



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월24일
(11) 등록번호 10-1476507
(24) 등록일자 2014년12월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 15/20 (2006.01) A61G 5/04 (2006.01)
B60K 7/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0132642
(22) 출원일자 2012년11월21일
심사청구일자 2012년11월21일
(65) 공개번호 10-2014-0065291
(43) 공개일자 2014년05월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP2006230421 A
JP2002263143 A
JP2004194794 A
KR100338531 B1

(73) 특허권자
가천대학교 산학협력단
경기도 성남시 수정구 성남대로 1342 (복정동)
(72) 발명자
강민석
서울 서초구 서초중앙로 220, 2동 803호 (반포동, 서초한양아파트)
김보성
서울 광진구 자양로44나길 26-1, 201호 (구의동, 현진빌라)
(74) 대리인
박희진

전체 청구항 수 : 총 6 항

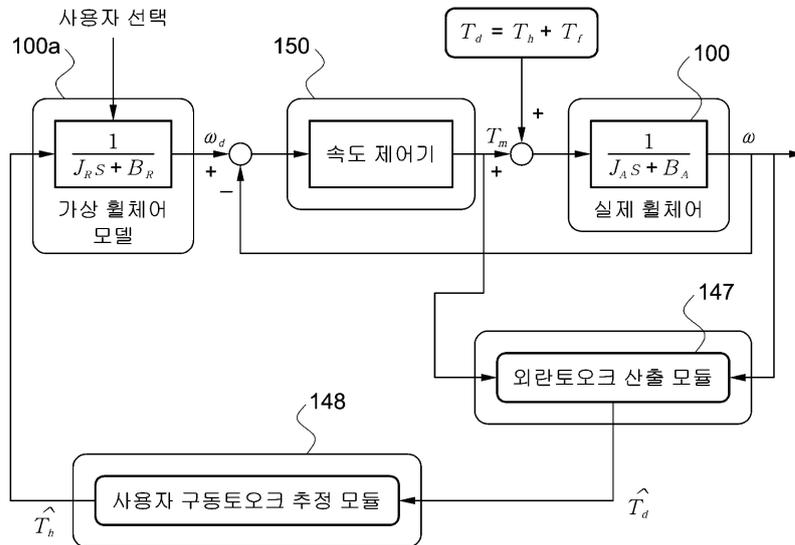
심사관 : 정소연

(54) 발명의 명칭 **휠체어 제어방법 및 이를 이용한 이동과 재활을 위한 부하 선택형 휠체어**

(57) 요약

사용자의 상지근력에 맞게 부하를 설정하여 운용할 수 있고, 이동경로가 오르막길이건 내리막길이건 상관없이, 평평한 도로에서 이동하는 것과 같이 휠체어를 운용할 수 있는 부하선택형 보조동력 휠체어가 개시된다. 상기 보조동력 휠체어는 바퀴의 회전속도를 측정하기 위한 회전속도 측정수단, 모터에 걸리는 토크를 측정하기 위한 모터토크 측정수단 및 회전속도 측정수단으로부터 인가되는 바퀴의 회전속도에 대한 정보와 모터토크 측정수단으로부터 인가되는 모터에 걸리는 모터토크에 대한 정보로부터 사용자가 핸드 럼에 가한 사용자토크를 추정하고 추정된 사용자토크에 따른 목표속도를 산출하여 바퀴의 회전속도가 목표속도를 추종하도록 모터를 제어하는 모터제어수단을 포함하는 구성을 가진다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김진만

경기 고양시 덕양구 호국로742번길 38, 607동 905호 (성사동, 어울림마을6단지아파트)

서재홍

경기 남양주시 사릉로34번길 22, 가동 303호 (금곡동, 도시빌라)

황승호

경기 김포시 유현로 19, 121동 701호 (풍무동, 유현마을신동아아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

핸드 립이 구비된 바퀴와 상기 바퀴의 회전을 도와주기 위한 모터를 구비하는 휠체어의 운영을 제어하기 위한 휠체어 제어방법에 있어서,

상기 휠체어의 운영기준을 가지는 가상의 휠체어모델을 설정하는 가상모델 설정단계;

상기 바퀴에 외란토크가 가해지면 측정된 모터토크와 측정된 상기 바퀴의 각속도 정보로부터 상기 외란토크를 산출하는 외란토크 산출단계;

상기 산출된 상기 외란토크로부터 사용자가 상기 핸드 립에 가한 사용자토크를 추정하는 사용자토크 추정단계;

상기 추정된 상기 사용자토크에 따라 운행되어야 할 상기 가상의 휠체어모델의 상기 운영기준에 따른 목표속도를 산출하는 목표속도 산출단계;

상기 외란토크가 가해진 후의 상기 휠체어의 실제속도를 측정하는 실제속도 측정단계; 및

상기 산출된 상기 목표속도와 상기 측정된 상기 실제속도를 비교하면서 상기 실제속도가 상기 목표속도를 추종하도록 상기 모터의 구동속도를 제어하는 속도제어단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 휠체어 제어방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 휠체어의 서로 다른 운영기준들을 가지는 복수의 가상의 휠체어모델들을 설정하여 두는 복수가상모델 설정단계를 더 포함하고,

상기 가상모델 설정단계는 상기 복수의 가상의 휠체어모델들 중 상기 휠체어의 사용자에게 맞는 하나를 선택하는 것에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 휠체어 제어방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 서로 다른 운영기준들은 수동휠체어의 운동을 동역학적으로 모델링한 모델에서 질량관성 모멘트와 점성마찰을 증감하는 것에 의해 상기 휠체어를 이동시키고자 할 때의 상기 바퀴에 걸릴 부하를 달리 적용한 것임을 특징으로 하는 휠체어 제어방법.

청구항 4

핸드 립이 구비된 바퀴를 구비하는 휠체어본체와 상기 휠체어본체에 설치되어 상기 바퀴의 회전을 도와주기 위한 모터와 전원이 필요한 구성요소로 전원을 공급하기 위한 배터리를 구비하는 동력보조 휠체어에 있어서,

상기 바퀴의 회전속도를 측정하기 위한 회전속도 측정수단;

상기 모터에 걸리는 토크를 측정하기 위한 모터토크 측정수단; 및

상기 회전속도 측정수단으로부터 인가되는 상기 바퀴의 회전속도에 대한 정보와 상기 모터토크 측정수단으로부터 인가되는 상기 모터에 걸리는 모터토크에 대한 정보로부터 사용자가 상기 핸드 립에 가한 사용자토크를 추정하고 추정된 상기 사용자토크에 따른 목표속도를 산출하여 상기 바퀴의 회전속도가 상기 목표속도를 추종하도록 상기 모터를 제어하는 모터제어수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 동력보조 휠체어.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 모터제어수단은 상기 휠체어의 운영기준을 가지는 가상의 휠체어모델에 대한 정보와 상기 휠체어의 운영에 필요한 프로그램들에 대한 데이터와 상기 프로그램들의 실행에 필요한 데이터를 저장하고 있는 메모리부; 및

