



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월14일
(11) 등록번호 10-1768339
(24) 등록일자 2017년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02F 9/2075 (2013.01)
E02F 9/2004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0171173
(22) 출원일자 2015년12월03일
심사청구일자 2015년12월03일
(65) 공개번호 10-2016-0107092
(43) 공개일자 2016년09월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-040997 2015년03월03일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110102396 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
히다찌 겐끼 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 다이토쿠 히가시우에노 2쵸메 16반 1고
(72) 발명자
다카하시 지아키
일본 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1쵸메 6반 6고
가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 내
다케우치 겐
일본 이바라키켄 츠치우라시 간다즈마치 650반지
히다찌 겐끼 가부시키키가이샤 츠치우라 고토조오 내
이무라 신야
일본 이바라키켄 츠치우라시 간다즈마치 650반지
히다찌 겐끼 가부시키키가이샤 츠치우라 고토조오 내
(74) 대리인
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이강엽

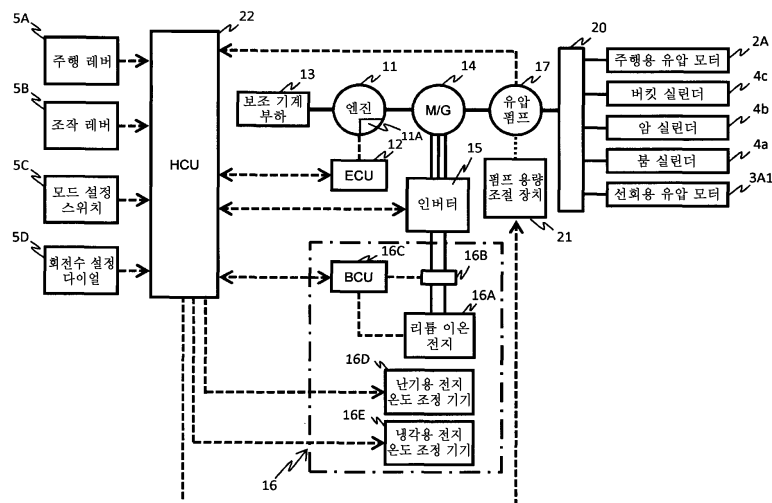
(54) 발명의 명칭 하이브리드식 건설 기계

(57) 요약

오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있는 하이브리드식 건설 기계를 제공한다.

하이브리드식 건설 기계는, 엔진(11), 전동 발전기(14), 유압 펌프 장치(17), 축전 장치(16), 전력 변환 장치(15), 온도 조정 장치(16D, 16E), 제어 장치(22)를 구비한다. 하이브리드 컨트롤러(22)는, 축전 장치(16)의 충전 방전 이력에 따라, 축전 장치(16)의 온도를 상승시키도록 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)를 제어하는 제1 제어, 인버터(15)로부터 출력되는 전력을 감소시키도록 인버터(15)를 제어하는 제2 제어, 유압 펌프(17)의 토출 유량을 감소시키도록 펌프 용량 조절 장치(21)를 제어하는 제3 제어 중 적어도 하나를 실행한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
E02F 9/2091 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

엔진과,

역행 시에 상기 엔진의 동력을 어시스트하고, 회생 시에 발전하는 전동 발전기와,

상기 엔진의 동력에 의해 구동되고, 압유를 토출하는 유압 펌프 장치와,

축전 장치와,

상기 역행 시에 상기 축전 장치로부터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환해서 상기 전동 발전기에 공급하고, 상기 회생 시에 상기 전동 발전기로 발전된 교류 전력을 직류 전력으로 변환해서 상기 축전 장치에 공급하는 전력 변환 장치와,

상기 축전 장치를 난기(暖機)하는 열매(熱媒) 또는 상기 축전 장치를 냉각하는 냉매(冷媒) 중 적어도 한쪽을 조작하여 상기 축전 장치의 온도를 제어하는 온도 조정 장치와,

상기 축전 장치의 충방전 이력에 따라, 상기 축전 장치의 온도를 상승시키도록 상기 온도 조정 장치를 제어하는 제1 제어, 상기 전력 변환 장치로부터 출력되는 전력을 감소시키도록 상기 전력 변환 장치를 제어하는 제2 제어, 상기 유압 펌프 장치의 토출 유량을 감소시키도록 상기 유압 펌프 장치를 제어하는 제3 제어 중 적어도 하나를 실행하는 제어 장치를 구비하고,

상기 충방전 이력은, 과거 일정 기간에 측정된 상기 축전 장치의 충방전 전류의 데이터이며,

상기 데이터는,

상기 충방전 전류의 전류값을 포함하고,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 전류의 전류값이 제1 역치(Ld) 이상이 되는 기간과 상기 충방전 전류의 전류값이 제1 역치보다 작은 제2 역치(Lc) 이하가 되는 기간의 총합과 상기 과거 일정 기간의 비를 나타내는 충방전 실시 시간 비율을 계산하고,

상기 충방전 실시 시간 비율에 따라, 상기 제1 내지 제3 제어 중 적어도 하나를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 전류의 전류값이 상기 제1 역치(Ld) 이상이 되는 기간 및 상기 충방전 전류의 전류값이 상기 제2 역치(Lc) 이하가 되는 기간에, 각 기간에 속하는 타이밍이 현시점에 가까울수록 큰 가중치 부여를 부여하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 실시 시간 비율이 제3 역치(Rt_temp) 이상인 경우, 상기 축전 장치의 목표 온도로 상기 충방전 실시 시간 비율의 증가에 따라서 증가하는 값을 설정하고, 그리고 상기 축전 장치의 온도가 상기 목표 온도가 되도록, 상기 온도 조정 장치를 제어함으로써, 상기 제1 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 실시 시간 비율이 제4 역치(Rt_bat) 이상인 경우, 상기 축전 장치의 출력 저감율로 상기 충방전 실시 시간 비율의 증가에 따라서 증가하는 값을 설정하고, 상기 축전 장치의 출력 저감율에 기초하여, 상기 전력 변환 장치로부터 출력되는 전력의 명령값을 설정하고, 그리고 상기 전력 변환 장치로부터 출력되는 전력이 상기 명령값으로 되도록 상기 전력 변환 장치를 제어함으로써, 상기 제2 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 실시 시간 비율이 제5 역치(Rt_pause) 이상인 경우, 상기 전력 변환 장치를 휴지시킴으로써, 상기 제2 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 충방전 실시 시간 비율이 제6 역치(Rt_pump) 이상인 경우, 상기 유압 펌프 장치의 동력 저감율로 상기 충방전 실시 시간 비율의 증가에 따라서 증가하는 값을 설정하고, 상기 유압 펌프 장치의 동력 저감율에 기초하여, 상기 유압 펌프 장치의 동력 명령값을 설정하고, 그리고 상기 유압 펌프 장치의 동력이 상기 명령값으로 되도록 상기 유압 펌프 장치를 제어함으로써, 상기 제3 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 축전 장치의 온도가 제1 온도 이하인 경우에, 상기 제1 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 축전 장치의 온도가 상기 제1 온도보다 큰 제2 온도 이상인 경우에, 상기 축전 장치의 온도를 강하시키도록 상기 온도 조정 장치를 제어하는 제4 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 제1 내지 제3 제어 중, 상기 제1 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드식 건설 기계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 하이브리드식 건설 기계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 자동차에 있어서는, 에너지 절약의 관점에서 하이브리드식이나 전기식이 보급되고 있으며, 건설 기계에 있어서는 하이브리드화가 진행되고 있다. 일반적으로, 유압 시스템에 의해 구동되는 유압 서블 등의 건설 기계는, 경부하 작업부터 중부하 작업까지의 모든 작업에 대응할 수 있도록, 최대 부하의 작업을 가능하게 하는 유압 펌프와, 이 유압 펌프로부터 토출된 압유에 의해 구동되는 유압 작업 장치와, 유압 펌프를 구동하는 엔진을 구비하고 있다.

[0003] 그러나, 건설 기계에서의 토사의 굴삭·적재를 유압 작업 장치로 빈번히 행하는 중굴삭 작업 등의 중부하 작업은 작업 전체의 일부이며, 지면을 고르게 하기 위한 수평 당김 등의 경부하 작업 시에는, 엔진의 능력이 남아버린다. 이것은, 유압 서블의 연료 소비량(이하, 연비라 약칭하기도 함)의 저감을 어렵게 하는 요인 중 하나이다. 이 점에 감안하여, 연비를 저감시키기 위해서 엔진 출력의 일부를 축전 장치와 전동기에 의한 출력으로 어시스트(보조)하는 하이브리드식 건설 기계가 알려져 있다. 이러한 하이브리드식 건설 기계에 탑재되는 축전 장치에는, 예를 들어 리튬 이온 전지나 캐패시터(전기 이중층 캐패시터, 리튬 이온 캐패시터 등), 니켈 수소 전지 등이 사용된다.

[0004] 축전 장치는 일반적으로, 전류의 충방전이나 보존에 수반되는 경년 열화에 의해, 내부 저항(이하, 저항이라 약칭하기도 함)이 상승하는 특성이 있는 것이 알려져 있다. 이러한 저항 상승은, 통상 불가역의 저항 상승(이하, 불가역 저항 상승이라 약칭하기도 함)이다. 한편, 축전 장치의 용량에 대하여 대전류의 충방전이 계속해서 실시된 경우에 한하여, 통상의 저항 상승과는 상이한, 가역적인 저항 상승(이하, 가역 저항 상승이라 약칭하기도 함)이 발생하는 것이 보고되어 있다. 그로 인해, 가역 저항 상승을 검출하여, 열화의 진행을 억제하는 제어 방식이 개시되어 있다(특허문헌 1 및 2 참조).

[0005] 특허문헌 1에는, 축전 장치의 방전 저항과 충전 저항의 비를 기초로 가역 저항 상승을 검출하여, 방전 저항과 충전 저항의 비가 설정값 이하가 된 경우에, 축전 장치의 충방전을 휴지시키는 제어 방법이 개시되어 있다.

