



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월05일  
(11) 등록번호 10-2417515  
(24) 등록일자 2022년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60L 7/22 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B60L 7/22 (2013.01)  
B60L 2240/12 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0157105  
(22) 출원일자 2016년11월24일  
심사청구일자 2020년10월06일  
(65) 공개번호 10-2018-0058322  
(43) 공개일자 2018년06월01일  
(56) 선행기술조사문헌  
US20060196712 A1\*  
JP2001039281 A  
JP2015201913 A  
KR1020150018010 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
현대자동차주식회사  
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)  
(72) 발명자  
오지원  
경기도 화성시 향남읍 한절이2길 5-26 401호  
이정수  
경기도 화성시 동탄공원로 21-40 푸른마을두산위  
브아파트 930동 904호  
장영준  
경기도 용인시 수지구 대지로15번길 60 현대홈타  
운3차2단지아파트 507동 1602호  
(74) 대리인  
한라특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 14 항

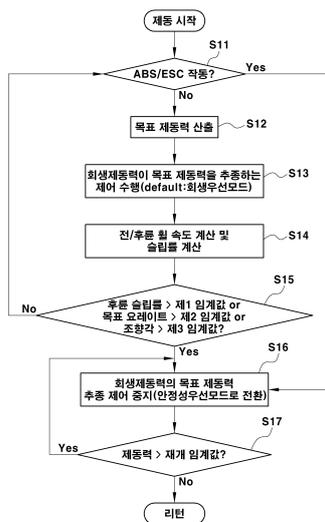
심사관 : 안정환

(54) 발명의 명칭 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 전기자동차의 제동 제어 방법에 관한 것으로서, 차량의 제동 안정성이 확보되는 범위 내에서 회생제동량을 최대화하여, 차량 연비와 제동 안정성, 주행 안정성을 동시에 향상시킬 수 있는 전기자동차의 제동 제어 방법을 제공하는데 주된 목적이 있는 것이다. 상기한 목적을 달성하기 위해, 전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 방법에 있어서, 제어기에 의해 운전자 제동 입력 값에 따라 운전자 요구 제동력이 결정되는 단계; 검출부에 의해 차량 운전 정보 및 상태 정보가 검출되는 단계; 상기 제어기에 의해, 상기 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 운전자 요구 제동력을 만족시키는 차량의 제동 모드가 결정되는 단계를 포함하는 전기자동차의 제동 제어 방법, 및 그 장치가 개시된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

- B60L 2240/24* (2013.01)
  - B60L 2240/46* (2013.01)
  - B60L 2250/00* (2013.01)
  - B60L 2250/26* (2013.01)
  - B60Y 2200/91* (2013.01)
  - B60Y 2400/303* (2013.01)
  - B60Y 2400/3032* (2013.01)
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 방법에 있어서,

제어기에 의해 운전자 제동 입력 값에 따라 운전자 요구 제동력이 결정되는 단계;

검출부에 의해 차량 운전 정보 및 상태 정보가 검출되는 단계;

상기 제어기에 의해, 상기 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 운전자 요구 제동력을 만족시키는 차량의 제동 모드가 결정되는 단계를 포함하고,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제동 모드 중 회생우선모드가 상기 제어기에 디폴트 모드로 설정되고,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 검출부는,

차속을 검출하는 차속 검출부;

차륜의 휠 속도를 검출하는 휠 속도 검출부; 및

운전자의 조향휠 조작에 따른 조향각을 검출하는 조향각 검출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 검출부는 브레이크 페달 조작 상태를 검출하는 브레이크 페달 검출부를 더 포함하고, 상기 제어기는 브레이크 페달 검출부에 의해 검출된 브레이크 페달 조작 상태에 해당하는 운전자 요구 제동력을 결정하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제어기는,

상기 차속 검출부에 의해 검출된 차속과 휠 속도 검출부에 의해 검출된 휠 속도로부터 차량 주행 상태 정보인 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값을 계산하며,

상기 조향각 검출부에 의해 검출된 조향각과, 상기 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값에 기초하여 제동 모드를 결정하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제어기는,

상기 계산된 후륜의 슬립률이 제1 임계값보다 크거나, 상기 계산된 목표 요레이트 값이 제2 임계값보다 크거나, 상기 검출된 조향각이 제3 임계값보다 큰 경우, 제동 모드로서 안정성우선모드를 결정하고, 안정성우선모드의 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 회생우선모드 동안 상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 차량 주행 상태 정보가 정해진 조건을 만족하는 경우 제어기에서 안정성우선모드로의 전환이 이루어지도록 된 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제어기는,

상기 검출부에 의해 검출된 차속과 휠 속도로부터 차량 주행 상태 정보인 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값을 계산하고,

상기 회생우선모드 동안, 상기 계산된 후륜의 슬립률이 제1 임계값보다 크거나, 상기 계산된 목표 요레이트 값이 제2 임계값보다 크거나, 상기 검출부에 의해 검출된 운전자 조향휠 조작에 따른 조향각이 제3 임계값보다 큰 경우, 안정성우선모드로 전환하여 안정성우선모드의 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

#### 청구항 8

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 장치에 있어서,

차량 운전 정보 및 상태 정보를 검출하기 위한 검출부; 및

상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 차량의 제동 모드를 결정하고, 결정된 제동 모드에 따라 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 제어기를 포함하며,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

#### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 검출부는,

차속을 검출하는 차속 검출부;

차륜의 휠 속도를 검출하는 휠 속도 검출부; 및

운전자의 조향휠 조작에 따른 조향각을 검출하는 조향각 검출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

#### 청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 검출부는 브레이크 페달 조작 상태를 검출하는 브레이크 페달 검출부를 더 포함하고, 상기 제어기는 브레이크 페달 검출부에 의해 검출된 브레이크 페달 조작 상태에 해당하는 운전자 요구 제동력을 결정하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

#### 청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 제어기는,

상기 차속 검출부에 의해 검출된 차속과 휠 속도 검출부에 의해 검출된 휠 속도로부터 차량 주행 상태 정보인 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값을 계산하며,

상기 조향각 검출부에 의해 검출된 조향각과, 상기 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값에 기초하여 제동 모드를 결정하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

#### 청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제어기는,

상기 계산된 후륜의 슬립률이 제1 임계값보다 크거나, 상기 계산된 목표 요레이트 값이 제2 임계값보다 크거나, 상기 검출된 조향각이 제3 임계값보다 큰 경우, 제동 모드로서 안정성우선모드를 결정하고, 안정성우선모드의 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

#### 청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 회생우선모드 동안 상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 차량 주행 상태 정보가 정해진 조건을 만족하는 경우 제어기에서 안정성우선모드로의 전환이 이루어지도록 된 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

상기 제어기는,

상기 검출부에 의해 검출된 차속과 휠 속도로부터 차량 주행 상태 정보인 후륜의 슬립률 및 목표 요레이트 값을 계산하고,

상기 회생우선모드 동안, 상기 계산된 후륜의 슬립률이 제1 임계값보다 크거나, 상기 계산된 목표 요레이트 값이 제2 임계값보다 크거나, 상기 검출부에 의해 검출된 운전자 조향휠 조작에 따른 조향각이 제3 임계값보다 큰 경우, 안정성우선모드로 전환하여 안정성우선모드의 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 차량의 제동 안정성이 확보되는 범위 내에서 회생제동량을 최대화하여, 차량 연비와 제동 안정성, 주행 안정성을 동시에 향상시킬 수 있는 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 하이브리드 차량은 화석연료를 사용하는 엔진(ICE:Internal Combustion Engine)과 전기에너지를 사용하는 모터를 구동원으로 사용하여 주행하는 차량을 의미한다.

