



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B60L 7/10 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년12월19일 10-0659366 2006년12월12일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0111906 2004년12월24일 2004년12월24일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0073067 2006년06월28일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자                    한국철도기술연구원  
                                      경기도 의왕시 월암동 360-1

(72) 발명자                        김길동  
                                      경기 군포시 산본동 1146번지 솔거대림아파트 730동 501호

                                      이한민  
                                      서울 강남구 청담1동 134-9 한양아파트 6동 705호

                                      신정렬  
                                      경기 수원시 권선구 구운동 462 삼환아파트 2동 1208호

                                      이우동  
                                      경기 성남시 분당구 야탑동 탑마을경향아파트 308동 1101호

                                      한석윤  
                                      서울 영등포구 당산동4가 현대5차아파트 504동 602호

                                      한석윤  
                                      서울 영등포구 당산동4가 당산현대5차아파트 504동 602호

(74) 대리인                        서만규  
                                      서경민

(56) 선행기술조사문헌 JP09084203 A KR1020040060604 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	KR1019930703730 A KR1020040089420 A
---	--

심사관 : 백진욱

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 도시철도의 회생전력 저장시스템

(57) 요약

본 발명은 전동차의 전기 공급경로임과 동시에 상기 전동차의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 전기가 되돌려지는 경로인 가선; 상기 가선에 전기적으로 연결되고 전원 입출력이 단속가능한 게이트; 상기 게이트에 연결되어 전원이 공급되면 공급된 전기에너지를 운동에너지로 변환하여 저장하고, 제어신호에 의해 저장된 운동에너지를 전기에너지로 다시 변환하여 출력가능한 에너지 저장장치; 상기 가선에 전기적으로 연결되어 가선 전압을 검출하는 전압검출부; 상기 전압검출부에서 검출된 정보에 따른 제어신호에 의해 상기 게이트를 구동시키는 게이트구동회로; 및 상기 전압검출부의 검출 전압을 판단하여 게이트구동회로에 제어신호를 출력하고 에너지 저장장치의 작동을 제어하여 전기에너지와 운동에너지간의 변환 및 전원입출력을 제어하는 마이크로프로세서를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템에 대해 개시한다.

**대표도**

도 2

**특허청구의 범위**

**청구항 1.**

전동차의 전기 공급경로임과 동시에 상기 전동차의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 전기가 되돌려지는 경로인 가선;

상기 가선에 전기적으로 연결되고 전원 입출력이 단속가능한 게이트;

상기 게이트에 연결되어 전원이 공급되면 공급된 전기에너지를 운동에너지로 변환하여 저장하고, 제어신호에 의해 저장된 운동에너지를 전기에너지로 다시 변환하여 출력가능한 에너지 저장장치;

상기 가선에 전기적으로 연결되어 가선 전압을 검출하는 전압검출부;

상기 전압검출부에서 검출된 정보에 따른 제어신호에 의해 상기 게이트를 구동시키는 게이트구동회로; 및

상기 전압검출부의 검출 전압을 판단하여 게이트구동회로에 제어신호를 출력하고 에너지 저장장치의 작동을 제어하여 전기에너지와 운동에너지간의 변환 및 전원입출력을 제어하는 마이크로프로세서를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

**청구항 2.**

제 1 항에 있어서,

상기 게이트는 인버터 및 컨버터를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

**청구항 3.**

제 1 항에 있어서,

상기 가선에 전기적으로 연결된 전류검출부를 더 포함하고, 상기 마이크로프로세서는 상기 전류검출부에 의해 과전류가 검출되는 경우 게이트 오프 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

**청구항 4.**

제 1 항에 있어서,

상기 에너지 저장장치는 전동차의 감속구간에 말미에 인접하여 설치되어, 상기 에너지 저장장치에 저장된 전기에너지가 역사의 부대전력 이용가능하게 구성된 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

### 청구항 5.

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 에너지 저장장치는

외부에 대해 기밀을 유지가능한 챔버;

상기 챔버에 연결되어 내부를 진공상태로 유지시키는 진공펌프;

상기 챔버 내에서 회전가능하게 지지되는 회전축;

상기 회전축의 일측으로 설치되는 플라이휠;

