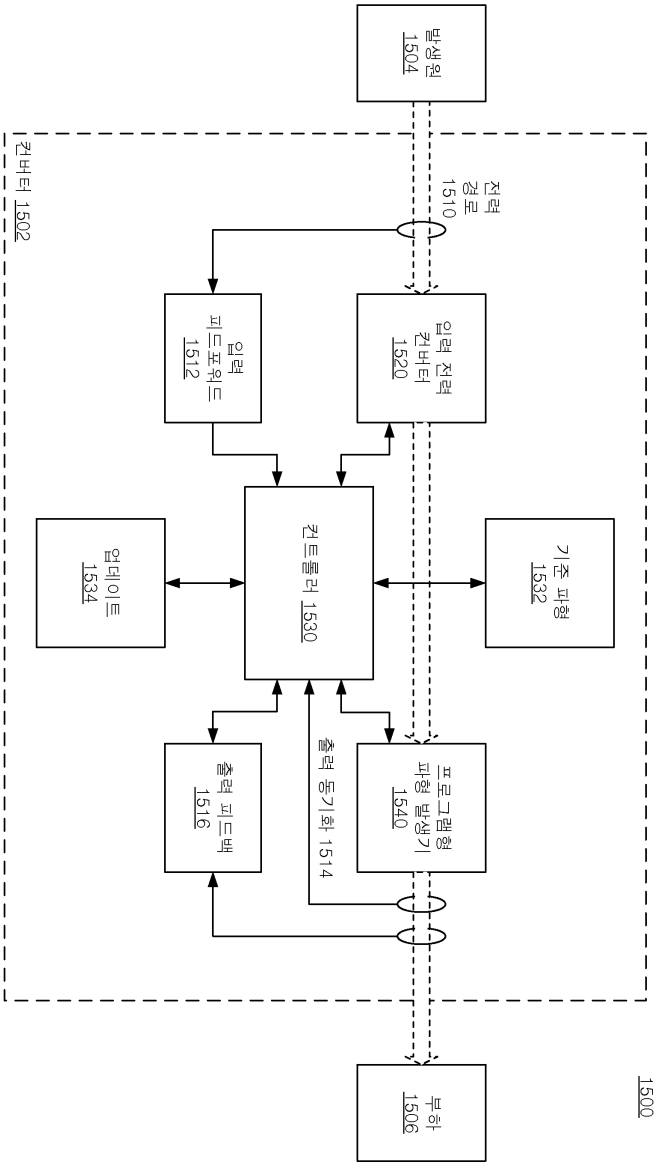
도면13


유효-무효 전력 소비를 조절 1300
공통 연결점에서 전력망 네트워크에 의한 에너지 공급을 측정 1302
부하가 전력망 네트워크에서 무효 전력을 끌어당길 것인지 결정 1304
에너지 변환 장치를 사용해 전력망 네트워크에서 유효 전력을 끌어당김 1306
유효 전력을 전력망 네트워크에서 부하에 대한 무효 전력으로 국지적 변환 1308