[0003] 하이브리드 차량의 파워트레인 형태로는 구동모터가 변속기 측에 배치된 TMED(Transmission Mounted Electric Device) 방식이 알려져 있다.

[0004] 통상의 TMED 방식에서는 구동원이 되는 엔진과 구동모터 사이에 엔진 클러치가 개재되고, 구동모터의 출력 측에 변속기가 배치되어, 엔진 클러치가 결합된 상태에서 엔진과 구동모터의 복합 동력이 변속기를 통해 구동륜인 전륜에 전달된다.

[0005] 또한, TMED 방식의 하이브리드 차량에서는 구동륜인 전륜 측에 엔진과 구동모터가 함께 배치되어, 변속기 이전에 엔진과 구동모터의 토크를 오버레이(overlay)한 뒤 변속기를 통해 전달하는 방식으로 전륜의 구동토크만을 제어한다.

[0006] 그리고, 하이브리드 차량의 또 다른 일종으로 RMED(Rear-axle Mounted Electric Device) 방식이 알려져 있고, RMED 방식의 하이브리드 차량은 전륜은 엔진의 동력에 의해 구동되고, 후륜은 모터의 동력에 의해 구동된다.

[0007] 이러한 RMED 방식은 4륜 구동(4WD:4 Wheel Drive) 방식을 채택한 것으로, 미국 등록특허 US7,517,298에는 4륜 구동 차량의 효율 향상을 위해 기계적 동력장치 부분인 프로펠러 샤프트를 제거하고 후륜에 구동모터를 적용한 E-4WD(Electric-4WD) 형태가 개시되어 있다.

[0008] 알려진 바와 같이, E-4WD 시스템이 적용된 하이브리드 차량에서는 전륜과 후륜에 각각 독립적인 구동수단이 적용되는데, 전륜의 구동수단으로 엔진이, 후륜의 구동수단으로 구동모터가 적용될 수 있고, 각 구동수단이 운전 환경의 조건에 따라 독립적으로 구동되거나 함께 구동될 수 있다.

[0009] 한편, 모터를 구동원으로 사용하여 주행하는 하이브리드 차량이나 순수 전기 차량의 경우 제동시나 관성에 의한 타행(coasting) 주행시 차량의 운동에너지를 모터의 발전을 통해 회수하여 배터리에 충전(모터 충전)하는 회생모드가 수행된다.

- [0010] 이러한 회생제동 시스템은 차량 제동시 차량의 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 배터리에 저장한 뒤 차량 주행시 모터를 구동하는데 재사용할 수 있도록 함으로써 차량 연비를 향상시킨다.
- [0011] 회생제동이 수행되는 차량에서는 회생제동을 하는 동안 모터에서 발생하는 회생제동 토크(회생제동력)와 브레이크에서 발생하는 마찰제동 토크(마찰제동력)의 합을 운전자 요구 제동 토크(목표 제동력)와 동일하게 해주는 회생제동 협조제어 기술이 필요하다.
- [0012] 이때, 모터의 발전동작 및 회전자항에 의한 전기제동력, 즉 회생제동력과 마찰제동장치에 의한 마찰제동력의 적절한 제동력 배분이 필수적이고, 이를 위해 제어기 간의 협조제어가 적절히 이루어져야 한다.
- [0013] 통상의 마찰제동장치로는 유압제동장치가 이용되고 있으며, 브레이크 조작에 대응하는 브레이크 신호, 즉 운전자 브레이크 페달 조작에 따른 브레이크 페달 센서(BPS:Brake Pedal Sensor)의 신호를 기초로 하여 운전자 요구 제동력인 목표 제동력을 산출하고, 목표 제동력을 충족하는 회생제동력과 유압제동력(마찰제동력)의 배분이 이루어진다.
- [0014] 또한, 모터에 의한 회생제동력과 유압제동장치에 의한 유압제동력의 배분을 통해 회생제동 토크와 유압제동 토크가 결정되면, 배분된 각 토크 값을 내기 위한 회생제동 및 유압제동 제어(모터 회생 제어 및 유압제동장치 제어)가 수행된다.
- [0015] 이와 같은 회생제동이 수행되는 하이브리드 차량 또는 순수 전기 차량에서는 연비를 극대화하기 위해 필요로 하는 제동력을 가능한 한 모터의 회생제동을 이용하여 제공하는 것이 요구된다.
- [0016] 이 경우, 제동시 마찰제동장치에서 열로 소비되는 차량의 운동에너지를 최대한 줄일 수 있고, 모터를 통해 전기에너지로 최대한 변환하여 더욱 많은 양의 전기에너지를 배터리에 저장한 후 재사용할 수 있다.
- [0017] 그러나, 모터가 후륜에 장착된 구동계에서는, 무조건적으로 회생제동이 전륜의 브레이크 사용보다 우선시 된다 면 전륜보다 후륜에 큰 제동력이 인가되어 차량의 거동이 매우 불안정해지는 결과를 초래할 수 있다.
- [0018] 그렇다고 하여, 일반 엔진 차량의 브레이크 사용 전략과 유사하게 후륜보다 전륜에 항상 더 많은 제동력이 인가 되도록 한다면, 후륜의 회생제동을 통해 회수되는 에너지의 양보다, 전륜의 브레이크에서 열로서 버려지는 에너지의 양이 더 많아지게 되어 연비에 악영향을 주게 된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0019] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출한 것으로서, 차량의 제동 안정성이 확보되는 범위 내에서 회생제동량을 최대화하여, 차량 연비와 제동 안정성, 주행 안정성을 동시에 향상시킬 수 있는 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0020] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 방법에 있어서, 제어기에 의해 운전자 제동 입력 값에 따라 운전자 요구 제동력이 결정되는 단계; 검출부에 의해 차량 운전 정보 및 상태 정보가 검출되는 단계; 상기 제어기에 의해, 상기 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 운전자 요구 제동력을 만족시키는 차량의 제동 모드가 결정되는 단계를 포함하고, 상기 제동 모드는, 마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및 이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법을 제공한다.
- [0021] 그리고, 본 발명에서는 전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 장치에 있어서, 차량 운전 정보 및 상태 정보를 검출하기 위한 검출부; 및 상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 차량의 제

동 모드를 결정하고, 결정된 제동 모드에 따라 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 제어기를 포함하며, 상기 제동 모드는, 마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및 이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치를 제공한다.

**발명의 효과**

[0022] 이로써, 본 발명에 따른 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법에 의하면, 제동 모드로서 후륜에 대한 회생제동력만을 발생시키는 회생우선모드와, 이상 제동 배분선에 기초한 회생제동력과 마찰제동력의 배분이 이루어지는 안정성우선모드 중, 차량 운전 정보 및 상태 정보에 기초하여 모드가 선택되고 선택된 모드 수행을 위한 제어가 이루어지도록 함으로써, 제동 안정성이 확보되는 범위 내에서는 회생우선모드를 통해 회생제동량을 최대화하여 연비 향상을 도모할 수 있게 된다.

