



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월09일
 (11) 등록번호 10-1383142
 (24) 등록일자 2014년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B60L 7/10 (2006.01) B60L 11/16 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0080028
 (22) 출원일자 2012년07월23일
 심사청구일자 2012년07월23일
 (65) 공개번호 10-2014-0013338
 (43) 공개일자 2014년02월05일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060073067 A*
 KR1020110000633 A*
 KR1020090059858 A*
 JP2006246700 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국철도기술연구원
 경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
 (72) 발명자
 이준호
 경기 안양시 동안구 동안로 102, 206동 1508호 (호계동, 평촌목련2단지대우선경아파트)
 이병송
 경기 안양시 동안구 일동로184번길 11, 302 (관양동, 궁전빌라1차)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김국진

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 송홍석

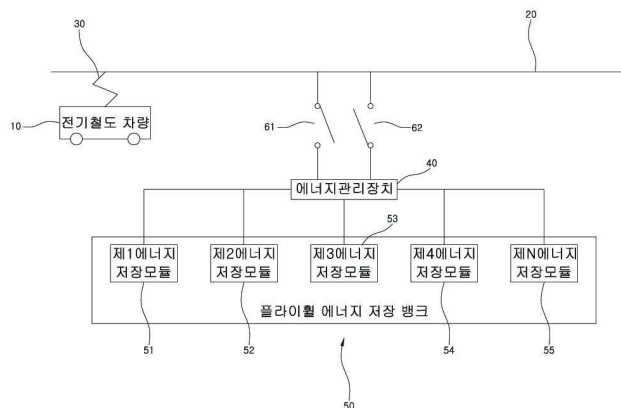
(54) 발명의 명칭 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법에 관한 것으로, 전기철도 차량의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 회생 전기 에너지를 저장한 후 가선으로 공급하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템에 있어서, 상기 회생 전기 에너지를 저장하는 적어도 하나 이상의 에너지 저장모듈을 병렬 연결하는 플라이휠 에너지 저장 बैं크; 상기 플라이휠 에너지 저장 बैं크 내의 각 에너지 저장모듈의 저장 상태 및 동작 특성을 모니터링하고, 상기 플라이휠 에너지 저장 बैं크의 작동을 제어하여 특정한 에너지 저장모듈을 통해 상기 회생 전기 에너지의 충방전을 제어하는 에너지 관리장치; 상기 전기철도 차량의 감속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 회생 전기 에너지를 상기 플라이휠 에너지 저장 बैं크로 전달하는 제1 스위칭수단; 및 상기 전기철도 차량의 가속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 플라이휠 에너지 저장 बैं크에서 방전되는 전기 에너지를 상기 전기철도 차량에 구동용 전기 에너지로 전달하는 제2 스위칭 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명은 N개의 단일 에너지 저장 모듈을 병렬 연결하여 전체 에너지 저장 용량을 대형화할 수 있고, 각 에너지 저장 모듈을 소형화하여 각 에너지 저장 모듈들의 운영 및 제어의 용이함을 증대시킬 수 있고, 그와 동시에 설계 유연성을 확보할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이형우

서울 용산구 이촌로 303, 33동 405호 (이촌동, 현대아파트)

박찬배

경기 안양시 만안구 안양천서로 289, 105동 704호
(안양동, 주공뜨란채)

김기환

경기 용인시 수지구 동천로 53, 604동 1002호 (동천동, 동문굿모닝힐6차아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

전기철도 차량의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 회생 전기 에너지를 저장한 후 가선으로 공급하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템에 있어서,

상기 회생 전기에너지를 저장하는 적어도 하나 이상의 에너지 저장모듈을 병렬 연결하는 플라이휠 에너지 저장뱅크;

상기 플라이휠 에너지 저장 뱅크 내의 각 에너지 저장모듈의 저장 상태 및 동작 특성을 모니터링하고, 상기 플라이휠 에너지 저장 뱅크의 작동을 제어하여 특정한 에너지 저장모듈을 통해 상기 회생 전기에너지의 충방전을 제어하는 에너지 관리장치;

