



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0067301

(43) 공개일자 2020년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 30/18 (2006.01) B60L 15/20 (2006.01)
B60L 7/10 (2006.01) B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/26 (2006.01) B60W 40/068 (2012.01)
B60W 40/072 (2012.01) B60W 40/105 (2012.01)
B60W 40/13 (2012.01)

(52) CPC특허분류

B60W 30/18127 (2013.01)
B60L 15/2009 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0153767

(22) 출원일자 2018년12월03일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

손희운

경기도 수원시 권선구 호매실로218번길 22, 1407
동 403호(호매실동, 호매실마을 14단지 벨샵시티)

전성배

경기도 안산시 단원구 석수로 138, 101동 3103호
(선부동, 안산 메트로타운 푸르지오힐스테이트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이승찬

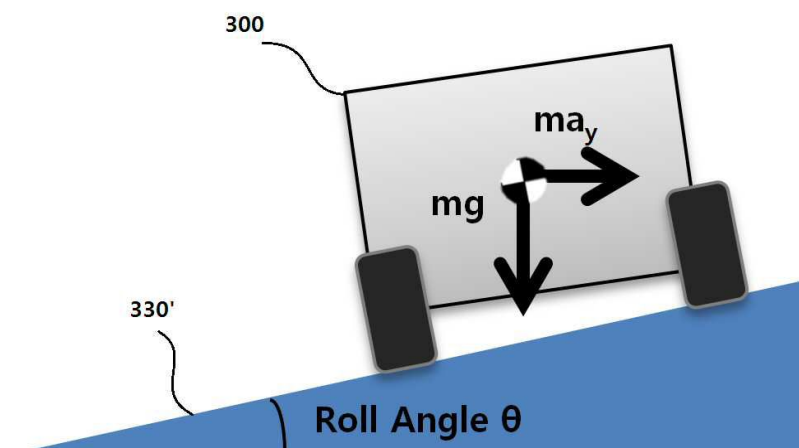
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전기 모터를 구비하는 차량 및 그를 위한 주행 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 전기 모터를 구비하는 차량 및 그를 위한 주행 제어 방법에 관한 것으로, 보다 상세히는 횡방향 무게 이동에 대응하여 회생 제동량을 제어할 수 있는 차량 및 그를 위한 주행 제어 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 동력을 차동 기어를 통해 양측 휠에 전달하는 차량에서 상기 모터의 회생 제동 토크를 제어하는 방법은, 전방의 곡선 주로의 존재 여부를 판단하는 단계; 상기 곡선 주로가 존재하는 경우, 적어도 상기 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 상기 곡선 주로에서의 횡방향 하중 이동에 따라 상기 양측 휠 중 내측 휠에 가해질 하중을 판단하는 단계; 상기 판단된 하중을 기반으로 상기 내측 휠의 접지력을 판단하는 단계; 및 상기 판단된 접지력을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

B60L 7/10 (2013.01)
B60W 10/08 (2013.01)
B60W 10/26 (2013.01)
B60W 40/068 (2013.01)
B60W 40/072 (2013.01)
B60W 40/105 (2013.01)
B60W 40/13 (2013.01)
B60W 2520/10 (2013.01)
B60W 2552/40 (2020.02)

(72) 발명자

박준영

서울특별시 송파구 송파대로 567, 519동 1303호(잠
실동, 주공아파트)

조진겸

경기도 수원시 영통구 도청로 10, B동 1105호(이의
동)

명세서

청구범위

청구항 1

모터의 동력을 차동 기어를 통해 양측 휠에 전달하는 차량에서 상기 모터의 회생 제동 토크를 제어하는 방법에 있어서,

전방의 곡선 주로의 존재 여부를 판단하는 단계;

상기 곡선 주로가 존재하는 경우, 적어도 상기 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 상기 곡선 주로에서의 횡방향 하중 이동에 따라 상기 양측 휠 중 내측 휠에 가해질 하중을 판단하는 단계;

상기 판단된 하중을 기반으로 상기 내측 휠의 접지력을 판단하는 단계; 및

상기 판단된 접지력을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하는 단계를 포함하는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 보정하는 단계는,

상기 곡선 주로의 진입 전에 수행되는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 접지력을 판단하는 단계는,

상기 판단된 하중에 타이어와 노면의 마찰 계수를 곱하는 단계를 포함하는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 보정하는 단계는,

상기 모터와 배터리의 상태를 기반으로 제1 회생 제동 토크를 판단하는 단계; 및

상기 접지력과 상기 제1 회생 제동 토크 중 작은 값인 제2 회생 제동 토크를 상기 회생 제동 한계로 결정하는 단계를 포함하는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 곡선 주로의 진입 여부를 판단하는 단계; 및

상기 곡선 주로에 진입한 것으로 판단되면, 물 각 정보 및 상기 양측 휠 각각의 휠속 중 적어도 하나를 기반으로 상기 회생 제동 한계를 재보정하는 단계를 더 포함하는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 재보정하는 단계는, 상기 곡선 주로를 주행하는 동안 실시간으로 수행되는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 곡물은 상기 곡선 주로의 최소 곡률을 포함하는, 회생 제동 토크 제어 방법.

청구항 8

제1 항 내지 제7 항 중 어느 한 항에 따른 회생 제동 토크 제어 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 해독 가능 기록 매체.

청구항 9

차동 기어를 통해 동력을 양측 휠에 전달하는 모터; 및

상기 모터의 회생 제동 토크를 결정하는 제어기를 포함하되,

상기 제어기는,

네비게이션 시스템을 통해 전방의 곡선 주로의 존재가 판단되면, 적어도 상기 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 상기 곡선 주로에서의 횡방향 하중 이동에 따라 상기 양측 휠 중 내측 휠에 가해질 하중을 판단하는 제1 연산부; 및

상기 판단된 하중을 기반으로 상기 내측 휠의 접지력을 판단하고 상기 판단된 접지력을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하는 제2 연산부를 포함하는, 자동차.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제2 연산부는,

상기 곡선 주로의 진입 전에 상기 회생 제동 한계를 보정하는, 자동차.