[0023] 또한, 차량 운전 정보 및 상태 정보에 기초하여 차량 거동의 불안정 상태가 발생할 수 있는 조건에서는 안정성우선모드로 전환되도록 하여 차량의 제동 안정성 및 주행 안정성을 확보할 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

[0024] 도 1 및 도 2는 일반적인 RMED 방식의 하이브리드 차량에서 직진 중 감속시와 선회 중 감속시에 나타나는 문제를 설명하기 위한 도면이다.

도 3 내지 도 6은 차량별 전, 후륜 제동력 배분 및 그에 따른 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 8은 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

도 9는 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 방법에 따라 제동 모드의 전환 및 각 제동 모드에 따른 전, 후륜 제동력 배분 상태를 예시한 도면이다.

도 10 및 도 11은 본 발명에 따른 제동 제어 방법의 적용 예를 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0025] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.

[0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0027] 먼저, 본 발명의 이해를 돕기 위해 도 1 및 도 2를 참조하여 일반적인 RMED 방식의 하이브리드 차량에서 직진 중 감속시와 선회 중 감속시에 나타나는 문제를 설명하면 다음과 같다.

[0028] 도 1은 직진 중 감속시를, 도 2는 선회 중 감속시를 나타내고, 원 형태의 마찰원(friction circle)이 도시되어 있다.

[0029] 마찰원이라 함은, 차량의 타이어가 가진 마찰저항을 2차원으로 나타낸 원을 의미하며, 마찰원에서 노면에 대한 타이어의 그립력(grip force)은 노면에 작용하는 종방향력( $F_x$ )과 횡방향력( $F_y$ )의 합산벡터(벡터합)로 나타난다.

[0030] 종방향력( $F_x$ )과 횡방향력( $F_y$ )의 합산벡터가 마찰원보다 작게 되면 차량 바퀴에는 아주 작은 슬립만이 발생하고, 종방향력과 횡방향력의 합산벡터가 마찰원보다 크게 되면, 노면에 작용할 수 있는 힘은 마찰원에 해당하는 힘은

로 제한되기 때문에 마찰원을 넘는 힘은 바퀴를 헛돌게 하는데 사용되어 해당 바퀴에 과도한 슬립이 발생한다.

- [0031] 여기서, 종방향이라 함은 차체의 길이방향과 평행한 방향으로 의미하고, 횡방향이라 함은 차체의 길이방향에 수직한 방향과 평행한 방향을 의미한다.
- [0032] 또한, 종방향력( $F_x$ )은 종방향을 기준으로 차량의 타이어를 통해 노면에 작용하는 힘을 나타내고, 횡방향력( $F_y$ )은 횡방향을 기준으로 차량의 타이어를 통해 노면에 작용하는 힘을 나타낸다 할 수 있다.
- [0033] 일반적인 RMED 방식의 차량에서는 엔진이 전륜측에 탑재되기 때문에 전륜 하중이 더 크고, 전륜 마찰원(도 1 및 도 2에서 상측의 마찰원)이 후륜 마찰원(하측의 마찰원)에 비해 더 크다.
- [0034] 또한, 감속시에는 차량에서 하중 이동이 나타나기 때문에 전, 후륜 간의 마찰원 크기 차이는 더욱 커진다.
- [0035] 이때, 회생제동 효과의 극대화를 위해 회생제동에 의한 후륜의 종방향의 힘(감속력)을 높이면, 후륜에서 제공될 수 있는 종방향의 힘은 작아진다.
- [0036] 도 1에 나타낸 바와 같이, 직진 중 감속시에서, 회생제동의 극대화를 위해 후륜의 목표 제동력을 증대하였음에도 목표로 하는 힘(제동을 위해 필요한 힘)인 목표 제동력이 마찰원 내에 위치할 경우 차량은 정상 거동 상태를 나타낸다.
- [0037] 반면, 회생제동의 극대화를 위해 후륜에 마찰원보다 더 큰 제동력이 작용하면, 후륜이 록(lock) 상태가 되고, 급제동시 후륜의 목표 제동력이 마찰원을 벗어나게 되어 제동 안정성이 불안정해지는 현상이 나타난다.
- [0038] 이러한 현상은 노면 마찰계수가 낮을 때 마찰원의 크기가 줄어들게 되므로 더욱 악화된다.
- [0039] 도 1에서와 같이 급제동시 종방향력이 부족한 상황이 될 수 있을 경우, 이를 해소하기 위해서는 전륜의 목표 제동력을 증가시켜, 전, 후륜의 목표 제동력이 모두 마찰원 내에 위치하도록 해야 한다.
- [0040] 또한, 선회 중 감속시, 타이어 마찰원에 따라 제공 가능한 타이어의 종방향력( $F_x$ )과 횡방향력( $F_y$ )의 합에는 한계가 존재하고, 종방향력과 횡방향력의 제공량은 서로 상충 관계를 갖는다.
- [0041] 따라서, 회생제동 효과의 극대화를 위해 회생제동에 의한 후륜의 종방향의 힘(감속력)을 높이면, 후륜에서 제공될 수 있는 횡방향의 힘이 작아진다.
- [0042] 또한, 안정적인 선회를 위해 필요한 후륜의 목표 횡방향의 힘보다 제공 가능한 횡방향의 힘이 작아지면, 후륜 타이어의 그립력이 부족해져서 오버스티어(oversteer) 현상이 발생한다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 차량의 정상 거동시에는 회생제동의 극대화를 위해 후륜의 목표 제동력을 증대하였음에도 목표 제동력과 타이어의 횡그립력 등 모든 힘이 마찰원 내에 위치한다.
- [0044] 그러나, 선회 중 급제동시에는 후륜의 목표 제동력 및 횡그립력이 마찰원 내에 위치하고 있으나, 합산벡터는 마찰원을 벗어날 수 있고, 마찰원에서 제공 가능한 힘과 합산벡터의 차이에 상응하는 양만큼, 즉 이때 부족한 횡방향력만큼 차량 거동이 불안정해질 수 있다.
- [0045] 따라서, 전륜의 목표 제동력을 증가시킴으로써 목표 제동력과 종방향력, 횡방향력은 물론 합산벡터 등의 모든 힘이 마찰원 내에 위치하도록 해야 한다.
- [0046] 다음으로, 도 3 내지 도 6은 차량별 전, 후륜 제동력 배분 및 그에 따른 문제점을 설명하기 위한 도면으로, 도 3과 도 4는 하이브리드 차량이 아닌 일반 엔진 차량의 경우를 나타내고 있다.
- [0047] 도 3은 프로포셔닝 밸브(proportioning valve)를 장착하지 않은 차량을, 도 4는 후륜 제동장치에 대한 유압 공급 조절을 담당하는 프로포셔닝 밸브를 장착한 차량을 나타낸다.
- [0048] 또한, 도 5 및 도 6은 하이브리드 차량의 경우를 나타내고 있으며, 도 5는 전륜 회생제동이 이루어지는 하이브리드 차량을, 도 6은 후륜 회생제동이 이루어지는 차량을 나타낸다.
- [0049] 도 3 내지 도 6에서 이상 제동 배분선은 전, 후륜의 이상적인 제동력 배분이 이루어지는 선도이다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 기존의 비 하이브리드(non-hybrid) 차량에서는 고정된 전, 후륜 제동력 배분비가 적용되므로, 작은 차량 제동력이 요구될 시에는 과도한 전륜 제동력으로 인해 언더스티어(understeer) 경향이 나타나고, 큰 차량 제동력이 요구될 시에는 과도한 후륜 제동력으로 인해 오버스티어(oversteer) 경향이 나타난다.