[0006] 또한, 특허문헌 2에는, 전극 내의 전기 화학 반응의 간이 모델식을 기초로 추정된 전류 추정값과 전류 측정값의 사이의 전류 추정 오차 및 전극간 전해액의 농도 차를 기초로 가역 저항 상승을 검출하여, 가역 저항 상승의 정도가 설정값을 초과한 경우에 전류량, 전력량 및 전압을 제한하는 제어 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 제4923116호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 제5036662호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 그러나, 특허문헌 1 및 특허문헌 2에 개시된 종래 기술의 제어 방법에서는, 가역 저항 상승의 검출 시에 축전 장치의 휴지, 또는 출력 제한을 행한다. 그로 인해, 하이브리드식 건설 기계와 같이 오퍼레이터가 조작하는 차량에 적용한 경우에는, 오퍼레이터의 조작 상황에 상관없이 축전 장치의 휴지나 출력 제한을 행하므로, 조작성이 현저하게 저하되는 것이 염려되고 있다.
- [0009] 본 발명의 목적은, 오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있는 하이브리드식 건설 기계를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은, 엔진과, 역행 시에 상기 엔진의 동력을 어시스트하고, 회생 시에 발전하는 전동 발전기와, 상기 엔진의 동력에 의해 구동되고, 압유를 토출하는 유압 펌프 장치와, 축전 장치와, 상기 역행 시에 상기 축전 장치로부터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환해서 상기 전동 발전기에 공급하고, 상기 회생 시에 상기 전동 발전기로 발전된 교류 전력을 직류 전력으로 변환해서 상기 축전 장치에 공급하는 전력 변환 장치와, 상기 축전 장치의 온도를 조정하는 온도 조정 장치와, 상기 축전 장치의 충방전 이력에 따라, 상기 축전 장치의 온도를 상승시키도록 상기 온도 조정 장치를 제어하는 제1 제어, 상기 전력 변환 장치로부터 출력되는 전력을 감소시키도록 상기 전력 변환 장치를 제어하는 제2 제어, 상기 유압 펌프 장치의 토출 유량을 감소시키도록 상기 유압 펌프 장치를 제어하는 제3 제어 중 적어도 1개를 실행하는 제어 장치를 구비하도록 한 것이다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 하이브리드식 건설 기계에 의하면, 오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있다. 상술한 이외의 과제, 구성 및 효과는, 이하의 실시 형태의 설명에 의해 명백해진다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은, 본 발명에 따른 하이브리드식 건설 기계의 제1 실시 형태로서 예로 든 하이브리드 셔블의 구성을 도시하는 도면이다.
- 도 2는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 선회체 내의 구성을 도시하는 기능 블록도이다.
- 도 3은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 배터리 컨트롤러의 구성을 도시하는 기능 블록도이다.
- 도 4는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러의 구성을 도시하는 기능 블록도이다.
- 도 5는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 버킷 실린더에 요구되는 출력 특성을 설명하는 유압 조작 신호-요구 출력 특성선도이다.
- 도 6은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 엔진의 출력 특성을 설명하는 회전수-출력 상한값 특성선도이다.
- 도 7은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 충방전 실시 시간 비율의 연산에 사용하는 축전 장치(16)의 충방전 실시 시간(T_i)과, 참조 시간(T_{all})을 나타내는 도면이다.
- 도 8a는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 충방전 실시 시간 비율에 대한 목표 온도의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 8b는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 충방전 실시 시간 비율에 대한 전지 출력 저감율의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 8c는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 충방전 실시 시간 비율에 대한 휴지 명령값의 관계를 나타내는 도면

이다.

도 8d는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 충방전 실시 시간 비율에 대한 펌프 동력 저감율의 관계를 나타내는 도면이다.

도 9a는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 난기용 전지 온도 조정 기기에 관련한 전지 온도 조정 기기 제어부의 제어 흐름도이다.

도 9b는, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 냉각용 전지 온도 조정 기기에 관계되는 전지 온도 조정 기기 제어부의 제어 흐름도이다.

도 10은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 출력 명령부의 제어 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 11은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 유압 펌프에 요구되는 동력, 엔진의 출력 상한값 및 인버터에 요구되는 전력의 시간 추이를 나타내는 도면이다.

도 12는, 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러의 구성을 도시하는 기능 블록도이다.

도 13은, 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 축전 장치의 전류 적산값을 나타내는 도면이다.

도 14는, 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러의 구성을 도시하는 기능 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 도면을 사용해서 본 발명의 제1 내지 제3의 실시 형태에 따른 하이브리드식 건설 기계의 구성 및 동작을 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서, 동일 부호는 동일 부분을 나타낸다.

[0014] (제1 실시 형태)

[0015] 우선, 도 1을 사용하여, 하이브리드식 건설 기계의 구성을 설명한다. 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 하이브리드식 건설 기계의 구성도이다.

[0016] 본 발명에 관한 하이브리드식 건설 기계의 일 실시 형태는, 예를 들어 도 1에 도시한 하이브리드식 유압 셔블(이하, 편의적으로 하이브리드 셔블이라 칭함)(1)에 적용된다. 이 하이브리드 셔블(1)은, 주행용 유압 모터(2A)(도 2 참조)에 의해 구동되는 주행체(2)와, 이 주행체(2) 상에 선회 프레임(3a)을 개재해서 선회 가능하게 설치된 선회체(3)와, 이들 주행체(2)와 선회체(3)의 사이에 개재되고, 주행체(2)에 대하여 선회체(3)를 선회시키는 선회용 유압 모터(3A1)(도 2 참조)가 탑재된 선회 장치(3A)와, 선회체(3)의 전방부의 편측(전방을 향해서 우측)에 설치되고, 상하 방향으로 회동해서 굴삭 등의 작업을 행하는 프론트 작업기(4)를 구비하고 있다. 상술한 주행체(2), 선회체(3) 및 프론트 작업기(4)가 유압 작업 장치로서 기능한다.

[0017] 프론트 작업기(4)는, 기단부가 선회 프레임(3a)에 회동 가능하게 설치되어 상하 방향으로 회동하는 붐(4A)과, 이 붐(4A)의 선단에 회동 가능하게 설치된 아암(4B)과, 이 아암(4B)의 선단에 회동 가능하게 설치된 버킷(4C)을 갖는 다관절 구조로 이루어져 있다. 또한, 프론트 작업기(4)는, 선회체(3)와 붐(4A)을 접속하고, 신축함으로써 붐(4A)을 회동시키는 붐 실린더(4a)와, 붐(4A)과 아암(4B)을 접속하고, 신축함으로써 아암(4B)을 회동시키는 아암 실린더(4b)와, 아암(4B)과 버킷(4C)을 접속하고, 신축함으로써 버킷(4C)을 회동시키는 버킷 실린더(4c)를 갖고 있다.

[0018] 선회체(3)는, 차체의 전방부의 다른 쪽의 편측(전방을 향해서 좌측)에 배치된 캐빈(5)과, 차체의 후방부에 배치되고, 차체의 중량의 밸런스를 유지하는 카운터 웨이트(6)와, 이들 캐빈(5)과 카운터 웨이트(6)의 사이에 배치되고, 후술하는 엔진(11)(도 2 참조)이 수납되는 원동기실(7)을 구비하고 있다.

[0019] 도 2는 캐빈(5)을 포함하는 선회체(3)의 내부 구성의 상세를 도시한 도면이다.

[0020] 도 2에 도시한 바와 같이, 캐빈(5)은, 주행용 유압 모터(2A), 선회용 유압 모터(3A1), 붐 실린더(4a), 아암 실린더(4b) 및 버킷 실린더(4c) 등의 각 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c)의 원하는 동작을 가능하게 하고, 캐빈(5) 내의 오퍼레이터가 파지해서 조작하는 주행 레버(5A) 및 조작 레버(5B)와, 차체의 동작 모드를 설정하고, 차체에 요구하는 부하를 변경하는 모드 설정부(모드 설정 스위치)(5C)와, 이 모드 설정부(5C)에 의해 설정된 동작 모드에 있어서, 엔진(11)의 목표 회전수를 설정하는 회전수 설정 다이얼(5D)을 갖고 있다. 모드 설정부(5C)는, 예를 들어 경굴삭 작업이나 고르기 작업 등의 경부하 또는 중부하의 작업을 행할 때의 모드인 에코 모드, 및 이 에코 모드보다 고부하의 작업을 행할 때의 모드인 파워 모드 등의 동작 모드를 선택하는 모드 설정

스위치로 이루어져 있다.

- [0021] 선회체(3)는, 상술한 엔진(11)과, 이 엔진(11)에 설치되고, 엔진(11)의 회전수를 검출하는 회전수 센서(11A)와, 엔진(11)의 연료를 저장하는 연료 탱크(도시하지 않음)와, 엔진(11)의 연료 분사량을 조정하는 거버너(도시하지 않음)와, 엔진(11)에 설치된 터보 과급기식의 과급기(도시하지 않음)와, 엔진(11)의 동작을 제어하는 엔진 컨트롤러(ECU)(12)를 구비하고 있다.
- [0022] 또한, 선회체(3)는, 엔진(11)에 접속되고, 엔진(11)의 구동력으로 동작하는 에어컨 등의 보조 기계 부하(13)와, 엔진(11)의 구동축 상에 배치되고, 엔진(11) 사이에서 토크를 전달함으로써, 엔진(11)의 동력의 어시스트 및 발전을 행하는 전동 발전기(M/G)(14)와, 이 전동 발전기(14)에 접속되고, 전동 발전기(14)의 동작을 제어하는 인버터(15)와, 인버터(15)를 통해서 전동 발전기(14) 사이에서 전력의 수수를 행하는 축전 장치(16)와, 엔진(11) 및 전동 발전기(14)에 대하여 직렬로 접속되고, 엔진(11) 및 전동 발전기(14)의 구동력으로 동작함으로써 압유를 토출하는 가변 용량형 유압 펌프(이하, 편의적으로 유압 펌프라 칭함)(17)와, 엔진(11)의 구동력으로 동작함으로써 파일럿 압유를 생성하는 파일럿 펌프(도시하지 않음)를 구비하고 있다.
- [0023] 전동 발전기(14)는, 역행 시에 엔진(11)의 동력을 어시스트하고, 엔진(11)에 접속된 보조 기계 부하(13) 및 유압 펌프(17)를 구동하고, 회생 시에 발전을 행하도록 하고 있다. 인버터(15)(전력 변환 장치)는, 역행 시에 축전 장치(16)로부터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환해서 전동 발전기(14)에 공급하고, 회생 시에 전동 발전기(14)로 발전된 교류 전력을 직류 전력으로 변환해서 축전 장치(14)에 공급하는 것이다.
- [0024] 축전 장치(16)는, 예를 들어 복수의 전지 셀이 적층되어 형성된 리튬 이온 전지(16A)와, 이 리튬 이온 전지(16A)와 인버터(15)의 사이에 접속(설치)되고, 리튬 이온 전지(16A)의 전류를 측정하는 전류 센서(16B)와, 리튬 이온 전지(16A) 및 전류 센서(16B)에 접속되고, 리튬 이온 전지(16A)의 전압, 온도, 전류 등을 측정해서 관리하는 배터리 컨트롤러(BCU)(16C)와, 리튬 이온 전지(16A)의 난기를 행하는 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)와, 냉각을 행하는 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)를 갖고 있다.
- [0025] 여기서, 난기용 전지 온도 조정 기기(16D), 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)는, 축전 장치(16)의 온도를 조정하는 온도 조정 장치를 구성한다.
- [0026] 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)는, 예를 들어 히터, 엔진 냉각수로로부터 엔진 냉각수를 분기시키기 위한 제어 밸브 등을 들 수 있다. 또한, 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)는, 예를 들어 팬이나 수냉 펌프 등을 들 수 있다.
- [0027] 그리고, 리튬 이온 전지(16A)에 축적된 전력(에너지)은, 인버터(15)에 공급되면, 인버터(15)에 의해 직류에서 교류로 변환되고, 전동 발전기(14)에 공급된다. 이에 의해, 축전 장치(16)가 방전되도록 되어 있다. 한편, 전동 발전기(14)에 의해 발전된 전력(에너지)은, 인버터(15)에 의해 교류에서 직류로 변환되고, 축전 장치(16)에 공급된다. 이에 의해, 축전 장치(16)가 충전되도록 되어 있다.
- [0028] 유압 펌프(17)는, 가변 용량 기구로서, 예를 들어 경사판(도시하지 않음)을 갖고, 이 경사판의 틸팅각이 조정됨으로써, 토출하는 압유의 유량을 제어하고 있다. 또한, 유압 펌프(17)에는, 도시되지 않았지만, 토출된 압유의 압력을 측정하는 토출압 센서, 토출된 압유의 유량을 측정하는 토출 유량 센서 및 유압 펌프(17)의 경사판의 틸팅각을 측정하는 틸팅각 센서 등이 설치되어 있다. 또한, 유압 펌프(17)는, 가변 용량형 경사판식 유압 펌프인 경우에 대해서 설명하는데, 이 경우에 한하지 않고, 토출하는 압유의 유량을 제어하는 기능을 갖는 것이라면, 경사축 펌프 등이어도 된다.
- [0029] 또한, 선회체(3)는, 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c)에 공급하는 압유의 흐름(유량 및 방향)을 제어하는 컨트롤 밸브(20)와, 유압 펌프(17)의 용량을 조절하는 펌프 용량 조절 장치(21)와, 주행 레버(5A), 조작 레버(5B), 모드 설정 스위치(5C), 회전수 설정 다이얼(5D), 유압 펌프(17), 엔진 컨트롤러(12), 인버터(15), 배터리 컨트롤러(16C) 및 펌프 용량 조절 장치(21)에 접속되고, 유압 펌프(17) 및 인버터(15)의 동작을 포함하는 차체 전체의 동작을 제어하는 제어 장치로서의 하이브리드 컨트롤러(HCU)(22)를 구비하고 있다.
- [0030] 여기서, 유압 펌프(17), 펌프 용량 조절 장치(21)는, 유압 펌프 장치를 구성한다.
- [0031] 컨트롤 밸브(20)는, 유압 펌프(17) 및 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c) 사이에서 유압 회로를 구성하고, 도시되지 않았지만, 외각을 형성하는 하우징 내에서 스트로크 함으로써, 유압 펌프(17)로부터 토출된 압유의 유량 및 방향을 조정하는 스톱을 내부에 갖고 있다.
- [0032] 펌프 용량 조절 장치(21)는, 하이브리드 컨트롤러(22)로부터 출력되는 제어 명령에 기초하여 유압 펌프(17)의

