



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0140355
(43) 공개일자 2017년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 15/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60L 15/20 (2013.01)
B60L 2240/421 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7034197
(22) 출원일자(국제) 2015년05월26일
심사청구일자 2017년11월27일
(85) 번역문제출일자 2017년11월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/065144
(87) 국제공개번호 WO 2016/189670
국제공개일자 2016년12월01일

(71) 출원인
닛산 지도우샤 가부시키키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 가나가와꾸 다까라초 2반지
(72) 발명자
사와다 아키라
일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아 오야마 1-1 닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 지테크 자이산부 내
이토오 겐
일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아 오야마 1-1 닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 지테크 자이산부 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 김명곤, 이성훈

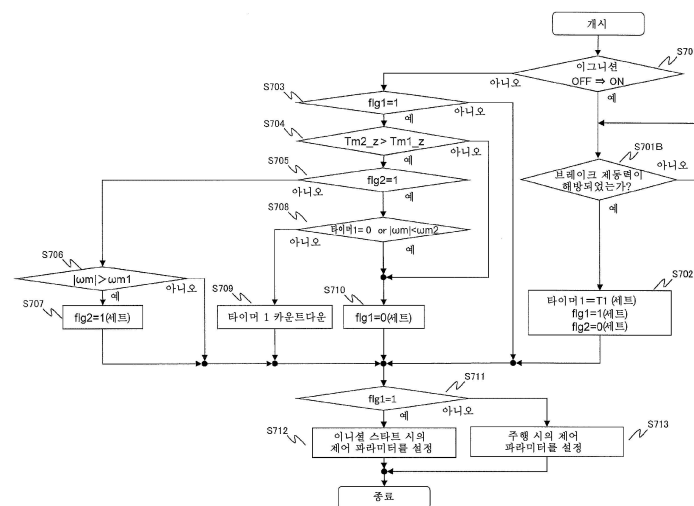
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전동 차량의 제어 장치 및 전동 차량의 제어 방법

(57) 요약

드라이버에 의한 차량의 발진 조작이 행해졌는지 여부를 판정하고, 차량의 정차 상태를 유지하는 데 필요한 외란 토크 추정값을 차량에 작용하는 외란에 따라 산출하고, 차량 주행 중에 있어서의 정차 직전 혹은 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 모터의 구동 토크를 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어한다. 그리고, 당해 전동 차량의 제어 장치는 차량에 작용하는 외란에 대한 구동 토크의 응답성을 제어하고, 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 모터의 구동 토크의 응답성을 정차 직전의 구동 토크 응답성보다도 상승시킨다.

대표도



(52) CPC특허분류

B60L 2240/423 (2013.01)

B60L 2250/28 (2013.01)

B60Y 2200/91 (2013.01)

(72) 발명자

나카지마 다카시

일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아오
야마 1-1 닛산 지도우샤 가부시키가이샤 지테크자
이산부 내

가츠마타 유지

일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아오
야마 1-1 닛산 지도우샤 가부시키가이샤 지테크자
이산부 내

고마츠 히로유키

일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아오
야마 1-1 닛산 지도우샤 가부시키가이샤 지테크자
이산부 내

명세서

청구범위

청구항 1

드라이버의 액셀러레이터 조작에 따라, 구동 토크 및 회생 토크를 발생시키는 모터를 구비한 전동 차량의 제어 장치에 있어서,

상기 드라이버에 의한 차량의 발진 조작이 행해졌는지 여부를 판정하는 발진 판정 수단과,

상기 차량에 작용하는 외란에 따라, 차량의 정차 상태를 유지하는 데 필요한 외란 토크 추정값을 산출하는 외란 토크 추정 수단과,

차량 주행 중에 있어서의 정차 직전 혹은 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 모터의 구동 토크가 상기 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어하는 토크 제어 수단과,

상기 차량에 작용하는 외란에 대한 상기 구동 토크의 응답성을 제어하는 응답성 제어 수단을 구비하고,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 모터의 구동 토크의 응답성을 상기 정차 직전의 상기 구동 토크의 응답성보다도 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발진 판정 수단은, 차량의 이그니션 스위치 신호의 OFF 상태에서부터 ON 상태로의 이행을 검지했을 때에, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정하는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 드라이버에 의한 액셀러레이터 개방도를 검출하는 액셀러레이터 개방도 검출 수단과,

모터 회전 속도 또는 당해 모터 회전 속도에 비례하는 속도 파라미터를 검출하는 속도 파라미터 검출 수단을 더 구비하고,

상기 발진 판정 수단은, 차량의 이그니션 스위치 신호의 OFF 상태에서부터 ON 상태로의 이행을 검지하고, 또한 상기 액셀러레이터의 조작량이 제로이며, 또한 상기 모터 회전 속도 또는 상기 속도 파라미터의 절댓값이 미리 설정한 값 이상이 된 경우에, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정하는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

모터 회전 속도 또는 당해 모터 회전 속도에 비례하는 속도 파라미터를 검출하는 속도 파라미터 검출 수단을 더 구비하고,

상기 외란 토크 추정 수단은 검출한 모터 회전 속도 또는 상기 속도 파라미터를 피드백하는 속도 피드백 제어계를 사용하여 상기 외란 토크 추정값을 산출하는 것이며,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 속도 피드백 제어계의 피드백 게인을 크게 함으로써, 상기 구동 토크의 응답성을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 외란 토크 추정 수단은, 2차식의 분자와 2차식의 분모로 구성된 소정의 감쇠 계수를 갖는 필터를

구비하고, 당해 필터의 감쇠 계수에 기초하여 상기 외란 토크 추정값을 산출하는 것이며,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 필터의 분모의 상기 감쇠 계수를 작게 함으로써, 상기 구동 토크의 응답성을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 외란 토크 추정 수단은, 소정의 시상수를 갖는 필터를 구비하고, 당해 필터의 시상수에 기초하여 상기 외란 토크 추정값을 산출하는 것이며,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 시상수를 작게 함으로써, 상기 구동 토크의 응답성을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

모터 회전 속도 또는 당해 모터 회전 속도에 비례하는 속도 파라미터를 검출하는 속도 파라미터 검출 수단을 더 구비하고,

상기 외란 토크 추정 수단은, 검출한 상기 모터 회전 속도 또는 상기 속도 파라미터에 대하여 소정의 샘플링 횟수에 기초하는 이동 평균을 실시한 값을 피드백하는 속도 피드백 제어계를 사용하여 상기 외란 토크 추정값을 산출하는 것이며, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 소정의 샘플링 횟수를 작게 하는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

차체에 발생하는 진동을 억제하는 제진 토크를 상기 모터에 발생시키는 제진 제어 수단을 더 구비하고,

상기 제진 제어 수단은, 피드백 제어계에 의해 상기 제진 토크를 산출하는 것이며, 상기 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 당해 피드백 제어계의 피드백 게인을 상기 정차 직전의 당해 피드백 게인보다 작게 하는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

모터 회전 속도 또는 당해 모터 회전 속도에 비례하는 속도 파라미터를 검출하는 속도 파라미터 검출 수단을 더 구비하고,

상기 발진 판정 수단은, 상기 모터 회전 속도 또는 상기 속도 파라미터의 검출값 절댓값이, 미리 설정한 제1 롤백 판정값 이상으로 증가한 후, 미리 설정한 제2 롤백 판정값 이하로 저하한 경우에, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정하고,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상승시킨 상기 구동 토크의 응답성을, 상기 정차 직전의 상기 구동 토크의 응답성과 동등해질 때까지 저하시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 응답성 제어 수단은, 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정되고 나서 소정 시간 경과 후에, 상기 구동 토크의 응답성을, 상기 정차 직전의 상기 구동 토크의 응답성과 동등해질 때까지 저하시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

차량이 정차하고 있는 노면의 구배를 검출하는 구배 검출 수단을 더 구비하고,

상기 응답성 제어 수단은 상기 구배가 클수록 상기 구동 토크의 응답성을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 장치.

청구항 12

드라이버의 액셀러레이터 조작에 따라 구동 토크 및 회생 토크를 발생시키는 모터를 구비한 전동 차량의 제어 방법에 있어서,

상기 드라이버에 의한 차량의 발진 조작이 행해졌는지 여부를 판정하고,

상기 차량에 작용하는 외란에 따라, 차량의 정차 상태를 유지하는 데 필요한 외란 토크 추정값을 산출하고,

차량 주행 중에 있어서의 정차 직전 혹은 상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 모터의 구동 토크를 상기 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어하고,

상기 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 상기 모터의 구동 토크의 응답성을 상기 정차 직전의 상기 구동 토크의 응답성보다도 상승시키는 것을 특징으로 하는, 전동 차량의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전동 차량의 제어 장치 및 전동 차량의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 전동기를 주행 구동원으로 하는 전동 차량에 있어서, 드라이버가 액셀러레이터 페달에서 발을 떼었을 때, 전동기의 회생에 의한 제동력을 발생시켜, 차량을 감속 내지 정지시키는 기술이 알려져 있다(JP 2012-29461 A 참조).

[0003] 이 기술에서는 전동기의 회생에 의한 제동력으로 차량을 감속 내지 정차시키기는 하지만, 차량을 파킹 모드로 전환하여 이그니션 스위치 신호를 오프로 한 이후는 일반적인 차량과 마찬가지로, 전동기에 의한 제동력을 요하지 않고, 파킹 브레이크 등의 기계적 제동력에 의해 정차를 유지한다. 그리고, 이그니션 스위치 신호가 다시 온으로 이행되고, 차량의 발진 조작이 행해진 경우에, 전동기가, 차량에 작용하는 외란에 대응한 외란 토크를 발생시킴으로써, 차량의 정차를 유지하도록 하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 종래의 기술에서는 차량의 발진 조작이 행해진 후에 외란 토크가 상승하고, 그것에 수반하는 제동이 개시되기 때문에, 차량에 작용하는 외란에 대응한 외란 토크가 생성될 때까지는, 특히 비탈길에 있어서 차량의 미끄러져 내려감이 발생하는 문제가 있다.

[0005] 본 발명은 차량의 발진 조작이 행해진 직후에, 특히 비탈길에 있어서 발생하는 차량의 미끄러져 내려감을 억제하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치는, 드라이버의 액셀러레이터 조작에 따라, 구동 토크 및 회생 토크를 발생시키는 모터를 구비하고 있다. 이 전동 차량의 제어 장치는 드라이버에 의한 차량의 발진 조작이 행해졌는지 여부를 판정하고, 차량에 작용하는 외란에 따라, 차량의 정차 상태를 유지하는 데 필요한 외란 토크 추정값을 산출한다. 차량 주행 중에 있어서의 정차 직전 및 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 모터의 구동 토크가 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어한다. 그리고, 당해 전동 차량의 제어 장치는 차량에 작용하는 외란에 대한 구동 토크의 응답성을 제어하고, 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우는, 모터의 구동 토크의

응답성을 정차 직전의 구동 토크 응답성보다도 상승시킨다.

[0007] 본 발명의 실시 형태에 대해서는 첨부된 도면과 함께 이하에 상세하게 설명한다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치를 구비한 전기 자동차의 주요 구성을 도시하는 블록도이다.
- 도 2는 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치가 구비하는 모터 컨트롤러에 의해 행해지는 모터 전류 제어의 처리의 흐름이다.
- 도 3은 액셀러레이터 개방도-토크 테이블의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 차량의 구동력 전달계를 모델화한 도면이다.
- 도 5는 정지 제어 처리를 실현하기 위한 블록도이다.
- 도 6은 모터 회전 속도 ω_m 에 기초하여 모터 회전 속도 F/B 토크 $T\omega$ 를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치의 정지 제어 처리를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 9는 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치의 정지 제어 처리를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 10은 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치가 구비하는 모터 컨트롤러에 의해 행해지는 이니셜 스타트 처리의 흐름이다.
- 도 11은 이니셜 스타트 처리 중에 행해지는 제어 파라미터의 설정에 관한 처리의 흐름이다.
- 도 12는 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치에 의한 제어 결과의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 13은 비교예에 의한 제어 결과의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 14는 제2 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치가 구비하는 모터 컨트롤러에 의해 행해지는 이니셜 스타트 처리의 흐름이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] (제1 실시 형태)
- [0010] 도 1은 제1 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치를 구비한 전기 자동차의 주요 구성을 도시하는 블록도이다. 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 전동 모터에 의해 구동하는 전동 차량에 적용 가능하다. 전동 차량에는 전동 모터만을 구동원으로 하는 전기 자동차뿐만 아니라, 전동 모터와 엔진을 구동원으로 하는 하이브리드 자동차도 포함된다. 특히, 본 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치는 액셀러레이터 페달의 조작만으로 가속이나 정지를 제어할 수 있는 차량에 적용할 수 있다. 이 차량을 운전하는 드라이버는 가속 시에 액셀러레이터 개방도를 증가시키고, 감속 시나 정지 시에 액셀러레이터 개방도를 저감시키거나, 또는 액셀러레이터 개방도를 제로로 한다. 단, 오르막길에 있어서는, 차량의 후퇴를 방지하기 위해 액셀러레이터 개방도를 증가시키면서 정지 상태에 가까워지는 경우도 있다.
- [0011] 모터 컨트롤러(2)[이하, 간단히 컨트롤러(2)라고 함]에는 이그니션 스위치 신호, 차속 V , 액셀러레이터 개방도 AP , 전동 모터(삼상 교류 모터)(4)의 회전자 위상 α 및 전동 모터(4)의 전류 i_u, i_v, i_w 등의 차량 상태를 나타내는 신호가 입력된다. 컨트롤러(2)는 입력된 신호에 기초하여, 전동 모터(4)를 제어하기 위한 PWM 신호를 생성한다. 또한, 컨트롤러(2)는 생성한 PWM 신호에 의해, 인버터(3)의 스위칭 소자를 개폐 제어한다. 또한, 컨트롤러(2)는 배터리(1)로부터 인버터(3)나 모터(4)에 공급되는 직류 전류를, 이그니션 신호가 ON이면 통전시키고, 이그니션 신호가 OFF이면 차단시키는 기능을 갖는다.
- [0012] 컨트롤러(2)는 후술하는 발진 조건이 성립되었는지 여부를 판정하는 발진 판정 수단과, 후술하는 외란 토크를 추정하는 외란 토크 추정 수단과, 모터 토크(구동 토크)가 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어하는 토크 제어 수단과, 차량에 작용하는 외란에 대한 구동 토크의 응답성을 제어하는 응답성 제어 수단으로서의 기능을

갖는다. 또한, 컨트롤러(2)는 모터 토크를 제어할 때의, 외란에 대한 모터 토크의 응답성(외란에 대한 실토크의 응답 속도), 보다 구체적으로 말하면, 외란 토크 추정값을 구해 외란에 수렴시키는 속응성을, 차량 상태에 따라 변경할 수 있는 토크 응답성 가변 수단으로서의 기능을 갖는다.