- [0051] 도 4를 참조하면, 고정된 전, 후륜 제동력 배분비를 적용함으로써 인해 발생하는 한계를 극복하고자, 제동장치에 프로포셔널 밸브를 구비하여, 항상 이상 제동 배분선에 근접하는 제동력 배분이 이루어지도록 하고 있다.
- [0052] 도 5를 참조하면, 전륜 회생제동이 이루어지는 하이브리드 차량에서는 연비 향상을 위한 회생제동량의 최대화가 가능하도록 전륜에 대해 우선적으로 제동력을 인가하며, 이 경우 제동시 언더스티어 경향이 심하게 나타난다.
- [0053] 또한, 도 6을 참조하면, 후륜 회생제동이 이루어지는 하이브리드 차량에서는 연비 향상을 위한 회생제동량의 최대화가 가능하도록 후륜에서 우선적으로 제동력을 확보하며, 이 경우 제동시 오버스티어 경향이 심하게 나타난다.
- [0054] 만일, 반대로 안정성 확보를 위해 후륜에 대한 제동력 비율을 줄이게 되면 회생제동의 효과가 미미해지므로 연비 저하의 문제가 나타난다.
- [0055]
- [0056] 이에 따라, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 차량의 제동 안정성이 확보되는 범위 내에서 회생제동량을 최대화하여, 차량 연비와 제동 안정성, 주행 안정성을 동시에 향상시킬 수 있는 전기자동차의 제동 제어 장치 및 방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0057] 본 발명은 차량 연비와 제동 안정성 사이의 상충 관계를 해결하기 위하여 회생제동 토크를 상황에 맞게 가변 제어하는 방법을 제시하며, 특히 차량 운전 정보 및 주행 상태 정보에 기초하여 회생제동 토크를 가변 제어하는 점에 특징이 있다.
- [0058] 이러한 본 발명의 제동 제어 장치 및 방법은 회생제동이 이루어지는 차량, 즉 모터를 통해 에너지를 회수하여 배터리를 충전하는 것에 의해 회생제동력이 발생하는 차량에 적용될 수 있고, 제동시 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지는 전기자동차에 적용될 수 있는 것이며, 더욱 상세하게는 전륜에서 마찰제동이 이루어지고 후륜에서 회생제동이 이루어지는 전기자동차에 적용될 수 있는 것이다.
- [0059] 여기서, 전기자동차는 구동원으로 모터만을 구비하여 모터 동력만으로 구동하는 순수 전기자동차(EV:Electric Vehicle), 엔진과 모터를 구비하여 엔진 동력과 모터 동력으로 구동할 수 있는 하이브리드 차량(HEV:Hybrid Electric Vehicle)을 포함하는 것이 될 수 있다.
- [0060] 전기자동차는 좁은 의미로 하이브리드 차량과 구별될 수 있도록 순수 전기자동차만을 의미하기도 하나, 본 명세서에서 전기자동차는 순수 전기자동차와 하이브리드 차량을 포괄하는 넓은 의미로서, 적어도 동력원이 되는 하나 이상의 배터리가 구비되고 그 배터리에 저장된 전기에너지로 작동하는 모터에 의해 차량이 구동하며 모터에 의한 회생제동이 이루어지는 차량을 지칭하는 의미로 사용된다.
- [0061] 예로서, 본 발명은 엔진과 모터를 차량 구동원으로 사용하여 주행하는 하이브리드 차량에 적용될 수 있으며, 전륜은 엔진 동력에 의해 구동되고 후륜은 모터 동력에 의해 구동되는 E-4WD 하이브리드 차량에 적용될 수 있다.
- [0062] 또한, 본 발명은 후륜에서 회생제동이 이루어지는 RMD 방식의 E-4WD 하이브리드 차량에 적용될 수 있고, E-4WD 하이브리드 차량의 연비 향상, 제동 안정성 및 주행 안정성 향상을 동시에 충족시킬 수 있는 효과를 제공한다.
- [0063] 이하, 본 발명에 따른 제동 제어 장치 및 방법에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 본 발명의 제동 제어 방법은 차량 내 복수 개의 제어기들이 상호 협조 제어하여 수행될 수 있으며, 이때 제어기는 차량 작동의 전반을 제어하는 최상위 제어기인 차량 제어기(HCU:Hybrid Control Unit, VCU:Vehicle Control Unit), 모터 작동을 제어하는 모터 제어기(MCU:Motor Control Unit), 차량 제동을 제어하는 브레이크 제어기 등이 될 수 있다.
- [0065] 또는 본 발명의 제동 제어 방법은 통합된 하나의 제어수단에 의해 수행될 수 있으며, 이하 설명에서는 상기한 복수 개의 제어기 또는 통합된 하나의 제어수단을 제어기로 통칭하여 설명하기로 한다.
- [0066] 도 7은 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0067] 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 장치는, 차량 운전 정보 및 상태 정보를 검출하기 위한 검출부와, 상기 검출부를 통해 검출된 정보 및 그로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여 제동 모드를 결정하고 차량 제동력을 제어하는 제어기(20)를 포함한다.
- [0068] 여기서, 검출부는 운전자 제동 입력 정보인 브레이크 페달 조작 상태를 검출하는 브레이크 페달 검출부(11), 차

속을 검출하는 차속 검출부(12), 차량의 전, 후륜 휠 속도를 검출하는 휠 속도 검출부(13), 운전자 조향 입력 정보로서 운전자의 조향휠 조작에 따른 조향각을 검출하는 조향각 검출부(14)를 포함할 수 있다.