청구항 11

제9 항에 있어서,

상기 제2 연산부는,

상기 판단된 하중에 타이어나 노면의 마찰 계수를 곱하여 상기 접지력을 판단하는, 자동차.

청구항 12

제9 항에 있어서,

상기 제2 연산부는,

상기 모터와 배터리의 상태를 기반으로 결정된 제1 회생 제동 토크를 상기 접지력과 비교하고, 비교 결과 더 작은 값인 제2 회생 제동 토크를 상기 회생 제동 한계로 결정하는, 자동차.

청구항 13

제9 항에 있어서,

상기 곡선 주로에 진입하면,

상기 제1 연산부는 물 각 정보 및 상기 양측 휠 각각의 휠속 중 적어도 하나를 기반으로 상기 내측 휠에 가해질 하중을 보정하고,

상기 제2 연산부는 상기 보정된 하중을 기반으로 상기 회생 제동 한계를 재보정하는, 자동차.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제1 연산부는,

상기 곡선 주로를 주행하는 동안 실시간으로 상기 하중을 보정하는, 자동차.

청구항 15

제9 항에 있어서,

상기 곡률은 상기 곡선 주로의 최소 곡률을 포함하는, 자동차.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기 모터를 구비하는 차량 및 그를 위한 주행 제어 방법에 관한 것으로, 보다 상세히는 횡방향 무게 이동에 대응하여 회생 제동량을 제어할 수 있는 차량 및 그를 위한 주행 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 타력주행이란 사전적으로는 구동력을 출력하지 않고 주행해 온 타력에 의해 계속 운전하는 것을 의미하며, 일반적으로 가속페달(APS) 및 브레이크 페달(BPS)이 조작되지 않는 상태의 주행을 의미한다.

[0003] 이러한 타력주행이 수행될 때 구동축에 걸리는 토크를 타력 토크, 또는 코스팅(Coasting Torque)라 칭할 수 있다. 일반적인 내연기관 차량에서는 APS와 BPS가 밟히지 않은 상태에서도 토크 컨버터와 변속기에 의해 엔진의 아이들 토크(idle torque)가 구동축으로 전달된다. 이를 크립(creep) 토크라고도 한다.

[0004] 타력 주행 중에는 엔진에 의해 이러한 크립 토크가 구동축으로 전달되면서, 한편으로는 차속에 따른 주행 부하가 크립 토크의 역방향으로 작용하면서, 둘의 총합이 타력 토크를 구성한다. 이를 도 1을 참조하여 설명한다.

[0005] 도 1은 일반적인 차량에서 타력주행이 수행될 경우 코스팅 토크와 차속 관계의 일례를 나타낸다.

[0006] 도 1을 참조하면, 차속이 낮은 경우에는 일반적으로 변속기가 저단에 있으므로 변속기 입력단 속도가 엔진의 아이들 RPM보다 낮은 경우 엔진의 아이들 토크가 전달되어 크립 토크에 의해서도 차량이 앞으로 주행하게 된다. 이와 달리, 높은 차속에서는 변속기가 비교적 고단에 있게 되어 변속기 입력단 속도가 엔진의 아이들 RPM보다 높아지면 엔진의 연료 차단(fuel cut)에 의한 드래그(drag)가 전달되어 코스팅 토크가 발생하게 된다.

[0007] 한편, 환경에 대한 관심이 최근 높아지면서 전기 모터를 구동원으로 사용하는 하이브리드 자동차(HEV: Hybrid Electric Vehicle)나 전기 자동차(EV: Electric Vehicle)에 대한 많은 개발이 이루어지고 있다.

[0008] 이러한 전기 모터를 구비한 차량에서는 엔진이 없거나 상시 엔진이 켜져 있지 않으므로, 엔진에 의한 크립 토크는 발생하지 않는다. 하지만 일반적인 내연기관의 특성을 구현하기 위해 모터를 구동하여 크립 토크를 발생시키는 제어가 수행되는 것이 보통이다. 따라서, 전기 모터를 구비한 차량에서도 도 1과 유사하게 저속 상황에서는 내연 기관의 아이들 추진력과 토크 컨버터의 토크 증배 효과에 의한 정방향 토크가 모사되고, 고속 상황에서는 연료 분사가 중단된 엔진의 드래그에 의한 역방향 토크가 모사된다. 이와 같이 정방향 토크가 모사되는 영역을 크립 영역이라 칭할 수 있고, 역방향 토크가 모사되는 영역을 코스팅 영역이라 칭할 수 있다. 이때, 역방향 토크는 회생 제동으로 구현될 수 있다.

[0009] 하이브리드 자동차(HEV)나 전기차(EV)와 같이 전기 모터를 동력원으로 갖는 차량에서는 제동 시 기존의 유압 마찰 브레이크와 더불어 모터를 발전기로 작동시킴으로써, 차량의 운동에너지를 전기에너지로 변환시켜 제동할 수 있는데, 이러한 형태의 제동을 회생 제동이라 칭한다. 하이브리드 자동차나 전기차에서는 연비를 높이기 위해 제동 시 최대한 많은 제동량을 회생제동으로 실행하며, 최대 회생 제동량은 모터의 최대 파워와 배터리 충전 상태(SOC: State Of Charge) 등에 의해 결정된다.

