



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월20일
(11) 등록번호 10-1364717
(24) 등록일자 2014년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 15/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0093404
(22) 출원일자 2012년08월27일
심사청구일자 2012년08월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110073866 A
KR1020070069629 A
JP08207771 A
KR1020080015277 A

(73) 특허권자
한국철도기술연구원
경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
(72) 발명자
배창한
경기 수원시 영통구 청명로 132, 326동 503호 (영
통동, 청명마을3단지아파트)
류준형
경기 군포시 금산로 91, 128동 602호 (산본동, 래
미안하이어스)
(74) 대리인
채종길

전체 청구항 수 : 총 10 항

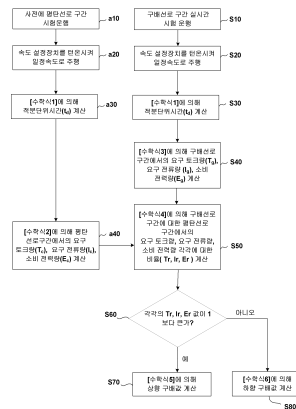
심사관 : 정소연

(54) 발명의 명칭 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법 및 이를 구현하는 전기철도 차량 시스템

(57) 요약

본 발명의 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법은, 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 평탄선로 구간을 주행하면서 평탄선로 구간에서의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c)을 계산하는 제1 단계; 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 구배선로 구간을 주행하면서 구배선로 구간에서의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 계산하는 제2 단계; 구배선로 구간에 대한 평탄선로 구간에 있어서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 계산하는 제3 단계; 상기 요구 토크량 비(T_r), 상기 요구 전류량 비(I_r), 상기 소비 전력량 비(E_r)의 크기가 1 보다 큰지를 판단하는 제4 단계; 및 상기 제4 단계의 판단 결과에 따라 주행 선로의 상향 구배값 또는 하향 구배값을 계산하는 제5 단계를 포함하는 기술을 제공함에 기술적 특징이 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

백광선

경기 안산시 상록구 충장로 198, 205동 607호 (본
오동, 태영아파트)

정호성

서울 강남구 개포로110길 21, 1동 405호 (일원동,
개포현대4차아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 평탄선로 구간을 주행하면서 평탄선로 구간에서의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c)을 계산하는 제1 단계;

속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 구배선로 구간을 주행하면서 구배선로 구간에서의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 계산하는 제2 단계;

구배선로 구간에 대한 평탄선로 구간에 있어서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 계산하는 제3 단계;

상기 요구 토크량 비(T_r), 상기 요구 전류량 비(I_r), 상기 소비 전력량 비(E_r)의 크기가 1 보다 큰지를 판단하는 제4 단계; 및

상기 제4 단계의 판단 결과에 따라 주행 선로의 상향 구배값 또는 하향 구배값을 계산하는 제5 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제1 단계의 평탄선로 구간에서의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c) 각각은 하기 [수학식]에 의해,

[수학식]

$$T_c = \int_0^{t_d} T_{rq}(t) dt$$

$$I_c = \int_0^{t_d} I_{rq}(t) dt$$

$$E_c = \int_0^{t_d} v_{dc}(t) \times i_{dc}(t) dt$$

(여기서 t_d 는 지정속도(preset speed) v_{ref} [km/h]로 평탄 주행선로 1km를 주행하는데 소요되는 시간[sec], $T_{rq}(t)$ 는 순간에 발생시키는 견인력 지령값, $I_{rq}(t)$ 는 순간에 추진제어 인버터에 흐르는 전류 지령값, $v_{dc}(t)$ 는 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 걸리는 전압 값, $i_{dc}(t)$ 는 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 흐르는 전류 값을 각각 의미함)

계산되는 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 제2 단계의 구배선로 구간에서의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g) 각각은 하기 [수학식]에 의해,