- [0069] 이때, 상기 제어기(20)는 브레이크 페달 검출부(11)에 의해 검출되는 운전자 브레이크 조작 상태에 해당하는 운전자 요구 제동력(목표 제동력)을 결정하고, 차속 검출부(12)와 휠 속도 검출부(13)의 검출값으로부터 구해진 후륜의 슬립률과 목표 요레이트, 그리고 조향각 검출부(14)의 검출값에 기초하여 제동 모드를 결정한다.
- [0070] 또한, 상기 제어기(20)는 결정된 제동 모드에 따라 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하게 된다.
- [0071] 도 7에는 후륜에 대한 회생제동력을 발생시키는 모터(33), 상기 모터(33)를 구동 및 회생 작동시키기 위한 인버터(32), 상기 인버터(32)를 통해 충, 방전 가능하게 연결된 배터리(31), 및 전륜에 대한 마찰제동력(유압제동력)을 발생시키는 마찰제동장치(40)가 도시되어 있다.
- [0072] 브레이크 페달 검출부(11)는 운전자의 제동 입력 값을 검출하기 위한 것으로, 운전자의 브레이크 페달 조작 상태에 따른 전기적인 신호를 출력하는 통상의 브레이크 페달 센서(BPS:Brake Pedal Sensor)가 될 수 있다.
- [0073] 또한, 상기 휠 속도 검출부(13)와 조향각 검출부(14)는 차량에 이미 설치되고 있는 통상의 휠 속도 센서와 조향각 센서가 될 수 있다.
- [0074] 차속 검출부(12)는 차량의 주행 속도를 검출하기 위한 것으로, 별도 차속 검출부에 의해 검출되는 차속 정보의 이용 없이, 휠 속도 검출부(13)에 의해 검출되는 휠 속도 정보만이 이용될 수도 있다.
- [0075] 이때, 휠 속도 검출부(13)는 후륜에 대한 휠 속도를 검출하는 센서 외에, 각 차륜, 즉 전륜에 대한 휠 속도를 검출하는 센서를 포함한다.
- [0076] 본 발명에서는 후술하는 바와 같이 제어기(20)가 차량 주행 중 회생제동이 이루어지는 후륜의 슬립률을 계산하며, 이러한 슬립률을 계산하기 위해 휠 속도 정보가 이용된다.
- [0077] 이때, 제어기(20)는 차속 검출부(12)에 의해 검출된 차속과 휠 속도 검출부(13)에 의해 검출된 후륜의 휠 속도 정보에 기초하여 후륜의 슬립률을 계산할 수 있고, 차속이 휠 속도로부터 계산되기도 하므로, 차속의 이용 없이 휠 속도 검출부(13)에 의해 검출되는 각 차륜의 휠 속도 정보, 즉 전륜과 후륜의 휠 속도 정보로부터 후륜의 슬립률을 계산할 수 있다.
- [0078] 예를 들어, 각 차륜에 대해 검출된 휠 속도의 평균값을 차속 값으로 사용하여 그 차속 값과 후륜의 휠 속도 값으로부터 후륜의 슬립률이 계산될 수 있다.
- [0079] 상기와 같이 차륜에 대한 슬립률을 계산하는 것에 대해서는, 차륜의 슬립률이 제동 제어와 같은 각종 차량 제어 로직에 이미 변수로 사용되고 있는 정보이므로, 공지 기술이라 할 수 있고, 따라서 본 명세서에서는 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0080] 이하, 제어기(20)에 대해서는 다음의 제어 과정으로 설명한다.
- [0081] 도 8은 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 방법을 나타내는 순서도이고, 도 9는 본 발명에 따른 하이브리드 차량의 제동 제어 방법에 따라 제동 모드의 전환 및 각 제동 모드에 따른 전, 후륜 제동력 배분 상태를 예시한 도면이다.
- [0082] 먼저, 본 발명에서 제어기(20)에 의해 수행되는 제동 모드는 구분되는 두 모드, 즉 회생우선모드와 안정성우선 모드를 포함하고, 제어기(20)가 회생우선모드와 안정성우선모드 중 하나의 모드로 제동이 이루어지도록 하기 위한 제어를 수행한다.
- [0083] 상기 각 제동 모드를 정의하면 다음과 같다.
- [0084] 상기 회생우선모드는 연비 향상을 도모하기 위해 모터(33)에 의한 회생제동력만을 발생시키고, 후륜에만 회생제동력을 인가하되, 마찰제동장치(40)에 의한 마찰제동력은 발생시키지 않는 제동 모드이다.
- [0085] 상기 안정성우선모드는, 차량 거동의 안정성을 우선적으로 확보하기 위해, 이상 제동 배분선을 기준으로 배분되는 후륜 제동력을 초과하지 않는 만큼의 회생제동력을 발생시켜 후륜에 인가하고, 이렇게 후륜에 대해서는 모터(33)를 이용한 회생제동을 실시하면서, 운전자의 제동 입력 조작에 따라 차량에서 발생시켜야 하는 전체 제동력(운전자 요구 제동력으로서 목표 제동력)을 충족시킬 수 있도록, 회생제동력을 제외한 나머지 제동력은 마찰제동장치(40)에 의한 마찰제동(예, 유압제동)을 통해 발생시키는 모드이다.

- [0086] 즉, 안정성우선모드에서는 이상 제동 배분선을 기준으로 전체 제동력(목표 제동력)을 모터(33)에 의한 회생제동력과 마찰제동장치(40)(예, 유압제동장치)에 의한 마찰제동력으로 배분하고, 배분된 회생제동력과 마찰제동력을 발생시키도록 모터(33)의 회생제동과 마찰제동장치(40)의 작동을 제어하게 된다.
- [0087] 이에 따라 안정성우선모드에서는 전, 후륜 제동력 배분비가 이상 제동 배분선에 근접하는 수준으로 결정된다.
- [0088] 본 발명에서 상기 두 제동 모드 중, 회생우선모드가 제동시 우선적으로 수행되는 디폴트(default) 모드로 설정되고, 제어기(20)가 차량 운전 정보(조향각) 및 주행 상태 정보(슬립률 및 목표 요레이트)에 기초하여 정해진 모드 천이 조건을 만족하면 회생우선모드에서 안정성우선모드로의 전환이 이루어지도록 한다.
- [0089] 도 8의 순서도를 참조하여 설명하면, 제어기가 ABS(Anti-Lock Brake System) 및 ESC(Electronic Stability Control System) 작동 여부를 판단하여(S11), ABS 및 ESC 작동시에는 본 발명에 따른 제동 제어 과정이 수행되지 않으며, ABS와 ESC가 모두 작동하지 않을 경우에만 본 발명에 따른 제동 제어 과정이 수행된다.
- [0090] 제어기(20)가 브레이크 페달 검출부(11)를 통해 운전자에 의한 브레이크 페달의 조작을 감지하면, 브레이크 페달 검출부(11)에 의해 검출된 브레이크 페달 조작 상태, 즉 운전자 제동 입력 값에 상응하는 목표 제동력을 산출한다.
- [0091] 예컨대, 운전자가 브레이크 페달을 조작한 경우, 제어기(20)에서 브레이크 조작 상태에 상응하는 브레이크 신호, 즉 브레이크 페달 조작에 따른 브레이크 페달 검출부(11)의 신호에 기초하여 차량 제동을 위한 운전자 요구 제동력, 즉 목표 제동력(목표 제동 토크)이 산출된다(S12).
- [0092] 본 명세서에서 목표 제동력 또는 목표 제동 토크의 산출 과정에 대해서는 공지이므로 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0093] 여기서, 목표 제동력은 운전자가 브레이크 페달 조작으로 요구하는 운전자 요구 제동력이고, 브레이크 페달 조작에 따라 차량에서 발생시켜야 하는 전체 제동력을 의미한다.
- [0094] 상기와 같이 목표 제동력이 계산되면, ABS와 ESC가 작동하지 않는 조건에서, 제동력 배분 없이 목표 제동력을 회생제동력만으로 충족시키는 회생우선모드가 수행된다(S13).
- [0095] 이때, 산출된 목표 제동력에 상응하는 회생제동을 위한 모터 토크지령, 즉 회생제동 토크지령을 생성하여, 회생제동 토크지령에 따라 모터(33)의 회생작동을 제어하고, 이로써 목표 제동력을 추종하는 회생제동력이 후륜에 인가될 수 있도록 한다.
- [0096] 이와 같이 본 발명의 제동 제어 과정에서는 회생우선모드가 디폴트로 설정되어, 도 9에서와 같이 회생우선모드가 우선적으로 수행되도록 하고, 후륜에 대한 회생제동만으로 차량 제동이 이루어지도록 함과 동시에, 이러한 회생제동에 의해 배터리(31)의 충전이 이루어지도록 한다.
- [0097] 한편, 회생우선모드 동안이라도, 차량 운전 정보 및 주행 상태 정보에 기초하여, 현 제동시에 후륜에 과도한 회생제동력이 인가됨으로 인해 슬립 및 그 슬립으로 인한 후륜 록(lock)이 발생할 수 있는 조건이거나, 차량에 대한 일정 수준 이상의 큰 요레이트 제어가 요구되는 조건이면, 제어기(20)는 회생우선모드에서 안정성우선모드로 전환하여, 안정성우선모드의 제어를 수행한다.
- [0098] 이때, 제어기(20)에서는 제동시 휠 속도 정보에 기초하여 후륜의 슬립률이 계산되고, 이와 동시에 차속 검출부(12)에 의해 검출된 차속과 조향각 검출부(14)에 의해 검출된 조향각으로부터 목표 요레이트가 계산될 수 있다.
- [0099] 본 명세서에서 목표 요레이트의 산출 과정에 대해서는, 목표 요레이트가 차량 자세 제어나 차선 유지 제어 등과 같은 각종 차량 제어 로직에 이미 변수로 사용되고 있는 정보이므로, 공지 기술이라 할 수 있고, 따라서 본 명세서에서는 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0100] 이후, 상기 계산된 후륜의 슬립률 또는 목표 요레이트 정보, 이에 더하여 조향각 검출부에 의해 검출된 조향각 정보에 기초하여 제동 모드의 전환 여부를 결정한다.
- [0101] 즉, 후륜의 슬립률이 미리 설정된 제1 임계값보다 크거나, 목표 요레이트가 미리 설정된 제2 임계값보다 큰 조건, 또는 조향각 검출부(14)에 의해 검출된 조향각이 미리 설정된 제3 임계값보다 큰 조건인 경우, 제어기(20)는 안정성우선모드로 전환하여(S15, S16), 모터 토크가 목표 제동 토크를 추종하도록 하는(즉, 회생제동력이 목표 제동력을 추종하도록 하는) 회생우선모드의 제동 제어를 중지하고, 이상 제동 배분선에 기초한 회생제동력과 마찰제동력의 배분이 이루어지는 안전성우선모드의 제어를 수행한다.

