



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0119088  
(43) 공개일자 2017년10월26일

- |  |   |
|--|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br><i>B60L 15/20</i> (2006.01) <i>B60K 6/26</i> (2007.10)<br><i>B60L 7/10</i> (2006.01) <i>B60T 13/74</i> (2006.01)<br><i>B60W 10/08</i> (2006.01) <i>H02P 3/14</i> (2006.01)<br>(52) CPC특허분류<br><i>B60L 15/2009</i> (2013.01)<br><i>B60K 6/26</i> (2013.01)<br>(21) 출원번호 10-2016-0046800<br>(22) 출원일자 2016년04월18일<br>심사청구일자 2016년04월18일 | (71) 출원인<br>현대자동차주식회사<br>서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)<br>(72) 발명자<br>조우철<br>대전광역시 대덕구 한밭대로1149번길 28<br>(74) 대리인<br>한라특허법인(유한) |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 6 항

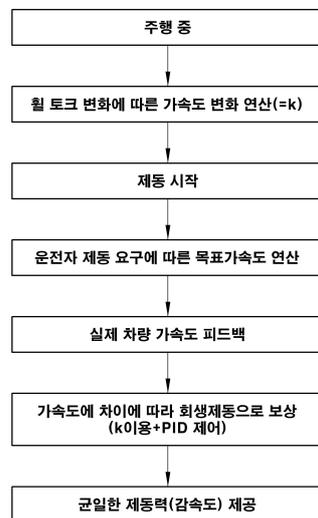
(54) 발명의 명칭 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법

**(57) 요약**

본 발명은 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 의도치 않은 마찰제동력의 변화를 회생제동을 위한 모터 토크 제어를 통해 보상하여 균일한 제동력을 제공함으로써 제동성능을 향상시킬 수 있는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

이에 본 발명에서는, 주행 중인 차량의 제동 시작 전에 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출하는 제1과정; 운전자가 브레이크 페달을 밟아 제동이 시작되면 운전자 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도를 연산하는 제2과정; 상기 목표 가속도와 실시간으로 검출한 실제 가속도를 비교하는 제3과정; 상기 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이가 있으면 모터 토크 제어를 통해 회생제동량을 증가시켜 그 차이를 보상하는 제4과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 제공한다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*B60L 15/20* (2013.01)

*B60L 7/10* (2013.01)

*B60T 13/74* (2013.01)

*B60W 10/08* (2013.01)

*H02P 3/14* (2013.01)

*B60L 2240/14* (2013.01)

*B60L 2240/423* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

주행 중인 차량의 제동 시작 전에 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출하는 제1과정;

운전자가 브레이크 페달을 밟아 제동이 시작되면 운전자의 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도를 연산하는 제2과정;

상기 목표 가속도와 실시간으로 검출한 실제 가속도를 비교하는 제3과정;

상기 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이가 있으면 모터 토크 제어를 통해 회생제동량을 증가시켜 그 차이를 보상하는 제4과정;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1과정에서는, 차륜 휠 토크의 변화량에 따른 주행 가속도의 변화량을 연산하여 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출하되, 도로 구배( $\theta$ )를 고려하여 휠 토크 변화량( $\Delta T$ )과 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ ) 간에 상관관계를 도출하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ )은 ' $k \times [ \text{휠 토크 변화량}(\Delta T) - \text{중력가속도}(g) \times \sin(\Delta \theta) ]$ '이며, 상기  $k$ 는 비례상수이고  $\Delta \theta$ 는 도로 구배 변화량인 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2과정에서는 운전자 제동 요구가 검출되기 이전의 목표 가속도와 운전자 요구 제동량에 따른 요구 감속도에 기초하여 운전자 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도를 연산하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제4과정에서는, 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를, 상기 제1과정에서 도출한 상관관계에 기초하여 휠 토크 변화량으로 환산하여 산출하고, 산출한 휠 토크 변화량만큼 회생제동을 위한 모터 토크를 증가시키는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