[수학식]

$$T_g = \int_0^{t_d} T_{rq}(t) dt,$$

$$I_g = \int_0^{t_d} I_{rq}(t) dt,$$

$$E_g = \int_0^{t_d} v_{dc}(t) \times i_{dc}(t) dt$$

(여기서 t_d 는 지정속도(preset speed) v_{ref} [km/h]로 구배 주행선로 1km를 주행하는데 소요되는 시간[sec], $T_{rq}(t)$ 는 순간에 발생시키는 견인력 지령값, $I_{rq}(t)$ 는 순간에 추진제어 인버터에 흐르는 전류 지령값, $v_{dc}(t)$ 는 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 걸리는 전압 값, $i_{dc}(t)$ 는 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 흐르는 전류 값을 각각 의미함)

계산되는 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 제5 단계의 상향 구배값은,

상기 제4 단계의 판단 결과 상기 요구 토크량 비(T_r), 상기 요구 전류량 비(I_r), 상기 소비 전력량 비(E_r)가 1보다 큰 경우, 하기 [수학식]에 의해,

[수학식]

$$grad = \frac{\sqrt{T_r^2 - 1}}{1000} \quad [\%], \text{ if } T_r > 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{I_r^2 - 1}}{1000} \quad [\%], \text{ if } I_r > 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{E_r^2 - 1}}{1000} \quad [\%], \text{ if } E_r > 1$$

계산되는 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 제5 단계의 하향 구배값은,

상기 제4 단계의 판단 결과 상기 요구 토크량 비(T_r), 상기 요구 전류량 비(I_r), 상기 소비 전력량 비(E_r)가 1보다 작은 경우, 하기 [수학식]에 의해,

[수학식]

$$grad = \frac{\sqrt{1 - T_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } T_r < 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{1 - I_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } I_r < 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{1 - E_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } E_r < 1$$

계산되는 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 제1 단계 및 상기 제2 단계에 사용된 열차의 중량은,

공차 조건(empty condition) 또는 만차 조건(full condition)으로 동일한 중량으로 사용된 것을 특징으로 하는 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법.

청구항 7

미리 속도를 설정하여 열차가 설정된 일정한 속도로 선로를 주행하도록 하는 속도 설정부;

상기 속도 설정부와 연결되어 열차가 설정된 속도로 운행될 수 있도록 제어하는 차량진단 제어부;

상기 차량진단 제어부로부터 열차가 실제로 운행되는 속도를 피드백(feedback) 받아, 열차가 미리 설정된 속도로 선로를 주행할 수 있도록 추진 장치의 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 지령을 생성하는 차량추진 제어부;

상기 차량추진 제어부에서 생성된 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터를 수집하는 데이터 수집부; 및

상기 데이터 수집부로부터 전송된 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터를 이용하여 주행선로 구간에서 구배(gradient) 값을 실시간으로 계산하는 데이터 연산부를 구비하는 것을 특징으로 하는 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터는,

요구 토크(torque) 량, 요구 전류량, 소비 전력량을 포함하는 것을 특징으로 하는 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 데이터 연산부에서 실시간으로 계산된 구배 값을 시간 순서대로 기록하는 데이터 로깅(data logging)을 실시하는 데이터 로깅부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 데이터 연산부에서 실시간으로 계산된 구배 값을 실시간으로 화면에 디스플레이하는 데이터 표시부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법 및 이를 구현하는 전기철도 차량 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 속도 설정장치의 기능을 활용하여 획득한, 평탄선로 구간 및 구배선로 구간에서의 요구 토크량, 요구 전류량, 소비 전력량을 이용하여, 실시간으로 주행선로의 구배 값을 계산하기 위한 실시간 주행선로의 구배 값 취득 방법 및 이를 구현하는 전기철도 차량 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 철도선로는 일반적으로 구배부와 곡선부를 가지는 것으로서, 지형에 따라 평탄부와 오르막부(상향 구배), 내리막부(하향 구배), 곡선부, 직선부 등으로 이루어져 있다.