- [0013] 인버터(3)는, 예를 들어 상마다 구비된 2개의 스위칭 소자(예를 들어, IGBT나 MOS-FET 등의 파워 반도체 소자)를 온/오프함으로써, 배터리(1)로부터 공급되는 직류의 전류를 교류로 변환하고, 전동 모터(4)에 원하는 전류를 흘린다.
- [0014] 전동 모터(4)는 인버터(3)로부터 공급되는 교류 전류에 의해 구동력을 발생하고, 감속기(5) 및 드라이브 샤프트(8)를 통해, 좌우의 구동륜(9a, 9b)에 구동력을 전달한다. 또한, 전동 모터(4)는 차량의 주행 시에 구동륜(9a, 9b)에 동반 회전될 때에, 회생 구동력을 발생시킴으로써, 차량의 운동 에너지를 전기 에너지로서 회수한다. 이 경우, 인버터(3)는 전동 모터(4)의 회생 운전 시에 발생하는 교류 전류를 직류 전류로 변환하고, 배터리(1)에 공급한다.
- [0015] 전류 센서(7)는 전동 모터(4)에 흐르는 3상 교류 전류 i_u , i_v , i_w 를 검출한다. 단, 3상 교류 전류 i_u , i_v , i_w 의 합은 0이기 때문에, 임의의 2상의 전류를 검출하고, 남은 1상의 전류는 연산에 의해 구해도 된다.
- [0016] 회전 센서(6)는, 예를 들어 리졸버나 인코더이고, 전동 모터(4)의 회전자 위상 α 를 검출한다.
- [0017] 도 2는 컨트롤러(2)에 의해 행해지는 모터 전류 제어의 처리의 흐름을 도시하는 흐름도이다. 이 모터 전류 제어의 처리는 차량 시스템이 기동하고 있는 동안, 일정한 간격으로 상시 실행된다.
- [0018] 스텝 S201에서는, 차량 상태를 나타내는 신호가 컨트롤러(2)에 입력된다. 여기서는, 차속 $V(\text{km/h})$, 액셀러레이터 개방도 $AP(\%)$, 전동 모터(4)의 회전자 위상 $\alpha(\text{rad})$, 전동 모터(4)의 회전 속도 $N_m(\text{rpm})$, 전동 모터(4)에 흐르는 삼상 교류전류 i_u , i_v , i_w , 배터리(1)의 직류 전압값 $V_{dc}(V)$, 이그니션 스위치 신호가 입력된다. 또한, 1사이클 전의 전류 제어의 처리에 있어서 산출된 제1 토크 목표값 T_{m1}^* 및 제2 토크 목표값 T_{m2}^* 가, 제1 토크 목표값 T_{m1} 의 과거값 T_{m1_z} 및 제2 토크 목표값 T_{m2} 의 과거값 T_{m2_z} 로서 입력된다.
- [0019] 차속 $V(\text{km/h})$ 는 도시하지 않은 차속 센서나, 다른 컨트롤러로부터 통신으로 취득된다. 또는, 컨트롤러(2)는 회전자 기계 각속도 ω_m 에 타이어 동반경 R 을 승산하고, 파이널 기어의 기어비로 제산함으로써 차속 $v(\text{m/s})$ 를 구하고, $3600/1000$ 을 승산함으로써 단위 변환하여 차속 $V(\text{km/h})$ 를 구한다.
- [0020] 컨트롤러(2)는 액셀러레이터 개방도 $AP(\%)$ 를, 액셀러레이터 개방도 센서(11)(액셀러레이터 개방도 검출 수단)로부터 취득한다. 또한, 액셀러레이터 개방도 $AP(\%)$ 는 도시하지 않은 차량 컨트롤러 등의 다른 컨트롤러로부터 통신으로 취득해도 된다.
- [0021] 전동 모터(4)의 회전자 위상 $\alpha(\text{rad})$ 는 회전 센서(6)로부터 취득된다. 전동 모터(4)의 회전 속도 $N_m(\text{rpm})$ 은 회전자 각속도 ω (전기각)를 전동 모터(4)의 극대수 p 로 제산하고, 전동 모터(4)의 기계적인 각속도인 모터 회전 속도 $\omega_m(\text{rad/s})$ 을 구하고, 구한 모터 회전 속도 ω_m 에 $60/(2\pi)$ 을 승산함으로써 구해진다. 회전자 각속도 ω 는 회전자 위상 α 를 미분함으로써 구해진다. 또한, 회전 센서(6)는 속도 파라미터 검출 수단으로서의 기능을 갖는다.
- [0022] 전동 모터(4)에 흐르는 전류 i_u , i_v , $i_w(A)$ 는 전류 센서(7)로부터 취득한다.
- [0023] 직류 전압값 $V_{dc}(V)$ 는 배터리(1)와 인버터(3) 사이의 직류 전원 라인에 설치된 전압 센서(도시하지 않음)에 의해 취득한다. 또한, 직류 전압값 $V_{dc}(V)$ 는 배터리 컨트롤러(도시하지 않음)로부터 송신되는 신호에 의해 검출해도 된다.
- [0024] 컨트롤러(2)는 이그니션 스위치(10)로부터 이그니션 스위치 신호를 직접 취득한다. 또한, 이그니션 스위치 신호는 도시하지 않은 차량 컨트롤러 등의 다른 컨트롤러로부터 통신으로 취득해도 된다.
- [0025] 스텝 S202에서는, 컨트롤러(2)가 제1 토크 목표값 T_{m1}^* 를 설정한다. 구체적으로는, 스텝 S201에서 입력된 액셀러레이터 개방도 AP 및 모터 회전 속도 ω_m 에 기초하고, 도 3에 도시하는 액셀러레이터 개방도-토크 테이블을 참조함으로써, 제1 토크 목표값 T_{m1}^* 를 설정한다. 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치는 액셀러레이터 페달의 조작만으로 가속이나 정지를 제어할 수 있는 차량에 적용 가능하고, 액셀러레이터 개방도가 작은 경우에, 감속, 혹은 정지를 실현한다. 그 때문에, 도 3에 도시하는 액셀러레이터 개방도-토크 테이블에서는, 액셀러레이터 개방도가 0(완전 폐쇄)일 때의 모터 회생량이 커지고, 액셀러레이터 개방도가

적을수록 모터 회생량이 커지도록 모터 토크가 설정된다. 그것으로 미루어 보면, 이 액셀러레이터 개방도-토크 테이블에서는, 모터 회전 속도 ω_m 이 정이고, 또한 액셀러레이터 개방도가 0(완전 폐쇄)인 경우에, 회생 제동력이 작용하도록 부의 모터 토크가 설정되어 있다. 단, 액셀러레이터 개방도-토크 테이블은 도 3에 도시한 것에 한정되지 않는다.

[0026] 스텝 S203에서는, 컨트롤러(2)가 이니셜 스타트 처리를 행한다. 구체적으로는, 차량의 이니셜 스타트 시인지 여부를 판정하여, 이니셜 스타트시라면, 모터 토크 제어에 관한 다양한 제어 파라미터를 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터로 변경한다. 또한, 여기서의 제어 파라미터는 차량이 구배에 따르지 않고 모터 토크만으로 매끄럽게 정차하고, 또한 모터 토크의 제어계에 있어서의 정차 상태를 유지하기 위한 다양한 설정값을 말한다.

[0027] 여기서, 이니셜 스타트 시란, 컨트롤러(2)에 의해 발진 조작이 행해졌다고 판정되었을 때를 말한다. 본 실시 형태에서는 스텝 S201에 있어서 취득한 이그니션 스위치 신호가 OFF 상태에서부터 ON 상태로 이행한 경우에, 발진 조작이 행해졌다고 판정한다.

[0028] 또한, 당해 발진 판정은 스텝 S201에 있어서 취득한 이그니션 스위치 신호가 OFF 상태에서부터 ON 상태로 이행한 경우에 더하여, 파킹 브레이크가 해제된 경우, 혹은 파킹 시프트로부터 시프트 포지션이 이행된 경우에, 발진 조작이 행해졌다고 판정해도 된다. 또한, 당해 발진 판정은 이그니션 스위치 신호가 OFF 상태에서부터 ON 상태로 이행했는지 여부는 검지하지 않고, 파킹 브레이크가 해제된 경우이거나, 파킹 시프트로부터 시프트 포지션이 이행된 경우의 적어도 어느 한쪽이 검지된 경우에, 발진 조작이 행해졌다고 판정해도 된다.

[0029] 설정되는 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터는 비탈길에 있어서의 이니셜 스타트 시에 발생할 수 있는 차량의 미끄러져 내려감, 소위 롤 백의 거리를 최소한으로 억제하기 위해, 정차 직전에 실행되는 정지 제어 처리에 관한 제어 파라미터에 비해, 외란에 대한 모터 토크의 응답성이 높아지도록 설정된다. 또한, 설정된 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터는 소정 조건 성립 후에 통상 주행 시의 제어 파라미터로 복귀된다.

[0030] 스텝 S204에서는, 컨트롤러(2)가 정지 제어 처리를 행한다. 구체적으로는, 컨트롤러(2)가, 정차 직전인지 여부를 판정하여, 정차 직전이 아닌 경우는, 스텝 S202에서 산출한 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 를 제3 모터 토크 명령값 $Tm3^*$ 로 설정하고, 정차 직전인 경우는, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 를 제3 모터 토크 명령값 $Tm3^*$ 로 설정한다. 이 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 는 모터 회전 속도의 저하와 함께 외란 토크 명령값 Td 에 수렴하는 것이며, 오르막길에서는 정토크, 내리막길에서는 부토크, 평탄로에서는 대략 제로이다. 이에 의해, 노면의 구배에 관계없이, 정차 상태를 유지할 수 있다. 정지 제어 처리의 상세에 대해서는 후술한다.

[0031] 스텝 S205에서는, 컨트롤러(2)가 제진 제어 처리를 행한다. 구체적으로는, 컨트롤러(2)가, 스텝 S204에서 산출한 모터 토크 명령값 $Tm3^*$ 와 모터 회전 속도 ω_m 에 대하여 제진 제어 처리를 실시한다. 이에 의해, 산출되는 모터 토크 명령값 Tm^* 는 구동축 토크의 응답을 회생시키지 않고 토크 전달계 진동(드라이브 샤프트의 비틀림 진동 등)을 억제하게 된다. 제진 제어 처리의 상세에 대해서는 후술한다.

[0032] 계속되는 스텝 S206에서는, 컨트롤러(2)가 전류 명령값 산출 처리를 행한다. 구체적으로는, 스텝 S205에서 산출한 모터 토크 목표값 Tm^* 에 더하여, 모터 회전 속도 ω_m 이나 직류 전압값 V_{dc} 에 기초하여, d축 전류 목표값 id^* , q축 전류 목표값 iq^* 를 구한다. 예를 들어, 토크 명령값, 모터 회전 속도 및 직류 전압값과, d축 전류 목표값 및 q축 전류 목표값의 관계를 정한 테이블을 미리 준비해 두고, 이 테이블을 참조함으로써, d축 전류 목표값 id^* 및 q축 전류 목표값 iq^* 를 구한다.

[0033] 스텝 S207에서는, d축 전류 id 및 q축 전류 iq 를 각각, 스텝 S206에서 구한 d축 전류 목표값 id^* 및 q축 전류 목표값 iq^* 와 일치시키기 위한 전류 제어를 행한다. 이 때문에, 먼저 처음에, 스텝 S201에서 입력된 삼상 교류 전류값 i_u, i_v, i_w 와, 전동 모터(4)의 회전자 위상 α 에 기초하여, d축 전류 id 및 q축 전류 iq 를 구한다. 계속해서, d축, q축 전류 명령값 id^*, iq^* 와, d축, q축 전류 id, iq 의 편차로부터, d축, q축 전압 명령값 vd, vq 를 산출한다.

[0034] 이어서, d축, q축 전압 명령값 vd, vq 와, 전동 모터(4)의 회전자 위상 α 로부터, 삼상 교류 전압 명령값 v_u, v_v, v_w 를 구한다. 그리고, 구한 삼상 교류 전압 명령값 v_u, v_v, v_w 와 전류 전압값 V_{dc} 로부터, PWM 신호 $tu(\%), tv(\%), tw(\%)$ 를 구한다. 이와 같이 하여 구한 PWM 신호 tu, tv, tw 에 의해, 인버터(3)의 스위칭 소자

를 개폐함으로써, 전동 모터(4)를 토크 명령값 T_m^* 로 지시된 원하는 토크로 구동할 수 있다.

[0035] 여기서, 본 발명의 포인트인 이니셜 스타트 처리의 상세를 설명하기 전에, 본 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치에 있어서, 토크 목표값 T_m 으로부터 모터 회전 속도 ω_m 까지의 전달 특성 $G_p(s)$ 에 대하여 설명하고, 계속해서, 상술한 정지 제어 처리 및 제진 제어 처리의 상세에 대하여 설명한다.

[0036] <전달 특성 $G_p(s)$ 에 대하여>

[0037] 도 4는 차량의 구동력 전달계를 모델화한 도면이고, 도 4에 있어서의 각 파라미터는 이하에 나타내는 바와 같다.

[0038] J_m : 전동 모터의 이너서

[0039] J_w : 구동륜의 이너서

[0040] M : 차량의 질량

[0041] KD : 구동계의 비틀림 강성

[0042] N : 오버올 기어비

[0043] r : 타이어의 과중 반경

[0044] ω_m : 전동 모터의 회전 속도

[0045] T_m : 토크 목표값

[0046] TD : 구동륜의 토크

[0047] F : 차량에 가해지는 힘

[0048] V : 차량의 속도

[0049] ω_w : 구동륜의 회전 속도

[0050] 그리고, 도 4로부터, 이하의 운동 방정식을 유도할 수 있다. 단, 다음 식 (1) 내지 (3) 중의 부호의 우측 상부에 부여되어 있는 에스테리스크(*)는 시간 미분을 나타내고 있다.