[0010] 한편, 전술한 하이브리드 자동차나 전기차 중 전기 모터가 휠에 구비된 인휠(In-Wheel) 방식을 제외하면, 구동 차륜에는 차동 기어(Differential Gear)가 적용된다. 차동 기어는 조향 시에 좌우 바퀴 또는 앞뒤의 구동 차축의 회전수가 원활한 주행이 되도록 배분하거나 균등한 토크를 회전축에 전달하는 장치로, 좌우 바퀴의 속력이 다르더라도 동일한 구동력을 분배해줄 수 있다. 다시 말해, 차동 기어는 좌/우 구동차륜의 회전속도가 다를지라도, 좌/우 구동차륜에 동일한 크기의 구동토크를 동시에 전달한다. 이때, 전달된 구동토크의 크기는 노면과의 접촉력이 작은 쪽의 구동차륜에 의해서 결정된다. 이와 같은 특징으로 인해 양쪽 휠의 마찰력이 차이 나는 노면에서는 마찰력이 작은 쪽 노면을 기준으로 구동 토크가 마찰력 이상일 경우 휠스핀이 일어나고 마찰력이 높은 쪽 바퀴에는 그 이상의 구동 토크가 전달되지 않는다.

[0011] 결국, 회생제동 시에도 차동기어로 인해 제동토크가 작은 바퀴를 기준으로 회생 제동량이 제한된다. 따라서, 균

일하지 못한 노면 상태나 고속 급선회 등으로 인한 롤(Roll)이 발생할 경우 차량의 횡방향 하중 이동(Weight Shifting)으로 인해 한쪽 바퀴의 접지력이 크게 낮아질 수 있다. 이 경우, 회생 제동 상황에서 차동 기어의 특성으로 인해 모터의 최대 파워와 배터리 상태에 의해 결정되는 회생제동 한계만큼 제동 토크를 낼 수 없다. 만일, 회생제동 한계만큼 토크가 인가된다면 접지력이 낮은 쪽 바퀴에는 휠스핀이 발생하므로 전체 요구 제동토크가 만족될 수 없다.

[0012] 뿐만 아니라, 휠스핀이 발생할 경우 안전을 위해 모든 회생제동 관련 제어는 중지 되고 VDC(Vehicle Dynamic Control)나 ESP(Electronic Stability Program)와 같은 전자 자세 제어 장치의 개입이 발생하면서 요구 코스팅 토크나 요구 제동토크를 만족하기 위한 제어가 아닌 슬립 방지를 위한 제어가 실행되므로 주행 이질감이 발생한다. 특히, 패들 쉬프트를 통한 코스팅 토크의 단계적 조절기능을 제공하는 차량에서 높은 단계의 코스팅 토크 부스팅을 설정한 경우나, 별도의 브레이크 페달 없이 하나의 페달로 가/감속을 함께 제어하는 차량에서는 브레이크 페달을 조작하지 않아도 코스팅 중에 회생제동을 이용하여 큰 제동력을 발생시킨다. 따라서, 해당 기능 사용 중 휠스핀이 발생한다면 ABS 기능이 작동하기 위해서 유압제동이 인가되고 회생제동이 빠지는 과정 동안 딜레이가 생기며, 운전자는 브레이크 페달을 조작하지 않았음에도 ABS가 작동하는 등의 큰 이질감을 느낄 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 횡방향 하중 이동이 발생하더라도 회생 제동에 의한 휠 슬립을 방지할 수 있는 모터를 구비한 자동차 및 그 주행 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0014] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 동력을 차동 기어를 통해 양측 휠에 전달하는 차량에서 상기 모터의 회생 제동 토크를 제어하는 방법은, 전방의 곡선 주로의 존재 여부를 판단하는 단계; 상기 곡선 주로가 존재하는 경우, 적어도 상기 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 상기 곡선 주로에서의 횡방향 하중 이동에 따라 상기 양측 휠 중 내측 휠에 가해질 하중을 판단하는 단계; 상기 판단된 하중을 기반으로 상기 내측 휠의 접지력을 판단하는 단계; 및 상기 판단된 접지력을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차는, 차동 기어를 통해 동력을 양측 휠에 전달하는 모터; 및 상기 모터의 회생 제동 토크를 결정하는 제어기를 포함하되, 상기 제어기는 네비게이션 시스템을 통해 전방의 곡선 주로의 존재가 판단되면, 적어도 상기 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 상기 곡선 주로에서의 횡방향 하중 이동에 따라 상기 양측 휠 중 내측 휠에 가해질 하중을 판단하는 제1 연산부; 및 상기 판단된 하중을 기반으로 상기 내측 휠의 접지력을 판단하고 상기 판단된 접지력을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하는 제2 연산부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 관련된 차량은 보다 효율적으로 회생 제동 제어가 수행될 수 있다.

[0018] 특히, 본 발명에 따른 모터를 구비한 자동차는 횡방향 하중 이동을 사전에 예측하여 회생 제동량을 제어하여 횡방향 무게 이동시 휠 슬립이 방지될 수 있으며, 그로 인해 운전성과 효율성이 향상된다.