[0003] 고속열차가 고속으로 주행하는 고속선로일지라도 직선의 평탄선로만으로 이루어질 수 없기 때문에, 모든 철도선로는 필연적으로 상하 향 구배와 곡선부를 갖는다.

[0004] 이러한 상하 향 구배와 곡선부의 영향에 의해 열차의 성능이 결정되기도 한다. 즉 철도차량은 철도선로의 상하 향 구배 정도에 따라 열차의 견인 및 제동성능이 결정되고, 곡선부에서 철도차량에 발생하는 원심력은 승객의 승차감에 큰 영향을 주게 된다.

[0005] 따라서, 철도선로의 보다 안전한 관리를 위해 철도선로의 상태를 측정해야 할 필요성이 대두 된다.

[0006] 특히 종래에는 주행 선로의 구배 측정을 하기 위해 측정 지점에 구배 측정 센서를 설치하여 구배를 측정한 후, 측정된 구배 값을 시험 중인 열차에 무선으로 전송하는 방법을 사용하였다.

[0007] 따라서 종래 기술은, 현재 노선도의 구배정보를 근거로 열차를 구배 측정지점 근방에 위치시키고 차량의 기동능력만을 평가하는 정도에 그쳤다.

[0008] 이로 인해 종래 기술은, 열차를 노선도의 정확한 구배지점에 위치하고 구배 기동시험을 실시하지 못하게 되어, 구배시험 시 열차가 정차 또는 주행한 선로에 대한 정확한 구배 값을 알 수 없는 문제점 및 시험운행중인 추진 장치의 출력성능을 추진 장치 설계 기준치와 비교할 수 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 속도 설정장치의 기능을 활용하여 획득한 평탄선로 구간 및 구배선로 구간에서의 요구 토크량, 요구 전류량, 소비 전력량을 이용하여 실시간으로 주행선로의 구배 값을 계산하기 위한 실시간 주행 선로의 구배 값 취득 방법 및 이를 구현하는 전기철도 차량 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 따른 실시간 주행 선로의 구배 값 취득 방법은, 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 평탄선로 구간을 주행하면서 평탄선로 구간에서의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c)을 계산하는 제1 단계; 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 열차가 설정된 속도로 구배선로 구간을 주행하면서 구배선로 구간에서의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 계산하는 제2 단계; 구배선로 구간에 대한 평탄선로 구간에 있어서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 계산하는 제3 단계; 상기 요구 토크량 비(T_r), 상기 요구 전류량 비(I_r), 상기 소비 전력량 비(E_r)의 크기가 1 보다 큰지를 판단하는 제4 단계; 및 상기 제4 단계의 판단 결과에 따라 주행 선로의 상향 구배값 또는 하향 구배값을 계산하는 제5 단계를 포함하는 기술을 제공한다.

[0011] 또한, 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 따른 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템은, 미리 속도를 설정하여 열차가 설정된 일정한 속도로 선로를 주행하도록 하는 속도 설정부; 상기 속도 설정부와 연결되어 열차가 설정된 속도로 운행될 수 있도록 제어하는 차량진단 제어부; 상기 차량진단 제어부로부터 열차가 실제로 운행되는 속도를 피드백(feedback) 받아 열차가 미리 설정된 속도로 선로를 주행할 수 있도록 추진 장치의 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 지령을 생성하는 차량추진 제어부; 상기 차량추진 제어부에서 생성된 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터를 수집하

는 데이터 수집부; 및 상기 데이터 수집부로부터 전송된 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터를 이용하여 주행선로 구간에서 구배(gradient) 값을 실시간으로 계산하는 데이터 연산부를 포함하는 기술을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명은 실시간으로 주행선로에 대한 정확한 구배 값과 추진 장치 출력성능 데이터가 확보되어 정확한 구배 성능시험을 실시할 수 있을 뿐 아니라, 시험운행중인 추진 장치를 추진 장치 설계기준과 비교를 할 수 있는 기술적 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템을 도시한 것이다.

