(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
B60L 11/16

(45) 공고일자 2002년11월13일
(11) 등록번호 10-0360552
(24) 등록일자 2002년10월29일

(21) 출원번호 10-2000-0064943
(22) 출원일자 2000년11월02일

(65) 공개번호 특2002-0034552
(43) 공개일자 2002년05월09일

(73) 특허권자 서울대학교 공과대학 교육연구재단
서울 관악구 신림9동 산56-1번지

(72) 발명자 조성태
서울특별시관악구신림2동103-103
이장무
경기도성남시분당구이매동이매촌삼성아파트1014동202호
박영일
서울특별시중랑구묵동대림두산아파트527동101호
전순일
충청북도청주시상당구금천동108-5

(74) 대리인 김영철
김 순 영

심사관 : 이영수

(54) 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적주행 제어방법

요약

본 발명은 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법에 관한 것으로서, 하이브리드 차량의 연비를 최소화하는 최적의 동력분배비와 기어비를 갖도록 차량의 주행을 제어하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법은, 운전자의 가속페달 개도값을 동력요구량으로 환산하여 입력받고, 차량의 현재속도값과 배터리 잔존용량에 대한 측정값을 입력받아 현재의 작동조건을 설정하는 단계와; 상기 작동조건이 설정된 다음, 하이브리드 전자제어유닛에 미리 입력되어 있는 변속기 특성에 대한 자료를 읽어들여, 차량의 현재속도에서 변속기의 현재 구현 가능한 기어비의 범위를 산출하는 단계와; 상기 산출된 최소 기어비와 최대 기어비 사이를 일정구간으로 나누어 해당 기어비 마다 변속기 입력축의 속도와 토크값을 산출하는 단계와; 예입력되어 있는 엔진 특성에 대한 데이터를 읽어들여 상기 산출된 변속기 입력축의 속도 및 토크에서 구현 가능한 최대 동력 분배비를 산출하는 단계와; 상기 동력 분배비를 영(0)에서 최대값까지 변화시키면서 각각의 동력분배비에 대한 엔진의 동력 요구량과 인덕션 머신의 동력 요구량을 산출하는 단계와; 상기 각 동력요구량과, 예입력된 엔

진, 인덕션 머신 및 배터리의 특성 데이터 그리고 배터리 잔존용량 데이터를 이용하여 엔진의 연비와 전기 시스템의 등가연비를 산출하고, 산출된 각 연비들로부터 전체 등가연비를 구성하는 단계와; 상기 구성된 등가연비를 통하여 기어비와 동력분배비에 대한 최적화를 수행하여 최적의 동력분배비와 최적의 기어비를 결정하는 과정과; 상기 결정된 동력분배비에 따라 엔진과 인덕션머신의 구동을 제어하고, 결정된 기어비에 따라 변속기의 변속을 제어하는 단계를 포함한다.

이러한 본 발명의 최적 주행 제어 방법은 배터리의 전기적인 에너지 소비를 등가의 엔진의 연료로 환산한 등가연비 개념을 설정하고, 이를 이용하여 운전자의 요구 동력량과 차속에 대한 최적의 기어비와 동력분배비를 갖도록 제어함으로써, 언제나 최적의 연비를 나타내는 쪽으로 동력이 분배되도록 제어할 수 있다.

대표도

도 6

색인어

하이브리드, 동력분배, 연비, 동력전달, 자동차, 차량

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에서 기준이 되는 일반적인 병렬형 하이브리드 차량의 동력전달 구성을 개념적으로 도식화한 도면

도 2는 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도식화한 것으로서, 방전시의 등가 연비 개념을 도식화한 도면

도 3은 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도식화한 것으로서, 충전시의 등가 연비 개념을 도식화한 도면

도 4는 본 발명에 따른 병렬형 하이브리드 차량의 구성요소를 개략적으로 도식화한 도면

도 5는 본 발명에 따른 주행 제어 처리 과정의 대강을 나타내는 흐름도

도 6은 도 5에서의 데이터 입력 과정 부터 동력분배비를 산출하기 까지의 처리과정을 상세하게 나타내는 흐름도

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 병렬형 하이브리드 차량에서의 주행 제어 방법에 관한 것으로서, 특히 배터리의 전기적인 에너지 소비를 등가의 엔진의 연료로 환산하여 운전자의 요구 동력량과 차속에 대한 최적의 기어비와 동력분배비를 갖도록 엔진과 인덕션 머신의 동력을 분배하도록 제어함으로써 항상 일정수준의 배터리 에너지의 확보가 가능하고 어떤 상황에서도 최적의 연비를 나타내는 쪽으로 동력을 분배할 수 있도록 한 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법에 관한 것이다.

잘 아는 바와 같이, 하이브리드 차량 혹은 하이브리드 전기 차량(Hybride electric vehicle)은 가솔린, 디젤, 또는 가스만을 사용하는 석유연료 차량에서의 배출가스 문제와, 배터리만을 사용하는 전기 차량에서의 배터리 사용시간 단축 등의 문제를 해결하기 위하여 석유연료 차량과 전기 차량의 기능을 복합적으로 구성한 차량이다.

이중, 본 발명에 관계된 병렬형 하이브리드 차량은, 간단하게는 도 1에 도시된 바와 같이, 석유연료에 의해 구동하는 엔진(2)과 배터리에 의해 구동하는 인덕션 머신(4)을 갖추고, 엔진(2)이 차량을 구동하고 남은 여력, 정지시 엔진(2)의 구동, 또는 내리막길 주행과 제동시 발생하는 에너지의 회생을 통하여 배터리를 충전하고, 충전된 배터리의 전기에너지로 인덕션 머신(4)을 통하여 다시 차량 구동에 사용할 수 있도록 하는 구성을 갖추어서, 주행조건에 따라, 엔진(2)의 동력만으로, 인덕션 머신(4)의 구동만으로, 또는 엔진(2)과 인덕션 머신(4)의 복합 구동에 의하여 변속기(6)를 구동시키거나 배터리를 충전하도록 하고 있다. 통상적인 운행패턴으로는 도심지역과 같은 저효율 구간에서는 배터리 및 인덕션 머신에 주로 의존하여 주행하고, 고속도로 등에서는 엔진에 주로 의존하여 주행하도록 하고 있다.