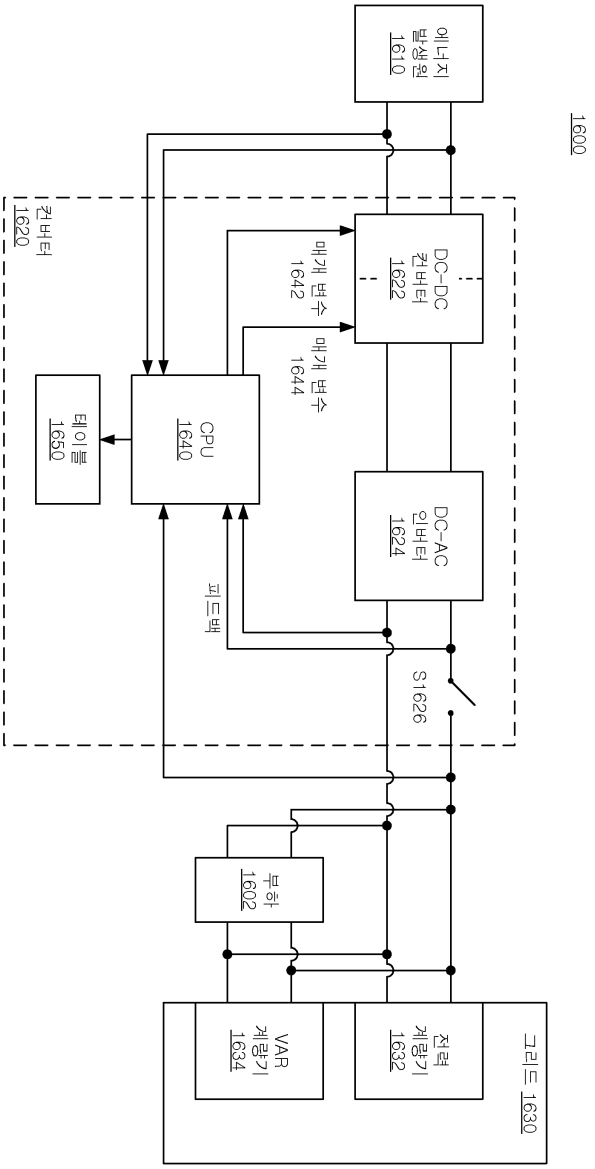
도면14


동적 전력망 제어 1400
출력 전력 생성 1402
연결된 전력망에 포화 상태가 있는지 결정 1404
국지적 발생원에서 유효 전력을 줄이도록 출력을 조절 1406
국지적 저장소? 1408
예
전력을 국지적 에너지 저장소에 적용 1410
아니요
VAR 조절이 포화 상태를 개선할 것인지 결정 1412
VAR 조절? 1414
아니요
전력망에서 전력 차단 1418
예
컨버터 행동 변경 1416

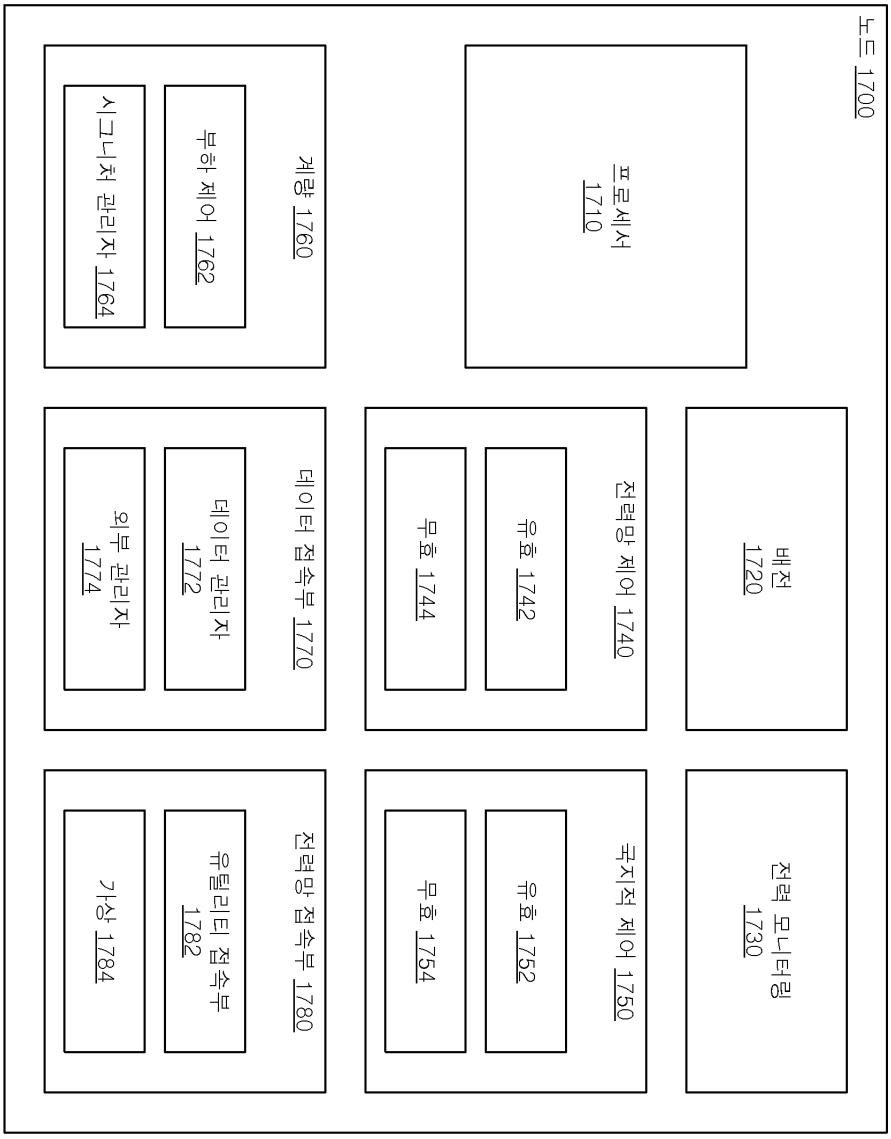
도면15


발생원
1504
전력
경로
1510
컨버터 1502
입력
피드포워드
1512
입력 전력
컨버터
1520
업데이트
1534
컨트롤러 1530
기준 파형
1532
출력
피드백
1516
출력 동기화 1514
프로그램형
파형 발생기
1540
부하
1506
1500