- [0102] 여기서, 제1 및 제2, 제3 임계값은 차량 개발 단계에서 선행된 시험 및 평가 과정을 통해 설정되어 사용될 수 있는 값으로, 설정 후 차량의 제어기(20)에 미리 입력되는 값이다.
- [0103] 상기 제1 및 제2, 제3 임계값은, 개발 차량에서 후륜에만 회생제동력을 인가하였을 때, 과도한 슬립으로 인해 후륜의 록이 발생할 수 있는 조건, 차량 선회시 불안정한 차량 거동으로 요레이트 오차(실제 측정된 차량 요레이트값과 목표 요레이트값의 오차) 크게 발생하는 조건, 큰 목표 요레이트 값으로의 제어가 필요한 조건, 그리고 도 9에 나타낸 바와 같이 타이어-노면 마찰계수 한계에 근접하는 조건 등을 고려하여 설정될 수 있다.
- [0104] 상기와 같이 본 발명에서는 회생우선모드로 제동력을 제어하다가, 후륜의 슬립률, 목표 요레이트, 조향각을 실시간 모니터링 하여 정해진 조건을 만족하는 경우, 큰 요레이트 오차 또는 과도한 슬립 및 그로 인한 후륜 록이 발생하기 전에 안정성우선모드로 전환하여, 제동 안정성 및 차량 주행 안정성을 확보한다.
- [0105] 안정성우선모드로 진입하고 나면 전술한 바와 같이 이상 제동 배분선을 따라가는 형태로 제동력 배분 및 제동 제어가 이루어진다.
- [0106] 이와 같이 하여, 본 발명에서는 제동시 후륜측에 장착된 모터를 이용하여 회생제동만으로 제동력을 확보하는 회생우선모드의 제어를 우선적으로 수행하고(후륜에서만 제동력 발생), 도 9에 나타낸 바와 같이 타이어-노면 마찰계수 한계(후륜 선 록 발생점)에 근접하지 않았을 때에는 회생우선모드 제어를 통해 회생제동량 최대화 및 연비 향상을 도모한다.
- [0107] 또한, 타이어-노면 마찰계수 한계에 근접하였을 때에는 회생우선모드의 제동 제어를 중지하고 안정성우선모드의 제동 제어를 통해 차량의 거동 안정성을 확보하게 된다.
- [0108] 도 10 및 도 11을 참조하여 본 발명의 적용 예를 설명하면 다음과 같다.
- [0109] 타이어에서 동시에 발생시킬 수 있는 종방향 타이어 힘인 종방향력( $F_x$ )과, 횡방향 타이어 힘인 횡방향력( $F_y$ )의 크기는 서로 상충 관계에 있고, 이러한 타이어 특성을 이용하여 슬립률의 고정값(제1 임계값)을 기준으로 회생우선모드의 종료 여부를 결정하는 제어 전략이 효과적일 수 있다.
- [0110] 도 9의 예에서 슬립률이 0.06(제1 임계값으로서 고정값임)일 때를 기준으로 회생우선모드의 종료 여부를 결정하므로, 코너링 상태(선회 주행시)가 아닐 때에는 후륜회생우선모드가 3800N의 제동력이 작용할 때 종료된다.
- [0111] 그러나, 코너에 진입하여 2800N에 해당하는 횡방향력( $F_y$ )을 제공하기 위해  $5^\circ$ 의 슬립각( $\alpha$ )을 허용하였을 때에는 타이어 특성상 1900N의 제동력만으로도 0.06의 슬립률이 발생하게 되어 회생우선모드가 종료되게 된다.
- [0112] 또한, 도 10의 예에서 슬립율이 0.06일 때를 기준으로 회생우선모드의 종료 여부를 결정하므로, 회생우선모드가 3800N의 제동력이 작용할 때 종료된다.
- [0113] 그러나, 노면 마찰계수가 감소하였을 때에는 1900N의 제동력만으로도 0.06의 슬립률이 발생하게 되어 회생우선모드가 종료되게 된다.
- [0114] 이상으로 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

**부호의 설명**

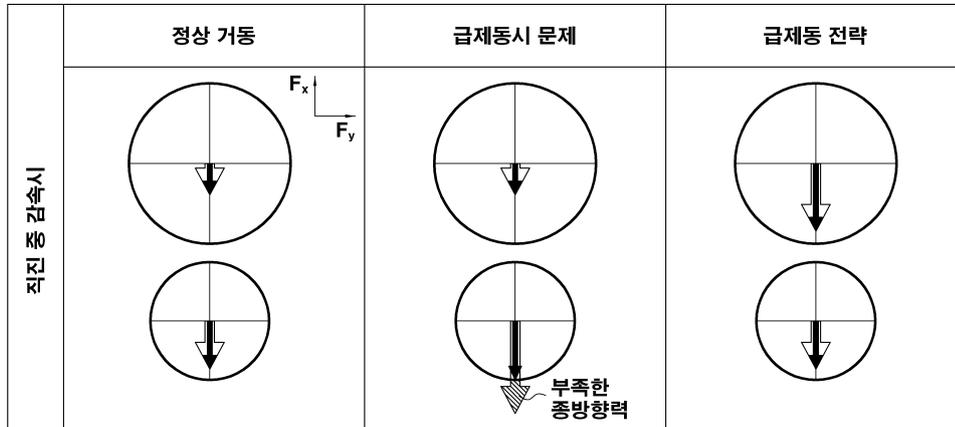
- [0115] 11 : 브레이크 페달 검출부
- 12 : 차속 검출부
- 13 : 휠 속도 검출부
- 14 : 조향각 검출부
- 20 : 제어기
- 31 : 배터리
- 32 : 인버터