상기 프로그램들을 실행하고 그 결과에 따라 상기 모터의 구동속도를 제어하는 제어부를 구비하여 구성되고,

상기 프로그램들은,

상기 제어부로 인가되는 상기 바퀴의 회전속도에 대한 정보와 상기 모터에 걸리는 모터토크에 대한

정보로부터,

상기 바퀴의 회전속도 변화를 통해 상기 바퀴에 외란토크가 가해지는지를 판단하는 외란토크발생 판단기능, 상기 바퀴에 외란토크가 가해지는 경우 전체 토크로부터 상기 외란토크를 산출하는 외란토크 산출기능, 상기 산출된 상기 외란토크로부터 상기 사용자가 상기 핸드 림에 가한 사용자토크를 추정하는 사용자토크 추정기능, 상기 추정된 상기 사용자토크에 따라 운행되어야 할 상기 가상의 휠체어모델의 상기 운행기준에 따른 목표속도를 산출하는 목표속도 산출기능, 상기 산출된 상기 목표속도를 상기 외란토크가 가해진 후의 상기 바퀴의 속도를 비교하여 상기 바퀴의 속도가 상기 목표속도를 추종하도록 모터의 구동속도를 제어하는 속도제어기능을 수행하는 프로그램들인 것을 특징으로 하는 동력보조 휠체어.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 모터는 상기 휠체어의 두 바퀴 축 내부에 장착 가능한 인-휠(in-wheel) 교류 서보모터이고, 상기 회전속도 측정수단은 상기 바퀴에 설치되어 상기 바퀴의 각속도를 측정하기 위한 인코더 또는 속도센서이고, 상기 메모리부에는 상기 휠체어의 서로 다른 운행기준을 가지는 복수의 가상의 휠체어모델에 대한 데이터가 저장되어 있고, 사용자가 상기 제어수단에 연결된 선택부를 통해 상기 서로 다른 운행기준들 중 하나를 선택할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 동력보조 휠체어.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 휠체어에 관련된 것으로, 특히 동력보조 휠체어에 관련된 것이다. 일반적으로, 휠체어는 수동형과 전동형으로 분류된다. 수동형 휠체어는 사용자가 직접 바퀴를 손으로 굴러가며 사용하기 때문에 경사지에서 운행하거나 먼 거리를 운행 시 상지근력에 무리를 줄 수 있다. 전동형 휠체어는 상지근력을 잃거나 상지근력이 저하되어 수동형 휠체어를 구동하기 힘든 장애인이 주로 사용하며 조이스틱을 이용하여 모터를 구동시켜 휠체어를 운행하므로 장기간 사용 시 휠체어 사용자의 상지근력이 약화될 수 있다. 이에 따라 경사지에서 운행하거나 먼 거리를 운행 시에도 상지근력에 무리를 주지 않고 휠체어 운행 시 사용자가 근력을 사용할 수 있도록 함으로써 재활에 도움을 줄 수 있는 동력보조 휠체어가 필요하다.

배경기술

[0002]

이용자가 수동으로 휠체어의 바퀴를 회전시키기 위해서 핸드 림(hand rim)을 잡고 힘을 가하면, 센서부에서 핸드 림에 가해진 힘을 측정하여 정보를 생성하고, 제어부가 센서부에서 생성된 정보에 따라 모터를 제어하여 바퀴의 회전속도를 제어하는 전동휠체어가 공개번호 10-2012-0096633호(발명의 명칭: 파워어시스트 장치 및 이를 이용한 파워어시스트 전동휠체어, 발명자: 공정식, 이하 "선출원 발명"이라 함)의 공개특허공보에 개시되어 있다.

[0003]

상기와 같은 선출원 발명의 파워어시스트 전동휠체어는 핸드 림에 가해진 힘을 측정하기 위한 힘측정 센서를 갖는 힘측정 모듈이 필요하고, 또한 이들을 휠체어의 바퀴에 여러 개 설치하여야 하는 문제점이 있다.

[0004]

특히, 휠체어 사용자는 휠체어를 타고 이동 시 오르막 경사지를 만나면 평지에서보다 큰 힘으로 핸드 림에 힘을 가하게 된다. 그런데, 선출원 발명의 파워어시스트 전동휠체어는 측정모듈에서 큰 힘이 감지되면 모터의 회전수를 오히려 낮추게 되어 있으므로 오르막 경사지에서 사용하기에 적합하지 않다.

[0005]

또한, 내리막 경사지를 만나는 경우, 휠체어 사용자는 평지에서보다 작은 힘으로 핸드 림에 힘을 가하게 되는데, 선출원 발명의 파워어시스트 전동휠체어는 측정모듈에서 작은 힘이 감지되면 모터의 회전수를 오히려 높게 되어 있으므로 내리막 경사지에서 사용하기에도 적합하지 않다.

[0006]

또한, 선출원 발명의 파워어시스트 전동휠체어는 사용자가 핸드 림을 잡는 자세나 위치에 따라 그리고 힘측정모듈에 따라 측정되는 힘에 오차가 생길 수 있는 문제점도 있다.

[0007]

