



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월05일
(11) 등록번호 10-2703406
(24) 등록일자 2024년09월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 7/18 (2006.01) B60K 1/02 (2006.01)
B60K 17/34 (2006.01) B60K 7/00 (2006.01)
B60T 7/04 (2006.01) B60T 8/26 (2006.01)
B60W 10/119 (2012.01) B60W 10/184 (2012.01)
B60W 30/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B60L 7/18 (2013.01)
B60K 1/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0009425
- (22) 출원일자 2020년01월23일
심사청구일자 2022년12월26일
- (65) 공개번호 10-2021-0095773
- (43) 공개일자 2021년08월03일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020050048040 A*
US05019985 A*
US20120325573 A1*
JP2002058107 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
- (72) 발명자
김귀철
경기도 안양시 동안구 관평로138번길 63, 709동
1210호(평촌동, 초원부영아파트)
- (74) 대리인
한라특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 13 항

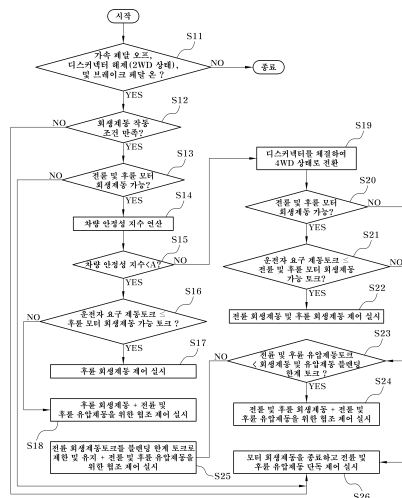
심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 차량의 제동 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 차량의 제동 제어 방법에 관한 것으로서, 디스커넥터를 해제하여 보조 구동륜을 구동계와 분리한 상태에서 제동시 주 구동륜 모터에 의한 회생제동만으로 차량을 제동하고, 이후 차량 안정성 상태에 따라 디스커넥터를 체결한 뒤 보조 구동륜과 주 구동륜에서의 동시 제동을 실시함으로써, 차량의 안정성 및 제동 성능을 보충하면서도 회생제동량의 극대화를 통해 차량 연비 향상을 달성할 수 있도록 한 차량의 제동 제어 방법이 개시된다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B60K 17/34 (2013.01)

B60K 7/0007 (2013.01)

B60T 7/04 (2013.01)

B60T 8/26 (2013.01)

B60W 10/119 (2013.01)

B60W 10/184 (2013.01)

B60W 30/18127 (2013.01)

B60L 2240/12 (2013.01)

B60L 2250/26 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전륜과 후륜을 구동하기 위한 독립적인 구동수단, 및 구동축에 설치되어 동력 전달을 연결 내지 차단하는 디스크넥터를 가지는 차량의 제동 제어 방법에 있어서,

차량에서 수집된 정보에 기초하여 현재의 차량 안정성 지수를 결정하고, 상기 결정된 차량 안정성 지수에 따라 디스크넥터를 체결 또는 해제 제어하며, 디스크넥터의 제어 상태에 따라 차량의 전륜과 후륜 모두에 대한 회생 제동 제어를 실시하거나 전륜과 후륜 중 하나만의 회생제동 제어를 실시하고,

상기 차량이 구동수단으로서 전륜 모터와 후륜 모터를 가지며 전륜의 구동축에 디스크넥터가 설치된 4륜 구동 전기자동차이며,

상기 디스크넥터가 동력 전달을 차단하도록 해제된 상태로 차량이 주행하는 동안 브레이크 페달이 조작되는지를 판단하는 단계;

브레이크 페달이 조작됨을 판단한 경우, 차량에서 수집된 정보에 기초하여 현재의 차량 안정성 지수를 결정하고, 상기 결정된 차량 안정성 지수를 설정된 기준값과 비교하는 단계;

상기 결정된 차량 안정성 지수가 기준값 이상이면, 디스크넥터를 체결하는 단계; 및

상기 디스크넥터를 체결한 상태에서 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 전륜과 후륜에서의 제동을 동시에 제어하는 단계를 포함하고,

상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는,

운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하는 단계; 및

상기 운전자 요구 제동토크가 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동을 실시하여, 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 결정된 차량 안정성 지수가 기준값 미만인 차량 안정 상태이면, 운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하는 단계; 및

운전자 요구 제동토크가 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하이면, 후륜 모터에 의한 회생제동을 실시하여, 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계를 더 포함하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 차량 안정성 지수는 차량 감속도와 후륜 휠 슬립량, 전/후륜 제동력 배분율로부터 하기 수학식 1에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

수학식 1: 차량 안정성 지수 = 차량 감속도 × 후륜 휠 슬립량 × 전/후륜 제동력 배분율

(여기서, 차량 감속도는 센서를 통해 측정되는 현재의 실제 차량 감속도이고, 전륜/후륜 제동력 배분율은 후륜 제동력에 대한 전륜 제동력의 비율 값임)

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 후륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 전륜 모터 회생제동 가능 토크와 후륜 모터 회생제동 가능 토크의 합산 값이며,

상기 전륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 전륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정되고,

상기 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 후륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는,

상기 운전자 요구 제동토크가 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 크면, 전륜 및 후륜 유압제동토크를 미리 정해진 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크와 비교하는 단계; 및

상기 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 미만이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계를 더 포함하고,

상기 전륜 및 후륜 유압제동토크는 운전자 요구 제동토크에서 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크를 뺀 값으로 정해지는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는,

상기 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 이상이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키면서, 상기 전륜 회

생제동토크를 상기 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 값으로 제한 및 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고,

상기 전륜 회생제동토크를 상기 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 값으로 제한 및 유지하는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고,

상기 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 디스커넥터를 체결한 상태에서, 차량에서 수집된 정보를 기초로 모터에 의한 회생제동이 가능한 상태인 것으로 판단한 경우, 상기 운전자 요구 제동토크를 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하는 단계를 실시하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 디스커넥터를 체결한 상태에서, 상기 차량에서 수집된 정보를 기초로 모터에 의한 회생제동이 불가능한 상태인 것으로 판단한 경우, 전륜 및 후륜의 유압제동만으로 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 유압제동 제어를 실시하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고,

상기 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지하

는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

청구항 16

청구항 3에 있어서,

운전자 요구 제동토크가 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 크면, 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량의 제동 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량의 제동 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 회생제동 기능을 가지는 구동수단과 함께, 구동륜측 드래그 손실을 줄이기 위한 디스커넥터를 장착한 차량의 제동 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 전륜과 후륜에 각각 독립적인 구동장치를 적용한 4륜 구동(4 Wheel Drive, 4WD) 전기자동차가 개발되고 있고, 4륜 구동 전기자동차에서 각 구동장치는 운전환경의 조건에 따라 독립적으로 구동되거나 함께 구동될 수 있다.

[0004] 여기서, 전륜과 후륜의 각 구동장치가 모두 배터리 전력으로 작동하는 모터일 수 있고, 이때 4륜 구동 전기자동차는 전륜 및 후륜의 독립 구동모터, 즉 전륜 구동모터와 후륜 구동모터를 탑재한 전기자동차가 된다.

[0005] 통상의 4륜 구동 전기자동차는 전륜과 후륜 중 어느 한 축만으로 주행하는 2륜 구동(2 Wheel Drive, 2WD)을 기본적인 구동으로 실행하고, 구동력이 부족하게 될 경우 휴지 상태에 있는 나머지 다른 한 축을 추가로 더 활용하는 4륜 구동(4WD)을 실행한다.

[0006] 도 1은 전륜 구동모터 및 후륜 구동모터, 디스커넥터가 장착된 4륜 구동(4WD) 전기자동차를 도시한 도면이고, 도 2는 도 1에 예시된 4륜 구동 전기자동차에서 보조 구동륜측 파워트레인 구성과 구동계 부품의 배치 상태를 좀 더 구체적으로 나타낸 도면이다.

[0007] 도 1을 참조하면, 4륜 구동 전기자동차에 전륜(1)을 구동하기 위한 전륜 구동모터('전륜 모터')(2)와 후륜(7)을 구동하기 위한 후륜 구동모터('후륜 모터')(8)가 탑재됨을 볼 수 있다.

[0008] 전술한 바와 같이, 4륜 구동 전기자동차는 4륜 구동(4WD)과 2륜 구동(2WD) 중 어느 하나의 모드로 주행할 수 있고, 2륜 구동시 사용하지 않는 구동모터와 구동륜이 정해져 있다.

[0009] 전, 후륜 독립 구동모터(2,8)를 탑재한 4륜 구동 전기자동차에서, 2륜 구동시 사용하지 않는 구동륜을 보조 구동륜이라 한다면, 주행 중 보조 구동륜의 미사용시에는(즉, 2WD로 주행시에는) 보조 구동륜(1)으로부터 감속기(3)에 역구동력이 전달되면서 드래그 손실(drag loss)이 발생할 수 있다.

[0010] 따라서, 2륜 구동시 보조 구동륜(1)으로부터 전달되는 역구동력을 차단하여 드래그 손실을 방지하여야 하는데, 이를 위해 보조 구동륜(1)의 구동축(5)에 디스커넥터(disconnector)(6)가 설치될 수 있다.

[0011] 디스커넥터(6)가 설치된 차량에서, 4륜 구동시에는 디스커넥터(6)가 구동축(5)에서 동력 전달 가능하도록 체결되고, 2륜 구동시에는 디스커넥터(6)가 구동축(5)에서 동력을 차단하도록 해제(분리)된다.

[0012] 도 1은 전륜 디스커넥터(6)가 작용된 전기자동차를 예시한 것으로, 예시된 차량에서 전륜(1)이 보조 구동륜이고, 보조 구동륜인 전륜(1)과 전륜 구동계 부품 사이, 더 구체적으로 전륜(1)과 디퍼렌셜(4) 사이에 동력을 끊거나 연결하는 전륜 디스커넥터(6)가 구비되고 있다

[0013] 이러한 전륜 디스커넥터(6)가 구비된 차량에서 전륜 디스커넥터(6)가 체결된 상태이면 차량은 4륜 구동 상태로 주행할 수 있고, 전륜 디스커넥터(6)가 해제된 상태이면 차량이 후륜 구동 상태로 주행할 수 있다.

[0014] 이와 같이 디스커넥터(6)를 선택적으로 체결하거나 해제(분리)함으로써 구동축(5)에서의 동력 전달을

단속(斷續)할 수 있고, 이때 디스커넥터(6)가 보조 구동륜(1)과 감속기(3) 등 구동계 부품 사이를 동력 전달 가능하게 연결하거나 차단한다.