[0051]
$$J_m \cdot \omega_m^* = T_m - TD / N \quad \dots (1)$$

[0052]
$$2J_w \cdot \omega_w^* = TD - rF \quad \dots (2)$$

[0053]
$$M \cdot V^* = F \quad \dots (3)$$

[0054]
$$TD = KD \cdot \int (\omega_m / N - \omega_w) dt \quad \dots (4)$$

[0055]
$$F = Kt(r \cdot \omega_w - V) \quad \dots (5)$$

[0056] 단, 식 (5) 중의 Kt 는 타이어와 노면의 마찰에 관한 계수를 나타낸다.

[0057] 식 (1) 내지 (5)로 나타내는 운동 방정식에 기초하여, 전동 모터(4)의 토크 목표값 T_m 으로부터 모터 회전 속도 ω_m 까지의 전달 특성 $G_p(s)$ 를 구하면, 다음 식 (6)으로 표현된다.

[0058]
$$G_p(s) = \frac{b_3 s^3 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{s(a_4 s^3 + a_3 s^2 + a_2 s + a_1)} \quad \dots (6)$$

[0059] 단, 식 (6) 중의 각 파라미터는 다음 식 (7)로 표현된다.

$$\begin{aligned} a_4 &= 2Jm \cdot Jw \cdot M \\ a_3 &= Jm(2Jw + Mr^2)Kt \\ a_2 &= (Jm + 2Jw / N^2)M \cdot KD \\ a_1 &= (Jm + 2Jw / N^2 + Mr^2 / N^2)KD \cdot Kt \\ b_3 &= 2Jw \cdot M \\ b_2 &= (2Jw + Mr^2)Kt \\ b_1 &= M \cdot KD \\ b_0 &= KD \cdot Kt \end{aligned} \quad \dots (7)$$

[0060]

[0061] 식 (6)에 나타내는 전달 함수의 극과 0점을 조사하면, 다음 식 (8)의 전달 함수에 근사할 수 있고, 하나의 극과 하나의 0점은 매우 가까운 값을 나타낸다. 이것은 다음 식 (8)의 α 와 β 가 매우 가까운 값을 나타내는 것에 상당한다.

$$G_p(s) = \frac{(s + \beta)(b_2's^2 + b_1's + b_0')}{s(s + \alpha)(a_3's^2 + a_2's + a_1')} \quad \dots (8)$$

[0062]

[0063] 따라서, 식 (8)에 있어서의 극영 상쇄($\alpha = \beta$ 와 근사함)를 행함으로써, 다음 식 (9)에 나타내는 바와 같이, $G_p(s)$ 는 (2차)/(3차)의 전달 특성을 구성한다.

$$G_p(s) = \frac{(b_2's^2 + b_1's + b_0')}{s(a_3's^2 + a_2's + a_1')} \cdot \frac{\beta}{\alpha} \quad \dots (9)$$

[0064]

[0065] 이상과 같이, 차량의 토크 전달계에 있어서의 토크 목표값 T_m 으로부터 모터 회전 속도 ω_m 까지의 전달 특성 $G_p(s)$ 가 구해진다.

[0066] <정지 제어 처리>

[0067] 계속해서, 도 2의 스텝 S204에서 행해지는 정지 제어 처리의 상세에 대하여, 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명한다. 도 5는 정지 제어 처리를 실현하기 위한 블록도이다.

[0068] 모터 회전 속도 F/B 토크 설정기(501)는 검출된 모터 회전 속도 ω_m 에 기초하여, 전동 차량을 전동 모터(4)의 회생 제동력에 의해 정지시키기 위한 모터 회전 속도 피드백 토크 T_ω (이하, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_ω 라고 칭함)를 산출한다.

[0069] 도 6은 모터 회전 속도 ω_m 에 기초하여, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_ω 를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 모터 회전 속도 F/B 토크 설정기(501)는 승산기(601)를 구비하고, 모터 회전 속도 ω_m 에 게인 K_{vref} 를 승산함으로써, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_ω 를 산출한다. 단, 게인 K_{vref} 는 전동 차량의 정지 직전에 전동 차량을 정지시키는 데 필요한 부(마이너스)의 값이고, 예를 들어 실험 데이터 등에 의해 적절히 설정된다.

[0070] 또한, 모터 회전 속도 F/B 토크 설정기(501)는 모터 회전 속도 ω_m 에 게인 K_{vref} 를 승산함으로써, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_ω 를 산출하는 것으로 하여 설명했지만, 모터 회전 속도 ω_m 에 대한 회생 토크를 정한 회생 토크 테이블이나, 모터 회전 속도 ω_m 의 감쇠율을 미리 기억한 감쇠율 테이블을 사용하여, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_ω 를 산출해도 된다.

[0071] 도 5에 도시하는 외란 토크 추정기(502)는 검출된 모터 회전 속도 ω_m 과, 제3 토크 목표값 T_{m3}^* 에 기초하여, 외란 토크 추정값 T_d 를 산출한다.

[0072] 도 7은 모터 회전 속도 ω_m 과, 제3 토크 목표값 T_{m3}^* 에 기초하여, 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0073] 제어 블록(701)은 $H(s)/G_p(s)$ 인 전달 특성을 갖는 필터로서의 기능을 담당하고 있고, 모터 회전 속도 ω_m 에 대

하여 필터링 처리를 행함으로써, 제1 모터 토크 추정값을 산출한다. $G_p(s)$ 는 차량으로의 토크 입력과 모터의 회전 속도의 전달 특성의 모델이고, 상기 식 (9)로 표현된다. $H(s)$ 는 분모 차수와 분자 차수의 차분이, 모델 $G_p(s)$ 의 분모 차수와 분자 차수의 차분 이상이 되는 전달 특성을 갖는 저역 통과 필터이다.

[0074] 제어 블록(702)은 소정의 시상수로 설정된 $H(s)$ 인 전달 특성을 갖는 저역 통과 필터로서의 기능을 담당하고 있고, 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 에 대하여 필터링 처리를 행함으로써, 제2 모터 토크 추정값을 산출한다.

[0075] 감산기(703)는 제어 블록(702)에서 산출한 제2 모터 토크 추정값으로부터, 제어 블록(701)에서 산출한 제1 모터 토크 추정값을 감산한다.

[0076] 제어 블록(704)은 $H_z(s)$ 인 전달 특성을 갖는 필터이고, 감산기(703)의 출력에 대하여 필터링 처리를 행함으로써, 외란 토크 추정값 Td 를 산출한다.

[0077] 여기서, 전달 특성 $H_z(s)$ 에 대하여 설명한다. 상기 식 (9)를 재기입하면, 다음 식 (10)이 얻어진다. 단, 식 (10) 중의 ξ_z , ω_z , ξ_p , ω_p 는 각각, 식 (11)로 표현된다.

$$G_p(s) = Mp \frac{(s^2 + 2\xi_z \cdot \omega_z \cdot s + \omega_z^2)}{s(s^2 + 2\xi_p \cdot \omega_p \cdot s + \omega_p^2)} \quad \cdots (10)$$

[0078]

$$\xi_z = \frac{b_1'}{2(b_0' \cdot b_2')^{1/2}}$$

$$\omega_z = \left(\frac{b_0'}{b_2'} \right)^{1/2}$$

$$\xi_p = \frac{a_2'}{2(a_1' \cdot a_3')^{1/2}} \quad \cdots (11)$$

$$\omega_p = \left(\frac{a_1'}{a_3'} \right)^{1/2}$$

[0079]

[0080] 이상으로부터, $H_z(s)$ 를 다음 식 (12)로 나타낼 수 있다.

$$H_z(s) = \frac{(s^2 + 2\xi_z \cdot \omega_z \cdot s + \omega_z^2)}{(s^2 + 2\xi_c \cdot \omega_z \cdot s + \omega_z^2)} \quad \cdots (12)$$

[0081]

[0082] 상기와 같이 산출되는 외란 토크 추정값 Td 는, 도 7에 도시한 바와 같이, 외란 읍저버에 의해 추정되는 것이며, 차량에 작용하는 외란을 나타내는 파라미터이다.

[0083] 여기서, 차량에 작용하는 외란으로서, 공기 저항, 탑승원 수나 적재량에 기인하는 차량 질량의 변동에 의한 모델화 오차, 타이어의 구름 저항, 노면의 구배 저항 등이 생각되지만, 정차 직전이나 이니셜 스타트 시에 지배적이 되는 외란 요인은 구배 저항이다. 외란 요인은 운전 조건에 따라 다르지만, 외란 토크 추정기(502)는 모터 토크 명령값 Tm^* 와, 모터 회전 속도 ω_m 과, 차량 모델 $G_p(s)$ 에 기초하여, 외란 토크 추정값 Td 를 산출하므로, 상술한 외란 요인을 일괄하여 추정할 수 있다. 이에 의해, 어떤 운전 조건에 있어서도, 감속으로부터의 매끄러운 정차를 실현할 수 있다.

[0084] 도 5로 돌아가 설명을 계속한다. 가산기(503)는 모터 회전 속도 F/B 토크 설정기(501)에 의해 산출된 모터 회전 속도 F/B 토크 $T\omega$ 와, 외란 토크 추정기(502)에 의해 산출된 외란 토크 추정값 Td 를 가산함으로써, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 를 산출한다.

[0085] 토크 비교기(504)는 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 와 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 의 크기를 비교하여, 값이 큰 쪽의 토크 목표

값을 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 로 설정한다. 차량의 주행 중에 있어서는, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 가 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 보다도 작아지지만, 차량이 감속하여 정차 직전(차속이 소정 차속 이하)에 외란이 커지는 경우는, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 가 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 보다도 커진다. 따라서, 토크 비교기(504)는 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 가 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 보다 크면, 정차 직전이 아니라고 판정하고, 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 를 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 로 설정한다. 또한, 토크 비교기(504)는 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 가 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 보다 큰 경우, 차량이 정차 직전이라고 판정하고, 제3 토크 목표값 Tm^* 를 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 로 설정한다. 또한, 정차 상태를 유지하기 위해, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 는, 오르막길에서는 정토크, 내리막길에서는 부토크, 평탄로에서는 대략 제로에 수렴한다.

[0086] <제진 제어 처리>

[0087] 이어서, 도 2의 스텝 S205에 관한 제진 제어 처리에 대하여 설명한다. 본 스텝에서는, 스텝 S204에서 산출한 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 에 대하여 제진 제어 처리를 행함으로써 모터 토크 명령값 Tm^* 를 얻는다. 이하, 도 8, 도 9를 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0088] 도 8은 본 실시 형태에 있어서 사용하는 제진 제어 처리의 블록도이다. 여기서는, 스텝 S204에서 산출한 모터 토크 명령값 $Tm3^*$ 와 모터 회전 속도 ω_m 을 제진 제어 블록(801)에 입력하고, 구동축 토크의 응답을 희생시키지 않고 토크 전달계 진동(드라이브 샤프트의 비틀림 진동 등)을 억제하는 모터 토크 명령값 Tm^* 를 산출한다. 이하, 도 9를 참조하여, 제진 제어 블록(801)에서 행하는 제진 제어 처리의 일례를 설명한다.

[0089] 도 9는 본 실시 형태에 있어서 사용하는 제진 제어 처리의 상세를 설명하는 블록도이다. 피드 포워드 보상기(901)(이하, F/F 보상기라고 함)는 전달 특성 $Gr(s)$ 과, 차량으로의 토크 입력과 모터의 회전 속도의 전달 특성의 모델 $Gp(s)$ 의 역계로 구성되는 $Gr(s)/Gp(s)$ 를 포함하는 전달 특성을 갖는 필터로서의 기능을 담당하고 있고, 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 에 대하여 필터링 처리를 행함으로써, 피드 포워드 보상에 의한 제진 제어 처리를 행한다. 사용하는 전달 특성 $Gr(s)$ 은 다음 (13) 식으로 나타낼 수 있다.

$$Gr(s) = Mp \frac{(s^2 + 2\xi_z \cdot \omega_z \cdot s + \omega_z^2)}{s(s^2 + 2\omega_p \cdot s + \omega_p^2)} \quad \dots (13)$$

[0090]

[0091] 또한, F/F 보상기(901)에서 행하는 제진 제어 F/F 보상은 일본 특허 공개 제2001-45613호 공보에 기재되어 있는 제진 제어에도 되고, 일본 특허 공개 제2002-152916호 공보에 기재되어 있는 제진 제어에도 된다.

[0092] 제어 블록(903, 904)은 피드백 제어(이하, 피드백을 F/B라고 함)에서 사용되는 필터이다. 제어 블록(903)은 상술한 $Gp(s)$ 인 전달 특성을 갖는 필터이고, 가산기(905)로부터 출력되는, F/F 보상기(901)의 출력과 후술하는 제어 블록(904)의 출력을 가산하여 얻은 값에 대하여 필터링 처리를 행한다. 그리고, 감산기(906)에 있어서 제어 블록(903)으로부터 출력된 값으로부터 모터 회전 속도 ω_m 이 감산된다. 감산된 값은 제어 블록(904)에 입력된다. 제어 블록(904)은 저역 통과 필터 $H(s)$ 와, 차량으로의 토크 입력과 모터의 회전 속도의 전달 특성의 모델 $Gp(s)$ 의 역계로 구성되는 $H(s)/Gp(s)$ 인 전달 특성을 갖는 필터이고, 감산기(906)로부터의 출력에 대하여 필터링 처리를 행한다. 당해 필터링 처리가 행해져, F/B 보상 토크로서 산출된 값은 게인 보상기(907)에 출력된다.

[0093] 게인 보상기(907)는 게인 K_{FB} 를 갖는 필터이고, 게인 K_{FB} 의 값을 조정함으로써, 제진 제어 처리에 있어서 사용하는 F/B 보상기의 안정성을 조정할 수 있다. 게인 보상기(907)에 의해 게인 조정된 F/B 보상 토크 $T_{F/B}$ 는 가산기(905)로 출력된다.

[0094] 그리고, 가산기(905)에 있어서, F/F 보상기(901)에 의한 제진 제어 처리가 이루어진 제3 토크 목표값 $Tm3^*$ 와, 전술한 F/B 보상 토크로서 산출한 값 $T_{F/B}$ 가 가산됨으로써, 차량의 토크 전달계의 진동을 억제하는 모터 토크 명령값 Tm^* 가 산출된다.