상기 전기철도 차량의 감속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 회생 전기 에너지를 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크로 전달하는 제1 스위칭수단; 및

상기 전기철도 차량의 가속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크에서 방전되는 전기 에너지를 상기 전기철도 차량에 구동용 전기 에너지로 전달하는 제2 스위칭 수단을 포함하고,

상기 에너지 관리장치는,

상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 특정한 에너지 저장 모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에 다음 에너지 저장모듈에 상기 회생 전기에너지를 저장하도록 하며,

상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 상기 각 에너지 저장 모듈은 방전 모드 상태에서 상기 구동용 전기 에너지를 공급하기 전까지 대기하도록 하는 것을 특징으로 하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 에너지 관리장치는

상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 후에 지속적으로 전달되는 회생 전기에너지를 저항기(Resister bank)를 통해 소비하도록 하는 것을 특징으로 하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템.

청구항 4

전기철도 차량의 감속에 의해 발생하는 회생 전기에너지를 저장하는 적어도 하나 이상의 에너지 저장모듈을 포함하는 플라이휠 에너지 저장 뱅크를 포함하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템에 의해 수행되는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법에 있어서,

a) 상기 전기철도 차량의 감속에 의해 회생 전기에너지가 발생하면, 상기 회생 전기 에너지가 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크의 작동을 제어하는 에너지 관리 장치에 전달되는 단계;

b) 상기 에너지 관리 장치는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 각 에너지 저장모듈의 저장 용량 상태를 확인하고, 상기 회생 전기에너지를 저장할 특정한 에너지 저장모듈을 결정하는 단계;

c) 상기 에너지 관리 장치는 상기 특정한 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 다음 에너지 저장 모듈에 상기 회생 전기에너지를 저장하도록 하는 단계; 및

d) 상기 에너지 관리장치는 상기 전기철도 차량의 가속에 의해 구동용 전기 에너지가 필요한 경우에, 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 특정한 에너지 저장모듈을 통해 상기 구동용 전기 에너지를 공급하는 단계를 포함하고,

상기 d) 단계는,

상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 상기 각 에너지 저장 모듈은 방전 모드 상태에서 상기 구동용 전기 에너지를 공급하기 전까지 대기하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 c) 단계는

상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 상기 전기철도 차량의 감속으로 인해 지속적으로 전달되는 회생 전기에너지를 저항기(Resister bank)를 통해 소비하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법.

청구항 6

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 적어도 하나 이상의 저용량의 단일 에너지 저장 모듈을 병렬 연결하여 전체 에너지 저장 용량을 대형화 할 수 있는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 선로를 따라 이동하는 전동차를 제동시키기 위한 제동방식으로 에너지를 절약하기 위하여 회생제동방식 즉, 가속된 전동차가 정차를 위해 감속을 하는 경우 전동차의 운동에너지를 다시 전기에너지로 회수하는 방식이 채택되고 있다.

[0003] 이와 같은 회생제동방식은 철도 시스템 전체의 전력 소모량을 감소시킬 수 있을 뿐 아니라, 기계적 제동에 의한 소음 문제 및 브레이크슈의 마모를 방지할 수 있는 등의 장점이 있어 그 채용범위가 점차 확대되고 있는 추세이다.

[0004] 주행 및 정차를 반복하면서 정차역 사이를 운행하는 전동차는 가선을 통해 전기 에너지를 공급받아 전동기를 구동함으로써 가속을 하게 되고, 일정한 속도로 가속된 후에는 관성을 이용하여 관성운행을 하게 되며, 감속시에는 전동기가 발전기 기능을 하면서 전동차의 관성 운동에너지를 이용하여 회생 에너지가 발생하게 된다.

[0005] 이와 같이 발생된 회생 에너지를 차량에 탑재된 에너지 저장장치로 공급하여 에너지 저장매체(슈퍼캐패시터, 플라이휠, 배터리 등)에 저장할 수 있도록 구성한다.

