



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B60L 7/22 (2006.01) B60L 11/14 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월26일 10-0686296 2007년02월15일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0002531 2006년01월10일 2006년01월10일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0106633 2006년10월12일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장      JP-P-2005-00101425      2005년03월31일      일본(JP)

(73) 특허권자      가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼  
                         일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고

(72) 발명자      이즈미 시호  
                         일본 이바라끼켄 히따찌시 미나미꼬오야쵸 1-11-8

                         가네꼬 사토루  
                         일본 이바라끼켄 나카시 히라노 1800-7

                         야마모토 다쯔유키  
                         일본 이바라끼켄 미토시 미가와 2-81-12

                         가쯔하마 겐따  
                         일본 이바라끼켄 히따찌나카시 다비꼬 1477-2

                         모떼기 가즈야  
                         일본 군마켄 오오따시 닛따이찌노꾸라쵸 15

                         미야자끼 히데끼  
                         일본 이바라끼켄 히따찌시 오기쯔쵸 1-30-3

(74) 대리인      주성민  
                         장수길

(56) 선행기술조사문헌 JP08308014 A KR1020030002555 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	KR1020000012189 A KR1020060038441 A
---	--

심사관 : 백진욱

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 모터 구동 장치, 전동 4륜 구동차 및 하이브리드 차량

(57) 요약

본 발명의 과제는 무배터리(batteryless) 시스템인 전동 4륜 구동차나, 발전용 전동기에 교류 발전기를 이용한 구조의 하이브리드 차량에도 적용할 수 있고, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있는 모터 제어 장치 및 이를 구비한 전동 4륜 구동차 및 하이브리드 차량을 제공하는 데 있다.

전동 4륜 구동차(1)는 내연 기관(3)과, 직류 전력을 출력하는 발전기(4)와, 발전기(4)에 의해 출력된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하는 인버터(8)와, 인버터(8)에 의해 제어되고 후륜을 구동하는 교류 모터(6)를 구비하고 있다. 모터 제어기(14)는, 차량으로부터의 요구 토크에 따라서, 인버터(8)나 교류 모터(6)나 발전기(4)를 제어하는 동시에, 교류 모터(6)의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 교류 모터(6)의 손실이 교류 모터(6)의 출력보다 상회하도록 교류 모터(6)의 전류를 제어하고, 교류 모터(6)의 열손실로서 잉여의 전기 에너지를 흡수한다.

대표도

도 1

**특허청구의 범위**

**청구항 1.**

직류 전력을 출력하는 차량 탑재 전원, 상기 차량 탑재 전원으로부터 출력된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 피구동체의 구동용 전동력을 발생하는 교류 모터를 갖는 차량용 전동 구동 장치에 구비되고,

상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장치용 제어 장치이며,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

**청구항 3.**

제2항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 차량 탑재 전원으로부터 상기 인버터에 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

**청구항 4.**

복수의 차륜 중 적어도 하나를 구동하는 내연 기관에 의해서 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기, 상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터를 갖는 복수륜 구동차용 전동 구동 장치에 구비되고,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장치용 제어 장치이며,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 상기 인버터에 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 7.

직류 전력의 충방전이 가능한 축전기, 상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 차량 구동용 전동력을 발생하는 교류 모터를 갖는 전동 차량용 전동 구동 장치에 구비되고,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장치용 제어 장치이며,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 상기 인버터로 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

#### 청구항 10.

차량의 피구동체를 전동력에 의해 구동하는 차량의 전동 구동 장치에 있어서,

직류 전력을 출력하는 차량 탑재 전원과,

상기 차량 탑재 전원에서부터 출력된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와,

상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 전동력을 발생하는 교류 모터와,

상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고,

상기 인버터에는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 차량 탑재 전원에서부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

### 청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

### 청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

### 청구항 13.

복수의 차륜 중 적어도 하나를 내연 기관에 의해 구동하고, 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 전동력에 의해 구동하는 복수륜 구동 차량의 전동 구동 장치에 있어서,

내연 기관에 의해 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기와,

상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와,

상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터와,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고,

상기 인버터에는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

### 청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

**청구항 15.**

제14항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

**청구항 16.**

전동력에 의해 차량을 구동하는 전동 구동 장치에 있어서,

직류 전력의 충전이 가능한 축전기와,

상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와,

상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 전동력을 발생하는 교류 모터와,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고,

상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

**청구항 17.**

제16항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

**청구항 18.**

제17항에 있어서, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치.

**청구항 19.**

복수륜 구동 차량에 있어서,

복수의 차륜 중 적어도 하나를 구동하는 내연 기관과,

상기 내연 기관에 의해 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기와,

상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와,

상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터와,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고,

상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 복수륜 구동 차량.

## 청구항 20.

하이브리드 차량에 있어서,

차량의 구동력을 발생하는 내연 기관과,

차량의 구동력을 발생하는 교류 모터와,

상기 교류 모터의 전원을 구성하는 축전기와,

상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하고, 상기 교류 모터에 공급하여 상기 교류 모터를 구동하는 인버터와,

차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고,

상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 하이브리드 차량.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 모터 구동 장치, 전동 4륜 구동차 및 하이브리드 차량에 관한 것으로, 특히 발전기나 모터를 제어하는 모터 제어 장치 및 이를 구비한 전동 4륜 구동차 및 하이브리드 차량에 관한 것이다.

하이브리드 차량의 제어 장치로서는, 예를 들어 일본 특허 공개 평11-332007호 공보에 기재한 바와 같이, 시리즈형 하이브리드 차량의 예로, 엔진의 출력축과 차량 구동축이 기계적으로 분리된 구성이며, 엔진으로 구동하는 발전 전동기에 의해 발전한 전기 에너지를, 구동용 전동기에 공급하고, 그 출력 토크를 이용하여 차량을 구동하는 것이 알려져 있다.

또한, 일본 특허 공개 평11-332007호 공보에 기재한 바와 같이, 하이브리드 자동차에서는 발전 전력을 일시적으로 보존하거나, 회생시에 발생하는 전력을 축적하거나 할 수 있는 배터리를 구비하는 것이 알려져 있다. 차량 속도를 제어할 때나 차량을 제동할 때에, 감속 제어시의 에너지를 유효하게 활용하는 방책으로서, 구동용 발전기를 회생 동작시켜 제동력을 받

생하고, 이 때에 발생하는 회생 에너지를 배터리에 축적한다. 회생 에너지를 흡수하기 위한 배터리의 충전 상태가 만충전 에 가까운 상태에 있는 경우, 구동용 전동기의 회생만을 계속하면 과충전이 되므로, 발전용 전동기를 역행시켜, 엔진의 회 전 저항을 부하로서 회생 전류를 소비하는 것이 알려져 있다.

또한, 엔진이 발전용 전동기에 접속되어 있는 상태가 아니어도 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있는 제어 방법으로서, 일 본 특허 공개 제2003-134602호 공보에 기재된 바와 같이, 하이브리드 차량에 있어서 배터리가 회생 에너지를 흡수할 수 없는 경우에는, 발전용 전동기에 손실을 부여하도록 발전용 전동기를 제어하고, 잉여의 회생 에너지를 소비하는 것이 알려 져 있다.

[특허 문헌 1]

일본 특허 공개 평11-332007호 공보

[특허 문헌 2]

일본 특허 공개 제2003-134602호 공보

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

여기서, 일본 특허 공개 평11-332007호 공보나 일본 특허 공개 제2003-134602호 공보에 기재된 것은, 구동용 전동기가 회생 운전시에 발생한 회생 에너지를 배터리에 축적하는 동시에, 잉여의 회생 에너지를 소비하기 위해 발전용 전동기를 제 어하고 있다. 그러나, 발전용 전동기에 교류 발전기를 이용한 하이브리드 차량의 경우에는, 일본 특허 공개 평11-332007 호 공보나 일본 특허 공개 제2003-134602호 공보에 기재된 바와 같이 발전기로 잉여의 에너지를 소비하는 것은 불가능 하다. 또한, 배터리를 탑재하고 있지 않은 전동 4륜 구동차에서는, 회생 동작시키는 것 자체도 불가능하다.

