



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월12일
(11) 등록번호 10-1818285
(24) 등록일자 2018년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/20 (2006.01) F02D 29/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7021111
(22) 출원일자(국제) 2012년01월05일
심사청구일자 2016년10월13일
(85) 번역문제출일자 2013년08월09일
(65) 공개번호 10-2014-0056148
(43) 공개일자 2014년05월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/050125
(87) 국제공개번호 WO 2012/117750
국제공개일자 2012년09월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-044257 2011년03월01일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007218111 A
KR1020100068396 A
KR1020100057780 A

(73) 특허권자
히다찌 겐끼 가부시기가이샤
일본 도쿄도 다이토쿠 히가시우에노 2쵸메 16반 1고
(72) 발명자
이시하라 신지
일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오오미카초 7쵸메 1방 1고 가부시기가이샤 히타치세이사쿠쇼
히타치 겐큐우쇼 내
이무라 신야
일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오오미카초 7쵸메 1방 1고 가부시기가이샤 히타치세이사쿠쇼
히타치 겐큐우쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 8 항

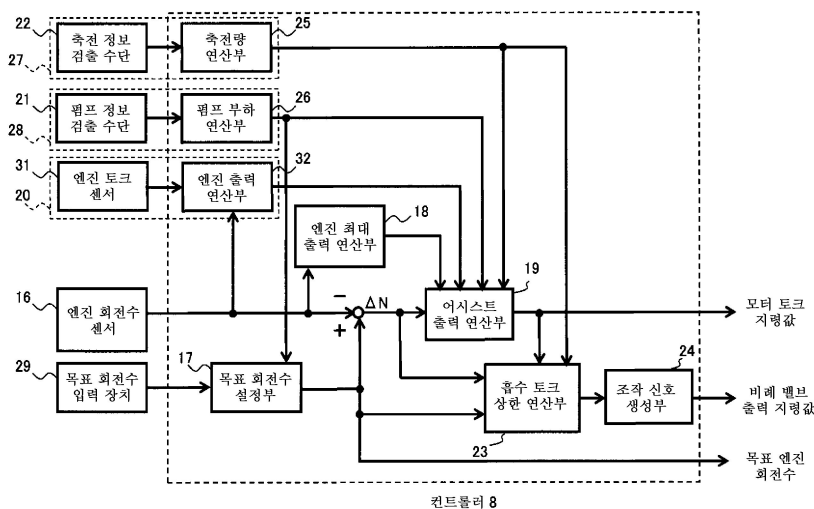
심사관 : 이강엽

(54) 발명의 명칭 건설 기계의 제어 장치

(57) 요약

엔진(1)의 목표 회전수를 정하는 목표 회전수 설정부(17)와, 유압 펌프(3)의 부하를 검사하는 부하 검출 수단(21)과, 실회전수와 목표 회전수의 차인 회전수 편차 ΔN 또는 유압 펌프의 부하에 기초하여, 전동·발전기(2)에 의해 발생시키는 어시스트 출력을 산출하는 어시스트 출력 연산부(19)와, 유압 펌프(3) 흡수 토크 상한값을 산출하는 흡수 토크 상한 연산부(23)와, 펌프 용량 조절 장치(45)에 출력하는 조작 신호를 생성하는 조작 신호 생성부(24)를 구비한다. 흡수 토크 상한 연산부는 회전수 편차 ΔN 이 어시스트 출력의 크기에 따라서 설정되는 설정값 NC 이상일 때, 유압 펌프의 흡수 토크 상한값을 상기 산출한 값으로부터 저감시킨다.

대표도



(72) 발명자

호시노 마사토시

일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치
650반지 히다찌 겐끼 가부시키키가이샤 츠치우라 고
오쵸오 지테크자이산부 내

후지시마 가즈오

일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치
650반지 히다찌 겐끼 가부시키키가이샤 츠치우라 고
오쵸오 지테크자이산부 내

명세서

청구범위

청구항 1

엔진과, 이 엔진에 의해 구동되는 가변 용량형의 유압 펌프와, 이 유압 펌프로부터 토출되는 압유에 의해 구동되는 유압 액추에이터와, 상기 엔진과의 사이에서 토크의 전달을 행하는 전동·발전기와, 이 전동·발전기에 전력을 공급하는 축전 수단과, 조작 신호에 기초하여 상기 유압 펌프의 용량을 조절하는 펌프 용량 조절 수단을 구비하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 엔진의 실회전수를 검출하는 실회전수 검출 수단과,

상기 엔진의 목표 회전수를 정하는 목표 회전수 설정 수단과,

상기 엔진에 의한 출력을 어시스트하기 위해 상기 전동·발전기에 의해 발생시키는 어시스트 출력을 산출하는 어시스트 출력 연산 수단과,

상기 유압 펌프의 흡수 토크 상한값을 산출하는 흡수 토크 상한 연산 수단과,

이 흡수 토크 상한 연산 수단으로 산출된 값에 기초하여 상기 유압 펌프의 용량을 조절하기 위해 상기 용량 조절 수단에 출력하는 조작 신호를 생성하는 조작 신호 생성 수단을 구비하고,

상기 흡수 토크 상한 연산 수단은, 상기 실회전수 검출 수단으로부터 입력되는 실회전수와 상기 목표 회전수 설정 수단으로부터 입력되는 상기 목표 회전수의 차인 회전수 편차가, 상기 어시스트 출력 연산 수단으로 산출되는 어시스트 출력의 크기에 따라서 설정되는 설정값 이상일 때, 상기 유압 펌프의 흡수 토크 상한값을 상기 산출한 값으로부터 저감시키는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 회전수 편차의 설정값은 상기 전동·발전기의 어시스트 출력이 커질수록 작게 설정되는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 축전 수단에 있어서의 축전량을 검출하는 축전량 검출 수단을 더 구비하고,

상기 회전수 편차의 설정값은 상기 축전량 검출 수단으로부터 입력되는 상기 축전 수단의 축전량이 적어질수록 작게 설정되는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 유압 펌프의 부하를 검출하는 부하 검출 수단과,

상기 엔진의 실제의 출력을 검출하는 엔진 출력 검출 수단을 더 구비하고,

상기 어시스트 출력 연산 수단은 상기 회전수 편차에 기초하여 가속 어시스트 출력을 산출하고, 또한 상기 부하 검출 수단으로부터 입력되는 상기 유압 펌프의 부하와 상기 엔진 출력 검출 수단으로부터 입력되는 엔진 출력의 차에 기초하여 파워 어시스트 출력을 산출하는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 실회전수 검출 수단으로부터 입력되는 실회전수에 기초하여 상기 엔진의 최대 출력을 연산하는 엔진 최대 출력 연산 수단을 더 구비하고,

상기 어시스트 출력 연산 수단은 상기 엔진 최대 출력 설정 수단으로부터 입력되는 엔진 최대 출력을 더 참조함으로써 상기 파워 어시스트 출력의 최소값을 산출하는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 회전수 편차의 설정값은 상기 전동·발전기의 어시스트 출력의 변화에 맞추어 연속해서 변화되는 일이 있는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 목표 회전수 설정 수단은 상기 엔진의 필요 출력에 대한 연료 소비량이 최소가 되는 동작 점을 목표 회전수로 하는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 흡수 토크 상한 연산 수단은 상기 회전수 편차가 상기 설정값 이상일 때에 상기 펌프의 흡수 토크 상한값을 저감시키는 양을, 상기 회전수 편차와 상기 설정값의 차의 크기에 따라서 크게 하는 것을 특징으로 하는, 건설 기계의 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유압 서블이나 휠 로더 등의 유압 액추에이터를 구비하는 하이브리드식 건설 기계에 관한 것으로, 특히 그 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유압 시스템에 의해 구동되는 유압 서블 등의 건설 기계에서는, 경부하로부터 중부하까지의 모든 작업에 대응할 수 있도록, 최대 부하 시의 작업을 예상하여 선정한 대형의 엔진을 구비하고 있는 경우가 많다. 그러나, 이와 같이 대형의 엔진을 구비해도, 건설 기계의 작업 전체에 있어서 중부하가 되는 작업(예를 들어, 유압 서블에 있어서 토사의 굴삭·로딩을 빈번히 행하는 중굴삭 작업 시)은 어디까지나 일부이고, 경부하 시나 중부하 시(예를 들어, 유압 서블에 있어서 지면을 고르게 하기 위한 수평화 작업을 행하는 경굴삭 작업 시)에 엔진의 능력이 남아 버리므로, 연료 소비량(이하, 연비라고 생략하는 경우가 있음)을 저감시키는 관점으로부터는 바람직하지 않은 경향이 있다. 이 점을 감안하여, 연비 저감을 위해 엔진을 소형화하는 동시에, 엔진의 소형화에 수반하는 출력 부족을 전동·발전기에 의한 출력으로 보조(어시스트)하는 하이브리드식 건설 기계가 알려져 있다.

[0003] 하이브리드식 건설 기계에 관한 기술로서는, 예를 들어, 일본 특허 출원 공개 제2007-218111호 공보에 기재되어 있는 것이 있다. 이 기술은 아이들 상태에서부터 즉시 작업으로 복귀하는 경우 등, 저속 회전 중인 엔진을 급가속하는 경우에 있어서의 오퍼레이터의 조작감의 향상을 도모한 것이다. 이 기술에 관한 하이브리드식 건설 기계의 제어 장치는 엔진(전동·발전기)의 목표 회전수, 전동·발전기의 실회전수 및 축전기의 잔량에 기초하여, 전동·발전기에 의한 어시스트 출력의 발생이 필요한지 여부를 판단하는 판정 수단을 구비하고 있고, 당해 판정 수단에 있어서 어시스트 출력의 발생이 불필요하다고 판단된 경우에는, 유압 펌프가 흡수 가능한 최대 흡수 토크를 나타내는 최대 토크선으로서, 엔진 목표 회전수의 상승과 함께 최대 흡수 토크를 증가시키는 제1 최대 토크선을 선택하고, 한편, 당해 판정 수단에 있어서 어시스트 출력의 발생이 필요하다고 판단된 경우에는, 최대 토크선으로서, 제1 최대 토크선과 비교하여 엔진 저회전 영역에서 최대 흡수 토크가 커지는 제2 최대 토크선을 선택하고 있다. 이에 의해, 전동·발전기에 의한 어시스트 출력을 발생하는 경우에는, 엔진 회전수의 상승 시에 있어서의 유압 펌프의 흡수 토크가 어시스트 출력을 발생하지 않는 경우와 비교하여 커지기 때문에, 조작 레버의 움직임에 비해 건설 기계의 움직임이 빨라져, 오퍼레이터에 부여하는 조작감의 위화감이 경감된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 제2007-218111호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 하이브리드식 건설 기계에 있어서 연비 저감을 도모하기 위해서는, 엔진뿐만 아니라, 전동·발전기의 소비 전력 저감과 소형화를 도모하는 것이 바람직하다.

[0006] 여기서, 이 관점으로부터 상기 기술을 검토한다. 상기 기술에서는, 엔진 회전수에 따라서 유압 펌프의 최대 흡수 토크를 일의적으로 결정하고 있고, 또한 전동·발전기로 엔진을 어시스트하는 경우에는 저회전수 영역에서 최대 흡수 토크를 다른 경우보다도 큰 값으로 하고 있다. 그로 인해, 당해 저회전수 영역에서 엔진을 한창 동작시키고 있는 중에 작업 장치에 큰 부하가 가해진 경우에는, 당연히 엔진에도 큰 부하가 가해지게 된다. 따라서, 전동·발전기에 의한 엔진 토크 어시스트가 부족하거나 지연되면, 엔진 회전수가 떨어지는 래그 다운이 발생하거나, 경우에 따라서는 엔진 스톨이 발생할 가능성이 있다. 래그 다운의 발생은 엔진 회전수를 목표 회전수로 복귀시키려고 하는 급격한 연료 분사에 의한 흑연의 발생 등의 배기 가스 상황이나 연비의 악화를 초래하게 된다. 또한, 엔진 회전수의 감소에 수반하는 엔진음의 변화가 오퍼레이터에게 불쾌감을 부여한다.