[0006] 따라서, 시스템 구성에 따라 회생에너지가 에너지 저장장치에 공급되어 저장됨으로써, 회생에너지에 의해 가선 전압이 변동하는 것을 방지하면서도 회생실효를 감소시키는 것이 가능하게 된다.

[0007] 또한, 직류 및 교류의 전원 방식에 관계없이 회생제동에 의한 에너지의 활용이 가능하다. 뿐만 아니라 가선 정전 시의 자력주행이나 비전철화 구간과 전철화 구간의 상호주행 등도 가능하게 된다.

[0008] 한국등록특허 제10-0981305호는 전기철도 차량의 회생 에너지 저장 시스템에 관한 것으로서, 변전소로부터 전기철도 차량에 사용되는 전력으로 변성하여 분배되는 전기를 전기철도 차량에 공급하는 공급경로임과 동시에 상기

전기철도 차량의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 전기가 되돌려지는 경로인 가선, 상기 가선에 연결 설치되어 전기철도 차량에 필요한 전원을 공급하는 판토틀라프(Pantograph), 상기 전기철도 차량에 동력을 공급하는 전동기, 상기 판토틀라프를 통해 전원이 공급되고, 상기 전동기에 공급되는 전압과 주파수를 제어하여 열차의 속도를 제어하도록 하는 전력변환장치, 슈퍼 캐패시터, 플라이휠, 배터리 중 두 개 이상을 조합한 형태로 구성되어 회생 전기에너지를 저장하는 에너지저장매체를 포함하여 구성되고, 상기 전기철도 차량에 탑재되어 회생 제동에 의해 발생한 회생 전기에너지를 충전 또는 방전하는 에너지 저장장치, 및 상기 에너지 저장장치의 작동을 제어하여 전기에너지와 운동에너지간의 변환 및 상기 회생 전기에너지의 충방전을 제어하는 제어장치를 포함하여 구성된다.

[0009] 이러한 종래의 전기철도 차량의 회생 에너지 저장 시스템은 슈퍼 캐패시터를 에너지 저장매체로 사용하는 경우에 슈퍼 캐패시터의 특성상 에너지 저장 밀도를 대용량화에 어렵다는 문제점이 있다.

[0010] 또한, 종래의 전기철도 차량의 회생 에너지 저장 시스템은 에너지 저장 매체에 회생 에너지를 저장한 후에 에너지 저장매체에 저장된 전기에너지를 가선으로 공급하도록 제어할 뿐 각 에너지 저장 매체의 충방전 상태와 같은 일련의 상태들에 대한 정보를 알 수 없었기 때문에 충전 계통에 문제가 발생하는 경우 시스템을 정지시키거나 또는 고장에 대한 신속한 조치를 할 수 없는 문제점이 있다.

[0011] 한편, 전기철도 차량의 회생 에너지 저장 시스템에서 에너지저장매체를 플라이휠을 사용하는 경우에, 플라이휠을 이용한 플라이휠 에너지 저장장치는 회생 에너지를 휠의 회전 운동에너지로 저장하였다가 필요시 회전운동에너지를 발전기를 통하여 전기에너지로 변환하여 사용할 수 있는 대용량 전력저장이 가능한 에너지 저장장치이다.

[0012] 이러한 플라이휠 에너지 저장장치는 전기철도에 적용하기에 적합한 특성을 갖고 있지만, 복수 개의 플라이휠을 에너지 저장매체로 사용시 시스템의 대용량화에 따른 운용 및 제어의 어려움, 전문 운용 관리 요원의 부족 등에 기인하여 전기철도에 적용된 사례가 거의 없는 실정이다.

[0013] 도 1은 일반적인 플라이휠 에너지 저장 장치를 설명하는 블록도이다.