본 발명의 목적은, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차나, 발전용 전동기에 교류 발전기를 이용한 구조의 하이브리드 차량 에도 적용할 수 있고, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있는 모터 제어 장치 및 이를 구비한 전동 4륜 구동차 및 하이브리드 차량을 제공하는 데 있다.

### 발명의 구성

(1) 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 직류 전력을 출력하는 차량 탑재 전원, 상기 차량 탑재 전원으로부터 출력된 상 기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 피 구동체의 구동용 전동력을 발생하는 교류 모터를 갖는 차량용 전동 구동 장치에 구비되고, 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장 치용 제어 장치이며, 상기 제어 수단은, 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것 이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(2) 상기 (1)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(3) 상기 (2)에 있어서, 바람직하게는 상기 교류 모터의 무효 전류는, 상기 교류 모터의 손실로서 상기 차량 탑재 전원으 로부터 상기 인버터에 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되도록 한 것이다.

(4) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 복수의 차륜 중 적어도 하나를 구동하는 내연 기관에 의해 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기, 상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터를 갖는 복수륜 구동차용 전동 구동 장치에 구비되고, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버 터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장치용 제어 장치이며, 상 기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(5) 상기 (4)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(6) 상기 (5)에 있어서 바람직하게는, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 상기 인버터에 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되도록 한 것이다.

(7) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 직류 전력의 충방전이 가능한 축전기, 상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터 및 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 차량 구동용 전동력을 발생하는 교류 모터를 갖는 전동 차량용 전동 구동 장치에 구비되고, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 전동 구동 장치용 제어 장치이며, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(8) 상기 (7)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(9) 상기 (8)에 있어서 바람직하게는, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 상기 인버터에 출력되는 잉여 전력을 기초로 하여 결정되도록 한 것을 특징으로 하는 전동 구동 장치용 제어 장치.

(10) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 차량의 피구동체를 전동력에 의해 구동하는 차량의 전동 구동 장치에 있어서, 직류 전력을 출력하는 차량 탑재 전원과, 상기 차량 탑재 전원에서 출력된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와, 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 전동력을 발생하는 교류 모터와, 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고, 상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 차량 탑재 전원에서 잉여 전력이 공급되도록 되어 있도록 한 것이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(11) 상기 (10)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(12) 상기 (11)에 있어서 바람직하게는, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되도록 한 것이다.

(13) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 복수의 차륜 중 적어도 하나를 내연 기관에 의해 구동하고, 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 전동력에 의해 구동하는 복수륜 구동 차량의 전동 구동 장치에 있어서, 내연 기관에 의해 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기와, 상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와, 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터와, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고, 상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.



(14) 상기 (13)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(15) 상기 (14)에 있어서 바람직하게는, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것이다.

(16) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 전동력에 의해 차량을 구동하는 전동 구동 장치에 있어서, 직류 전력의 충방전이 가능한 축전기와, 상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와, 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 전동력을 발생하는 교류 모터와, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고, 상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있도록 한 것이다.

이러한 구성에 의해, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(17) 상기 (16)에 있어서 바람직하게는, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 무효 전류가 증가하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하도록 한 것이다.

(18) 상기 (17)에 있어서 바람직하게는, 상기 교류 모터의 무효 전류는 상기 잉여 전력을 기초로 하여 결정되는 것이다.

(19) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 복수륜 구동 차량에 있어서, 복수의 차륜 중 적어도 하나를 구동하는 내연 기관과, 상기 내연 기관에 의해 구동되고, 직류 전력을 출력하는 발전기와, 상기 발전기로부터 출력된 상기 직류 전력을 직접 받아 그것을 교류 전력으로 변환하는 인버터와, 상기 인버터로부터 출력된 교류 전력에 의해 구동되고, 상기 복수의 차륜의 나머지 중 적어도 하나를 구동하는 교류 모터와, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하여 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고, 상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 발전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것이다.

이러한 구성에 의해, 복수륜 구동 차량에 있어서도, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

(20) 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 하이브리드 차량에 있어서, 차량의 구동력을 발생하는 내연 기관과, 차량의 구동력을 발생하는 교류 모터와, 상기 교류 모터의 전원을 구성하는 축전기와, 상기 축전기로부터 방전된 상기 직류 전력을 받아 그것을 교류 전력으로 변환하여 상기 교류 모터에 공급하여 상기 교류 모터를 구동하는 인버터와, 차량으로부터의 상기 교류 모터에 대한 요구 토크에 따라서, 상기 인버터를 제어하는 상기 교류 모터의 구동을 제어하는 제어 수단을 포함하여 이루어지는 제어 장치를 갖고, 상기 제어 수단은 상기 교류 모터의 출력이 마이너스가 되어 잉여의 전기 에너지가 발생하는 경우, 상기 교류 모터의 손실이 상기 교류 모터의 마이너스의 출력보다도 상회하도록 상기 교류 모터의 전류를 제어하고, 상기 인버터에는 상기 교류 모터의 손실로서 상기 축전기로부터 잉여 전력이 공급되도록 되어 있는 것이다.

이러한 구성에 의해, 하이브리드 차량에 있어서도 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

이하, 도1 내지 도10을 이용하여, 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 및 이것을 구비한 전동 4륜 구동차의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

처음으로, 도1을 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 교류 모터를 이용한 전동 4륜 구동차에 적용한 경우의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

도1은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 교류 모터를 이용한 전동 4륜 구동차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도이다.

전동 4륜 구동차(1)는 엔진(3)과 교류 모터(6)를 구비하고 있다. 엔진(3)의 구동력은 트랜스미션(30)과 차축(13A)을 거쳐서 전륜(2)에 전달되어 전륜(2)을 구동한다. 엔진(3)의 출력은, 엔진 제어 유닛(ECU)(15)으로부터의 지령에 의해 구동되

는 전자 제어 스로틀(11)에 의해 제어된다. 전자 제어 스로틀(11)에는 스로틀 개방도 센서(12)가 설치되어 있어, 전자 제어 스로틀(11)의 스로틀 개방도를 검출한다. 검출된 스로틀 개방도는 ECU(15)에 취입된다. 또한, ECU(15)는 트랜스미션(30)을 제어한다.

교류 모터(6)의 구동력은 클러치(9), 차동 기어(7) 및 차축(13B)을 거쳐서 후륜(5)에 전달되어 후륜(5)을 구동한다. 차동 기어(7)와 클러치(9)가 체결되면, 교류 모터(6)의 회전력이, 차동 기어(7)에 의해 좌우로 분배되고, 차축(13B)에 전달되어 후륜(5)을 구동한다. 클러치(9)가 개방되면, 교류 모터(6)는 후륜(5)으로부터 기계적으로 분리되어, 후륜(5)은 구동력을 노면에 전달하지 않는다.

또한, 도1에 나타난 예에서는, 교류 모터(6)가 클러치(9) 등의 개폐 기구를 거쳐서 접속되는 구성을 예시하고 있지만, 직접 접속되는 구성이라도 좋다. 여기서 교류 모터(6)는, 전동 4륜 구동차로서는 저속으로부터 고속까지 동작점(회전 영역)이 넓다고 하는 성능이 요구된다. 예를 들어, 쌓인 눈이나 진창으로부터 탈출하는 경우에는, 후륜의 토크만으로 발전할 수 있는 것이 중요해져, 저속 영역에서 큰 토크를 출력할 필요가 있다. 또한 중속 주행 영역까지 4륜 구동 주행을 계속하는 경우에는, 모터로서는 매우 고회전으로 할 필요가 있다. 그래서, 통상 하이브리드차의 구동용으로서 사용되는 영구 자석 동기 모터나, 계자 권선형 동기 모터가 유효하다. 계자 권선형 동기 모터는, 고회전 영역에 있어서 계자 전류를 억제함으로써 자속을 작게 하는 것이 가능해, 유기 전압을 억제하여 고회전까지 구동할 수 있게 된다.