[0007] 이와 같은 사태를 회피하기 위해서는, 전동·발전기에 의해 과도적으로 큰 어시스트 출력을 발생시킬 필요가 있다. 그러나, 큰 어시스트 출력을 발생시키면, 전력 소비량이 커져, 소형화된 엔진을 전동·발전기로 어시스트함으로써 연비 향상을 도모한다고 하는 당초의 설계 취지에 반하여 연비가 악화된다. 또한, 큰 토크 어시스트를 행하기 위해서는, 전동·발전기의 사이즈를 크게 할 필요가 있지만, 이는 전동·발전기에 전력을 공급하기 위한 축전 장치의 용량 증가로도 연결된다. 그로 인해, 전동 컴포넌트의 소형화, 나아가서는 건설 기계 그 자체의 소형화도 곤란해진다.

[0008] 본 발명은 이와 같은 문제를 해소하기 위해 이루어진 것으로, 엔진을 가속할 때에, 전동·발전기에 의한 과도적인 어시스트 출력을 억제하는 전력 절약으로 저연비인 하이브리드식 건설 기계의 제어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해, 엔진과, 이 엔진에 의해 구동되는 가변 용량형의 유압 펌프와, 이 유압 펌프로부터 토출되는 압유에 의해 구동되는 유압 액추에이터와, 상기 엔진과의 사이에서 토크의 전달을 행하는 전동·발전기와, 이 전동·발전기에 전력을 공급하는 축전 수단과, 조작 신호에 기초하여 상기 유압 펌프의 용량을 조절하는 펌프 용량 조절 수단을 구비하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서, 상기 엔진의 실회전수를 검출하는 실회전수 검출 수단과, 상기 엔진의 목표 회전수를 정하는 목표 회전수 설정 수단과, 상기 유압 펌프의 부하를 검출하는 부하 검출 수단과, 상기 실회전수 검출 수단으로부터 입력되는 실회전수와 상기 목표 회전수 설정 수단으로부터 입력되는 상기 목표 회전수의 차인 회전수 편차, 또는 상기 부하 검출 수단으로부터 입력되는 상기 유압 펌프의 부하에 기초하여, 상기 전동·발전기에 의해 발생시키는 어시스트 출력을 산출하는 어시스트 출력 연산 수단과, 상기 유압 펌프의 흡수 토크 상한값을 산출하는 흡수 토크 상한 연산 수단과, 이 흡수 토크 상한 연산 수단으로 산출된 값에 기초하여 상기 유압 펌프의 용량을 조절하기 위해 상기 용량 조절 수단에 출력하는 조작 신호를 생성하는 조작 신호 생성 수단을 구비하고, 상기 흡수 토크 상한 연산 수단은 상기 회전수 편차가, 상기 어시스트 출력 연산 수단으로 산출되는 어시스트 출력의 크기에 따라서 설정되는 설정값 이상일 때, 상기 유압 펌프의 흡수 토크 상한값을 상기 산출한 값으로부터 저감시키는 것으로 한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따르면, 작업 장치의 부하 증가 시에 있어서의 엔진 회전수의 감소를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 하이브리드식 유압 셔블의 유압 구동 제어 장치의 개략도.
 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관한 레귤레이터(14)에 의한 펌프 흡수 토크의 제어 특성도.
 도 3은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 컨트롤러(8)의 개략 구성도.
 도 4는 본 발명의 실시 형태에 있어서의 어시스트 출력 연산부(19)의 개략 구성도.
 도 5는 본 실시 형태에 있어서의 회전수 편차의 설정값 NC와 어시스트 출력의 관계를 나타내는 도면.
 도 6은 회전 편차 ΔN 이 설정값 NC 이상일 때에 있어서의 레귤레이터(14)에 의한 펌프 흡수 토크의 제어 특성도의 변화의 일례.

도 7은 어시스트 출력의 크기가 변화된 경우에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도의 변화의 일례.

도 8은 회전수 편차 ΔN 의 크기에 따라서 펌프 흡수 토크 상한값의 허용률을 설정하는 테이블도의 일례.

도 9는 엔진(1)이 어시스트 출력 없이 목표 회전수로 동작하고 있는 상황으로부터, 유압 펌프(3)의 부하가 서서히 중부하로 되어 어시스트 출력이 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예.

도 10은 엔진 출력 및 어시스트 출력이 최대이고 엔진(1)이 목표 회전수로 동작하고 있는 상황으로부터, 유압 펌프(3)의 부하가 서서히 중부하로 되어 회전수 편차 ΔN 이 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예.

도 11은 엔진(1)의 실회전수가 일정한 목표 회전수 N^* 로 동작하고 있는 상황에서, 유압 펌프(3)의 부하가 급격하게 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예.

도 12a는 도 11에 있어서의 시각 t_1 에 대응하는 토크선도.

도 12b는 도 11에 있어서의 시각 t_2 에 대응하는 토크선도.

도 12c는 도 11에 있어서의 시각 t_3 에 대응하는 토크선도.

도 13은 유압 펌프(3)의 부하가 급격하게 증가한 것에 대응하기 위해 엔진(1)의 목표 회전수를 급격하게 증가시킨 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예.

도 14a는 도 13에 있어서의 시각 t_1 에 대응하는 토크선도.

도 14b는 도 13에 있어서의 시각 t_2 에 대응하는 토크선도.

도 14c는 도 13에 있어서의 시각 t_3 에 대응하는 토크선도.

도 15는 본 실시 형태에 있어서의 회전수 편차의 설정값 NC와 축전 장치(10)의 축전량의 관계를 나타내는 도면.

도 16은 축전 장치(10)의 축전량이 변화된 경우에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도의 변화의 일례를 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면을 사용하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 하이브리드식 유압 서블의 유압 구동 제어 장치의 개략도이다. 이 도면에 도시하는 유압 구동 제어 장치는 엔진(1)과, 엔진(1)의 연료 분사량을 조정하는 거버너(7)와, 엔진(1)의 실회전수를 검출하는 회전수 센서(실회전수 검출 수단)(16)와, 엔진(1)의 토크를 검출하는 엔진 토크 센서(엔진 토크 검출 수단)(31)와, 엔진(1)에 의해 구동되는 가변 용량형 유압 펌프(3)(이하, 간단히 「유압 펌프(3)」라고 칭하는 경우가 있음)와, 유압 펌프(3)로부터 토출되는 압유에 의해 구동되는 유압 액추에이터(5)와, 엔진(1)의 구동축 상에 배치되어 엔진(1)과의 사이에서 토크의 전달을 행하는 전동·발전기(2)와, 전동·발전기(2)에 전력을 공급하는 축전 장치(축전 수단)(10)와, 유압 펌프(3)의 용량을 조절하는 펌프 용량 조절 장치(펌프 용량 조절 수단)(45)와, 전동·발전기(2)의 회전을 제어하여 필요에 따라서 축전 장치(10)와 전력의 수수를 행하는 인버터(전동·발전기 제어 수단)(9)와, 거버너(7)를 제어하여 연료 분사량을 조정하여 엔진 회전을 제어하는 동시에, 인버터(9)를 제어하여 전동·발전기(2)의 토크를 제어하는 컨트롤러(제어 장치)(8)를 구비하고 있다.

[0013] 도 1에 도시하는 유압 구동 제어 장치는 유압 펌프(3)로 토출한 압유를 우선 복수의 컨트롤 밸브를 구비하는 밸브 장치(4)에 공급하고, 당해 밸브 장치(4)로 압유의 유량·방향·압력을 적절하게 변경한 후에 각 유압 액추에이터(5)에 공급함으로써 각 유압 액추에이터(5)의 구동을 제어하고 있다. 본 실시 형태에 관한 유압 서블에 설치되는 유압 액추에이터(5)로서는, 상부 선회체의 전방에 설치된 다관절형의 프론트 작업 장치를 구동하기 위한 유압 실린더(붐 실린더, 아암 실린더 및 버킷 실린더 등)나, 상부 선회체를 선회시키기 위한 유압 모터(선회 모터)나, 상부 선회체의 하부에 설치된 하부 주행체를 주행시키기 위한 유압 모터(주행 모터) 등이 있지만, 도 1에서는 이들을 정리하여 유압 액추에이터(5)라고 표기하고 있다.

[0014] 엔진(1)은 거버너(7)에 의해 연료 분사량을 제어함으로써 조속된다. 유압 펌프(3)에는 유압 펌프(3)의 부하를 연산하기 위해 필요한 정보를 검출하는 수단[펌프 정보 검출 수단(21)]으로서, 유압 펌프(3)로부터 토출되는 압유의 압력을 측정하는 토출압 센서와, 당해 압유의 유량을 측정하는 유량계와, 유압 펌프(3)의 틸팅각을 측정하는 틸팅각 센서가 설치되어 있고, 이들 토출압 센서, 유량계 및 틸팅각 센서는 컨트롤러(8)에 검출한 센서값을 출력하고 있다. 컨트롤러(8)에 있어서의 펌프 부하 연산부(26)(후술)는 이 펌프 정보 검출 수단(21)으로부터

입력되는 각 센서값에 기초하여 유압 펌프(3)의 부하를 연산한다.

[0015] 펌프 용량 조절 장치(45)는 컨트롤러(8)로부터 출력되는 조작 신호에 기초하여 유압 펌프(3)의 용량을 조절하는 것으로, 레귤레이터(14)와 전자기 비례 밸브(15)를 갖고 있다. 레귤레이터(14)는 유압 펌프(3)에 구비되어 있고, 레귤레이터(14)에 의해 유압 펌프(3)의 경사판 혹은 경사축의 틸팅각을 조작하면, 유압 펌프(3)의 용량(배수 용적)이 변경되어 유압 펌프(3)의 흡수 토크(입력 토크)를 제어할 수 있다(펌프 흡수 토크 제어). 본 실시 형태에 있어서의 레귤레이터(14)는 전자기 비례 밸브(15)가 발생하는 제어압에 의해 제어되어 있다. 전자기 비례 밸브(15)는 컨트롤러(8)에 있어서의 조작 신호 생성부(24)(후술)로부터 출력되는 지령값에 기초하여 작동한다.

[0016] 본 실시 형태에 관한 레귤레이터(14)는, 예를 들어 도 2에 도시한 제어 특성도에 따라서 유압 펌프(3)의 용량을 제어하고 있다. 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관한 레귤레이터(14)에 의한 펌프 흡수 토크의 제어 특성도이다. 이 도면에 도시하는 꺾은선 2A는 유압 펌프(3)의 토출압에 대해 설정되는 유압 펌프(3)의 용량의 특성을 나타내고 있고, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 합계 출력의 최대값[도 2 중 파선으로 나타낸 쌍곡선(일정 토크선도)]을 초과하지 않는 범위에서 유압 펌프(3)의 토크(펌프 용량과 펌프 토출 압력의 곱)가 대략 일정해지도록 설정되어 있다. 즉, 그 때마다의 펌프 토출 압력에 따라서 꺾은선 2A를 이용하여 유압 펌프(3)의 용량을 설정하면, 엔진(1)과 전동·발전기(2)에 의한 최대 출력을 초과하지 않도록 유압 펌프(3)의 토크를 제어할 수 있다. 펌프 토출 압력이 P1 이하일 때에는 펌프 흡수 토크 제어는 실시되지 않고, 펌프 용량은 밸브 장치(4)의 각 컨트롤 밸브를 조작하기 위한 조작 레버의 조작량에 의해 결정된다(예를 들어, 어느 하나의 조작 레버의 조작량이 최대일 때에 q1로 됨). 한편, 펌프 토출 압력이 P1 내지 P2로 되면, 레귤레이터(14)에 의한 펌프 흡수 토크 제어가 실시되어, 펌프 토출압의 증가에 수반하여 꺾은선 2A를 따라서 펌프 용량이 감소하도록 레귤레이터(14)에 의해 펌프 틸팅각이 조작된다. 이에 의해, 펌프 흡수 토크는 꺾은선 2A로 규정한 토크 이하가 되도록 제어된다. 또한, P2는 펌프 토출 압력의 최대값이고, 밸브 장치(2)에 있어서 유압 펌프(3)측의 회로에 접속되는 릴리프 밸브의 설정 압력과 동등하고, 펌프 토출 압력은 이 값 이상으로 상승하지 않는다. 또한, 여기서는 유압 펌프의 흡수 토크의 제어 특성도로서, 2개의 직선을 조합한 꺾은선 2A를 사용하였지만, 도 2 중 일정 토크 선도(쌍곡선)를 초과하지 않는 범위에서 설정하면 다른 제어 특성도를 이용해도 된다. 컨트롤러(8)는 유압 펌프(3)의 흡수 토크에 기초하여 생성한 조작 신호(전기 신호)를 전자기 비례 밸브(15)에 출력하고, 전자기 비례 밸브(15)는 당해 조작 신호에 따른 제어 압력을 생성함으로써 레귤레이터(14)를 구동한다. 이에 의해, 레귤레이터(14)에 의해 유압 펌프(3)의 용량이 변경되고, 유압 펌프(3)의 흡수 토크는 엔진 스톱이 발생하지 않는 범위로 조정된다.