[0014] 도 1을 참조하면, 플라이휠 에너지 저장 장치는 전기철도 차량이 감속구간에서 속도를 줄이는 경우에 발생하는 제동 회생 전기에너지(11)를 플라이휠(13)에 장착되어 있는 전동/발전기(12)를 회전시켜 플라이휠(13)에 잉여의 회생 에너지를 회전 에너지로 저장한다.

[0015] 전기철도 차량의 가속에 필요한 일부의 추진 에너지를 전력선 공급 대신에 플라이휠(13)의 회전에너지를 전동/발전기(14)를 통하여 출력 전기에너지(15)로 전환하여 공급한다.

[0016] 이와 같은 에너지 저장 방식은 하기 수학식 1에서 알 수 있듯이 저장 에너지는 회전 관성 모멘트 (I), 또는 회체의 질량 (m)에 비례하고, 회전속도 (ω), 또는 질량의 진행 속도 (v)의 제곱에 비례한다.

수학식 1

[0017]
$$E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

[0018] 플라이휠 에너지 저장 장치는 용량을 대형화하기 위해서 수학식 1을 기초로 회전 관성 모멘트를 크게 하거나 회전속도를 빠르게 해야 한다는 것을 의미한다.

[0019] 회전 관성 모멘트를 크게 하는 경우에는 $I = m L^2$ 에 의해서 질량 및 플라이휠(13)의 반지름(L)을 크게 해야 하기 때문에 플라이휠 에너지 저장 장치의 부피가 커지게 되는 문제점이 있다. 반면에, 플라이휠(13)의 회전속도를 증가시킬 경우에는 회전 관성 모멘트의 증가 없이 플라이휠 에너지 저장 장치의 저장 용량을 대용량화하

는 것이 가능하기 때문에 작은 부피로 저장 용량을 크게 하는 것이 가능하지만 플라이휠(13)의 고속 회전에 따른 회전축 제어에 특별한 제어방식을 적용해야하는 문제점이 있다.

[0020] 이러한 문제점들을 극복하기 위해, 전기철도 차량에 적용되는 플라이휠 에너지저장치는 에너지저장매체를 여러 모듈로 분산하여 병렬 연결함으로써 전체 저장용량을 크게 하여 대용량 저장 특성을 유지하도록 하고, 각 모듈화 연결의 운영을 용이하게 하는 제어 알고리즘을 채용하여 해결할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0021] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0981305호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은 적어도 하나 이상의 단일 에너지 저장 모듈을 병렬 연결하여 전체 에너지 저장 용량을 대형화할 수 있을 뿐만 아니라 각 에너지 저장 모듈을 소형화하여 각 에너지 저장 모듈들의 운영 및 제어의 용이함을 증대시키는 동시에 실제 유연성을 확보할 수 있는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0023] 실시예들 중에서, 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템은, 전기철도 차량의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 회생 전기 에너지를 저장한 후 가선으로 공급하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템에 있어서, 상기 회생 전기에너지를 저장하는 적어도 하나 이상의 에너지 저장모듈을 병렬 연결하는 플라이휠 에너지 저장 뱅크; 상기 플라이휠 에너지 저장 뱅크 내의 각 에너지 저장모듈의 저장 상태 및 동작 특성을 모니터링하고, 상기 플라이휠 에너지 저장 뱅크의 작동을 제어하여 특정한 에너지 저장모듈을 통해 상기 회생 전기에너지의 충방전을 제어하는 에너지 관리장치; 상기 전기철도 차량의 감속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 회생 전기 에너지를 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크로 전달하는 제1 스위칭수단; 및 상기 전기철도 차량의 가속시 온(ON) 동작되고, 상기 에너지 관리장치의 제어에 의해 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크에서 방전되는 전기 에너지를 상기 전기철도 차량에 구동용 전기 에너지로 전달하는 제2 스위칭 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 여기서, 상기 에너지 관리장치는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 특정한 에너지 저장 모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에 다음 에너지 저장모듈에 상기 회생 전기에너지를 저장하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 에너지 관리장치는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 후에 지속적으로 전달되는 회생 전기에너지를 저항기(Resister bank)를 통해 소비하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 한편, 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법은, 전기철도 차량의 감속에 의해 발생하는 회생 전기에너지를 저장하는 적어도 하나 이상의 에너지 저장모듈을 포함하는 플라이휠 에너지 저장 뱅크를 포함하는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템에 의해 수행되는 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법에 있어서, a) 상기 전기철도 차량의 감속에 의해 회생 전기에너지가 발생하면, 상기 회생 전기 에너지가 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크의 작동을 제어하는 에너지 관리 장치에 전달되는 단계; b) 상기 에너지 관리 장치는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 각 에너지 저장모듈의 저장 용량 상태를 확인하고, 상기 회생 전기에너지를 저장할 특정한 에너지 저장모듈을 결정하는 단계; c) 상기 에너지 관리 장치는 상기 특정한 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 다음 에너지 저장 모듈에 상기 회생 전기에너지를 저장