용량(밀어내기 용적)을 조절하는 것이다. 구체적으로는, 펌프 용량 조절 장치(21)는, 도시되지 않았지만, 유압 펌프(17)의 경사판을 틸팅 가능하게 지지하는 레귤레이터와, 하이브리드 컨트롤러(22)로부터의 제어 명령에 따라, 레귤레이터에 제어압을 가하는 전자 비례 밸브를 갖고 있다. 레귤레이터는, 전자 비례 밸브로부터 제어압을 받으면, 이 제어압에 의해 유압 펌프(17)의 경사판의 틸팅각을 변경함으로써, 유압 펌프(17)의 용량(밀어내기 용적)이 조절된다. 이에 의해, 유압 펌프(17)의 토출압을 가변으로 하고, 유압 펌프(17)의 토크(입력 토크)를 제어함으로써, 유압 펌프(17)의 부하(펌프 출력)를 조절할 수 있다.

[0033] 하이브리드 컨트롤러(22)는, 토출압 센서에 의해 측정된 토출압, 토출 유량 센서에 의해 측정된 토출 유량 및 틸팅각 센서에 의해 측정된 틸팅각을 입력하고, 이들 입력 정보로부터 유압 펌프(17)의 부하를 연산한다. 주행 레버(5A) 및 조작 레버(5B)는, 파일럿 펌프로부터 토출된 압유에 의해 생성된 1차 압을 당해 각 장치에 구비되는 감압 밸브(리모콘 밸브)의 조작 개방도에 따라서 2차 압으로 감압해서 제어 파일럿 압력을 생성하고, 유압 조작 신호로서 하이브리드 컨트롤러(20)에 송신한다. 하이브리드 컨트롤러(22)는, 수신한 유압 조작 신호에 따라, 유압 펌프(17)의 동력을 제어하는 제어 명령을 펌프 용량 조절 장치(21)의 전자 비례 밸브에 송신한다.

[0034] 또한, 도시되지 않았지만, 생성된 제어 파일럿 압력은 컨트롤 밸브(20)의 수압실에 보내지도록 되어 있다. 이에 의해, 컨트롤 밸브(20)의 스플 위치가 전환되고, 유압 펌프(17)로부터 컨트롤 밸브(20)를 유통시킨 압유가 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c)에 공급됨으로써, 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c)가 유압 펌프(17)로부터 컨트롤 밸브(20)를 통해서 공급된 압유에 의해 구동된다.

[0035] 도 3은 배터리 컨트롤러(16C)의 구성을 도시한 기능 블록도이다.

[0036] 배터리 컨트롤러(16C)는, 리튬 이온 전지(16A)의 온도를 측정하는 온도 측정부(16C1)와, 리튬 이온 전지(16A)의 전압을 측정하는 전압 측정부(16C2)와, 전류 센서(16B)의 측정값을 AD 변환해서 입력하는 전류 측정부(16C3)와, 온도 측정부(16C1)에 의해 측정된 온도, 전압 측정부(16C2)에 의해 측정된 전압 및 전류 측정부(16C3)에 의해 입력된 전류에 기초하여, 충전 장치(16)의 충전율(이하, SOC라 칭함)을 추정(계산)하는 SOC 추정부(16C4)를 갖고 있다.

[0037] 또한, 배터리 컨트롤러(16C)는, 온도 측정부(16C1)에 의해 측정된 온도, 전압 측정부(16C2)에 의해 측정된 전압, 전류 측정부(16C3)에 의해 입력된 전류 및 SOC 추정부(16C4)에 의해 추정된 SOC에 기초하여, 리튬 이온 전지(16A)의 충방전 가능한 최대 전력인 허용 충방전 전력을 연산하는 허용 충방전 전력 연산부(16C5)를 갖고 있다. 그리고, 온도 측정부(16C1)에 의해 측정된 온도, 전압 측정부(16C2)에 의해 측정된 전압, 전류 측정부(16C3)에 의해 입력된 전류 및 SOC 추정부(16C4)에 의해 추정된 SOC를 포함하는 충전지 특성, 및 허용 충방전 전력 연산부(16C5)에 의해 연산된 허용 충방전 전력의 정보는 하이브리드 컨트롤러(22)에 입력된다.

[0038] 이어서, SOC 추정부(16C4)에 의한 충전 장치(16)의 SOC의 추정에 대해서 상세하게 설명한다.

[0039] 예를 들어, 하이브리드 서블(1)이 시동될 때의 릴레이 개방 상태에서의 리튬 이온 전지(16A)의 전압, 즉 개회로 전압을 SOC(0), 하이브리드 서블(1)의 가동중에 있어서의 리튬 이온 전지(16A)의 충방전 전류의 적산값을 IS, 리튬 이온 전지(16A)의 만충전 용량을 Cmax라 하면, 다음의 수식(1)이 성립된다. 또한, 적산값(IS)은, 충방전 전류(충전 전류: 정, 방전 전류: 부)를 시간으로 적분한 값이다. 만충전 용량(Cmax)은, 예를 들어 배터리 컨트롤러(16C)의 내장 메모리에 미리 기억되어 있다.

[0040] [수식 1]

$$SOC = SOC(0) + \frac{IS}{C_{\max}} \quad (1)$$

[0041]

[0042] SOC 추정부(16C4)는, 도시되지 않았지만, 충전 장치(16)의 SOC와 개회로 전압의 관계가 나타난 SOC-개회로 전압의 테이블 A를 내부에 보유하고 있다. SOC 추정부(16C4)는, 하이브리드 서블(1)의 기동 시의 개회로 전압을 이 테이블 A에 적용함으로써, 얻어진 SOC를 SOC(0)로서 연산한다. 그리고, SOC 추정부(16C4)는, 연산한 SOC(0), 하이브리드 서블(1)의 가동중에 있어서의 리튬 이온 전지(16A)의 충방전 전류의 적산값(IS), 리튬 이온 전지(16A)의 만충전 용량(Cmax)을 상기의 수식(1)에 대입함으로써, 현재의 충전 장치(16)의 SOC를 구한다(연산함).

[0043] 이어서, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)에 의한 허용 충방전 전력의 연산에 대해서 상세하게 설명한다.

[0044] 예를 들어, 허용 충전 전류를 Ic, 리튬 이온 전지(16A)의 전압의 상한값을 Vmax, 개회로 전압을 Vo, 내부 저항

을 r , 허용 충전 전력을 E_c 라 하면, 다음의 수식 (2), (3)이 성립된다.

[수식 2]

$$I_c = \frac{V_{\max} - V_o}{r} \quad (2)$$

[수식 3]

$$E_c = I_c \cdot (V_o + I_c \cdot r) \quad (3)$$

허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 리튬 이온 전지(16A)의 전압의 상한값(V_{\max}) 및 후술하는 하한값(V_{\min})을 내부에 보유(기억)하고 있다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 충전 장치(16)의 SOC와 개회로 전압(V_o)의 관계가 나타난 테이블 B를 내부에 보유하고 있다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 충전 장치(16)의 SOC, 리튬 이온 전지(16A)의 온도 및 내부 저항(r)의 관계가 나타난 테이블 C를 내부에 보유하고 있다. 또한, 리튬 이온 전지(16A)의 전압의 상한값(V_{\max}), 하한값(V_{\min}), 개회로 전압(V_o) 및 내부 저항(r)은, 리튬 이온 전지(16A)에 있어서의 복수의 전지 셀을 접속했을 때의 총합의 값이다. 여기서, 테이블 B는, 상술한 테이블 A와 동일하다. 본 실시 형태에서는, 설명의 편의상, 2개의 테이블 A 및 B를 사용하고 있지만, 한쪽만을 공용해도 된다.

허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, SOC 추정부(16C4)에 의해 추정된 SOC를 테이블 B에 적용함으로써, 개회로 전압(V_o)을 연산한다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, SOC 추정부(16C4)에 의해 추정된 SOC 및 온도 측정부(16C1)에 의해 측정된 온도를 테이블 C에 적용함으로써, 내부 저항(r)을 연산한다.

그리고, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 리튬 이온 전지(16A)의 전압의 상한값(V_{\max}), 연산한 개회로 전압(V_o) 및 내부 저항(r)을 상기의 수식(2)에 대입함으로써, 허용 충전 전류(I_c)를 연산한다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 연산한 허용 충전 전류(I_c), 개회로 전압(V_o) 및 내부 저항(r)을 수식(3)에 대입함으로써, 허용 충전 전력(E_c)을 연산한다.

한편, 허용 방전 전류를 I_d , 허용 방전 전력을 E_d 라 하면, 다음의 수식 (4), (5)가 성립한다.

[수식 4]

$$I_d = \frac{V_o - V_{\min}}{r} \quad (4)$$

[수식 5]

$$E_d = I_d \cdot (V_o + I_d \cdot r) \quad (5)$$

허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 리튬 이온 전지(16A)의 전압의 하한값(V_{\min}), 상술한 허용 충전 전류(I_c)의 연산과 마찬가지로 연산한 개회로 전압(V_o) 및 내부 저항(r)을 상기의 수식(4)에 대입함으로써, 허용 방전 전류(I_d)를 연산한다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)는, 연산한 허용 방전 전류(I_d), 개회로 전압(V_o) 및 내부 저항(r)을 수식(5)에 대입함으로써, 허용 방전 전력(E_d)을 연산한다. 또한, 허용 충방전 전력 연산부(16C5)에 의한 연산은, 리튬 이온 전지(16A)가 내부 단락 등의 열적 영향을 방지하므로, 리튬 이온 전지(16A)의 전압을 정상적인 범위 내로 제어하는 것을 목적으로 행하여졌지만, 이와 같은 목적에 한정되지 않는다. 예를 들어, 과충전이나 과방전을 방지하는 목적으로 충전 장치(16C)의 SOC에 의한 제한(SOC=역치 Th_1 로 충전 제한, SOC=역치 $Th_2(<Th_1)$ 로 방전 제한)이나, 과충전이나 과온도를 방지하는 목적으로 리튬 이온 전지(16A)의 온도에 따른 제한을 별도로 설정해도 된다.

도 4는 하이브리드 컨트롤러(22)의 구성을 도시한 기능 블록도이다.

하이브리드 컨트롤러(22)는, 주행 레버(5A), 조작 레버(5B) 및 모드 설정 스위치(5C)에 접속되고, 유압 펌프(17)에 요구되는 동력(이하, 편의적으로 유압 펌프 요구 동력이라 칭함)을 추정하는 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)와, 엔진 컨트롤러(12)에 접속되고, 엔진(11)의 출력의 상한값(이하, 편의적으로 엔진 출력 상한값이라

칭함)을 연산하는 엔진 출력 상한 연산부(22B)를 포함하고 있다.