또한, 선출원 발명의 파워어시스트 전동휠체어는 힘이 센 사용자가 사용하던 휠체어를 힘이 약한 사용자가 사용하고자 하는 경우 또는 그 반대의 경우에는 힘측정 센서를 새로운 사용자에게 맞추어 교체 설치하여야 하는 경우도 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 선출된 발명에서와 같은 힘측정 모듈 없이 그리고 값비싼 토크 센서 없이도 사용자가 원하는 속도로 휠체어를 운행할 수 있는 휠체어 제어방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 사용자의 재할에 도움이 되도록 원하는 속도로 이동하기 위해 사용자가 바퀴에 가해야되는 토크를 원하는 수준으로 조정할 수 있는 부하선택형식의 휠체어 제어방법을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 휠체어가 이동하는 환경, 예를 들면 오르막 또는 내리막 경사지,에 관계없이 사용자는 평지를 이동하는 것과 같은 힘으로 이동할 수 있는 휠체어 제어방법을 제공하는 데 있다.
- [0011] 사용자의 재할에 도움이 되도록 원하는 속도로 이동하기 위해 사용자가 바퀴에 가해야되는 토크를 원하는 수준으로 조정할 수 있는 부하선택형식의 휠체어 제어방법을 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 수동형 휠체어에서도 쉽게 구현할 수 있는 휠체어 제어방법을 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명의 방법이 구현된 동력보조 휠체어를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명에 따른 휠체어 제어방법은 핸드 림이 구비된 바퀴와 상기 바퀴의 회전을 도와주기 위한 모터를 구비하는 휠체어의 운영을 제어하기 위한 휠체어 제어방법에 있어서, 상기 휠체어의 운영기준을 가지는 가상의 휠체어 모델을 설정하는 가상모델 설정단계; 이동 중 바퀴에 가해지는 전체 토크 중 모터 토크를 제외한 외란토크를 산출하는 외란토크 산출단계; 상기 산출된 상기 외란토크로부터 사용자가 상기 핸드 림에 가한 사용자토크를 추정하는 사용자토크 추정단계; 상기 추정된 상기 사용자토크에 따라 운행되어야 할 상기 가상의 휠체어모델의 상기 운영기준에 따른 목표속도를 산출하는 목표속도 산출단계; 상기 휠체어의 실제속도를 측정하는 실제속도 측정단계; 및 상기 산출된 상기 목표속도와 상기 측정된 상기 실제속도를 비교하면서 상기 실제속도가 상기 목표속도를 추종하도록 상기 모터의 구동속도를 제어하는 속도제어단계를 포함하는 구성을 가진다.
- [0015] 이상의 단계는 모두 실시간으로 이루어진다.
- [0016] 상기 휠체어의 서로 다른 운영기준들을 가지는 복수의 가상의 휠체어모델들을 설정하여 두는 복수가상모델 설정 단계를 더 포함하고, 상기 가상모델 설정단계는 상기 복수의 가상의 휠체어모델들 중 상기 휠체어의 사용자에게 맞는 하나를 선택하는 것에 의해 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 서로 다른 운영기준들은 수동휠체어의 운동을 동역학적으로 모델링한 모델에서 질량관성모멘트와 점성마찰을 증감하는 것에 의해 상기 휠체어를 이동시키고자 할 때의 상기 바퀴에 걸릴 부하를 달리 적용한 것이 좋다.
- [0018] 본 발명에 따른 동력보조 휠체어는 핸드 림이 구비된 바퀴를 구비하는 휠체어본체와 상기 휠체어본체에 설치되어 상기 바퀴의 회전을 도와주기 위한 모터와 전원이 필요한 구성요소로 전원을 공급하기 위한 배터리를 구비하는 동력보조 휠체어에 있어서, 상기 바퀴의 회전속도를 측정하기 위한 회전속도 측정수단; 상기 모터에 걸리는 토크를 측정하기 위한 모터토크 측정수단; 및 상기 회전속도 측정수단으로부터 인가되는 상기 바퀴의 회전속도에 대한 정보와 상기 모터토크 측정수단으로부터 인가되는 상기 모터에 걸리는 모터토크에 대한 정보로부터 사용자가 상기 핸드 림에 가한 사용자토크를 추정하고 상기 추정된 사용자토크에 따른 목표속도를 산출하여 상기 바퀴의 회전속도가 상기 목표속도를 추종하도록 상기 모터를 제어하는 모터제어수단을 포함하는 구성을 가진다.
- [0019] 상기 모터제어수단은 상기 휠체어의 운영기준을 가지는 가상의 휠체어모델에 대한 정보와 상기 휠체어의 운영에 필요한 프로그램들에 대한 데이터와 상기 프로그램들의 실행에 필요한 데이터를 저장하고 있는 메모리부; 및 상기 프로그램들을 실행하고 그 결과에 따라 상기 모터의 구동속도를 제어하는 제어부를 구비하여 구성되고,
- [0020] 상기 프로그램들은, 상기 제어부로 인가되는 상기 바퀴의 회전속도에 대한 정보와 상기 모터에 걸리는 모터토크에 대한 정보로부터,
- [0021] 상기 바퀴의 회전속도 변화를 통해 상기 바퀴에 외란토크가 가해지는지를 판단하는 외란토크발생 판단기능, 상기 바퀴에 외란토크가 가해지는 경우 전체 토크로부터 상기 외란토크를 산출하는 외란토크 산출기능, 상기 산출된 상기 외란토크로부터 상기 사용자가 상기 핸드 림에 가한 사용자토크를 추정하는 사용자토크 추정기능, 상기 추정된 상기 사용자토크에 따라 운행되어야 할 상기 가상의 휠체어모델의 상기 운영기준에 따른 목표속도를 산출하는 목표속도 산출기능, 상기 산출된 상기 목표속도를 상기 외란토크가 가해진 후의 상기 바퀴의 속도를 비

교하여 상기 바퀴의 속도가 상기 목표속도를 추종하도록 모터의 구동속도를 제어하는 속도제어기능을 수행하는 프로그램들인 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 모터는 상기 휠체어의 두 바퀴 축 내부에 장착 가능한 인-휠(in-wheel) 교류 서보모터이고, 상기 회전속도 측정수단은 상기 바퀴에 설치되어 상기 바퀴의 각속도를 측정하기 위한 인코더 또는 속도센서이고, 상기 메모리 부에는 상기 휠체어의 서로 다른 운행기준을 가지는 복수의 가상의 휠체어모델에 대한 데이터가 저장되어 있고, 사용자가 상기 제어수단에 연결된 선택부를 통해 상기 서로 다른 운행기준들 중 하나를 선택할 수 있도록 된 것이 좋다.

[0023] 상기와 같은 본 발명에 따른 휠체어는 바람직하게 기존의 수동용 휠체어와, 이의 두 바퀴의 축에 장착이 가능한 인-휠(in-wheel) 교류 서보 모터, 모터 드라이버(motor driver), 모터의 토크를 측정하기 위한 모터토크 측정수단, 바퀴의 각속도를 측정하기 위한 인코더(encoder) 또는 속도 센서 및 사용자의 재할에 도움이 될 수 있는 부하를 가지는 가상휠체어모델을 1개 이상 설정해 두고 사용자가 바퀴에 가하는 사용자 토크를 추정하여 추정된 사용자 토크에 따라 가상휠체어에서의 목표속도를 산출하고 휠체어의 속도가 이 목표속도를 추종하도록 서보 모터를 구동하기 위한 모터제어신호를 모터 드라이버로 출력하는 모터제어수단으로 이루어져 있다.

발명의 효과

[0024] 상기와 같은 본 발명이 구현된 동력보조 휠체어를 이용하는 사용자는 실제 이동 경로의 조건에 상관없이, 즉, 이동경로가 오르막길이건 내리막길이건 상관없이, 평평한 도로에서 이동하는 것과 같이 휠체어를 운용할 수 있다.

[0025] 가상휠체어를 여러 개 설정하는 경우, 사용자에게 따라 자신에 적합한 부하를 선정(예를 들면, 사용자가 가하는 동일한 토크에 대해 상대적으로 짧은 거리 이동하는 부하, 중간거리 이동하는 부하, 먼 거리 이동하는 부하를 선택)하여 휠체어를 운용하도록 할 수 있다.

[0026] 본 발명에 따른 동력보조 휠체어는 사용자의 상지근력의 능력에 따라 부하를 선택할 수 있고, 이는 사용자의 이동을 편리하게 함과 더불어 재할에 도움을 준다.

[0027] 본 발명에 따르면, 외란을 측정하기 위한 별도의 토크 센서 없이 인코더 또는 속도측정 센서에서 측정된 각속도와 모터토크 측정만으로 휠체어에 가해지는 사용자의 구동토크를 추정할 수 있다.

[0028] 사용자가 자신의 상지근력의 정도에 따라 가상의 휠체어모델을 통해 적절한 부하를 선택할 수 있어 다양한 사용자의 요구를 만족시킬 수 있다.

[0029] 평지를 이동할 때의 수동형 휠체어와 같이 힘을 가하면 속도가 증가하고 힘을 가하지 않으면 속도가 점차 감소하는 경향의 속도곡선을 나타내도록 휠체어의 속도를 제어함으로써 안전성 및 구동 시 사용자가 느끼는 이질감을 최소화 할 수 있다.

[0030] 본 발명에 따른 휠체어는 수동형 휠체어의 이용이 부담스러운 상지근력이 남아 있는 사용자를 위한 것으로, 전동휠체어를 사용함으로써 발생하는 상지근력 저하를 방지하고자 하는 사용자에게 적합하다. 본 발명에 따른 휠체어를 사용하는 사용자는 본인의 근력에 적합한 부하를 선택할 수 있으므로 이동의 목적뿐만 아니라 사용자의 상지근력을 강화하는 데에도 도움을 준다.