하도록 하는 단계; 및 d) 상기 에너지 관리장치는 상기 전기철도 차량의 가속에 의해 구동용 전기 에너지가 필요한 경우에, 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 특정한 에너지 저장모듈을 통해 상기 구동용 전기 에너지를 공급하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 여기서, 상기 c) 단계는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 상기 전기철도 차량의 감속으로 인해 지속적으로 전달되는 회생 전기에너지를 저항기(Resister bank)를 통해 소비하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 그리고, 상기 d) 단계는 상기 플라이휠 에너지 저장뱅크 내의 모든 에너지 저장모듈이 최대 에너지 저장 용량에 도달한 경우에, 상기 각 에너지 저장 모듈은 방전 모드 상태에서 상기 구동용 전기 에너지를 공급하기 전까지 대기하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법은 적어도 하나 이상의 단일 에너지 저장 모듈을 병렬 연결하여 전체 에너지 저장 용량을 대형화할 수 있을 뿐만 아니라 각 에너지 저장 모듈을 소형화하여 각 에너지 저장 모듈들의 운영 및 제어의 용이함을 증대시킬 수 있고, 그와 동시에 설계 유연성을 확보할 수 있는 효과를 제공한다.

[0030] 또한, 본 발명의 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법은 플라이휠을 이용한 에너지 저장 구조로 회생 전기 에너지를 충방전하여 에너지 저장 밀도를 극대화할 수 있고, 반영구적인 수명 주기를 가지고 있으며, 초기 설비 투자비의 빠른 회수가 가능해질 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 일반적인 플라이휠 에너지 저장 장치를 설명하는 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템을 설명하는 블록도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법을 설명하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0033] 그리고, 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템을 설명하는 블록도이다.

[0035] 도 2를 참조하면, 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템은 플라이휠 에너지 저장 뱅크(50), 에너지 관리 장치(40), 제1 스위칭 수단(61) 및 제2 스위칭 수단(62)을 포함한다.

[0036] 가선(20)은 변전소로부터 전기철도 차량(10)에 사용되는 전력으로 변성하여 분배되는 전기를 전기철도 차량(10)에 공급하는 공급경로이고, 전기철도 차량(10)의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 전기가 되돌려지는 경로이다. 판토틀라프(Pantograph)(30)는 가선(20)에 연결 설치되어 전기철도 차량(10)에 필요한 전원을 공급한다.