또한, 교류 모터(6)에 있어서 소요의 동력을 임의로 제어할 수 있도록 인버터(8)가 설치되어 있어, 발전기(4)로부터 출력된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 교류 모터(6)에 공급한다. 여기서, 인버터(8)의 입력 부분은 파워 소자의 스위칭에 의해 상당한 맥동을 가진 전력이므로, 이를 평활하게 하기 위한 콘덴서(31)가 인버터(8)에 설치되어 있다. 또한, 콘덴서(31)는 인버터(8)에 내장되어 있다.

엔진(3)에는 전용의 발전기(4)가 접속되어 있다. 발전기(4)에서 발전되는 교류 전력은, 다이오드 브릿지(10)에 의해 직류 전력으로 변환된다. 이 직류 전력을 바탕으로 하여 인버터(8)에 의해 교류 전력을 얻고, 교류 모터(6)로부터 동력을 발생시킨다. 이 때, 교류 모터(6)에서 원하는 토크를 발생하기 위해 필요한 전압은, 발전기(4)를 제어함으로써 얻어진다. 따라서, 발전기(4)의 출력에 의해 교류 모터(6)가 구동되게 된다. 여기서, 본 실시예에서 이용하는 발전기(4)는 얼터네이터(alternator) 등의 교류 발전기로, 계자 권선에 흐르게 하는 계자 전류를 제어함으로써 발전 제어가 가능하다. 통상, 이러한 발전기(4)와 다이오드 브릿지(10)를 합쳐 얼터네이터라 한다.

4륜 구동 제어기(32)는, ECU(15)와 CAN 등의 통신 수단으로 접속되어 있고, 차량 정보를 기초로 하여 후륜용 교류 모터(6)로의 토크 지령 등을 계산하는 4륜 구동 시스템으로서의 제어를 행하는 제어기이다. 모터 제어 유닛(14)은, 4륜 구동 제어기(32)로부터 얻어지는 엔진 회전수나 토크 지령이나, 콘덴서(31)의 전압이나, 교류 모터(6)의 회전수나 자극 위치를 기초로 하여 발전기(4)와 인버터(8)와 교류 모터(6)를 제어한다.

다음에, 도2를 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치인 모터 제어기(14)의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

도2는 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치인 모터 제어기의 구성을 나타낸 블록도이다.

도2에 나타난 바와 같이, 모터 제어기 ECU(14)는 교류 모터(6)나 인버터(8)를 제어하는 모터 제어부(16)와, 발전기(4)를 제어하는 발전 제어부(17)로 구성된다. 모터 제어부(16)는 상위의 4륜 구동 제어기(32)로부터 수취한 토크 지령에 따라서 교류 모터(6)를 제어하는 부분이다. 모터 제어부(16)는 로백 판정부(18)와, 전류 지령 연산부(50)와, 콘덴서 전압 지령 연산부(51)를 구비하고 있다. 발전 제어부(17)는 인버터(8)·교류 모터(6)에 입력해야 할 전력을 발전하기 위한, 발전기(4)의 발전 제어를 행하는 부분이다. 발전 제어부(17)는 콘덴서(31)의 양단부의 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )이, 모터 제어부(16)가 출력하는 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ )에 일치하도록, 발전기(4)의 계자 권선의 계자 전압 지령 [ $C1(V_{gf}^*)$ ]을 피드백 제어하는 콘덴서 전압 제어부이며, 또한 전압 피드백 제어부이다. 또한, 모터 제어부(16)와 발전 제어부(17)의 구성과 동작에 대해서는, 도3 내지 도9를 이용하여 상세하게 서술한다.

도2에 나타난 구성의 전동 4륜 구동차에서는, 전력을 흡수하는 배터리가 없으므로, 엔진으로부터 회전이 부여되어 발전기에 의해 출력되는 발전 에너지와 인버터·모터에 입력되는 구동 에너지가 동등해지도록 협조 제어를 행할 필요가 있다. 발전 에너지와 구동 에너지의 밸런스가 무너진 경우, 예를 들어 발전 에너지가 구동 에너지보다도 큰 경우에는, 잉여의 전력이 평활용 콘덴서(31)에 유입되어, DC 버스의 전압이 상승하게 된다. DC 버스의 전압이 허용치를 넘은 경우, 콘덴서(31)나 인버터(8)의 파워 소자를 파괴할 우려가 있다. 또한, 발전 에너지가 구동 에너지보다도 작은 경우에는, 콘덴서(31)에 축적된 미소한 전력이 인버터·모터에 사용되므로 전압이 저하되어, 소요의 토크를 출력할 수 없게 된다. 따라서, 배터리가 없

는 시스템에서는 발전 에너지와 구동 에너지를 균형 좋게 제어하는 것이 중요하다. 또한, 전동 4륜 구동차 뿐만 아니라, 배터리를 갖는 하이브리드 자동차에 있어서도, 배터리의 충전 상태가 만충전에 가까운 경우 등에는 회생이 발생하지 않도록 제어하는 것이 필요하다.

여기서는, 이하 전동 4륜 구동차에 있어서, 차량이 구동 방향과 역방향으로 진행해 버리는 롤백 상태에 있어서의 제어 처리에 대해 설명한다.

다음에, 도3을 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 모터 제어부(16)의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

도3은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치의 내의 모터 제어부의 구성을 나타낸 블록도이다.

도2에 나타낸 바와 같이, 모터 제어부(16)는 롤백 판정부(18)와, AC 모터(6)나 인버터(8)를 제어하기 위한 지령치를 계산하는 전류 지령 연산부(50)와, 콘덴서 전압을 제어하기 위한 지령치를 계산하는 콘덴서 전압 지령 연산부(51)로 이루어진다.

롤백 판정부(18)는 모터 회전수( $\omega_m$ )와 토크 지령( $Tr^*$ )으로부터 차량의 상태를 판정한다. 토크 지령( $Tr^*$ )이 플러스에 대해 모터 회전 속도( $\omega_m$ )가 마이너스, 또는 토크 지령( $Tr^*$ )이 마이너스에 대해 모터 회전 속도( $\omega_m$ )가 플러스가 되는 경우, 모터는 진행 방향과 반대로 회전하고 있어 롤백 상태라 판정된다.

전류 지령 연산부(50)는 전류 지령 연산부(19)와, 전압 지령 연산부(20)와, 3상 전압 지령 연산부(21)와, PWM/직사각형파 신호 처리부(22)를 구비하고 있다. 전류 지령 연산부(19)는 토크 지령( $Tr^*$ )과 모터 회전 속도( $\omega_m$ )를 기초로 하여, 동기 모터에 대한 d축 전류 지령( $Id^*$ ), q축 전류 지령( $Iq^*$ ), 계자 전류 지령( $Imf^*$ )을 산출한다. 예를 들어, 토크 지령( $Tr^*$ )과 모터 회전수( $\omega_m$ )의 각 동작점에 대한 d축 전류( $Id$ )의 테이블과, q축 전류( $Iq$ )의 테이블을, 통상시와 롤백시 각각에서 내부에 보유 지지해 두고, 각 동작점에 따라서  $Id^*$ ,  $Iq^*$  지령치를 결정한다. 통상시와 롤백시의 전환은, 롤백 판정부(18)로부터의 판정 결과에 따라서 이루어진다.

여기서, 도4를 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 모터 제어부(16)의 제어 동작에 대해 설명한다.

도4는 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 모터 제어부의 동작을 나타낸 흐름도이다.

우선, 단계 s101에 있어서, 모터 제어부(16)는 모터 회전수( $\omega_m$ )를 입력한다. 또한, 단계 s102에 있어서, 모터 제어부(16)는 토크 지령( $Tr^*$ )을 입력한다.