[0031] 본 발명에 따른 휠체어는 수동형과 전동형의 중간의 반자동 형태이며, 구동모터로서 인-휠(In-Wheel) 모터를 사용하여 바퀴를 탈부착 할 수 있기 때문에 유지보수가 용이하고 중량이 가벼워 운반과 보관이 용이하다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 따른 이동과 재할을 위한 부하 선택형 휠체어의 사시도,

도 2는 도 1에 나타낸 휠체어의 분리사시도,

도 3은 본 발명에 따른 휠체어 제어방법의 개념을 설명하기 위한 블록도,

도 4는 본 발명에 따른 모터제어시스템의 블록도,

도 5는 본 발명에 따른 휠체어 제어방법의 과정을 설명하기 위한 순서도,

도 6은 사용자에게 적합한 부하선택을 설명하기 위한 그래프,

도 7은 전원을 오프(off)시킨 상태와 전원을 온(on) 시킨 상태에서 바퀴에 동일한 사용자토크를 가했을 때의 시간에 따른 속도변화를 나타낸 응답 그래프이고,

도 8은 시간에 따른 이동거리를 나타낸 응답 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세하게 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 이동과 재활을 위한 부하 선택형 휠체어의 사시도이고, 도 2는 도 1에 나타난 휠체어의 분리사시도, 도 3은 본 발명에 따른 휠체어 제어방법의 개념을 설명하기 위한 블록도이고, 도 4는 본 발명에 따른 모터제어시스템의 블록도이다.
- [0035] 도 1과 2에는 본 발명에 따른 휠체어(100)가 도시되어 있다. 이 휠체어(100)는 핸드 림(111a)이 설치된 바퀴(111)를 가지는 휠체어본체(110)를 구비하고 있다. 이 휠체어본체(110)의 형태는 기존의 수동형 휠체어에서와 같다. 휠체어본체(110)는 프레임(113)과 프레임(113)에 설치된 바퀴(111)를 구비한다. 바퀴(111)는 2개가 휠체어본체(113)의 좌우 양측에 축(115)을 통해 회전 가능케 설치되어 있다. 그리고 두 바퀴(111) 앞쪽의 프레임(113)에 보조바퀴(117)가 각각 설치되어 있다. 보조바퀴(117)는 프레임(113)에 수평방향으로 회동 가능케 설치되어 있다.
- [0036] 휠체어본체(110)의 바퀴(111)에는 모터(120)가 설치되어 있다. 이 모터(120)로는 바퀴(111)의 축(115)에 설치될 수 있는 인-휠 모터로서 교류 서보 모터인 것이 바람직하다. 모터(120)는 바퀴(111)를 회전시킬 수 있으면 되므로, 반드시 인-휠 모터이어야 하는 것은 아니다. 이 모터(120)는 휠체어(100) 사용자가 바퀴(111)에 가하는 힘에 더하여 바퀴(111)를 회전시키는 것을 도와주기 위한 보조동력을 제공하기 위한 것이다.
- [0037] 도 3과 4를 함께 더 참조하면, 본 발명에 따른 휠체어(100)는 모터제어시스템(130)을 구비한다. 모터제어시스템(130)은 본 발명에 따른 휠체어 제어방법에 따라 모터(120)의 구동을 제어하는 부분으로서, 모터(120)에 걸리는 모터토크(T_m)를 측정하기 위한 모터토크 측정수단(131)과 실제 휠체어(100)의 속도 즉, 바퀴(111)의 각속도(ω)를 측정하기 위한 바퀴속도 측정수단(132) 및 모터토크 측정수단(131)과 바퀴속도 측정수단(132)으로부터 인가된 정보를 토대로 모터제어신호를 생성하는 모터제어수단(140)을 구비한다.
- [0038] 모터토크 측정수단(131)은 모터(120)의 축에 토크센서를 장착하여 직접 측정하는 형태이거나, 모터(120)의 코일에 흐르는 전류를 측정하여 계산에 의해 간접적으로 측정하는 방식일 수 있다.
- [0039] 이 실시예에 따른 본 발명의 휠체어(100)는 바퀴속도 측정수단(132)으로서 바람직하게 바퀴(111)의 축(115)에 설치된 인코더를 구비한다. 이 인코더는 바퀴(111)의 각속도를 측정하여 모터제어수단(140)으로 제공하는 역할을 한다. 인코더 대신 속도센서가 이용될 수 있다.
- [0040] 상기와 같은, 본 발명에 따른 동력보조 휠체어(100)에서, 바퀴(111)의 회전각도를 θ 라고 하면, 바퀴(111) 하나에 대한 운동방정식은 $(J + MR^2)\ddot{\theta} + B\dot{\theta} = T_h + T_m - T_f$ --- (식 1)로 나타낼 수 있다.
- [0041] 여기서 J: 바퀴 하나의 회전관성, R: 바퀴의 반경, M: 사용자와 휠체어 질량의 절반, B: 바퀴의 점성마찰계수, T_h : 사용자가 바퀴에 가하는 토크, T_m : 모터가 바퀴에 전달하는 토크, T_f : 마찰 토크이다.
- [0042] 모터제어수단(140)은 바퀴속도 측정수단(132)으로부터 인가되는 바퀴(111)의 회전속도 즉, 바퀴의 각속도(ω)에 대한 정보와 모터토크 측정수단(131)으로부터 인가되는 모터(120)에 걸리는 모터토크(T_m)에 대한 정보로부터 사용자가 핸드 림(111a)에 가한 사용자토크를 추정하고 추정된 사용자토크에 따른 목표속도를 산출하여 바퀴(111)의 회전속도가 목표속도(ω_d)를 추종하도록 모터(120)를 제어하는 기능을 한다.
- [0043] 이러한 모터제어수단(140)의 기능은 컴퓨터에 설치된 프로그램을 통해 이루어진다. 더 자세하게 설명하면, 모터제어수단(140)은 메모리부(141)를 구비한다. 메모리부(141)에는 휠체어의 운행기준을 가지는 가상의 휠체어모델에 대한 정보(142), 상기 휠체어(100)의 운행에 필요한, 제어부(145)에서 실행되는 각종 기능을 가지는 프로그램들에 대한 데이터와 프로그램들의 실행에 필요한, 휠체어 운행에 관한 프로그램 및 관련 데이터(143), 및 기타(144)의 데이터가 저장되어 있다.
- [0044] 모터제어수단(140)은 상기 프로그램들을 실행하여 모터의 구동을 제어하기 위한 제어부(145)를 구비한다. 이 제어부(145)에는 사용자가 자신에 맞는 가상의 휠체어모델(100a)을 선택할 수 있도록 하는 선택부(160)가 연결되

어 있다.