- [0060] 또한, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 배터리 컨트롤러(16C)로부터 수신된 전류값 또는 전력값에 기초하여, 과거 일정 기간 내에 충방전이 실시된 시간 비율(충방전 실시 시간 비율)을 연산하는 충방전 이력 연산부(22C)와, 충방전 실시 시간 비율에 기초하여, 가역 저항 상승을 억제하는 제어를 행하는 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)를 포함하고 있다. 또한, 과거 일정 기간이란, 현시점으로부터 일정 기간 거슬러 오른 과거의 시점까지의 기간을 의미한다. 충방전 이력은, 과거 일정 기간에 측정된 상기 축전 장치의 충방전 전류의 데이터이며, 충방전 전류의 전류값 또는 전력값을 포함한다.
- [0061] 또한, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 배터리 컨트롤러(16C)로부터 수신된 전지 온도와, 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)로부터 수신된 목표 온도에 기초하여, 난기용 전지 온도 조정 기기(16D) 및 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)의 제어 명령값을 연산하는 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)를 포함하고 있다.
- [0062] 또한, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 출력 명령부(22F)를 포함하고 있다. 여기서, 출력 명령부(22F)는, 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A), 엔진 출력 상한 연산부(22B), 가역 저항 상승 대응 제어부(22D), 배터리 컨트롤러(16C), 펌프 용량 조절 장치(21), 엔진 컨트롤러(12) 및 인버터(15)에 접속되고, 펌프 용량 조절 장치(21), 엔진 컨트롤러(12) 및 인버터(15)에 출력하는 제어 명령의 값을 연산한다.
- [0063] 이하, 하이브리드 컨트롤러(22)의 각 구성에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0064] 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)는, 주행 레버(5A)와 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호 및 모드 설정 스위치(5C)의 동작 모드를 입력하고, 이들 입력 정보에 기초하여, 주행용 유압 모터(2A), 선회용 유압 모터(3A1), 붐 실린더(4a), 아암 실린더(4b) 및 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력, 즉 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c)의 각 동작에 필요한 출력을 추정한다.
- [0065] 도 5는 유압 액추에이터(2A, 3A1, 4a 내지 4c) 중 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력 특성을 설명하는 도면이다.
- [0066] 도 5에 도시한 바와 같이, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력은, 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호의 값이 증가함에 따라 증대되도록 설정된다. 또한, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력은, 오퍼레이터가 모드 설정 스위치(5C)로 설정한 동작 모드에 따라, 그 대소를 변경하도록 설정된다.
- [0067] 예를 들어, 오퍼레이터가 차체의 동작 모드를 에코 모드로 설정했을 경우에는, 연비를 중시하기 위해서, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력이 낮게 설정되고, 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호의 값이 S_8 일 때, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력은 PD1이 된다. 오퍼레이터가 차체의 동작 모드를 파워 모드로 설정했을 경우에는, 작업 속도를 중시하기 위해서, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력이 높게 설정되고, 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호의 값이 S_8 일 때, 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력은 PD1보다도 큰 PD2가 된다($PD2 > PD1$). 따라서, 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)는, 모드 설정 스위치(5C)로 설정된 동작 모드에서의 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호의 값으로부터 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력을 추정한다.
- [0068] 또한, 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)는, 다른 유압 액추에이터인 주행용 유압 모터(2A), 선회용 유압 모터(3A1), 붐 실린더(4a) 및 아암 실린더(4b)에 요구되는 출력에 대해서도, 상술한 버킷 실린더(4c)와 마찬가지로, 모드 설정 스위치(5C)로 설정된 동작 모드에서의 주행 레버(5A) 및 조작 레버(5B)의 유압 조작 신호의 값으로부터 추정된다. 그리고, 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)는, 주행용 유압 모터(2A), 선회용 유압 모터(3A1), 붐 실린더(4a), 아암 실린더(4b) 및 버킷 실린더(4c)에 요구되는 출력의 합계값을 유압 펌프 요구 동력으로서 출력 명령부(22F)에 출력한다.
- [0069] 도 6은 엔진(11)의 회전수와 출력의 상한값의 관계를 나타낸 도면이다.
- [0070] 하이브리드 컨트롤러(22)의 기억 장치는, 엔진(11)의 특성에 따라서 설정된 출력 특성 테이블 D를 저장하고 있다. 이 출력 특성 테이블 D는, 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 엔진(11)의 회전수가 낮을 때에는, 엔진(11)의 회전수의 상승에 수반되어 엔진 출력 상한값이 증대되고, 엔진(11)의 회전수가 높아지면, 엔진(11)의 회전수의 상승에 수반되어 엔진 출력 상한값이 감소되는 관계를 나타내고 있다. 따라서, 엔진 출력 상한값은, 엔진(11)의 회전수에 따라 정해지므로, 엔진(11)의 회전수로부터 추정할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 제1 실시 형태에서는, 엔진 출력 상한 연산부(22B)는, 회전수 센서(11A)에 의해 검출된 엔진(11)의 회전수를, 엔진 컨트롤러(12)를 통해서 수신하고, 엔진(11)의 회전수와 출력 특성 테이블 D로부터 엔진 출력 상한값을 연산한다. 그리고, 엔진 출력 상한 연산부(22B)는, 연산한 엔진 출력 상한값을 출력 명령부(22F)에 출

력한다. 또한, 엔진(11)의 회전수는, 오퍼레이터가 회전수 설정 다이얼(5D)에 의해 목표 회전수를 조정함으로써 변경할 수 있다.

[0072] 충방전 이력 연산부(22C)는, 배터리 컨트롤러(16C)로부터 수신된 전류값, 또는 전력값에 기초하여, 과거 일정 기간 내에 충방전이 실시된 시간 비율(충방전 실시 시간 비율)을 연산한다. 이후, 전류값을 예로 충방전 실시 시간 비율의 연산을 설명하는데, 충방전 실시 시간 비율의 연산 지표로서, 전력이나, 전류 및 전력의 절대값 또는 제곱값을 이용해도 된다. 도 7은 충전 장치(16)의 충방전 실시 시간($T_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$)과, 참조 시간(T_{all})을 나타낸 도면이며, 이 도면을 참조하여 충방전 실시 시간 비율의 연산을 상세하게 설명한다. 여기서, 도면 중, L_d 및 L_c 는, 각각 방전 및 충전 전류의 충방전 실시 역치이며, 아이들링중의 배터리 컨트롤러(16C)의 소비 전류(암전류) 등, 가역 저항 상승이 발생하지 않는 미소 전류의 영향을 배제하기 위해서 설치해도 된다. 충전 장치(16)의 전류값이 충방전 실시 방전 역치(L_d) 이하, 또는 충방전 실시 충전 역치(L_c) 이상이 된 시간을 충방전 실시 시간($T_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$)으로 한다. 이 충방전 실시 시간($T_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$)과, 참조 시간(T_{all})을 이용하여, 하기의 수식(6)으로부터, 충방전 실시 시간 비율(R_t)을 연산한다. 여기서, 참조 시간(T_{all})은, 과거 일정시간이며, 예를 들어 현시점으로부터 과거 10시간의 기간이다.

[0073] [수식 6]

$$R_t = \frac{\sum T_i}{T_{all}} \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (6)$$

[0074]

[0075] 여기서, 가역 저항 상승은, 전해액 내에서의 리튬 이온의 편재에 의해 발생한다. 그로 인해, 바로 근처의 충방전 쪽이 가역 저항 상승에의 영향이 크다. 따라서, 다음의 수식(7)과 같이, 충방전 실시 시간 계수($\alpha_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$)를 이용하여, 충방전 실시 시간($T_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$)에 계수를 곱함으로써 가중을 행해도 된다. 예를 들어, 충방전 실시 시간(T_i)에 속하는 타이밍이 현시점에 가까울수록 충방전 실시 시간 계수(α_i)를 크게 하도록 한다. 즉, 도 7의 예에서는, $\alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_4$ 로 한다.

[0076] [수식 7]

$$R_t = \frac{\sum \alpha_i T_i}{T_{all}} \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (7)$$

[0077]

[0078] 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)는, 충방전 이력 연산부(22C)에 의해 연산된 충방전 실시 시간 비율(R_t)에 기초하여, 목표 온도, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값 및 펌프 동력 저감율을 연산하고, 목표 온도를 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)에, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값, 펌프 동력 저감율을 출력 명령부(22F)에 각각 출력한다.

[0079] 도 8a 내지 도 8d는, 각각 충방전 실시 시간 비율(R_t)에 대한 목표 온도, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값 및 펌프 동력 저감율의 관계를 나타내고 있다.

[0080] 도 8a의 목표 온도는, 리튬 이온(15)의 온도가 낮을수록, 전해액 내에서의 리튬 이온의 확산 속도가 느리므로, 리튬 이온의 편재가 일어나기 쉬워 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다고 생각된다. 한편, 통상의 열화(불가역 저항 상승)는, 부극측의 피막(SEI: Solid Electrolyte Interface) 형성 등에 의해 발생하므로, 고온일수록 영향이 크다는 경향이 있다. 따라서, 도 8a에 나타낸 바와 같이, 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 높은 경우에는, 목표 온도를 높게 설정한다. 한편, 가역 저항 상승이 발생하기 어렵다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 낮은 경우에는, 통상의 열화(불가역 저항 상승)를 억제하기 위해서, 목표 온도를 낮게 설정한다.

[0081] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 충방전 실시 시간 비율(R_t)이 역치 R_{t_temp} 이상인 경우, 충전 장치(16)의 목표 온도로 충방전 실시 시간 비율(R_t)의 증가에 따라서 증가하는 값을 설정하고, 및 충전 장치(16)의 온도가 목표 온도가 되도록, 온도 조정 장치(16D, 16E)를 제어하는 제어 장치로서 기능한다. 또한, $R_t \leq R_{t_temp}$ 에 있어서, 목표 온도는 일정값이다.

[0082] 도 8b의 전지 출력 저감율은, 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 높은 경우에는, 열화 억제를 우선하고, 전지 출력 저감율을 높게 설정한다. 한편, 가역 저항 상승이 발생하기 어렵다고

생각되는 충방전 실시 시간 비율이 낮은 경우에는, 차체 동작을 우선하고, 전지 출력 저감율을 낮게 설정한다.