다음에, 단계 s103에 있어서, 롤백 판정부(18)는 모터 회전수( $\omega_m$ )와 토크 지령( $Tr^*$ )으로부터 차량의 상태를 판정한다. 여기서, 롤백 판정부(18)는 토크 지령( $Tr^*$ )과 모터 회전 속도( $\omega_m$ )가 다른 부호인 경우, 롤백 상태라 판정한다.

단계 s103에 있어서, 롤백이라 판정되지 않는 경우에는, 단계 s104로 진행하고, 전류 지령 연산부(19)는 통상의 모터 및 얼터네이터의 제어를 개시하는 전류 지령치( $Id^*$ ,  $Iq^*$ ,  $Imf^*$ )를 산출하여, 전압 지령 연산부(20)로 진행한다.

한편, 단계 s103에 있어서 롤백이라 판정된 경우에는, 단계 s105로 진행한다. 롤백시에는 모터의 출력이 마이너스가 되므로, 모터에 의한 발전이 일어나 회생된다. 그래서, 롤백이라 판정된 경우에는, 회생 동작을 방지하는 통상시와는 다른 제어를 행할 필요가 있다. 우선, 단계 s105에 있어서, 전류 지령 연산부(19)는 롤백용 N-T 특성의 범위 내인지 여부를 판정한다.

여기서, 도5를 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치에 있어서의 롤백용 N-T 특성에 대해 설명한다.

도5는 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치에 있어서의 롤백용 N-T 특성의 설명도이다.

도5는 모터 주파수(Hz)에 대한 토크(Nm)의 특성의 일예를 나타내고 있고, 해칭한 부분이 롤백의 동작 범위에 상당한다. 도5와 같은 모터 특성에 있어서, 동작점, 즉 토크 지령( $Tr^*$ )과 모터 회전 속도( $\omega_m$ )(모터 주파수)가 롤백 범위 밖인 경우 단계 s106으로 진행하고, 4륜 구동 제어기(32)는 4륜 구동을 정지한다.

단계 s105에 있어서, 동작점이 롤백의 동작 범위 내라고 판정된 경우 단계 s107로 진행하고, 엔진 회전수[얼터네이터 회전수( $\omega_g$ )]를 고려하여 발전기(4)의 출력(손실 잉여분)을 결정한다. 구체적으로는, 엔진으로부터 파워를 어느 정도 취하면

좋을지 결정할 때에, 회전수에 따라 다른 특성을 가진 발전기[알터네이터(4)]의 가장 효율이 좋은 동작점에서 하기를 충족시키도록 발전기(4)의 출력을 결정한다. 룰백시에는, 모터 손실이 모터 출력보다도 커지도록 발전기(4)의 출력을 하기와 같은 방법으로 정한다. 여기서, 모터의 전류 실행치를 I, 권선 저항을 R이라 하면, 모터 손실은  $(I^2) \times R \times 3$ 으로 표시된다. 또한, 모터 속도를  $\omega_m$ , 모터 토크를  $T_m$ 이라 하면, 모터 출력은  $(\omega_m \times T_m)$ 이라 표시된다. 여기서, 모터 전류 실행치(I)는 d축 전류( $I_d$ )와 q축 전류( $I_q$ )를 이용하면 이하의 식 (1)로 표시된다.

$$I = [\sqrt{(I_d^2 + I_q^2)}] / \sqrt{3} \dots (1)$$

여기서, 룰백시에 있어서의 에너지 상태에 대해 설명한다. 모터 손실에 대해 모터의 출력이 상회하는 경우, 그 차분의 전기 에너지가 회생 에너지가 된다. 이는 통상의 하이브리드 시스템에서 이용되는 회생 방식에 상당한다. 본 실시예와 같이, 배터리가 없는 시스템에서는, 약간의 콘덴서의 용량분밖에 전기 에너지를 흡수할 수 없다. 그래서, 전력의 출입이 없는, 전기 에너지가 0이 되는 상태, 즉 모터 손실과 모터 출력의 크기가 동등해지는 것이 바람직하다. 그러나, 엔진 회전 등 외란의 영향이 있는 동안, 모터 손실과 모터 출력의 크기를 완전히 일치시키도록 제어하는 것은 매우 곤란하다. 그래서, 본 실시예에서는 토크 지령으로부터 q축 전류 지령치( $I_q^*$ )를 결정할 때에, 모터 손실  $((I^2) \times R \times 3)$ 이 모터 출력  $(|\omega_m \times T_m|)$ 보다도 커지도록 발전기(4)의 출력(잉여 손실분)을 정하고, 그에 수반하여 d축 전류 지령치( $I_d^*$ )를 결정한다. 여기서, 각 엔진 회전수에 있어서의 룰백의 동작점에 대해, 미리  $I_d$ ,  $I_q$  테이블을 작성해 두고, d축 전류 지령( $I_d^*$ ), q축 전류 지령( $I_q^*$ ), 계자 전류 지령( $I_{mf}^*$ )을 산출하도록 하고 있다. 계자 전류 지령( $I_{mf}^*$ )은 차량의 주행 성능과 모터 효율을 고려하여 결정한다. 이 때, 발전기(4)의 출력( $P_g$ )은 이하의 식 (2)로 표시되어,  $P_g > 0$ 을 충족시키도록 결정한다. 이 조건을 충족시킨 후에, 발전기로부터 취하는 파워가 예를 들어 250 [W]가 되도록  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ,  $I_{mf}^*$ 을 정해 둔다.

$$P_g = ((I^2) \times R \times 3) - |\omega_m \times T_m| \dots (2)$$

이 결과, 발전기(4)의 출력( $P_g$ )에 상응하는 잉여의 전기 에너지를 교류 모터(6)의 발열로서 소비시키게 된다. 그래서, 상기한  $I_d$ ,  $I_q$  테이블은 이 잉여 에너지를 무효분 전류로서 흘리는  $I_d$ ,  $I_q$ 로서 설정해 둔다. 구체적으로는, 무효분 전류라 함은 AC 모터(6)의 자속 방향으로 흘리는 전류이다. 잉여 에너지를 결정하면 단계 s108로 진행하고, 결정된 전류 지령치에 대해 모터 제어 및 발전 제어를 개시하기 위해 전압 지령 연산부(20)로 진행한다.

도3에 있어서, 전압 지령 연산부(20)는 전류 지령 연산부(19)에 의해 산출된 d축 전류 지령( $I_d^*$ ), q축 전류 지령( $I_q^*$ )으로부터 d축 전압 지령( $V_d^*$ ), q축 전압 지령( $V_q^*$ )을 산출한다. 3상 전압 지령 연산부(21)는 전압 지령 연산부(20)에 의해 산출된 d축 전압 지령( $V_d^*$ ), q축 전압 지령( $V_q^*$ )에 대해 교류 모터(6)에 구비되어 있는 자극 위치 센서에 의해 검출된 자극 위치( $\theta$ )를 이용하여, 교류 모터(6)에 대한 교류 전압 지령( $V_u^*$ ,  $V_v^*$ ,  $V_w^*$ )을 산출한다. PWM/직사각형과 신호 처리부(22)는, 3상 전압 지령 연산부(21)에 의해 산출된 교류 전압 지령( $V_u^*$ ,  $V_v^*$ ,  $V_w^*$ )을 기초로 하여, 인버터(8)를 PWM 제어 또는 직사각형과 제어하기 위해, 인버터 내부의 스위칭 소자의 구동 신호를 생성하여 인버터(8)에 출력한다.

다음에, 콘덴서 전압 지령 연산부(51)는 콘덴서(31)의 전압 지령치를 산출하는 부분이며, DC 전압( $V_{dc1}$ ) 연산부(23)와 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)로 이루어진다.