- [0045] 제어부(145)에서 실행되는 프로그램은 제어부(145)로 인가되는 바퀴(111)의 회전속도에 대한 정보와 모터(120)에 걸리는 모터토크에 대한 정보를 이용하여 다음과 같은 다양한 기능들을 수행하는 모듈들로서, 이들의 기능을 설명하면 다음과 같은 것이 있다.
- [0046] 외란토크발생 판단모듈(146)은 바퀴속도 측정수단(132)으로부터 인가되는 바퀴(111)의 회전속도 변화를 통해 바퀴(111)에 외란토크(T_d)가 가해지는지를 판단한다. 이는 바퀴의 속도변화의 크기로부터 알 수 있다. 즉, 속도변화가 일정 이상인 경우, 외란토크가 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [0047] 본 발명에서는, 외부로부터 바퀴(111)에 가해지는 외란토크를 측정할 필요가 있다. 바퀴에 토크 센서를 설치하면 외부로부터 가해지는 힘을 쉽게 얻을 수 있지만, 가격이 비싸지고 외부적인 하드웨어의 추가가 필요에 복잡해지는 단점이 있다. 본 발명에서는 바람직하게, 모터의 토크(T_m)와 휠체어속도(또는 바퀴의 각속도(ω))를 이용해 수학적 연산과정을 통해 외란토크를 산출한다. 이러한 기능을 수행하기 위한 것이 외란토크 산출모듈(147)이다.
- [0048] 외란토크 산출모듈(147)은 바퀴(111)의 각속도(ω)와 측정된 모터의 토크(T_m)를 이용한 1차 저역필터 구조의 외란관측기를 이용하여 외란토크($\widehat{T_d}(t)$)를 산출한다.
- [0049] 사용자 구동토크 추정모듈(148)은 산출된 외란토크($\widehat{T_d}(t)$)로부터 사용자가 핸드 림(111a)에 가한 사용자토크(T_h)를 추정하는 사용자토크 추정기능을 수행한다. 수동 휠체어와 같은 구동을 위해 관측된 외란으로부터 사용자토크(T_h)를 추출해야 한다.
- [0050] 사용자가 바퀴(111)에 가한 사용자토크(T_h)의 추출을 수행하기 위해 사람이 바퀴에 가하는 토크의 특성을 파악하고 이에 부합하는 신호만을 분별한다.
- [0051] 사람이 휠체어에 가하는 토크 사용자토크(T_h)는 급격하고 빠른 변화를 주는 특징을 가진다. 반면에 바퀴에 작용하는 마찰토크, 길의 상태(경사면, 울퉁불퉁한 길, 흙 길)에 따른 토크는 상대적으로 느리게 변화하는 토크이다. 이와 같은 특징을 적용하여 산출된 외란토크($\widehat{T_d}(t)$)를 $\widehat{T_d}(t) = m(t) + T_h(t)$ ---(식 2)를 이용해 나타낸다.
- [0052] 여기서 $m(t)$ 는 일정하거나 천천히 변하는 외란토크이다.
- [0053] 따라서 $T_h(t) = \widehat{T_d}(t) - m(t)$ --- (식 3)이고,
- [0054] 식 3에서 $m(t)$ 은 일정하거나 천천히 변하는 외란토크이므로 다음 식 4에 의해 매 샘플링 순간마다 갱신하여 구할 수 있다.
- [0055] $m(k+1) = m(k) + \mu(k) \cdot \widehat{T_d}(k)$ --- (식 4)
- [0056] 식 4는 기본적으로 적분의 특성을 갖는 적응형 필터이며, 계수 $\mu(k)$ 는 적분을 수행하는 과정에서 $\widehat{T_d}(t)$ 에 대한 가중치를 나타낸다. 사용자가 가하는 토크(T_h)는 크기가 크고 빠른 변화를 보이며, 상대적으로 짧은 시간 동안 가해지는 특징이 있으므로, $\widehat{T_d}(t)$ 가 일정 기준보다 크거나 변화율이 클 경우 $\widehat{T_d}(t)$ 에는 사용자가 가하는 토크(T_h)가 외란 토크 $m(k)$ 에 비해 큰 비중을 차지하며, 그 외의 경우에는 $\widehat{T_d}(t)$ 에 외란 토크 $m(k)$ 가 사용자가 가하는 토크(T_h)보다 큰 비중을 차지하게 된다. 이러한 특징을 적용하여, $\widehat{T_d}(t)$ 의 크기나 변화율이 클 경우 식 4의 외란토크 $m(k)$ 의 갱신에서 가중치 $\mu(k)$ 를 작은 값으로 하고, 반대로 $\widehat{T_d}(t)$ 의 크기나 변화율이 작을 경우 가중치 $\mu(k)$ 를 큰 값으로 하여 외란토크 $m(k)$ 를 갱신하게 된다. 결정된 $m(k+1)$ 을 이

용하여 식 3에서 이러한 적응형 필터를 사용함으로써 $\widehat{T}_a(t)$ 에서 사용자가 가하는 토크(T_h)를 결정하게 된다.

[0057] 추정된 사용자토크(T_h)에 대한 정보는 가상의 휠체어모델(100a)에 대한 목표속도 산출모듈(149)로 인가되고, 가상의 휠체어모델(100a)에 대한 목표속도 산출모듈(149)은 추정된 사용자토크(T_h)에 따라 운행되어야 할 가상의 휠체어모델(100a)의 운행기준에 따른 목표속도(ω_d)를 산출하여 속도제어기(150)로 보낸다. 속도제어기(150)는 산출된 목표속도(ω_d)를 실제 휠체어(100)의 바퀴(111)의 속도(ω)와 비교하여 바퀴(111)의 속도(ω)가 목표속도(ω_d)를 추종하도록 모터(120)의 구동속도를 제어하는 속도제어기능을 수행한다.

[0058] 그 외에 본 발명에 따른 휠체어(100)는 모터(120), 모터토크 측정수단(131), 바퀴속도 측정수단(132), 모터제어시스템(140) 등 전원이 필요한 구성요소로 전원을 공급하기 위한 배터리(152)를 구비한다.

[0059] 도 5는 본 발명에 따른 휠체어 제어방법의 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

[0060] 도 1 내지 4를 함께 참조하여 설명한다.

[0061] 먼저, 수동형 휠체어를 이용하여 상지근력에 차이가 있는 복수의 사용자에게 각각 맞는 복수의 가상휠체어모델(100a)을 선정하여 관련 프로그램과 데이터를 모터제어시스템(130)의 메모리부(141)에 저장해두고, 이들 중 사용자의 선택(S1)에 의해 자신에 맞는 것을 하나 선정하여 사용자 자신에 맞는 가상휠체어모델(100a)을 모터제어수단(140)에 설정해둔다(S2). 이 가상휠체어모델(100a)들은 각각의 운행기준을 가진다. 물론, 어떤 경우에는 가장 많은 수의 사용자가 있을 것으로 예상되는 1개의 가상휠체어모델(100a)에 대한 것만을 미리 설정해둘 수 있다.

[0062] 휠체어(100)를 운행 중에 외란토크발생 판단모듈(146)이 바퀴(111)의 속도변화를 지속적으로 감시하면서 바퀴(111)에 외란토크가 가해지는 지를 판단한다(S3).

[0063] 바퀴(111)에 외란토크가 가해진 것으로 판단되면, 외란토크 산출모듈(147)은 모터(120)의 토크와 바퀴(111)의 각속도 정보를 이용해 1차 저역필터 구조의 외란관측기로부터 외란토크를 산출한다(S4).

[0064] 사용자 구동토크 추정모듈(148)은 산출된 외란토크로부터 (식 2) ~ (식 4)를 이용하여 사용자가 핸드 림(111a)에 가한 사용자토크를 추정한다(S5).

[0065] 목표속도 산출모듈(149)은 추정된 사용자토크에 따라 가상휠체어모델(100a)의 운행기준에 따른 가상휠체어모델(100a)의 목표속도를 산출한다(S6).