- [0083] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 충방전 실시 시간 비율(R_t)이 역치 R_{t_bat} 이상인 경우, 축전 장치(16)의 출력 저감율로 충방전 실시 시간 비율(R_t)의 증가에 따라 증가하는 값을 설정하고, 축전 장치(16)의 출력 저감율에 기초하여, 인버터(15)(전력 변환 장치)로부터 출력되는 전력의 명령값을 설정하고, 및 인버터(15)로부터 출력되는 전력이 이 명령값이 되도록 인버터(15)를 제어하는 제어 장치로서 기능한다. 또한, $R_t \leq R_{t_bat}$ 에 있어서, 축전 장치(16)의 출력 저감율은 0이다.
- [0084] 도 8c의 휴지 명령값은, 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 높은 경우에는, 충방전 실시 시간 비율을 저하시키므로, 휴지 명령 있음의 값(예를 들어 “1”)으로 설정한다. 한편, 가역 저항 상승이 발생하기 어렵다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 낮은 경우에는, 휴지 명령 없음의 값(예를 들어 “0”)으로 설정한다.
- [0085] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 충방전 실시 시간 비율이 역치 R_{t_pause} 이상인 경우, 인버터(15)를 휴지(휴지 명령값=1)시키는 제어 장치로서 기능한다. 또한, $R_t \leq R_{t_pause}$ 에 있어서, 휴지 명령값은 0이다.
- [0086] 도 8d의 펌프 동력 저감율은, 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 높은 경우에는, 열화 억제를 우선하고, 펌프 동력 저감율을 높게 설정한다. 한편, 가역 저항 상승이 발생하기 어렵다고 생각되는 충방전 실시 시간 비율이 낮은 경우에는, 차체 동작을 우선하고, 펌프 동력 저감율을 낮게 설정한다.
- [0087] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 충방전 실시 시간 비율이 역치 R_{t_pump} 이상인 경우, 유압 펌프(17)(유압 펌프 장치)의 동력의 저감율로 충방전 실시 시간 비율(R_t)의 증가에 따라 증가하는 값을 설정하고, 유압 펌프(17)의 동력 저감율에 기초하여, 유압 펌프(17)의 동력 명령값을 설정하고, 및 유압 펌프(17)의 동력이 명령값으로 되도록 펌프 용량 조절 장치(21)(유압 펌프 장치)를 제어하는 제어 장치로서 기능한다.
- [0088] 여기서, 전지 출력 저감율과는 별도로 펌프 동력 저감율을 설정한 것은, 하이브리드식 건설 기계의 경우, 축전 장치(16)의 전력을 인버터(15)로 제한을 걸면 고응답에 제한이 걸리므로, 유압 작업 장치(4)나 엔진(11)의 상태에 따라는, 오퍼레이터의 조작성이 급격하게 저하되는 것이 염려되기 때문이다.
- [0089] 도 8a 내지 도 8d에 관하여, 일례로서, $R_{t_temp} = R_{t_bat} = R_{t_pump} < R_{t_pause}$ 로 설정해도 되지만, R_{t_temp} , R_{t_bat} , R_{t_pump} 을 상이한 값으로 해도 된다. 단, R_{t_temp} , R_{t_bat} , R_{t_pump} 는, R_{t_pause} 보다 작다. 이에 의해, 가역 저항 상승을 억제하는 최후의 수단으로서, 휴지 명령값에 1이 설정되고, 인버터 출력 전력이 0이 된다.
- [0090] 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, 가역 저항 상승 대응 제어(22D)에 의해 연산된 목표 온도에 기초하여, 난기용 온도 조정 기기 제어 명령값 및 냉각용 온도 조정 기기 제어 명령값을 연산하고, 각각 난기용 전지 온도 조정 기기(16D) 및 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)에 출력한다.
- [0091] 도 9a는 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)에 관련한 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)의 제어 흐름도이다. S101에서, 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, 목표 온도를 기초로 난기 운전 종료 온도를 연산한다. 여기서 난기 운전 종료 온도는, 목표 온도 -5°C 처럼, 목표 온도에 대하여 일정값 낮게 설정해도 되고, 또는, 별도 목표 온도에 대한 난기 운전 종료 온도의 테이블을 참조해도 된다. S102에서 배터리 컨트롤러(16C)로부터 송신된 전지 온도가 난기 운전 종료 온도 이하로 판정된 경우에는, 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, S103에서 난기용 온도 조정 기기 제어 명령값을 1(ON)로 한다. 또, S102에서 배터리 컨트롤러(16C)로부터 송신된 전지 온도가 난기 운전 종료 온도보다 크다고 판정된 경우, 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, S104에서 난기용 온도 조정 기기 제어 명령값을 0(OFF)으로 한다.
- [0092] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 축전 장치(16)의 온도가 난기 운전 종료 온도 이하인 경우에, 축전 장치(16)의 충방전 이력에 따라, 축전 장치(16)의 온도를 상승시키도록 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)(온도 조정 장치)를 제어하는 제어 장치로서 기능한다.
- [0093] 도 9b는 냉각용 전지 온도 조정 기기(16E)에 관련한 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)의 제어 흐름도이다. S111에서, 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, 목표 온도를 기초로 냉각 운전 종료 온도를 연산한다. 여기서 냉각 운전 종료 온도는, 목표 온도 $+5^{\circ}\text{C}$ 와 같이, 목표 온도에 대하여 일정값 높게 설정해도 되고, 또는, 별도 목표 온도에 대한 냉각 운전 종료 온도의 테이블을 참조해도 된다. S112에서 배터리 컨트롤러(16C)로부터 송신된 전지 온도가 냉각 운전 종료 온도 이상으로 판정된 경우, 전지 온도 조정 기기 제어부(22E)는, S113에서 냉각용 온도 조정 기기 제어 명령값을 1(ON)로 한다. 또, S112에서 배터리 컨트롤러(16C)로부터 송신된 전지 온

도가 냉각 운전 종료 온도보다 작다고 판정된 경우에는, S114에서 냉각용 온도 조정 기기 제어 명령값을 0(OF F)으로 한다.

- [0094] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 축전 장치(16)의 온도가 난기 운전 종료 온도보다 큰 냉각 운전 종료 온도 이상인 경우에, 축전 장치(16)의 온도를 강하시키도록 온도 조정 장치(16D, 16E)를 제어하는 제어 장치로서 기능한다.
- [0095] 출력 명령부(22F)는, 유압 펌프 요구 동력, 엔진 출력 상한값, 허용 충방전 전력, 전지 출력 저감율, 휴지 명령, 펌프 동력 저감율에 기초하여, 제어 명령으로 하고, 유압 펌프 동력 명령, 엔진 출력 명령 및 인버터 전력 명령을 펌프 용량 조절 장치(21), 엔진 컨트롤러(12) 및 인버터(15)에 각각 출력하고, 이들 각 장치를 제어한다.
- [0096] 이어서, 출력 명령부(22F)의 제어 처리에 대해서, 도 10의 흐름도를 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 제어 처리의 연산에 대해서는, 설명을 이해하기 쉽게 하기 위해서, 전동 발전기(14), 인버터(15), 리튬 이온 전지(16A), 유압 펌프(17) 및 주행용 유압 모터(2A) 등의 유압 부하의 효율을 100%로 하여, 손실이 발생하지 않는 이상적인 상태로 한다.
- [0097] 먼저, 출력 명령부(22F)는, 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)에서 연산한 펌프 동력 저감율을, 유압 펌프 요구 동력 추정부(22A)에 의해 추정된 유압 펌프 요구 동력에 곱하여, 유압 펌프 요구 동력 보정값을 연산한다(S201). 이어서, 출력 명령부(22F)는, 보정 후 유압 펌프 요구 동력으로부터 엔진 출력 상한 연산부(22B)에 의해 연산된 엔진 출력 상한값을 감산하고, 인버터(15)에 요구되는 전력(이하, 편의적으로 인버터 요구 전력이라 칭함)을 연산한다(S202). 여기서, 보정 후 유압 펌프 요구 동력은, 유압 펌프 요구 동력으로부터 유압 펌프 요구 동력 보정값(S201)을 감산한 값이다.
- [0098] 도 11은 이들 유압 펌프 요구 동력, 엔진 출력 상한값 및 인버터 요구 전력의 관계를 나타내고 있다.
- [0099] 도 11에 나타낸 바와 같이, 유압 펌프 요구 동력이 엔진 출력 상한값보다도 크면, 인버터 요구 전력은 0보다 커져서 방전 전력이 되고(전동 발전기(14): 역행), 유압 펌프 요구 동력이 엔진 출력 상한값보다도 작으면, 인버터 요구 전력은 0보다 작아져서 충전 전력이 된다(전동 발전기(14): 회생).
- [0100] 도 10으로 되돌아가, S203에서, 출력 명령부(22F)는, 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)에서 연산한 휴지 명령값에 기초하여, 휴지 유무를 판정한다.
- [0101] S203에서 휴지 명령 있음(휴지 명령값=1)으로 판정된 경우(S203; "예"), 출력 명령부(22F)는, 인버터 전력 명령값을 0으로 하고(S204), 소정의 시간(예를 들어, 60분간) 그 상태를 유지한다(S205).
- [0102] S203에서 휴지 명령 없음(휴지 명령값=0)이라 판정된 경우(S203; "아니오"), 출력 명령부(22F)는, 가역 저항 상승 대응 제어부(22D)에서 연산한 전지 출력 저감율을, 배터리 컨트롤러(16C)로부터 송신된 허용 충방전 전력에 곱하여, 허용 충방전 전력 보정값을 연산한다(S206). 그리고, 출력 명령부(22F)는, 인버터 전력 명령값을, 인버터 요구 전력과 보정 후 허용 충방전 전력 중 어느 쪽인가 작은 쪽의 값으로 한다(S207). 여기서, 보정 후 허용 충방전 전력은, 허용 충방전 전력으로부터 허용 충방전 전력 보정값(S206)을 감산한 값이다.
- [0103] 마지막으로, 출력 명령부(22F)는, 엔진 출력 명령값으로서 엔진 출력 상한값을 설정하고, 유압 펌프 동력 명령값으로서, 엔진 출력 명령값과 인버터 전력 명령값(S204, 또는 S207에서 연산)의 합을 설정한다(S208).
- [0104] 여기서, 본 발명의 제1 실시 형태에서는, S201에서의 유압 펌프 요구 동력의 보정 및 S206에서의 허용 충방전 전력의 보정을 어느 쪽도 실행하는 방식으로 기재했지만, 유압 펌프 요구 동력을 보정하면 인버터 전력이, 허용 충방전을 보정하면 유압 펌프 요구 동력이, 연동된 결과로서 제한되므로, S201에서의 유압 펌프 요구 동력의 보정과 S206에서의 허용 충방전 전력의 보정 중 어느 쪽인가 한쪽으로 해도 된다.
- [0105] 출력 명령부(22F)는, 유압 펌프 동력 명령값(S208)에 따른 유압 펌프 동력 명령, 엔진 출력 명령값(S208)에 따른 엔진 출력 명령, 인버터 전력 명령값(S204 또는 S207)에 따른 인버터 명령을 펌프 용량 조절 장치(21), 엔진 컨트롤러(12) 및 인버터(15)에 각각 송신하고, 제어 처리를 종료한다.
- [0106] 이와 같이, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 축전 장치(16)의 충방전 이력에 따라, 축전 장치(16)의 온도를 상승시키도록 난기용 전지 온도 조정 기기(16D)(온도 조정 장치)를 제어하는 제1 제어, 인버터(15)(전력 변환 장치)로부터 출력되는 전력을 감소시키도록 인버터(15)를 제어하는 제2 제어, 유압 펌프(17)(유압 펌프 장치)의 토출 유량을 감소시키도록 펌프 용량 조절 장치(21)(유압 펌프 장치)를 제어하는 제3 제어 중 적어도 하나를 실행하

는 제어 장치로서 기능한다.

[0107] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 하이브리드 서블(1)에 의하면, 하이브리드 컨트롤러(22)의 전지 온도 조정 기기 제어부(22E) 및 출력 명령부(22F)는, 충방전 이력 연산부(22C)에서 연산한 충방전 실시 시간 비율에 기초하여 가역 저항 상승 대응 제어부에서 연산한 목표 온도, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값, 펌프 동력 저감율에 따라, 유압 펌프(17) 및 인버터(15)의 동작을 제어하고 있다. 그로 인해, 오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 리튬 이온 전지(16A)의 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있다.

[0108] (제2 실시 형태)

[0109] 도 12는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러(22)의 구성을 도시한 기능 블록도이다.

[0110] 본 발명의 제2 실시 형태가 상술한 제1 실시 형태와 상이한 것은, 제1 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러(22) 내부의 충방전 이력 연산부(22C)는, 축전 장치(16)의 전류, 또는 전력을 기초로 연산한 충방전 실시 시간 비율(Rt)을 출력하는 구성인 것에 반해, 제2 실시 형태에 관한 충방전 이력 연산부(22C)는, 충방전 실시 시간 비율(Rt) 대신에, 예를 들어 도 13에 나타낸 바와 같이, 과거 일정 시간 내의 축전 장치(16)의 전류 적산값을 출력하는 구성이다.