결국, 병렬형 하이브리드 차량에서의 동력공급 시스템의 가장 큰 이점은 두 동력원들 간의 동력분배에 대해 유연성(flexibility)을 부여할 수 있다는 것인데, 이를 바꾸어 말하면 동력분배비를 어떻게 결정하느냐가 차량의 요구 특성을 결정짓거나 최적화 하는데 가장 중요한 부분이 되는 것이다.

이러한 최적화 과정중 엔진과 같은 전통적인 동력원에 비하여 배터리와 인덕션 머신은 종종 상반된 여러 특성들을 보여주므로, 상반된 각각의 특성들은 차량의 요구특성, 예를들어 배기가스 배출량을 최소화한 차량을 제공할 것인지, 배터리 수명을 극대화한 차량을 제공할 것인지, 중형차량에 적합하도록 할 것인지, 또는 소형 승용차량에 적합하도록 할 것인지 등의 요구특성에 따라 상대적인 중요성을 비교하여 적절한 동력분배가 이루어져야 한다.

그러나, 최적 동력분배비를 결정하기 위하여 지금까지 연구된 바에 의하면, 통상 엔진과 인덕션 머신이 최대효율인 상태에서 차량을 운행하는 것에 촛점을 두어 엔진과 인덕션 머신의 효율을 목적함수로 놓고 복합 최적화를 수행한 결과 각 목적함수의 가중치에 의하여 연비 효율이 크게 달라지게 되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래의 문제점을 감안하여 안출한 것으로서, 본 발명은 하이브리드 차량에 있어서 전기적인 에너지 소비를 등가의 엔진의 연비로 환산하여 이를 최적 동력분배비 결정에 활용함으로써 어떠한 주행패턴에 있어서도 최적의 연비를 나타내는 방향으로 동력분배비와 기어비를 결정하고, 항상 일정수준의 배터리 에너지의 확보가 가능한 등가연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법은, 운전자의 가속페달 개도값을 동력요구량으로 환산하여 입력받고, 차량의 현재속도값과 배터리 잔존용량에 대한 측정값을 입력받아 현재의 작동조건을 설정하는 단계와; 상기 작동조건이 설정된 다음, 하이브리드 전자제어유닛에 미리 입력되어 있는 변속기 특성에 대한 자료를 읽어들여, 차량의 현재속도에서 변속기의 현재 구현 가능한 기어비의 범위를 산출하는 단계와; 상기 산출된 최소 기어비와 최대 기어비 사이의 일정 기어비를 가정하여, 이 기어비 영역을 일정구간으로 나누어 해당 기어비 마다 변속기 입력축의 속도와 토크값을 산출하는 단계와; 예입력되어 있는 엔진 특성에 대한 데이터를 읽어들여 상기 산출된 변속기 입력축의 속도 및 토크에서 구현 가능한 최대 동력 분배비를 산출하는 단계와; 상기 동력 분배비를 영(0)에서 최대값까지 변화시키면서 각각의 동력분배비에 대한 엔진의 동력 요구량과 인덕션 머신의 동력 요구량을 산출하는 단계와; 상기 각 동력요구량과, 예입력된 엔진, 인덕션 머신 및 배터리의 특성 데이터 그리고 배터리 잔존용량 데이터를 이용하여 엔진의 연비와 전기 시스템의 등가연비를 산출하고, 산출된 각 연비들로부터 전체 등가연비를 구성하는 단계와; 상기 구성된 등가연비를 통하여 기어비와 동력분배비에 대한 최적화를 수행하여 최적의 동력분배비와 최적의 기어비를 결정하는 과정과; 상기 결정된 동력분배비에 따라 엔진과 인덕션머신의 구동을 제어함과 아울러, 결정된 기어비에 따라 변속기의 변속을 제어하는 단계를 포함하여 이루어짐을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 최적의 동력분배비와 최적의 기어비는 전체 등가연비를 최소화하는 점에서의 동력분배비와 기어비로 결정되는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 예시도면 도 2 내지 도 5에 의거 보다 상세하게 설명한다.

먼저, 도 2 및 도 3은 본 발명에서 목적하는 최적 주행 제어를 구현하기 위하여 설정한 등가연비 개념을 도식화한 것으로서, 도 2는 배터리 방전시의 등가연비를, 도 3은 배터리 충전시의 등가연비를 나타낸다.

본 발명에서 정의하는 등가연비는 가솔린, 디젤 등의 석유연료와, 배터리의 전기에너지 소모량을 단일한 지표로 설정하여 최적화를 수행하기 위해 충/방전 시의 등가 연비 개념으로 정의된다.

< 방전 시의 등가 연비

먼저, 도 2를 참조하면, 방전시의 등가 연비는 배터리에 충전된 에너지를 이용하여 엔진의 동력을 보조할 경우 소모한 배터리의 에너지를 추후 엔진을 이용하여 충전할 때 필요한 연료량(석유연료량=가솔린,경유 등..)으로 전기 시스템의 등가 연비를 정의한다.

즉, 엔진에서 a, 인덕션 머신에서 b의 동력을 생성하여 a + b의 동력으로 차량을 운행할 경우, 엔진에서 소모하는 연료를 fc_1, 전기시스템에서 소모되는 에너지를 fc_2라 정의하면, 방전 시의 에너지 소모는 아래의 [수학식 1] 및 [수학식 2]와 같이 된다.