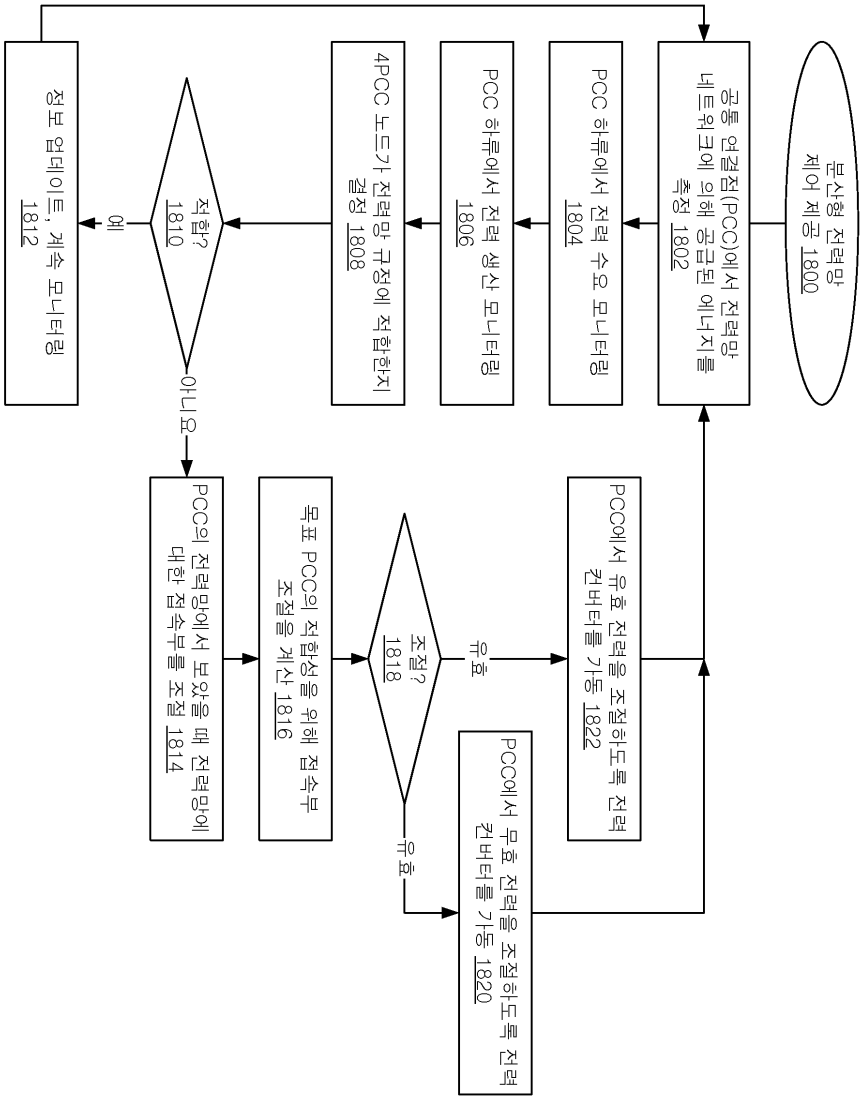
도면16


1600
에너지 발생원 1610
컨버터 1620
DC-DC 컨버터 1622
매개 변수 1642
매개 변수 1644
CPU 1640
테이블 1650
DC-AC 인버터 1624
피드백
S1626
부하 1602
VAR 계량기 1634
전력 계량기 1632
그리드 1630

도면17


노드 1700
프로세서 1710
배전 1720
전력 모니터링 1730
전력망 제어 1740
유효 1742
무효 1744
국지적 제어 1750
유효 1752
무효 1754
계량 1760
부하 제어 1762
시그니처 관리자 1764
데이터 접속부 1770
데이터 관리자 1772
외부 관리자 1774
전력망 접속부 1780
유틸리티 접속부 1782
가상 1784

도면18


분산형 전력망 제어 제공 1800
공통 연결점(PCC)에서 전력망 네트워크에 의해 공급된 에너지를 측정 1802
PCC 하류에서 전력 수요 모니터링 1804
PCC 하류에서 전력 생산 모니터링 1806
4PCC 노드가 전력망 규정에 적합한지 결정 1808
적합? 1810
예
정보 업데이트, 계속 모니터링 1812
아니요
PCC의 전력망에서 보았을 때 전력망에 대한 접속부를 조절 1814
목표 PCC의 적합성을 위해 접속부 조절을 계산 1816
조절? 1818
유효
PCC에서 유효 전력을 조절하도록 전력 컨버터를 가동 1822
유효
PCC에서 무효 전력을 조절하도록 전력 컨버터를 가동 1820