**청구항 6**

청구항 1에 있어서,

상기 제4과정에서는, 모터 토크를 제어 변수로 하고 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를 출력값으로 한 피드백 제어를 통해 모터 토크를 가변 제어하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 제동 시 의도치 않은 제동력의 변화를 보상하여 균일한 제동력을 제공하기 위한 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 전기자동차, 하이브리드 차량, 연료전지 차량 등과 같이 모터를 구동원으로 이용하는 차량은 제동 시 회생제동 협조제어를 수행한다. 따라서, 차량의 총 제동력은 유압에 의한 마찰제동력과 모터에 의한 회생제동력의 합으로 이루어진다.

[0003] 하지만 마찰제동에 사용되는 마찰재는 온도에 따라 특성이 변하여 동일한 유압을 인가하여도 일정한 제동력을 얻기 어렵다. 특히, 브레이크를 빈번히 사용한 경우 베이퍼 록(Vaper Lock) 현상 또는 페이드(Fade) 현상이 발생하여 브레이크가 밀리거나 잘 듣지 않는다고 느끼게 된다.

[0004] 베이퍼 록은 운전자가 브레이크를 너무 많이 사용함으로 인해 브레이크 패드(슈), 디스크(드럼)에 과열이 발생하고 그 열이 브레이크액에 전달되어 브레이크액 내에 기포가 발생하는 현상으로서, 브레이크를 밟아도 압력이 제대로 전달되지 않아 브레이크가 잘 듣지 않게 된다.

[0005] 페이드는 베이퍼 록 현상과 마찬가지로 풋 브레이크를 남용했을 때, 브레이크 패드(슈), 디스크(드럼)의 과열로 인해 마찰력이 급격히 떨어지는 현상으로서 브레이크가 잘 듣지 않게 된다.

[0006] 또한, 유압 제어는 모터 토크 제어에 비해 응답성이 늦고 정밀한 제어가 어렵다. 이로 인해 회생제동 협조제어 시 마찰제동력과 회생제동력의 합을 일정하게 유지하기 곤란한 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 의도치 않은 마찰제동력의 변화를 회생제동을 위한 모터 토크 제어를 통해 보상하여 균일한 제동력을 제공함으로써 제동성능을 향상시킬 수 있는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 이에 본 발명에서는, 주행 중인 차량의 제동 시작 전에 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출하는 제1과정; 운전자가 브레이크 페달을 밟아 제동이 시작되면 운전자의 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도를 연산하는 제2과정; 상기 목표 가속도와 실시간으로 검출한 실제 가속도를 비교하는 제3과정; 상기 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이가 있으면 모터 토크 제어를 통해 회생제동량을 증가시켜 그 차이를 보상하는 제4과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 제공한다.

- [0009] 구체적으로, 상기 제1과정에서는, 차륜 휠 토크의 변화량에 따른 주행 가속도의 변화량을 연산하여 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출하되, 도로 구배( $\theta$ )를 고려하여 휠 토크 변화량( $\Delta T$ )과 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ ) 간에 상관관계를 도출하며, 상기 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ )은 ' $k \times [ \text{휠 토크 변화량} (\Delta T) - \text{중력가속도}(g) \times \sin(\Delta \theta) ]$ '으로 계산할 수 있고, 이때 상기  $k$ 는 일정값의 비례상수이고  $\Delta \theta$ 는 도로 구배 변화량이다.
- [0010] 또한, 상기 제2과정에서는 운전자 제동 요구가 검출되기 이전의 목표 가속도와 운전자 요구 제동량에 따른 요구 감속도에 기초하여 운전자 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도를 연산한다.
- [0011] 그리고, 상기 제4과정에서는, 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를, 상기 제1과정에서 도출한 상관관계에 기초하여 휠 토크 변화량으로 환산하여 산출하고, 산출한 휠 토크 변화량만큼 회생제동을 위한 모터 토크를 증가시킨다.
- [0012] 또한, 상기 제4과정에서는, 모터 토크를 제어 변수로 하고 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를 출력값으로 한 피드백 제어를 통해 모터 토크를 가변 제어한다.