[0111] 가역 저항 상승은, 전해액 내에서의 리튬 이온의 편재에 의해 발생하므로, 부하가 클수록, 가역 저항 상승이 발생하기 쉽다. 제2 실시 형태에서는, 충방전 이력 연산부(22C)의 출력을 전류 적산값으로 함으로써, 부하의 대소 영향을 가미할 수 있다.

[0112] 또한, 여기서는 전류값을 예로 전류 적산값의 연산을 설명했지만, 적산값의 연산 지표로서, 전력이나, 전류 및 전력의 절대값 또는 제곱값을 이용해도 된다.

[0113] 그 밖의 제2 실시 형태의 구성은, 상술한 제1 실시 형태의 구성과 동일하며, 중복되는 설명을 생략하고 있다.

[0114] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 리튬 이온 전지(16A)의 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있다.

[0115] (제3 실시 형태)

[0116] 도 14는 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러(22)의 구성을 도시한 기능 블록도이다.

[0117] 본 발명의 제3 실시 형태가 상술한 제1 실시 형태와 상이한 것은, 제1 실시 형태에 관한 하이브리드 컨트롤러(22) 내부의 충방전 이력 연산부(22C)는, 축전 장치(16)의 전류, 또는 전력을 기초로 연산한 충방전 실시 시간 비율(Rt)을 출력하는 구성인 것에 반해, 제3 실시 형태에 관한 충방전 이력 연산부(22C)는, 충방전 실시 시간 비율(Rt) 대신에, 예를 들어 축전 장치(16)의 전류 1차 지연값을 출력하는 구성이다.

[0118] 하이브리드 컨트롤러(22)의 제어 주기(ΔT)와, 1차 지연 연산에서의 시상수(τ)를 이용하여, 하기의 수식(8)로부터, 전류 1차 지연값(I_{fol})을 연산한다.

[0119] [수식 8]

$$I_{fol(i)} = \sqrt{(I_{(i)}^2 - I_{fol(i-1)}^2) \times (\Delta T / \tau) + I_{fol(i-1)}^2} \quad (8)$$

[0120]

[0121] 제2 실시 형태에서는, 충방전 이력 연산부(22C)의 출력을 전류 적산값으로 함으로써, 부하의 대소 영향을 가미할 수 있지만, 그 반면, 과거 일정 시간 내의 적산값을 수시로 갱신하면서 연산하기 위해서는, 참조하는 시간 내의 각 제어 시간에서의 전류값을 메모리 등에 저장해야 되므로, 메모리 용량의 증대에 따라 비용 증가로 연결된다. 그 점, 제3 실시 형태에서는, 전류 1차 지연값의 전회 값만이면 되므로, 적은 메모리 용량으로 실장이 가능해진다.

[0122] 또한, 여기서는 전류의 제곱값을 예로 전류 1차 지연값의 연산을 설명했지만, 1차 지연값의 연산 지표로서, 전력이나, 전류 및 전력의 절대값 또는 제곱값을 사용해도 된다.

[0123] 그 밖의 제3 실시 형태의 구성은, 상술한 제1 실시 형태의 구성과 동일하며, 중복되는 설명을 생략하고 있다.

[0124] 여기서, 하이브리드 컨트롤러(22)는, 충방전 전류의 전류값 또는 전력값에 기초하여 피드백 제어의 출력값을 산

출하고, 피드백 제어의 출력값에 따라, 제1 내지 제3 제어 중 적어도 하나를 실행하는 제어 장치로서 기능한다.

[0125] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 오퍼레이터의 현저한 조작성 저하를 방지하면서, 리튬 이온 전지(16A)의 가역적인 저항 상승의 발생을 억제할 수 있다.

[0126] 또한, 상술한 본 실시 형태는, 본 발명을 이해하기 쉽게 설명하기 위해서 상세하게 설명한 것이며, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 어떤 실시 형태의 구성의 일부를 다른 실시 형태의 구성으로 치환하는 것이 가능하고, 또한, 어떤 실시 형태의 구성에 다른 실시 형태의 구성을 추가하는 것도 가능하다.

[0127] 본 발명의 제1 내지 제3의 실시 형태에서는, 하이브리드 컨트롤러(22)(제어 장치)는, 충방전 실시 시간 비율(Rt)에 따라, 축전 장치(16)의 목표 온도, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값, 펌프 동력 저감율을 변경하고 있지만, 이들 중 적어도 1개를 변경하도록 해도 된다.

[0128] 또한, 본 발명의 제1 내지 제3의 실시 형태는, 축전 장치(16)가 리튬 이온 전지(16A)의 구성에 대해서 설명했지만, 이 경우에 한정되지 않고, 축전 장치의 고부하에서의 가역 저항 상승의 특성에 맞춰서, 전류 및 전력의 충방전 이력에 기초하여, 목표 온도, 전지 출력 저감율, 휴지 명령값 및 펌프 동력 저감율의 형식을 적절히 설정해 둬으로써, 니켈 수소 전지나 고부하 시에 가역 저항 상승이 발생하는 축전 소자 등의 상기 이외의 축전 소자에도 마찬가지로 적용할 수 있다.

[0129] 또한, 본 실시 형태에 관한 하이브리드식 건설 기계는 하이브리드 서블(1)로 이루어지는 경우에 대해서 설명했지만, 이 경우에 한정되지 않고, 예를 들어 하이브리드식 휠 로더 및 하이브리드식 덤프 등의 하이브리드식 건설 기계(플러그인 하이브리드식 건설 기계를 포함함), 또는 엔진(11)을 탑재하지 않고 축전 장치(16)의 출력만으로 구동하는 배터리식 건설 기계이어도 된다.

부호의 설명

[0130] 1 : 하이브리드 서블(하이브리드식 건설 기계)

2 : 주행체(유압 작업 장치)

2A : 주행용 유압 모터

3 : 선회체(유압 작업 장치)

3A1 : 선회용 유압 모터

4 : 프론트 작업기(유압 작업 장치)

4A : 붐

4a : 붐 실린더

4B : 아암

4b : 아암 실린더

4C : 버킷

4c : 버킷 실린더

5A : 주행 레버

5B : 조작 레버

5C : 모드 설정 스위치(모드 설정부)

5D : 회전수 설정 다이얼

11 : 엔진

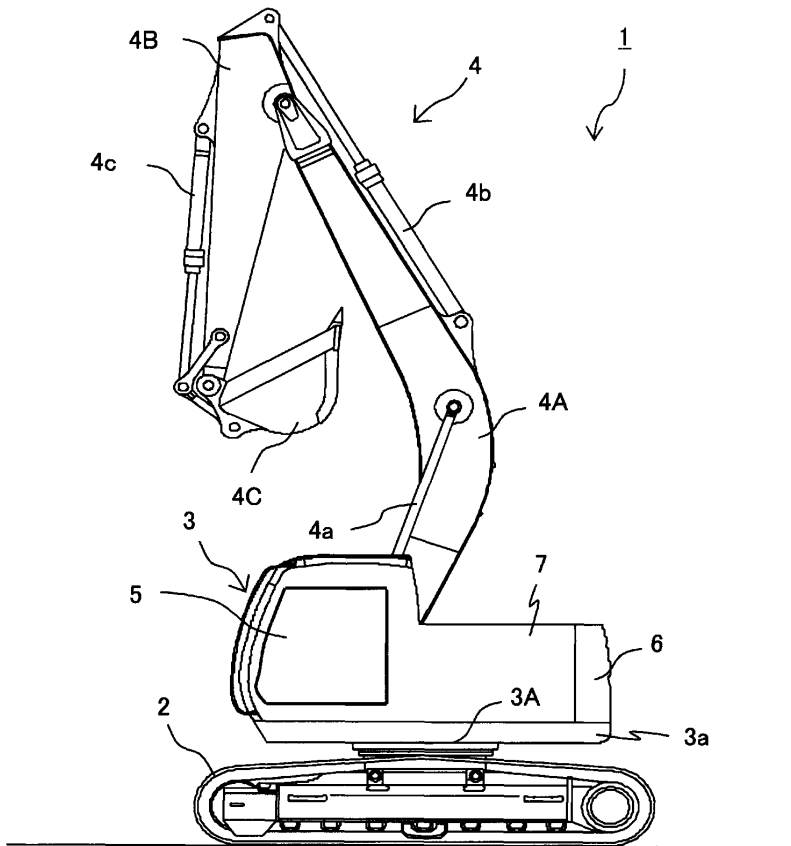
12 : 엔진 컨트롤러(ECU)

14 : 전동 발전기

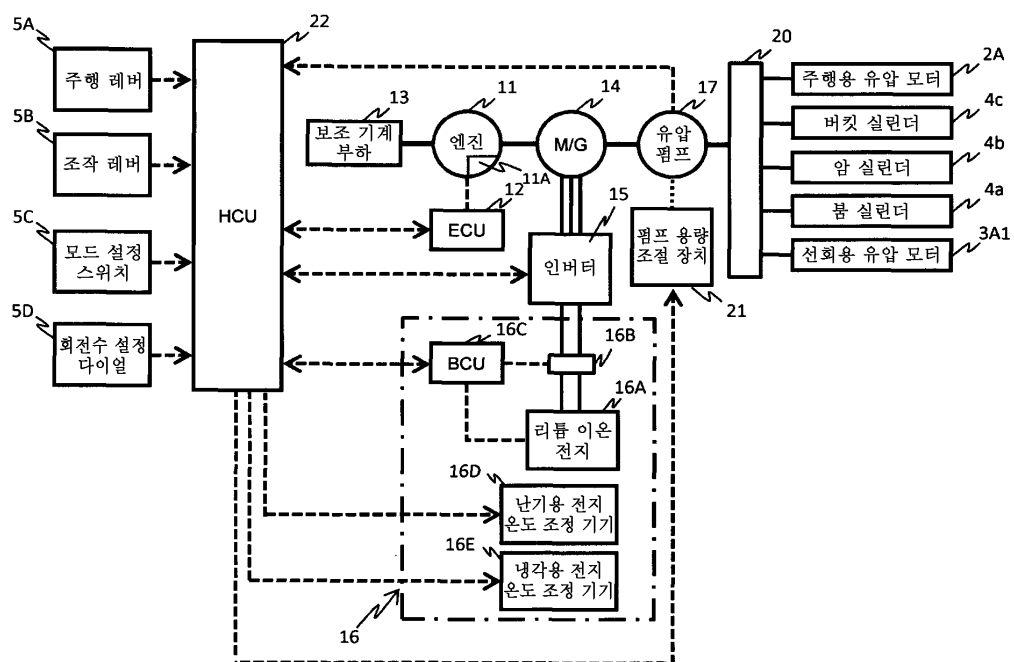
- 15 : 인버터
- 16, 26 : 축전 장치
- 16A : 리튬 이온 전지
- 16B : 전류 센서
- 16C : 배터리 컨트롤러(BCU)
- 16C1 : 온도 측정부
- 16C2 : 전압 측정부
- 16C3 : 전류 측정부
- 16C4 : SOC 추정부
- 16C5 : 허용 충방전 전력 연산부
- 16D : 난기용 전지 온도 조정 기기
- 16E : 냉각용 전지 온도 조정 기기
- 17 : 유압 펌프
- 21 : 펌프 용량 조절 장치
- 22 : 하이브리드 컨트롤러(HCU)
- 22A : 유압 펌프 요구 동력 추정부
- 22B : 엔진 출력 상한 연산부
- 22C : 충방전 이력 연산부
- 22D : 가역 저항 상승 대응 제어부
- 22E : 전지 온도 조정 기기 제어부
- 22F : 출력 명령부