- [0015] 여기서, 구동계 부품은 차량 구동을 위해 구동력을 생성하거나 전달하는 부품들을 의미하고, 디스커넥터(6)는 도그 클러치로 구현될 수 있다.
- [0016] 도 1의 (a)는 2륜 구동(후륜 구동)시 전륜 디스커넥터(도그 클러치)(6)를 해제한 상태를 나타내고, (b)는 4륜 구동시 전륜 디스커넥터(도그 클러치)(6)를 체결한 상태를 나타낸다.
- [0017] 도 2를 참조하면, 구동모터(2)와 감속기(3), 디퍼렌셜(4) 등의 구동계 부품과 디스커넥터(도그 클러치)(6), 차륜(1)의 연결 및 배치 상태를 볼 수 있고, 여기서 차륜(1)은 보조 구동륜으로서, 도 1의 차량에서 전륜이 될 수 있다.
- [0018] 전기자동차에서 구동모터(2)는 주행시 높은 속도로 구동되는데, 구동모터(2)에 연결된 감속기(3)에 의해 구동모터(2)의 속도가 차량 주행에 적당한 속도로 감속되고, 감속기(3)에서 감속된 회전력이 디퍼렌셜(4)을 통해 구동축(5)에 전달됨으로써 차량이 주행하게 된다.
- [0019] 한편, 전, 후륜 독립 구동모터 및 디스커넥터를 가지는 4륜 구동 전기자동차의 회생제동을 위한 최적 제어 기술이 필요하나, 아직까지는 디스커넥터를 가지는 4륜 구동 전기자동차의 특성을 반영한 회생제동 최적 제어 기술에 대해 알려져 있지 않다.
- [0020] 전, 후륜 독립 구동모터 및 디스커넥터를 가지는 4륜 구동 전기자동차의 경우에도 차량 제동시나 관성에 의한 타행 주행(coasting)시 차량의 운동에너지를 각 구동모터를 통해 회수하여 배터리를 충전하는 회생 모드가 수행될 수 있다.
- [0021] 회생 모드에서는 차량의 운동에너지를 구동륜을 통해 구동모터에 전달되면 구동모터가 발전기로 작동하여 인버터를 통해 차량 내 배터리를 충전하게 된다.
- [0022] 그러나, 4륜 구동 전기자동차에서 가속 후 타행 주행시 디스커넥터를 해제하면 보조 구동륜(도 1의 예에서 전륜)에 의한 드래그 손실을 방지할 수 있어 차량 연비에 도움이 될 수 있지만, 그 상황에서 운전자가 브레이크 페달을 밟아 제동을 하게 되면 보조 구동륜을 통한 회생제동은 불가하다.
- [0023] 즉, 차량의 타행 주행 중 디스커넥터를 해제하면 드래그 손실을 방지하게 되어 차량의 이동거리를 늘릴 수 있으나, 디스커넥터 해제 상태로 브레이크 페달을 밟게 되면 주 구동륜(도 1의 예에서 후륜)으로만 회생제동이 가능하고 보조 구동륜의 회생제동이 불가하므로 전체적인 차량 회생제동량이 줄어들게 되어 연비에 악영향을 주게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0025] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출한 것으로서, 전륜 및 후륜의 독립 구동수단과 디스커넥터를 장착한 차량에서 제동시 차량의 안정성 및 제동 성능 확보가 가능하면서도 회생제동량을 증대시켜 차량 연비 향상에 기여할 수 있는 차량의 제동 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0027] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따르면, 전륜과 후륜을 구동하기 위한 독립적인 구동수단, 및 구동축에 설치되어 동력 전달을 연결 내지 차단하는 디스커넥터를 가지는 차량의 제동 제어 방법에 있어서, 차량에서 수집된 정보에 기초하여 현재의 차량 안정성 지수를 결정하고, 상기 결정된 차량 안정성 지수에 따라 디스커넥터를 체결 또는 해제 제어하며, 디스커넥터의 제어 상태에 따라 차량의 전륜과 후륜 모두에 대한 회생제동 제어를 실시하거나 전륜과 후륜 중 하나만의 회생제동 제어를 실시하는 차량의 제동 제어 방법을 제공한다.
- [0028] 여기서, 상기 차량이 구동수단으로서 전륜 모터와 후륜 모터를 가지며 전륜의 구동축에 디스커넥터가 설치된 4륜 구동 전기자동차일 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 디스커넥터가 동력 전달을 차단하도록 해제된 상태로 차량이 주행하는 동안 브레이크 페달이 조작되는지를 판단하는 단계; 브레이크 페달이 조작됨을 판단한 경우, 차량에서 수집된

정보에 기초하여 현재의 차량 안정성 지수를 결정하고, 상기 결정된 차량 안정성 지수를 설정된 기준값과 비교하는 단계; 상기 결정된 차량 안정성 지수가 기준값 미만인 차량 안정 상태이면, 운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하는 단계; 및 운전자 요구 제동토크가 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하이면, 후륜 모터에 의한 회생제동을 실시하여, 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계를 포함하는 차량의 제동 제어 방법을 제공한다.

- [0030] 여기서, 상기 차량 안정성 지수는 차량 감속도와 후륜 휠 슬립량, 전/후륜 제동력 배분율로부터 하기 수학적 1에 의해 계산되는 것일 수 있다.
- [0031] 수학적 1: 차량 안정성 지수 = 차량 감속도 × 후륜 휠 슬립량 × 전/후륜 제동력 배분율
- [0032] (여기서, 차량 감속도는 센서를 통해 측정되는 현재의 실제 차량 감속도이고, 전륜/후륜 제동력 배분율은 후륜 제동력에 대한 전륜 제동력의 비율 값임)
- [0033] 또한, 상기 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 후륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 차량의 제동 제어 방법은, 상기 결정된 차량 안정성 지수가 기준값 이상이면, 디스커넥터를 체결하는 단계; 및 상기 디스커넥터를 체결한 상태에서 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 전륜과 후륜에서의 제동을 동시에 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0035] 여기서, 상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는, 운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하는 단계; 및 상기 운전자 요구 제동토크가 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동을 실시하여, 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 전륜 모터 회생제동 가능 토크와 후륜 모터 회생제동 가능 토크의 합산 값이며, 상기 전륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 전륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정되고, 상기 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 따른 값으로 후륜 모터의 회생제동 가능 토크가 설정된 선도로부터 결정될 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는, 상기 운전자 요구 제동토크가 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 크면, 전륜 및 후륜 유압제동토크를 미리 정해진 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크와 비교하는 단계; 및 상기 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 미만이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계를 더 포함하고, 상기 전륜 및 후륜 유압제동토크는 운전자 요구 제동토크에서 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크를 뺀 값으로 정해질 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 전륜과 후륜에서의 제동을 제어하는 단계는, 상기 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 이상이면, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키면서, 상기 전륜 회생제동토크를 상기 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 값으로 제한 및 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고, 상기 전륜 회생제동토크를 상기 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 값으로 제한 및 유지하는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지할 수 있다.
- [0040] 또한, 상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고, 상기 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지할 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 디스커넥터를 체결한 상태에서, 차량에서 수집된 정보를 기초로 모터에 의한 회생제동이 가능한 상태인 것으로 판단한 경우, 상기 운전자 요구 제동토크를 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비

교하는 단계를 실시할 수 있다.

[0042] 또한, 상기 디스커넥터를 체결한 상태에서, 상기 차량에서 수집된 정보를 기초로 모터에 의한 회생제동이 불가능한 상태인 것으로 판단한 경우, 전륜 및 후륜의 유압제동만으로 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 유압제동 제어를 실시할 수 있다.

[0043] 또한, 상기 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계가 실시되는 동안, 브레이크 페달 조작량이 증가함에 따라 상기 차량 안정성 지수가 증가하여 상기 기준값에 도달하면, 상기 디스커넥터를 체결하는 단계가 수행되고, 상기 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 하는 단계에서, 상기 후륜 회생제동토크는, 상기 차량 안정성 지수가 상기 기준값에 도달한 시점의 후륜 회생제동토크 값으로 유지할 수 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 차량의 제동 제어 방법은, 운전자 요구 제동토크가 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 크면, 후륜 모터에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜의 유압제동을 실시하여 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0046] 이로써, 본 발명에 따른 차량의 제동 제어 방법에 의하면, 디스커넥터를 해제하여 보조 구동륜을 구동계와 분리한 2WD 상태에서 제동시 주 구동륜 모터에 의한 회생제동만으로 차량을 제동하고, 이후 차량 안정성 상태에 따라 디스커넥터를 체결하여 4WD 상태로 전환한 뒤 보조 구동륜과 주 구동륜의 동시 회생제동을 실시함으로써, 차량의 안정성 및 제동 성능을 보증하면서도 회생제동량의 극대화를 통해 차량 연비 향상에 기여할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 전륜 구동모터 및 후륜 구동모터, 디스커넥터가 장착된 차량을 예시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 예시된 차량에서 보조 구동륜측 파워트레인 구성과 구동계 부품의 배치 상태를 좀 더 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 제동 제어 방법이 적용될 수 있는 차량에서 디스커넥터의 구성을 예시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 제동 제어를 수행하기 위한 차량 내 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 제동 제어 과정을 나타내는 순서도이다.
- 도 6은 본 발명에서 차속에 따른 모터 회생제동 가능 토크 값을 정의하고 있는 모터 T-N(토크-속도) 특성 선도의 예를 보여주는 도면이다.
- 도 7은 본 발명에서 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달하였을 때 디스커넥터 체결 후 전륜 회생제동과 후륜 회생제동이 동시에 실시되는 상태를 예시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 제동 제어 과정에서 단계별 제동토크 상태를 예시한 도면이다.
- 도 9 내지 12는 본 발명에서 운전자 브레이크 페달 조작에 따른 차량 감속도 변화와 각 제동 제어 단계의 상태를 구분하여 나타낸 도면이다.
- 도 13은 후륜 제동력 과다로 인한 후륜의 휠락 발생시 차량 거동을 설명하기 위한 참고도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 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.

[0050] 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.

[0052] 본 발명은 차량의 제동 제어 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 전륜과 후륜을 구동하기 위한 독립적인 구동수단, 및 구동축에 설치되어 동력 전달을 연결 내지 차단하는 디스커넥터를 가지는 차량의 제동 제어 방법에 관한 것이다.

- [0053] 보다 구체적으로, 본 발명은 회생제동 기능을 가지는 독립적인 구동수단을 탑재한 차량의 제동 제어 방법으로 제공될 수 있는 것이며, 전륜 구동모터 및 후륜 구동모터와 함께, 보조 구동륜측의 드래그 손실(drag loss)을 줄이기 위한 디스커넥터가 장착된 4륜 구동 전기자동차의 제동 제어 방법으로 제공될 수 있는 것이다.
- [0054] 또한, 본 발명은 전, 후륜 독립 구동모터와 디스커넥터를 장착한 4륜 구동 전기자동차에서 제동시 차량의 안정성 및 제동 성능 확보가 가능하면서도 회생제동량을 증대시켜 차량 연비 향상에 기여할 수 있는 제동 제어 방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0055] 이를 위해, 본 발명에서는 디스커넥터를 해제하여 보조 구동륜을 구동계와 분리한 상태에서 제동시 주 구동륜 모터에 의한 회생제동만으로 차량을 제동하고, 이후 차량 안정성 상태에 따라 디스커넥터를 체결한 뒤 보조 구동륜과 주 구동륜의 동시 회생제동을 실시한다.
- [0057] 이하 실시예에 대해 설명함에 있어, 본 발명의 제동 제어 방법이 적용되는 차량은 전륜 구동모터와 후륜 구동모터, 그리고 디스커넥터를 장착한 공지의 4륜 구동 전기자동차이며, 4륜 구동 전기자동차의 e-4WD 시스템 및 파워트레인 구성에 대해서는 도 1 및 도 2를 참조하기로 한다.
- [0058] 참고로, 도 3은 디스커넥터의 구성을 예시한 도면이며, 디스커넥터(6)는 감속기(3)와 차륜(보조 구동륜)(1) 사이, 더 명확히는 디퍼렌셜(4)과 차륜(1) 사이의 구동축(5)에 설치될 수 있고, 입력축과 출력축 사이에서 동력 전달을 단속(斷續)하는 구성요소들을 포함한다.
- [0059] 여기서, 디스커넥터(6)의 입력축은 디퍼렌셜(4)의 출력축에 연결되고, 디스커넥터(6)의 출력축은 보조 구동륜(1)측에 연결된다.
- [0060] 이하의 설명에서 주 구동륜과 보조 구동륜의 정의는 앞서 설명한 바와 같고, 디스커넥터의 설치 목적과 설치 위치, 작용, 기능 및 역할 등도 앞서 설명한 공지의 4륜 구동 전기자동차에서와 같다.
- [0061] 4륜 구동시 구동모터(2)의 회전력을 감속기(3) 및 디퍼렌셜(4)을 통해 디스커넥터(6)의 입력축이 전달받게 되고, 디스커넥터(6)의 체결 상태에서 디스커넥터의 출력축은 입력축으로 전달된 회전력을 구동륜(1)(보조 구동륜으로서, 이하의 예에서 전륜임)으로 전달하게 된다.
- [0062] 보조 구동륜 모터(도 1에서 전륜 모터)를 구동하지 않는 2륜 구동시, 보조 구동륜(1)으로부터 감속기(3)에 역구동력이 전달되어 드래그 손실이 발생하는 것을 방지하기 위해, 디스커넥터(6)는 감속기(3) 및 디퍼렌셜(4) 등의 구동계 부품과 보조 구동륜(1) 사이의 동력 전달을 차단하도록 해제 작동된다.
- [0063] 또한, 보조 구동륜 모터(도 1에서 전륜 모터)의 회생제동시에는 디스커넥터(6)를 체결하여 보조 구동륜(도 1에서 전륜)의 회전력이 모터로 전달될 수 있도록 한다.
- [0064] 본 발명에서 디스커넥터는 도 3에 나타난 바와 같이 공지의 도그 클러치의 구성을 가질 수 있다.
- [0065] 도 3을 참조하면, 도그 클러치로 구현되는 디스커넥터(6)는, 입력축에 일체 회전되도록 구비된 샤프트 기어(11), 출력축에 일체 회전되도록 구비된 허브(12), 그리고 상기 허브(12)에 축 방향 슬라이드 이동 가능하면서 일체 회전되도록 결합된 슬리브(13)를 포함하고, 이러한 디스커넥터의 장치 구성은 공지의 구성과 비교하여 차이가 없다.
- [0066] 여기서, 샤프트 기어(11)는 외주면에 축 방향으로 길게 형성된 치들을 가지는 스플라인 형태의 기어일 수 있고, 허브(12) 또한 외주면에 축 방향으로 길게 형성된 치들을 가지는 스플라인 형태의 기어를 가질 수 있으며, 이때 슬리브(13)는 내주면에 축 방향으로 길게 형성된 치들을 가지면서 내측으로 위치되는 샤프트 기어(11) 및 허브(12)와 스플라인 결합된다.
- [0067] 상기 슬리브(13)는 허브(12)와는 상시 일체 회전 및 치합되어 있도록 설치되고, 허브(12)에서 축 방향 슬라이드 이동되어 샤프트 기어(11)와는 그 이동된 방향 및 위치에 따라 선택적으로 치합 또는 분리된 상태가 될 수 있다.
- [0068] 이와 함께, 디스커넥터(6)는 도 3에 나타난 바와 같이 슬리브(13)를 상기 샤프트 기어(11)와 치합되거나 분리되도록 허브(12)에서 축 방향 슬라이드 이동시키는 구동기구(14)를 포함한다.
- [0069] 여기서, 구동기구(14)의 구성에 대해서는 통상의 기술자에게 이미 알려져 있는 공지의 기술 사항이므로 도면에 상세히 예시하지는 않았으나, 일례로 디스커넥터 모터(15)의 회전력을 미도시된 스크류 및 이에 나사 체결된 전후진 요소 등을 통해 직진 이동력으로 변환하여 포크(16)를 전후진 이동시킴으로써 이 포크(16)가 결합된 슬리