상기 회전축의 타측으로 설치되어 전력입력시 상기 플라이휠을 회전시켜 전기에너지를 상기 플라이휠의 운동에너지로 전환시키는 모터로서 작동하고 전력출력시 상기 플라이휠의 회전관성을 이용하여 발전을 하는 제너레이터로 작동하는 모터 및 제너레이터; 및

상기 회전축을 지지하는 무접촉 지지 베어링을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

### 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 챔버는 기계적 강도가 강한 철 또는 알루미늄 계열의 금속재로 형성되는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

### 청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 모터 및 제너레이터는 회전축에 부착되며 영구자석으로 형성된 회전자와, 상기 회전자를 둘러싸고 설치되는 코일로 형성된 고정자로 구성되는 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

### 청구항 8.

제 5 항에 있어서,

상기 플라이휠은 탄소 또는 유리섬유가 강화섬유로 사용된 고인장강도의 섬유강화복합재료인 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

### 청구항 9.

제 5 항에 있어서,

상기 무접촉 지지베어링은 마그네틱 베어링 또는 초전도 베어링인 것을 특징으로 하는 도시철도의 회생전력 저장시스템.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 도시철도의 회생전력 저장시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전동차의 회생제동에 의해 발생하여 가선으로 되돌려지는 회생전력을 가선으로부터 공급받아 운동에너지 형태로 저장하고 이를 다시 전기에너지로 변환하여 역사의 부대전력으로 공급할 수 있도록 한 도시철도의 회생전력 저장시스템에 관한 것이다.

최근의 도시철도차량은 에너지 절약을 위해 회생제동 방식을 채택하고 있다. 가속된 전동차가 관성으로 주행 중 정차를 위해 감속을 할 때, 전동기를 제어하여 발전기로 이용함으로써 전동차의 운동에너지를 이용하여 발전을 하고 이를 가선으로 되돌리는 방식으로, 이러한 회생제동 방식을 이용하면 전체 시스템의 전력 소모량을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라, 기계적 제동에 의한 소음 문제 및 브레이크 슈의 마모를 방지할 수 있는 등의 장점을 가지고 있어 채용 범위가 점차로 확대되고 있다.

그러나, 전동차의 발전 전기를 가선에 그대로 되돌리는 경우, 회생시 순간적으로 발생된 에너지가 가선전압을 변동하게 하여 시스템을 불안정하게 할뿐만 아니라, 후행 전동차가 그 전압을 수용하지 못할 경우 가선전압의 변동요인으로만 작용하고 후행 차량의 고장의 원인이 되고 있다.

한편, 전동차의 전압 공급방식은 AC전압을 정류하여 DC전압으로 변환하여 공급하는 방식으로, 정류기는 순방향 다이오드 방식으로 회로가 연결되어 있어 전동차의 회생전력은 전원측으로 반환되지 않는 구조이다. 따라서 소비되지 않는 가선의 잉여회생전력은 열에너지로 전환되어 소비되는 회생실효 상태를 초래하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 인버터(inverter)를 설치하여 가선의 전압을 교류로 전환하여 전원측으로 반환하는 방식이 도입되고 있으나, 여러 대의 전동차에 의해 발생하는 회생전력이 인버터를 통해 그대로 여과없이 전원측으로 반환하는 경우, 가선전압은 심한 부하변동으로 인한 고조파를 함유하고 있어 수용가에 예기치 못한 피해를 줄 우려가 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 전동차의 회생제동에 의해 발생하여 가선으로 되돌려지는 회생전력을 가선으로부터 공급받아 운동에너지 형태로 저장하고 이를 다시 전기에너지로 변환하여 역사의 부대전력으로 공급할 수 있도록 함으로써 전동차의 안정적인 회생 및 회생전력의 효율적 활용이 가능한 도시철도의 회생전력 저장시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 구성

본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해, 전동차의 전기 공급경로임과 동시에 상기 전동차의 감속시 회생제동에 의해 발생하는 전기가 되돌려지는 경로인 가선; 상기 가선에 전기적으로 연결되고 전원 입출력이 단속가능한 게이트; 상기 게이트에 연결되어 전원이 공급되면 공급된 전기에너지를 운동에너지로 변환하여 저장하고, 제어신호에 의해 저장된 운동에너지를 전기에너지로 다시 변환하여 출력가능한 에너지 저장장치; 상기 가선에 전기적으로 연결되어 가선 전압을 검출하는 전압 검출부; 상기 전압검출부에서 검출된 정보에 따른 제어신호에 의해 상기 게이트를 구동시키는 게이트구동회로; 및 상기 전압검출부의 검출 전압을 판단하여 게이트구동회로에 제어신호를 출력하고 에너지 저장장치의 작동을 제어하여 전기에너지와 운동에너지간의 변환 및 전원입출력을 제어하는 마이크로프로세서를 포함하여 구성된 도시철도의 회생전력 저장시스템을 제공한다.