[0019] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 일반적인 차량에서 타력주행이 수행될 경우 코스팅 토크와 차속 관계의 일례를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어를 수행하기 위한 차량 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어가 적용되는 상황에서 작용하는 물리력의 기본 전체를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어가 적용되는 곡선 주로 상황에서 작용하는 물리력을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어에서 곡률 정보 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어에서 곡선 주로의 경사에 의한 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 회생 제동 토크 제어가 수행되는 과정의 일례를 나타내는 순서도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어의 형태 및 효과를 일반적인 비교례와 비교하여 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 의미한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 모터를 구비한 자동차에서 횡방향 하중 이동을 사전에 예측하여 회생 제동 토크를 상대적으로 낮은 하중이 실리는 휠측의 접지력에 대응하여 제어할 것을 제안한다.
- [0024] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어를 수행하기 위한 차량 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [0025] 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 회생 제동 토크 제어를 수행하는 자동차는 도로 정보 획득 수단(211), 차량 정보 획득 수단(212, 213), 회생 제동 토크 제어기(220), 모터 토크 제어부(230) 및 구동 모터(240)를 포함할 수 있다.
- [0026] 상술한 차량 구성은 전기 모터의 회생 제동 토크 제어에 필요한 구성 요소를 나타낸 것으로, 실제 차량은 필요에 따라 이보다 많은 구성요소를 포함할 수 있음은 물론이다.
- [0027] 먼저, 네비게이션 시스템(211)은 전방 경로 상에 곡선 주로의 존재 여부 및 존재시 해당 곡선 주로의 곡률 정보를 회생 제동 토크 제어기(220)로 전달할 수 있다. 물론, 네비게이션 시스템(211)은 도로 정보 획득 수단으로서의 일례로, 실시예에 따른 자동차는 네비게이션 시스템(211) 대신 전방 도로의 곡률 정보를 획득할 수 있다면 텔레매틱스 모듈 등의 무선 통신 모듈로 대체될 수도 있다.
- [0028] 또한, 차속 센서(212)는 회생 제동 토크 제어기(220)로 현재 차속 정보를 전달할 수 있다. 실시예에 따라, 차속 센서(212)는 차속 정보를 획득할 수 있는 다른 제어기로 대체될 수도 있다. 예를 들어, 차속 센서(212)는 엔진 제어기(EMS: Engine Management System)로 대체될 수도 있다.
- [0029] 자세 센서(213)는 차량의 횡방향 기울기, 즉, 롤 각도(Roll angle)를 감지하여 회생 제동 토크 제어기(220)로 전달할 수 있다. 이를 위해, 자세 센서(213)는 자이로 센서, 롤 센서, 가속도 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0030] 회생 제동 토크 제어기(220)는 횡방향 하중 이동량 연산부(221) 및 휠별 접지력 연산부(222)를 포함할 수 있다.

횡방향 하중 이동량 연산부(221)는 네비게이션 시스템(211)으로부터 획득한 전방 곡선 주로의 곡률 정보, 차속 센서(212)로부터 획득한 차속 정보 및 자세 센서(213)를 통해 획득된 롤 각 정보 등 도로 정보와 차량 정보를 종합하여 전방의 곡선 주로를 주행할 때 발생할 횡방향 하중 이동량을 연산할 수 있다. 또한, 휠별 접지력 연산부(222)는 횡방향 하중 이동량 연산부(221)에서 연산한 횡방향 하중 이동량을 기반으로 모터가 차동 기어를 거쳐 회생 제동 토크를 전달할 수 있는 휠들 각각에 대한 휠별 접지력을 연산하고, 가장 접지력이 낮은 휠에 대한 접지력을 고려하여 회생 제동 토크를 결정할 수 있다. 휠별 접지력 연산부(222)는 결정된 회생 제동 토크에 대응되는 토크 지령을 모터 토크 제어부(230)로 전달할 수 있다.

[0031] 회생 제동 토크 제어기(220)는 전기차(EV)일 경우 차량 통합 제어기(VCU: Vehicle Control Unit)일 수 있고, 하이브리드 자동차(HEV)일 경우 하이브리드 제어기(HCU: Hybrid Control Unit)일 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 구동 모터(240)를 제어하는 모터 토크 제어부(250)의 상위 제어기로서 회생 제동 토크를 결정할 수 있다면 그 명칭이나 종류에 제한되지 아니한다.

[0032] 모터 토크 제어부(230)는 토크 지령에 대응되는 회생 제동 토크가 구동 모터(240)에서 실행될 수 있도록 구동 모터(240)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 모터 토크 제어부(230)는 모터 제어기(MCU: Motor Control Unit)일 수 있다.

[0033] 이하에서는 도 3 내지 도 6을 참조하여 실시예에 따른 회생 제동 토크 제어기(220)가 입력 정보를 기반으로 회생 제동 토크를 제어하는 구체적인 연산 과정을 설명한다.

[0034] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어가 적용되는 상황에서 작용하는 물리력의 기본 전제를 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 3에는 이하의 기재에서 사용될 기본적인 물리 파라미터들이 도시된다. 먼저, 차량(300)은 좌측 휠(310)과 우측 휠(320)을 포함한다. 여기서 전/후륜의 구분은 생략하되, 도시된 두 휠은 모터와 차동기어를 통해 연결된다. 차량(300)은 질량(m)을 가지며, 평지인 노면(330)으로부터 'h'에 해당하는 높이에 무게 중심(cm)을 갖는다. 무게 중심(cm)의 높이(h)는 미리 결정된 값일 수도 있고, 차량 상태에 따라 회생 제동 토크 제어기(220)가 추정할 수도 있다. 또한, 두 휠(310, 320)은 차량 제원에 해당하는 윤거(t) 만큼 횡방향으로 이격된다. 아울러, 좌측 휠(310)에는 F_R 에 해당하는 하중이 인가되고, 우측 휠(320)에는 F_L 에 해당하는 하중이 인가된다. 이때, F_R 과 F_L 은 차량(300)의 좌우 무게 배분이 동일하다면 평지 환경에서는 동일한 크기를 갖는다.

[0036] 도 3의 기본 전제는 주행 중 노면(330)이 곡선 주로로 바뀔 경우 도 4와 같이 변경된다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어가 적용되는 곡선 주로 상황에서 작용하는 물리력을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 4를 참조하면, 주행 방향에서 좌측으로 꺾이되, 곡률이 'R'인 곡선 주로(400)를 주행하게 될 경우, 차량(300)에는 횡가속도(a_y)가 작용하여 ' M_y '의 횡방향 모멘트와 ' ma_y '에 해당하는 원심력이 발생한다. 이때, 곡률(R)의 값은 곡선 주로(400)의 평균 곡률이 아닌 최소 곡률인 것이 바람직하다. 이는 곡선 주로(400)가 다차선 차로인 경우라도 주행 차로에 영향을 받지 않도록 하기 위함이다.