브(13)를 축 방향 슬라이드 이동시키는 구성이 될 수 있다.

- [0070] 이러한 디스크넥터의 일례가 한국 등록특허 제10-1996755호(2019.6.28.)에 개시되어 있다.
- [0071] 한편, 4륜 구동 전기자동차에서도 제동시 차량의 운동에너지를 구동모터의 발전을 통해 전기에너지로 회수하여 배터리를 충전하는 회생제동이 수행될 수 있다.
- [0072] 또한, 회생제동 이외에도, 각 차륜에 설치된 유압제동장치(마찰제동장치)에 의한 유압제동(마찰제동)이 수행될 수 있으며, 전륜과 후륜에서 구동모터에 의한 회생제동과 유압제동장치에 의한 유압제동은 단독으로 또는 동시에 작동될 수 있다.
- [0073] 회생제동과 유압제동이 수행되는 전기자동차에서는, 먼저 운전자 브레이크 조작(운전자 제동 입력)에 대응하는 브레이크 신호, 예컨대 브레이크 페달 조작에 따른 브레이크 페달 센서(Brake Pedal Sensor, BPS)의 신호에 기초하여 요구 감속도(Deceleration, D) 및 운전자 요구 제동토크(목표 제동력, 총 제동력)이 결정되고, 이어 운전자 요구 제동토크를 충족하는 회생제동토크와 유압제동토크(마찰제동토크)의 분배가 이루어진다.
- [0074] 또한, 분배를 통해 회생제동토크(회생제동력)과 유압제동토크(유압제동력)이 결정되면, 분배된 각 제동토크를 내기 위한 모터 회생제동 제어 및 유압제동 제어가 수행된다.
- [0075] 본 발명에서도 정해진 회생제동 조건을 만족하고 모터에 의한 회생제동이 가능한 상태이면 상기와 같이 회생제동이 수행될 수 있고, 나아가 회생제동토크와 유압제동토크의 분배가 이루어질 수 있으며, 전륜과 후륜에서 모두 회생제동과 유압제동이 수행 가능하므로 전륜 제동토크와 후륜 제동토크의 분배 또한 실시될 수 있다.
- [0076] 또한, 4륜 구동 전기자동차의 주행 제어 및 제동 제어는 복수 개의 제어기가 협조 제어하여 수행할 수 있고, 여기서 복수 개의 제어기는 차량 작동의 전반을 제어하는 상위 제어기인 차량 제어기(Vehicle Control Unit, VCU), 차량의 제동 제어를 수행하고 유압제동장치의 작동을 제어하는 브레이크 제어기(Brake Control Unit, BCU), 모터의 작동을 제어하는 모터 제어기(Motor Control Unit, MCU), 배터리 상태 정보를 수집하고 배터리를 관리하기 위한 제어를 수행하는 배터리 제어기(Battery Management System, BMS)를 포함할 수 있다.
- [0077] 상기 제어기들은 차량 제동을 위해 차량 네트워크를 통해서 서로 정보를 주고받으면서 협조 제어를 수행하고, 이는 본 발명에 따른 제동 제어를 수행함에 있어서도 마찬가지이다.
- [0078] 예를 들어, 차량 제어기는 회생제동토크 지령을 결정하여 출력하고, 모터 제어기가 차량 제어기로부터 수신된 회생제동토크 지령에 따라 인버터를 통해 구동모터의 회생작동을 제어한다.
- [0079] 또한, 차량 제어기는 디스크넥터(6)의 체결 및 해제 작동을 제어할 수 있다.
- [0080] 즉, 차량 제어기가 디스크넥터(6)의 체결 또는 해제를 위한 제어신호를 출력하면, 상기 제어신호에 따라 구동기구(14), 구체적으로는 구동기구 중 액추에이터인 디스크넥터 모터(15)의 작동이 제어되고, 이 디스크넥터 모터(15)의 작동이 제어됨에 따라 슬라이브(13)가 샤프트 기어(11)와 허브(12) 사이에서 축 방향 슬라이드 이동되어 디스크넥터(6)의 체결 또는 해제가 이루어지게 된다.
- [0081] 이하에서는 본 발명에 따른 제동 제어 방법에 대해 좀 더 상세히 설명하기로 한다.
- [0082] 도 4는 본 발명에 따른 제동 제어를 수행하기 위한 차량 내 시스템의 구성을 나타낸 블록도이고, 이하의 설명에서는 전륜 구동모터(2)와 후륜 구동모터(8)를 각각 '전륜 모터'와 '후륜 모터'로 약칭하기로 한다.
- [0083] 도 4에서 제어기(120)는 본 발명의 제동 제어 과정에 관여하는 복수 개의 제어기를 통칭하여 나타낸 것으로, 제동을 위한 협조 제어를 수행하는 차량 제어기, 브레이크 제어기, 모터 제어기, 배터리 제어기(배터리 SOC 정보 등 제공)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0084] 또한, 도 5는 본 발명에 따른 제동 제어 과정을 나타내는 순서도이다.
- [0085] 먼저, 전륜 모터(2)와 후륜 모터(8), 그리고 전륜 디스크넥터(6)를 장착한 4륜 구동(4WD) 전기자동차에서, 운전자가 가속 페달로부터 발을 떼면(가속 페달 오프), 차량 제어기(VCU)(도 4에서 도면부호 '120'임)가 전륜 디스크넥터(6)를 해제(분리)하므로 도 1의 (a)와 같은 2WD 상태(후륜 구동시와 같음)로 차량의 타행 주행(coasting)이 이루어진다.
- [0086] 이를 통해 차량의 연비를 향상시킬 수 있는데, 전륜 디스크넥터(6)가 해제된 상태이므로 보조 구동륜인 전륜(1)으로부터 감속기(3)에 역구동력이 전달되어 드래그 손실이 발생하는 것을 방지할 수 있고, 전륜(1)이 모터(2), 감속기(3), 디퍼렌셜(4) 등의 구동계 부품과 분리되므로 관성에 의해 차량이 타행 주행할 때 차량의 이동

거리가 최대한 길어질 수 있다.

- [0087] 이어 가속 페달 오프(off) 및 전륜 디스크넥터 해제 상태로 차량 주행이 이루어지는 동안, 브레이크 제어기가 브레이크 페달 온(on) 상태인지를 판단한다(S11).
- [0088] 즉, 차량의 타행 주행을 이루어지는 동안, 운전자가 브레이크 페달을 밟게 되면(브레이크 페달 온), 브레이크 제어기(도 4에서 도면부호 '120'임)가 브레이크 페달 센서(BPS)(111)의 신호로부터 제동시임을 판단하고, 이어 차량에서 수집되는 정보에 기초하여 현재의 차량 상태가 정해진 회생제동 작동 조건을 만족하는지를 판단한다(S12).
- [0089] 여기서, 회생제동 작동 조건은 공지된 조건일 수 있으며, 예를 들면, 변속단이 D단(주행단)인 조건, 차속(휠속 센서의 신호로부터 얻어질 수 있음)이 설정값 이상인 조건, 요구 감속도(BPS 신호 값으로부터 결정될 수 있음)가 설정값 이하인 조건, 브레이크 페달 조작량(BPS 신호 값일 수 있음)이 설정값 이상인 조건, 각 차륜의 휠 슬립량이 설정값 이하인 조건, ABS 및 ESC의 미작동 상태인 조건, 그리고 휠속 센서(113) 및 유압 센서(미도시)가 정상 상태인 조건 중에서 일부 또는 전체 조건을 모두 만족하면 회생제동 작동 조건을 만족하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0090] 이어 차량 제어기는 차량에서 수집된 정보를 기초로 모터에 의한 회생제동이 가능한 상태인지를 판단하는데(S13), 여기서 모터는 주 구동륜 모터인 후륜 모터(8)일 수 있고, 또는 후륜 모터(8)와 함께 보조 구동륜 모터인 전륜 모터(2)일 수 있다.
- [0091] 이때, 차량 제어기에서 모터 토크-속도(RPM) 선도, 시스템 효율, 배터리 SOC(state of charge) 등의 정보를 기반으로 회생제동 가능량을 산출한 뒤, 산출된 회생제동 가능량 정보로부터 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동 가능 상태인지를 판단할 수 있다.
- [0092] 상기 회생제동 가능 상태를 판단하는 과정은 회생제동 차량이라면 이미 수행되고 있는 공지된 과정이므로 그 판단 방법이나 과정의 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0093] 또한, 차량 제어기는 회생제동 가능 상태의 판단 결과를 브레이크 제어기로 송출하는데, 차량 제어기가 모터에 의한 회생제동 가능 상태인 것으로 판단한 뒤, 브레이크 제어기가 차량 제어기로부터 모터에 의한 회생제동 가능 상태인 것으로 판단 결과를 수신받게 되면, 차량에서 수집되는 정보로부터 차량 안정성 지수를 연산한다.
- [0094] 이때, 브레이크 제어기는 전륜 모터(2)에 의한 회생제동이 가능하다는 정보는 차량 제어기로부터 받지 않으므로 현재 전륜 디스크넥터(6)의 해제 상태(2WD 상태)임을 판단할 수 있다.
- [0095] 다음으로, 브레이크 제어기는 차량 안정성 지수를 연산한 뒤(S14), 연산된 차량 안정성 지수를 미리 설정된 기준값(A)과 비교하고(S15), 그 판단 결과를 차량 제어기로 송출한다.
- [0096] 브레이크 제어기에서 차량 안정성 지수는 차량 감속도, 후륜 휠 슬립량, 전/후륜 제동력 배분율로부터 하기 수학적 식 1을 이용하여 계산할 수 있다.
- [0098] [수학적 식 1]
- [0099] 차량 안정성 지수 = 차량 감속도 × 후륜 휠 슬립량 × 전/후륜 제동력 배분율
- [0101] 여기서, 차량 감속도는 차량에서 센서에 의해 실시간으로 측정되는 실제 차량 감속도로서, 이는 차량에 장착된 종가속도 센서(112)의 신호로부터 얻어질 수 있다.
- [0102] 또한, 차량에서 후륜 휠 슬립량은 공지된 산출 방법에 의해 얻어질 수 있으며, 휠 슬립량 산출 방법은 통상의 기술자에게 잘 알려진 공지된 기술 사항이므로 본 명세서에서 휠 슬립량 산출 방법에 대해 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0103] 상기 전/후륜 제동력 배분율은 후륜 제동력에 대한 전륜 제동력의 비율(또는 후륜 제동토크에 대한 전륜 제동토크의 비율) 값으로 결정될 수 있고, 전륜 제동력과 후륜 제동력은 각각 하기 수학적 식 2와 수학적 식 3에 의해 계산될 수 있다.
- [0105] [수학적 식 2]