[0066] 한편, 외란토크가 가해진 후의 휠체어(100)의 실제속도는 바퀴속도 측정수단(132)에서 지속적으로 측정하여 속도제어기(150)로 계속 인가되도록 한다(S7).

[0067] 이에 따라 속도제어기(150)는 산출된 가상휠체어모델(100a)의 목표속도(ω_d)와 측정된 휠체어(100)의 실제속도(ω)를 비교하면서(S9) 실제속도(ω)가 목표속도(ω_d)를 추종하도록 모터(120)의 구동속도를 증가 또는 감소되도록 제어한다(S9).

[0068] S4~S9은 모터제어시스템(140)을 종료할 때까지 실시간으로 계속 수행한다.

[0069] 도 6은 사용자에게 적합한 부하선택을 설명하기 위한 그래프이다.

[0070] 앞의 도 1 내지 4를 함께 참조하면, 본 발명에서는, 수동휠체어의 운동을 동역학적으로 모델링하여 앞에서 설명한 바와 같은 1이상의 가상의 휠체어모델(100a)을 만들고 실제휠체어(100) 사용자가 선택한 가상의 휠체어모델(100a)을 추종하도록 하였다. 이에 따라 사용자가 선택한 가상의 휠체어모델(100a)에 따라 실제의 휠체어(100)에서 사용자가 느끼는 부하는 달라진다.

[0071] 상기와 같은 가상의 휠체어모델(100a)에서, 사용자는 실제휠체어(100)와는 독립적으로 자신의 근력에 적절한 부하모델 파라미터인 질량관성모멘트 J_R 과 점성마찰 B_R 의 값을 정할 수 있다. 즉, 도 5에 나타낸 바와 같이, J_R 과 B_R 을 실제 값에 비해 작은 값을 선정하면 더 작은 질량과 점성마찰을 가정하므로, 바퀴의 각속도 W (rad/sec)가 커져 동일한 토크에 의해 더 먼 거리를 이동할 수 있으며, 반대로 더 큰 값을 선정하면 바퀴의 각속도 W (rad/sec)가 작아져 더 짧은 거리를 이동하게 된다. 이 가상의 휠체어모델에 사용자가 가한 토크를 가할 때 나

타나는 이동속도를 실제 휠체어가 추종하도록 속도제어기(150)가 작동된다. 이와 같은 개념을 통해서 가상의 휠체어모델(100a)의 (J_R , B_R)의 크기를 변화시켜 사용자의 신체적 특성(상지근 발달 정도)을 고려해 사용자의 운동량을 선택할 수 있다.

[0072] 도 7은 전원을 오프(off)시킨 상태와 전원을 온(on) 시킨 상태에서 바퀴에 동일한 사용자토크를 가했을 때의 시간에 따른 속도변화를 나타낸 응답 그래프이고, 도 8은 시간에 따른 이동거리를 나타낸 응답 그래프이다.

[0073] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 모터제어시스템(130)이 작동되지 않는 경우에는 모터의 동력을 지원받을 수 없기 때문에 휠체어(100)의 속도 즉, 바퀴의 각속도 $W(\text{rad/sec})$ 가 급격히 줄어들고, 토크를 가한 후 약 10초 정도로 빠른 시간 내에 휠체어가 멈추지만, 본 발명에 따른 모터제어시스템(130)이 작동되고 있는 경우에는 모터제어시스템(130)에 의해 제어되는 모터의 동력을 지원 받을 수 있어 휠체어의 속도 즉, 바퀴의 각속도 $W(\text{rad/sec})$ 가 서서히 줄어들고, 휠체어가 25초 정도 지난 후에 천천히 멈춘다는 것을 알 수 있다.

[0074] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 모터제어시스템(130)이 작동되지 않는 경우에는 2.41m 진행된 후 멈추었지만, 본 발명에 따른 모터제어시스템(130)이 작동되고 있는 경우에는 약 7.08m 진행 후에 멈추었다.

[0075] 이 결과는 본 제어시스템 성능을 설명하기 위한 하나의 예이다.

산업상 이용가능성

[0076] 본 발명은 사용자가 가하는 힘의 크기에 따라 휠체어의 속도를 제어하여 운행되도록 하는 동력보조 휠체어를 만드는 데 적합하게 이용될 가능성이 있다.

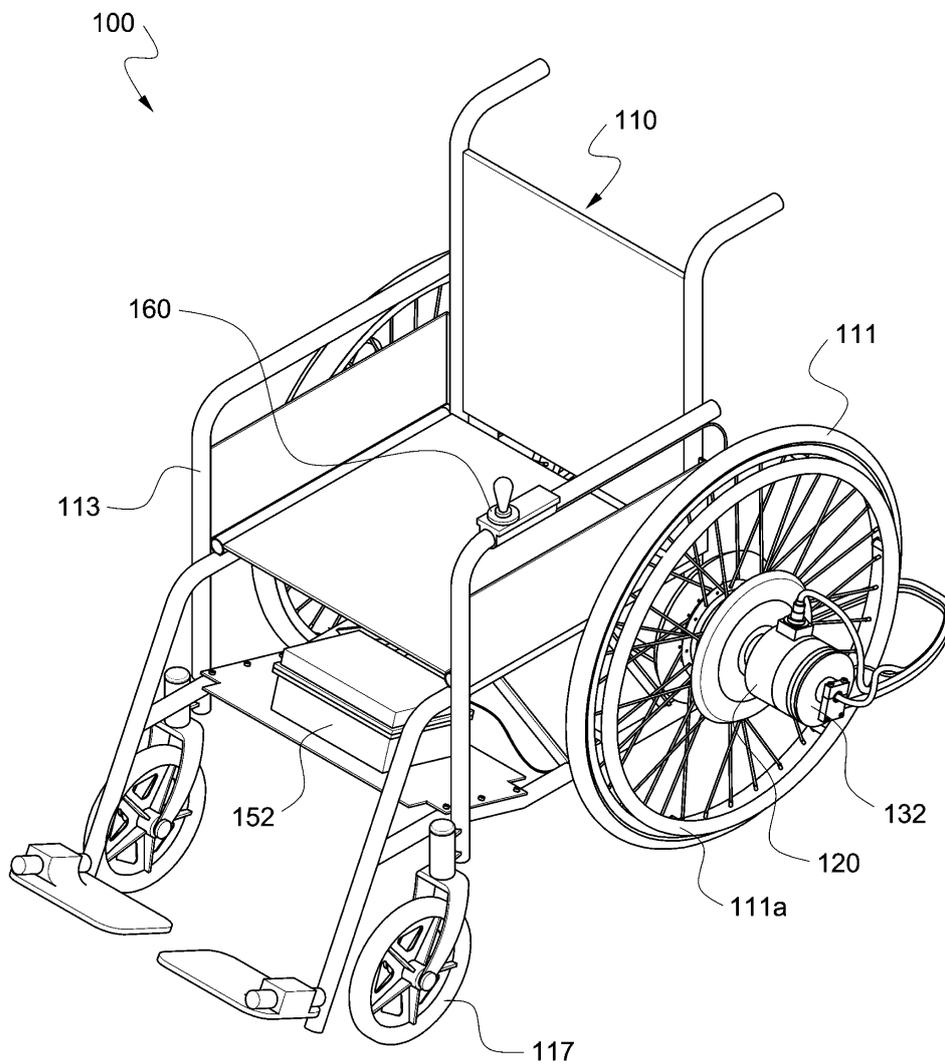
부호의 설명

[0077]