[0095] 또한, 제진 제어 블록(801)에서 행하는 제진 제어는 일본 특허 공개 제2003-9566호 공보에 기재되어 있는 제진

제어여도 되고, 일본 특허 공개 제2010-288332호 공보에 기재되어 있는 제진 제어여도 된다.

- [0096] 이상, 정차 직전 시도 포함하는 통상 주행 시의 모터 토크 제어의 상세이다. 이것을 전제로 하여, 이하, 이니셜 스타트 처리의 상세에 대하여 설명한다.
- [0097] 여기서, 이니셜 스타트 처리의 목적에 대하여 설명한다. 전술한 바와 같이, 이하에 설명하는 이니셜 스타트 처리는 이니셜 스타트 시에 있어서의 차량의 롤 백을 억제하기 위해, 외란, 특히 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 높인 제어 파라미터를 설정하기 위한 처리이다.
- [0098] 이니셜 스타트 시의 외란 토크 추정값은 차량 시스템의 정지 시에 어느 소정값(예를 들어, 평탄로 상당)으로 초기화되어 있기 때문에, 실제의 구배 외란과 일치하지 않는다. 그로 인해, 비탈길에 있어서의 이니셜 스타트 시는, 차량의 이니셜 스타트 직후부터, 외란 토크 추정값 T_d 가 상승하고, 실제의 구배 외란에 수렴할 때까지의 동안에, 구배에 따라서는 차량의 롤 백이 발생한다. 이하에 설명하는 이니셜 스타트 처리는 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높임으로써, 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 상승시키고, 차량의 이니셜 스타트 직후에 발생할 수 있는 롤 백 거리를 억제하는 것을 목적으로 한다.
- [0099] <이니셜 스타트 처리>
- [0100] 도 10은 도 2에 관한 스텝 S203에 있어서 실행하는 이니셜 스타트 처리의 흐름도이다. 이 이니셜 스타트 처리는 컨트롤러(2)에 의해, 컨트롤러(2)에 전력이 공급되고 있는 동안 일정한 사이클로 상시 실행된다.
- [0101] 스텝 S701에서는, 컨트롤러(2)는 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행했는지 여부를 판정한다. 드라이버에 의해 차량의 이그니션 스위치(스타트 스위치)가 조작되어, 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행한 경우는, 컨트롤러(2)는 계속되는 스텝 S701B의 처리를 실행한다. 이그니션 스위치 신호가 ON 상태 그대로인 경우, 즉, 차량 상태가 이니셜 스타트한 직후가 아닌 경우는, 스텝 S703의 처리를 실행한다.
- [0102] 또한, 스텝 S701에서는, 컨트롤러(2)는 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행한 경우에, 또한 파킹 브레이크가 해제되었다고 판정된 경우, 혹은 파킹 시프트로부터 시프트 포지션이 이행된 경우의 적어도 어느 한쪽이 판정된 경우에, 계속되는 스텝 S701B의 처리를 실행하고, 그 이외의 경우는 스텝 S703의 처리를 실행해도 된다.
- [0103] 또는, 컨트롤러(2)는 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행했는지 여부는 판정되지 않고, 파킹 브레이크가 해제되었다고 판정된 경우, 혹은, 파킹 시프트로부터 시프트 포지션이 이행되었다고 판정된 경우의 적어도 어느 한쪽이 판정된 경우에, 계속되는 스텝 S701B의 처리를 실행하고, 그 이외의 경우는 스텝 S703의 처리를 실행해도 된다.
- [0104] 스텝 S701B에서는, 컨트롤러(2)는 풋 브레이크에 의한 기계적 제동력이 해방되었는지 여부를 판정한다. 풋 브레이크에 의한 기계적 제동력이 해방된 경우는 스텝 S702의 처리를 실행한다. 차량에 기계적 제동력이 작용하고 있는 동안은 스텝 S701B의 처리를 루프하여 실행한다. 또한, 컨트롤러(2)는 본스텝의 처리를 생략해도 된다. 즉, 컨트롤러(2)는 스텝 S701의 처리에 있어서, 예의 판정이 된 경우에, 계속해서 스텝 S702의 처리를 실행해도 된다.
- [0105] 스텝 S702에서는, 타이머 1, 플래그 1(이하, flg1이라고 칭함), 플래그 2(이하, flg 2라고 칭함)를 각각, 타이머 1=T1, flg1=1, flg2=0으로 세트한다.
- [0106] 여기서, flg1, flg2, 타이머 1에 대하여 설명한다.
- [0107] flg1은 정차 직전 시도 포함하는 통상 주행 시의 제어 파라미터와, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 전환을 판정하기 위한 플래그이다. flg1=1은 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행한 직후, 즉, 차량의 상태가, 이니셜 스타트 직후인 것을 나타낸다. 또한, 스텝 S701B의 처리를 생략하지 않는 경우는, 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행한 직후이며, 또한 브레이크에 의한 기계적 제동력이 해방된 상태를 나타낸다.
- [0108] flg2는 차량이 롤 백한 상태인지 여부를 판단하기 위한 플래그이다. 초기값인 flg2=0은, 차량은 롤 백하지 않았음을 나타낸다.
- [0109] 타이머 1은 설정된 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 통상 주행 시의 제어 파라미터로 복귀시키는 타이밍을 계측하기 위한 타이머이다. 이니셜 스타트 직후에 설정되는 카운트값 T1은 이니셜 스타트 시를 판정한 후에, 정차하고 있는 노면의 구배 외란과 컨트롤러(2)에서 산출되는 외란 토크 추정값이 일치하고, 모터 토크 명령값

Tm^* 로 모터 토크를 제어하여 정차 상태를 유지할 때까지의 시간이며, 미리 실험 등에 의해 적합시킨 값이다.

- [0110] 또한, 카운트값 T1은, 예를 들어 5초 상당이다. 단, 차량의 중량이나 노면 구배에 따라 변경해도 된다. 예를 들어, 차량의 중량이나 노면 구배가 클수록, 카운트값 T1은 큰 값으로 설정된다.
- [0111] 플로우로 돌아가 설명을 계속한다. 스텝 S702에 있어서의 처리를 실행한 후, 스텝 S711의 처리를 실행한다. 스텝 S711에서는 flg1의 상태를 판정한다. flg1=1이면 스텝 S712의 처리를 실행한다. flg1=0이면 스텝 S713의 처리를 실행한다. 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행한 경우는, 스텝 S702에 있어서 flg1=1로 설정되어 있으므로, 컨트롤러(2)는 스텝 S712의 처리를 실행한다.
- [0112] 스텝 S712에서는, 외란 토크 추정값 Td를 산출할 때에 사용되는 제어 파라미터로서, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터가 설정된다. 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 설정한 후, 이니셜 스타트 처리는 종료한다.
- [0113] 한편, flg1=0인 경우에 실행되는 스텝 S713에서는, 외란 토크 추정값 Td를 산출할 때에 사용되는 제어 파라미터로서, 통상 주행 시의 제어 파라미터가 설정된다. 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정한 후, 이니셜 스타트 처리는 종료한다.
- [0114] 이어서, 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행하는 타이밍이 아닌 경우의 플로우에 대하여 설명한다.
- [0115] 스텝 S703에서는, 컨트롤러(2)는 flg1의 상태를 판정한다. flg1=1의 경우는 스텝 S704의 처리를 실행한다. flg1=1이 아닌 경우는 스텝 S711의 처리를 실행한다.
- [0116] 스텝 S704에서는, 도 2에 관한 스텝 S201에서 입력된 액셀러레이터 개방도 AP 및 모터 회전 속도 ω_m 에 기초하여, 도 3에 도시하는 액셀러레이터 개방도-토크 테이블을 참조함으로써 구한 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 의 과거값 $Tm1_z$ 와, 모터 회전 속도의 저하와 함께 외란 토크 추정값 Td에 수렴하는 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 의 과거값 $Tm2_z$ 를 비교한다. $Tm2_z > Tm1_z$ 가 성립하는 경우는, 차량이 롤 백 중인지 여부를 판정하기 위해 스텝 S705의 처리를 실행한다. $Tm2_z > Tm1_z$ 가 성립되지 않는 경우는, 드라이버가 액셀러레이터 페달을 밟음으로써 차량이 가속하고 있는 등, 차량이 통상 주행하고 있는 상태에 있다고 판정하고, 스텝 S710의 처리를 실행한다.
- [0117] 또한, 스텝 S704에 있어서는, 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 의 과거값 $Tm1_z$ 와, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 의 과거값 $Tm2_z$ 를 비교하는 것 대신에, 액셀러레이터 개방도가 제로인지 여부를 판정해도 된다. 액셀러레이터 개방도=0이 성립되는 경우는, 스텝 S705의 처리를 실행한다. 액셀러레이터 개방도=0이 성립되지 않는 경우는, 차량이 드라이버의 의도에 따른 주행을 개시했다고 판정하고, 스텝 S710에서 flg를 0으로 세트한 후, 스텝 S711의 처리를 실행한다. 단, 본스텝에서 판정하고 싶은 것은 차량이 롤 백할 가능성이 있는지 여부이므로, 액셀러레이터 개방도=0은 대략 제로라는 것을 갖고 성립되었다고 판정해도 된다. 또한, 제로라고 판정할 수 있는 상한값은 차량의 중량이나 구배의 크기에 따라 변경해도 된다. 예를 들어 차량의 중량이나 구배가 클수록, 상한값을 크게 해도 된다.
- [0118] 스텝 S705에서는, flg2의 상태를 본다. flg2=1인 경우는, 차량이 롤 백 중이라고 판정하고, 스텝 S708의 처리를 실행한다. flg2=0인 경우는, 차량은 롤 백하지 않았다고 판정하고, 스텝 S706의 처리를 실행한다.
- [0119] 스텝 S706은 스텝 S705에 있어서 롤 백하지 않았다고 판정된 후에 행하는 처리이며, 롤 백이 개시되었는지 여부를 판정하기 위한 스텝이다. 구체적으로는, 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega_m| > \text{모터 회전 속도 } \omega_{m1}$ 이 성립되는지 여부를 판정한다. 모터 회전 속도 ω_{m1} 은 미리 실험 등에 의해 정해진, 차량이 롤 백을 개시했다고 판정할 수 있는 모터 회전 속도이다. $|\omega_m| > \omega_{m1}$ 이 성립되는 경우는, 스텝 S707의 처리를 실행하고, 성립되지 않는 경우는, 스텝 S711의 처리를 실행한다.
- [0120] 스텝 S707에서는, 컨트롤러(2)는 스텝 S706에 있어서 롤 백이 개시되었다고 판정했으므로, flg2=1로 세트한다. 세트한 후, 스텝 S711의 처리를 실행한다.
- [0121] 스텝 S708에서는, 롤 백의 상태를 판정한다. 타이머 1=0일 때, 혹은 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega_m| < \text{모터 회전 속도 } \omega_{m2}$ 가 성립될 때는, 차량의 롤 백이 억제되었다고 판정하고, 스텝 S710의 처리를 실행한다. 모터 회전 속도 ω_{m2} 는 미리 실험 등에 의해 정한, 차량이 정차했다고 판정할 수 있는 모터 회전 속도이다. 타이머 1=0 및 $|\omega_m| < \omega_{m2}$ 의 양쪽 모두 성립되지 않는 경우는, 차량은 롤 백 중이라고 판정하고, 타이머 1의 카운트 다운 처리를 행하는 스텝 S709의 처리를 실행한다.