[0106]

$$B_f = \mu \left(W_f + W \times \frac{a}{g} \times \frac{h}{L} \right)$$

[0108] [수학식 3]

[0109]

$$B_r = \mu \left(W_r - W \times \frac{a}{g} \times \frac{h}{L} \right)$$

[0111]

수학식 2와 수학식 3은 이상 제동 배분식으로서, B_f 는 전륜 제동력을, B_r 은 후륜 제동력을 나타내고, μ 는 노면 마찰계수, W_f 는 전륜 중량, W_r 은 후륜 중량, a 는 차량 감속도, g 는 중력 가속도, h 는 지면으로부터 차량 무게중심의 수직 높이, L 은 휠 베이스를 각각 나타낸다.

[0112]

여기서, 마찰계수 μ 는 미리 정해지는 상수일 수 있고, 전/후륜 제동력 배분율은 후륜 제동력에 대한 전륜 제동력의 비율 값으로 정의된다.

[0113]

또한, 차량 감속도 a 는 증가속도 센서(112)에 의해 실시간으로 측정되는 실제 차량 감속도이고, 전륜 중량 W_f , 후륜 중량 W_r , 차량 무게중심 높이 h , 휠 베이스 L 은 해당 차량의 고유 제원값으로서, 브레이크 제어기에 각각 미리 정해진 값으로 입력 및 저장되어 사용된다.

[0114]

본 발명에서 차량 안정성 지수는 그 값이 클수록 차량의 안정성이 낮아지는 것을 의미하며, 차량 안정성 지수의 값이 작을수록 차량이 더 안정한 상태임을 나타낸다.

[0115]

또한, 상기 기준값(A)은 동종 차량에 대한 선행 시험 및 평가 과정을 통해 결정될 수 있는 값으로, 이는 저마찰로, 하경사로, 선회로 등의 다양한 조건에서 차량 감속도 및 밀림 상태, 오버스티어나 언더스티어 등 차량 상태와 안정성 등을 확인하여 결정 및 튜닝되는 값이며, 차량 안정성이 확보될 수 있는 최대 안정성 지수를 상기 기준값(A)으로 설정할 수 있다.

[0116]

브레이크 제어기는 S15 단계에서 차량 안정성 지수가 기준값(A) 미만인 것으로 판단한 경우, 운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크와 비교하고(S16), 만약 운전자 요구 제동토크가 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하이면, 후륜 모터(8)에 의한 회생제동(후륜 회생제동)만을 단독으로 실시한다(S17).

[0117]

즉, 후륜 회생제동만을 위한 단독 제어를 실시하는 것이며, 운전자 요구 제동토크(총 제동토크)를 후륜의 회생제동토크만으로 충족시키고, 전륜 및 후륜의 유압제동은 실시하지 않는다.

[0118]

본 발명에서 차속은 휠속 센서(113)의 신호로부터 실시간으로 얻어질 수 있다.

[0119]

통상의 차량에서 운전자가 브레이크 페달을 밟는 양을 나타내는 브레이크 페달 센서(111)의 신호 값으로부터 운전자 요구 제동토크가 결정되면, 이 운전자 요구 제동토크는 '전륜 제동토크 + 후륜 제동토크' 또는 '회생제동토크 + 유압제동토크'로 충족되어야 하고, 운전자 요구 제동토크는 이를 충족시키는 전륜 제동토크와 후륜 제동토크로 분배될 수 있다.

[0120]

이때, 상기 전륜 제동토크는 '전륜 회생제동토크 + 전륜 유압제동토크'로, 상기 후륜 제동토크는 '후륜 회생제동토크 + 후륜 유압제동토크'로 충족될 수 있다.

[0121]

마찬가지로, 상기 회생제동토크는 '전륜 회생제동토크 + 후륜 회생제동토크'로, 상기 유압제동토크는 '전륜 유압제동토크 + 후륜 유압제동토크'로 충족될 수 있다.

[0122]

상기 수학식 2와 3은 이상 제동 배분식으로서, 이 수학식 2 및 수학식 3에 의해 운전자 요구 제동토크가 전륜 제동토크와 후륜 제동토크로 분배될 수 있다.

[0123]

또는 회생제동토크가 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크로 분배될 수 있고, 유압제동토크가 전륜 유압제동토크와 후륜 유압제동토크로 분배될 수 있다.

[0124]

요컨대, 도 5에 나타난 순서도의 S15 단계에서 차량 안정성 지수가 기준값(A) 미만인 차량 안정 상태이고, S16 단계에서 운전자 요구 제동토크가 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크 이하인 경우, S17 단계에서 전륜 디스크브레이크(6)를 체결하지 않고 2WD 상태로 유지하면서 후륜 모터(8)에 의한 회생제동만을 실시한다.

- [0125] 즉, 후륜 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 것이며, 이때 전륜 제동토크(전륜 회생제동토크 + 전륜 유압제동토크)와 후륜 유압제동토크는 모두 '0'의 값이 된다.
- [0126] 그리고, 도 5에는 나타나지 않았으나, S17 단계 수행 후에는 S11 단계로 제어 과정이 리턴된다.
- [0127] 도 6은 차속에 따른 모터 회생제동 가능 토크 값을 정의하고 있는 모터 T-N(토크-속도) 특성 선도의 예를 보여주는 도면으로, 현재 차속에 해당하는 회생제동 가능 토크는 예시된 모터 T-N 특성 선도로부터 결정될 수 있다.
- [0128] 모터 T-N 특성 선도는 해당 모터가 차속에 따라 발생시킬 수 있는 회생제동토크 가능량을 정의한 것으로, 이 모터 T-N 특성 선도에 의해 현재 차속에서의 회생제동토크 가능량(회생제동 가능 토크 값)이 제한된다.
- [0129] 도 6을 참조하면, 모터 T-N 특성 선도에 의해 회생제동 가능 토크 값이 차속에 따른 값으로 정의됨을 볼 수 있고, 이러한 모터 T-N 특성 선도는 전륜 모터와 후륜 모터의 회생제동 가능 토크 값 결정에 모두 적용될 수 있다.
- [0130] 즉, 본 발명에서 차속에 따른 후륜 모터의 회생제동 가능 토크 값을 정의한 후륜 모터 T-N 특성 선도(S16 단계에서 이용), 및 차속에 따른 전륜 모터의 회생제동 가능 토크 값을 정의한 전륜 모터 T-N 특성 선도(S21 단계에서 이용)가 구비되어 이용될 수 있다.
- [0131] 도 6을 참조하면, 운전자 요구 제동토크가 모터 T-N 특성 선도를 기반으로 결정되는 현재 차속의 모터 회생제동 가능 토크보다 작거나 같다면, 모터에 의한 회생제동토크만으로도 운전자 요구 제동토크를 충족시킬 수 있다.
- [0132] 그러나, 운전자 요구 제동토크가 모터 T-N 특성 선도를 기반으로 결정되는 현재 차속의 모터 회생제동 가능 토크보다 크다면, 회생제동토크는 상기 모터 T-N 특성 선도가 나타내는 모터 회생제동 가능 토크로 제한된다.
- [0133] 이때, 회생제동 가능 토크를 넘어서는 제동토크만큼을 유압제동토크로 충족시켜야 하고, 운전자 요구 제동토크를 충족시키기 위해 모터에 의한 회생제동과 함께 유압제동이 실행되어야 한다.
- [0134] 도 6의 예를 들면, 150km/h의 차속에서 운전자 요구 제동토크가 2000Nm인 경우, 초기에는 운전자 요구 제동토크를 충족하기 위해 회생제동토크보다 유압제동토크를 많이 발생시켜야 하고, 이후 차속이 낮아질수록 유압제동토크는 감소시키면서 회생제동토크를 증가시킬 수 있다.
- [0135] 또한, 도 6의 예에서 차속이 약 50km/h 이하가 되면 모터에 의한 회생제동토크만으로 운전자 요구 제동토크를 충족시킬 수 있으므로 유압제동은 필요 없게 된다.
- [0136] 본 발명에서는 도 6에 예시한 것과 같은 모터 T-N 특성 선도, 구체적으로는 차속에 따른 후륜 모터 회생제동 가능 토크 값을 정의하고 있는 후륜 모터 T-N 특성 선도가 브레이크 제어기에 미리 입력 및 저장되어 도 5의 S16 단계에서 이용될 수 있다.
- [0137] 이와 더불어, 도 6의 예와 유사하게 차속에 따른 전륜 모터 회생제동 가능 토크 값을 정의하고 있는 전륜 모터 T-N 특성 선도가 브레이크 제어기에 미리 입력 및 저장되어 후술하는 도 5의 S21 단계에서 이용될 수 있다.
- [0138] 만약, 도 5의 S16 단계에서 운전자 요구 제동토크가 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 크다면, S18 단계에서 후륜 모터(8)에 의한 회생제동에 더하여 유압제동장치(131,132)에 의한 전, 후륜 유압제동을 추가로 실행하여, 후륜 모터(8)의 회생제동토크와 전륜 및 후륜의 유압제동토크의 합으로 운전자 요구 제동토크를 충족시킬 수 있도록 한다.
- [0139] 이때, 전륜 유압제동토크와 후륜 유압제동토크의 분배는 수학적 2와 3으로부터 얻어지는 전륜 제동력과 후륜 제동력의 배분비에 따라 이루어질 수 있고, 이는 본 발명에서 전륜과 후륜의 제동토크를 분배하는데 있어 모두 적용될 수 있다.
- [0140] 또한, 본 발명에서 회생제동과 유압제동은 차량 제어기와 브레이크 제어기, 모터 제어기의 협조 제어에 의해 수행될 수 있는데, 유압제동은 브레이크 제어기가 유압제동장치(131,132)의 구동을 제어하는 것에 의해 수행될 수 있고, 회생제동의 경우 차량 제어기가 회생제동토크 지령을 생성하여 출력하면, 모터 제어기가 차량 제어기로부터 수신된 회생제동토크 지령에 따라 해당 모터(2,8)의 회생작동을 제어하는 것에 의해 수행될 수 있다.
- [0141] 한편, 도 5의 S15 단계에서 차량 안정성 지수가 기준값(A) 이상인 것으로 브레이크 제어기가 판단하고, 그 판단 결과가 차량 제어기로 송출되면, 차량 제어기는 브레이크 제어기로부터 수신한 판단 결과를 근거로 전륜 디스커넥터(6)를 체결하여 4WD 상태로 전환한다(S19).