수학식 1

$$\text{엔진} : fc_1 = bsfc \times a$$

수학식 2

$$\text{전기시스템} : E_b = b \times \frac{1}{\eta_m} \times \frac{1}{\eta_{discharge}}$$

상기 [수학식 1],[수학식 2]에서 bsfc는 방전시 엔진의 BSFC(Brake Specific Fuel Consumption, g/kw · h) 즉, 단위시간, 단위출력당 사용되는 연료소모량을 나타내고,η_m은 방전시 인덕션 머신의 효율이며,$\eta_{discharge}$ 는 배터리의 방전 효율이다.

다음, 상기E_b는 방전시 전기 시스템에서 소모된 총 에너지량이며, 추후 이 에너지량을 충전하는데 필요한 연료량은 아래의 [수학식 3]으로 정의된다. 여기서 추후 충전시의 인덕션 머신과 배터리의 효율을 각각 η'_m ,η'_{charge} 라고 정의하고, 엔진의 BSFC를$bsfc'$ 라 정의한다.

수학식 3

$$\text{충전시필요한연료량} : fc_2 = E_b \times \frac{1}{\eta'_m} \times \frac{1}{\eta'_{charge}} \times bsfc$$

위의 [수학식 2] 및 [수학식 3]에서 전기 시스템의 등가 연료소모량은 다음의 [수학식 4]와 같이 정의된다.

수학식 4

$$fc_2 = b \times \frac{1}{\eta_m} \times \frac{1}{\eta_{discharge}} \times \frac{1}{\eta_m'} \times \frac{1}{\eta_{charge}'} \times bsfc'$$

여기서, 추후 충전시의 등가 BSFC를 [수학식 5]와 같이 정의한다.

수학식 5

$$equivalant\_bsfc\_charge = \frac{bsfc'}{\eta_m' \times \eta_{charge}'}$$

상기 [수학식 5]에서 $bsfc'$, η_m', η_{charge}' 는 모두 추후 충전시의 변속기 입력축의 속도, 토크, 그리고 배터리 SOC(State Of Charge, 잔존용량)에 의해 결정되는 값들이다.

상기한 [수학식 1] 내지 [수학식 5]에서 방전시 엔진에서 소모되는 동력을 P_e, 인덕션 머신에서 소모되는 동력을 P_m 이라고 하면 전체 소모되는 에너지를 등가의 연료 소모량(목적함수)으로 나타내면 다음의 [수학식 6]과 같다.

수학식 6

$$\begin{aligned} equivalant\_fc\_charge &= fc_1 + fc_2 \\ &= P_e \times bsfc + P_m \times \frac{1}{\eta_m \times \eta_{discharge}} \\ &\quad \times equivalent\_bsfc\_charge \end{aligned}$$

이때, 상기 [수학식 6]의 $equivalant\_bsfc\_charge$ 는 추후 충전시의 주행 상태에 따라 결정되는 값이므로 현 방전시에는 배터리 SOC값을 기준으로 하여 확률적으로 결정하게 된다.

< 충전시의 등가 연비

엔진의 여유 동력을 사용하여 배터리에 에너지를 충전할 경우 증가한 배터리의 에너지를 추후 엔진을 보조하여 방전할 때 절약되는 연료량으로 전기 시스템의 등가연비를 정의한다.

즉, 엔진에서 a의 동력을 생성하고, 인덕션 머신에서 -b의 동력을 저장하여 a - b 의 동력으로 차량을 운행할 경우, 엔진에서 소모하는 연료를 fc_1 , 전기시스템에서 절약되는 에너지를 fc_2 라 정의하면, 충전시의 에너지 소모는 아래의 [수학식 7] 및 [수학식 8]과 같이 된다.

수학식 7

$$\text{엔진} : fc_1 = bsfc \times a$$

수학식 8

$$\text{전기 시스템} : E_b = -b \times \eta_m \times \eta_{charge}$$

상기 [수학식 7],[수학식 8]에서 bsfc는 방전시 엔진의 BSFC이고, η_m은 충전시 인덕션 머신의 효율이며, η_{charge} 는 배터리의 충전 효율이다.

[수학식 8]에서 (-)부호는 에너지가 생성됨을 의미한다.

다음, 상기 E_b는 충전시 전기 시스템에 저장된 총 에너지량으로 정의되는데, 추후 이 에너지량을 이용하여 엔진의 동력을 보조할 때 절약되는 연료량은 아래의 [수학식 9]로 정의된다.

여기서 추후 방전시의 인덕션 머신, 배터리의 효율을 각각 η_m' ,η_{charge}' 라고 정의하고, 엔진의 BSFC를 $bsfc'$ 라 정의한다.

수학식 9

$$\text{방전시 절약되는 연료량} : fc_2 = -E_b \times \eta_m' \times \eta_{charge}' \times bsfc$$

상기 [수학식 8] 및 [수학식 9]에서 전기 시스템의 등가 연료 소모량은 다음의 [수학식 10]과 같이 정의된다.

수학식 10

$$fc_2 = -b \times \eta_m \times \eta_{discharge} \times \eta_m' \times \eta_{charge}' \times bsfc'$$

여기서, 추후 방전시의 등가 BSFC를 아래의 [수학식 11]과 같이 정의한다.

수학식 11

$$equivalant\_bsfc\_discharge = bsfc' \times \eta_m' \times \eta_{charge}'$$

위의 [수학식 11]에서 $bsfc'$,η_m',η_{charge}' 는 모두 추후 방전시의 변속기 입력축의 속도, 토크, 그리고 배터리 SOC에 의해 결정되는 값들이다.