[0038] 그에 따라, 차량의 바디에 롤 각도가 발생하면서 우측으로 중량 이동이 발생한다. 그에 따라, 곡선 주로(400)의 외측에 해당하는 우측 휠(320)에 인가되는 하중(F_o)은 내측에 해당하는 좌측 휠(310)에 인가되는 하중(F_i)보다 큰 값을 갖게 된다. 이러한 상황에서 좌측 휠(310)에 인가되는 하중(F_i)에 의한 접지력보다 큰 회생 제동 토크가 인가될 경우, 좌측 휠(310)에서는 휠 슬립(또는 휠 스핀)이 발생하게 된다. 이러한 상황을 방지하기 위하여, 회생 제동 토크 제어기(220)는 곡선 주로(400)에 진입하기 전에 회생 제동 토크를 곡선 주로의 내측 휠, 즉, 좌측 휠(310)의 접지력 이내로 제어할 필요가 있다.

[0039] 먼저, 하중 이동 연산부(221)는 내측 휠, 즉, 좌측 휠(310)에 가해지는 하중(F_i)을 연산한다. 등속 원운동을 가정한 원운동방정식에 의해 차량 횡가속도에 의한 원심가속도(a_y)는 " V^2/R ($\because R \gg t$)"이므로 내측 휠의 하중(F_i) 아래 수학식 1 및 수학식 2와 같이 연산될 수 있다.

[0040] 먼저, 등속 원운동에서 횡방향 모멘텀의 총합은 0이 되므로, 아래 수학식 1과 같은 등식이 성립한다.

수학식 1

$$\sum M_y = h \cdot ma_y + tF_i - \frac{t}{2}mg = 0$$

수학식 1을 다시 F_i 에 대하여 정리하면, 아래 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$\therefore F_i = \frac{1}{2}mg - \frac{h}{t}ma_y = m\left(\frac{g}{2} - \frac{hV^2}{tR}\right)$$

수학식 2와 같은 방법으로 F_i 가 구해지면, 휠별 접지력 연산부(222)는 이를 기반으로 회생 제동력을 결정할 수 있다. 이는, 모터 최대 출력과 배터리 SOC를 기반으로 하는 일반적인 제어 로직을 통해 연산된 회생 제동력 한계는 선회에 의한 차량의 하중 이동을 고려하지 않았기 때문에 내측 휠은 회생 제동 한계만큼 제동력을 발생시키지 못할 수 있기 때문이다. 따라서, 휠별 접지력 연산부(222)는 모터와 배터리 상태에 기반한 회생제동 한계(즉, 최대) 토크와 차량 하중 이동에 의한 제동 한계 μF_i 를 비교하여 최소값을 취함으로써 회생제동 한계를 보정한다. 여기서, μ 는 노면과 타이어 간의 마찰 계수로, 도로의 종류별로 고정된 값을 이용할 수도 있고, ABS(Anti-locking Brake System) 제어가 판단할 값이 사용될 수도 있다.

이때, 모터와 배터리 상태에 기반한 회생제동 한계 토크는 하이브리드 제어기(HCU)나 차량 제어기(VCU)의 일반적인 기능인 바, 자세한 기제는 생략하기로 한다.

상술한 보정된 회생제동 한계는 아래 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$F_{regen\ limit, new} = \min(F_{regen\ limit}, \mu F_i)$$

수학식 3에서 $F_{regen\ limit, new}$ 는 보정된 회생제동 한계를, $F_{regen\ limit}$ 은 모터와 배터리 상태에 기반한 회생제동 한계를, μF_i 는 내측 휠에 가해지는 하중에 의한 내측 휠의 접지력을 각각 의미한다.

한편, 곡선 주로에 진입한 후에는 하중 이동 연산부(221)가 내측 휠의 하중(F_i)을 좌/우측 휠의 속도 차이를 기반으로 보정할 수 있다. 이러한 보정은 실시간으로 수행될 수 있다. 이를 도 5를 참조하여 설명한다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어에서 곡률 정보 보정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5를 참조하면, 곡면 주로 주행 중 내측 휠에 실질적으로 적용되는 곡률은 ' $R+\Delta R$ '이 된다. 따라서, 하중 이동 연산부(221)는 수학식 2의 ' R '을 ' $R+\Delta R$ '로 치환하여 내측 휠에 가해지는 하중(F_i)을 연산할 수 있다. 이때, ' $R+\Delta R$ '은 아래 수학식 4를 기반으로 연산될 수 있다.

수학식 4

$$\frac{V_{RL}}{V_{RR}} = \frac{R + \Delta R + \frac{t}{2}}{R + \Delta R - \frac{t}{2}}$$