도 2는 도 1의 데이터 연산부에 의해 전기철도 차량 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하는 과정을 나타낸 것이다.

도 3a는 구배선로 구간에서 상향 구배 값을 정의한 것을 나타낸 것이다.

도 3b는 구배선로 구간에서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 이용하여 상향 구배 값을 계산하기 위한 다이어그램을 나타낸 것이다.

도 4a는 구배선로 구간에서 하향 구배 값을 정의한 것을 나타낸 것이다.

도 4b는 구배선로 구간에서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 이용하여 하향 구배 값을 계산하기 위한 다이어그램을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템을 도시한 것이다.

[0016] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하기 위한 전기철도 차량 시스템(100)은, 속도 설정부(110), 차량 제어부(120), 데이터 수집부(130), 데이터 연산부(140), 데이터 로깅부(150) 및 데이터 표시부(160)를 포함하여 구성된다.

[0017] 속도 설정부(110)는 속도 설정장치(preset speed device)를 구비하는데, 속도 설정장치는 전기철도차량의 차량 진단제어부(121)와 연결되어 사용되며, 운전자가 속도 설정장치를 사용하여 열차 속도를 미리 지정할 경우 열차가 지정된 속도로 운행할 수 있도록 해준다.

[0018] 차량 제어부(120)는 차량진단 제어부(121) 및 차량추진 제어부(123)를 포함하여 구성된다.

[0019] 여기서 차량진단 제어부(121)는 외부의 속도 설정부(110)와 연결되어 미리 설정된 일정한 속도로 열차가 운행될 수 있도록 제어한다.

[0020] 차량추진 제어부(123)는 열차가 실제로 운행되는 속도를 차량진단 제어부(121)로부터 피드백(feedback) 받아, 열차가 속도 설정장치에서 설정된 일정속도로 운행되도록 추진 장치의 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 지령을 생성시킨다.

[0021] 데이터 수집부(130)는 차량추진 제어부(123)에서 생성된 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터를 수집한 후 데이터 연산부(140)에게 전송한다.

[0022] 여기서 견인력(tractive force) 또는 제동력(braking force) 데이터란 요구 토크(torque) 량, 요구 전류량, 소비 전력량을 의미한다.

[0023] 이때 요구 토크(torque) 량은 열차를 설정된 일정속도로 운행하기 위해, 열차에 작용하여 열차를 회전시키는 원인이 되는 물리량으로, 단위는 $N \cdot m$ 또는 $kgf \cdot m$ 을 사용한다.

- [0024] 요구 전류량은 열차를 설정된 일정속도로 운행하기 위해, 차량추진 제어부(123)의 추진제어 인버터에 공급되어야 할 전류(current) 량을 의미하고, 소비 전력량은 열차를 설정된 일정속도로 운행하기 위해, 차량추진 제어부(123)의 추진제어 인버터에 공급되어야 할 전력(power) 량을 의미한다.
- [0025] 데이터 연산부(140)는 데이터 수집부(130)로부터 전송된 평탄선로 구간에서의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c) 및 구배선로 구간에서 각각의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 이용해 주행선로 구간에서 구배(gradient) 값을 실시간으로 계산한다.
- [0026] 이때 데이터 연산부(140)에서 수행하는 구체적인 구배(gradient) 값 계산 방법은 도 2를 설명하는 부분에서 후술한다.
- [0027] 데이터 로깅부(150)는 데이터 연산부(140)에서 실시간으로 계산된 구배 값을 시간 순서대로 기록하는 작업, 즉 데이터 로깅(data logging)을 실시한다.
- [0028] 데이터 표시부(160)는 데이터 연산부(140)에서 실시간으로 계산된 구배 값을 실시간으로 화면에 디스플레이 한다.
- [0029] 도 2는 도 1의 데이터 연산부(140)에 의해 주행선로의 구배 값을 실시간으로 계산하는 과정을 나타낸 것이다.
- [0030] 먼저, 속도설정 장치를 이용하여 평탄선로 구간에서 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c)을 계산하는 과정을 이하 설명한다.
- [0031] 우선 사전에 평탄선로 구간을 시험 운행하는 제1 과정(a10)을 갖는다.
- [0032] 다음 과정으로, 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 미리 설정된 일정한 속도로 소정의 평탄선로 구간을 운행하는 제2 과정(a20)을 갖는다.
- [0033] 다음 과정으로, 하기 [수학식1]에 의해 적분단위시간(t_d)을 계산하는 제3 과정(a30)을 갖는다.