**발명의 효과**

- [0013] 이러한 본 발명에 의하면, 휠 토크 변화량에 따른 가속도 변화량을 연산하여 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출한 후, 실시간으로 실제 가속도 값을 피드백 받아 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를 회생제동을 위한 모터 토크 제어를 통해 보상함으로써 운전자 요구제동량에 대한 균일한 제동력을 제공하도록 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 설명하기 위한 순서도  
 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법의 효과를 나타낸 예시도

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

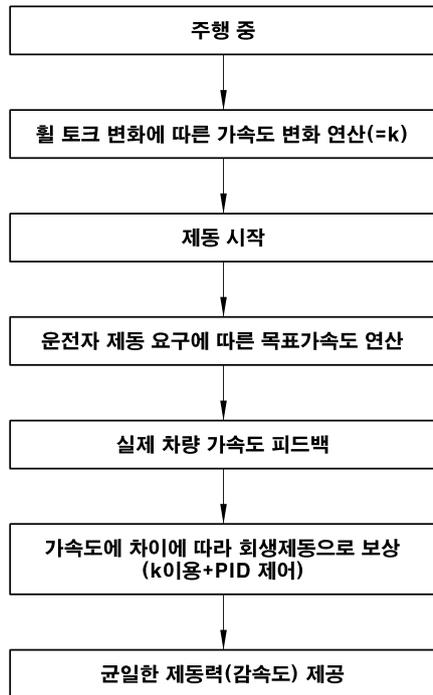
- [0015] 일반적으로 주행 중에 차속을 감속하거나 정지시키기 위한 제동 제어를 수행함에 있어서 회생제동 협조제어를 실행하는 차량의 경우, 운전자의 요구 제동량에 대한 차량의 총 제동력이 차륜 휠(구동 휠)을 구속하는 유압에 의한 마찰제동력과 차량 내 배터리를 충전하는 모터에 의한 회생제동력의 합으로 구성된다.
- [0016] 본 발명에서는 회생제동 협조제어 시 요구되는 마찰제동량(유압제동량)과 실제 마찰제동량 간에 발생하는 차이를 빠르고 정밀한 제어가 가능한 모터 토크 제어를 통해 보상함으로써 제동 시 의도치 않은 마찰제동력의 변화로 인한 제동 성능 저하를 방지하고 균일한 제동력을 제공할 수 있도록 한다.
- [0017] 첨부한 도 1은 본 발명에 따른 차량의 모터 토크 제어를 통한 제동 성능 향상 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0018] 도 1에 나타난 바와 같이, 먼저 주행 중인 차량의 제동 시작 전에 차륜 휠 토크의 변화량에 따른 주행 가속도의 변화량을 연산한다.
- [0019] 운전자가 브레이크 페달을 밟아 제동을 시작하기 전에 차륜 휠 토크 변화량에 따른 주행 가속도 변화량을 연산함으로써 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출할 수 있다.
- [0020] 휠 토크 변화량과 가속도 변화량 간에 상관관계는 차량의 무게, 타이어의 회전저항계수(Rolling Resistance Coefficient, RCC), 공기저항, 도로 구배 등의 조건에 영향을 받아 달라지므로, 동일한 휠 토크 변화량에 따른 가속도 변화량도 상기 조건에 따라 달라진다.
- [0021] 즉, 주행 중 도로의 구배가 달라지는 경우, 휠 토크 변화량이 발생하지 않더라도 가속도에 변화가 생기게 된다. 따라서, 가속도 변화량의 계산 시 도로의 구배에 의한 가속도 변화량을 반영한다.
- [0022] 여기서, 주행 중인 도로의 구배( $\theta$ )를 고려한 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ )은 아래 식 1을 통해 계산할 수 있다.
- [0023] 식 1 : 주행 가속도 변화량( $\Delta a$ ) =  $k \times [ \text{휠 토크 변화량} (\Delta T) - \text{중력가속도}(g) \times \sin(\Delta \theta) ]$