- [0142] 이하의 설명에서 '4WD 상태'는 차량 제동을 위해 보조 구동륜측(전륜측)에 설치된 디스커넥터(즉, 전륜 디스커넥터)(6)가 체결된 차량 구동계 상태를 의미하고, '2WD' 상태는 제동을 위해 상기 디스커넥터(6)가 해제(분리)된 차량 구동계 상태를 의미한다.
- [0143] 상기와 같이 4WD 상태로 전환되고 나면, 운전자 요구 제동토크를 충족시키기 위해 전륜과 후륜에서의 제동을 동시에 제어하여 전륜과 후륜의 모두에서 제동력이 생성되도록 한다.
- [0144] 이를 위해, 먼저 차량 제어기는 S20 단계에서 S12 단계와 동일한 방법으로 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동 가능 상태인지를 판단하고, 그 판단 결과를 브레이크 제어기로 송출한다.
- [0145] 이어 브레이크 제어가 차량 제어기로부터 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동 가능 상태인 것으로 판단 결과를 수신받게 되면, 브레이크 제어기는 도 5의 S21 단계에서 운전자 요구 제동토크를 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동 가능 토크와 비교한다.
- [0146] 여기서, 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동 가능 토크는 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 회생제동 가능 토크와 현재 차속에 해당하는 후륜 모터 회생제동 가능 토크의 합이 될 수 있다.
- [0147] 이때, 전륜 모터 회생제동 가능 토크는 전륜 모터 T-N 특성 선도로부터 현재 차속에 해당하는 값으로 결정될 수 있고, 후륜 모터 회생제동 가능 토크는 후륜 모터 T-N 특성 선도로부터 현재 차속에 해당하는 값으로 결정될 수 있다.
- [0148] 또한, 도 5의 S21 단계에서 운전자 요구 제동토크가 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동 가능 토크 이하인 것으로 브레이크 제어가 판단한 경우, 브레이크 제어기는 그 판단 결과를 차량 제어기에 송출하고, 이에 차량 제어기와 모터 제어가 협조 제어하여 전륜 모터(2)와 후륜 모터(8)에 의한 회생제동을 실시한다(S22).
- [0149] 이때, 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동 제어만을 단독으로 실시하고, 유압제동장치(131,132)에 의한 전륜 및 후륜의 유압제동은 실시하지 않는다.
- [0150] 도 5에는 나타나지 않았으나, S22 단계가 수행되는 동안 브레이크 페달 온(on) 상태가 계속해서 유지되면, S20 단계로 리턴된 후, S20 단계에서 S26 단계로 이동될 수 있고, 또는 S21 단계에서 S23 단계로 이동될 수 있다.
- [0151] 도 7은 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달하였을 때 디스커넥터(6)의 체결 후 S22 단계에서 전륜 회생제동과 후륜 회생제동이 동시에 실시되는 상태를 예시한 도면이다.
- [0152] 도 7을 참조하면, 운전자가 브레이크 페달을 밟은 제동 상태('제동 Flag'), 및 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 상태에서, 디스커넥터(6)가 체결('디스커넥터 Flag')됨을 보여주고 있으며, 이때 전륜 모터(2)의 회생제동과 후륜 모터(8)의 회생제동이 동시에 실시됨을 보여주고 있다.
- [0153] 도 7에서 '전륜 회생제동토크'는 전륜 모터에 의한 회생제동의 상태를, '후륜 회생제동토크'는 후륜 모터에 의한 회생제동의 상태를 나타낸다.
- [0154] 도 7에서 알 수 있듯이, 후륜 회생제동토크의 최대량은 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지되는데, 본 발명에서 상기 기준값(A)은 실차 평가를 통해 후륜 모터(8)에 의한 회생제동만으로 제동하였을 때 차량 안정성이 확보될 수 있는 차량 안정성 지수의 최대값으로 정해질 수 있다.
- [0155] 또한, 도 7에 나타낸 바와 같이, 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달하면, 전륜 디스커넥터(6)를 체결하여 4WD 상태로 전환한 뒤, 전륜 모터(2)에 의한 회생제동토크(전륜 회생제동토크)를 추가로 발생시키는데, 이때 운전자 요구 제동토크가 후륜 모터(8)에 의한 회생제동토크(후륜 회생제동토크)와 전륜 모터(2)에 의한 회생제동토크(전륜 회생제동토크)의 합에 의해 충족될 수 있도록 한다.
- [0156] 즉, 후륜 회생제동토크를 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지하는 동시에, 운전자 요구 제동토크 대비 부족한 제동토크만큼의 전륜 회생제동토크를 추가로 발생시켜 운전자 요구 제동토크를 충족시키는 것이다.
- [0157] 만약, 전륜 디스커넥터(6)가 체결된 4WD 상태, 및 도 5의 S20 단계와 S21 단계의 조건을 모두 만족하는 상태일 때, 운전자가 브레이크 페달을 더 밟게 되어 운전자 요구 제동토크가 증가하면, 도 7에 나타낸 바와 같이, 후륜 회생제동토크는 일정하게 유지하지만, 전륜 회생제동토크는 운전자 요구 제동토크를 충족시키기 위해 점차 증가시키게 된다.
- [0158] 또한, S19 단계에서 전륜 디스커넥터(6)를 체결하여 차량 구동계 상태를 4WD 상태로 전환하고 나면, 차량 제어

기는 해당 제동 사이클 내에서는 차량의 제동 해제 또는 정차시까지 4WD 유지한다.

- [0159] 이는 차량의 제동 해제 또는 정차 후 재가속 발진감 향상을 도모하기 위함이다.
- [0160] 또한, 도 7을 참조하면, 제동하자마자 전륜 디스크브레이크(6)를 바로 체결하지 않고 도 5의 S15 단계의 조건을 만족한 경우, 즉 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 경우 전륜 디스크브레이크(6)를 체결한다.
- [0161] 여기서, 제동하자마자 전륜 디스크브레이크(6)를 바로 체결하지 않는 이유는, 차량 안정성 지수가 기준값(A) 미만인 상태, 예를 들면 차량의 저감속 영역에서는 후륜 모터(8)의 회생제동만으로 차량을 제동시키는 것이 연비에 더 유리하기 때문이다.
- [0162] 이는 전륜 모터(2) 대비 후륜 모터(8)의 인버터 효율이 더 좋은 e-4WD 시스템인 경우에 더 그러하며, 이 경우 후륜 모터(8)로 회생제동을 최대한 많이 하는 것이 차량 연비에 더 유리하다.
- [0163] 한편, 도 5의 S21 단계에서 브레이크 제어기는 운전자 요구 제동토크가 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크보다 큰 것으로 판단하였다면, S23 단계에서 전륜 및 후륜 유압제동토크를 미리 정해진 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크와 비교한다.
- [0164] 이때, 상기 전륜 및 후륜 유압제동토크는 전륜 유압제동토크와 후륜 유압제동토크의 합을 의미하고, 이는 운전자 요구 제동토크에서 현재 차속에 해당하는 상기 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크를 뺀 값으로 구해질 수 있다.
- [0165] 만약, S23 단계에서 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크보다 작은 것으로 판단하였다면, 브레이크 제어기는 그 판단 결과를 차량 제어기로 송출하고, 이에 S24 단계에서 차량 제어기와 모터 제어기가 협조 제어하여 전륜 모터(2)와 후륜 모터(8)에 의한 회생제동을 실시한다(전륜 회생제동과 후륜 회생제동을 실시).
- [0166] 이때, 운전자 요구 제동토크를 충족시키기 위해 현재 차속에 해당하는 전륜 모터 및 후륜 모터 회생제동 가능 토크만큼의 회생제동토크를 전륜 모터 및 후륜 모터의 회생제동으로 발생시킨다.
- [0167] 또한, S24 단계에서 브레이크 제어기가 유압제동장치(131,132)를 제어하여 전륜 및 후륜의 유압제동을 함께 실시한다.
- [0168] 이때, 운전자 요구 제동토크로부터 상기 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동토크(전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크의 합)를 뺀 나머지 제동토크만큼의 유압제동토크를 유압제동장치(131,132)를 통해 발생시켜 전륜(1) 및 후륜(7)에 인가한다.
- [0169] 한편, S23 단계에서 전륜 및 후륜 유압제동토크가 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크 이상이면, S25 단계에서 전륜 회생제동토크를 상기 블렌딩 한계 토크로 제한 및 유지함과 동시에 유압제동토크를 증가시켜, 운전자 요구 제동토크 중 회생제동토크만으로는 부족한 제동토크만큼을 유압제동토크로 보충한다.
- [0170] 이때, 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지된다.
- [0171] 상기 블렌딩 한계 토크는 전륜 회생제동토크의 최대값으로 정해질 수 있는 것으로, 요컨대 S25 단계에서 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지되고, 전륜 회생제동토크는 상기 블렌딩 한계 토크로 제한 및 유지된다.
- [0172] 또한, 운전자 요구 제동토크에서 전륜 및 후륜 회생제동토크를 뺀 값을 전륜 및 후륜 유압제동토크로 분배하며, 이때 전륜 회생제동토크와 후륜 회생제동토크가 모두 일정하게 유지되므로 운전자 요구 제동토크의 증감에 상응하여 전륜 및 후륜 유압제동토크가 변화된다.
- [0173] 즉, 운전자 요구 제동토크가 점차 증가할 경우 이때 회생제동토크가 변화없이 일정하므로 유압제동토크 또한 점차 증가하게 되는 것이다.
- [0174] 도 5에는 나타나지 않았으나, S25 단계가 수행되는 동안 브레이크 페달 온(on) 상태가 계속해서 유지되면 S20 단계로 리턴되며, 이에 그 이후 과정이 계속해서 반복 진행될 수 있다.
- [0175] 본 발명에서 회생제동 및 유압제동 블렌딩이란, 회생제동토크와 유압제동토크의 합이 운전자 요구 제동토크를 충족하도록 회생제동토크와 유압제동토크가 상호 증감되는 상황을 포함한다.
- [0176] 또한, 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크는, 회생제동토크 변화 기울기에 따라 유압제동토크를 대응 및 변

화시켜 제어할 때, 응답성, 추종성 및 선형성 등이 양호하여 감속도 손실이나 이질감이 없는 수준의 최대 회생 제동토크량을 의미한다.