[0017] 배터리 또는 캐패시터 등으로 구성되는 축전 장치(10)에는 축전 장치(10)의 축전량을 연산하기 위해 필요한 정보를 검출하는 수단[축전 정보 검출 수단(22)]으로서, 전류 센서(11), 전압 센서(12) 및 온도 센서(13)가 설치되어 있다. 컨트롤러(8)는 이들 센서(11, 12, 13)에 의해 검출된 전류, 전압 및 온도 등의 정보에 기초하여 축전량 연산부(25)(후술)에 있어서 축전 장치(10)의 축전량을 연산하여, 축전 장치(10)의 축전량을 관리하고 있다.

[0018] 도 3은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 컨트롤러(8)의 개략 구성도이다. 이 도면에 도시하는 컨트롤러(8)는 엔진(1), 전동·발전기(2) 및 유압 펌프(3)에 대한 각각의 지령값의 연산을 행하는 것으로, 목표 회전수 설정부(목표 회전수 설정 수단)(17)와, 엔진 최대 출력 연산부(엔진 최대 출력 연산 수단)(18)와, 어시스트 출력 연산부(어시스트 출력 연산 수단)(19)와, 흡수 토크 상한 연산부(흡수 토크 상한 연산 수단)(23)와, 조작 신호 생성부(조작 신호 생성 수단)(24)와, 축전량 연산부(25)와, 펌프 부하 연산부(26)와, 엔진 출력 연산부(32)를 구비하고 있다.

[0019] 컨트롤러(8)에는 회전수 센서(실회전수 검출 수단)(16)에 의해 검출되는 엔진 실회전수와, 엔진 토크 센서(엔진 토크 검출 수단)(31)에 의해 검출되는 엔진 토크와, 축전 정보 검출 수단(22)에 의해 검출된 축전 정보[축전 장치(10)의 전류, 전압 및 온도]와, 펌프 정보 검출 수단(21)에 의해 검출된 펌프 정보[압유의 압력 및 유량 및 유압 펌프(3)의 틸팅각]와, 유압 서블의 운전실(갭) 내에 설치되어 오퍼레이터에 의해 원하는 목표 엔진 회전수가 입력되는 목표 회전수 입력 장치(29)(예를 들어, 엔진 컨트롤 다이얼)로부터 입력되는 목표 엔진 회전수가 입력되어 있다.

[0020] 축전량 연산부(25)는 전류 센서(11), 전압 센서(12) 및 온도 센서(13)[축전 정보 검출 수단(22)]로부터 입력되는 축전 정보에 기초하여 축전 장치(10)의 축전량을 연산하는 부분이고, 축전 정보 검출 수단(22)과 함께 축전량 검출부(27)를 구성하고 있다. 축전량 연산부(25)에서 연산된 축전량은 어시스트 출력 연산부(19) 및 흡수

토크 상한 연산부(23)에 출력되어 있다.

- [0021] 펌프 부하 연산부(26)는 토출압 센서, 유량계 및 틸팅각 센서[펌프 정보 검출 수단(21)]로부터 입력되는 펌프 정보에 기초하여 유압 펌프(3)의 부하를 연산하는 부분이고, 펌프 정보 검출 수단(21)과 함께 펌프 부하 검출부(28)를 구성하고 있다. 펌프 부하 연산부(26)에서 연산된 펌프 부하는 어시스트 출력 연산부(19)에 출력되어 있다.
- [0022] 엔진 출력 연산부(32)는 엔진 토크 센서(31)로부터 입력되는 엔진 토크에 기초하여 엔진(1)의 실제의 출력을 연산하는 부분이고, 엔진 토크 센서(31)와 함께 엔진 출력 검출부(엔진 출력 검출 수단)(20)를 구성하고 있다. 엔진 출력 연산부(32)에서 연산된 출력은 어시스트 출력 연산부(19)에 출력되어 있다.
- [0023] 목표 회전수 설정부(17)는 펌프 부하 연산부(26)에서 산출되는 유압 펌프(3)의 부하[유압 액추에이터(5)의 부하 상태]에 따른 엔진 출력이 확보되도록 엔진(1)의 목표 회전수를 정하는 부분이고, 당해 목표 회전수는 목표 회전수 입력 장치(29)로부터 입력되는 것보다도 우선하여 결정된다. 또한, 그때, 엔진(1)에 있어서의 연료 소비량을 저감시키는 관점으로부터, 엔진(1)의 필요 출력에 대한 연료 소비량이 최소가 되는 동작점을 엔진(1)의 목표 회전수 지령값으로서 설정하는 것이 바람직하다. 목표 회전수 설정부(17)에서 정해진 목표 회전수는 흡수 토크 상한 연산부(23)와 조작 신호 생성부(24)에 출력되어 있다. 또한, 목표 회전수는 회전수 센서(16)에 의해 검출되는 실회전수와 편차로서 어시스트 출력 연산부(19)에 출력되어 있다. 또한, 여기서 정해지는 목표 회전수는 발전·전동기(2)의 제어에도 이용되지만, 엔진(1)과 전동·발전기(2)가 감속기 등을 통해 접속되어 있는 경우에는, 일단 정한 목표 회전수에 당해 감속기의 감속비를 곱한 값을 별도 목표 회전수로서 정의하여 이용하면 된다.
- [0024] 엔진 최대 출력 연산부(18)는 회전수 센서(16)로부터 입력되는 엔진(1)의 실회전수와, 엔진 특성에 따라서 설정된 테이블이며 기억 장치(ROM 등)에 기억된 것에 기초하여, 엔진(1)이 출력 가능한 최대 출력을 연산하는 부분이다. 엔진 최대 출력 연산부(18)에서 연산된 최대 출력은 어시스트 출력 연산부(19)에 출력되어 있다.
- [0025] 어시스트 출력 연산부(19)는 목표 회전수 설정부(17)에서 정해진 목표 회전수로 엔진(1)을 빠르게 가속하기 위한 가속 어시스트와, 엔진 단체에서의 출력의 부족분을 보충하기 위한 파워 어시스트의 양쪽을 실현하기 위해 전동·발전기(2)가 출력해야 할 모터 토크 지령값(어시스트 출력 지령값)을 연산하는 부분이다. 어시스트 출력 연산부(19)는, 구체적으로는 회전수 센서(16)로부터 입력되는 실회전수와 목표 회전수 설정부(17)로부터 입력되는 목표 회전수의 차인 회전수 편차 ΔN , 또는 펌프 부하 검출부(28)로부터 입력되는 유압 펌프(3)의 부하에 기초하여, 전동·발전기(2)에 의해 발생시키는 어시스트 출력(엔진 어시스트 출력)을 산출하고 있다. 여기서 도면을 사용하여 어시스트 출력 연산부(19)의 상세를 설명한다.
- [0026] 도 4는 본 발명의 실시 형태에 있어서의 어시스트 출력 연산부(19)의 개략 구성도이다. 이 도면에 도시하는 어시스트 출력 연산부(19)는 가속 어시스트 연산부(41)와, 파워 어시스트 연산부(42)와, 출력 결정부(43)를 구비하고 있다.
- [0027] 가속 어시스트 연산부(41)는 엔진(1)의 실회전수를 목표 회전수까지 빠르게 가속하기 위해 엔진(1)의 출력을 어시스트하는 경우(가속 어시스트 시)에 있어서의 전동·발전기(2)의 어시스트 출력(가속 어시스트 출력)을 연산하는 부분이고, 가속 어시스트 연산부(41)에는 엔진(1)의 목표 회전수와 실회전수의 차인 회전수 편차 ΔN 이 입력되어 있다. 가속 어시스트 연산부(41)에서는, 어시스트 출력은 엔진(1)의 목표 회전수와 실회전수의 차인 회전수 편차 ΔN 에 기초하여 연산되고, 회전수 편차 ΔN 이 제로에 근접할수록 작아진다. 가속 어시스트 연산부(41)에서는 회전수 편차 ΔN 이 비교적 클 때에 엔진(1)의 가속을 빠르게 행하는 관점으로부터는, 주로 미분 제어와 비례 제어를 이용하여 어시스트 출력을 연산하는 것이 바람직하다.
- [0028] 파워 어시스트 연산부(42)는 엔진(1)의 출력만으로는 출력 부족이 되므로 전동·발전기(2)에 의한 어시스트가 필요해지는 경우(파워 어시스트 시)에 있어서의 전동·발전기(2)의 어시스트 출력(파워 어시스트 출력)을 연산하는 부분이고, 파워 어시스트 연산부(42)에는 회전수 편차 ΔN 과, 최대 엔진 출력과, 엔진 출력과, 펌프 부하가 입력되어 있다. 파워 어시스트 연산부(42)에서는, 어시스트 출력은 펌프 부하 연산부(26)로부터 입력되는 유압 펌프(3)의 부하와, 엔진 출력 연산부(32)[엔진 출력 검출부(20)]로부터 입력되는 엔진 출력의 차에 기초하여 연산된다. 또한, 이 연산에 있어서, 엔진 최대 출력 연산부(18)로부터 입력되는 엔진 최대 출력을 참조하면, 그때에 있어서의 엔진(1)의 실회전수에 있어서 필요해질 수 있는 파워 어시스트 출력의 최소값을 산출할 수 있다. 엔진(1)만으로는 출력 부족이 되는 경우에는 정상적인 어시스트 출력이 필요해지는 경우가 많으므로, 파워 어시스트 연산부(42)에서는 피드 포워드 입력이나 적분 제어를 이용하여 어시스트 출력을 연산하는

것이 바람직하다. 본 실시 형태에서는, 또한, 과부하에 의한 엔진 스톱의 발생을 회피하는 관점으로부터, 피드포워드 입력의 연산에 있어서, 펌프 부하 검출부(28)에 의해 검출되는 펌프 부하와 엔진 출력 검출부(20)에서 검출된 엔진 출력의 차를 전동·발전기(2)에서 발생해야 할 어시스트 출력으로서 산출하고 있다.

[0029] 출력 결정부(43)는 가속 어시스트 연산부(41)와 파워 어시스트 연산부(42)에서 산출된 어시스트 출력을 가산하여, 당해 가산 후의 어시스트 출력에 상당하는 모터 토크 지령값을 생성하는 부분이고, 출력 결정부(43)에는 가속 어시스트 연산부(41) 및 파워 어시스트 연산부(42)에서 연산된 어시스트 출력의 합과, 축전 장치(10)의 축전량이 입력되어 있다. 또한, 출력 결정부(43)는 축전량 연산부(25)로부터 입력되는 축전 장치(10)의 축전량이 적기 때문에 어시스트 연산부(41, 42)에서 연산된 어시스트 출력을 발생할 수 없는 경우에, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력량을 제한하고, 당해 제한 후의 어시스트 출력에 대응하는 모터 토크 지령값을 산출하는 기능을 갖는다. 또한, 축전 장치(10)의 축전량이 적고(예를 들어, 설정값 미만인 경우) 또한 엔진 어시스트가 불필요한 경우에는, 전동·발전기(2)에 발전을 실행시키는 모터 토크 지령값을 산출하는 기능을 갖는다.

[0030] 또한, 어시스트 출력 연산부(19)에서는 엔진 최대 출력 연산부(18)로부터 입력되는 엔진 최대 출력과, 엔진 출력 검출부(20)로부터 입력되는 엔진 출력에 기초하여, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력을 연산해도 된다. 이와 같이 하면, 전동·발전기에 의한 어시스트 출력은 엔진(1)의 현재의 출력과 그 회전수에 있어서의 엔진(1)의 최대 출력을 판단 재료로 정해지므로, 엔진(1)의 출력에 여유가 있는 동안에는 전동·발전기(2)에 의한 어시스트를 실시하지 않아 축전 장치(10)의 축전량을 불필요하게 소비하는 것을 피할 수 있다. 또한, 엔진 출력이 최대값에 도달하고 있는 경우에는, 즉시 어시스트가 실시되므로, 엔진 스톱의 회피를 실현할 수 있는 것은 물론, 엔진 회전수를 목표 회전수로 응답 양호하게 추종할 수도 있다.