- [0053] 수학식 4에서 t 는 윤거를, V_{RL} 은 좌측 휠의 속도를, V_{RR} 은 우측 휠의 속도를 각각 나타낸다. V_{RL} 과 V_{RR} 은 차속 센서(또는 휠속 센서)를 통해 획득될 수 있고, t 는 차량에 종속되어 변화하지 않는 값인 바, ' $R+\Delta R$ '이 계산될 수 있다.
- [0054] 전술한 곡률 보정 외에, 하중 이동 연산부(221)는 곡선 주로(400)의 경사도에 대한 보정도 수행할 수 있다. 이를 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어에서 곡선 주로의 경사에 의한 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0056] 도 6을 참조하면, 일반적으로 곡선 주로는 원심력을 고려하여 곡선 주로의 내측보다 외측이 높도록 설계된다. 따라서, 하중 이동 연산부(221)는 센서(213)에 의해 측정된 롤 각(Roll angle)을 적용하여, 수학식 2의 mg 는 $mg\cos\theta$ 로, ma_y 는 $ma_y\cos\theta$ 로 각각 치환할 수 있다.
- [0057] 정리하면, 하중 이동 연산부(221)는 곡선 주로 진입 전에는 수학식 2에 의해 F_i 를 계산하며, 곡선 주로 진입 후에는 도 5 및 도 6을 참조하여 전술한 보정 인자를 수학식 2에 적용하여 F_i 를 계산할 수 있다.
- [0058] 지금까지 전술한 회생 제동 토크의 제어 과정을 순서도로 설명하면 도 7과 같다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 회생 제동 토크 제어가 수행되는 과정의 일례를 나타내는 순서도이다.
- [0059] 도 7을 참조하면, 먼저 네비게이션 시스템(211)에 의해 전방에 곡선 주로가 존재하는지 여부가 판단될 수 있다(S710).
- [0060] 전방에 곡선 주로가 존재하는 경우, 하중 이동 연산부(221)는 곡률 정보와 차속 정보 등을 반영하여 내측 휠에 가해지는 하중을 연산하고, 휠별 접지력 연산부(222)는 연산된 하중을 기반으로 접지력을 구하여 회생 한계를 보정할 수 있다(S720). 회생 한계의 보정은 수학식 2 및 3을 참조하여 전술한 바와 같으므로 중복되는 기재는 생략하기로 한다.
- [0061] 보정된 회생 한계에 따른 주행이 수행되던 중, 곡선 주로에 진입한 경우(S730의 Yes), 센서 정보(즉, 롤 각) 및 차량 정보(즉, 휠별 휠속)를 기반으로 회생 한계를 실시간으로 보정할 수 있다(S740). 실시간 보정은 도 5 및 도 6을 참조하여 전술바와 같으므로, 중복되는 기재는 생략하기로 한다.
- [0062] 이후 곡선 주로를 통과하게 되면(S750의 Yes), 실시예에 따른 회생 토크 제어는 종료될 수 있다.
- [0063] 이하에서는 도 8을 참조하여 본 실시예의 제어 수행 형태 및 효과를 설명한다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 회생 제동 토크 제어의 형태 및 효과를 일반적인 비교례와 비교하여 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 8의 상단에는 일반적인 회생 토크 제어에 의한 곡선 주로 주행시의 요구 회생제동 토크 대비 모터의 회생 제동 토크가, 도 8의 하단에는 실시예에 따른 회생 토크 보정 제어에 의한 곡선 주로 주행시의 요구 회생제동 토크 대비 모터의 회생 제동 토크가 도시된다. 도 8의 상단과 하단에 공통적으로 가로축은 주행 거리를, 세로축은 토크를 각각 나타낸다.
- [0065] 먼저, 도 8의 상단을 참조하면 곡선 주로에 진입하더라도 모터와 배터리의 상태에 따른 회생 제동 토크 제어가 수행될 경우, 모터와 배터리의 상태 등 일반적인 회생 제동 토크 결정 인자에 변화가 없는 실행 목표가 되는 요구 회생제동 토크는 일정하게 유지된다. 그러나, 차량이 곡선 주로에 진입하면 원심력에 의해 차량에 롤이 발생하고, 내측 휠에 가해지는 하중이 약해진다. 이러한 상태에서 요구 회생제동 토크가 내측휠에 작용하는 하중에 의한 접지력보다 큰 경우 차동장치의 토크 균분에서 오는 한계로 내측휠에 슬립이 발생하게 된다. 따라서, 회생 제동은 중단되고 ESP(또는 VDC)가 개입하여 회생 제동 토크가 만족될 수 없음은 물론 운전성 저하까지 발생한다.
- [0066] 이에 반해, 도 8의 하단과 같이 본 실시예에 따른 제어가 수행될 경우, 곡선 주로 진입 전에 곡선 주로의 곡률과 차속을 기반으로 곡선 주로에서 내측 휠에 가해질 하중을 예측하여 미리 요구 회생 제동력이 보정되므로, 곡선 주로에 진입하더라도 슬립이 예방될 수 있다. 또한, 곡선 주로 진입 후에는 실시간으로 요구 회생제동력이 보정되므로, 곡선 주로를 탈출할 때까지 안정적인 주행이 보장될 수 있으며, 회생 제동이 지속적으로 작동하므로 연비 향상까지 기대될 수 있다.
- [0067] 한편, 지금까지 설명된 실시예에서는 횡방향 하중 이동을 기반으로 회생 제동 한계를 보정하였으나, 본 발명에

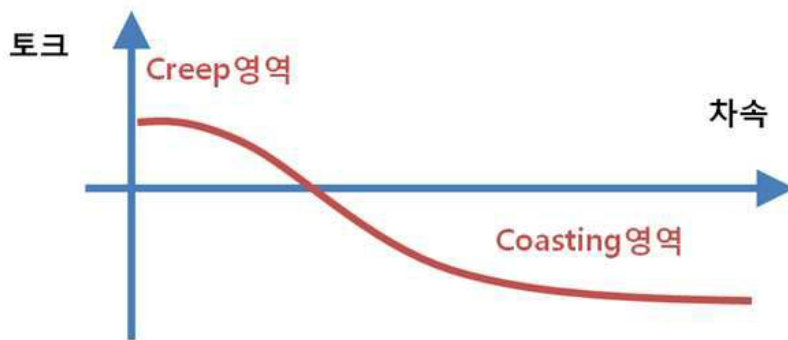
따른 회생 제동 한계의 보정은 하중 이동의 방향에 한정되지 아니한다. 예를 들어, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 횡방향 하중 이동뿐만 아니라, 경사나 가감속에 의한 종방향 하중 이동까지 고려하여 회생 제동 한계가 보정될 수 있다. 특히, 모터가 연결된 차륜이 전륜인지 후륜인지 여부에 따라서도 가감속에 의한 하중 이동은 크게 일어날 것이기 때문에 해당 보정은 차량 안정성 향상에 크게 기여할 수 있다.