- [0177] 예를 들면, 차량이 정상 주행하던 중 저마찰로를 만나 휠 슬립이 급격히 커지는 경우 휠락(wheel lock)을 방지하기 위해 ABS 유압 제어를 실시해야 하는데, ABS 작동 및 유압 제어를 수행하기 위해서는 그전에 모터 회생제동토크를 유압제동토크로 급속히 대체해야 한다.
- [0178] 상기와 같이 ABS 작동 및 유압 제어를 위해 회생제동토크를 유압제동토크로 급속히 대체할 때, 유압제동토크의 응답성이나 선형성 확보가 가능한 수준까지 최대 모터 회생제동토크량, 즉 회생제동 및 유압제동 블렌딩 한계 토크를 설정한다.
- [0179] 한편, 도 5의 S11 단계에서 회생제동 작동 조건을 만족하지 않거나, S12 및 S20 단계에서 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동이 불가능한 상태인 것으로 판단한 경우, 차량 제어기는 S26 단계에서 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동을 모두 해제한다.
- [0180] 또한, 차량 제어기는 상기 판단 결과를 브레이크 제어기로 송출하고, 이에 브레이크 제어기는 전륜 및 후륜 유압제동 제어를 실시하며, 이로써 모터 회생제동토크 없이 전륜 및 후륜의 유압제동토크만으로 운전자 요구 제동토크를 충족시키게 된다.
- [0181] 위에서 상기 전륜 모터 및 후륜 모터에 의한 회생제동이 가능하지 않은 상태는, 운전자 요구 제동토크가 회생제동 가능 감속도 조건 범위를 넘어선 상태라 할 수 있다.
- [0182] 따라서, 이러한 상태를 판단한 경우 모터 회생제동을 모두 해제하고 회생제동 없이 전륜 및 후륜 유압제동만을 단독으로 실시한다.
- [0183] 도 8은 본 발명에 따른 제동 제어 과정에서 단계별 제동토크 상태를 예시한 도면으로, 먼저 도 8의 ① 구간은 차량의 저감속도 영역에서 디스커넥터(6)의 체결 전에 도 5의 S17 단계와 같이 후륜 회생제동 단독 제어가 실시되는 구간이다.
- [0184] 다음으로, 도 8의 ② 구간은 차량의 저중감속도 영역에서 디스커넥터(6)의 체결 후 유압제동 없이 S22 단계의 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동 제어만이 실시되는 구간이다.
- [0185] 도 8의 ② 구간에서는 브레이크 페달 조작량 및 운전자 요구 제동토크가 점차 증가하면서 전륜 회생제동토크가 증가할 수 있으나, 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지한다(도 7의 설명 참조).
- [0186] 도 8의 ③ 구간은 디스커넥터(6)의 체결 상태에서 도 5의 S24 단계와 같이 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8)에 의한 회생제동과 전륜 및 후륜 유압제동의 협조 제어가 실시되는 구간이다.
- [0187] 도 8의 ④ 구간은 디스커넥터(6)의 체결 및 차량의 중고감속도 상태에서 도 5의 S25 단계와 같이 전륜 회생제동토크를 블렌딩 한계 토크로 제한 및 유지하는 동시에 운전자 요구 제동토크를 충족시키기 위해 전륜 및 후륜 유압제동을 실시하는 협조 제어 구간이다.
- [0188] 도 8의 ④ 구간에서 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지되는데, 이와 같이 전륜 및 후륜 회생제동토크의 값이 모두 일정하게 유지되므로 운전자 요구 제동토크가 증가하게 된다면 유압제동토크도 증가하게 된다.
- [0189] 도 8의 ⑤ 구간은 디스커넥터(6)의 체결 및 차량의 고감속도 상태에서 도 5의 S26 단계와 같이 회생제동을 해제하고 전륜 및 후륜 유압제동 제어를 단독으로 실시하는 구간이다.
- [0190] 도 8을 참조하면, ⑤ 구간에서 ABS 작동이 시작되기 전에 회생제동토크가 모두 유압제동토크로 대체되고, 휠락 방지를 위한 ABS 작동 후에는 회생제동 없이 유압제동 제어만이 수행됨을 볼 수 있다.
- [0191] 또한, ABS 작동시 회생제동토크가 유압제동토크를 급속히 대체될 수 있도록 도 8의 ④ 구간에서 전륜 회생제동토크는 블렌딩 한계 토크로, 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지되고 있음을 볼 수 있다.
- [0192] 다음으로, 도 9 내지 12는 운전자가 브레이크 페달을 천천히 밟기 시작하여 페달 조작량을 점차 증가시키면서 특정 위치까지 깊숙이 밟았을 때 차량 감속도 변화와 함께 각 제동 제어 단계의 상태를 구분하여 나타낸 도면이다.

- [0193] 도 9는 후륜 모터(8)만을 이용하여 제동하는 도 8의 ① 구간에 해당하고, 브레이크 페달 조작 초기에 차량 저감 속도 및 디스커넥터(6)의 체결 전 상태에서 후륜 모터(8)에 의한 회생제동만이 단독으로 실시되는 구간이다(도 5에서 S17 단계임).
- [0194] 도 9의 상태에서는 전륜 디스커넥터(6)가 미체결 상태로 있으므로 전륜 모터(2)에 의한 회생제동은 실시될 수 없고, 전, 후륜 유압제동장치(131,132)에 의한 유압제동도 실시되지 않는다.
- [0195] 또한, 페달 조작량이 증가함에 따라 후륜 모터(8)의 회생제동토크 또한 점차 증가하고 있는데, 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달할 때까지 후륜 회생제동토크만이 발생한다.
- [0196] 도 9의 우측 아래 도면에는 이상 제동 배분 선도를 나타내고 있고, X축은 전륜 제동력에 의한 전륜 제동 감속도이고, Y축은 후륜 제동력에 의한 후륜 제동 감속도이다.
- [0197] 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달할 때까지 후륜 제동력에 의해 후륜 제동 감속도가 상기 그래프와 같이 나타나고, 이는 이상 제동 배분 선도에 비해 상측에 위치하므로 불안정 영역에 있다 할 수 있다.
- [0198] 이와 같이 불안정 영역이므로 차량 안정성 지수의 기준값(A)은 저마찰로, 경사로, 선회로 등에서 차량 안정성을 확보할 수 있는 수준으로 차량 감속도, 후륜 휠 슬립량, 전/후 제동력 배분율을 기반으로 실차 평가를 통해 설정한다.
- [0199] 도 10은 도 8의 ② 구간에 해당하고, 도 9의 상태에 이어 시간이 더 경과한 상태이며, 차량의 저중감속도 상태 및 디스커넥터(6)의 체결 후에 유압제동 없이 전륜 회생제동과 후륜 회생제동이 함께 실시되는 구간이다(도 5에서 S22 단계임).
- [0200] 도 10의 상태에서는 전술한 바와 같이 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 제한 및 유지한다.
- [0201] 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점에서 디스커넥터(6)를 체결하여 전륜 모터(2) 및 후륜 모터(8) 모두에서 각각 회생제동을 실시하고, 이때 유압제동은 실시하지 않는다.
- [0202] 도 10의 우측 위 도면을 참조하면, 후륜 회생제동력만으로 감속도가 형성되고, 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 감속도 X까지 후륜 회생제동만을 실시한다.
- [0203] 그 이후에는 전륜 회생제동력이 추가로 발생하고, 이에 전륜 회생제동토크가 블렌딩 한계 토크 도달시의 감속도 Y가 추가로 형성된다(감속도 = X+Y).
- [0204] 또한, 도 10의 우측 아래 도면에서 후륜 회생제동력에 의해 감속도 X가 형성된 후 전륜 회생제동력만으로 감속도 Y가 추가로 형성되며, 이때 전륜 제동 감속도만이 증가하므로 도면에서 수평으로 그래프가 나타난다.
- [0205] 도 10의 상태는 전륜 제동력이 부가되는 상황이므로 제동 안정성 측면에서 이상 제동 배분 선도에 가까워지면서 차량이 점차 안정화되는 상태라 할 수 있고, 전륜 회생제동력이 많이 발생할수록 제동 안정성이 우수해진다.
- [0206] 도 11의 상태는 도 8의 ④ 구간에 해당하고, 도 10의 상태에 이어 시간이 더 경과한 상태이며, 디스커넥터(6)의 체결 상태 및 차량의 중고감속도 상태에서 도 5의 S25 단계가 실시되는 것을 나타내고 있다.
- [0207] 도 11의 상태에서는 디스커넥터(6)의 체결 및 차량의 중고감속도 상태에서 도 5의 S25 단계와 같이 전륜 회생제동토크를 블렌딩 한계 토크로 제한 및 유지하는 동시에 운전자 요구 제동토크가 충족되도록 전륜 및 후륜 유압제동을 실시한다.
- [0208] 이때, 후륜 회생제동토크는 차량 안정성 지수가 기준값(A)에 도달한 시점의 값으로 유지되고 있다.
- [0209] 도 11의 우측 위 도면을 참조하면, 감속도 X까지는 후륜 회생제동만이 실시되고, 감속도 X+Y까지는 전륜 회생제동과 후륜 회생제동이 모두 실시되며, 감속도 X+Y에 도달한 이후 추가적인 감속도를 얻기 위해 회생제동이 유지된 상태로 유압제동이 추가로 실시되고 있다(전륜 유압제동과 후륜 유압제동이 동시 실시됨).
- [0210] 또한, 도 11의 우측 도면과 같이, 감속도 X+Y 형성 이후에 전륜 유압제동과 후륜 유압제동이 동시에 추가되면서 수평방향 및 수직방향이 아닌 경사방향으로 그래프가 형성되고, 이때 제동 배분 상태가 이상 제동 배분 선도에 가까운 상태이므로 안정적이라 할 수 있다.
- [0211] 그리고, 도 12는 도 11의 상태에 이어 시간이 더 경과한 상태이고, 도 8의 ⑤ 구간 중 차량 고감속 및 디스커넥터(6)의 체결 상태에서 회생제동을 해제하고 전륜 및 후륜 유압제동 제어만이 실시되는 상태를 나타내고 있다

(도 5의 S26의 제어 단계임).

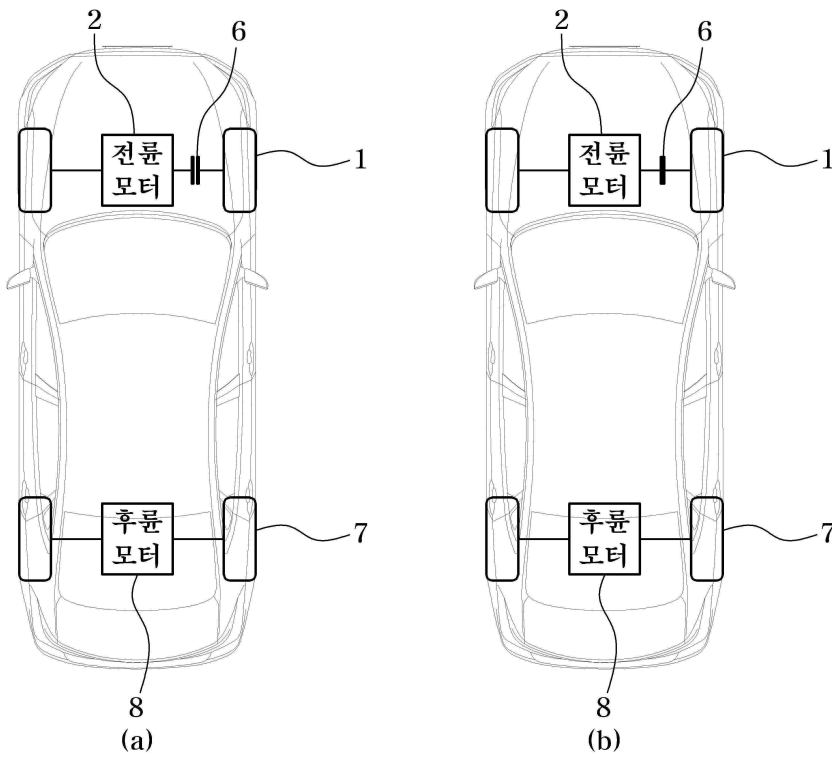
- [0212] 감속도 Z(최대 감속도 조건) 이후에는 전륜 회생제동과 후륜 회생제동이 모두 종료되고, 전륜 유압제동과 후륜 유압제동으로 대체 보상된다.
- [0213] 도 12의 우측 아래 도면을 참조하면, 모터에 의한 회생제동력이 모두 없어지고 전륜 및 후륜의 유압제동력만이 생성되므로 제동 배분 상태가 이상 제동 배분 선도보다 더 안정한 영역인 실 제동 배분 선도에 가까워짐을 볼 수 있고, 후륜 회생제동력이 사라지면서 보다 안정한 영역으로 들어올 수 있게 된다.
- [0214] 도 13은 후륜 제동력 과다로 인한 후륜의 휠락 발생시 차량 거동을 설명하기 위한 참고도로서, 후륜 제동력이 과다한 경우, 전륜에 제동력 F_{xf} 와 횡력 F_{yf} 가 작용하는 반면, 후륜에는 휠락(lock)이 발생하여 횡력은 작용하지 않고 제동력 F_{xr} 만이 작용한다.
- [0215] 이때, 차량 무게중심에는 제동력과 횡력에 대한 반력으로 관성력 F_x 와 횡력 F_y 가 각각 종방향과 횡방향으로 작용하는데, 차량에 작용하는 종방향 합력은 힘과 모멘트가 모두 평형을 이루지만, 횡방향 힘 F_y 는 차량 무게중심에 대해 ' $F_y \times b$ '의 모멘트를 형성하게 된다.
- [0216] 이 모멘트에 의해 차량이 횡방향으로 회전하면 무게중심에 작용하는 관성력과 합력 사이의 각 α 가 증가하기 때문에 요(yaw) 발생이 커지면서 차량의 제동 안정성이 불량해진다.
- [0218] 이상으로 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당 업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