- [0037] 플라이휠 에너지 저장 뱅크(50)는 플라이휠로 구성되고, 전기철도 차량(10)의 감속에 의해 발생하는 회생 전기 에너지를 저장하는 N(N>0)개의 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 병렬로 연결한다. 플라이휠 에너지 저장 뱅크(50)는 전체 에너지 저장 용량과 각 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55)의 저장 용량에 따라 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)의 개수를 선정할 수 있는데, 도 2에서는 5개의 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 병렬 연결한다.
- [0038] 에너지 관리 장치(40)는 각 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)에 연결되고, 각 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55)의 저장 용량 상태 및 동작 특성을 모니터링하고, 플라이휠 에너지 저장 뱅크(50)의 작동을 제어하여 특정한 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 활용하여 회생 전기에너지의 충방전을 제어한다.
- [0039] 에너지 관리장치(40)는 회생 전기 에너지가 입력되기 이전에 플라이휠 에너지 저장뱅크(50) 내의 에너지 저장 모듈들(51, 52, 53, 54, 55) 중에서 에너지 저장이 가능한 상태의 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)에 회생 전기 에너지가 저장되도록 한다.
- [0040] 예를 들어, 제1 에너지 저장 모듈(51)이 에너지 저장 가능 상태일 경우에, 에너지 관리 장치(40)는 회생 전기 에너지를 제1 에너지 저장모듈(51)에 충전되도록 하고, 제1 에너지 저장모듈(51)이 최대 에너지 저장 용량에 도달하면 제2 에너지 저장모듈(52)이 에너지 저장 가능 상태인지를 확인한다.
- [0041] 이때, 에너지 관리 장치(40)는 제2 에너지 저장모듈(52)이 에너지 저장 가능 상태일 경우에 회생 전기에너지를 제2 에너지 저장 모듈(52)에 저장하지만, 제2 에너지 저장 모듈(52)이 이미 최대 에너지 저장 용량 상태일 경우에 제3 에너지 저장모듈(53)이 에너지 저장 가능 상태인지를 확인한다.
- [0042] 이와 같은 방식으로 에너지 관리 장치(40)는 제1 에너지 저장 모듈(51)에서 제N 에너지 저장모듈(55)까지 회생 전기에너지를 모두 저장한 후에 지속적으로 회생 전기에너지를 저장해야 한다면 잉여의 회생 전기에너지를 저항기(Resistor bank)(도시되지 않음)를 통해 소비하도록 한다.
- [0043] 또한, 에너지 관리 장치(40)는 모든 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)이 만충전 상태일 경우에 각 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 방전 모드 상태로 하고, 전기철도 차량(10)의 가속시 필요한 구동용 전기에너지를 공급하기 위해 대기하도록 한다.
- [0044] 제1 스위칭 수단(61)은 가선(20)과 에너지 관리 장치(40) 사이에 설치되고, 전기철도 차량(10)의 감속시 온(ON) 동작되며, 에너지 관리장치(40)의 제어에 의해 회생 전기 에너지를 플라이휠 에너지 저장뱅크(50)로 전달한다.
- [0045] 제2 스위칭 수단(62)은 가선(20)과 에너지 관리 장치(40) 사이에 설치되고, 전기철도 차량(10)의 가속시 온(ON) 동작되며, 에너지 관리장치(40)의 제어에 의해 플라이휠 에너지 저장뱅크(50)에서 방전되는 전기 에너지를 가선(20)을 통해 전기철도 차량(10)에 구동용 전기 에너지로 전달되도록 한다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법을 설명하는 순서도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템의 병렬 운전 제어 방법은, 전기철도 차량(10)의 감속에 의해 회생 전기에너지가 발생하면 제1 스위칭 수단(61)이 온 동작되고, 제2 스위칭 수단(62)은 오프 동작된다. (단계 S1)
- [0048] 제1 스위칭 수단(61)이 온 동작되면서 회생 전기 에너지가 에너지 관리 장치(40)에 입력되고, 에너지 관리 장치(40)는 플라이휠 에너지 저장뱅크(50)의 각 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)의 충전 및 방전 상태를 확인한다.(단계 S2 및 S3)
- [0049] 에너지 관리 장치(40)는 제1 에너지 저장 모듈(51)이 유희(IDLE) 상태이면 에너지 저장 가능 상태인지를 확인한다.(단계 S4 및 S5) 에너지 관리 장치(40)는 제1 에너지 저장 모듈(51)이 에너지 저장 가능 상태라면 회생 전기 에너지를 제1 에너지 저장 모듈(51)에 충전하고, 제1 에너지 저장 모듈(51)이 최대 에너지 저장 용량 상태라면 제2 에너지 저장 모듈(52)이 유희 상태인지를 확인한다.(단계 S6 및 S7)
- [0050] 에너지 관리 장치(40)는 제2 에너지 저장 모듈(52)이 에너지 저장 가능 상태라면 계속적으로 전달되는 회생 전기 에너지를 제2 에너지 저장 모듈(52)이 최대 에너지 저장 용량에 도달할 때까지 충전하고, 제2 에너지 저장 모듈(52)이 최대 에너지 저장 용량 상태라면 제3 에너지 저장 모듈(53)이 유희 상태인지를 확인한다.(단계 S8,