- [0122] 스텝 S710에서는, 컨트롤러(2)는 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터로부터, 통상 주행 시의 제어 파라미터로 복귀시키기 위해, $flg1$ 을 0으로 세트한다.
- [0123] 스텝 S709에서는, 타이머 1의 카운트값으로부터 1을 감산한다. 즉, 롤 백 중에는, 타이머 1의 카운트값은 스텝 S708에 있어서 롤 백이 억제되었다고 판정될 때까지, 연산 주기마다 카운트 다운된다. 카운트 다운 후, 스텝 S711의 처리를 실행한다.
- [0124] 스텝 S711에서는, 설정해야 할 제어 파라미터를 판정하기 위해, $flg1$ 의 상태를 판정한다. $flg1=1$ 이라면, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 설정하는 스텝 S712의 처리를 실행한다. $flg1=0$ 이라면, 모터 토크 제어에 관한 제어 파라미터를 통상 주행 시의 제어 파라미터로 설정하고, 이니셜 스타트 처리를 종료한다.
- [0125] 계속해서, 스텝 S712에서 실행하는 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정에 대하여 설명한다. 도 11은 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정에 관한 처리의 흐름을 나타낸 흐름도이다.
- [0126] 스텝 S712a에서는, 컨트롤러(2)는 모터 회전 속도를 피드백하는 속도 피드백 제어계에 있어서, 도 6에 도시하는 모터 회전 속도 F/B 토크 설정기(601)의 게인 Kv_{ref} 를 정차 직전도 포함하는 통상 주행 시보다도 큰 값으로 설정한다. 이에 의해, 이니셜 스타트 시에 있어서, 모터 회전 속도 F/B 토크 T_{ω} 를 증대시킴으로써, 모터 토크 명령값 T_m^* 를 보다 빠르게 외란에 수렴시킬 수 있다. 이 결과, 이니셜 스타트 후에, 차량에 작용하는 외란에 대한 모터 토크의 응답성이 상승되므로, 롤 백하는 거리를 억제할 수 있다.
- [0127] 또한, 게인 Kv_{ref} 는 외란 토크 추정값 T_d 가 클수록, 크게 해도 된다. 이에 의해, 차량에 작용하는 외란이 커져도, 차량의 롤 백 거리를 억제하는 효과를 일정한 수준 이상으로 유지할 수 있다. 또한, 롤 백 거리에 영향을 끼치는 가장 지배적인 외란 요인은 노면 구배이다. 따라서, 차량이 정차하고 있는 노면의 구배를 경사 센서 등의 구배 검출 수단(12)(도 1 참조)으로 검출하고, 노면 구배가 클수록, 게인 Kv_{ref} 를 보다 크게 해도 된다.
- [0128] 스텝 S712b에서는 도 5에 도시하는 외란 토크 추정기(502)가 구비하는, 도 7에 도시하는 필터 $Hz(s)$ 의 분모의 감쇠 계수 ξ_c 를 통상 주행 시보다도 작게 설정한다. 이에 의해 1Hz 정도의 가속도 진동이 발생하지만, 외란 토크 추정값 T_d 를 구배 외란에 빠르게 일치시킬 수 있다. 이 결과, 외란에 대한 모터 토크의 응답성이 상승하여, 롤 백 거리를 억제할 수 있다.
- [0129] 또한, 외란 토크 추정값 T_d 가 클수록, 필터 $Hz(s)$ 의 분모의 감쇠 계수 ξ_c 를 보다 작게 해도 된다. 이에 의해, 차량에 작용하는 외란이 커져도, 차량의 롤 백 거리를 억제하는 효과를 일정한 수준 이상으로 유지할 수 있다. 또한, 차량이 정차하고 있는 노면의 구배를 검출하고, 노면 구배가 클수록, 필터 $Hz(s)$ 의 분모의 감쇠 계수 ξ_c 를 보다 작게 해도 된다.
- [0130] 스텝 S712c에서는, 외란 토크 추정기(502)가 구비하는 제어 블록(702)으로 나타내는 저역 통과 필터 $H(s)$ 의 시상수를, 통상 주행 시보다 작은 값으로 설정한다. 이에 의해, 차량이 정차하려고 하는 노면의 구배 외란에 외란 토크 추정값 T_d 를 보다 빠르게 일치시킬 수 있다. 이 결과, 외란에 대한 모터 토크의 응답성이 상승하여, 롤 백 거리를 억제할 수 있다.
- [0131] 또한 저역 통과 필터 $H(s)$ 의 시상수를, 외란 토크 추정값 T_d 가 클수록, 더 작게 해도 된다. 이에 의해, 차량에 작용하는 외란이 커져도, 차량의 롤 백 거리를 억제하는 효과를 일정한 수준 이상으로 유지할 수 있다. 또한, 차량이 정차하고 있는 노면의 구배를 검출하여, 노면 구배가 클수록, 저역 통과 필터 $H(s)$ 의 시상수를 보다 작게 해도 된다.
- [0132] 스텝 S712d에서는, 도 2의 스텝 S204의 정지 제어 처리 및 스텝 S205의 제진 제어 처리에 있어서 사용하는 모터 회전 속도 ω_m 의 이동 평균화 처리에 관한 모터 회전 속도의 샘플링 횟수를 주행 시보다도 적게 한다. 이에 의해, 모터 회전 속도 검출 시의 낭비 시간을 억제할 수 있다. 또한, 이니셜 스타트 직후는, 통상 모터의 변동이 매우 약간이기 때문에, 모터의 회전 각도나 속도 검출에 의한 노이즈가 적고, 이동 평균화 처리 횟수를 저감시켜도, 소음 등은 발생하지 않는다. 따라서, 모터 회전 속도 검출 시의 낭비 시간을 억제함으로써 응답성을 향상시켜도, 제어의 안정성을 확보할 수 있다.
- [0133] 스텝 S712e에서는 스텝 S205에서 행하는 제진 제어 처리에서 사용하는 피드백 게인 K_{FB} [도 9의 게인 보상기(907) 참조]를 주행 시보다 작은 값으로 설정한다. 이에 의해, 토크 목표값에 대한 F/B 보상 토크 $T_{F/B}$ (제진 토크)의 오버슈트를 억제할 수 있으므로, 모터 토크 제어에 관한 안정성을 확보할 수 있다.
- [0134] 이상과 같이, 이니셜 스타트 판정 후, 스텝 S712a 내지 S712e의 처리에 의해, 모터 토크 제어에 관한 제어 파라

미터를 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터로 설정한다. 또한, 스텝 S712a 내지 S712e의 순서는 이것에 한정되지 않는다. 또한, 스텝 S712a 내지 S712e를 모두 실행할 필요가 반드시 있는 것은 아니고, 스텝 S712a 내지 S712d의 적어도 하나를 실행하면 된다.

- [0135] 이상이 이니셜 스타트 처리의 상세이다. 여기서, 모터 토크의 응답성을 이니셜 스타트 시만 상승시키는 이유를 설명한다.
- [0136] 차량의 통상 주행 시는, 회전 각도나 속도 검출에 의한 노이즈의 영향에 의해, 고주파의 토크 성분(예를 들어, 25 내지 150Hz대의 진동 성분)이 출력되어 버리는 경우가 있다. 이 진동 성분은 모터 유닛 또는 드라이브 샤프트 등으로부터 마운트 등을 통해 바디·새시에 전해짐으로써, 소음의 발생 요인이 된다. 이 때문에, 통상 주행 시에 모터 토크 제어에 관한 제어 파라미터의 속응성을 상승시키면, 고주파 계인도 동시에 높아지고, 소음이 현저하게 나타난다. 즉, 속응성을 상승시킨 제어 파라미터의 설정은 소음과의 상반된 관계이다.
- [0137] 한편, 차량의 이니셜 스타트 시는, 통상 주행 시와 같은 스피드는 나오고 있지 않으므로, 모터의 회전 각도나 속도 검출에 의한 고주파 노이즈는 통상 주행 시에 비해 거의 발생하지 않는다. 즉, 이니셜 스타트 시에 있어서, 속응성을 상승시킨 제어 파라미터를 설정해도, 통상 주행 시와 같은 소음은 거의 발생하지 않는다. 따라서, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 통상 주행 시의 정지 제어에 관한 제어 파라미터와는 별도로, 소음의 문제를 고려할 필요가 적은 이니셜 스타트 시만, 속응성을 높인 제어 파라미터를 설정한다.
- [0138] 이하에서는, 본 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치를 전기 자동차에 적용했을 때의 효과에 대하여, 도 12, 도 13을 참조하여, 특히, 이니셜 스타트 시의 제어에 대하여 설명한다.
- [0139] 도 12는 본 실시 형태에 있어서의 전동 차량의 제어 장치에 의한 제어 결과의 일례를 도시하는 도면이다. 도 12는 일정 구배의 오르막길에서 정차한 상태에서 이니셜 스타트할 때의 제어 결과이고, 위에서부터 순차적으로, 이그니션 신호, 모터 토크 명령값, 차량 전후 가속도, 모터 회전 속도, 롤 백 거리를 나타내고 있다. 또한, 이그니션 신호를 나타낸 도면 중에 나타내는 점선은 flg1의 상태를 나타내고 있다. 또한, 모터 토크 명령값을 나타낸 도면 중에 나타내는 점선은 외란 토크 추정값을, 일점 쇄선은 구배 외란을 나타내고 있다.
- [0140] 시각 t0에서는 도 2의 스텝 S201에 있어서 검출하는 이그니션 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행한 상태이다. 그리고, 스텝 S203의 처리에서, flg1을 1로 함으로써, 통상 주행 시에 비해 모터 토크 제어의 속응성을 상승시킨 제어 파라미터를 설정한다(스텝 S712a 내지 S712e 참조). 이때, 차량이 정차하고 있는 노면 구배는 오르막이지만, 외란 토크 추정값과 모터 토크 명령값은 모두 0으로 초기화되어 있다. 따라서, 모터 토크 명령값을 나타낸 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 외란 토크 추정값과 구배 외란에 피리가 있음을 알 수 있다. 또한, 시각 t0에 있어서는, 마찰 브레이크에 의해 오르막길에 있어서의 정차 상태가 유지되어 있다.
- [0141] 시각 t1에서는, 마찰 브레이크에 의한 제동을 해제한다. 이때, flg1=1이기 때문에, 스텝 S204에 관한 정지 제어 처리는 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터로 설정되어 있다. 따라서, 통상 주행 시에 비해 속응성이 높은 제어 파라미터에 기초하는 정지 제어 처리에서 모터 토크 명령값이 조정된다. 한편, 마찰 브레이크 제동이 해제된 차량은 롤 백을 개시한다.
- [0142] 시각 t1부터 t2 사이에는 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega m|$ 이 소정의 모터 회전 속도 $\omega m1$ 보다 커짐으로써 롤 백 상태라고 판정한 후, 도 7의 스텝 S708에 있어서, 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega m|$ 이 소정의 모터 회전 속도 $\omega m2$ 보다 작은 값에 수렴했다고 판정되면, flg1을 0으로 하고, 제어 파라미터를 통상 주행 시의 제어 파라미터의 설정값으로 되돌린다. 도면으로부터, t1.5의 시점에서, 모터 회전 속도는 제로에 수렴되었고, 롤 백은 정지하였음을 알 수 있다.
- [0143] 시각 t2 이후에는, 모터 회전 속도는 0에 수렴하고 있고, 통상 주행 시의 제어 파라미터에 기초하는 정지 제어 처리에서 정차 상태를 유지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0144] 이어서, 비교예로서, 이니셜 스타트 시에, 속응성을 높인 제어 파라미터를 설정하지 않은 경우의 제어 결과를, 도 13을 참조하여 설명한다.
- [0145] 시각 t0에서는 도 2의 스텝 S201에 있어서 검출하는 이그니션 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행한 상태이다. 차량이 정차하고 있는 노면 구배는 오르막이지만, 외란 토크 추정값과 모터 토크 명령값은 모두 0으로 초기화되어 있다. 따라서, 모터 토크 명령값을 나타낸 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 외란 토크 추정값은 구배 외란과 피리되어 있다. 또한, 시각 t0에 있어서는, 마찰 브레이크에 의해 오르막길에 있어서의 정차 상태가 유지되어 있다.

- [0146] 시각 t_1 에서는, 마찰 브레이크에 의한 제동을 해제한다. 본 비교예에 있어서는, 통상 주행 시와 동일한 제어 파라미터에 기초하는 정지 제어 처리에서 모터 토크 명령값이 산출된다. 도면으로부터 알 수 있는 바와 같이, 마찰 브레이크가 해제된 차량은 롤 백을 개시한다.
- [0147] 마찰 브레이크 해제 후, 통상 주행 시와 동일한 제어 파라미터에 기초하는 정지 제어 처리에서 모터 토크 명령값의 조정이 이루어지고 있지만, 본 예에 있어서는 모터 토크 명령값은 시각 t_2 시점에 있어서는 아직 구배 외란과 일치하고 있지 않다. 그로 인해, 시각 t_3 에 있어서는 롤 백 거리도 계속해서 연장되고 있고, $t_{3.5}$ 의 시점이 되어서야 차량은 정차한다.
- [0148] 시각 t_4 에서는, 모터 회전 속도는 0에 수렴하고, 정지 제어 처리에서 차량의 정차 상태를 유지할 수 있다. 단, 도 13을 참조하여 설명한 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터에 기초하는 정지 제어 처리에 비해, 정차를 유지할 때까지의 시간과, 롤 백 거리가 긴 것을 알 수 있다.
- [0149] 이와 같이, 본 발명에 관한 전동 차량의 제어 장치는 종래예에 비해, 외란 토크 추정값과 구배 외란을 일치시킴과 함께, 모터 토크를 제어하여 정차를 유지할 때까지 필요로 하는 시간 및 롤 백 거리가 억제되어 있음을 알 수 있다.
- [0150] 이상, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 드라이버의 액셀러레이터 조작에 따라 구동 토크 및 회생 토크를 발생시키는 모터를 구비한 전동 차량의 제어 장치이며, 드라이버에 의한 차량의 발진 조작이 행해졌는지 여부를 판정하고, 차량에 작용하는 외란에 따라, 차량의 정차 상태를 유지하는 데 필요한 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하고, 차량 주행 중에 있어서는 정차 직전 및 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 모터의 구동 토크가 외란 토크 추정값 T_d 에 수렴하도록 제어한다. 그리고, 당해 전동 차량의 제어 장치는 차량에 작용하는 외란에 대한 구동 토크의 응답성을 제어하고, 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우는, 모터의 구동 토크의 응답성을 정차 직전의 구동 토크 응답성보다도 상승시킨다.
- [0151] 이에 의해, 차량의 이니셜 스타트 시에 있어서, 특히 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 통상 주행 시보다도 높일 수 있으므로, 예를 들어 브레이크 제동력이 해방된 경우에 발생하는 차량의 롤 백 거리를 억제할 수 있다. 또한, 롤 백이 발생함으로써 드라이버에 불안을 끼쳐 버리는 것을 방지할 수 있다.
- [0152] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 차량의 이그니션 스위치 신호의 OFF 상태에서부터 ON 상태로의 이행을 검지했을 때에, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정한다. 이에 의해, 차량의 이니셜 스타트 시를 확실하게 판정할 수 있다.
- [0153] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 검출한 모터 회전 속도 ω_m 을 피드백하는 속도 피드백 제어계를 사용하여 외란 토크 추정값을 산출하는 것이며, 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우는, 속도 피드백 제어계의 피드백 게인 K_{vref} 를 크게 함으로써, 상기 구동 토크의 응답성을 상승시킨다. 이와 같이, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 모터 회전 속도 ω_m 을 피드백할 때의 게인 K_{vref} 에 따라, 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높임으로써, 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 상승시킨다. 이에 의해, 통상 주행 시와 이니셜 스타트 시의 모터 토크의 응답성을 용이하게 전환할 수 있으므로, 차량의 주행 신에 따른 응답성 제어를 용이하게 실행할 수 있다.
- [0154] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 2차식의 분자와 2차식의 분모로 구성된 소정의 감쇠 계수를 갖는 필터 $H(s)$ 를 구비하고, 당해 필터의 감쇠 계수에 기초하여 상기 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하는 것이며, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 필터 $H(s)$ 의 분모의 감쇠 계수 ξ_c 를 작게 함으로써, 구동 토크의 응답성을 상승시킨다. 이와 같이, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 필터 $H(s)$ 의 분모의 감쇠 계수 ξ_c 에 따라, 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높임으로써, 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 상승시킨다. 이에 의해, 통상 주행 시와 이니셜 스타트 시의 모터 토크의 응답성을 용이하게 전환할 수 있으므로, 차량의 주행 신에 따른 응답성 제어를 용이하게 실행할 수 있다.
- [0155] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 소정의 시상수를 갖는 필터 $H(s)$ 를 구비하고, 당해 필터의 시상수에 기초하여 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하는 것이며, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 당해 시상수를 작게 함으로써, 구동 토크의 응답성을 상승시킨다. 이와 같이, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 저역 통과 필터 $H(s)$ 의 시상수에 따라, 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높임으로써, 구배 외란에 대한 모터 토크의 응답성을 상승시킨다. 이에 의해, 통상 주행 시와 이니셜 스타트 시의 모터 토크의 응답성을 용이하게 전환할 수 있으므로, 차량의 주행 신에 따른 응답성 제어를 용이하게 실행할 수 있다.