바람직하게는, 에너지 저장장치는 전동차의 감속구간에 말미에 인접하여 설치되어, 에너지 저장장치에 저장된 전기에너지가 역사의 부대전력 이용가능하게 구성된다.

이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명한다.

도 1 은 본 발명에 따른 도시철도 시스템의 전력공급계통을 부분적으로 도시하고 있다. 도면을 참조하면, 도시철도 시스템의 전력공급계통은 3상 AC전원(2)이 변압기(4), 정류기(6), 차단기(8), 가선(20)을 거쳐 전동차(12)에 공급되도록 구성되는 데, 전원측의 AC전압(2)은 변압기(4)와 3상 브릿지 정류회로(6)를 통해 DC 1500V의 전압으로 정류되어 가선(20)을 통해 전동차에 공급된다.

주행 및 정차를 반복하면서 정차역 사이를 운행하는 전동차는 가선(20)을 통해 DC전압을 공급받아 전동기(모터)를 구동함으로써 가속을 하게 되고, 일정한 속도로 가속된 후에는 관성을 이용하여 관성 운행을 하게 되며, 감속시에는 전동기가 회생제동 시스템에 의해 발전기 기능을 하면서 전동차의 관성 운동에너지를 이용하여 발전을 하고 이러한 회생전력은 가선(20)으로 되돌려진다.

본 발명은 이와 같이 가선(20)으로 되돌려진 회생전력에 의해 가선에 과전압이 발생하는 경우, 회생전력을 게이트(45, 도 2 참조)를 통해 에너지 저장장치(60) 공급하여 운동에너지 형태로 저장할 수 있도록 구성한다. 본 발명에 의하면 회생전력이 발전된 경우에, 가까운 곳에 회생전력을 필요로 하는 다른 전동차가 없거나 순간적인 전압변동에 의해 가선에 과전압이 발생하는 경우 이러한 회생전력을 에너지 저장장치(60)로 공급하여 저장되게 함으로써, 회생전력에 의해 가선 전압이 변동하는 것을 방지하면서도 회생실효를 감소시키는 것이 가능하게 된다.

회생전력은 전동차의 감속과정에서 발전(發電)됨으로 회생시 순간적으로 발생한 에너지에 의한 가선전압의 변동은 전동차의 감속구간에 발생하게 된다. 따라서 본 발명에 따르면 이러한 에너지 저장장치(60)는 전동차의 감속구간의 말미 즉, 정차역에 인접하여 설치되는 것이 바람직하고, 에너지 저장장치(60)에 저장된 에너지는 변환되어 역사의 부대설비의 전력으로 이용가능하게 구성하는 것이 바람직하다. 회생전력이 가선(20)을 통해 전동차의 추진 에너지로 이용되는 것이 아니라 부대설비의 전력으로 이용가능하게 되므로 가선(20)의 전압변동을 방지하면서 전동차의 안정적인 회생 및 회생전력의 효율적 활용이 가능하게 되는 것이다.

도 2 를 참조하면, 본 발명에 따른 도시철도의 회생전력 저장시스템을 설명하기 위한 블록도가 도시되어 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 도시철도 회생전력 저장시스템은 가선(20), 전압검출부(30), 게이트구동회로(40), 게이트(45), 마이크로프로세서(50), 전류검출부(35) 및 에너지 저장장치(60)를 포함한다.

게이트(45)는 가선(20)에 전기적으로 연결되어 에너지 저장장치(60)로의 전원입출력이 단속된다. 바람직하게는 게이트(45)는 인버터(Inverter) 및 컨버터(Converter)를 포함하여 연결 설비간의 전력을 변환할 수 있는 전력변환설비로 구성된다. 게이트(45)는 게이트구동회로(40)에 의해 구동이 제어되는 데, 게이트구동회로(40)는 마이크로프로세서(50)의 제어신호에 의해 제어된다.