- [0024] 상기 k는 비례상수로서 차량이 시동을 걸고 주행할 때마다 일정한 값(차량의 총 무게)으로서 결정되고, 상기  $\Delta \theta$ 는 도로 구배 변화량이다. 통상 차량의 총 무게(k)는 가속도 변화에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0025] 이렇게 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계를 도출해냄으로써 상기 상관관계에 기초하여 주행 가속도의 변화량에 따른 휠 토크의 변화량을 유추하여 파악할 수 있다.
- [0026] 예를 들어, 평지에서 단위시간당 휠 토크 변화량이 10Nm 일 때 주행 가속도가  $0.1\text{m/s}^2$  만큼 증가한 경우, 주행 가속도가  $1\text{m/s}^2$  만큼 변화하는데 필요한 휠 토크 값은 100Nm 로 연산할 수 있다.
- [0027] 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계의 도출을 위한 연산, 다시 말해 휠 토크 변화에 따른 주행 가속도 변화량의 연산 또는 주행 가속도 변화를 위해 필요한 휠 토크의 연산은 차량의 하이브리드 제어기(HCU, Hybrid Control Unit)에서 수행한다.
- [0028] 다음, 운전자가 브레이크 페달을 밟아 차량 제동을 시작하면 브레이크 페달의 밟힘량에 따라 운전자 요구 제동량을 결정하고, 결정된 운전자 요구 제동량(Nm)에 따라 변동된 목표 가속도를 연산한다.
- [0029] 차량 제동이 시작되면 상기 운전자 요구 제동량에 따라 차량의 목표 가속도가 달라진다.
- [0030] 운전자의 제동 요구가 검출되면 운전자 요구 제동량에 따른 요구 감속도를 연산하고, 운전자 제동 요구가 검출되기 이전의 목표 가속도와 상기 요구 감속도에 기초하여 운전자의 제동 요구에 따라 변동된 목표 가속도(즉, 현재의 목표 가속도)를 연산한다. 상기 변동된 목표 가속도의 연산은 차량의 하이브리드 제어기에서 수행하며, 예를 들어 운전자 제동 요구가 검출되기 이전의 목표 가속도와 운전자 요구 제동량에 따른 요구 감속도를 합산한 값으로서 변동된 목표 가속도를 산출할 수 있다.
- [0031] 그리고, 상기 하이브리드 제어기에서는 운전자 요구 제동량(제동토크)을 유압에 의한 마찰제동토크(Nm)와 모터에 의한 회생제동토크(Nm)로 분배한다.
- [0032] 좀더 구체적으로 설명하면, 주행 중인 차량에서 운전자의 제동 요구가 검출되면 차량에 탑재되어 있는 브레이크 제어기(iBAU, Integrated Brake Actuation Unit)에서는 브레이크 페달의 스트로크에 기초하여 운전자의 요구 제동량(Nm)을 계산하고, 이를 회생제동과 유압제동으로 분배한다. 이때 하이브리드 제어기는 모터의 속도, 배터리 충전상태 및 온도 등의 차량 상태를 고려하여 회생제동량을 결정하며, 결정된 회생제동량 만큼 모터 제어기(MCU, Motor Control Unit)에 회생제동 실행 명령을 내리고 실행된 회생제동량은 브레이크 제어기(iBAU)에 전달된다.
- [0033] 이에 따라 브레이크제어기에서는 회생제동 실행량에 기초하여 차륜 휠에 공급되는 유압을 목표압력으로 제어하여 마찰제동 제어를 실행한다.
- [0034] 다시 말해, 하이브리드 제어기에서는 회생제동 협조제어 시 회생제동토크 지령을 모터 제어기를 통해 모터에 전달하고, 브레이크제어기에서는 운전자 요구 제동량(Nm)에서 회생제동토크를 차감한 값으로서 마찰제동토크(마찰제동량)를 결정한다.
- [0035] 다음, 하이브리드 제어기에서는 주행 중인 차량의 가속도 센서로부터 검출된 실제 가속도 값을 피드백 받아 현재의 목표 가속도와 상기 실제 가속도를 비교하고, 비교 결과 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이가 있는 것으로 판단되면, 그 차이를 고려하여 모터 토크를 제어하되, 앞에서 도출한 차륜 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계에 기초하여 모터 토크를 제어한다.
- [0036] 좀더 설명하면, 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이만큼 모터 토크를 제어하여 의도치 않은 마찰제동량(Nm)의 변화를 보상하며, 구체적으로는 목표 가속도 대비 실제 가속도가 작으면 그 차이를 상기 상관관계(휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계)에 기초하여 휠 토크 변화량으로 환산하여 산출하고 산출한 휠 토크 변화량만큼 회생제동을 위한 모터 토크를 증가시켜 제어함으로써 회생제동량을 증가시켜 마찰제동량의 감소분을 회생제동량의 증가분으로 보상한다.
- [0037] 회생제동을 위한 모터 토크의 증가는 차량 구동을 위한 모터 토크와 반대방향으로 증가되며, 이러한 모터 토크의 증가에 의해 회생제동량이 증가된다.
- [0038] 이렇게 휠 토크 변화량과 주행 가속도 변화량 간에 상관관계에 기초하여 회생제동을 위한 모터 토크를 제어함으로써 마찰제동량의 감소분 보상에 대한 초기 반응성을 향상시키고, 아울러 PID(proportional integral derivative) 제어 등의 피드백 제어를 통해 현재의 목표 가속도에 대한 추종성을 향상시킨다.