DC 전압( $V_{dc1}$ ) 연산부(23)는 전압 지령 연산부(20)가 산출한 d축 전압 지령( $V_d^*$ ), q축 전압 지령( $V_q^*$ )을 기초로 하여 발전기(4)의 출력 전압, 즉 콘덴서의 양단부 전압( $V_{dc1}$ )을 이하와 같이 산출한다. 우선, 교류 모터(6)의 상전압(V)이, 이하의 식 (3)에 의해 산출된다.

$$V = (\sqrt{(V_d^*^2 + V_q^*^2)}) / \sqrt{3} \dots (3)$$

또한, DC 전압( $V_{dc1}$ ) 연산부(23)는 교류 모터(6)의 상전압(V)으로부터 DC 전압 지령치( $V_{dc1}$ )를, PWM 제어인 경우에는 이하의 식 (4)를 기초로 하여,

$$V_{dc1} = (2\sqrt{2}) \cdot V \dots (4)$$

또한, 직사각형과 제어인 경우에는 이하의 식 (5)를 기초로 하여,

$$V_{dc1} = ((2\sqrt{2}) \cdot V) / 1.27 \dots (5)$$

로 산출한다.

다음에, 도6을 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)의 동작에 대해 설명한다.

도6은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부의 동작을 나타낸 흐름도이다.

단계 s120에 있어서, 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는 엔진(3)의 회전수( $\omega_g$ )에 있어서의 발전기(4)의 출력 전압이  $V_{dc1}$ 이 되는 동작점을 추출한다. 여기서, 엔진(3)과 발전기(4) 사이에는 감속 기구가 구비되어 있고, 감속비를 예를 들어 2.5라 하면, 엔진 회전수( $\omega_g$ ) = 600 rpm은 발전기 회전수( $\omega_g'$ ) = 1500 rpm에 상당한다.

여기서, 도7을 이용하여 발전기(4)의 특성[회전수( $\omega_g'$ )에서의 특성]에 대해 설명한다.

도7은 발전기 특성의 설명도이다.

예를 들어, 도7에 나타낸 바와 같은 발전기(4)의 특성[회전수( $\omega_g'$ )에서의 특성]으로부터, 엔진 회전수가  $\omega_g$ (발전기 회전수가  $\omega_g'$ )인 경우에, 발전기(4)의 출력 전압이  $V_{dc1}$ 이 되는 동작점, 즉 발전기(4)의 출력 전류( $I_{dc1}$ )를 추출한다.

다음에, 도6의 단계 s121에 있어서, 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는, 검출한 동작점, 즉 발전기(4)의 출력 전압이  $V_{dc1}$ , 출력 전류가  $I_{dc1}$ 로 교류 모터(6)를 구동한 경우에, 모터 토크가 요구 파워( $P_m$ ) [= 모터 회전수( $\omega_m$ ) × 토크 지령치( $T_r^*$ )]를 충족시키는지 여부를 판정한다.

발전기(4)의 동작점이 요구 파워를 충족시키는 경우에는 단계 s122로 진행하고, 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는, DC 전압 지령치( $V_{dc1}$ )에 대해 교류 모터(6)와 발전기(4)가 가장 효율적으로 동작하는 전압 지령치( $V_{dc2}$ )를 재계산한다. 다음에, 단계 s123에 있어서, 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는 이 전압 지령치( $V_{dc2}$ )를 전압 지령치( $V_{dc}^*$ )로서 도2의 발전 제어부(17)에 출력한다.

또한, 단계 s121의 판정에 있어서, 발전기(4)의 동작점이 요구 파워를 충족시키지 않는 경우에는, 단계 s124에 있어서 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는 필요한 파워를 취하는 범위에서, 전압 지령치( $V_{dc3}$ )와 토크 지령치( $T_r^*$ )를 재계산한다. 다음에, 단계 s125에 있어서, 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부(24)는, 이 전압 지령치( $V_{dc3}$ )를 전압 지령치( $V_{dc}^*$ )로서 도2의 발전 제어부(17)에 출력한다.

다음에, 도8 및 도9를 이용하여, 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치에 있어서의 발전기(4)의 발전 제어 방법에 대해 설명한다. 여기서는, 일례로서 DC 버스 전압을 피드백하는 제어 방식에 대해 설명한다.

도8은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 발전 제어부(17)의 구성을 나타내는 블록도이다. 도9는 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치 내의 발전 제어부의 동작을 나타낸 흐름도이다.

도8에 도시한 바와 같이, 발전 제어부(17)는 차 연산 수단(27)과, 전압 피드백 제어부(25)와, 듀티( $C1$ ) 연산부(26)를 구비하고 있다.

도9의 단계 s111에 있어서, 차 연산 수단(27)은 모터 제어부(16)가 출력하는 콘덴서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ )와, 콘덴서의 양단부 전압인 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )으로부터 편차( $\Delta V_{dc}$ )를 산출한다.

다음에, 단계 s112에 있어서 전압 피드백 제어부(25)는 단계 s111에서 구해진 편차( $\Delta V_{dc}$ )에 대해, 비례 적분(PI) 연산을 행하여 계자 전압 지령( $V_{gf}^*$ )을 출력한다. 또한, 제어는 PI 제어로 하고 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 피드백 제어계만으로는 응답에 문제가 있는 경우, 피드 포워드 보상을 넣어도 된다.

다음에, 단계 s113에 있어서, 듀티( $C1$ ) 연산부(26)는 전압 피드백 제어부(25)가 출력하는 계자 전압 지령( $V_{gf}^*$ )으로부터, 듀티 [ $C1(V_{gf}^*)$ ]를  $V_{gf}^*/V_{dc}$ 로서 구한다. 듀티( $C1$ ) 연산부(26)에서 산출된 듀티 [ $C1(V_{gf}^*)$ ] 신호는 발전기(4)의 계자 권선에 공급되고, 콘덴서(31)의 양단부 전압인 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )이 콘덴서 전압치 지령치( $V_{dc}^*$ )에 일치하도록 피드백 제어된다.

이와 같이, 전압 지령( $V_{dc}^*$ )에 대해 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )을 안정적으로 제어할 수 있으면, 발전기(4)와 모터·인버터 사이에서 파워의 협조 제어를 행할 수 있게 된다. 여기서, 전압 지령( $V_{dc}^*$ )은 교류 모터(6)의 동작점(모터 회전수, 모터 토크)에 따라서 결정된다.

다음에, 도10을 이용하여 본 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를 이용한 전동 4륜 구동차(1)의 제어 동작에 대해 설명한다. 여기서는, 롤백시에 있어서의 제어 동작에 대해 설명한다.

도10은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를 이용한 전동 4륜 구동차(1)의 제어 동작을 나타낸 타이밍 차트이다. 도10의 (a)는 모터 토크( $T_m$ )를 나타내고, 도10의 (b)는 모터 회전 속도( $\omega_m$ )를 나타내고, 도10의 (c)는 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )을 나타내고 있다. 각각 횡축은 시간(초)이다.

도10의 (a) 및 도10의 (b)에 나타낸 바와 같이, 롤백시에 있어서 모터 토크는 플러스인 데 반해, 모터 회전 속도는 마이너스로 되어 있다. 상술한 바와 같이, 발전기(4)의 출력은 모터 손실( $I^2 \times R \times 3$ )이 모터 출력( $|\omega_m \times T_m|$ )보다도 커지도록 정할 때, 롤백시에 필요해지는 잉여 에너지는 손실로서 소비되기 때문에, 본래라면 손실을 가능한 한 줄이도록 최저 필요한 값으로서 결정해야 한다. 그러나, 발전기(4)의 출력이 롤백시에 있어서, 최저 필요한 전력밖에 출력하고 있지 않은 경우, 롤백이 종료하여 통상의 동작이 되었을 때에, 토크를 내기 위한 충분한 전력이 부족해진다. 그래서 롤백시에 있어서는, 미리 필요 최저한의 전력보다도 많이 내 줌으로써 대처한다. 이에 의해, 롤백으로부터 부활하여, 통상의 역행으로 복귀한 경우에도, 필요한 토크를 낼 수 있게 된다. 이와 같이 하여 계산된 전력( $P_g$ )이 교류 모터(6)에 손실 전력이 입력되고, 도10의 (c)와 같이 롤백시 및 롤백 종료시에도 콘덴서 전압( $V_{dc}$ )을 안정적으로 제어할 수 있다.