상기한 [수학식 7] 내지 [수학식 11]에서 충전시 엔진에서 소모되는 동력을 P_e, 인덕션 머신에서 저장되는 동력을 P_m이라고 하면 전체 소모되는 에너지를 등가의 연료 소모량(목적함수)으로 나타내면 다음의 [수학식 12]과 같다.

수학식 12

$$equivalant\_fc\_discharge = fc_1 + fc_2 = P_e \times bsfc - P_m \times \eta_m \times \eta_{charge} \times equivalant\_bsfc\_discharge$$

이때, 상기 [수학식 11]의 $equivalant\_bsfc\_discharge$ 는 추후 충전시의 주행 상태에 따라 결정되는 값이므로 현 방전 시에는 배터리 SOC값을 기준으로 하여 확률적으로 결정하게 된다.

여기서, 상기한 [수학식 5] 및 [수학식 11]에서의 $equivalant\_bsfc\_charge$,$equivalant\_bsfc\_discharge$ 는 추후의 충/방전 시 주행 상황에 따라 결정되는 값이므로 현 충/방전 상황에서는 배터리 SOC에 의거하여 확률적으로 정의한다.

이러한 정의에 필요한 가정은 다음과 같다.

가정 1 : 배터리 에너지의 충/방전은 가장 에너지 변환 효율이 좋은 지점에서 행한다.

가정 2 : 배터리 용량에 여유가 있다면 고 에너지 효율점에서 충/방전을 하게되고, 그렇지 못하면 저 효율점에서 할 수 밖에 없다.

먼저, 엔진 및 인덕션 머신의 전 작동영역에서 가장 $equivalant\_bsfc\_charge$ 값이 가장 낮은 점을 low_bsfc 로 정의하고, 가장 높은 점을 $high\_bsfc$ 로 정의한다. 배터리 용량에 여유가 있을수록 low_bsfc 점에서 충전할 수 있는 확률이 높으므로 배터리 잔존용량에 따라 선형적으로 작동영역을 예측하여 아래의 [수학식 13]과 같이 $equivalant\_bsfc\_charge$ 를 결정한다.

수학식 13

$$equivalant\_bsfc\_charge = (battery\_soc - low\_soc)/(high\_soc - low\_soc) \times (low\_bsfc\_charge - high\_bsfc\_charge) + high\_bsfc\_charge$$

여기서, $high\_soc, low\_soc$ 는 배터리 SOC의 양 극한 값이고, $high\_bsfc\_charge$ 는 [수학식 5]에서 정의된 $equivalant\_bsfc\_charge$ 의 값 중 최대값이며, low_bsfc_charge 는 [수학식 5]에서 정의된 $equivalant\_bsfc\_charge$ 의 값 중 최소값이다.

다음, $equivalant\_bsfc\_discharge$ 의 결정에 있어서, 엔진/인덕션 머신의 전 작동영역에서 가장 $equivalant\_bsfc\_discharge$ 값이 가장 낮은 점을 low_bsfc , 가장 높은 점을 $high\_bsfc$ 로 정의한다. 배터리 용량에 여유가 있을수록 low_bsfc 점에서 방전을 할 수 있는 확률이 높으므로 배터리 잔존용량에 따라 선형적으로 작동영역을 예측하여 아래의 [수학식 14]와 같이 결정한다.

수학식 14

$$equivalant\_bsfc\_discharge = (battery\_soc - low\_soc)/(high\_soc - low\_soc) \times (low\_bsfc\_discharge - high\_bsfc\_discharge) + low\_bsfc\_discharge$$

여기서, $high\_soc, low\_soc$ 는 배터리 SOC의 양 극한 값이고, $high\_bsfc\_discharee$ 는 [수학식 5]에서 정의된 $equivalant\_bsfc\_charge$ 의 값 중 최대값이며, $low\_bsfc\_discharge$ 는 [수학식 5]에서 정의된 $equivalant\_bsfc\_charge$ 의 값 중 최소값이다.

다음, 첨부도면 도 4는 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 구성요소를 개략적으로 도식화한 것으로서, 하이브리드 전자제어유닛(HECU, Hybrid Electric Control Unit, 10)는 하이브리드 동력전달계의 각 요소들과 연결된 고성능 칩으로서, 가속페달 개도 감지수단(12), 차속감지수단(14) 및 배터리 잔존용량 감지수단(16)의 출력단과 연결되어 이들로부터 입력되어 오는 운전자의 명령 및 차량 주행상태에 대하여 등가연비가 최소가 되는 동력분배비를 유지하도록 엔진(18)측의 스로틀 액튜에이터(20)를 제어함으로써 스로틀밸브의 개도량을 조절하여 궁극적으로는 엔진의 회전수를 제어하고, 인덕션 머신(22)의 인버터(24)를 제어하여 인덕션 머신(22)의 구동과 배터리(26) 충전제어를 한다.

상기에서 가속페달 개도 감지수단(12)으로서는 공지의 전위차계(Potentiometer)의 사용이 가능하고, 차속 감지수단(14)으로서는 공지의 스피도미터(Speedometer), 다르게는 변속기(28) 출력축에 타겟 휠을 설치하고 이의 회전을 근접센서로서 감지하는 것 등이 가능하다.

다음, 도 5 및 도 6을 통하여 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행을 위한 처리과정을 상세하게 설명한다.

도 5도 본 발명에 따른 최적 주행 제어의 개략적인 처리과정을 나타낸다.

먼저, 하이브리드 차량에 시동이 걸려 전원이 공급되면, 하이브리드 전자제어 유닛(10)은 가속페달 개도 감지수단(12)과 차속 감지수단(14) 및 배터리 잔존용량 감지수단(16)으로부터 데이터를 입력받고(S100), 입력된 가속페달 개도량으로부터 변속기(28) 입력축에서 요구되는 동력들의 합 즉, 운전자의 요구 동력량을 산출한다(S110).