[0031] 도 3으로 돌아가, 흡수 토크 상한 연산부(23)는 유압 펌프(3)의 흡수 토크(입력 토크)의 상한값(최대값)을 연산하는 부분이고, 여기서 산출한 흡수 토크 상한값을 조작 신호 생성부(24)에 출력하고 있다.

[0032] 본 실시 형태에 있어서의 흡수 토크 상한 연산부(23)는, 통상, 도 2에 도시한 제어 특성도에 따라서 펌프 흡수 토크 상한값을 산출한다. 그러나, 회전수 편차 ΔN 이, 설정값(이하, 「설정값 NC」라고 칭하는 경우가 있음) 이상일 때에는, 도 2의 제어 특성도에 기초하여 산출한 값으로부터 소정의 흡수 토크를 더욱 저감시킨 값을 펌프 흡수 토크 상한값으로서 산출한다.

[0033] 도 5는 본 실시 형태에 있어서의 회전수 편차의 설정값 NC와 어시스트 출력의 관계를 나타내는 도면이다. 이 도면에 도시한 바와 같이, 설정값 NC는 어시스트 출력 연산부(19)에서 산출되는 어시스트 출력의 크기에 따라서 설정되어 있다. 더욱 구체적으로는, 이 도면에 도시하는 설정값 NC는 어시스트 출력 PM이 제로일 때에 최대값 NCmax를 취하고, 어시스트 출력 PM이 최대일 때에 최소값 NCmin을 취하고 있고, 전동·발전기(2)의 어시스트 출력이 커질수록 작아지도록 설정되어 있다. 다음에, 회전수 편차 ΔN 이 설정값 NC 이상인 경우에 있어서 흡수 토크 상한 연산부(23)에서 행해지는 펌프 흡수 토크 제어에 대해 도면을 사용하여 설명한다.

[0034] 도 6은 회전 편차 ΔN 이 설정값 NC 이상일 때에 있어서의 레귤레이터(14)에 의한 펌프 흡수 토크의 제어 특성도의 변화의 일례이다. 예를 들어, 설명을 간단하게 하기 위해, 어시스트 출력이 일정하고 설정값 NC가 일정값인 경우에 있어서, 회전수 편차 ΔN 이 설정값 NC 미만의 값으로부터 설정값 NC보다 큰 값까지 변화된 것으로 하고, 이 도면에 있어서의 꺾은선 7A가 도 2에 있어서의 꺾은선 2A에 상당한 것으로 한다. 이 경우에는, 본 실시 형태에 있어서의 흡수 토크 상한 연산부(23)는 회전수 편차 ΔN 이 설정값 NC 이상에 도달하면, 회전수 편차 ΔN 과 설정값 NC의 편차의 크기에 따라서, 꺾은선이 7A로부터 7B로, 또한 7B로부터 7C로 천이되도록 펌프 흡수 토크 상한값을 저감시킨다. 이와 같이 펌프 흡수 토크 상한값을 저감시키면, 회전수 편차 ΔN 의 크기에 맞추어 펌프 흡수 토크를 저감시킬 수 있으므로, 회전수 편차 ΔN 의 크기에 맞추어 엔진(1) 또는 전동·발전기(2)의 부하를 작게 할 수 있다.

[0035] 또한, 제어 특성(꺾은선)은 회전수 편차 ΔN 과 설정값 NC의 편차의 크기에 따라서 단계적(예를 들어, 도 7에 도시한 7A, 7B, 7C의 3단계)으로 천이시켜도 되고, 회전수 편차 ΔN 과 설정값 NC의 편차의 크기에 따라서 꺾은선 7A로부터 꺾은선 7C까지 서서히 천이시켜도 된다. 후자의 제어 특성을 이용하면, 펌프 흡수 토크 상한값이 급격하게 변화되는 것을 억제할 수 있으므로, 전자의 경우보다도 프론트 작업 장치의 조작성의 악화를 억제할 수 있다. 또한, 제어 특성의 꺾은선을 천이시키는 파라미터를 함수로 정의할 수 있으므로, 전자와 같이 사전에 많은 데이터 테이블을 준비하지 않아도 된다. 다음에, 회전수 편차 ΔN 과 설정값 NC의 편차의 크기에 따라서 꺾은선 7A로부터 꺾은선 7C까지 서서히 천이시킨 경우에 대해, 도면을 사용하여 설명한다.

[0036] 도 7은 어시스트 출력의 크기가 변화된 경우(즉, 설정값 NC가 변화된 경우)에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값

의 특성도의 변화의 일례를 도시하는 도면이다. 여기서는, 기준이 되는 특성도를 어시스트 출력의 크기에 맞추어 수평 방향(횡축 방향)으로 평행 이동한 것을 각 어시스트 출력값에 있어서의 특성도로서 설명한다(또한, 이 경우, 어시스트 출력의 증가에 맞추어 특성도는 도면 중의 화살표와 같이 좌측 방향으로 평행 이동함).

[0037] 이 도면에 있어서, 도 5에 있어서의 어시스트 출력이 PM1의 상태(설정값 $NC=NC1$)에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 도 7 중 5A의 상태였던 것으로 한다. 이 경우, 회전수 편차 ΔN 이 설정값 $NC1$ 이하일 때에는 펌프 흡수 토크 상한값을 저감시키는 일 없이, 즉 유압 펌프(3)의 흡수 토크에 대해 토크 저감 제어를 실시하는 일 없이, 엔진(1)의 목표 회전수에 따른 펌프 흡수 토크 상한값 5a를 이용한 제어가 실시된다(즉, 도 6의 꺾은선 7A 위에서 흡수 토크 제어가 행해짐). 이 경우에는, 펌프 흡수 토크 상한값을 제한하지 않아도 되므로, 프론트 작업 장치의 양호한 조작성을 유지할 수 있다.

[0038] 한편, 회전수 편차 ΔN 이 설정값 $NC1$ 을 초과했을 때에는, 회전수 편차 ΔN 의 크기에 따라서 토크 저감량이 증가한다(즉, 도 6의 꺾은선이 7A 내지 7C를 향함). 이에 의해 펌프 흡수 토크 상한값은 회전수 편차 ΔN 의 증가에 맞추어, 상한값 5a로부터 하한값 5b를 향해 서서히 내려간다. 이와 같이 회전수 편차 ΔN 의 크기에 맞추어 펌프 흡수 토크 상한값의 저감량을 크게 하면, 유압 펌프 부하에 기인하는 엔진(1) 또는 전동·발전기(2)의 부하를 회전수 편차 ΔN 의 크기에 맞추어 작게 할 수 있다.

[0039] 또한, 회전수 편차 ΔN 이 $NC1$ 을 초과하여 일정 이상에 도달하면 펌프 흡수 토크 상한값을 내려 고정한다. 도 7의 예에서는, 5b가 펌프 흡수 토크 상한값의 최소값으로 되어 있고, 이 값으로 내려 고정되어 있다. 또한, 이 펌프 흡수 토크 상한값의 최소값으로서는, 오퍼레이터에 의한 조작 레버의 조작에 대해 프론트 작업 장치가 전혀 작동하지 않게 된다고 하는 사태를 회피하는 관점으로부터, 프론트 작업 장치의 동작에 있어서 최저한 필요로 하는 펌프 흡수 토크값을 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 당해 최소값은 펌프 흡수 토크 상한값을 가능한 높게 설정하여 프론트 작업 장치의 신속한 동작을 확보하는 관점으로부터, 엔진(1) 및 전동·발전기(2)의 출력이나, 축전 장치(10)의 축전량의 크기에 맞추어 차차 변경 가능하게 하는 것이 바람직하다. 즉, 당해 최소값은 엔진(1) 및 전동·발전기(2)의 잉여 출력의 크기에 맞추어 크게 하는 것이 바람직하고, 또한 축전 장치(10)의 축전량의 크기에 맞추어 크게 하는 것이 바람직하다.

[0040] 다음에, 도 5에 있어서의 어시스트 출력이 최대(PMmax)인 상태(설정값 $NC=NCmin$)에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 도 7 중 5B의 상태였던 것으로 한다. 이 경우에는, 예를 들어, 5A의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 이용되고 있는 상태에서부터 프론트 작업 장치의 부하가 증가하는 것 등으로서 엔진(1)의 부하가 증가하여, 엔진(1)의 출력을 보충하기 위해 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력이 최대에 도달했을 때 등에 상당한다.

[0041] 특성도가 5B인 경우에는 회전수 편차 ΔN 이 설정값 $NCmin$ 에 도달한 시점으로부터 펌프 흡수 토크 상한값의 저감이 개시되므로, 5A인 경우($NC1$)보다도 펌프 흡수 토크 상한값이 내려가기 시작하는 값이 작아진다. 이에 의해, 엔진 출력이 최대에 가까운 상태에서 전동·발전기(2)에 의한 어시스트를 행하고 있음에도 불구하고, 엔진 회전수가 떨어지는 과부하 상황이 되는 것을 방지할 수 있다.

[0042] 다음에, 도 5에 있어서의 어시스트 출력이 제로인 상태(설정값 $NC=NCmax$)에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 도 7 중 5C의 상태였던 것으로 한다. 이 경우에는, 예를 들어 5A의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 이용되고 있는 상태에서부터 프론트 작업 장치의 부하가 줄어드는 것 등으로서 엔진(1)의 부하가 감소하여, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력이 불필요해졌을 때 등에 상당한다.

[0043] 특성도가 5C인 경우에는 회전수 편차 ΔN 이 설정값 $NCmax$ 에 도달한 시점으로부터 펌프 흡수 토크 상한값의 저감이 개시되므로, 5A인 경우($NC1$)보다도 펌프 흡수 토크 상한값이 내려가기 시작하는 값이 커진다. 여기서, 특성도가 5C인 경우에는 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력은 발생하지 않으므로, 유압 펌프(3)의 부하는 엔진(1)의 최대 출력 이하가 된다. 따라서, 이 상태에 있어서 발생한 회전수 편차 ΔN 은 엔진 단체의 출력이나 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력에 의해 해소되는 경향이 강하다. 이 경우에는, 펌프 흡수 토크 상한값을 제한하지 않아도 되므로, 프론트 작업 장치의 양호한 조작성을 유지할 수 있다.

[0044] 또한, 특성도가 5C인 상태에 있어서 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 실시되는 경우에는, 5A나 5B 등의 상태와 비교하여 회전수 편차 ΔN 이 커진 경우(NCc 이상인 경우)로 된다. 이와 같은 큰 회전수 편차 ΔN 의 발생 이유는 펌프 부하의 급격한 증가 등이 생각되므로, 일반적인 유압 서블에서는 래그 다운의 발생이 우려된다. 그러나, 본 실시 형태에서는, 이와 같은 경우에는 회전수 편차 ΔN 의 증대에 앞서 어시스트 출력 연산부(19)에서 산출되는 어시스트 출력이 증가하므로, 특성도는 5C로부터 5A로 서서히 변경되어 간다. 그로 인해, 래그 다운이

크게 발생하는 일은 없다.