또한, 도10의 (b)에 있어서 롤백이 종료할 때에, 모터의 회전 속도가 마이너스로부터 플러스로 변화되어 통상의 역행 동작이 된다. 그러나, 그 후 잠시 동안은 맥동으로 인해 도10의 (b)와 같이 순간적으로 모터 회전 속도가 플러스로부터 마이너스로 복귀되는 경우가 있다. 그래서, 롤백 상태에서부터 역행 상태로 복귀되었을 때, 도10의 (b)의 모터 회전 속도의 맥동( $\omega_a (< 0)$ )을 검지하고,  $|\omega_a| < \omega_a X$ 가 되는 경우에는 롤백 판정부(18)에 있어서 롤백이라 재인식하지 않도록 한다. 예를 들어  $\omega_a X = 50$  [rpm]이라 설정한다. 따라서, 도4의 단계 s103에 있어서, 롤백 종료시에 있어서 상기한 바와 같이 모터 회전 속도가  $|\omega_a| < \omega_a X$ 를 충족시키는 경우에는 단계 s104로 진행한다.

이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 의해 배터리가 없는 전동 4륜 구동차에 있어서, 잉여의 전기 에너지가 발생된 경우에도, 회생을 억제하여 콘덴서(31)나 인버터(8)의 파워 소자를 파괴하는 일 없이 소요의 토크를 낼 수 있다. 또한, 교류 모터로서 계자 권선형 동기 모터를 사용한 경우에 있어서도, 계자 전류를 제어하면서 토크 제어와 발전 제어를 효율적으로 실현할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에 의한 제어는 롤백시뿐만 아니라, 시프트 변경시나 진창을 탈출할 때 등, 엔진 회전이나 토크의 변동에 의해 시스템의 전기 에너지가 변동할 때에도 유효하다.

다음에, 도11을 이용하여 본 발명의 다른 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 교류 모터와 교류 발전기를 이용한 간이한 하이브리드차에 적용한 경우의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

도11은 본 발명의 일 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 교류 모터와 교류 발전기(알터네이터)를 이용한 간이한 하이브리드차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도이다. 또한, 도1과 동일 부호는 동일 부분을 나타내고 있다.

도1에 나타낸 전동 4륜 구동차(1)는 배터리가 없는 시스템으로, 인버터(8)에 내장된 콘덴서(31)에 축적되는 미소한 전력을 제어할 필요가 있었다. 그에 반해, 본 실시 형태에서는 도11에 나타낸 바와 같이 배터리(200)를 탑재함으로써, 발전기(4)에서 발전되는 전력은 배터리(200)에 축적할 수 있다. 그래서, 배터리(200)는 발전기(4)에서 발전한 전력을 일시적으로 저장하거나, 회생하는 전력을 축적하거나 하는 것이 가능하다. 전술한 바와 같은 차량의 롤백 상태에 있어서는, 회생 전력을 배터리(200)에 축적한다.

이 때, 모터 제어기(14A)는 배터리(200)의 충전 상태를 감시하고 있고, 교류 모터(6)의 회생 에너지를 배터리(200)가 완전히 회수하지 않았다고 판단한 경우에는, 회생을 발생시키지 않도록 제어한다. 즉, 전술한 바와 같이 회생이 곤란한 경우에 있어서는, 교류 모터에서 잉여의 회생 에너지를 소비시키도록 하면 좋다. 따라서, 기본적으로는 모터 출력 = 모터 손실이 되고, 이 경우에는 식 (2)에 있어서  $P_g = 0$ 이 된다. 그러나, 도1에 나타낸 전동 4륜 구동차(1)와 같이, 배터리(200)가 조금도 회생 전력을 축적하지 않는 상황에 있는 경우에는, 역시 엔진 회전수( $\omega_g$ )를 고려하여, 모터 손실이 모터 출력보다도 커지도록 발전기(4)의 출력(잉여 손실분)을 정한다. 이 결과, 배터리(200)에 회수할 수 없는 잉여의 전기 에너지를 교류 모터(6)의 발열로서 소비시킬 수 있다. 이와 같이, 본 실시 형태는 발전용 전동기에 교류 발전기를 이용한 구조의 하이브리드 차량에도 적용할 수 있고, 잉여의 회생 에너지를 소비할 때에 유효하다.

다음에, 도12를 이용하여 본 발명의 다른 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 발전용 전동기에 모터 제너레이터(4B)를 이용한 하이브리드차에 적용한 경우의 구성 및 동작에 대해 설명한다.

도12는 본 발명의 다른 실시 형태에 의한 모터 제어 장치를, 발전용 전동기에 모터 제너레이터(4B)를 이용한 하이브리드차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도이다. 또한, 도1과 동일 부호는 동일 부분을 나타내고 있다.

모터 제너레이터(4B)는 얼터네이터와 달리, 발전 기능과 구동 기능의 양방을 구비하고 있다. 그로 인해, 인버터 등의 전력 변환 장치(10B)를 구비하고 있다. 또한, 도1과 동일 부호는 동일 부분을 나타내고 있다. 이러한 구조의 하이브리드차의 경우도 마찬가지로, 전술한 차량의 롤백 상태에 있어서는 회생 전력을 배터리(200)에 축적한다. 이 때, 모터 제어기(14A)는 배터리(200)의 충전 상태를 감시하고 있어, 교류 모터(6)의 회생 에너지를 배터리(200)가 완전히 회수하지 않았다고 판단한 경우에는 회생을 발생시키지 않도록 제어한다. 즉, 전술한 바와 같이, 회생이 곤란한 경우에 있어서는, 교류 모터로 잉여의 회생 에너지를 소비시키도록 하면 좋다. 따라서, 기본적으로는 모터 출력 = 모터 손실이 되어, 이 경우에는 식 (2)에 있어서  $P_g = 0$ 이 된다.

또한, 배터리(200)의 충전시에 있어서 상기한 바와 같이 배터리(200)가 만충전이나 그에 가까운 상태가 아닌 경우에도, 순간적으로 대전류가 유입되는 경우에는, 배터리(200)가 만충전이라 판단하는 경우도 있다. 그러한 경우에 있어서는, 본 실시 형태를 적용할 수 있다. 예를 들어, 미끄러지기 쉬운 언덕 발진시나 쌓인 눈이나 진창으로부터 탈출할 때 등에, 진행 방향으로 진행하고자 해도 미끄러져 진행할 수 없는 상태에 있어서 드라이버는 액셀을 답입하고, 그 결과 엔진 회전수나 토크 지령은 커진다. 이러한 경우에도 회생 전력으로서 잉여의 에너지가 생겨, 회생된 전력이 배터리에 충전될 때의 전류가 비교적 크기 때문에, 배터리(200)로의 충전을 할 수 없다고 판단될 가능성이 있다. 그래서, 배터리(200)에 충전하는 경우에 회생 전력의 전부를 충전하지 않고, 일부는 교류 모터(6)의 발열로서 소비시키면서 충전을 행함으로써 배터리(200)에 효율적으로 충방전하는 제어가 가능해진다.

### 발명의 효과

본 발명에 따르면, 무배터리 시스템인 전동 4륜 구동차나, 발전용 전동기에 교류 발전기를 이용한 구조의 하이브리드 차량에 있어서는, 잉여의 회생 에너지를 소비할 수 있게 된다.

### 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치를, 교류 모터를 이용한 전동 4륜 구동차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도.

도2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치인 모터 제어기의 구성을 나타낸 블록도.

도3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치 내의 모터 제어부의 구성을 나타낸 블록도.

도4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치 내의 모터 제어부의 동작을 나타낸 흐름도.

도5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치에 있어서의 롤백용 N-T 특성의 설명도.

도6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치 내의 콘텐서 전압 지령치( $V_{dc}^*$ ) 연산부의 동작을 나타낸 흐름도.