수학식 1

$$t_d = \frac{3600}{v_{ref}} [\text{sec}]$$

- [0034]
- [0035] 여기서, 적분단위시간 t_d 는 지정속도(preset speed) v_{ref} [km/h]로 평탄선로 구간(구배 값 = 0 /₀₀) 1km를 주행하는데 소요되는 시간[sec]을 의미한다.
- [0036] 이를테면, 속도설정장치에서 지정속도로 $v_{ref} = 200$ [km/h]를 지정하여 평탄선로 구간 1km를 주행할 경우, 소요되는 시간 t_d 는 상기 [수학식1]에 의해 18[sec]가 된다.
- [0037] 다음 과정으로, 하기 [수학식2]에 의해 평탄선로 구간에서 각각의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c)을 계산하는 제4 과정(a40)을 갖는다.

수학식 2

$$T_c = \int_0^{t_d} T_{rq}(t) dt$$

$$I_c = \int_0^{t_d} I_{rq}(t) dt$$

$$E_c = \int_0^{t_d} v_{dc}(t) \times i_{dc}(t) dt$$

[0038]

[0039] 여기서, $T_{rq}(t)$ 는 순간에 발생시키는 전인력 지령값을 의미하며, $I_{rq}(t)$ 는 순간에 차량추진 제어부(123)의 추진 제어 인버터에 흐르는 전류 지령값을 의미하고, $v_{dc}(t)$ 는 추진제어 인버터의 소비 전력량을 계산하기 위한 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 걸리는 전압 값을 의미하며, $i_{dc}(t)$ 는 추진제어 인버터의 소비 전력량을 계산하기 위한 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 흐르는 전류 값을 의미한다.

[0040] 다음으로, 속도설정 장치를 이용하여 구배선로 구간에서 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 계산하는 단계를 이하 설명한다.

[0041] 우선 구배선로 구간을 실시간으로 시험 운행하는 제1 단계(S10)를 갖는다.

[0042] 다음 단계로, 속도 설정장치를 턴 온(turn on) 시켜 미리 설정된 일정한 속도로 소정의 구배선로 구간을 운행하는 제2 단계(S20)를 갖는다.

[0043] 다음 단계로, 상기 [수학식1]에 의해 적분단위시간(t_d)을 계산하는 제3 단계(S30)를 갖는다. 이 경우 적분단위 시간 t_d 는 지정속도(preset speed) v_{ref} [km/h]로 구배선로 구간 1km를 주행하는데 소요되는 시간[sec]을 의미한다.

[0044] 다음 단계로, 하기 [수학식3]에 의해 구배선로 구간에서 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g) 각각을 계산하는 제4 단계(S40)를 갖는다.

수학식 3

$$T_g = \int_0^{t_d} T_{rq}(t) dt,$$

$$I_g = \int_0^{t_d} I_{rq}(t) dt,$$

$$E_g = \int_0^{t_d} v_{dc}(t) \times i_{dc}(t) dt$$

[0045]

[0046] 여기서, $T_{rq}(t)$ 는 순간에 발생시키는 전인력 지령값을 의미하며, $I_{rq}(t)$ 는 순간에 차량추진 제어부(123)의 추진 제어 인버터에 흐르는 전류 지령값을 의미하고, $v_{dc}(t)$ 는 추진제어 인버터의 소비 전력량을 계산하기 위한 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 걸리는 전압 값을 의미하며, $i_{dc}(t)$ 는 추진제어 인버터의 소비 전력량을 계산하기 위한 순간 추진제어 인버터의 직류 입력단에 흐르는 전류 값을 의미한다.