가선(20)에는 전압검출부(30)가 전기적으로 연결되어 가선 전압을 검출할 수 있도록 구성되고 전압검출부(30)의 검출정보는 마이크로프로세서(50)에 입력된다. 일반적으로 가선(20) 전압은 DC 1500V ~ DC 1800V 안에서 변동하는 경우 도시철도 시스템이 수용할 수 있는 전압 변동범위로 규정되는 데, 회생전력이 가선(20)으로 되돌려지면서 가선 전압이 변동되어 DC 1800V를 초과하는 경우, 마이크로프로세서(50)는 이를 과전압 상태로 판단하고 게이트구동회로(40)에 제어신호를 출력하여 게이트구동회로(40)가 게이트(45)를 구동시키도록 한다. 따라서 회생전력에 의한 가선의 과전압은 게이트(45)를 통해 에너지저장장치로 공급되어 운동에너지로 변환되어 저장된다.

바람직하게는 가선(20)에는 전류검출부(35)가 전기적으로 연결되어 검출된 전류정보를 마이크로프로세서(50)에 입력하도록 구성되어 있다. 따라서 마이크로프로세서(50)는 가선(20)을 통해 과전류가 입력되는 것으로 판단되면 게이트(45)의 구동여부를 판단하고, 게이트(45) 구동시에는 게이트(45)의 구동이 정지되도록 게이트구동회로(40)에 제어신호 즉, 게이트 오프 신호를 출력한다. 이로 인해 과전류에 의해 시스템이 손상되는 것을 방지할 수 있다. 한편, 전류검출부(35) 및 마이크로프로세서(50)에는 고장판단회로(55)가 연결되어 과전류 상태가 순간적인 것인지, 전력 공급시스템의 고장에 의한 것인지를 판단하여 이를 외부에 표시하고 외부지령에 따라 동작이 제어되도록 구성된다.

에너지 저장장치(60)는 전기에너지와 운동에너지간의 변환에 의해 에너지를 저장 및 출력할 수 있도록 구성되며, 마이크로프로세서(50)에 의해 동작이 제어된다. 상술한 바와 같이, 에너지 저장장치(60)의 저장 에너지는 바람직하게는 게이트(45)를 통해 역사의 부대설비(18)의 전력으로 공급된다.

도 3 은 본 발명에 따른 에너지 저장장치(60)의 구성도이다. 도면에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 에너지 저장장치(60)는 플라이휠(68)의 관성 운동에너지를 에너지저장 수단으로 이용하는 데, 외부에 대해 기밀을 유지하여 진공상태의 유지

가 가능한 챔버(62)와, 상기 챔버(62)에 연결되어 내부를 진공상태로 유지시키는 진공펌프(64)를 포함한다. 플라이휠(68)은 고속으로 회전하기 때문에 플라이휠(68)을 수용하는 챔버(62)는 고속으로 회전하는 플라이휠(68)이 파손되는 경우에도 그 파편을 내부에 유지시켜 시스템을 보호할 수 있어야 한다. 이를 위해 챔버(62)는 철 또는 알루미늄 재질과 같이 기계적 강도가 강한 금속재로 구성되는 것이 바람직하다.

챔버(62) 내부에는 회전축(66)이 설치되고, 회전축(66)의 일측으로는 전기에너지를 운동에너지로 변환하는 작동시에는 모터로서 작동하고 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 작동시에는 제너레이터로 작동하는 모터 및 제너레이터(70)가 설치되고, 타측에는 플라이휠(68)이 무접촉 지지 베어링(75)에 의해 지지되면서 설치된다.

모터 및 제너레이터(70)는 회전자(74)와 상기 회전자(74)를 둘러싸고 설치되는 고정자(72))로 구성된다. 모터로서 작동시에는 코일로 구성된 고정자(72)에 고주파 전류가 흘러 자속이 유기되면서 영구자석으로 형성된 회전자(74)가 회전되고, 플라이휠(68)은 회전자(74)와 함께 가속되면서 플라이휠(68)의 운동에너지의 형태로 에너지를 저장한다. 제너레이터로 작동시 즉, 플라이휠(68)의 운동에너지가 에너지 저장장치(60)로부터 빠져나와야 할 때는 플라이휠(68)의 관성 회전에 연동하여 회전자(74)가 회전하고, 고정자(72) 코일에 전압이 유기되어 전기에너지로 변환되며 결과적으로 플라이휠(68)의 감속을 초래한다.