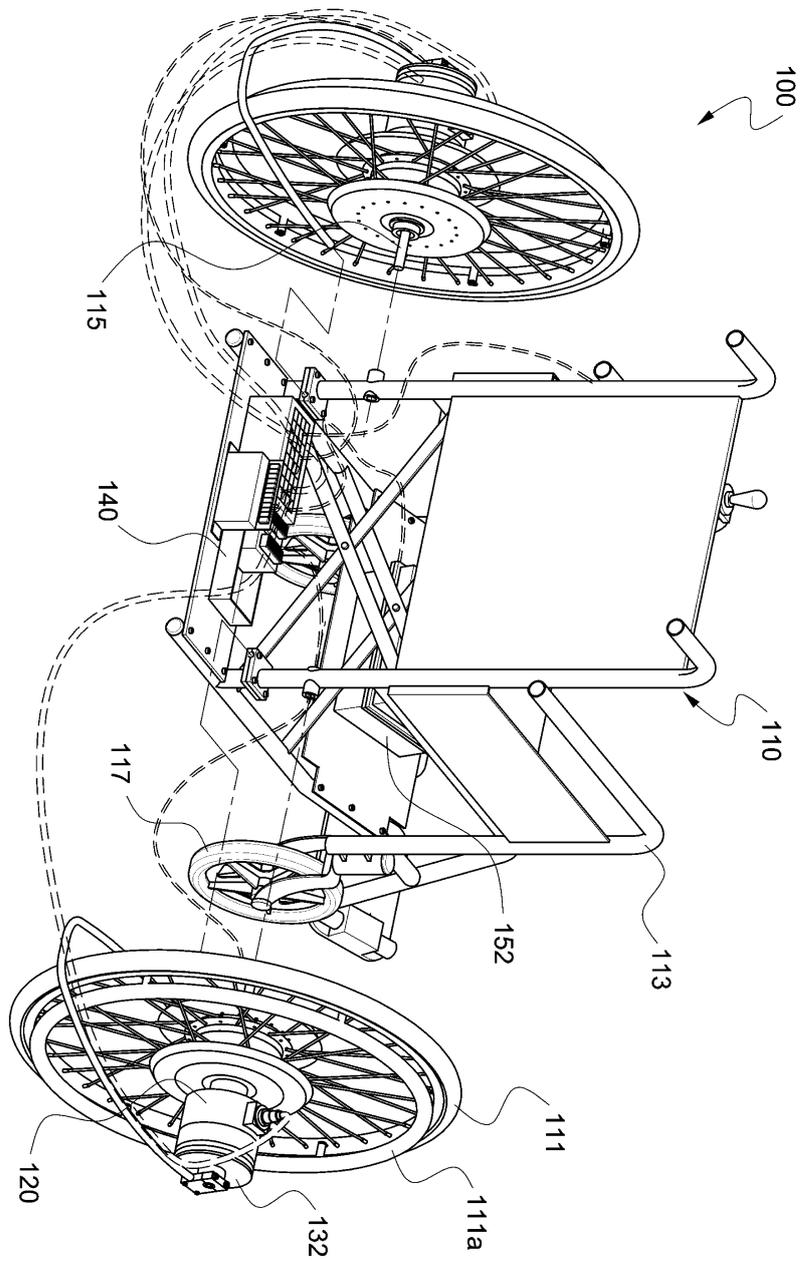
100: 휠체어	100a: 가상휠체어모델
110: 휠체어본체	111: 바퀴
111a: 바퀴 립	115: 바퀴 축
120: 모터	130: 모터제어시스템
131: 모터토크 측정수단	132: 바퀴속도 측정수단
140: 모터제어수단	146: 외란토크발생 판단모듈
147: 외란토크 산출모듈	148: 사용자 구동토크 추정모듈
149: 목표속도 산출모듈	150: 속도제어기