[0047] 한편, [수학식2]의 평탄선로 구간에서 각각의 요구 토크량(T_c), 요구 전류량(I_c), 소비 전력량(E_c) 및 [수학식

3]의 구배선로 구간에서 각각의 요구 토크량(T_g), 요구 전류량(I_g), 소비 전력량(E_g)을 측정할 때, 시험 운행하는 열차의 차량 중량(weight)은 동일한 조건이어야 하며, 주행선로의 곡률반경으로 인한 주행 저항은 무시하였다.

[0048] 여기서, 차량 중량이 동일한 조건이란, 열차의 시험 운행 중 공차 조건(empty condition) 또는 만차 조건(full condition)으로 열차가 동일한 중량을 사용되었음을 의미한다.

[0049] 다음 단계로, 하기 [수학식4]에 의해 구배선로 구간에 대한 평탄선로 구간에 있어서 각각의 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)를 계산하는 제5 단계(S50)를 갖는다.

수학식 4

$$T_r = \frac{T_g}{T_c}, \quad I_r = \frac{I_g}{I_c}, \quad E_r = \frac{E_g}{E_c}$$

[0050]

[0051] 다음 단계로, 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)가 1 보다 큰 값을 갖는지를 판단하는 제6 단계(S60)를 갖는다.

[0052] 만일, 제6 단계(S60)에서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)가 1 보다 크다고 판단한 경우(예), 하기 [수학식5]에 의해 상향 구배 값을 계산하는 제7 단계(S70)를 갖는다.

수학식 5

$$grad = \frac{\sqrt{T_r^2 - 1}}{1000} \quad [‰], \text{ if } T_r > 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{I_r^2 - 1}}{1000} \quad [‰], \text{ if } I_r > 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{E_r^2 - 1}}{1000} \quad [‰], \text{ if } E_r > 1$$

[0053]

[0054] 여기서, 도 3a 및 도 3b에 도시된 것처럼, 직각 삼각형에서의 피타고라스 정리(pythagorean theorem)를 이용하여 상기 [수학식5]를 유도하였다.

[0055] 만일, 제6 단계(S60)에서 요구 토크량 비(T_r), 요구 전류량 비(I_r), 소비 전력량 비(E_r)의 크기가 1 보다 작다고 판단한 경우(아니오), 하기 [수학식6]에 의해 하향 구배 값을 계산하는 제8 단계(S80)를 갖는다.

수학식 6

$$grad = \frac{\sqrt{1 - T_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } T_r < 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{1 - I_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } I_r < 1$$

$$grad = \frac{\sqrt{1 - E_r^2}}{1000} [\%], \text{ if } E_r < 1$$

[0056]

[0057]

여기서, 도 4a 및 도 4b에 도시된 것처럼, 직각 삼각형에서의 피타고라스 정리(pythagorean theorem)를 이용하여 상기 [수학식6]을 유도하였다.