[0068] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다.

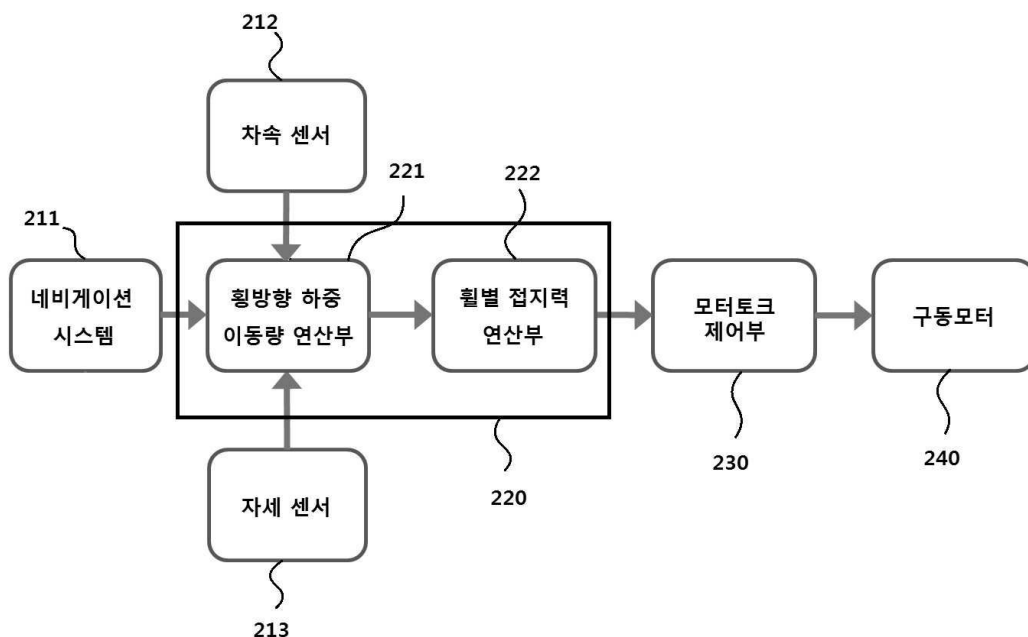
[0069] 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 전환은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