상기에서 입력된 차량의 현재속도, 예입력된 변속기 특성 데이터, 그리고 상기에서 입력된 상태량들을 이용하여 목적함수인 등가연비를 구하고, 이를 바탕으로 최적화를 수행하여 등가연비를 최소화하는 최적의 동력분배비와 최적의 변속기 기어비를 결정한다(S120).

여기서, 상기 동력분배비의 기준은 동력원으로 엔진(18)만을 사용할 경우를 100%(최대 동력분배비)로 하고, 인덕션 머신(22)만을 사용할 경우를 0%로 하며, 기어비는 감속비를 나타낸다.

이와 같이 최적의 동력분배비와 기어비를 산출한 후, 하이브리드 전자 제어 유닛(10)은 해당 동력분담량에 따라 스로틀 액튜에이터(20)를 제어함으로써 스로틀밸브의 개도량을 조절하여 엔진(20)으로부터 요구되는 동력이 출력되도록 함과 동시에, 인버터(24)로 입력하여 인덕션 머신(22)으로부터 요구되는 토크가 출력되도록 한다. 변속기 기어비의 제어는, 수동변속기 또는 자동화 변속장치를 구비한 수동변속기의 경우에는 변속링크를 제어하여 요구되는 변속비를 갖는 변속단수로 변속하고, 자동변속기 또는 무단변속기의 경우에는 변속기 제어 유닛(TCU, Transmission Control Unit)을 제어하여 해당 변속비를 갖도록 제어함으로써 가능하다.

도 6은 도 5에서의 데이터 입력 과정부터 최적 동력분배비를 산출하기 까지의 처리과정(S100~S120)을 상세하게 나타낸다.

먼저, 가속페달 개도 감지수단(12)으로부터 운전자의 의지인 가속페달 개도값을 동력 요구량으로 환산하여 입력받고(S200 ~ S210), 현 차량의 상태정보로서 차속감지수단(14)으로부터 현 차량의 속도값을 입력받음과 아울러(S220), 배터리 잔존용량 감지수단(16)으로부터 배터리 잔존용량값을 입력받아(S230), 입력받은 측정값을 기준으로 현재의 작동조건을 설정한다.

여기서, 운전자의 가속페달을 조작함에 따른 운전자의 동력 요구량(Pt)은 앞서 설명한 바와 같이 엔진(18)의 동력 요구량(Pe)과 인덕션 머신(22)의 동력 요구량 즉, Pt = Pe + Pm으로 정의된다. 따라서, 상기 Pe와 Pm의 비율이 동력분배비이다.

상기와 같이 작동조건이 설정된 다음에는 하이브리드 전자제어유닛(10)에 미리 입력되어 있는 변속기 특성에 대한 자료를 읽어들여(S240), 차량의 현재속도에서 변속기(28)의 현재 구현 가능한 기어비의 범위를 산출한다(S250).

기어비 범위가 산출되면, 앞서 입력된 차량 속도와 동력 요구량을 이용하여, 최소 기어비(Min. Gear Ratio)와 최대 기어비(Max. Gear Ratio) 사이의 일정 기어비를 가정하여, 이 기어비를 일정구간으로 순차적으로 변화시키면서 해당 기어비 마다 엔진(18) 및 인덕션 머신(22)에 요구되는 변속기(28) 입력축의 속도와 토크값을 산출한다(S260).

다음, 하이브리드 전자제어유닛(10)에 미리 입력되어 있는 엔진 특성에 대한 데이터를 읽어들여 구현 가능한 최대 동력 분배비를 산출한다(S270).

여기서, 최대 동력 분배비는 앞서 설명한 바와 같이 엔진(18)만으로 구동할 때를 100%로 한다.

이의 동력분배비는 엔진 최대 토크를 상기 변속기 입력축 요구토크로 나눈 값이다.

상기와 같이 최대 동력분배비가 산출되면, 동력 분배비를 영(0)에서 최대값까지 변화시키면서 각각의 동력분배비에 대한 엔진(18)의 동력 요구량과 인덕션 머신(22)의 동력 요구량을 산출하고, 산출된 각 동력 요구량 값들과 예입력된 엔진(18)과 인덕션 머신(22)의 특성 데이터 및 배터리 특성자료 및 배터리 잔존용량 데이터를 이용하여 엔진의 연비(fc_1)와 전기 시스템의 등가연비(fc_2)를 산출하고, 산출된 연비들로부터 목적함수인 전체 등가연비($^{equivalant\_fc}$)를 구성한다(S280 ~ S330).

상기 구성된 등가연비($^{equivalant\_fc}$)를 통하여 기어비와 동력분배비에 대해 2변수 최적화 문제를 풀어 목적함수인 등가연비($^{equivalant\_fc}$)를 최소화하는 최적의 동력분배비를 결정함과 아울러(S340), 최적의 기어비를 결정한다(S350).

본 발명에 따라서, 상기 최적 동력분배비는 최소 동력분배비로 결정하고, 상기 최적의 기어비는 최소 기어비로 결정하여 전체 차량의 연료 소모량을 최소화 함이 바람직하다.

경우에 따라서는, 차량이 요구하는 특성 등의 조건에 따라 미리 소망하는 동력분배비와 기어비를 정하여 놓고 이에 해당되는 값을 찾아 사용할 수도 있다.