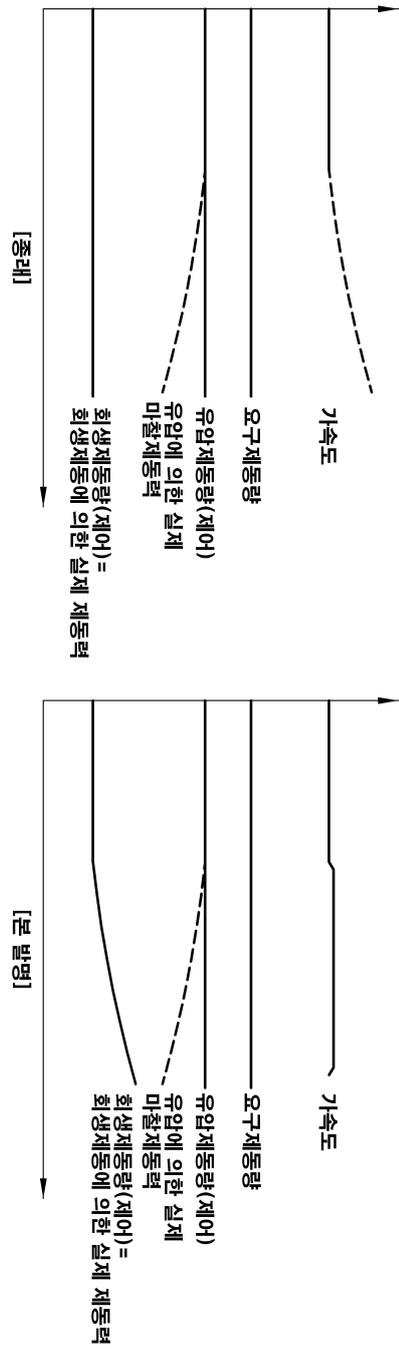
- [0039] 이때, PID 제어는 모터 토크를 제어 변수로 하고 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를 출력값으로 하여 모터 토크를 가변 제어하는 방식으로 이루어진다.
- [0040] 다시 말해, 회생제동 협조제어 동안 모터 토크의 피드백 제어를 통해 이전 제어의 결과를 현재 제어에 반영하여 실제 가속도의 목표 가속도에 대한 추종성을 증대하게 되며, 이러한 PID 제어를 통해 마찰제동에서 덜 채워진 제동량(Nm)을 회생제동에서 채워주는 효과를 얻게 된다.
- [0041] 이와 같이 회생제동을 위한 모터 토크의 제어를 통해 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이를 보상함으로써 회생제동 협조제어 시 의도치 않은 마찰제동력의 변화를 보상한 제어와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0042] 좀더 설명하면, 주행 중인 차량의 제동 시 운전자 요구 제동량에 따른 차량의 총 제동력은 차륜 휠을 구속하는 유압에 의한 마찰제동력(유압제동력)과 배터리 충전을 위한 모터의 회생제동력의 합으로 구성되므로, 제동 시 요구되는 마찰제동력과 실제 마찰제동력 간에 차이가 발생하여 마찰제동력이 부족하게 되는 경우 차륜 휠에 걸리는 제동토크가 의도치 않게 변동되어 주행 가속도에 차이가 발생하게 되므로, 그 차이에 상응하여 운전자 요구 제동량에 따라 변동된 차량의 목표 가속도와 실제 가속도 간에도 차이가 발생하게 된다.
- [0043] 따라서, 목표 가속도와 실제 가속도 간에 가속도 차이에 상응하는 휠 토크 변화량을 모터 토크의 제어를 통해 보상함으로써 차량의 실제 가속도가 목표 가속도를 신속 정밀하게 추종하게 되고, 결과적으로 균일한 제동력을 제공하여 제동 성능을 향상하게 된다.