[0058]

이상에서는 본 발명에 대한 기술사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 본 발명의 기술적 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

부호의 설명

[0059]

110 : 속도 설정부

120 : 차량 제어부

121 : 차량진단 제어부

123 : 차량추진 제어부

130 : 데이터 수집부

140 : 데이터 연산부

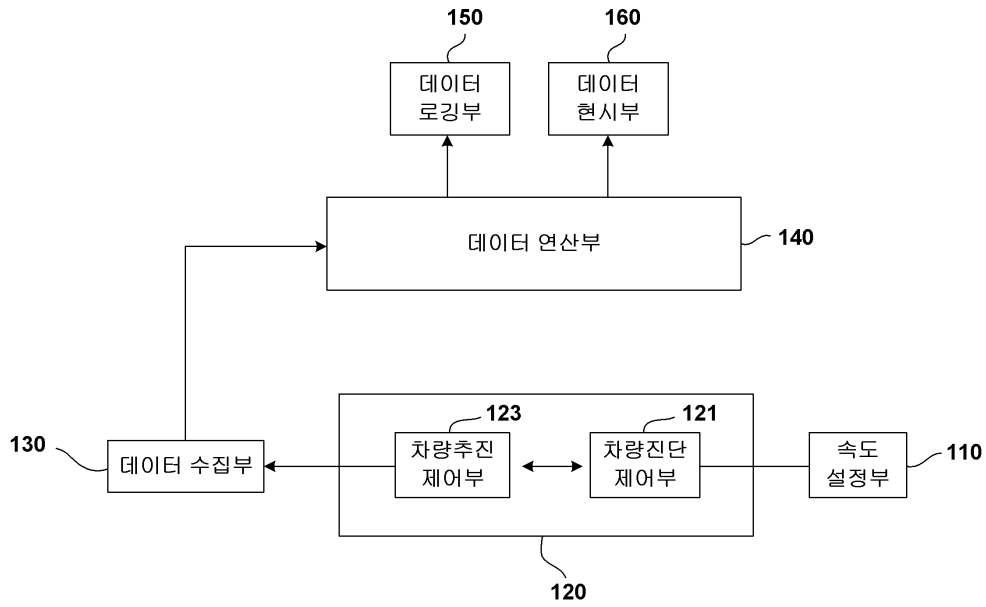
150 : 데이터 로깅부

160 : 데이터 표시부

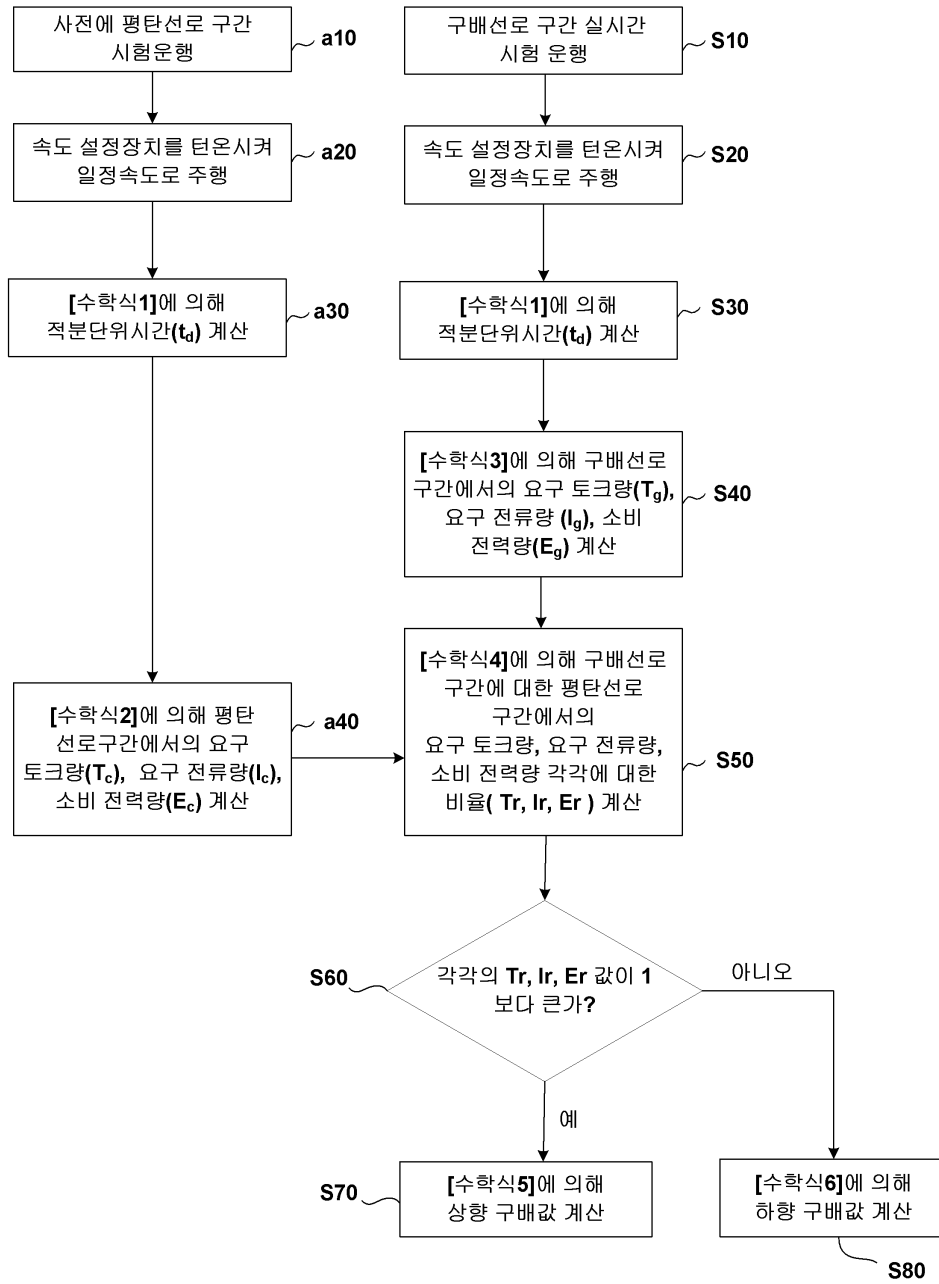
도면

도면1

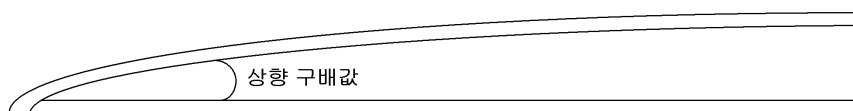
100



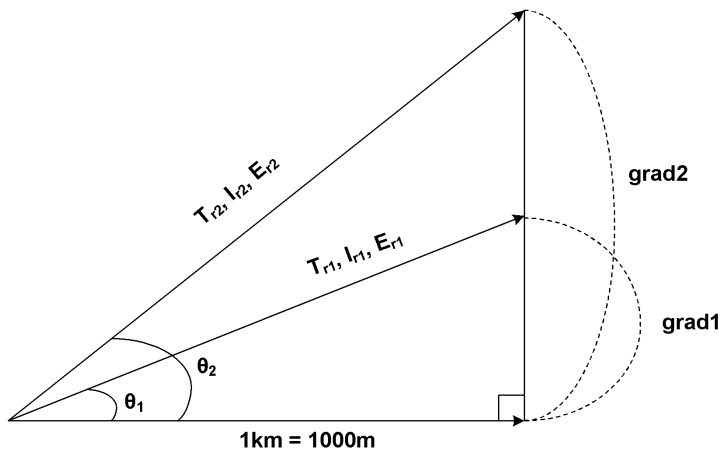
도면2



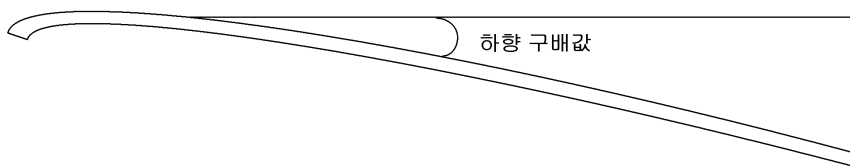
도면3a



도면3b



도면4a



도면4b