- [0045] 그런데, 상기의 예에서는, 흡수 토크 상한값 연산부(23)에 있어서, 도 2를 이용하여 설정된 펌프 흡수 토크 상한값(이하에 있어서, 「기준이 되는 흡수 토크 상한값」이라고 칭하는 경우가 있음)으로부터 소정의 흡수 토크를 저감시킨 것을 실제의 펌프 흡수 토크 상한값으로 하는 제어에 대해 설명해 왔지만, 도 8에 도시한 바와 같이, 회전수 편차 ΔN 의 값을 입력값으로 하여 기준이 되는 흡수 토크 상한값에 대한 허용률 $x(0 < x \leq 1)$ 를 되돌리는 테이블을 설정하여, 당해 테이블에 의해 설정된 허용률을 당해 기준이 되는 흡수 토크 상한값에 곱한 값을 실제의 펌프 흡수 토크 상한값으로서 이용해도 된다. 도 8은 회전수 편차 ΔN 의 크기에 따라서 펌프 흡수 토크 상한값의 허용률을 설정하는 테이블도의 일례이다. 도 8에 도시한 예에서는, 어시스트 출력이 최대인 경우에는 6B에 도시한 특성도에 기초하여 허용률이 산출되고, 어시스트 출력이 제로인 경우에는 6A에 도시한 특성도에 기초하여 허용률이 산출되도록 되어 있다.
- [0046] 또한, 도 7, 도 8에서는 회전수 편차 ΔN 에 대해 펌프 흡수 토크 상한값이 선형으로 변화되는 경우만을 도시하였지만, 본 실시 형태에서 이용 가능한 특성도는 이들로 한정되지 않는다. 또한, 도 7에 있어서의 5A, 5B, 5C의 전환도, 어시스트 출력에 의해 선형적으로 전환되는 것으로 한정되지 않는 것은 물론, 전환에 히스테리시스를 형성해도 된다. 또한, 도 7에 도시한 펌프 흡수 토크 상한값에 있어서의 최대값 5a 및 최소값 5b는, 전술한 바와 같이 엔진 목표 회전수에 기초하여 변화시키는 경우로 한정되지 않고, 예를 들어 엔진(1)의 실회전수 등 건설 기계의 운전 상황에 따라서 변화시켜도 된다.
- [0047] 도 3으로 되돌아가, 조작 신호 생성부(24)는 흡수 토크 상한 연산부(23)에서 산출된 값에 기초하여 유압 펌프(3)의 용량(펌프 흡수 토크 상한값)을 조절하기 위해 용량 조절 장치(45)[전자기 비례 밸브(15)]에 출력하는 조작 신호(비례 밸브 출력 지령값)를 생성하는 부분이고, 여기서 생성된 조작 신호는 전자기 비례 밸브(15)에 출력된다. 조작 신호 생성부(24)에서 생성된 조작 신호의 입력을 받은 전자기 비례 밸브(15)는 당해 송신호에 대응하는 제어압을 발생하여, 당해 제어압의 크기에 따라서 레귤레이터(14)를 작동시킨다. 이와 같이 작동하는 레귤레이터(14)에 의해 유압 펌프(3)의 용량이 변경되고, 유압 펌프(3)의 흡수 토크의 상한값은 흡수 토크 상한 연산부(23)에서 산출된 값으로 제어된다.
- [0048] 다음에 상기와 같이 구성되는 본 실시 형태의 건설 기계에 있어서, 엔진(1)의 회전수 편차 ΔN 과, 펌프 흡수 토크 상한값과, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력의 거동을 도면을 사용하여 설명한다.
- [0049] 도 9는 엔진(1)이 어시스트 출력 없이 목표 회전수(즉, 회전수 편차 $\Delta N=0$)로 동작하고 있는 상황으로부터, 유압 펌프(3)의 부하가 서서히 중부하로 되어 어시스트 출력이 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예를 도시하고 있다. 도면 중에서는 어시스트 출력의 변화에 기초하는 설정값 NC의 변화를, 회전수 편차 ΔN 의 변화와 함께 1점 쇄선으로 나타내고 있다.
- [0050] 이 도면에 있어서, 기간 (a)1은 유압 펌프(3)의 부하[유압 펌프(3)의 출력 토크=펌프 용량(또는 용적)×압력]가 적고, 엔진(1)의 출력만으로 목표 회전수를 유지할 수 있는 경우이고, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력은 제로이다(즉, 설정값 $NC=NC_{max}$). 기간 (a)2는 엔진(1)만으로는 회전수 편차 ΔN 을 해소할 수 없게 되어, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력의 발생을 개시한다. 기간 (a)2의 개시 시 이후, 어시스트 출력의 증가와 함께 회전수 편차 ΔN 의 설정값 NC는 NC_{max} 로부터 서서히 저하되어 가지만(즉, 도 7의 특성도는 5C의 상태에서부터 좌측 방향으로 평행 이동하지만), 그래도 회전수 편차 ΔN 은 설정값 NC를 초과하지 않으므로 펌프 흡수 토크 상한값의 제한은 행해지지 않는다. 그러나, 기간 (a)2의 종료 시[기간 (a)3의 개시 시]에는 어시스트 출력의 증가와 함께 감소한 설정값 NC에 회전수 편차 ΔN 이 도달하므로, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 행해져, 토크 저감량이 발생한다. 기간 (a)3에서는 회전수 편차 ΔN 은 항상 설정값 NC 이상이고, 회전수 편차 ΔN 과 설정값 NC의 편차에 따라서 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 행해진다. 이에 의해 엔진(1)의 부하를 저감시킬 수 있으므로, 과도적으로 큰 어시스트 출력이 발생하는 것을 억제하면서 엔진(1)을 목표 회전수에 근접시킬 수 있다. 또한, 과부하에 수반하는 엔진 스톱을 회피할 수 있다.
- [0051] 도 10은 엔진 출력 및 어시스트 출력이 최대이고 엔진(1)이 목표 회전수로 동작하고 있는 상황으로부터, 유압 펌프(3)의 부하가 서서히 중부하로 되어 회전수 편차 ΔN 이 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예를 도시하고 있다. 이 경우에는, 어시스트 출력은 최대 PM_{max} 이므로, 회전수 편차의 설정값 NC는 NC_{min} (즉, 제로에 가까운 값)으로 유지되어 있다.
- [0052] 이 도면에 있어서, 기간 (b)1에서는, 엔진 및 어시스트 출력이 최대이고 유압 펌프(3)의 부하가 조화를 이루고 있는 상태이다. 회전수 편차의 설정값 NC는 제로에 가까운 값(NC_{min})으로 유지되어 있지만, 회전수 편차 ΔN 이

발생하지 않으므로 펌프 흡수 토크 상한값의 제한은 행해지지 않는다. 기간 (b)2가 개시되어 유압 펌프(3)의 부하가 증가하기 시작하면, 엔진(1) 및 전동·발전기(2)는 이미 최대 출력에 도달하고 있으므로, 실회전수가 서서히 저하되어 회전수 편차 ΔN 이 증가하기 시작한다. 이에 의해, 회전수 편차 ΔN 은 설정값 NC_{min} 을 초과하므로, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 행해져, 토크 저감량이 발생한다. 이와 같이, 엔진 및 어시스트 출력이 최대인 경우에 회전수 편차가 발생한 경우에는, 즉시 엔진(1)의 부하를 저감시킬 수 있으므로, 과도적으로 큰 어시스트 출력이 발생하는 것을 억제하면서 엔진(1)을 목표 회전수에 근접시킬 수 있다. 또한, 이에 의해 과부하에 수반하는 엔진 스톨을 회피할 수 있다.

[0053] 도 11은 엔진(1)의 실회전수가 일정한 목표 회전수 N^* 로 동작하고 있는 상황이고, 유압 펌프(3)의 부하가 급격하게 증가하는 경우에 있어서의 건설 기계의 제어예의 하나를 도시하고 있다.

[0054] 여기서는, 프론트 작업 장치가 급격한 중부하 작업을 실시한 것에 의해, 도 11 중 그래프 A와 같이 유압 펌프(3)의 부하가 변화된 것으로 한다. 이때, 어시스트 출력 연산부(19)는 펌프 부하의 급격한 증가에 대응하기 위해 피드 포워드 입력을 이용한 파워 어시스트 연산부(42)의 연산에 따라서, 회전수 편차 ΔN 이 작은 동작점으로부터도 모터 토크 지령값으로서 최대의 어시스트 출력 PM_{max} 를 산출하고, 전동·발전기(2)는 도 11 중 그래프 C에 도시한 바와 같이 최대의 어시스트 출력 PM_{max} 를 발생한다. 이와 같이 최대의 어시스트 출력이 발생되면, 회전수 편차의 설정값은 최소값 NC_{min} 으로 설정되지만, 발생하는 회전수 편차 ΔN 이 작다. 그로 인해, 유압 펌프(3)에 부하가 인가된 시각 t_1 주변에 있어서의 펌프 흡수 토크는 도 11 중 그래프 D에 도시한 바와 같이 목표로 하는 펌프 흡수 토크(목표 펌프 부하)에 대해 그다지 제한되는 일은 없다.

[0055] 그러나, 이 상황에 있어서는, 엔진(1)이 과도적인 과부하 상태로 되기 때문에, 도 11 중 그래프 B에 있어서의 시각 t_1 내지 t_2 의 구간에 도시한 바와 같이, 엔진(1)의 실회전수는 서서히 저하된다. 이에 의해 회전수 편차 ΔN 이 서서히 증가하고, 흡수 토크 상한 연산부(23)에 있어서 연산되는 토크 저감량이 증가하므로, 유압 펌프(3)의 부하는 도 11 중 그래프 D에 있어서의 시각 t_1 내지 t_2 의 구간에 도시한 바와 같이 목표 펌프 부하에 대해 제한이 커지고, 시각 t_2 에 있어서 엔진(1)의 실회전수의 저하가 정지한다. 시각 t_2 이후에 있어서는, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 출력의 합이 펌프 부하를 상회하므로, 엔진 회전수가 목표 회전수 N^* 로 복귀한다.

[0056] 상기와 같이, 엔진(1)이 일정한 목표 회전수 N^* 로 동작하고 또한 전동·발전기(2)가 충분한 어시스트 출력을 발생하고 있는 경우에 펌프 부하가 커져 회전수 편차 ΔN 이 발생했을 때에는, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한을 실시함으로써 어시스트 출력을 그 이상 크게 하는 일 없이 엔진(1)을 목표 회전수 N^* 로 복귀시킬 수 있다. 또한, 이에 의해 래그 다운을 경감시킬 수 있다. 또한, 펌프 부하의 증가분을 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력으로 조달할 수 있는 경우에는, 엔진 회전수가 저하되는 일도 없으므로 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 실시되지 않아, 프론트 작업 장치의 조작성을 손상시키는 일도 없다.

[0057] 도 12는 도 11에 있어서의 각 시각 t_1 , t_2 , t_3 에 대응하는 토크선도이다. 다음에, 이 도면을 사용하여 각 시각 t_1 내지 t_3 에 있어서의 엔진(1), 전동·발전기(2), 유압 펌프(3)의 토크의 거동에 대해 설명한다.

[0058] 도 12a는 도 11의 시각 t_1 에 대응하는 토크선도이다. 도 12a에 있어서의 부호 10a가 나타내는 선은 도 2를 이용하여 설정된 기준이 되는 흡수 토크 상한값이고, 부호 10b가 나타내는 선은 각 회전수에 있어서의 엔진(1)의 최대 토크의 특성을 나타내고 있다. 시각 t_1 에서는 엔진(1)의 실회전수 N_1 과 목표 회전수 N^* 가 일치하고 있고 회전수 편차 ΔN 은 존재하지 않지만, 유압 펌프(3)의 부하의 증대에 수반하여 파워 어시스트 연산부(42)가 피드 포워드 출력으로서 최대 토크를 산출하고, 당해 최대 토크에서 전동·발전기(2)는 엔진 어시스트(10e)를 실시한다. 이에 의해, 어시스트 출력은 최대값 PM_{max} 로 되고, 회전수 편차의 설정값은 최소값 NC_{min} 으로 설정되므로, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한 특성은 도 7에 있어서의 5B에 상당하게 된다. 그러나, 그 후에 발생하는 회전수 편차 ΔN 은 작기 때문에, 유압 펌프(3)의 토크 저감량은 약간이 된다. 그로 인해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크는 규정되어 있던 최대 흡수 토크선(10a)과 대략 동등한 상한(10c)이 되도록 제어된다. 이때, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 토크합(합계 토크)의 부족분(10d)에 의해 약간이지만 래그 다운이 발생한다.