도면

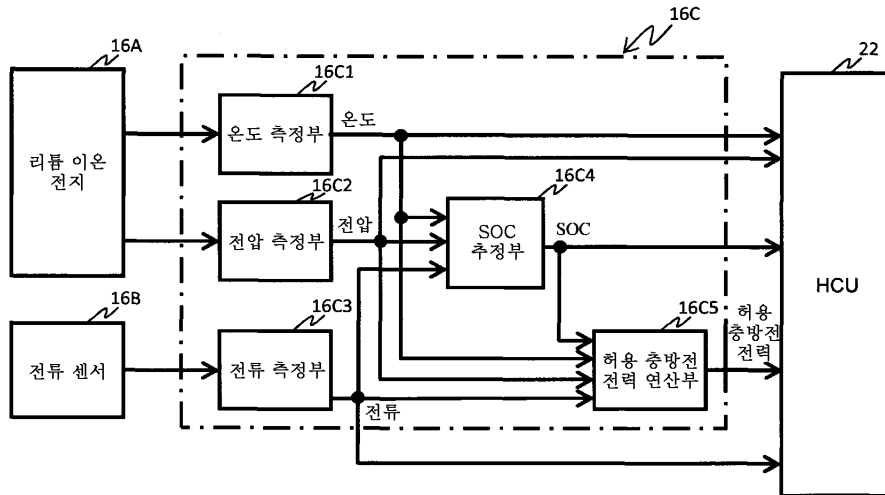
도면1



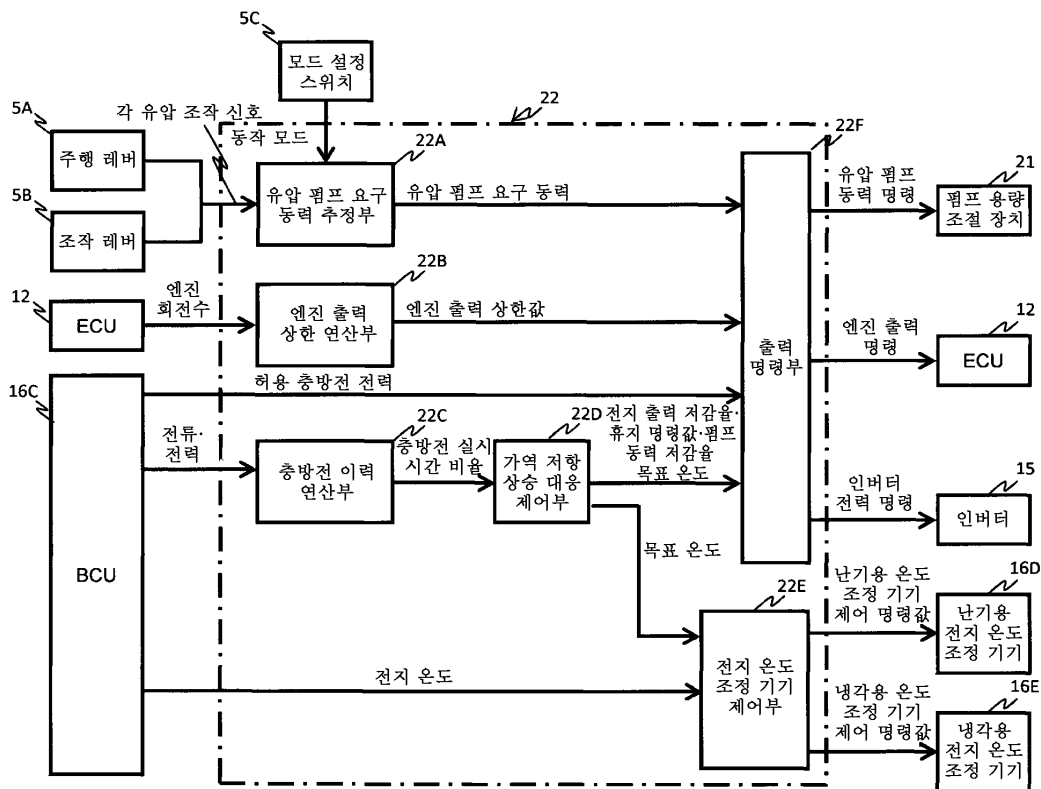
도면2



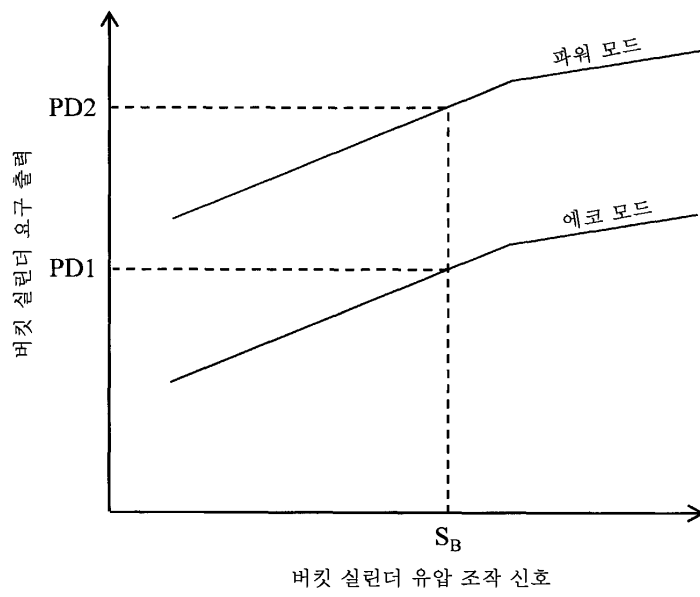
도면3



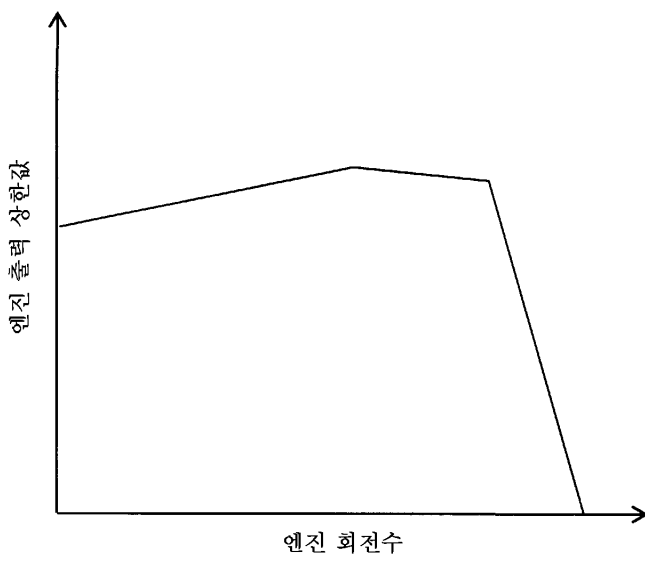
도면4



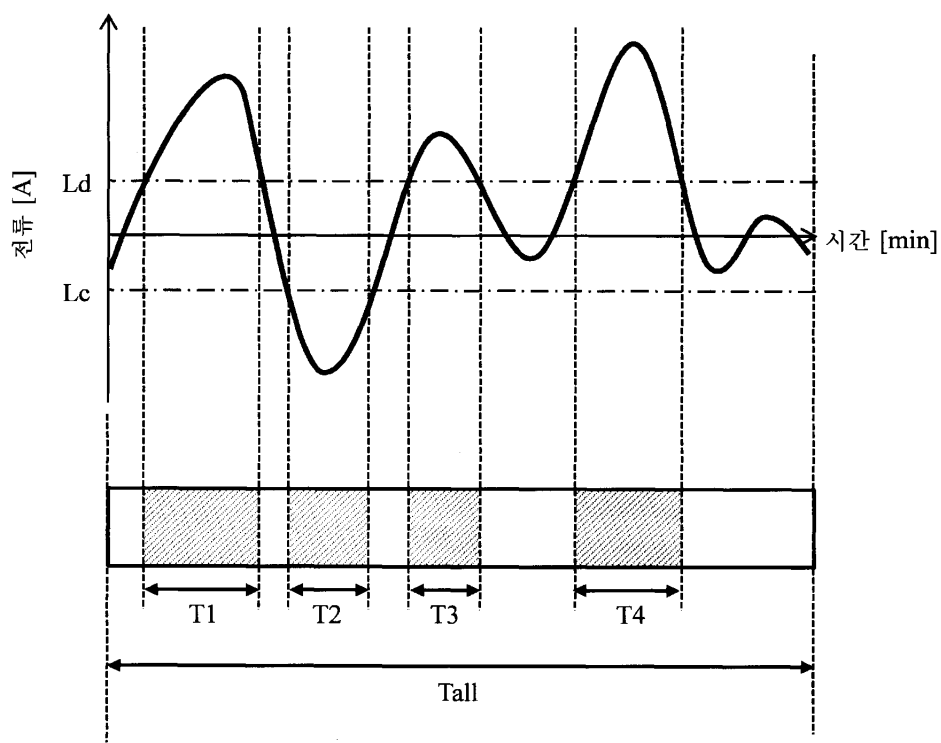
도면5



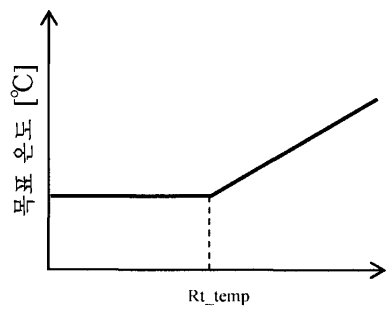
도면6



도면7

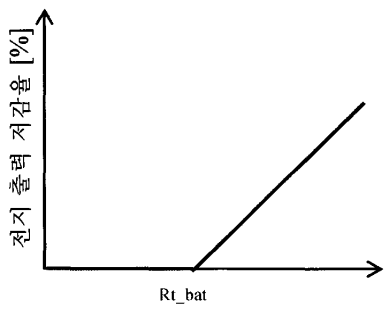


도면8a



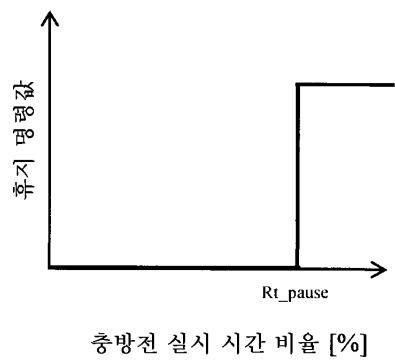
충방전 실시 시간 비율 [%]

도면8b

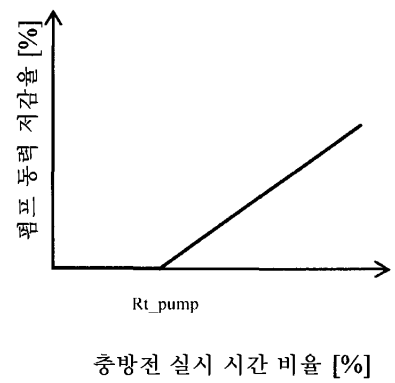


충방전 실시 시간 비율 [%]