도7은 발전기 특성의 설명도.

도8은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치 내의 발전 제어부(17)의 구성을 나타낸 블록도.

도9는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치 내의 발전 제어부의 동작을 나타낸 흐름도.

도10은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치를 이용한 전동 4륜 구동차(1)의 제어 동작을 나타낸 타이밍 차트.

도11은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치를, 교류 모터와 교류 발전기를 이용한 간이한 하이브리드차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도.

도12는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모터 제어 장치를, 교류 모터와 모터 제너레이터를 이용한 하이브리드차에 적용한 경우의 전체 구성을 나타낸 시스템 블록도.

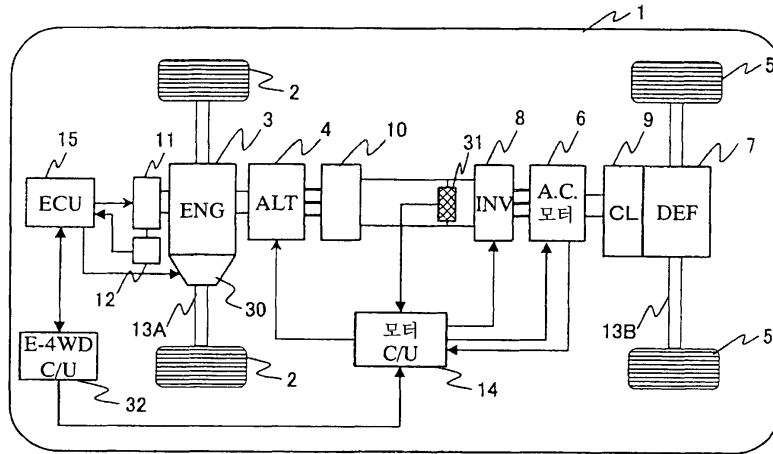
<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 1 : 전동 4륜 구동차
- 2 : 전륜
- 3 : 엔진
- 4 : 발전기
- 5 : 후륜
- 6 : 교류 모터
- 7 : 차동 기어
- 8 : 인버터
- 9 : 클러치
- 10 : 다이오드 브릿지
- 10B : 전력 변환 장치
- 11 : 전자 제어 스로틀
- 12 : 스로틀 개방도 센서
- 13 : 차축
- 14 : 모터 제어기
- 15 : 엔진 제어 유닛
- 31 : 평활용 콘덴서
- 32 : E-4WD용 제어기
- 200 : 배터리