[0059] 도 12b는 도 11의 시각 t_2 에 대응하는 토크선도이다. 시각 t_1 의 직후보다도 회전수 편차 ΔN (실회전수 N_2 와 목표 회전수 N^* 의 편차)이 증가하고 있다. 엔진(1)의 토크는 시각 t_1 보다도 증가하고 있지만, 최대 토크까지는 도달하고 있지 않다. 또한, 전동·발전기(2)는 시각 t_1 에 이어서 파워 어시스트를 실시하고 있으므로, 어시스트 토크(10f)는 도 12a일 때와 바뀌지 않는다. 그러면, 회전수 편차 ΔN 의 증가에 의해 펌프 흡수 토크 상한값이 더욱 제한된다. 이에 의해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크는 규정된 최대 흡수 토크선(10a)에 대해 제한이 가해진 흡수 토크선(10g)이 되어, 시각 t_1 일 때와 달리, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 토크합이 펌프 부하에 대해 잉여분(10h)이 생긴다. 이 잉여 토크(10h)에 의해 엔진(1)을 목표 회전수 N^* 까지 가속할 수 있으므로, 과도적

으로 큰 어시스트 출력을 발생시키는 일 없이 엔진(1)의 실회전수를 상승시킬 수 있다.

[0060] 도 12c는 도 11의 시각 t3에 대응하는 토크선도이다. 이때에는, 잉여 토크(10h)에 의해 회전수 편차 ΔN 은 해소되어 있고, 실회전수 $N3$ 과 목표 회전수 N^* 는 일치하고 있다. 그로 인해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크 상한값의 제한은 실시되지 않아, 유압 펌프(3)의 최대 흡수 토크선(10a)이 그대로 이용되게 된다. 단, 본 실시 형태에서는 연비 향상의 관점으로부터, 10a의 펌프 토크는 엔진(1)의 최대 토크를 상회하고 있다. 그로 인해, 부족한 토크는 어시스트 출력 연산부(19)에 의해 파워 어시스트량 10i로서 연산된 값을 전동·발전기(2)에 의해 출력한다. 또한, 시각 t3에 있어서는 엔진(1)의 토크가 최대 토크로 되어 있으므로, 파워 어시스트량 10i는 시각 t1의 파워 어시스트량 10e보다도 작게 되어 있다. 또한, 시각 t3에 있어서는, 유압 펌프(3)의 부하 제한이 실시되어 있지 않으므로, 이 영역에 있어서는 조작성도 충분히 확보할 수 있다.

[0061] 상기와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 발전·전동기(2)에 의해 과도적으로 큰 어시스트 출력이 발생하는 것을 억제할 수 있으므로, 전동·발전기(2)에서의 전력 소비를 억제할 수 있고, 나아가서는 전동·발전기(2) 그 자체를 저출력의 소형인 것을 이용할 수도 있다. 또한, 전동·발전기(2)에 의한 전력 소비가 적다는 것은, 축전 장치(10)로서 캐패시터를 이용하고 있는 경우에는 충방전을 줄이는 것에 의한 효율 향상이 실현된다. 또한, 축전 장치(10)에 배터리를 사용한 경우에도, 방전량을 적게 억제할 수 있으므로, 축전 장치(10)의 소형화를 실현할 수 있다. 즉, 본 실시 형태에 따르면, 과도적으로 큰 어시스트 출력이 발생하는 것을 방지할 수 있어 소비 전력을 억제할 수 있으므로, 전동·발전기(2) 및 축전 장치(10)의 대형화를 억제할 수 있어, 하이브리드식 건설 기계에 있어서 전력 절약화와 저연비화를 실현할 수 있다.

[0062] 또한, 유압 펌프(3)의 부하가 증가한 경우에는, 그에 따라서 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력이 증가하여 펌프 흡수 토크 상한값에 제한이 가해지므로, 유압 펌프(3)의 부하가 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 합계 출력의 최대값 이상이 되는 것을 방지할 수 있어, 과부하에 의한 엔진 스톨의 발생을 회피할 수 있다.

[0063] 한편, 굴삭 작업 개시 시 등, 유압 펌프(3)의 부하가 저부하로부터 중부하로 급격하게 증가함으로써 회전수 편차 ΔN 이 커지고, 통상, 래그 다운 발생의 우려가 있는 상황에 있어서는, 어시스트 출력의 대소에 관계없이 펌프 흡수 토크 상한값의 제한이 실시된다. 이에 의해 엔진 회전수를 목표 회전수로 빠르게 복귀시킬 수 있으므로, 엔진(1)에 고부하가 가해지는 상태를 저감시킬 수 있어, 래그 다운의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 엔진 회전수를 목표 회전수로 복귀시킬 때에는 펌프 흡수 토크 상한값이 제한되어, 엔진(1)이 과부하가 되는 상황을 방지할 수 있으므로, 배기 가스 상황의 개선이나 연비의 저감도 실현할 수 있다.

[0064] 도 13은 유압 펌프(3)의 부하가 급격하게 증가한 것에 대응하기 위해 엔진(1)의 목표 회전수를 급격하게 증가시킨 경우에 있어서는 건설 기계의 제어예의 하나를 도시하고 있다.

[0065] 여기서는, 프론트 작업 장치가 급격한 중부하 작업을 실시한 것에 의해, 도 13 중 그래프 A와 같이 유압 펌프(3)의 부하가 변화된 것으로 한다. 이때, 목표 회전수 설정부(17)는 펌프 부하의 급격한 증가에 대응하기 위해 목표 회전수를 도 13 중 그래프 C와 같이 빠르게 구동하여 엔진 출력을 올린다. 즉, 일시적으로 회전수 편차 ΔN 이 크게 생긴다. 여기서, 어시스트 출력 연산부(19)는 발생한 회전수 편차 ΔN 을 해소하기 위해 모터 토크 지령값으로서 최대의 어시스트 출력 PM_{max} 를 산출하고, 전동·발전기(2)는 도 13 중 그래프 C에 도시한 바와 같이 최대의 어시스트 출력 PM_{max} 를 발생한다. 이와 같이 최대의 어시스트 출력이 발생되면, 회전수 편차의 설정값은 최소값 NC_{min} 으로 설정된다. 이때, 당해 설정값과 회전수 편차 ΔN 의 차는 매우 큰 값이 되므로, 흡수 토크 상한 연산부(23)에서는 토크 저감량이 크게 취해진다. 이에 의해 펌프 흡수 토크 상한값은 크게 감소하고, 펌프 부하는 도 13 중 그래프 D와 같이 목표에 대해 크게 제한되게 된다.

[0066] 이와 같이, 목표가 되는 펌프 부하가 커질 때에는, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한에 의해 엔진(1)에 대한 부하가 작아지므로, 전동·발전기(2)에 의해 과도적으로 큰 어시스트 출력을 발생시키는 일 없이 엔진(1)을 목표 회전수에 빠르게 추종시키는 것이 가능해진다.

[0067] 또한, 엔진(1)의 실회전수가 목표 회전수에 근접함에 따라서 회전수 편차 ΔN 이 작아지므로, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력은 서서히 작아진다. 이에 따라서, 펌프 흡수 토크의 특성도는 도 7의 5B의 상태에서부터 5A, 또한 5C로 서서히 천이되므로, 회전수 편차 ΔN 의 감소와 함께 펌프 흡수 토크 상한값의 제한도 해제된다. 이에 의해, 정상적으로는 프론트 작업 장치의 조작성을 유지할 수 있게 된다.

[0068] 도 14는 도 13에 있어서는 각 시각 t1, t2, t3에 대응하는 토크선도이다. 다음에, 이 도면을 사용하여 각 시각 t1 내지 t3에 있어서는 엔진(1), 전동·발전기(2), 유압 펌프(3)의 토크의 거동에 대해 설명한다.

[0069] 도 14a는 도 13의 시각 t1에 대응하는 토크선도이다. 도 14a에 있어서는 부호 12a가 나타내는 선은 도 2를 이

용하여 설정된 기준이 되는 흡수 토크 상한값이고, 부호 12b가 나타내는 선은 각 회전수에 있어서의 엔진(1)의 최대 토크의 특성을 나타내고 있다. 시각 t1에서는, 엔진(1)의 실회전수 N1과 목표 회전수 N*의 회전수 편차 ΔN 이 매우 크기 때문에, 전동·발전기(2)의 최대 토크에 의해 엔진 어시스트를 실시한다. 이에 의해, 어시스트 출력은 최대값 PMmax가 되고, 회전수 편차의 설정값은 최소값 NCmin으로 설정되므로, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한 특성은 도 7에 있어서의 5B에 상당하게 된다. 그리고, 회전수 편차 ΔN 이 크기 때문에, 이에 따른 큰 토크 저감량이 산출된다. 그로 인해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크는 규정되어 있던 최대 흡수 토크선(12a)으로부터 크게 제한이 가해져, 그 결과, 부호 12c가 부여된 선이 나타내는 펌프 흡수 토크 상한값에 의해 제어된다. 이로 인해, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 토크합의 잉여분(12d)이 엔진 회전수 상승을 위한 가속분으로서 이용되므로, 엔진 회전수를 빠르게 구동할 수 있다. 또한, 과잉의 부하가 엔진(1)에 가해지는 것을 방지할 수 있으므로, 래그 다운이 발생하는 것을 회피할 수 있다.

[0070] 도 14b는 도 13의 시각 t2에 대응하는 토크선도이다. 시각 t1에 비해 회전수 편차 ΔN (실회전수 N2와 목표 회전수 N*의 편차)이 작게 되어 있으므로, 전동·발전기(2)에 의한 엔진 어시스트는 도 14a에 비해 적어진다. 그로 인해, 펌프 흡수 토크 상한값의 제한 특성은 도 7의 5B의 상태로부터 5A의 상태를 향하게 되고, 이때 회전수 편차 ΔN 에 따른 펌프 흡수 토크의 제한을 실시한다. 이에 의해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크는 도 14a일 때보다도 제한이 완만해진 부호 12e가 부여된 선이 나타내는 펌프 흡수 토크 상한값에 의해 제어된다. 이에 의해, 시각 t1일 때와 마찬가지로, 엔진(1)과 전동·발전기(2)의 토크합의 잉여분(12f)에 의해 엔진 회전수를 가속시킬 수 있다.

[0071] 도 14c는 도 13의 시각 t3에 대응하는 토크선도이다. 이때, 실회전수 N3과 목표 회전수 N*가 일치하므로, 회전수 편차 ΔN 은 해소되어 있다. 그로 인해, 유압 펌프(3)의 흡수 토크 상한값의 제한은 실시되지 않아, 유압 펌프(3)의 최대 흡수 토크선(12a)이 그대로 이용되게 된다. 단, 본 실시 형태에서는 연비 향상의 관점으로부터, 12a의 펌프 토크는 엔진(1)의 최대 토크를 상회하고 있다. 그로 인해, 부족한 토크는 어시스트 출력 연산부(19)에 의해 과잉 어시스트량 12g로서 연산된 값을 전동·발전기(2)에 의해 출력한다. 또한, 시각 t3에 있어서는, 유압 펌프(3)의 부하 제한이 실시되어 있지 않으므로, 이 영역에 있어서는 조작성도 충분히 확보할 수 있다.

[0072] 상기와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 가속시에 펌프 흡수 토크 상한값을 저감시킴으로써, 전동·발전기(2)에 의한 가속 어시스트를 작게 억제할 수 있으므로, 소비 전력을 억제할 수 있어 전동·발전기(2) 및 축전 장치(10)의 대형화를 억제할 수 있다. 또한, 이에 의해, 엔진(1)의 실회전수를 빠르게 목표 회전수까지 상승시킬 수 있으므로, 엔진(1)이 과부하 상태로 되는 것을 회피할 수 있어, 고농도 연소의 억제나 배기 가스 개선의 효과가 얻어진다. 또한, 축전 장치(10)로서 캐패시터를 이용하고 있는 경우에는 충방전을 줄이는 것에 의한 효율 향상이 도모되므로 전력 절약화를 실현할 수 있다.

[0073] 또한, 본 실시 형태에서는, 부하 급증 시에는 일시적으로 펌프 부하를 의도적으로 내리게 되므로, 그때에 프론트 작업 장치의 조작에 대한 응답성이 상실될 우려가 있다. 그러나, 일반적으로, 건설 기계에 있어서 부하가 급증하는 것은 굴삭 동작의 파내기 등 원래 프론트 작업 장치가 빠르게 움직이는 일이 없는 동작이므로, 조작성이 악화되는 실제의 장면은 적다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 프론트 작업 장치의 조작성을 확보할 수 있다.

[0074] 그런데, 상기에서는, 회전수 편차의 설정값 NC를 어시스트 출력의 대소에 대응시켜 설정하는 경우에 대해 설명해 왔지만, 설정값 NC는 축전 장치(10)의 축전량의 대소에 대응시켜 설정해도 되고, 축전량 및 어시스트 출력의 양쪽의 대소를 대응시켜 설정해도 된다. 이하에서는, 전자의 경우에 대해 상세하게 설명한다.