S9 및 S10)

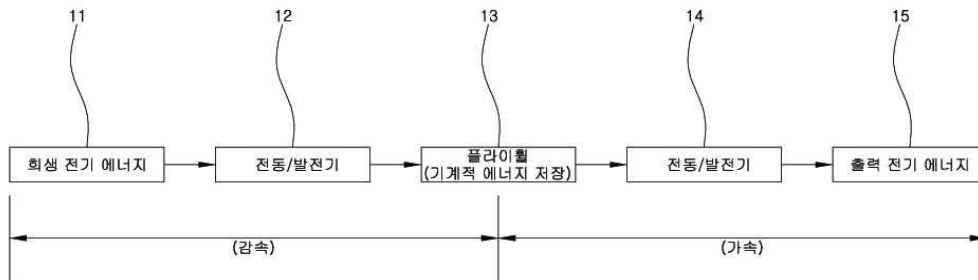
- [0051] 에너지 관리 장치(40)는 제3 에너지 저장 모듈(53)이 에너지 저장 가능 상태라면 제3 에너지 저장 모듈(53)에 저장한 후에도 계속 입력되는 회생 전기 에너지를 제3 에너지 저장 모듈(53)에 충전하고, 제3 에너지 저장 모듈(53)이 최대 에너지 저장 용량 상태에 도달하면 제N 에너지 저장 모듈(55)이 유향 상태인지를 확인한다. (단계 S11, S12 및 S13)
- [0052] 에너지 관리 장치(40)는 마지막 모듈인 제N 에너지 저장 모듈(55)이 에너지 저장 가능 상태라면 계속적으로 전달되는 회생 전기 에너지를 제N 에너지 저장 모듈(55)이 최대 에너지 저장 용량에 도달할 때까지 충전하고, 제N 에너지 저장 모듈(55)이 최대 에너지 저장 용량 상태에 도달한 후에도 계속 회생 전기 에너지를 저장해야 하는지를 확인한다. (단계 S14, S15 및 S16)
- [0053] 에너지 관리 장치(40)는 가선(20)을 통해 회생 전기에너지가 지속적으로 입력되면, 모든 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)이 만충전 상태이므로 더 이상 충전할 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)이 없기 때문에 저항기를 통해 에너지를 소비한다. (단계 S17)
- [0054] 또한, 에너지 관리 장치(40)는 모든 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)에 회생 전기 에너지가 모두 충전된 상태이면, 각 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)은 방전 모드 상태가 되고, 전기철도 차량(10)의 가속에 필요한 구동용 전기 에너지를 공급하기 위한 대기 상태에 있게 된다. (단계 S18)
- [0055] 전기철도 차량(10)은 가속시 상승하는 가선(20)의 피크 전압을 낮추기 위해 플라이휠 에너지 저장 बैं크(50)로부터 필요한 구동용 전기 에너지를 공급받는다. 따라서, 전기철도 차량(10)의 가속시 제2 스위칭 수단(62)이 동작되면서 제1 스위칭 수단(61)은 오프 동작되고, 에너지 관리 장치(40)는 플라이휠 에너지 저장뱅크(50) 내의 N개의 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55) 중에서 특정한 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 통해 구동용 전기 에너지를 전기철도 차량(10)에 공급한다. (단계 S19 및 S20)
- [0056] 이때, 에너지 관리 장치(40)는 N개의 에너지 저장모듈(51, 52, 53, 54, 55)이 모두 만충전 상태일 경우에 제1 에너지 저장 모듈(51)부터 제N 에너지 저장모듈(55)에 충전된 에너지를 순차적으로 방전할 수 있다.
- [0057] 또한, 에너지 관리 장치(40)는 N개의 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)의 에너지 저장 상태와 동작 특성을 확인하여 전기철도 차량(10)의 추진시 필요한 에너지를 충분히 공급하기에 적합한 에너지 저장 모듈(51, 52, 53, 54, 55)을 찾아 방전 동작을 수행하도록 한다.
- [0058] 전기철도에 적합한 에너지 저장 시스템은 에너지 충전과 방전이 신속하게 이루어질 수 있는 빠른 응답 특성, 에너지 저장용량의 대용량화, 초기 설비 투자비의 빠른 회수율 및 유지보수의 간편성 등을 만족하여야 한다.
- [0059] 본 발명에 따른 대용량 플라이휠 에너지 저장 시스템 및 그의 병렬 운전 제어 방법은 에너지 충방전의 빠른 응답 특성, 에너지 저장용량의 대용량화, 초기 설비 투자비의 빠른 회수율 및 유지보수의 간편성을 모두 만족시키고, 특히 에너지 저장 밀도를 극대화하는 것이 가능하고, 반영구적인 수명 주기를 갖고 있다.
- [0060] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