플라이휠(68)에 저장되는 에너지를 증가시키기 위해서는 플라이휠(68)의 회전속도를 증가시키거나 회전관성을 증가시켜야 하는 데, 회전속도 및 회전관성은 결국 플라이휠(68)의 소재적 특성에 의해 한계를 가지지만, 본 발명의 플라이휠(68)은 저장에너지의 밀도를 높이면서도 내구성이 보장될 수 있도록 탄소 또는 유리섬유가 강화섬유로 사용된 고인장강도의 섬유 강화복합재료를 사용하여 제조된다.

또한, 플라이휠(68)은 전기 에너지를 운동에너지 형태로 저장함으로써 회전에 따른 마찰손실을 최소화하는 것이 필요로 한다. 진공펌프(64)를 이용하여 챔버(62) 내부를 진공상태로 유지시켜 공기 마찰 손실을 최소화하는 한편, 지지부 접촉 마찰로 인한 에너지 손실을 최소화하는 것이 필요하다. 따라서 본 발명에서는 회전축(66) 지지부를 무접촉 지지 베어링(75)인 마그네틱 베어링 또는 초전도 베어링을 이용함으로써 지지부 접촉 마찰로 인한 에너지 손실을 방지한다.

플라이휠을 이용한 에너지 저장장치는 화학적 배터리에 비해 무게나 부피를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 용량으로 설치할 수 있고, 수명이 반영구적이며, 빠른 충방전을 수행할 수 있는 장점이 있다. 본 발명에 따른 에너지 저장장치는 이러한 플라이휠의 장점을 이용할 수 있게 되므로 설치공간이 절약되고, 건설기간이 짧으며, 교체주기가 긴 에너지를 저장시스템으로 구성가능하게 된다.

본 발명은 이와 같은 구성으로 인해 전동차로부터 가선으로 되돌려진 회생전력을 에너지 저장장치로 저장하여, 역사의 부대설비의 전력으로 이용가능하게 된다. 따라서 도시철도 시스템에서 전동차의 회생제동에 의한 시스템의 고장 및 불량 요인을 제거하면서도 회생제동을 효율적으로 이용할 수 있게 된다.

이상에서 설명된 본 발명은 일 실시예에 한정되어 설명되었지만, 이에 한정되지 않고 본 발명이 속하는 분야의 통상적인 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있는 정도의 변형은 본 발명의 기술적 사상에 속하는 것임은 자명하다.

## 발명의 효과

전동차의 회생제동은 전력 소비량 절감과 기계적 제동에 의한 소음 문제 등의 장점을 가지지만 회생시 순간적으로 발생하는 에너지에 의해 가선전압이 변동하여 시스템을 불안정하게 하는 단점이 있었다. 특히 운행구간이 짧은 도시철도 구간에서는 가선전압의 변동이 이러한 위험성이 상대적으로 높다.

그러나, 본 발명에 의하면, 가선으로 되돌려진 전동차의 회생전력이 에너지 저장장치로 공급되어 운동에너지로 저장됨으로 가선전압의 변동요인이 제거됨으로 전동차의 안정적인 회생제동을 가능하게 할뿐만 아니라, 저장된 에너지를 전기에너지로 변환하여 역사 설비의 부대전력으로 안정적으로 활용가능하게 된다. 즉, 본 발명은 전체 도시철도 시스템의 에너지 효율성과 안정성을 증가시키는 효과를 가진다.

## 도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 따른 도시철도의 회생전력 저장시스템의 전력공급계통을 설명하기 위한 도면이다.

도 2 는 본 발명에 따른 도시철도의 회생전력 저장시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

도 3 은 본 발명에 따른 에너지 저장장치의 구성을 보여주는 구성도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

20; 가선 35; 전류검출부

30; 전압검출부 40; 게이트구동회로

45; 게이트 50; 마이크로프로세서

55; 고장판단회로 60; 에너지 저장장치

도면

도면1