[0075] 도 15는 본 실시 형태에 있어서의 회전수 편차의 설정값 NC와 축전 장치(10)의 축전량의 관계를 나타내는 도면이다. 이 도면에 도시하는 설정값 NC는 축전량AH가 제로일 때에 최소값 제로를 취하고, 축전량 AH가 최대 AMmax일 때에 최대값 NCmax를 취하고 있고, 축전 장치(10)의 축전량이 작아질수록 작아지도록 설정되어 있다.

[0076] 도 16은 축전 장치(10)의 축전량이 변화된 경우(즉, 설정값 NC가 변화된 경우)에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도의 변화의 일례를 도시하는 도면이다. 여기서는, 기준이 되는 특성도를 축전량에 맞추어 수평 방향(횡축 방향)으로 평행 이동한 것을 각 축전량에 있어서의 특성도로서 설명한다(또한, 이 경우, 축전량의 증가에 맞추어 특성도는 도면 중 화살표와 같이 우측 방향으로 평행 이동함).

[0077] 이 도면에 있어서, 도 15에 있어서의 축전량이 AH1의 상태(설정값 NC=NC1')에 있어서의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 도 16 중 15A의 상태였다고 하고, 축전량이 제로인 상태(설정값 NC=NCmin=0)의 특성도가 15B의

상태였다고 하고, 축전량이 최대인 상태(설정값 $NC=NC_{max}$)의 특성도가 15C의 상태였다고 한다. 이 경우에 있어서, 예를 들어, 15A의 펌프 흡수 토크 상한값의 특성도가 이용되어 있는 상태에 있어서, 축전량 검출 수단(22)에 의해 검출된 축전 장치(10)의 축전량이 저하되었을 때에는, 특성도는 15B의 상태를 향해 이동한다. 이와 같이 특성도를 변경함으로써 설정값을 $NC1'$ 보다 작은 값으로 변경하면, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력을 축전량 부족에 의해 충분히 발생시킬 수 없는 경우에는, 15A의 경우($NC1'$)보다도 펌프 흡수 토크 상한값이 내려가기 시작하는 값이 작아진다. 이에 의해, 축전량이 부족하기 때문에 전동·발전기(2)에 의한 어시스트를 실시할 수 없는 경우에는, 우선적으로 유압 펌프(3)의 부하를 내림으로써, 회전수 편차 ΔN 이 작은 동안에 유압 펌프(3)의 흡수 토크 상한값을 제한하게 되므로, 엔진 스톱의 회피는 물론, 래그 다운도 방지할 수 있다.

[0078] 또한, 상기에 관련하여, 전동·발전기(2)에 의해 발전을 행하고 있는 경우에는, 당연히 축전 장치(10)의 축전량이 작은 경우라고 판단된다. 그로 인해, 전동·발전기(2)가 발전하고 있는 경우에는, 그 발전량이 커질수록 설정값 NC 가 작아지도록 설정해도 된다. 즉, 발전량이 커질수록 15B의 특성도에 근접하게 된다. 예를 들어, 전동·발전기(2)에 의해 발전을 행하는 경우에 15B의 특성도가 이용되는 것으로 하고, 이때 엔진(1)의 목표 회전수를 전동·발전기(2)에 의한 고효율의 발전이 가능한 고회전 영역에 맞춘다고 하면, 당해 목표 회전수에 도달할 때까지 일시적으로 회전수 편차 ΔN 이 발생하게 된다. 그러나, 15B의 특성도를 이용하고 있는 경우에 회전수 편차 ΔN 이 발생하면 즉시 펌프 흡수 토크 상한값이 저감되므로, 유압 펌프(3)의 부하를 줄일 수 있다. 그로 인해, 전동·발전기(2)에 의한 어시스트 출력이 없어도 엔진 단체에서 빠르게 회전수를 구동하여 발전을 실시할 수 있다.

[0079] 또한, 전동·발전기(2)에 의한 발전을 행하는 경우에는 엔진 회전수가 충분히 상승될 때까지는, 어시스트 출력 연산부(19)의 출력 결정부(43)에 의해, 모터 토크 지령을 회생측으로 하지 않고 다소의 가속 어시스트를 행하거나, 혹은 전동·발전기(2)가 엔진(1)에 대한 부하로 되지 않도록 0 토크의 상태로 유지하도록 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 설정하면, 전동·발전기(2)에 의한 발전이 엔진(1)의 부하가 될 정도로 작아져, 엔진(1)의 실제회전수를 목표 회전수까지 상승시킬 때까지의 시간을 단축할 수 있는 동시에, 효율이 높은 고회전수 영역에서의 발전이 가능해져, 연비를 향상시킬 수 있기 때문이다.

부호의 설명

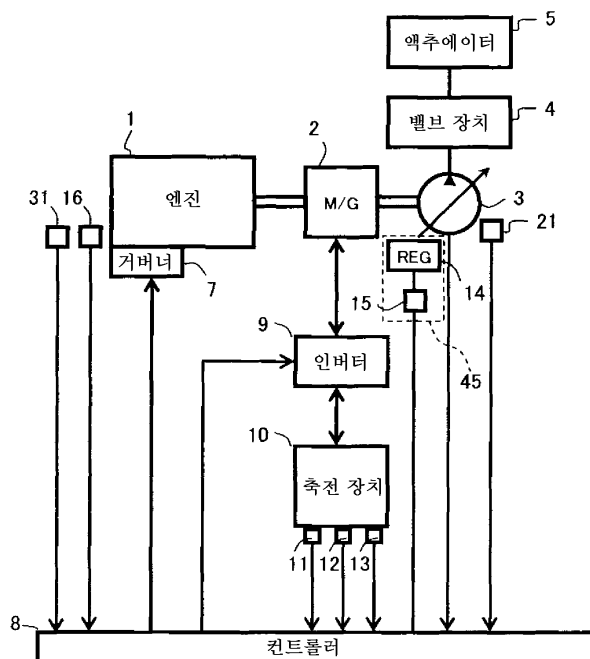
[0080]

- 1 : 엔진
- 2 : 전동·발전기
- 3 : 펌프
- 4 : 밸브 장치
- 5 : 액추에이터
- 7 : 거버너
- 8 : 컨트롤러
- 9 : 인버터
- 10 : 축전 장치
- 11 : 전류 센서
- 12 : 전압 센서
- 13 : 온도 센서
- 14 : 레귤레이터
- 15 : 전자기 비례 밸브
- 16 : 회전수 센서
- 17 : 목표 회전수 설정부
- 18 : 엔진 최대 출력 연산부

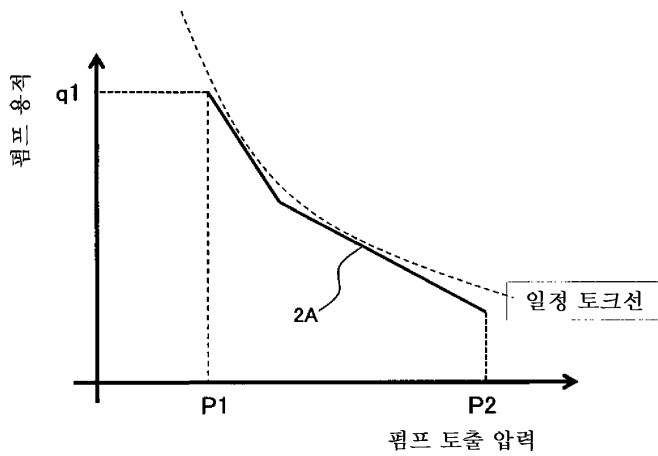
- 19 : 어시스트 출력 연산부
- 21 : 펌프 정보 검출 수단
- 22 : 축전 정보 검출 수단
- 23 : 흡수 토크 상한 연산부
- 24 : 조작 신호 생성부
- 25 : 축전량 연산부
- 26 : 펌프 부하 연산부
- 27 : 축전량 검출부
- 28 : 펌프 부하 검출부
- 29 : 목표 회전수 입력 장치
- 41 : 가속 어시스트 연산부
- 42 : 파워 어시스트 연산부
- 43 : 출력 결정부
- 45 : 펌프 용량 조절 장치
- NC : 회전수 편차 ΔN 의 설정값
- ΔN : 회전수 편차