- [0156] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 검출한 모터 회전 속도 ω_m 에 대하여 소정의 샘플링 횟수에 기초하는 이동 평균을 실시한 값을 피드백하는 속도 피드백 제어계를 사용하여 외란 토크 추정값 T_d 를 산출하는 것이며, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 당해 샘플링 횟수를 작게 함으로써, 구동 토크의 응답성을 상승시킨다. 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 모터 회전 속도 ω_m 의 산출 시에 행하는 이동 평균화 처리에 관한 모터 회전 속도 ω_m 의 샘플링 횟수를 줄임으로써, 모터 회전 속도 ω_m 의 검출 지연에 관한 낭비 시간을 억제하므로, 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높여도, 제어의 안정성을 확보할 수 있다.
- [0157] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 차체에 발생하는 진동을 억제하는 제진 토크를 모터에 발생시키는 제진 제어 처리를 실행한다. 당해 제진 제어 처리는 피드백 제어계에 의해 F/B 보상 토크 $T_{F/B}$ (제진 토크)를 산출하는 것이며, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에, 피드백 제어계의 피드백 게인 K_{FB} 를 상기 정차 직전의 피드백 게인 K_{FB} 보다 작게 한다. 이와 같이, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 제진 제어 처리에서 사용하는 피드백 게인 K_{FB} 를 주행 시보다 작은 값으로 설정함으로써, 토크 목표값에 대한 F/B 보상 토크 $T_{F/B}$ (제진 토크)의 오버슈트를 억제할 수 있으므로, 구배 외란에 대한 외란 토크 추정값 T_d 의 속응성을 높여도, 제어의 안정성을 확보할 수 있다.
- [0158] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 모터 회전 속도 ω_m 의 검출값의 절댓값이, 미리 설정한 제1 롤 백 판정값 ω_{m1} 이상으로 증가한 후, 미리 설정한 제2 롤 백 판정값 ω_{m2} 이하로 저하한 경우는, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정된 경우에 상승시킨 구동 토크의 응답성을, 통상 주행 시의 구동 토크의 응답성과 동등해질 때까지 저하시킨다. 혹은, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정되고 나서 소정 시간(타이머 카운트값 $T1$) 경과 후에, 구동 토크의 응답성을, 통상 주행 시의 구동 토크의 응답성과 동등해질 때까지 저하시킨다. 이와 같이, 본 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 이니셜 스타트 직후의 차량의 발진 초기의 응답성만 상승시키므로, 이니셜 스타트 시의 롤 백을 억제할 수 있음과 함께, 이니셜 스타트 시 이후에 있어서는, 오버슈트가 증가하지 않는 적절한 응답성으로 조정되므로, 통상 주행 시의 제어 안정성을 확보할 수 있다.
- [0159] 또한, 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 차량이 정차하고 있는 노면의 구배를 검출하는 구배 검출 수단(12)을 더 구비하고, 검출한 구배가 클수록, 구동 토크의 응답성을 상승시킨다. 이에 의해, 예를 들어 급경사라도, 조기에 외란 토크 추정값 T_d 를 상승시킬 수 있기 때문에, 차량의 롤 백을 억제할 수 있다.
- [0160] (제2 실시 형태)
- [0161] 이어서, 제2 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치에 대하여 설명한다. 제2 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는, 지금까지 설명한 제1 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치란, 특히, 이니셜 스타트 처리에 있어서의 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정 타이밍이 다르다.
- [0162] 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정 타이밍에 대하여, 제1 실시 형태에서는 이그니션 신호가 OFF 상태에서부터 ON 상태로 이행한 것을 확인한 경우에 $f1g1$ 을 1로 세트함으로써, 스텝 S712의 처리에 있어서 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터가 설정된다. 즉, 제1 실시 형태는 드라이버가 이니셜 스타트 스위치를 ON으로 하여 차량 시스템을 상승시킨 경우에, 차량이 이니셜 스타트 시라고 판정하고, 즉시 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정이 이루어진다는 구성이었다.
- [0163] 본 실시 형태에서는, 컨트롤러(2)는 이그니션 신호가 OFF 상태에서부터 ON 상태로 이행한 것을 확인하는 것에 더하여, 액셀러레이터 개방도가 제로인 것이 확인된 경우에 $f1g1$ 을 1로 세트하고, 또한 모터 회전 속도의 절댓값이 미리 설정한 값 이상이 되고, 롤 백의 개시를 검지한 경우에, 차량이 이니셜 스타트 시라고 판정하고, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 설정한다. 이하, 도 14를 참조하여 본 실시 형태에 관한 이니셜 스타트 처리의 상세를 설명한다.
- [0164] 스텝 S701에서는, 컨트롤러(2)는 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행했는지 여부를 판정한다. 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON으로 이행한 경우는, 컨트롤러(2)는 스텝 S715의 처리를 실행한다. 이그니션 스위치 신호가 ON 상태 그대로라면, 컨트롤러(2)는 스텝 S703의 처리를 실행한다.
- [0165] 스텝 S715에서는, 컨트롤러(2)는 액셀러레이터 개방도가 제로인지 여부, 즉 드라이버에 의한 액셀러레이터 조작이 이루어졌는지 여부를 판정한다. 액셀러레이터 개방도가 제로, 즉 드라이버에 의한 액셀러레이터 조작이 이루어지지 않은 경우는, 스텝 S716의 처리를 실행한다. 액셀러레이터 개방도가 제로가 아니고, 드라이버가 액셀

러레이터 페달을 밟고 있는 경우는, 스텝 S713의 처리를 실행한다. 드라이버가 액셀러레이터 페달을 밟고 있는 경우는, 원칙 차량의 롤 백은 발생하지 않으므로, 컨트롤러(2)는 스텝 S713에 있어서 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정하고, 이니셜 스타트 처리를 종료한다.

[0166] 스텝 S716에서는, 컨트롤러(2)는 롤 백이 개시되었는지 여부를 판정한다. 구체적으로는, 차량의 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega m|$ 이, 비교값인 모터 회전 속도 $\omega m1$ 보다 큰지 여부를 판정한다. 모터 회전 속도 $\omega m1$ 은 미리 실험 등에 의해 정해진, 차량이 롤 백을 개시했다고 판정할 수 있는 모터 회전 속도이다. 또한, 비교하는 차량의 모터 회전 속도의 값을 절댓값으로 한 것은, 오르막길에 있어서 차량이 후방으로 미끄러져 내려가는 경우 및 내리막길에 있어서 차량이 전방 방향으로 미끄러져 내려가는 경우의 양쪽 모두를 일괄로 검지 가능하게 하기 위해서이다. $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되는 경우는, 스텝 S702의 처리를 실행한다. $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되지 않는 경우는, 스텝 S717의 처리를 실행한다.

[0167] 스텝 S702에서는, 컨트롤러(2)는 타이머 1, $f1g1$ 및 $f1g2$ 각각을 세트한다. 타이머 1에 세트되는 값은 이그니션 스위치 신호가 ON 상태로 되고, 차량이 롤 백을 개시했다고 판정된 후에, 구배 외란과 컨트롤러(2)로 산출되는 외란 토크 추정값 Td 가 일치하고, 모터 토크 명령값 Tm^* 로 모터 토크를 제어하여 정차 상태를 유지할 때까지의 시간이며, 미리 실험 등에 의해 적합시킨 값이다.

[0168] 그리고, 컨트롤러(2)는 $f1g1$ 및 $f1g2$ 를 1로 세트한다. 본 실시 형태에 있어서의 $f1g1=1$ 은 이그니션 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행하고, 또한 액셀러레이터 개방도가 제로인 것을 나타낸다. $f1g2=1$ 은 제1 실시 형태와 마찬가지로, 차량이 롤 백을 개시한 것을 나타낸다. 본 실시 형태에서는 $f1g1=1$, 또한 $f1g2=1$ 로 설정됨으로써, 차량이 이니셜 스타트 시인 것이 나타난다. 세트한 후, 컨트롤러(2)는 S711의 처리를 실행한다.

[0169] S711에서는, $f1g=1$ 이 성립되어 있는지 여부가 판정된다. S702에 있어서의 처리에서 $f1g$ 는 1로 세트되어 있으므로, 컨트롤러(2)는 다음의 스텝인 스텝 S712의 처리를 실행한다.

[0170] 스텝 S712에서는 외란 토크 추정값 Td 를 산출할 때에 사용되는 제어 파라미터로서, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터가 설정된다. 또한, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정은 제1 실시 형태와 마찬가지로 실행된다(도 11 참조). 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터가 설정된 후, 이니셜 스타트 처리는 종료한다.

[0171] 이어서, 스텝 S716에 있어서 $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되지 않은 경우의 플로우에 대하여 설명한다. 스텝 S717에서는, 컨트롤러(2)는 이그니션 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행하고, 또한 액셀러레이터 개방도가 제로이기 때문에, $f1g1$ 을 1로 세트한다. $f1g2$ 는 $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되어 있지 않고, 차량은 아직 롤 백을 개시하고 있지 않기 때문에, 0으로 세트된다. 세트 후, 컨트롤러(2)는 S713의 처리를 실행한다.

[0172] 스텝 S713에서는, 외란 토크 추정값 Td 를 산출할 때에 사용되는 제어 파라미터로서, 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정한다. 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정한 후, 이니셜 스타트 처리의 1사이클은 종료된다.

[0173] 그리고, 다음의 사이클에 있어서의 S701의 처리의 실행 시에는, 이그니션 스위치 신호는 ON 상태 그대로이므로, 컨트롤러(2)는 스텝 S703의 처리를 실행한다.

[0174] 스텝 S703에서는, 컨트롤러(2)는 $f1g1$ 의 상태를 판정한다. 1사이클 전의 스텝 S717에 있어서, $f1g1$ 은 1로 세트되어 있으므로, 계속해서 스텝 S704의 처리를 실행한다.

[0175] 스텝 S704에서는, 컨트롤러(2)는 액셀러레이터 개방도가 제로인지 여부를 판정한다. 액셀러레이터 개방도가 제로이면, 차량의 롤 백이 개시되었는지 여부를 판정하는 스텝 S705의 처리를 실행한다. 액셀러레이터 개방도가 제로가 아닌 경우, 즉 드라이버에 의해 액셀러레이터 페달이 답입되어 있으면, 차량이 가속하기 시작하는 등, 차량이 드라이버의 의도에 따라 주행하고 있는 상태로 이행하고, 이니셜 스타트 시를 벗어났다고 판정할 수 있으므로, 스텝 S710에 있어서 $f1g$ 를 0으로 세트한다. 그리고, 컨트롤러(2)는 스텝 S713에 있어서, 외란 토크 추정값 Td 를 산출할 때에 사용되는 제어 파라미터로서 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정하고, 이니셜 스타트 처리는 종료한다.

[0176] 또한, 스텝 S704에 있어서, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 제1 토크 목표값 $Tm1^*$ 의 과거값 $Tm1_z$ 와, 제2 토크 목표값 $Tm2^*$ 의 과거값 $Tm2_z$ 를 비교해도 된다. $Tm2_z > Tm1_z$ 가 성립되는 경우는, 스텝 S705의 처리를 실행한다. $Tm2_z > Tm1_z$ 가 성립되지 않는 경우는, 차량이 드라이버의 의도에 따른 주행을 개시했다고 판정하고, 스텝 S710에서 $f1g$ 를 0으로 세트한 후, 스텝 S711의 처리를 실행한다.

[0177] 이어서, 스텝 S704에 있어서, 컨트롤러(2)가 액셀러레이터 개방도=0이라 판정한 경우의 플로우에 대하여 설명

한다. 액셀러레이터 개방도=0인 경우는, 컨트롤러(2)는 S705의 처리를 실행하고, flg2의 상태를 판정한다. 이 시점에 있어서의 차량은 아직 롤 백을 개시하고 있지 않으므로, flg2=0이다. 따라서, 컨트롤러(2)는 이어서, 스텝 S706의 처리를 실행한다.

[0178] 스텝 S706에서는, 컨트롤러(2)는 차량이 롤 백을 개시했는지 여부를 판정하기 위해, 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega m| > \text{모터 회전 속도 } \omega m1$ 이 성립되는지 여부를 판정한다. 모터 회전 속도 $\omega m1$ 은, 상술한 바와 같이 차량이 롤 백을 개시했다고 판정할 수 있는 모터 회전 속도이며, 미리 실험 등에 의해 정한 값이다. $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되지 않는 경우는, 차량은 아직 롤 백을 개시하고 있지 않으므로, 컨트롤러(2)는 스텝 S713에 있어서 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정한 후, 이니셜 스타트 처리를 종료한다. $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되는 경우는, 스텝 S707의 처리를 실행한다.

[0179] 스텝 S707에서는, $|\omega m| > \omega m1$ 이 성립되고, 차량이 롤 백을 개시했다고 판정되므로, flg2가 1로 세트됨과 함께, 타이머 1에 카운트값 T1을 세트한다. 그리고, 컨트롤러(2)는 계속되는 스텝 S711에 있어서 flg1의 상태를 판정한다. 또한, 카운트값 T1은 차량이 롤 백을 개시하고, 이니셜 스타트 시라고 판정된 후, 차량이 정차 상태를 유지할 때까지의 시간이며, 미리 실험 등에 의해 적합시킨 값이다.

[0180] 스텝 S711에서는, 스텝 S717의 처리에 있어서 flg1이 1로 세트된 상태가 계속되고 있으므로, flg1=1이 성립된다. 따라서, 컨트롤러(2)는 계속되는 스텝 S712에 있어서 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 설정하고, 이니셜 스타트 처리를 종료한다.

[0181] 이 시점에서, flg1, flg2 및 타이머 1은 각각, flg1=1, flg2=1, 타이머 1=T1로 세트되어 있다. 이것을 전제로 하여, 다음의 사이클에 있어서의 이니셜 스타트 처리에 대하여 설명한다.