여기서, 도 6에 표현된 처리과정에서 두개의 루프(LOOP)에 대한 반복실행은 각 작동상황(즉, 운전자의 가속페달 개도와 차량의 속도)에 대하여 기어비는 최소기어비와 최대 기어비 사이의 구간으로 나누고, 동력분배비 또한 최소 동력분배비와 최대동력분배비를 구간으로 나누어 그리드 서치(Grid Search) 방법에 의해서 최소 등가연비가 나오는 기어비와 동력분배비를 결정하게 된다. 바람직하게는, 차량의 주행가능한 속도 영역을 일정구간(예를들어, 10km/h)으로 나

누고, 운전자의 동력 요구량(가속페달 개도값으로 예를들어, 0 ~ 60kw)를 일정한 구간(예를들어, 5kw)으로 나누어, 각 구간 점마다 각각 최적화 루틴을 수행하여 각 점에서의 동력분배비와 기어비를 구하여 이를 맵(MAP) 데이터로 만들어 저장한다.

그러나, 본 발명에서 사용되는 등가연비의 목적함수는 비선형성이 매우 강하므로 일반적인 미분을 사용한 최적화 기법의 적용은 거의 불가능하고, 설사 가능하다 하더라도 이를 실차의 하이브리드 전자제어유닛(10)에 적용하기 위해서는 많은 기억장소와 계산시간이 필요하다. 따라서 전술한 그리드 서치(Grid Search) 방법은 미리 차량의 전 작동구간에 대해서 최적화 문제를 푼 결과로 얻어지는 맵을 하이브리드 전자제어유니트에 장착하는 개념을 사용하여, 차량의 주행속도와 운전자의 동력 요구량의 전 영역을 앞서 설명한 바와 같은 일정구간으로 나누어 각 구간에서 등가연비를 최소화하는 동력분배비 및 기어비 값을 구해내는 것이다.

상기와 같이 하여 등가연비를 최소화하는 최적의 동력분배비와 기어비가 결정되면, 도 5를 통하여 먼저 설명한 바와 같이, 하이브리드 전자 제어 유닛(10)은 결정된 최적 동력분배비에 의하여 할당된 동력분담량에 따라 스로틀 액튜에이터(20)를 제어하여 스로틀밸브의 개도량을 조절하고, 이에따라 엔진(20)으로부터 요구되는 동력이 출력되도록 함과 동시에, 인버터(24)로 입력하여 인덕션 머신(22)으로부터 요구되는 토크가 출력되도록 한다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법은 배터리의 전기적인 에너지 소비를 등가의 엔진의 연료로 환산한 등가연비 개념을 설정하고, 이을 이용하여 운전자의 요구 동력량과 차속에 대한 최적의 기어비와 동력분배비를 갖도록 제어함으로써, 언제나 최적의 연비를 나타내는 쪽으로 동력이 분배되는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

병렬형 하이브리드 차량에 있어서,

운전자의 가속페달 개도값을 동력요구량으로 환산하여 입력받고, 차량의 현재속도값과 배터리 잔존용량에 대한 측정값을 입력받아 현재의 작동조건을 설정하는 단계와;

상기 작동조건이 설정된 다음, 하이브리드 전자제어유닛에 미리 입력되어 있는 변속기 특성에 대한 자료를 읽어들여, 차량의 현재속도에서 변속기의 현재 구현 가능한 기어비의 범위를 산출하는 단계와;

상기 산출된 최소 기어비와 최대 기어비 사이를 일정구간으로 나누어 해당 기어비 마다 변속기 입력축의 속도와 토크값을 산출하는 단계와;

예입력되어 있는 엔진 특성에 대한 데이터를 읽어들여 상기 산출된 변속기 입력축의 속도 및 토크에서 구현 가능한 최대 동력 분배비를 산출하는 단계와;

상기 동력 분배비를 영(0)에서 최대값까지 변화시키면서 각각의 동력분배비에 대한 엔진의 동력 요구량과 인덕션 머신의 동력 요구량을 산출하는 단계와;

상기 각 동력요구량과, 예입력된 엔진, 인덕션 머신 및 배터리의 특성 데이터 그리고 배터리 잔존용량 데이터를 이용하여 엔진의 연비와 전기 시스템의 등가연비를 산출하고, 산출된 각 연비들로부터 전체 등가연비를 구성하는 단계와;

상기 구성된 등가연비를 통하여 기어비와 동력분배비에 대한 최적화를 수행하여 최적의 동력분배비와 최적의 기어비를 결정하는 과정과;

상기 결정된 최적 동력분배비에 따라 엔진과 인덕션머신의 구동을 제어함과 아울러, 결정된 기어비에 따라 변속기의 변속을 제어하는 단계를 포함하여 이루어지는 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 최적의 동력분배비와 최적의 기어비는 전체 등가연비를 최소화하는 점에서의 최소 동력분배비와 최소 기어비로 결정되는 것을 특징으로 하는 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전체 시스템의 등가연비는,

방전시에는,

$$\begin{aligned} equivalant\_fc\_discharge &= fc_1 + fc_2 \\ &= P_e \times bsfc - P_m \times \eta_m \times \eta_{charge} \\ &\quad \times equivalant\_bsfc\_discharge \end{aligned}$$