33 : 모터

40 : 마찰제동장치

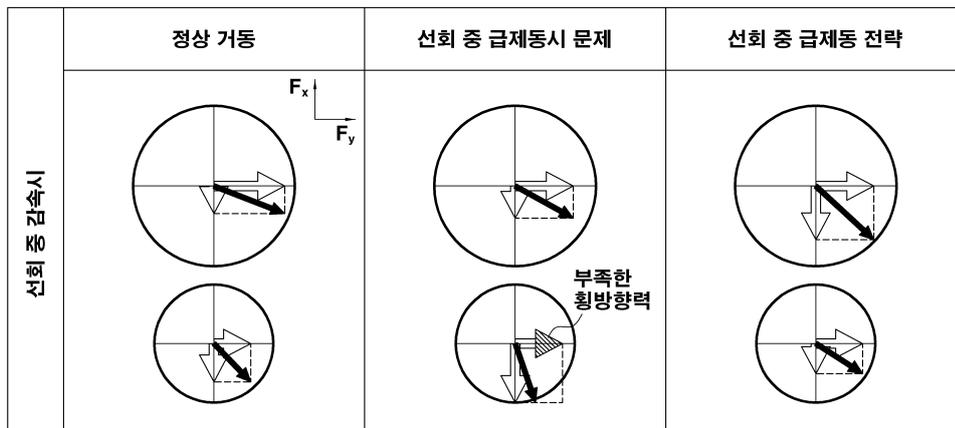
도면

도면1



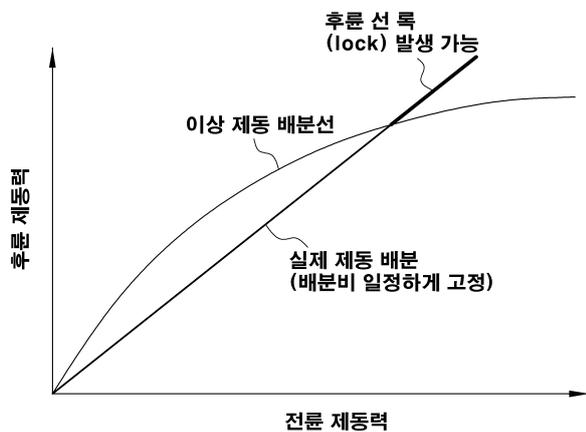
⇨ : 목표/필요한 힘    ⇨ : 타이어 마찰원에서 제공 가능한 힘

도면2

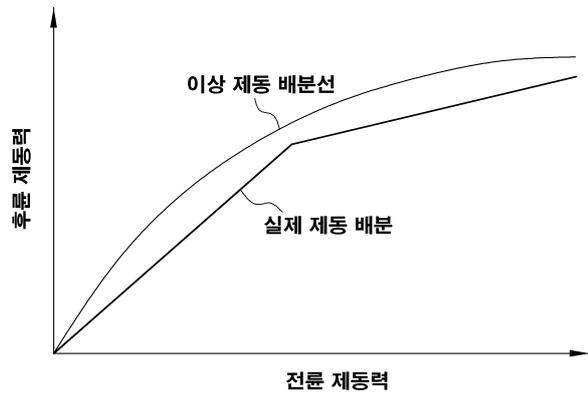


⇨ : 목표/필요한 힘    ⇨ : 타이어 마찰원에서 제공 가능한 힘

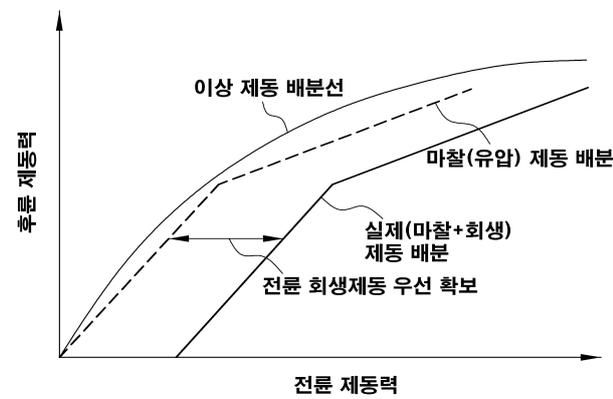
도면3



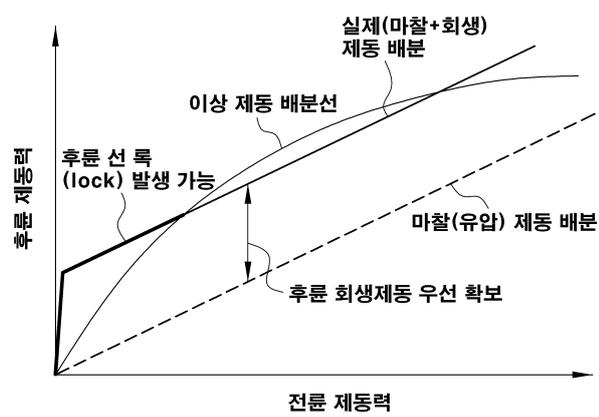
도면4



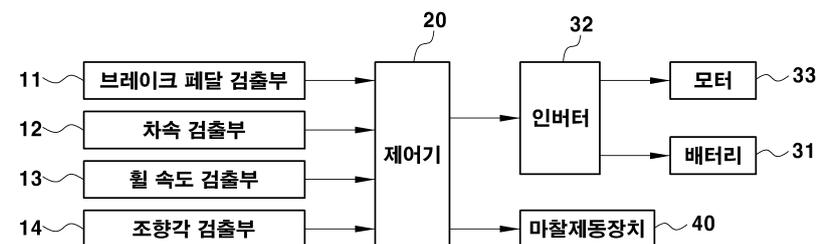
도면5



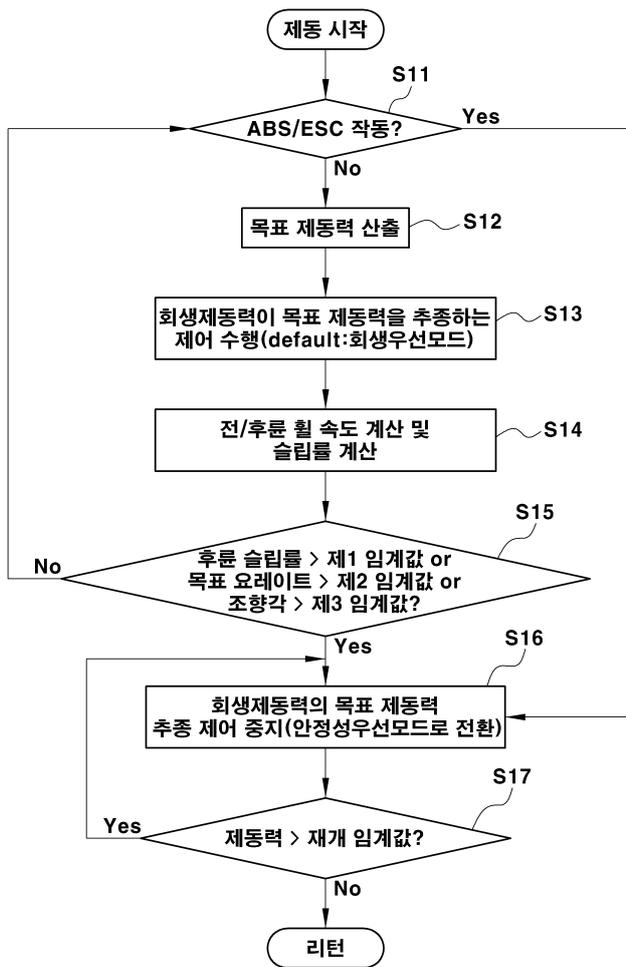
도면6



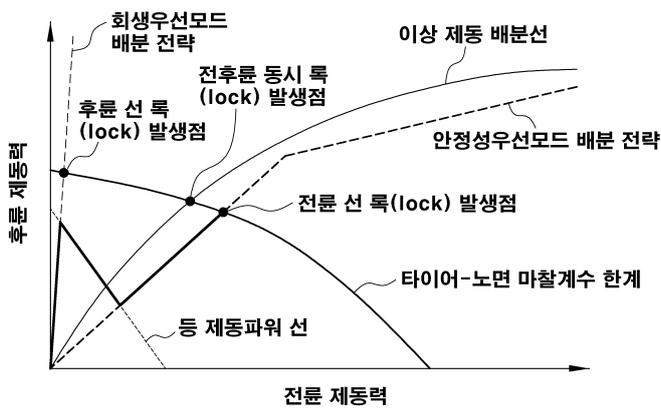
도면7



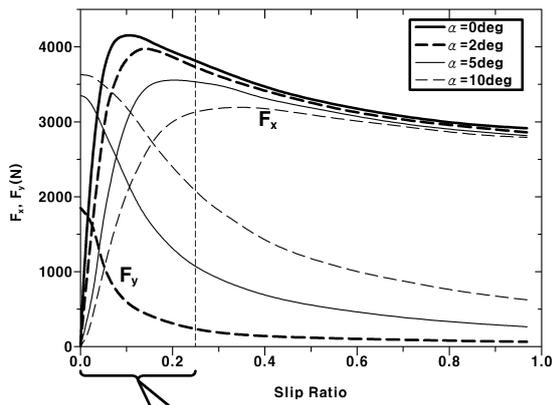
도면8



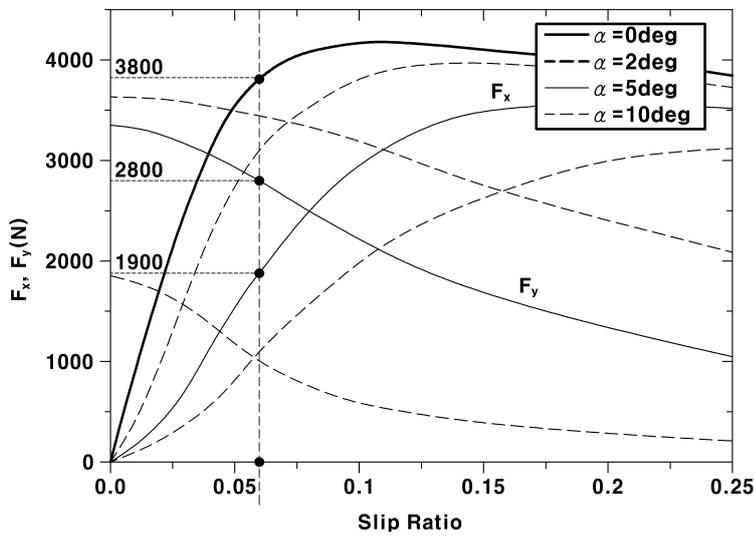
도면9



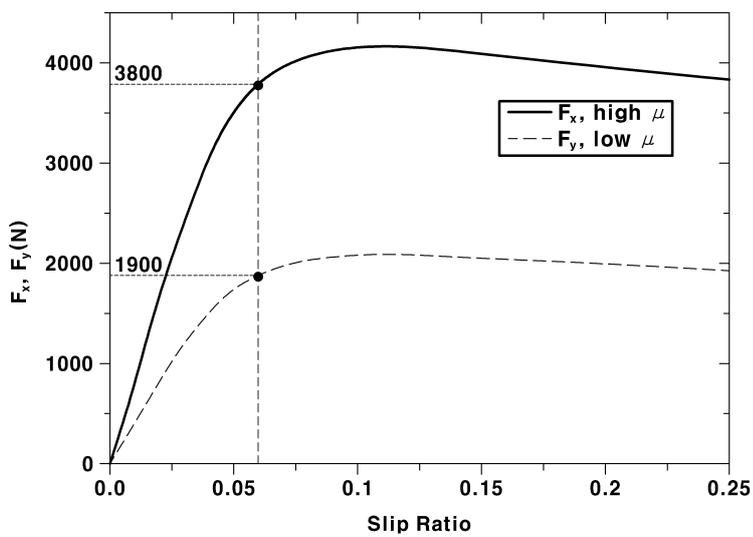
도면10



확대



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

**【보정세부항목】 청구항 1**

**【변경전】**

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 방법에 있어서,

제어기에 의해 운전자 제동 입력 값에 따라 운전자 요구 제동력이 결정되는 단계;

검출부에 의해 차량 운전 정보 및 상태 정보가 검출되는 단계;

상기 제어기에 의해, 상기 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 운전자 요구 제동력을 만족시키는 차량의 제동 모드가 결정되는 단계를 포함하고,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제동 모드 중 회생우선모드가 상기 제어기에 디폴트 모드로 설정되고,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

**【변경후】**

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 방법에 있어서,

제어기에 의해 운전자 제동 입력 값에 따라 운전자 요구 제동력이 결정되는 단계;

검출부에 의해 차량 운전 정보 및 상태 정보가 검출되는 단계;