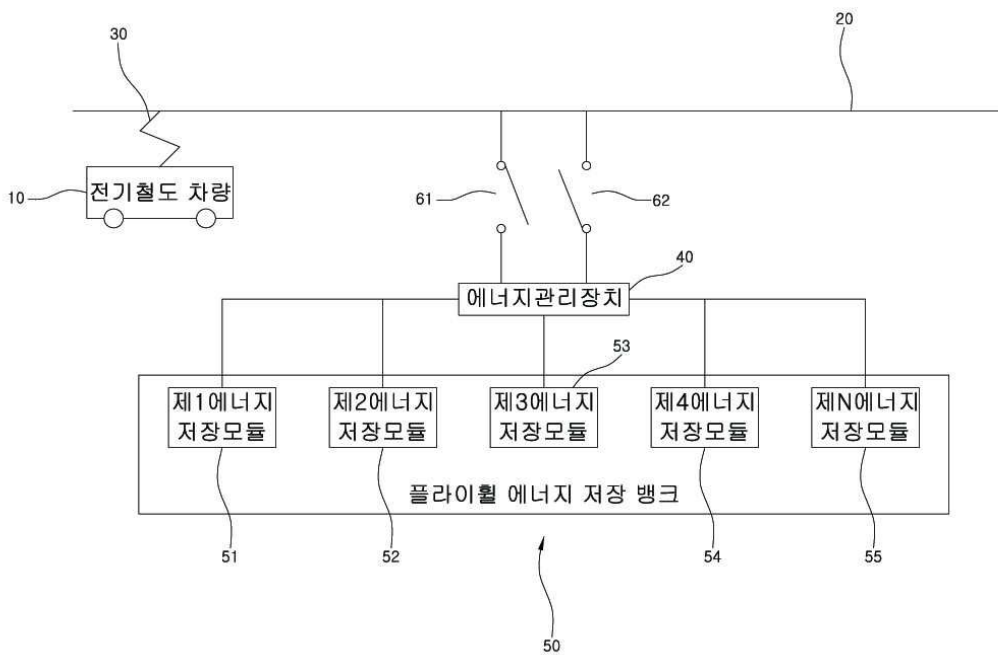
- [0061] 10 : 전기철도 차량 20 : 가선
- 30 : 판토틀로그 40 : 플라이휠 에너지 저장 बैं크
- 50 : : 에너지 관리 장치 61 : 제1 스위칭 수단
- 62 : 제2 스위칭 수단

도면

도면1



도면2



도면3