로 정의되고,

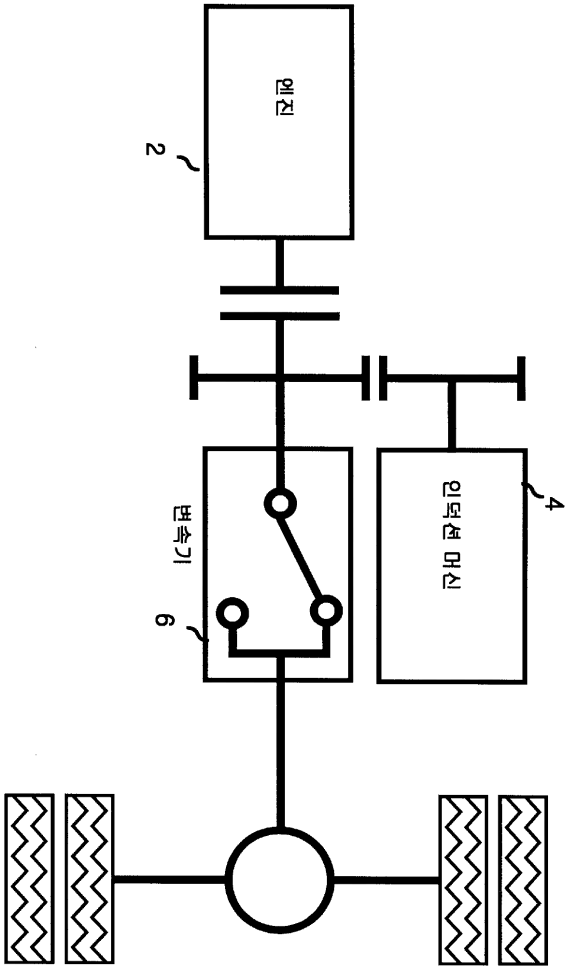
충전시에는,

$$\begin{aligned} equivalant\_bsfc\_discharge = &(battery\_soc - low\_soc)/(high\_soc - low\_soc) \\ &\times (low\_bsfc\_discharge - high\_bsfc\_discharge) \\ &+ low\_bsfc\_discharge \end{aligned}$$

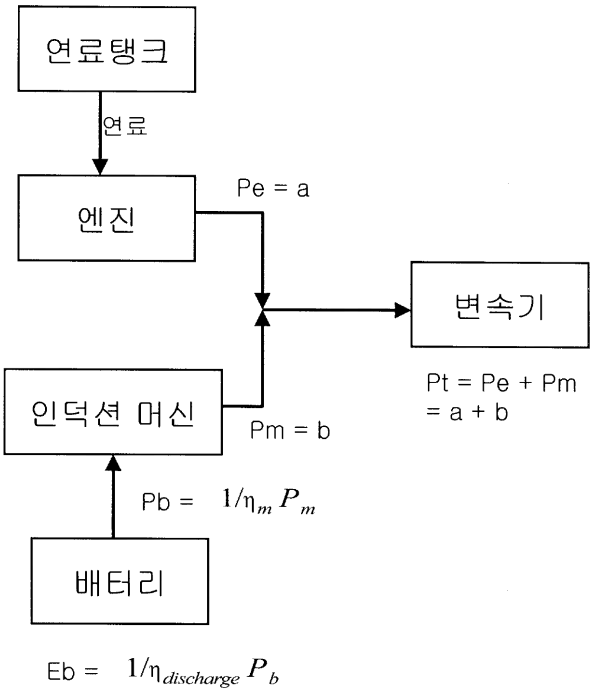
로 정의되는 것을 특징으로 하는 등가 연비 개념을 도입한 병렬형 하이브리드 차량의 최적 주행 제어 방법.

도면

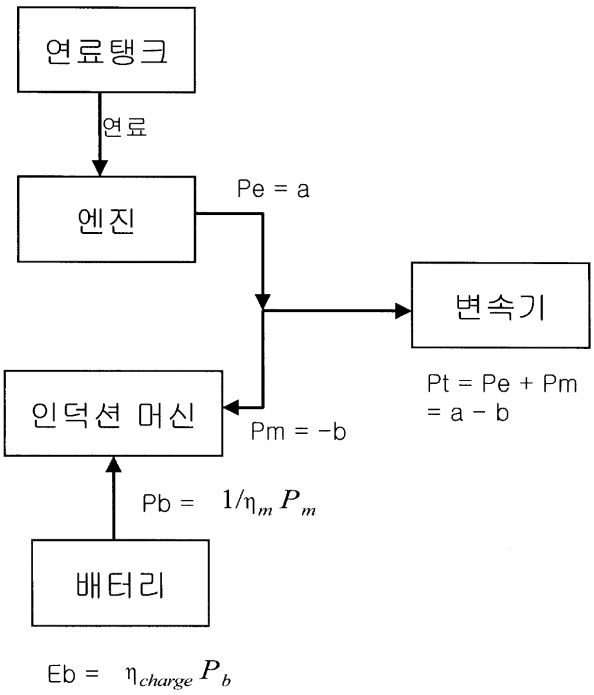
도면 1



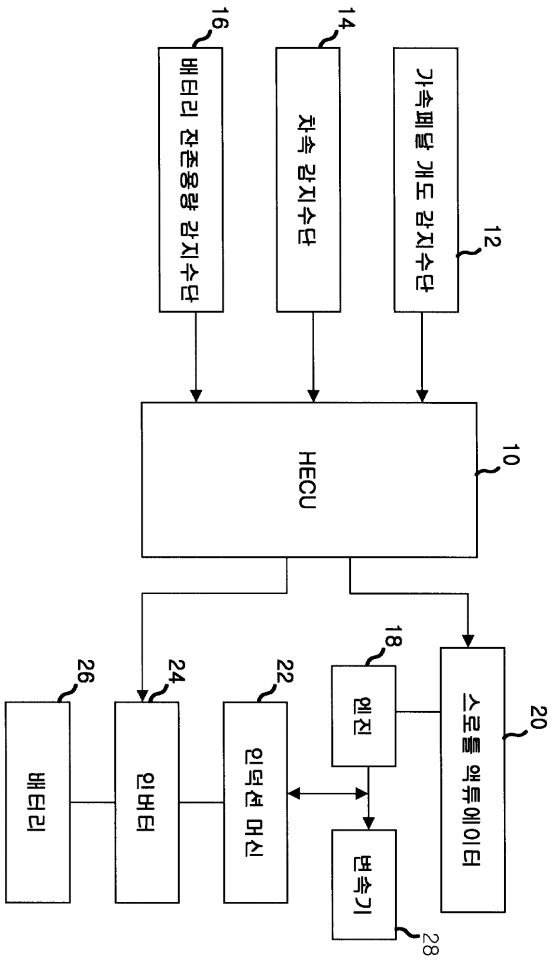
도면 2


연료탱크
연료
엔진
Pe = a
변속기
Pt = Pe + Pm
= a + b
인덕션 머신
Pm = b
Pb = $1/\eta_m P_m$
배터리
Eb = $1/\eta_{discharge} P_b$