- [0044] 첨부한 도 2 및 도 3을 참조하여 상기와 같은 본 발명에 따른 제어 방식의 효과를 예를 들어 설명하도록 한다.
- [0045] 먼저, 도 2를 보면, 기존에는 페이드 현상이 발생하는 경우 페이드 현상이 발생하기 전과 동일하게 유압 제어를 하더라도 유압에 의한 실제 마찰제동력이 줄어들어 브레이크 페달 밀림감이 발생하게 된다. 반면, 본 발명을 적용 시, 페이드 현상에 의해 유압에 의한 실제 마찰제동력이 줄어들어 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이가 발생하게 되면, 회생제동을 위한 모터 토크 제어에 의해 제동량 보상이 이루어져 브레이크 페달 밀림감을 방지하고 균일한 제동력이 제공된다.
- [0046] 도 3을 보면, 회생제동 협조제어 시에는 회생제동량과 마찰제동량의 합이 일정해야 차량 가속도 및 감속도가 일정하게 유지되는데, 마찰제동을 위한 유압 제어의 경우 응답성이 느려 목표 유압에 대한 추종성이 떨어지며, 이러한 유압 제어의 지연으로 인해 회생제동량과 마찰제동량(유압제동량)의 합이 일정하게 유지되지 못하고 줄어들어 브레이크 밀림감이 발생하게 된다. 반면, 본 발명을 적용 시, 마찰 제동을 위한 유압 제어의 지연으로 마찰제동량(유압제동량)이 감소되어 회생제동량과 마찰제동량의 합이 일정하게 유지되지 못하고 줄어들게 되면, 목표 가속도와 실제 가속도 간에 차이에 따른 모터 토크 제어에 의해 회생제동량을 증가시켜 보상함으로써 회생제동량과 마찰제동량의 합이 일정하게 유지되며 결과적으로 브레이크 페달 밀림감을 방지하고 균일한 제동력이 제공된다.
- [0047] 이상으로 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하였는바, 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 개량 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

도면

도면1



도면2



도면3