도면

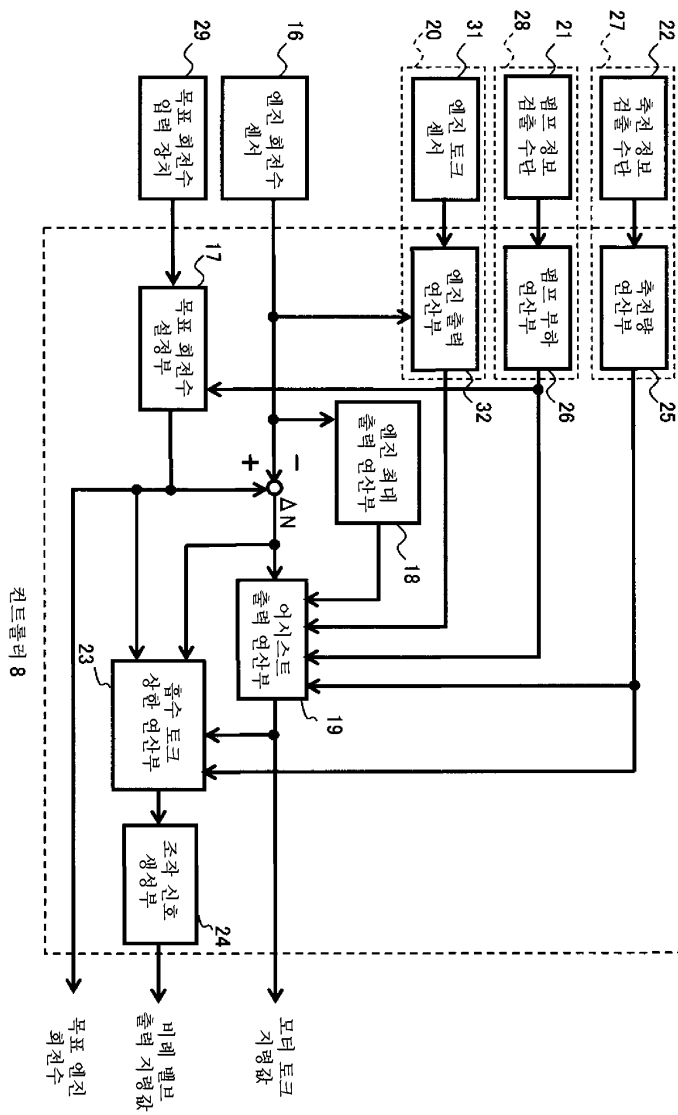
도면1



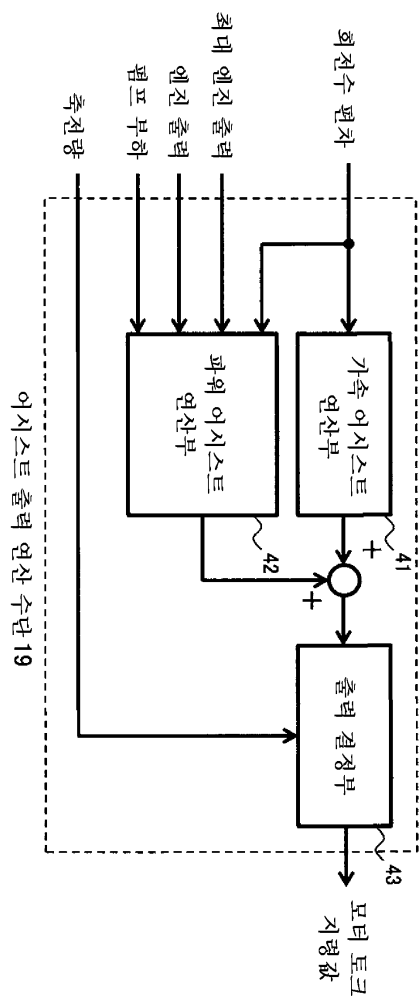
도면2



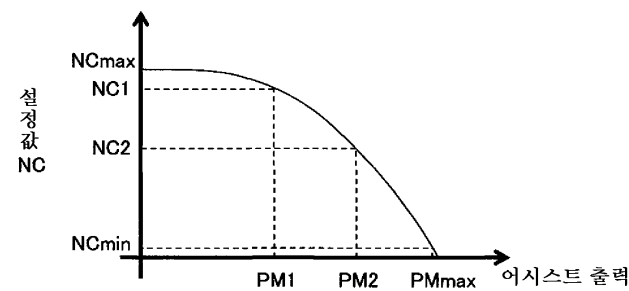
도면3



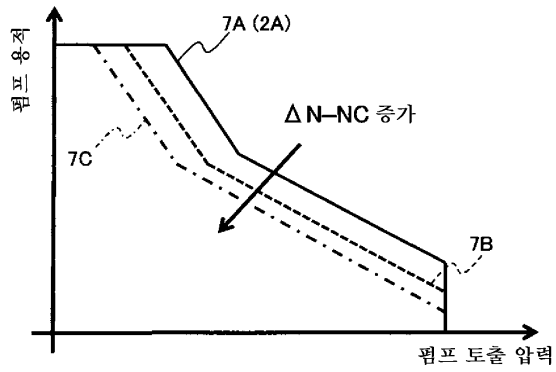
도면4



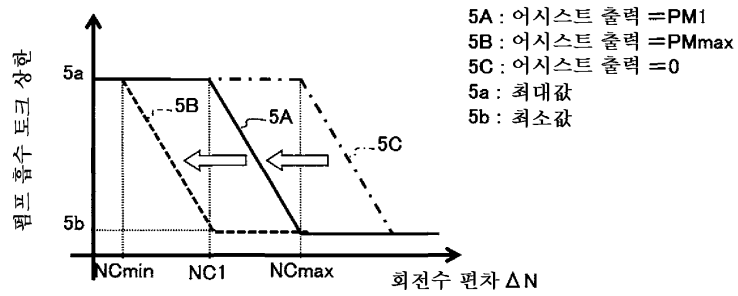
도면5



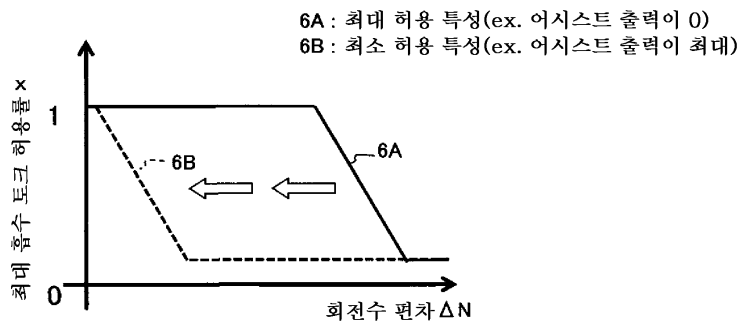
도면6



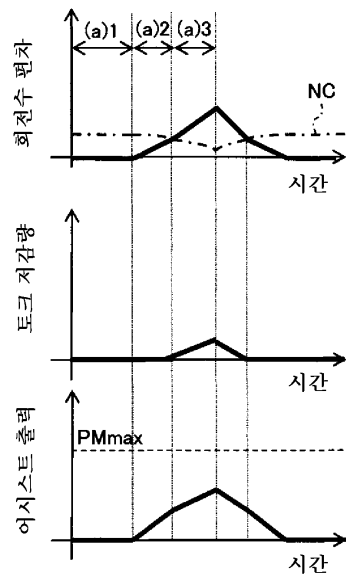
도면7



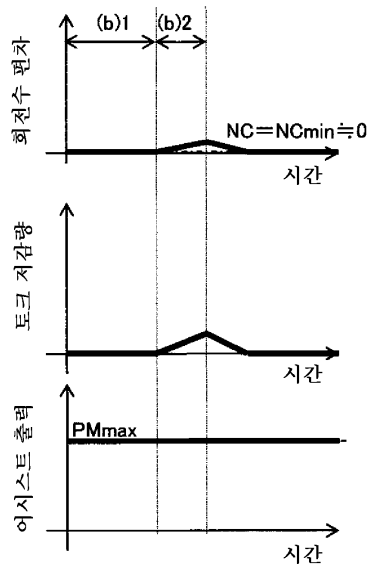
도면8



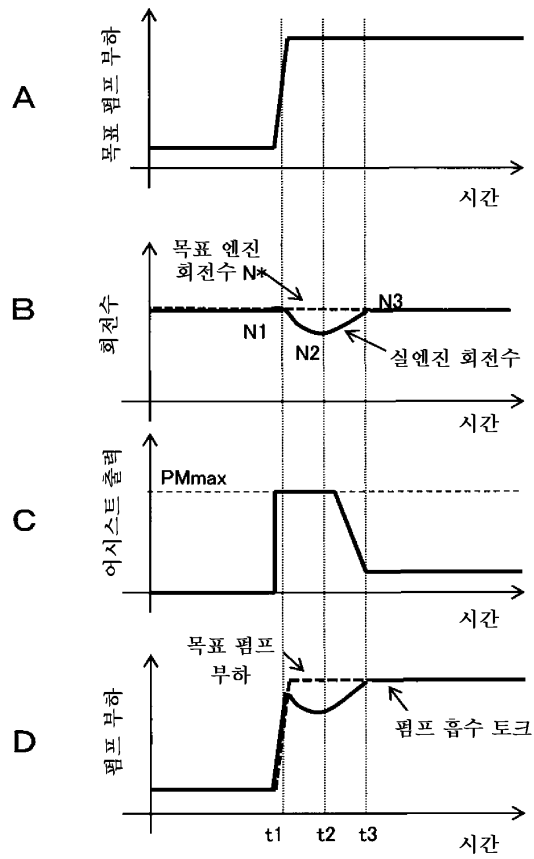
도면9



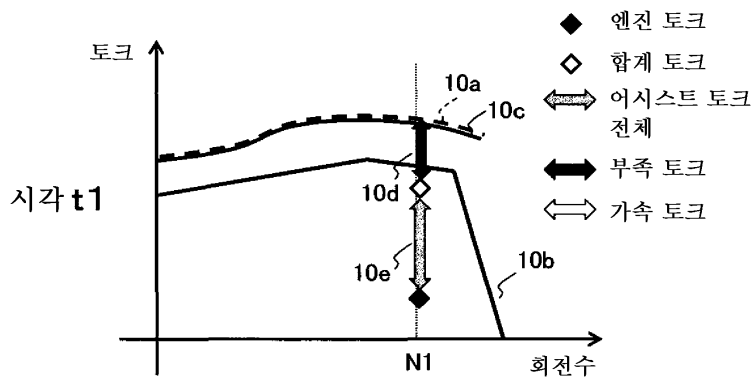
도면10



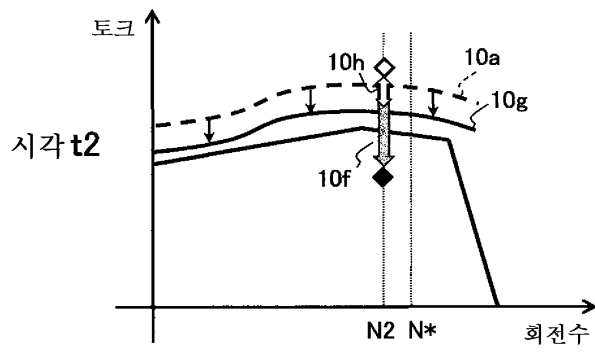
도면11



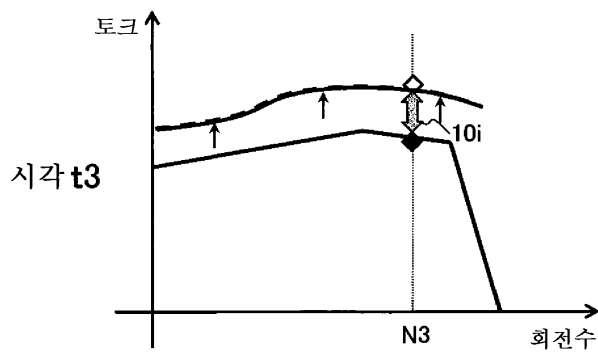
도면12a



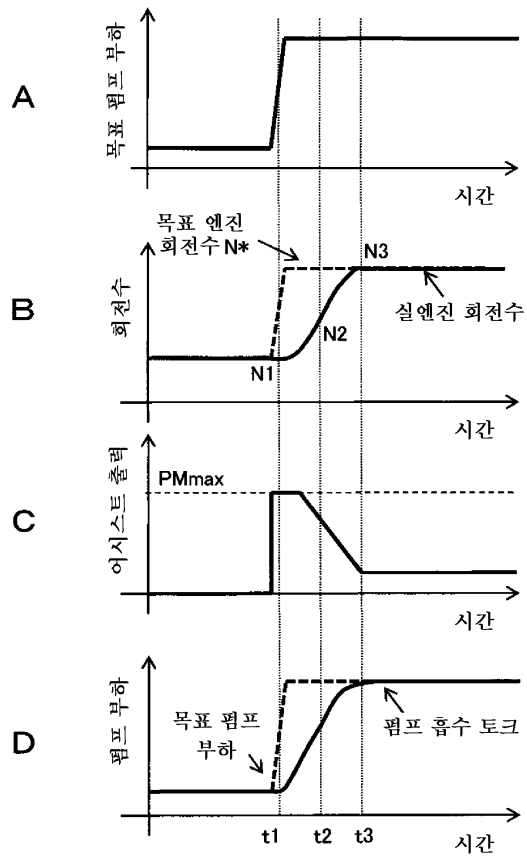
도면12b



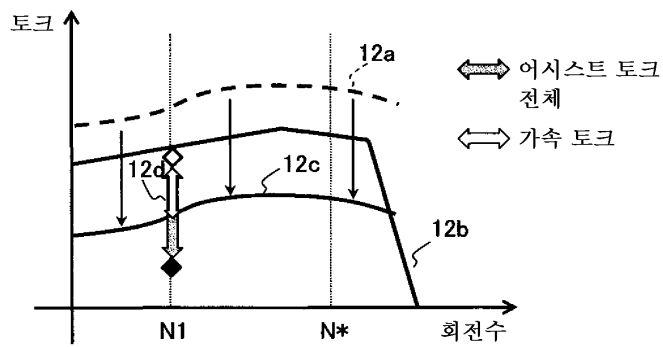
도면12c



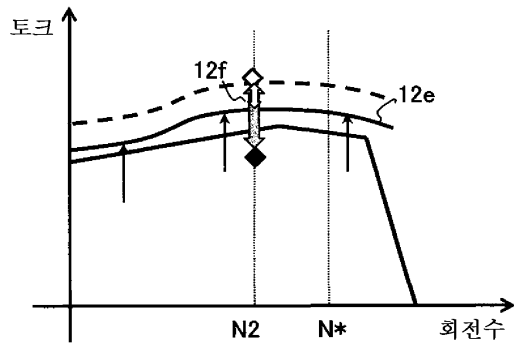
도면13



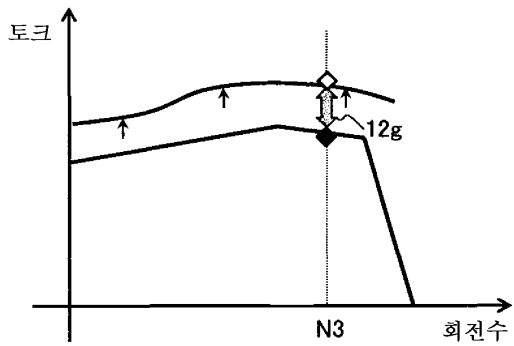
도면14a



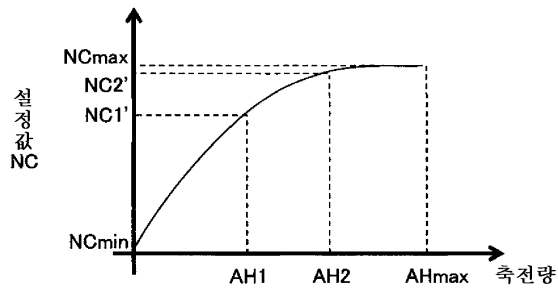
도면14b



도면14c



도면15



도면16