[0182] 상기와 같이, flg1=1, flg2=1이므로, 스텝 S704에 있어서 액셀러레이터 개방도=0이 성립되는 한은, 컨트롤러(2)는 스텝 S708의 처리를 실행한다. 액셀러레이터 개방도=0이 성립되지 않는 경우는, 컨트롤러(2)는 차량이 드라이버의 의도에 따른 주행을 개시하여 이니셜 스타트 시를 벗어났다고 판정하고, 스텝 S710에서 flg를 0으로 세트하고, 스텝 S713에 있어서 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정한다. 설정 후, 이니셜 스타트 처리는 종료한다.

[0183] 스텝 S708에서는, 롤 백의 상태를 판정한다. 타이머 1=0일 때, 혹은 모터 회전 속도의 절댓값 $|\omega m| < \text{모터 회전 속도 } \omega m2$ 가 성립될 때는, 차량의 롤 백이 억제되었다고 판정하고, 스텝 S710의 처리를 실행한다. 모터 회전 속도 $\omega m2$ 는 미리 실험 등에 의해 정한, 차량이 정차했다고 판정할 수 있는 모터 회전 속도이다. 타이머 1=0 및 $|\omega m| < \omega m2$ 의 양쪽 모두 성립되지 않는 경우는, 차량은 롤 백 중이라고 판정되므로, 타이머 1의 카운트다운 처리를 행하는 스텝 S709의 처리를 실행한다.

[0184] 스텝 S709에서는, 타이머 1의 카운트값으로부터 1을 감산한다. 즉, 롤 백 중에는, 타이머 1의 카운트값은 스텝 S708에 있어서 롤 백이 억제되었다고 판정될 때까지, 연산 주기마다, 타이머 1의 카운트값이 제로가 되거나, 혹은, $|\omega m| < \omega m2$ 가 성립될 때까지 카운트 다운된다. 그리고, 스텝 S708에 있어서 타이머 1=0 및 $|\omega m| < \omega m2$ 중 어느 한쪽이 성립된 경우는, 컨트롤러(2)는 통상 주행 시의 제어 파라미터를 설정하고, 이니셜 스타트 처리를 종료한다.

[0185] 이상, 제2 실시 형태의 전동 차량의 제어 장치는 차량의 이그니션 스위치 신호의 OFF 상태에서부터 ON 상태로의 이행을 검지하고, 또한 액셀러레이터 개방도가 제로이며, 또한 모터 회전 속도 ωm 의 절댓값이 미리 설정한 값 $\omega m1$ 이상이 되었을 때에, 차량의 발진 조작이 행해졌다고 판정한다. 이에 의해, 차량의 롤 백이 개시된 타이밍에 있어서만, 응답성을 높인 제어 파라미터의 설정을 실행할 수 있다. 따라서, 예를 들어 평탄로 등의, 애당초 롤 백이 발생하지 않는 노면에 있어서는, 이그니션 스위치 신호가 OFF로부터 ON 상태로 이행되어도 통상 주행 시의 제어 파라미터의 설정이 이루어지므로, 롤 백의 거리를 억제할 목적에 맞는, 보다 적절한 타이밍에 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터의 설정을 실행할 수 있다.

[0186] 본 발명은 상술한 실시 형태로 한정되지 않고, 다양한 변형이나 응용이 가능하다. 예를 들어, 상술한 설명에서는 전동 모터(4)의 회전 속도의 저하와 함께 모터 토크 명령값 Tm^* 를 외란 토크 명령값 Td 에 수렴시키는 것으로 하여 설명했다. 그러나, 차륜속이나 차체 속도, 드라이브 샤프트의 회전 속도 등의 속도 파라미터는 전동 모터(4)의 회전 속도와 비례 관계에 있기 때문에, 전동 모터(4)의 회전 속도에 비례하는 속도 파라미터의 저하와 함께 모터 토크 명령값 Tm^* 를 외란 토크 추정값 Td 에 수렴시키도록 해도 된다.

[0187] 또한, 이니셜 스타트 시의 제어 파라미터를 설정함으로써, 모터 토크의 응답성을 상승시키는 취지를

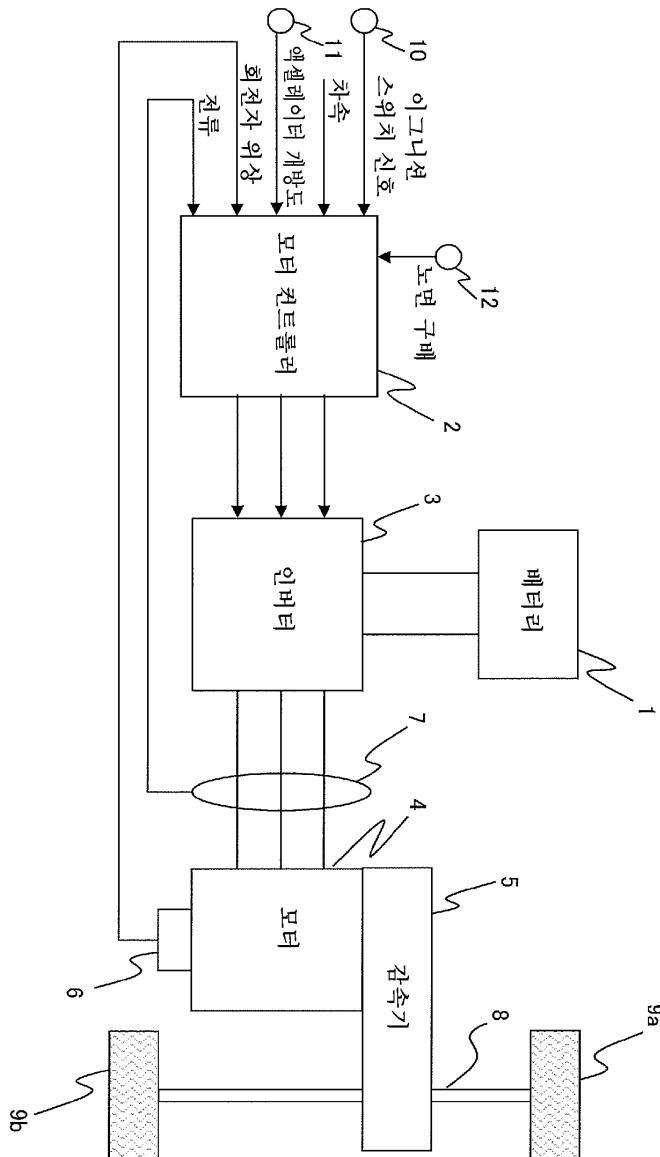
설명했지만, 예를 들어 동결 노면이나 눈길 등의 노면 마찰 계수가 낮은 불안정한 노면에 있어서는, 응답성을 높임으로써 오버슈트가 커져, 제어의 안정성을 유지하는 것이 어려워지는 경우가 있다. 따라서, 노면 마찰 계수 등을 검출하고, 노면 상황에 따라서는, 모터 토크의 응답성 상승을 금지해도 된다.

[0188] 또한, 본 발명에 관한 전동 차량의 제어 장치에 있어서는, 마이크나 카메라를 더 설치하고, 그것들에 의해 드라이버에 의한 차량의 발진 조작을 검출하도록 해도 된다.

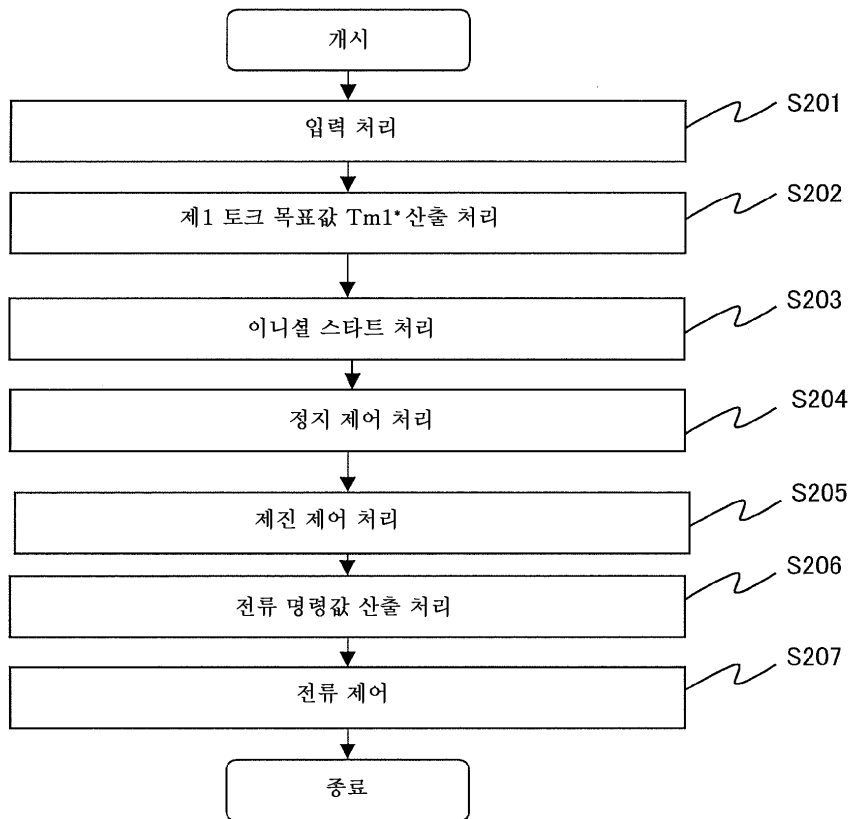
[0189] 더 추가하여, 상술에서는, 이니셜 스타트 시의 외란 토크 추정값은 차량 시스템의 정지 시에 어느 소정값(예를 들어, 평탄로 상당)으로 초기화된다고 기재했지만, 반드시 그것에 한정되지 않고, 정지 시의 외란 토크 추정값을 메모리에 기억시켜 두고, 이니셜 스타트 시에 있어서의 외란 토크 추정값을, 그 기억된 외란 토크 추정값으로 설정해도 된다. 그 경우, 이니셜 스타트 시에 있어서의 모터 토크 명령값은 차량 시스템의 정지 시에 기억된 외란 토크 추정값에 수렴하도록 제어된다.