도면

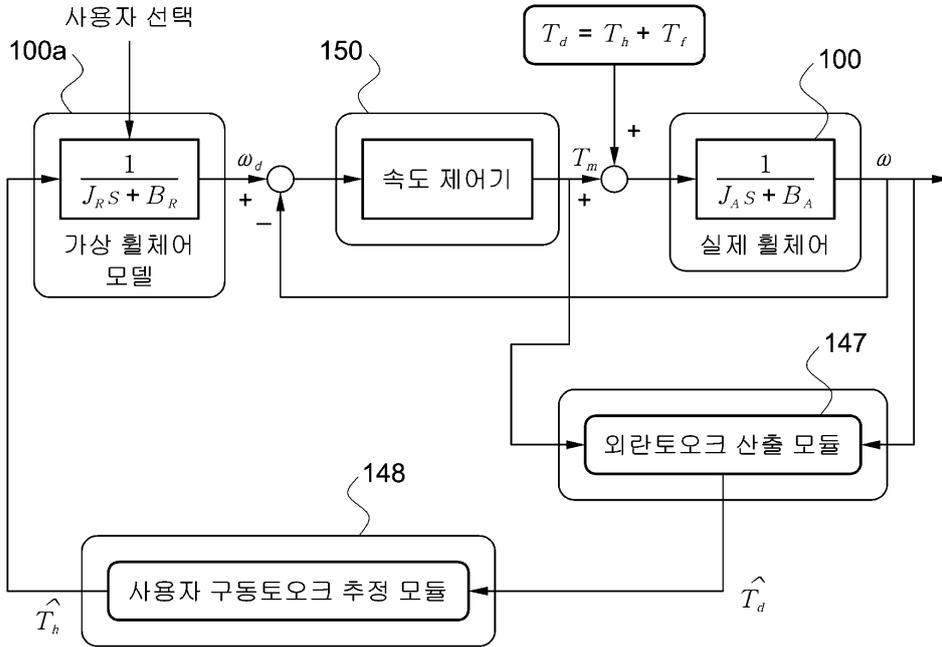
도면1



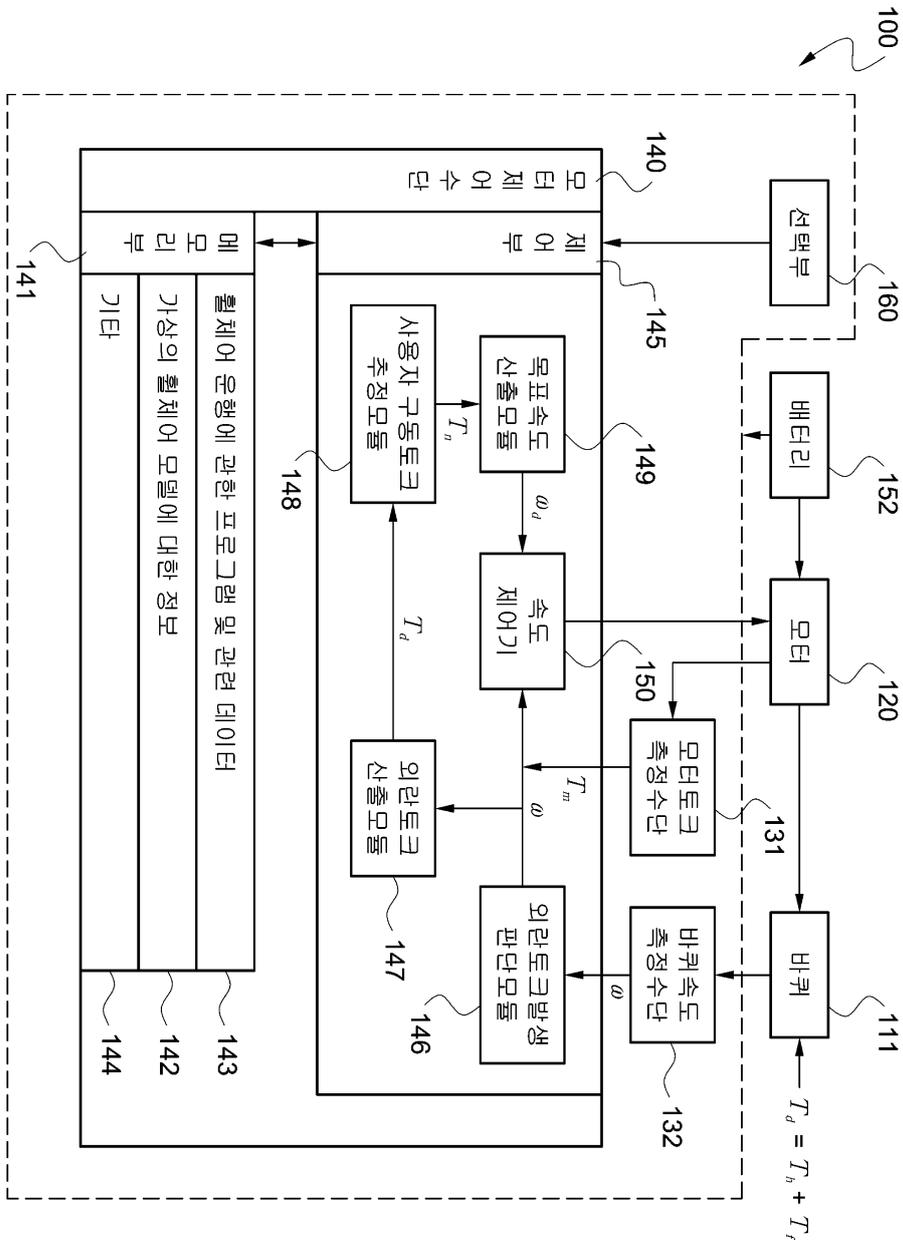
도면2



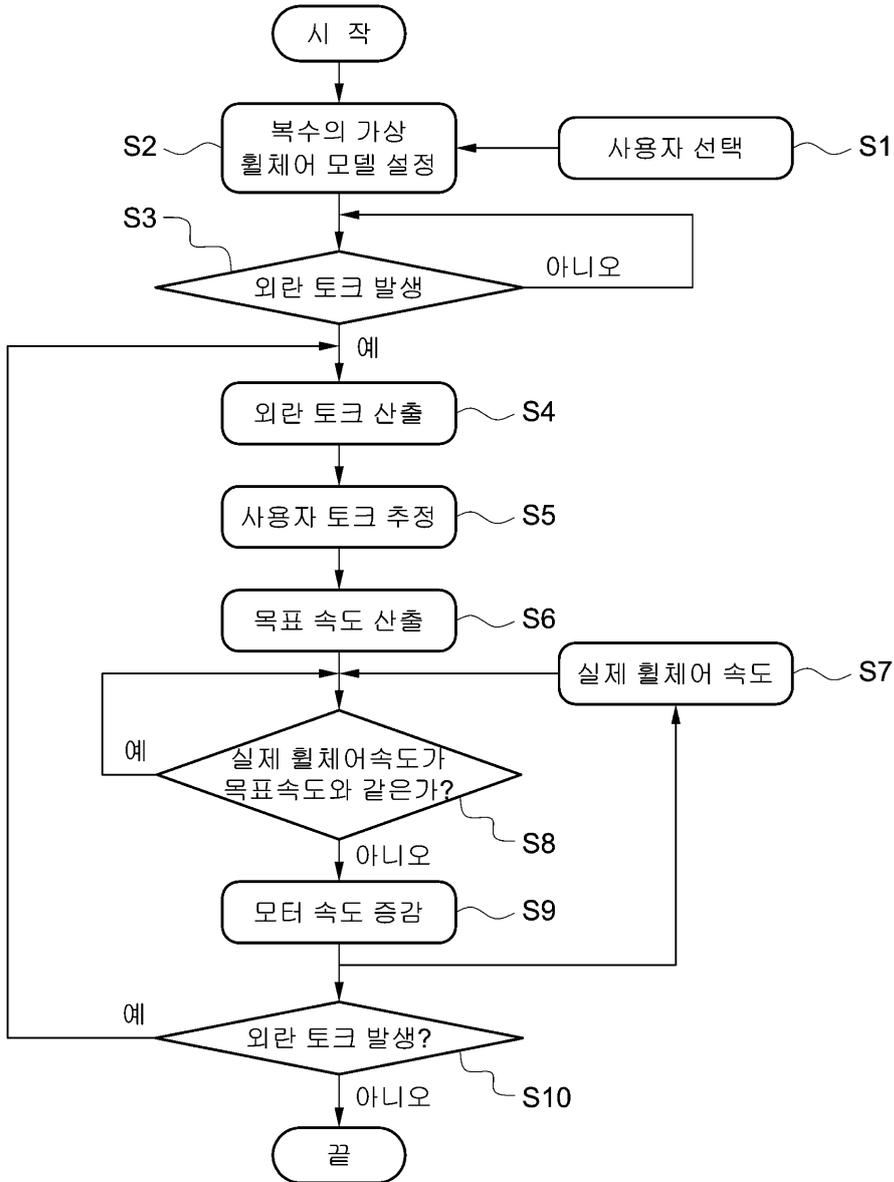
도면3



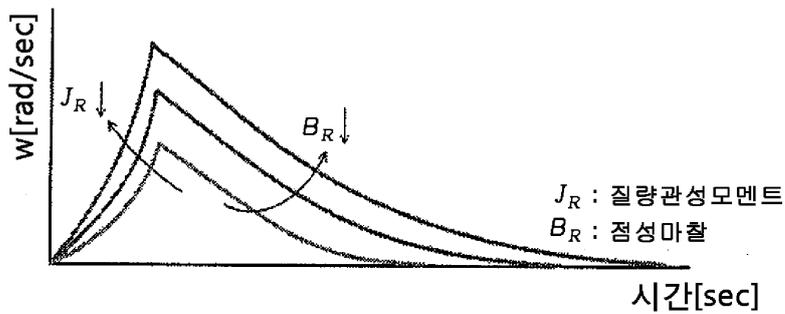
도면4



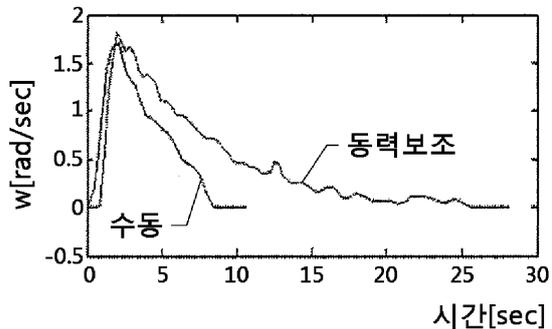
도면5



도면6



도면7



도면8