부호의 설명

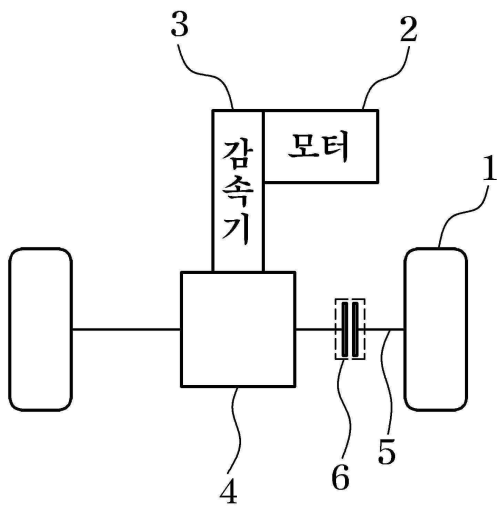
- [0220] 1 : 전륜(보조 구동륜)
- 2 : 전륜 모터(보조 구동륜 모터)
- 3 : 감속기
- 4 : 디퍼렌셜
- 5 : 구동축
- 6 : 디스커넥터
- 7 : 후륜(주 구동륜)
- 8 : 후륜 모터(주 구동륜 모터)
- 11 : 샤프트 기어
- 12 : 허브
- 13 : 슬리브
- 14 : 구동기구
- 15 : 모터
- 16 : 포크
- 111 : 브레이크 페달 센서
- 112 : 종가속도 센서
- 113 : 휠속 센서
- 120 : 제어기