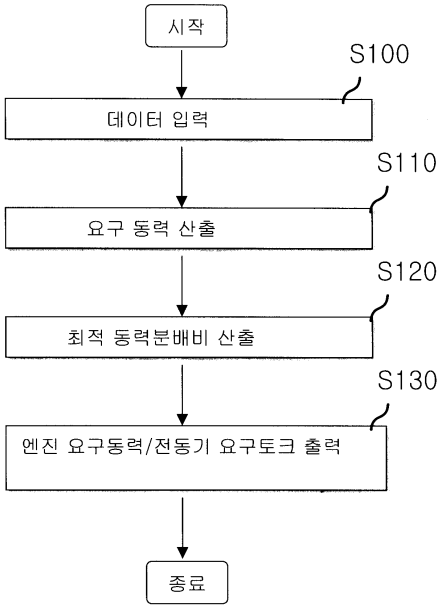
도면 3


연료탱크
연료
엔진
Pe = a
변속기
Pt = Pe + Pm
= a − b
인덕션 머신
Pm = −b
Pb = $1/\eta_m P_m$
배터리
Eb = $\eta_{charge} P_b$

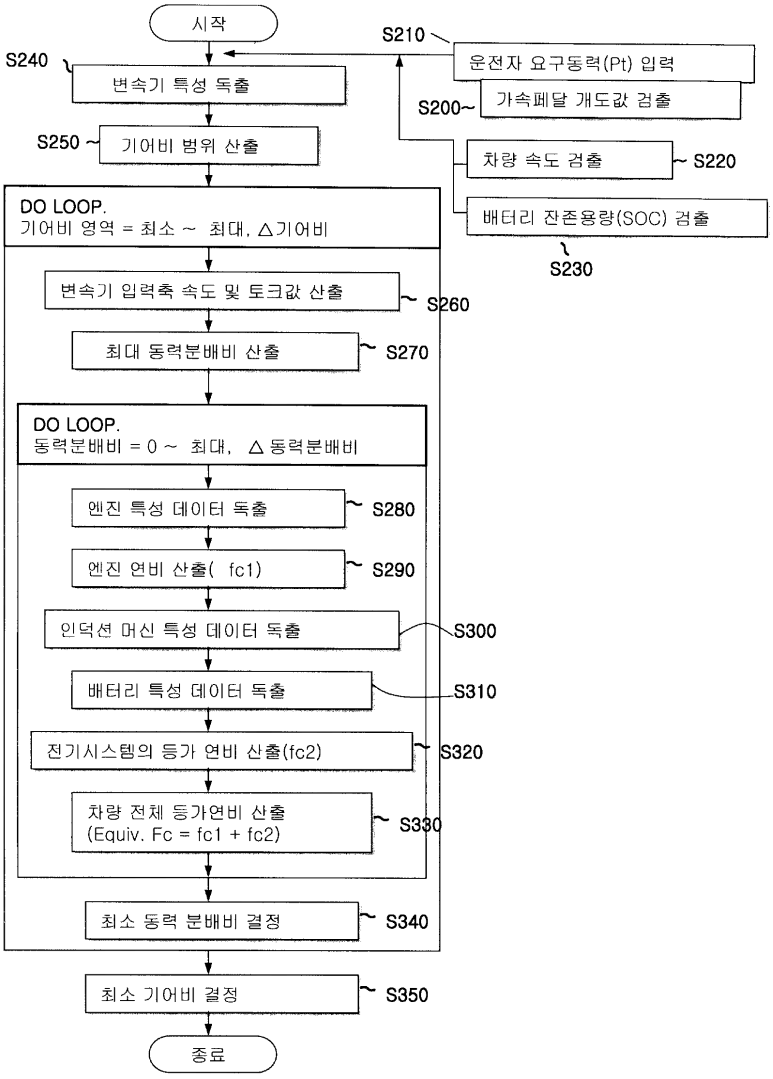
도면 4


16
14
12
배터리 잔존용량 감지수단
차속 감지수단
가속페달 개도 감지수단
10
HECU
18
22
24
26
20
엔진
인덕션 머신
인버터
배터리
스로틀 액튜에이터
변속기
28

도면 5


시작
S100
데이터 입력
S110
요구 동력 산출
S120
최적 동력분배비 산출
S130
엔진 요구동력/전동기 요구토크 출력
종료

도면 6


시작
S210
운전자 요구동력(Pt) 입력
S240
변속기 특성 독출
S200~
가속페달 개도값 검출
S250
기어비 범위 산출
차량 속도 검출
S220
DO LOOP.
기어비 영역 = 최소 ~ 최대, △기어비
배터리 잔존용량(SOC) 검출
S230
변속기 입력축 속도 및 토크값 산출
S260
최대 동력분배비 산출
S270
DO LOOP.
동력분배비 = 0 ~ 최대, △동력분배비
엔진 특성 데이터 독출
S280
엔진 연비 산출(fc1)
S290
인덕션 머신 특성 데이터 독출
S300
배터리 특성 데이터 독출
S310
전기시스템의 등가 연비 산출(fc2)
S320
차량 전체 등가연비 산출
(Equiv. Fc = fc1 + fc2)
S330
최소 동력 분배비 결정
S340
최소 기어비 결정
S350
종료