상기 제어기에 의해, 상기 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 운전자 요구 제동력을 만족시키는 차량의 제동 모드가 결정되는 단계를 포함하고,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제동 모드 중 회생우선모드가 상기 제어기에 디폴트 모드로 설정되고,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 방법.

**【직원보정 2】**

**【보정항목】 청구범위**

**【보정세부항목】 청구항 8**

**【변경전】**

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 장치에 있어서,

차량 운전 정보 및 상태 정보를 검출하기 위한 검출부; 및

상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 차량의 제동 모드를 결정하고, 결정된 제동 모드에 따라 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 제어기를 포함하며,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.

**【변경후】**

전륜에 마찰제동장치에 의한 마찰제동력이 인가되고 후륜에 모터에 의한 회생제동력이 인가되는 전기자동차의 제동 제어 장치에 있어서,

차량 운전 정보 및 상태 정보를 검출하기 위한 검출부; 및

상기 검출부에 의해 검출된 정보, 및 상기 검출된 정보로부터 구해진 차량 주행 상태 정보에 기초하여, 차량의 제동 모드를 결정하고, 결정된 제동 모드에 따라 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 제어기를 포함하며,

상기 제동 모드는,

마찰제동력 발생 없이 운전자 요구 제동력을 만족하는 회생제동력만을 발생시키도록 모터의 회생제동을 제어하는 회생우선모드; 및

이상 제동 배분선에 기초하여 운전자 요구 제동력을 만족하는 마찰제동력과 회생제동력의 배분이 이루어지고, 상기 배분된 마찰제동력과 회생제동력을 발생시키도록 모터의 회생제동 및 마찰제동장치의 작동을 제어하는 안정성우선모드를 포함하며,

상기 제어기에서는, 회생우선모드의 제어가 우선적으로 수행되는 동안 상기 결정되는 차량의 제동 모드가, 후륜 록이 발생하기 직전에 상기 회생우선모드에서 상기 안정성우선모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 제동 제어 장치.