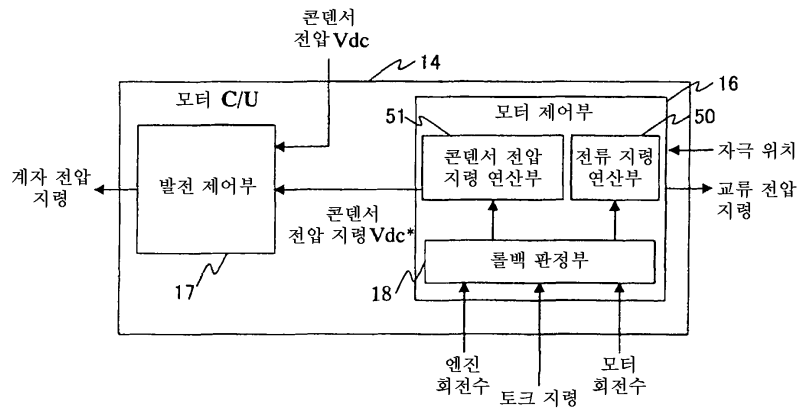
도면



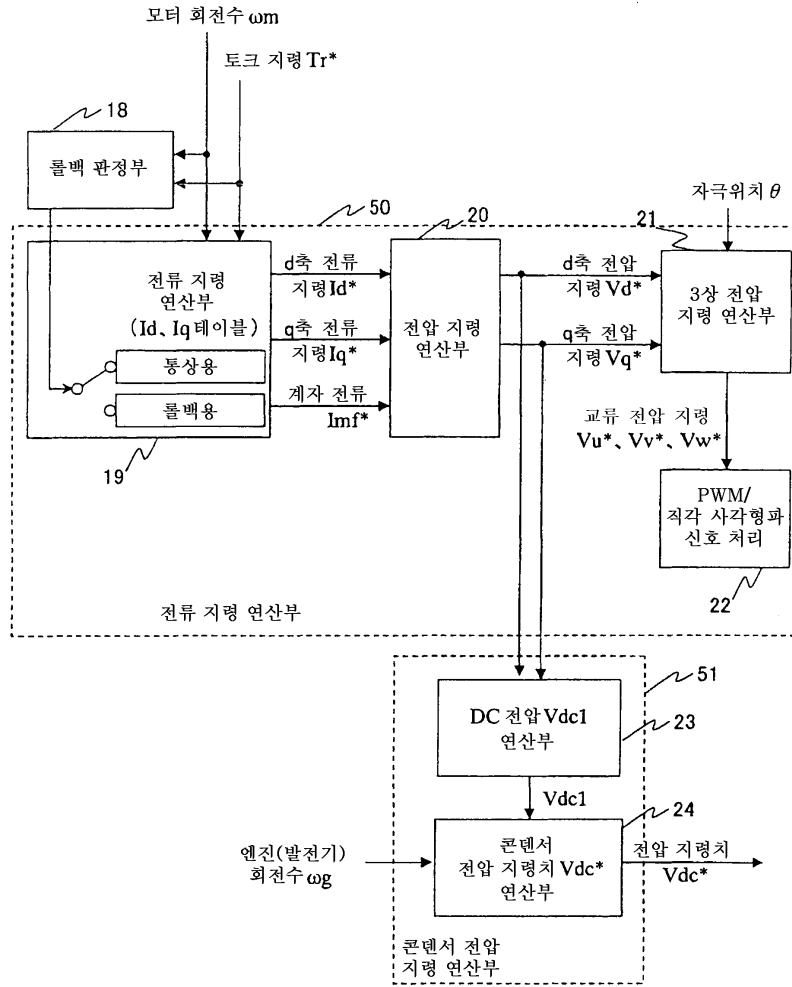
도면1



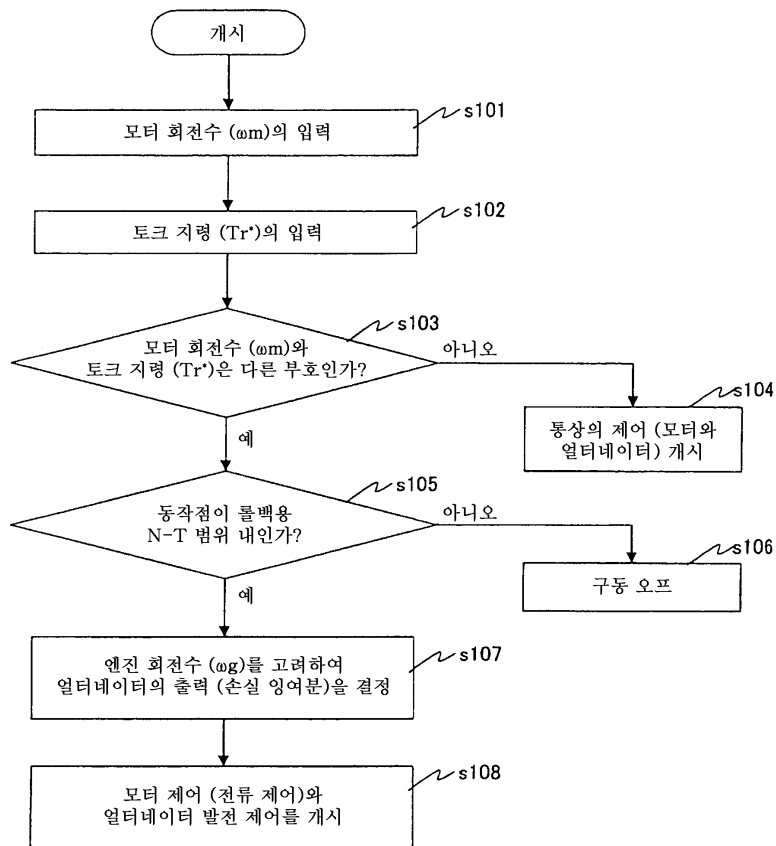
도면2



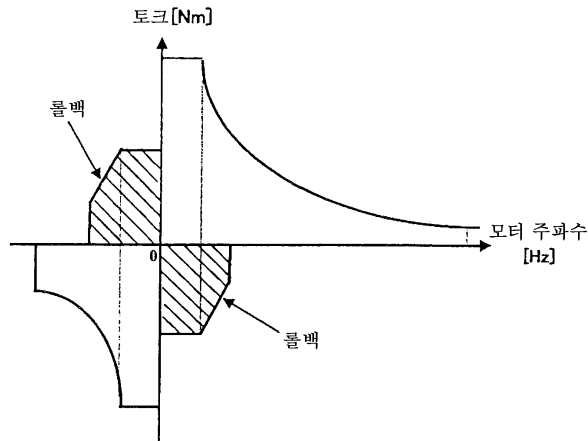
도면3



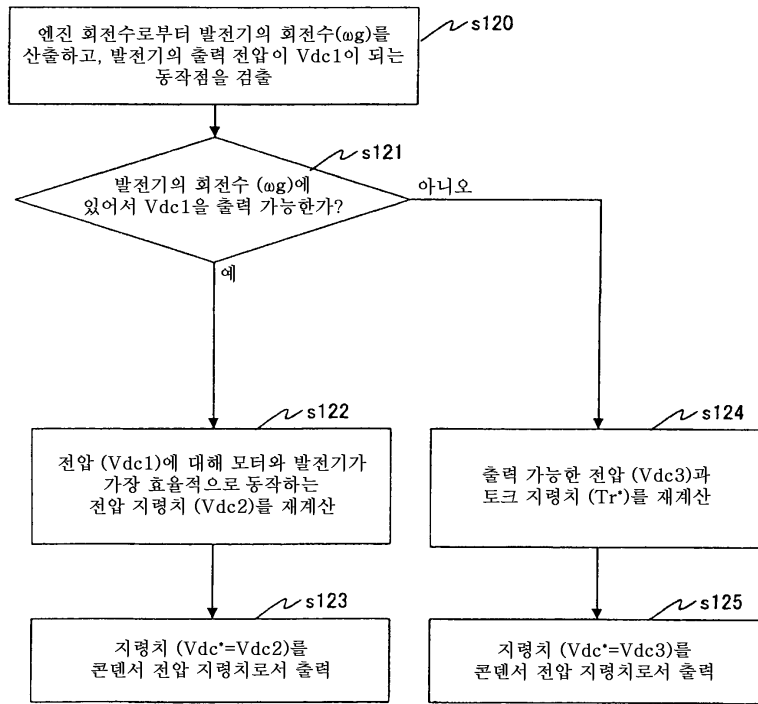
도면4



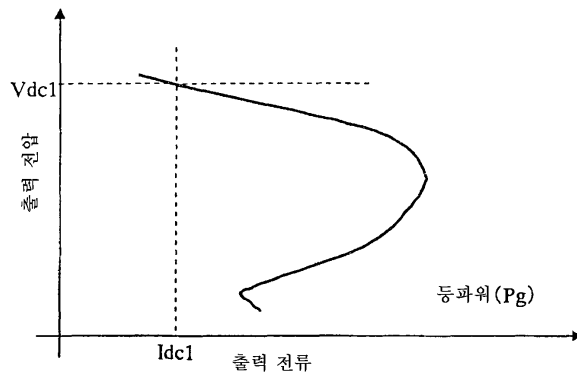
도면5



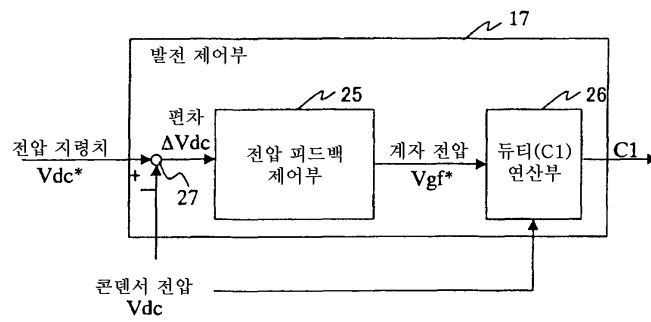
도면6



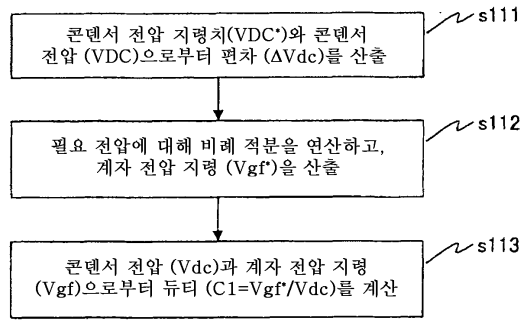
도면7



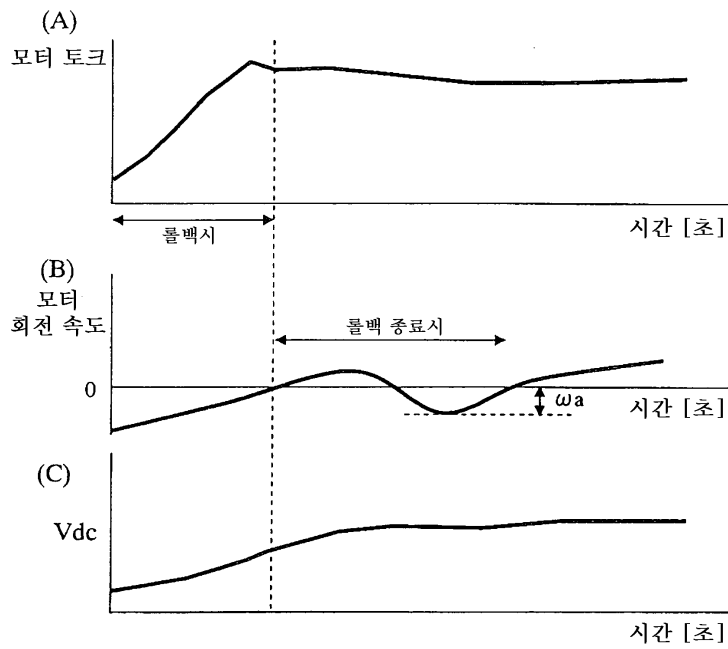
도면8



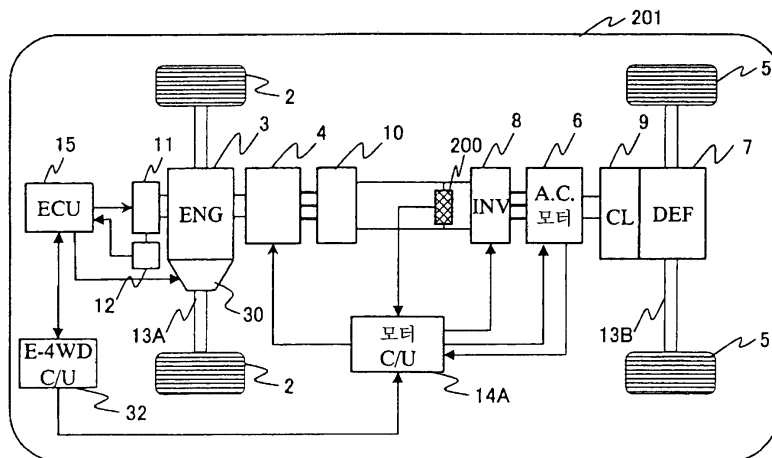
도면9



도면10



도면11



도면12