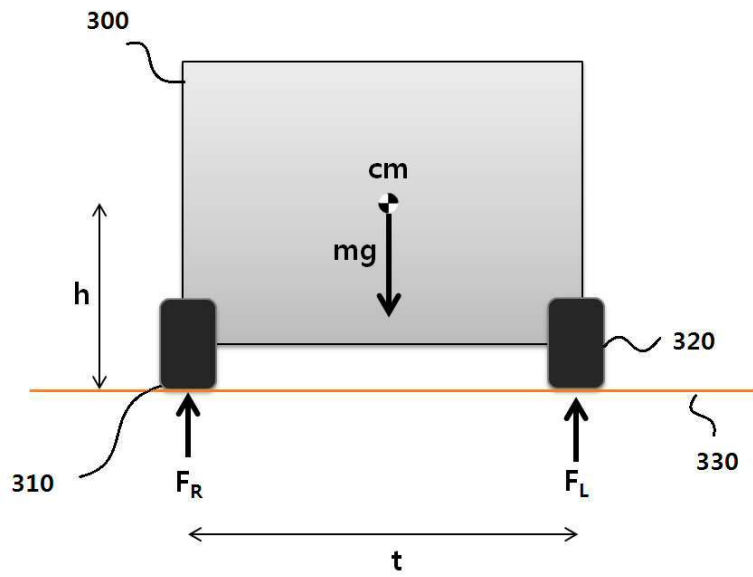
도면1



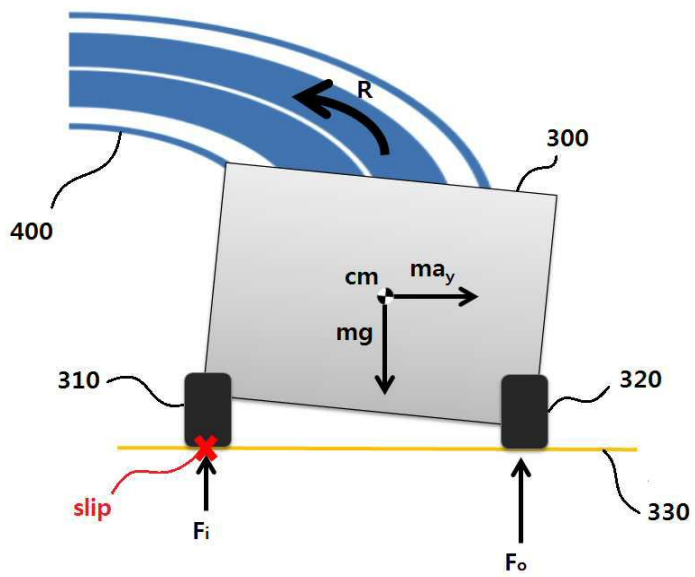
도면2



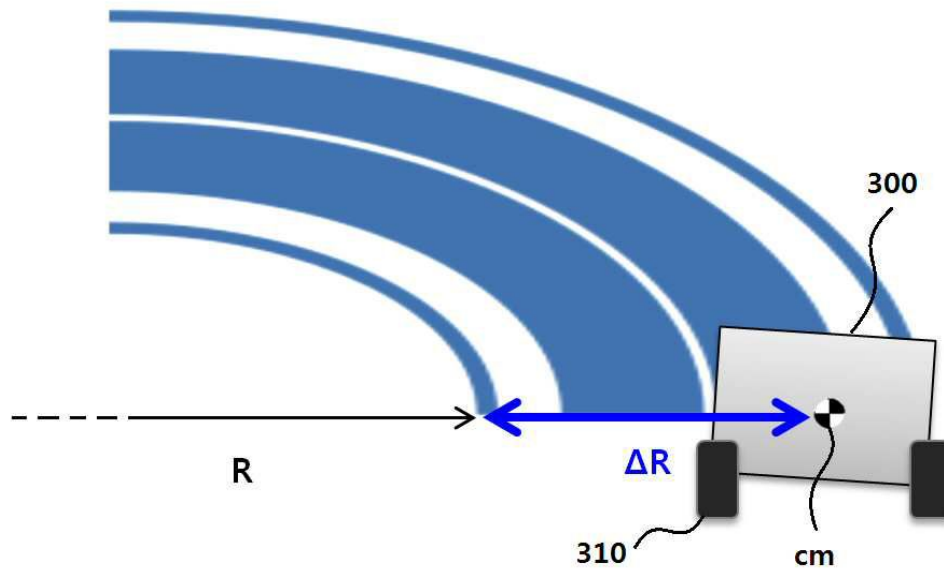
도면3



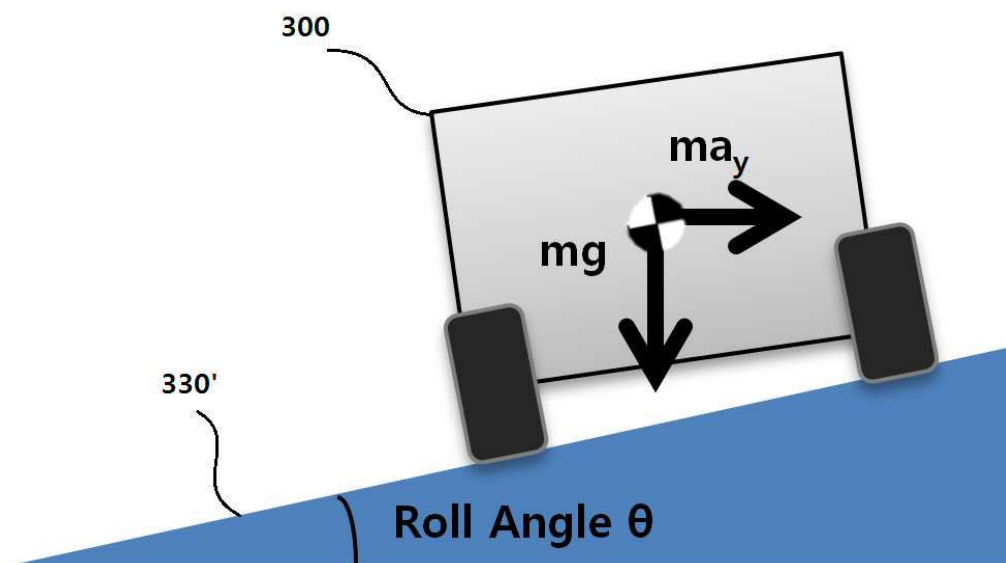
도면4



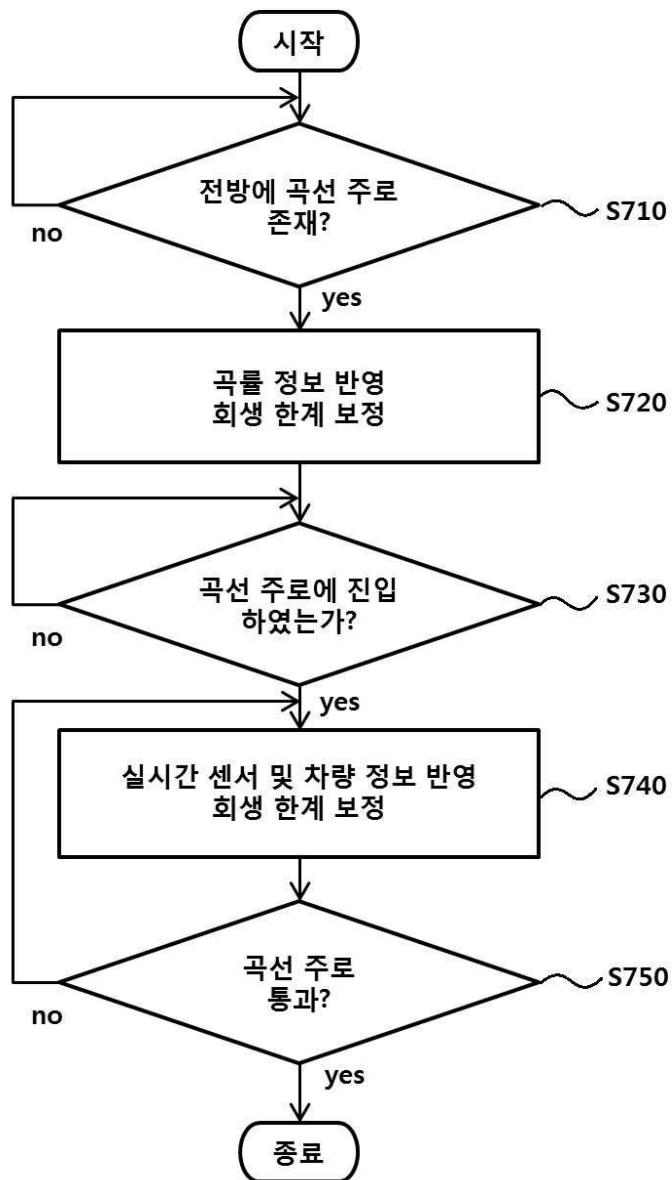
도면5



도면6



도면7



도면8