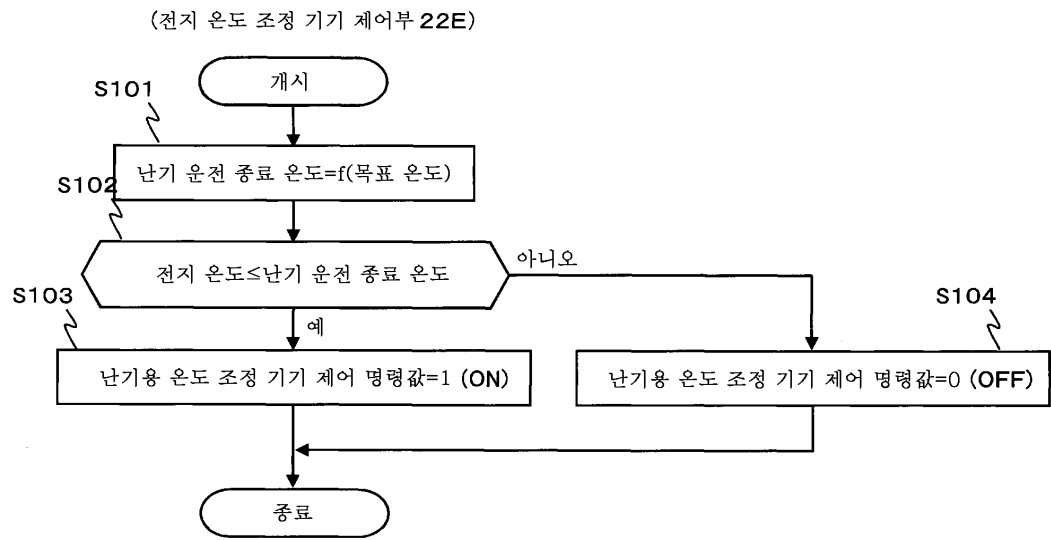
도면8c



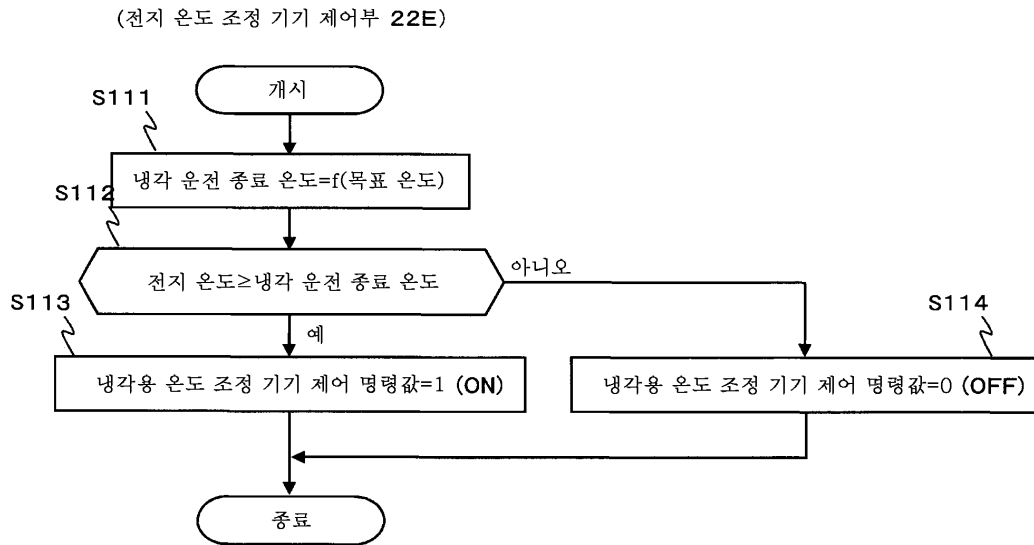
도면8d



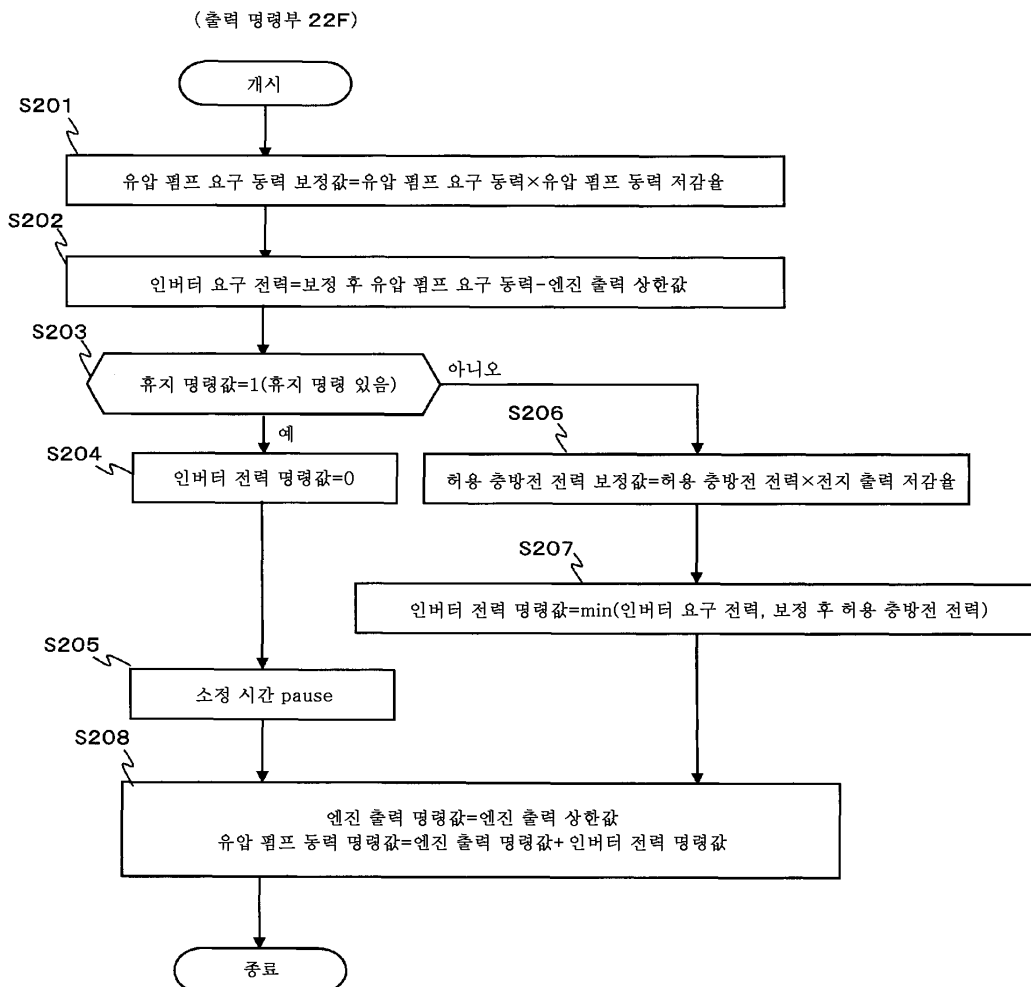
도면9a



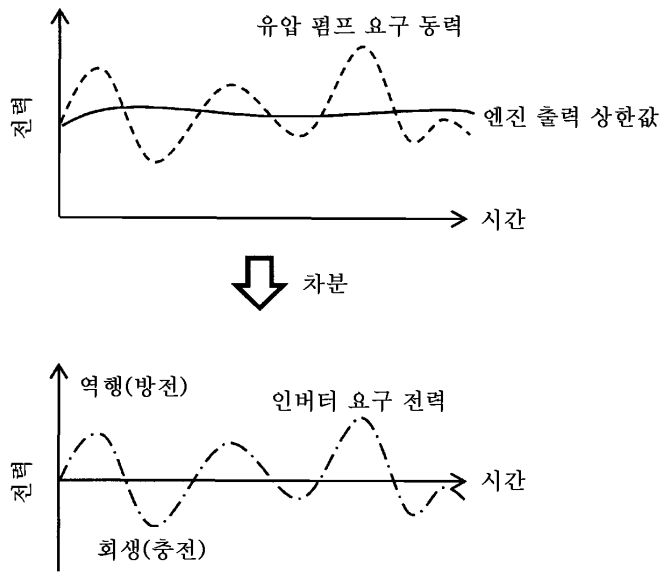
도면9b



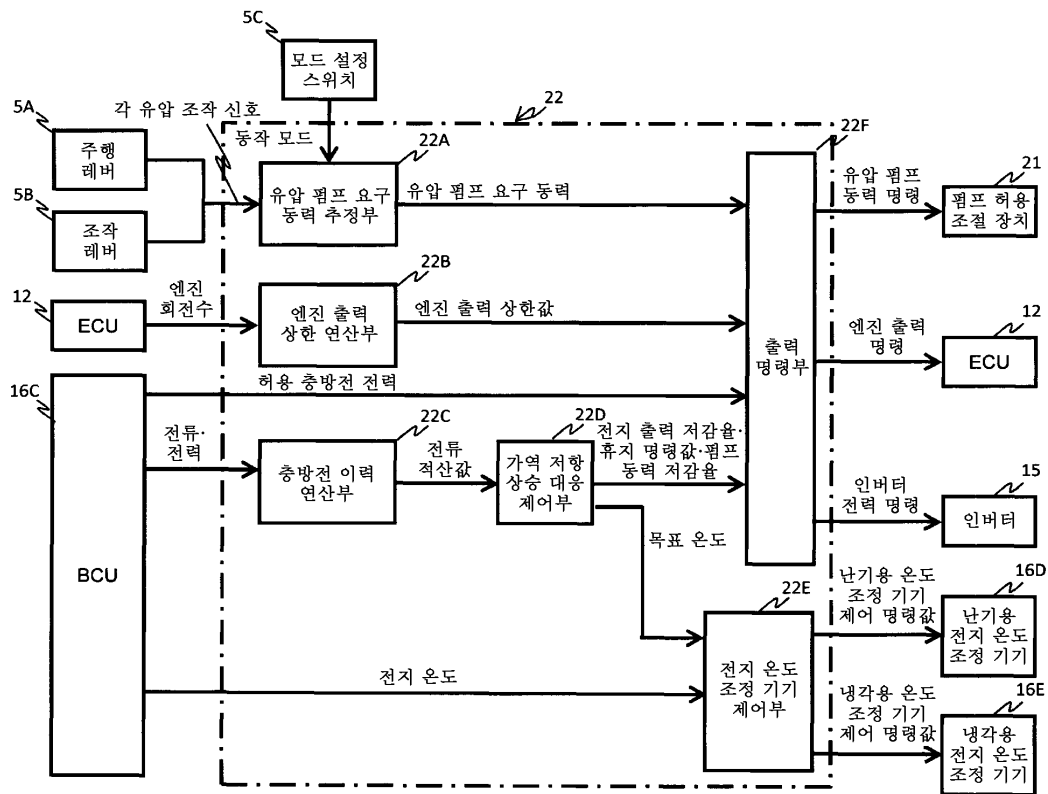
도면10



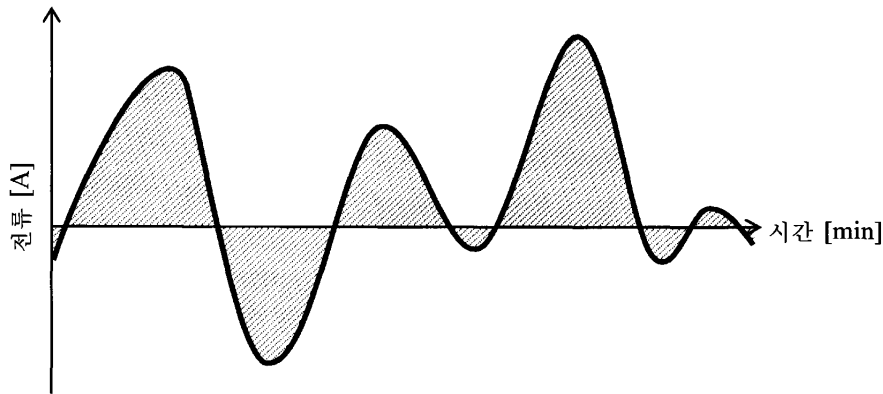
도면11



도면12



도면13



도면14