도면

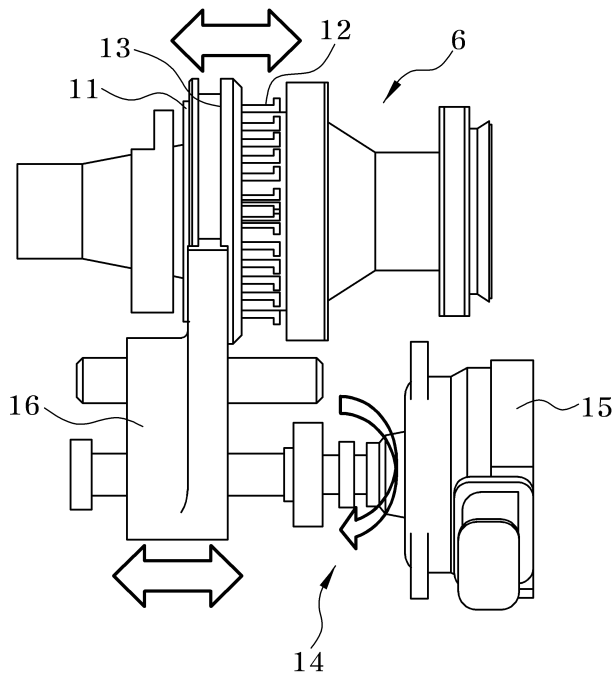
도면1



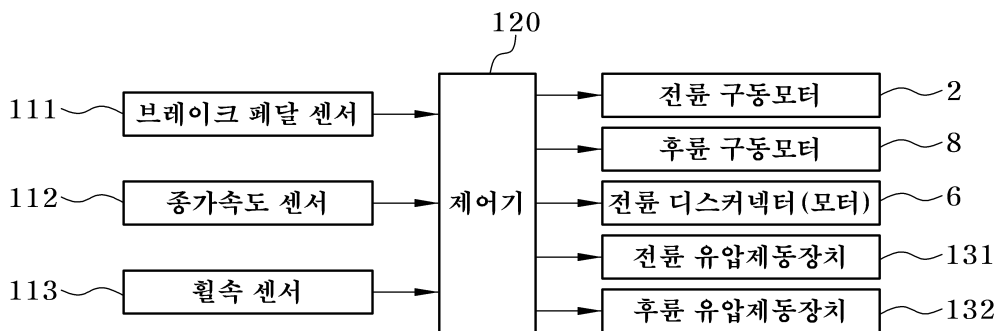
도면2



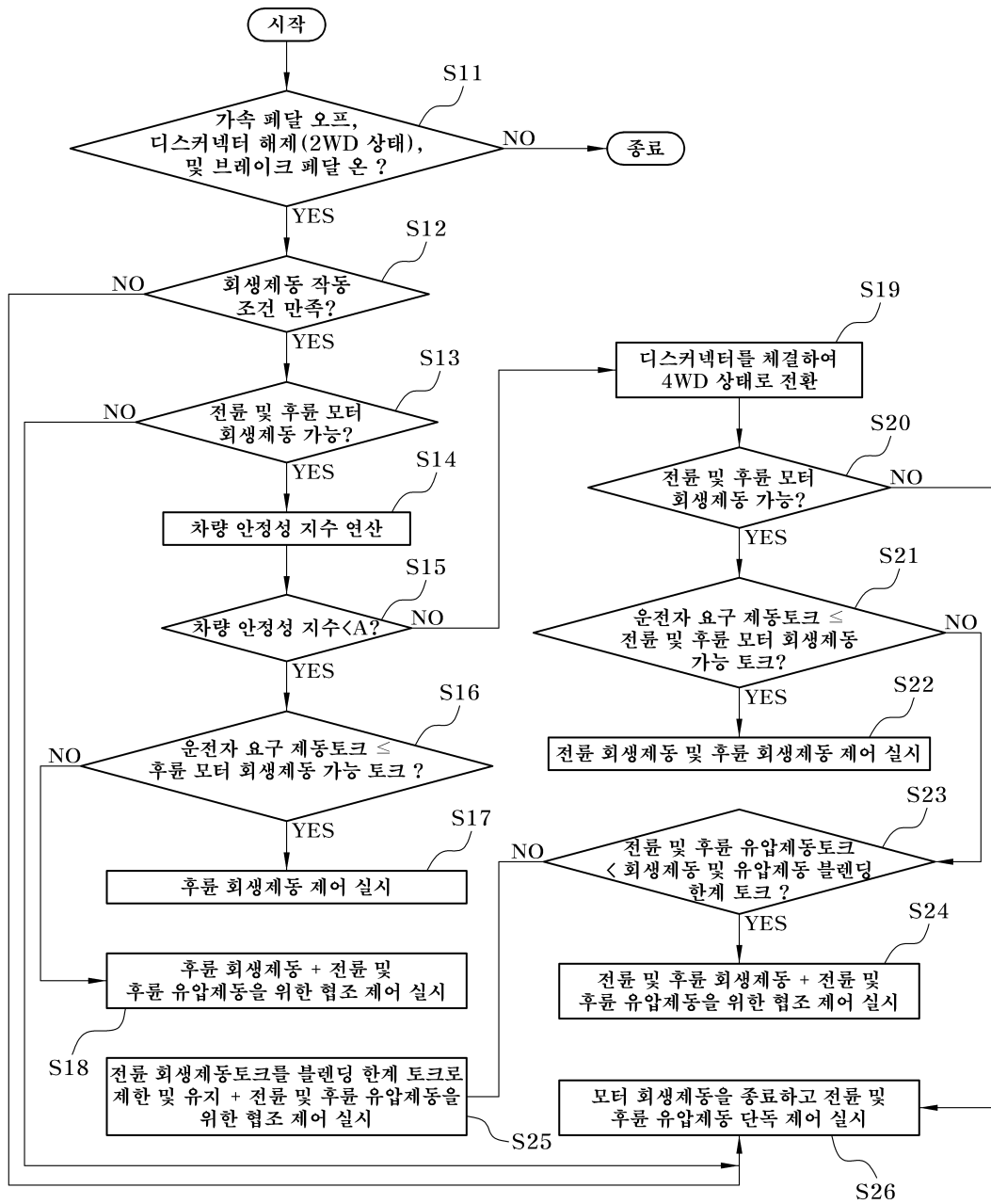
도면3



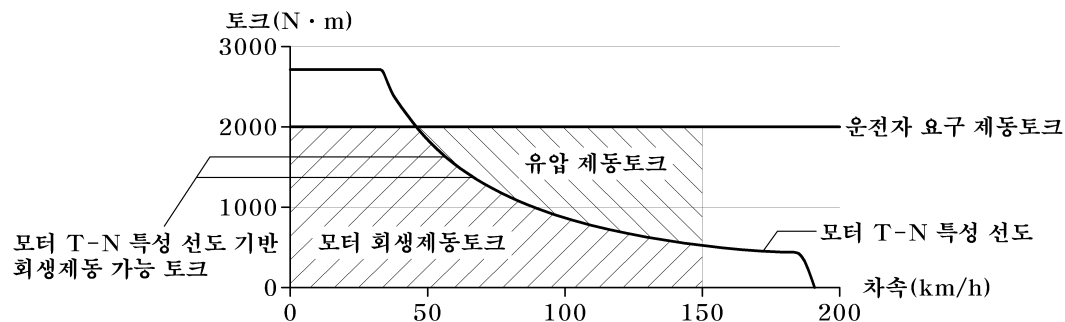
도면4



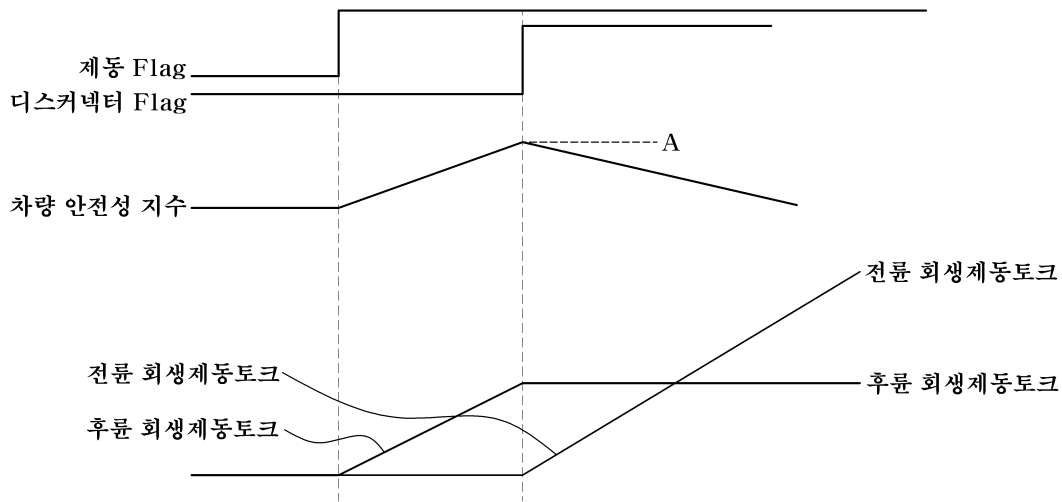
도면5



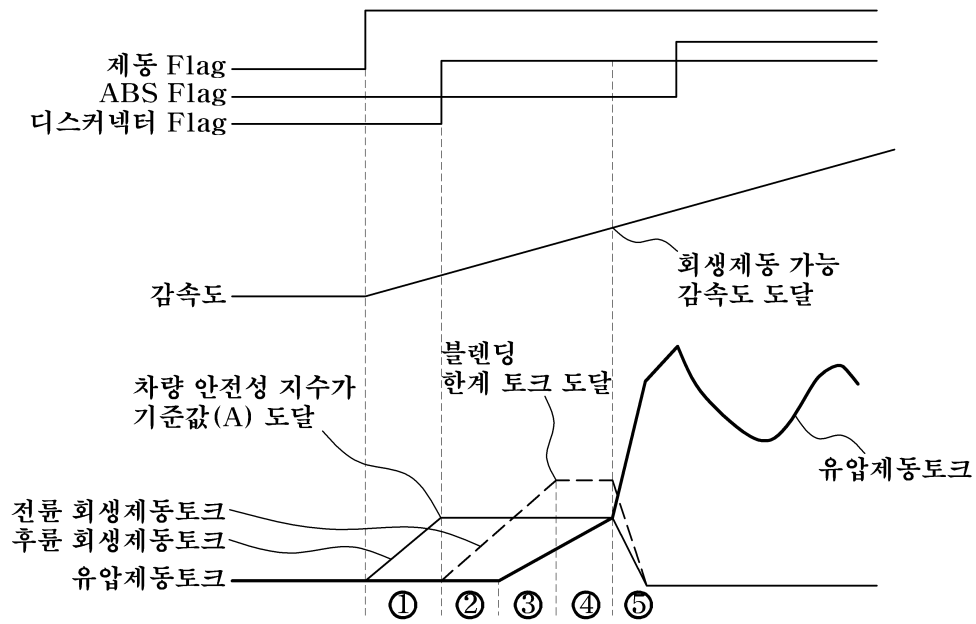
도면6



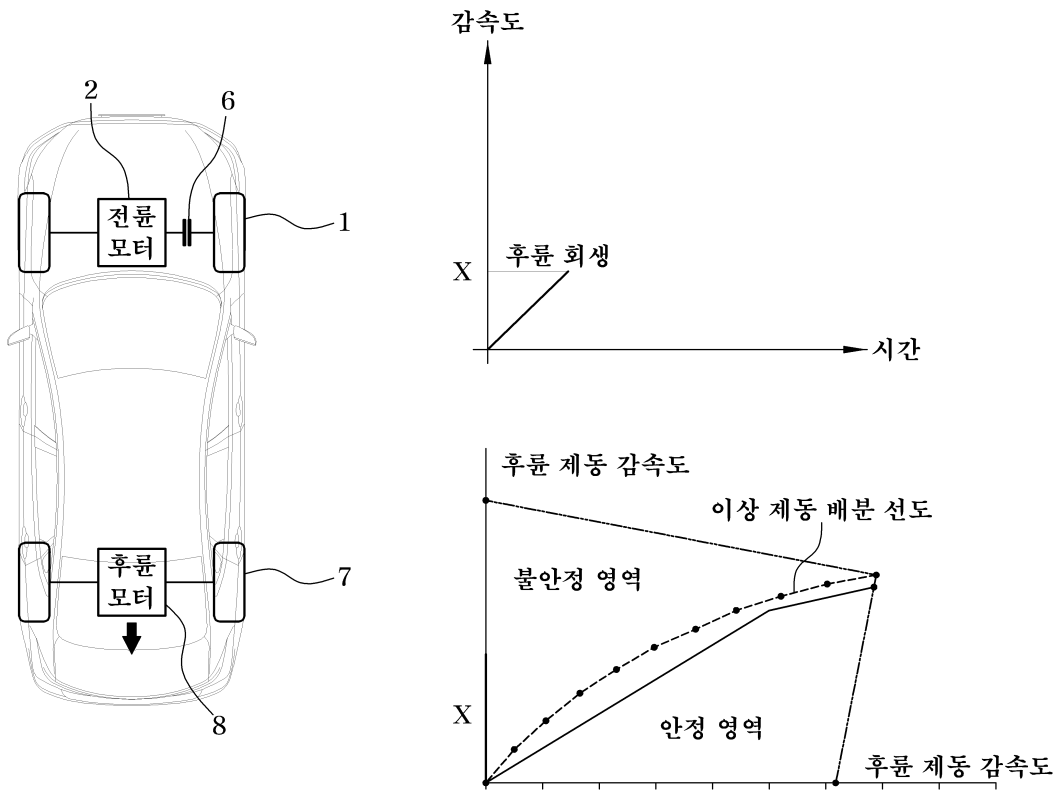
도면7



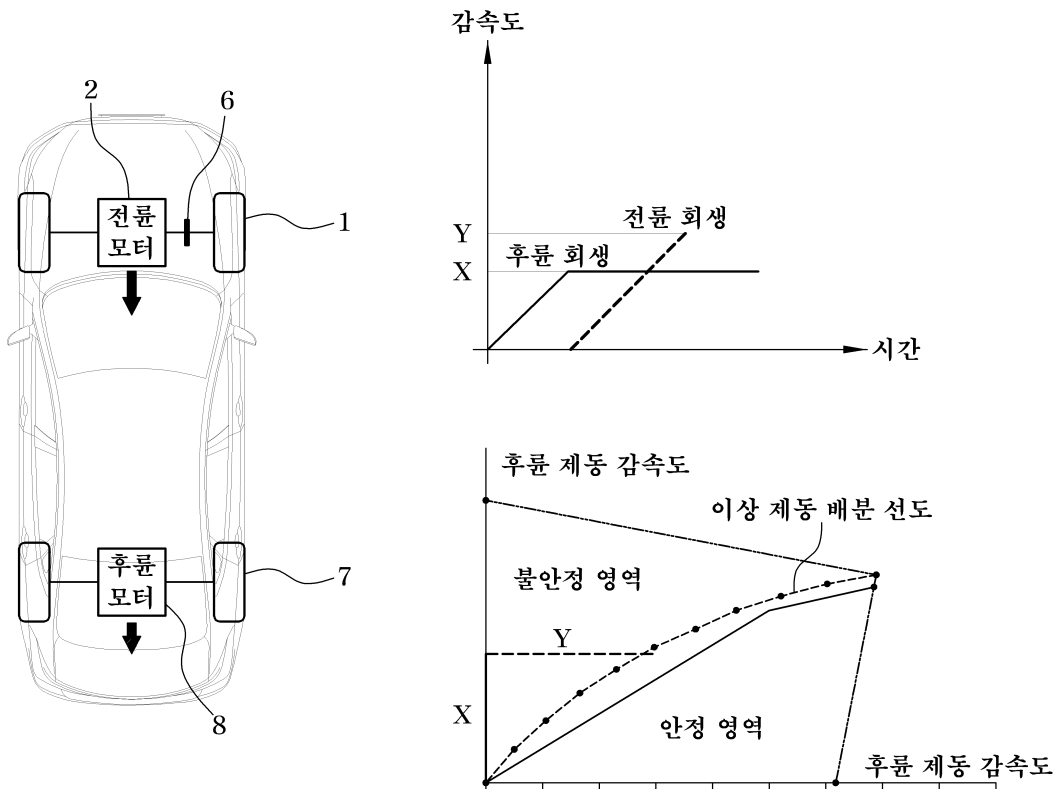
도면8



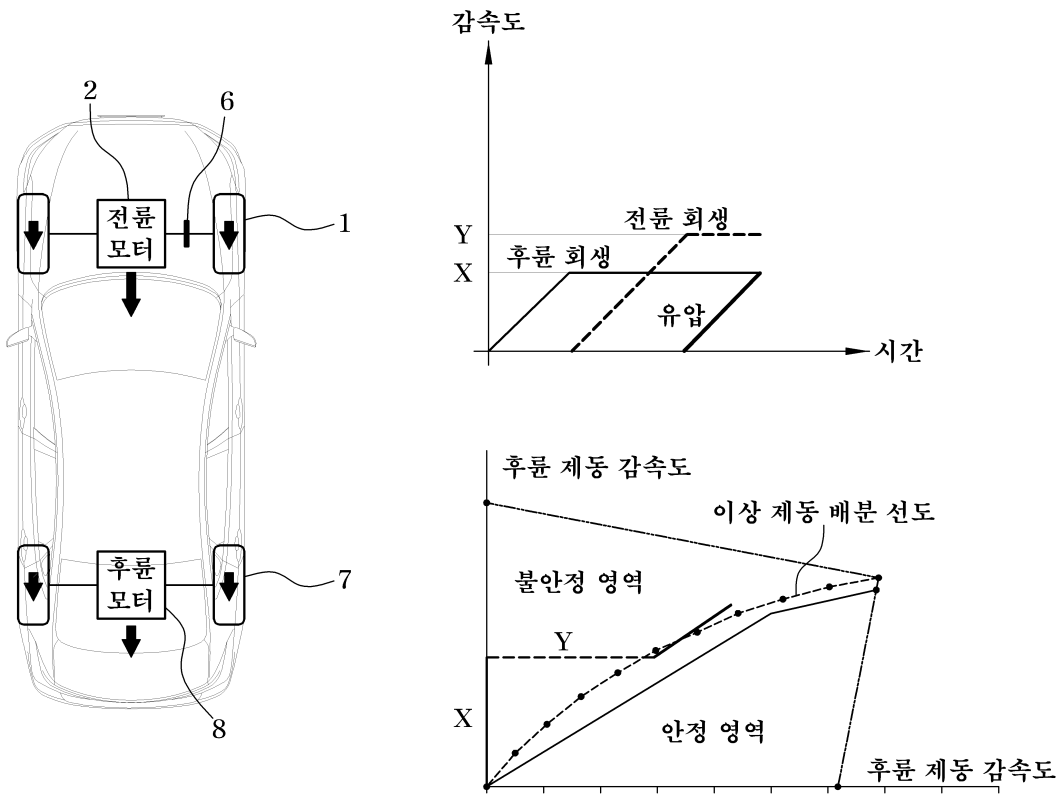
도면9



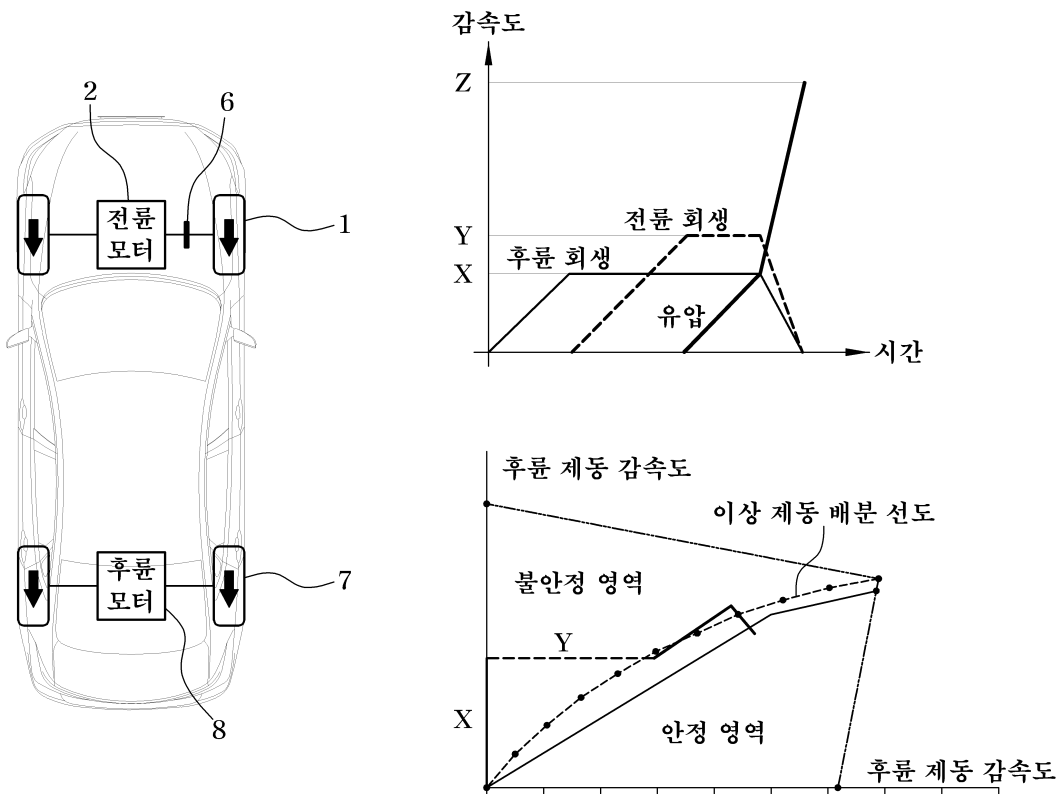
도면10



도면11



도면12



도면13