도면

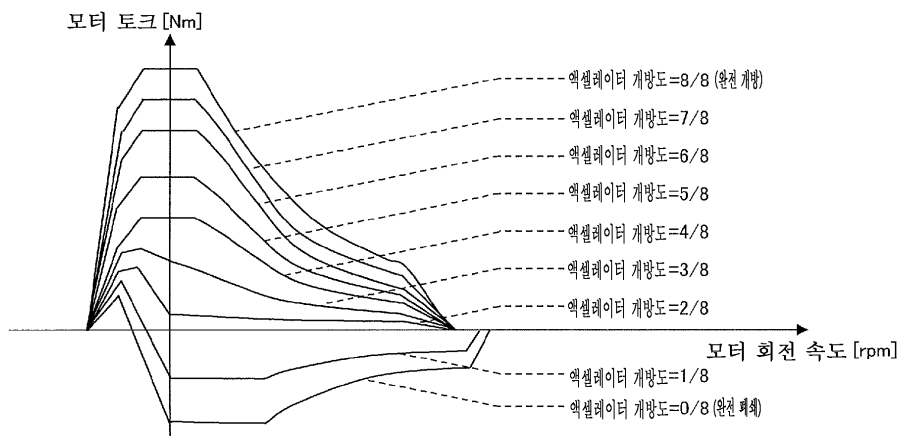
도면1



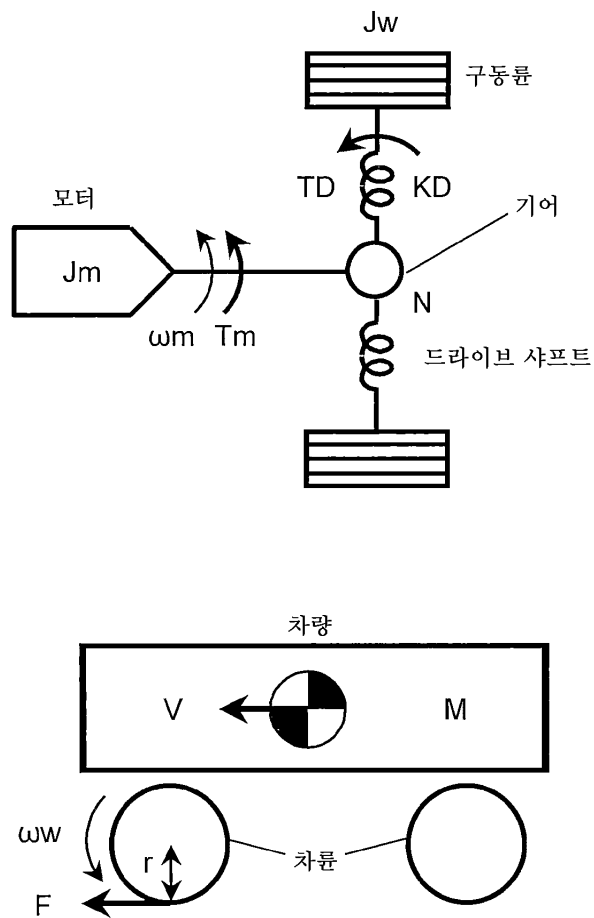
도면2



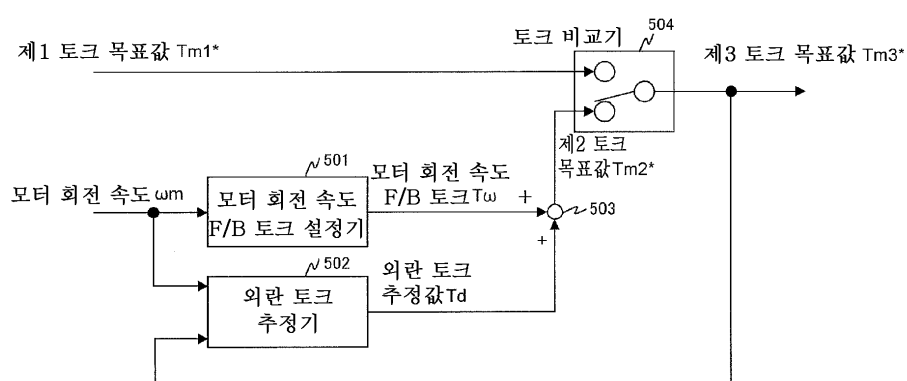
도면3



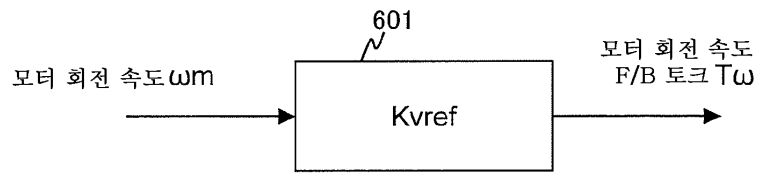
도면4



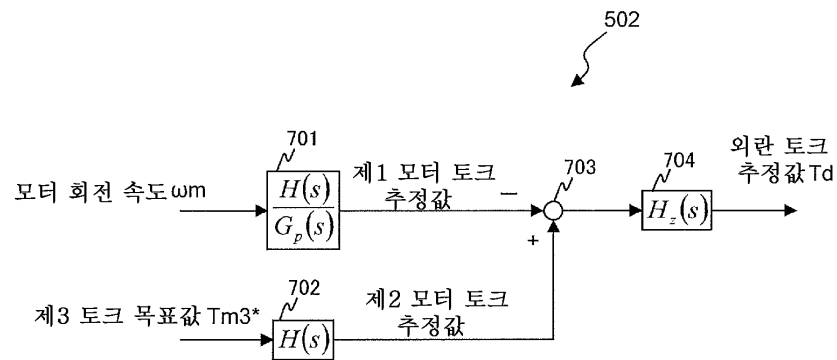
도면5



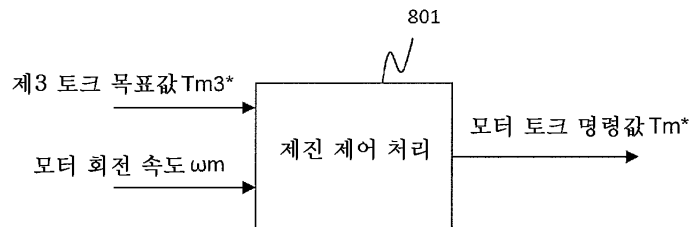
도면6



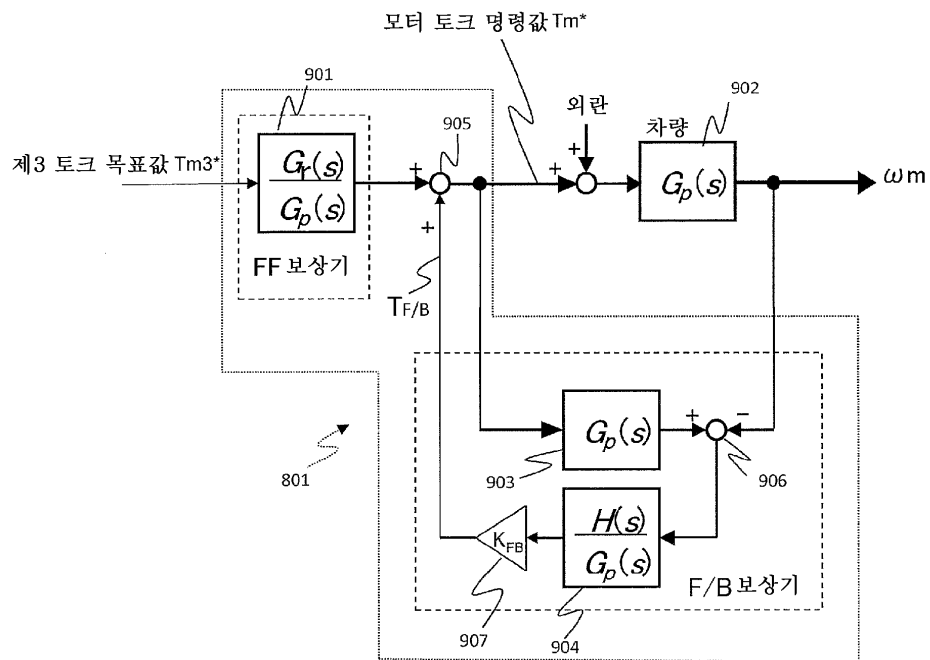
도면7



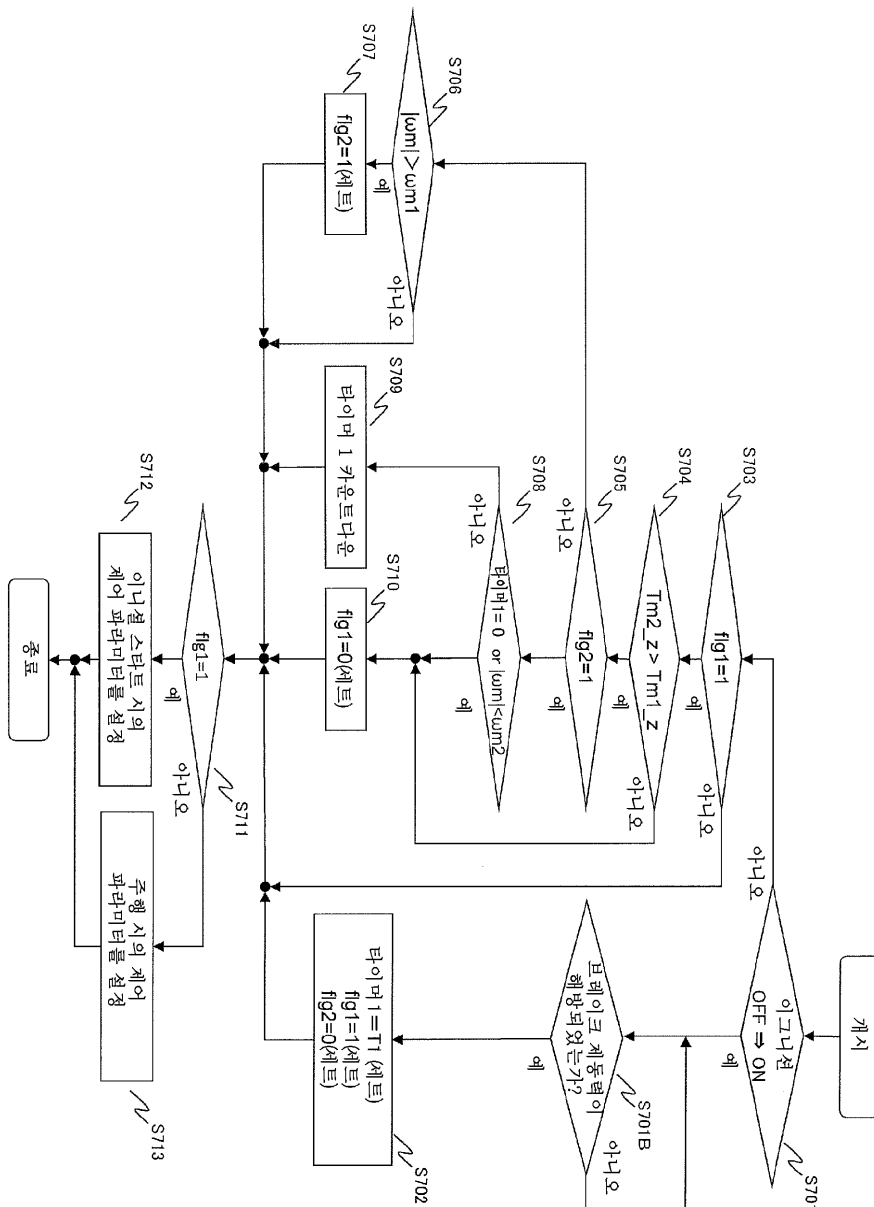
도면8



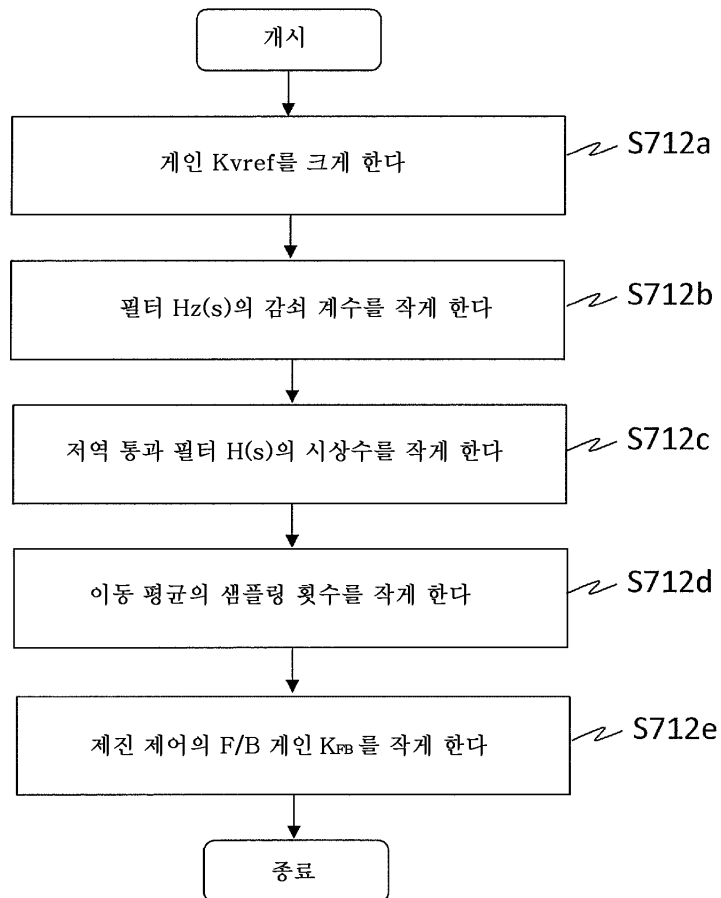
도면9



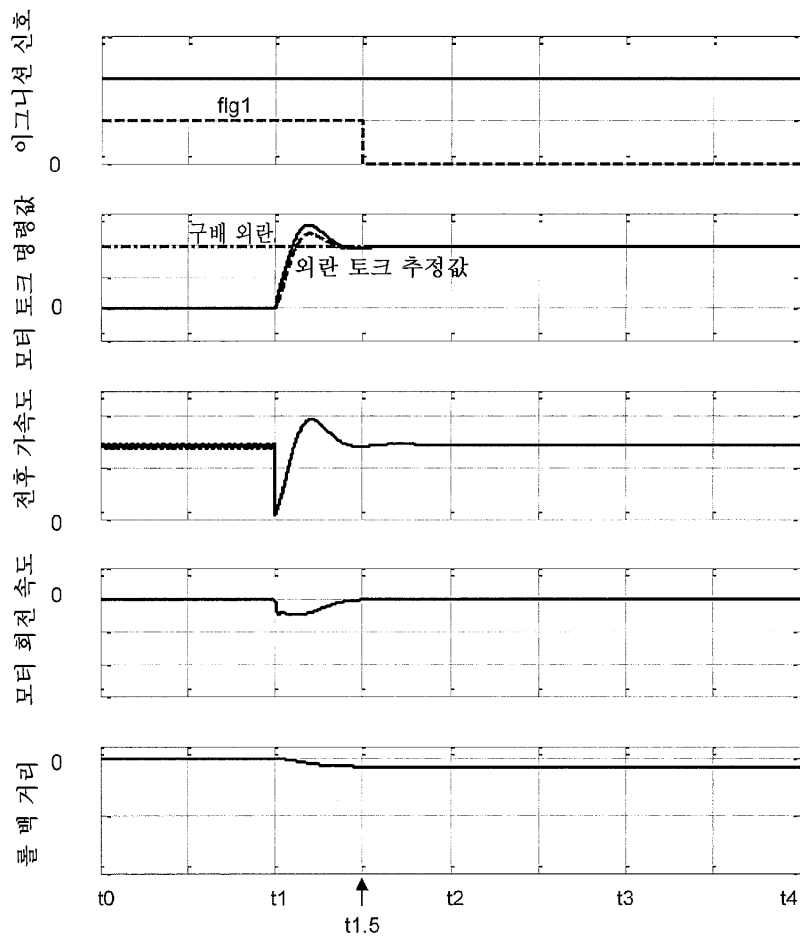
도면10



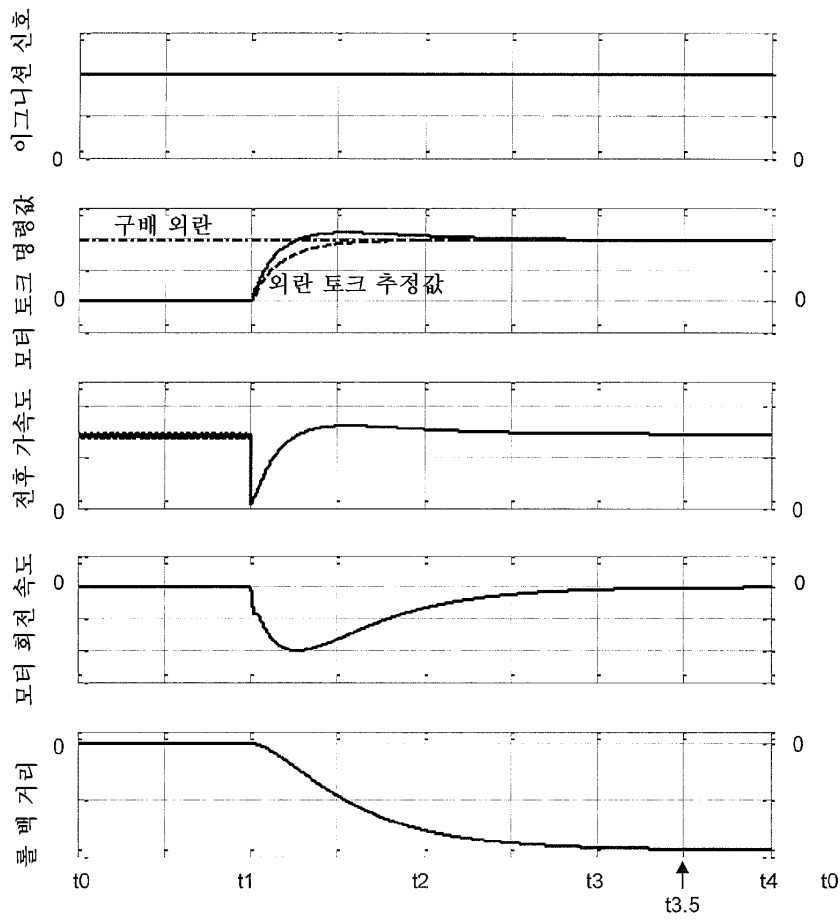
도면11



도면12



도면13



도면14

